

Magyar Tudomány

A FÖLDI ELEKTROMÁGNESÉG MAGYARORSZÁGI KUTATÁSÁNAK RÖVID TÖRTÉNETE

vendégszerkesztő: Verő József

A szociális gazdaság új fejleményei
Testedzéssel a megbetegedések ellen
A geomérnökség múltja és jövője
Marskutatás Kelet-Európában

2012•I2

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Szerkesztőbizottság:

ÁDÁM GYÖRGY, BENCZE GYULA, BOZÓ LÁSZLÓ, CSÁSZÁR ÁKOS,
HAMZA GÁBOR, KOVÁCS FERENC, LUDASSY MÁRIA, SOLYMOSSI FRIGYES,
SPÄT ANDRÁS, SZEGEDY-MASZÁK MIHÁLY, VÁMOS TIBOR

A lapot készítették:

ELEK LÁSZLÓ, GAZDAG KÁLMÁNNÉ, HALMOS TAMÁS, HOLLÓ VIRÁG,
MAJOROS KLÁRA, MAKOVECZ BENJAMIN, MATSKÁSI ISTVÁN, PERECZ LÁSZLÓ,
SIPOS JÚLIA, SPERLÁGH SÁNDOR, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR

Szerkesztőség:

1051 Budapest, Nádor utca 7. • Telefon/fax: 3179-524
matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu
Kiadja az Akaprint Kft. • 1115 Bp., Bártfai u. 65.
Tel.: 2067-975 • akaprint@akaprint.t-online.hu

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

Előfizetési díj egy évre: 10 440 Ft
Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők
Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

Nyomdai munkák: Akaprint Kft. 26567
Felelős vezető: Körmendi Péter
Megjelent: 11,4 (A/5) ív terjedelemben
HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

A földi elektromágnesség magyarországi kutatásának rövid története

Vendégszerkesztő: Verő József

Verő József: Bevezető	1410
Baranyi Tünde – Győri Lajos – Ludmány András – Muraközy Judit: A naptevékenység vizsgálata növekvő felbontásban	1413
Erdős Géza – Balogh André: A helioszféra háromdimenziós szerkezete	1419
Lichtenberger János – Ferencz Csaba: A szférák zenéje és az úridőjárás	1426
Heilig Balázs – Kovács Péter – Csontos András: A földmágneses észlelések szerepe az úrkutatásban	1435
Sátori Gabriella – Bór József: Villámkisülésekhez társuló tranziens jelenségek	1443
Ádám Antal – Kis Árpád – Lemperger István – Novák Attila – Prácser Ernő – Szarka László – Wesztergom Viktor: Geomágneses indukció. Forrásvizsgálatok és az európai litoszféralemez elektromos modellje az indukciós kockázat becsléséhez	1449

Tanulmány

Kelen András: A szociális gazdaság új fejleményei a mai vidéki Magyarországon	1459
Apor Péter: Testdézssel a megbetegedések ellen	1470
Zolnai László – Papp Zoltán – Adománné Zolnai Dóra: Frakcionált desztilláció. Frakcionális tudománymetriai mutatók intézményi szintű alkalmazása?	1478
Galántai Zoltán: Mi, a környezetmódosító állatok: a geomérnökség múltja és jövője ...	1488
Kovács Ferenc: Szöszszenetek a nemzeti energiastratégia (2030) kapcsán.....	1499
Kereszturi Ákos: Marskutatás Kelet-Európában	1505

A jövő tudósai

Bevezető (Csermely Péter).....	1511
A roma tehetségügy (Szőke Judit)	1511

Tudós fórum

Interjú Pálkás Józseffel, az MTA elnökével (Gimes Júlia)	1518
Nobel-díjasok és Field-érmesek nyílt levele az EU állam- és kormányfőihez	1520
Kitüntetések	1522

Kitekintés (Gimes Júlia)

1524

Könyvszemle (Sipos Júlia)

A gyógyszerkutatás kémiája (Mátyus Péter)	1527
„Budapest noir” (Ferkai András)	1529
Oktatás – Történet – szociológia (Szabó Lajos)	1532

A földi elektromágnesség magyarországi kutatásának rövid története

BEVEZETŐ

Verő József

az MTA rendes tagja, ny. kutatóprofesszor,
MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézet
vero@ggki.hu

A 19. század első felében Carl *Friedrich* Gauss által elért eredmények nyomán tudjuk, hogy a geomágneses tér két, eredetére és forrása helyére nézve eltérő összetevőből áll. (Megjegyezzük, hogy a belső eredetű, hosszú periódusuk miatt nagyon lassú változásokhoz nem is észlelhető, 10^6 – 10^9 -szer kisebb elektromos tér tartozik, mint a külső eredetű gyors változásokhoz.). A belső eredetű évtizedes, évszázados periódussal változó rész Európában a 13. század óta ismert. Magyarországon is szerepelnek bányatérképeken az északi irány jelzései, amelyekből következtetni lehet az évszázados változásra. A 18. század második fele óta folyamatosan vannak mágneses irány, majd térerősség-meghatározások Magyarországon. Ezeket segítették a következőkben még említendő geomágneses obszervatóriumok is, közülük az első adatsor 1768 és 77 között, Nagyszombaton készült Hell Miksa ösztöndíjára. Magyar szakemberek más kontinenseken is végeztek geomágneses méréseket, így az Amazonas felső folyása mentén a jezsuita

redukciókból odakerült Szentmártoni páter, a Mexikó nyugati partjai előtt fekvő Revillagigedo-szigeteken pedig az 1848-as szabadságharc után Amerikába került Xantus János. A külső eredetű, gyorsan változó földi elektromágnesség terén a legelső magyar kutatási eredmények szintén Hell Miksa nevéhez fűződnek. Amikor Hell a dán király megbízásából Észak-Norvégiába utazott, hogy megfigyelje a Vénusz átvonulását a Nap előtt, sok sarkifény-észlelést is végzett. Ebben már gyakorlata volt, mert a nagyszombati és bécsi jezsuiták a sarki fény magasságának meghatározására már végeztek egyidejű méréseket. Nagyon pontosnak hitt iránytűje sajnos hajójátja közben meghibásodhatott, amikor egy tengeri vihart egy norvég kikötőben vészelték át, s ezért a sarki fény idején nem észlelt komoly változást a deklinációban, ami iránt Anders Celsius megfigyelései nyomán már érdeklődött a tudományos világ. Mégis ő írta és védte meg a koppenhágai egyetemen a világ első doktori értekezését a sarki fényről.

Hell útítársa, Sajnovics János volt a Budai Csillagda első igazgatója. A XIX. század harmincas éveiben itt létesült az első magyar mágneses obszervatórium, amely bekapcsolódott a Carl Friedrich Gauss és Wilhelm Weber alapította Göttinger Magnetischer Verein munkájába. Az 1848–49-es szabadságharc alatt a Csillagdával együtt a mágneses obszervatórium is elpusztult.

A magyarországi mágneses felmérést 1861-ben Schenzl Guidó vezette, és ehhez rövid időre újraindította Budán a geomágneses obszervatóriumot. Az első időkben a mágneses tér változásait optikai eszközökkel felmérték szemmel észlelték órák, különleges esetekben néhány perces időközökben. Csak később kerülhetett sor kormozott papírra, majd a XIX. század legvégén fotópapírra történő regisztrálásra. 1871-ben Konkoly Thege Miklós felvidéki földbirtokos ógyallai birtokán saját csillagvizsgálót alapított, mellette geomágneses obszervatóriumot is létesített. Ez 1899-től állami tulajdonba került, és az első világháború végéig működött. A geomágneses indukciót először az Atlanti-óceánon átvezető távírókábeleken észlelték. Az ennek nyomán kialakult nemzetközi divatot követve Fröhlich Izidor a századforduló táján mérte az elektromos teret egy észak–déli és egy kelet–nyugati (Sopron–Brassó) távírvonal mentén.

Jelentős, nemzetközileg ismert kutató volt Fényi Gyula, aki a kalocsai, később támogatójáról, Haynald Lajos érsekről elnevezett obszervatóriumban végezte megfigyeléseit a változó Napról. Ezekről a megfigyelésekről nagyszámú közleménye jelent meg nemzetközi folyóiratokban, sőt meghívták Spanyolországba is egy napfogyatkozás észlelésére. Fényi más vonatkozásban is kapcsolódott földi elektromágneses jelenségek megfigyelé-

séhez, ugyanis ő készítette az első zivatarjelző készüléket a villámok által keltett elektromágneses hullámok rádiós megfigyelése útján. Ez a készülék számos példányban működött a Fülöp-szigetektől Afrikán át Amerikáig. Elsősorban a trópusi övezetben.

A holokauszt áldozatává lett Steiner Lajos a Meteorológiai Intézet vezetőjeként az ógyallai obszervatórium adatai alapján elkészítette a geomágneses szubviharok, régebbi nevükön geomágneses öblök átlagos vektordiagramját a nap különböző időszakaiiban. Ezzel a 30-as évek végén megjelent Chapman–Bartels-féle *Nagy Geomágneses Monográfiában* az egyetlen hivatkozott magyar szerző volt.

Az ógyallai obszervatórium elvesztésével Magyarországon megszűnt a geomágneses kutatás. Mégis egy magyar származású kutató, ha nem is idehaza, de Franciaországban jelentős szerepet játszott az elektromágneses változások földtani célú felhasználásában. Kunetz Gézának a földi áramokkal dolgozó tellurikus geofizikai kutatómódszer fejlesztése mellett a II. világháború után arra is volt lehetősége, hogy a rövid periódusú pulzációk egyidejű jelentkezését kimutassa Madagaskáron, Venezuelában és Európában végzett nyersanyagkutató-mérések anyaga alapján.

Amikor Ógyalla egy időre visszakerült Magyarországhoz, Barta György fiatal kutatóként újraindította az ottani méréseket, majd részben onnan származó műszerekkel Budakeszin létesített ideiglenes, majd 1955-ben Tihanyban végleges mágneses obszervatóriumot. Ide tervezte és építette fel a nemrég elhunyt Szemerédi Pál az első magyar digitális geomágneses műszert. Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet keretében a Tihanyi Obszervatóriumra alapozott kutatások mellett később is folytatódott a geomágneses műszerek jelentős fejlesztése és gyártása. Az Eötvös

Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tan-
székén Barta professzorsága idején kialakult
kutatócsoport a Föld magnetoszférájában
terjedő elektromágneses jelek kutatásában ért
el sikereket.

Hosszú gyűjtőmunka után jelent meg
Réthly Antal *Nordlichtbeobachtungen in
Ungarn* című könyve rengeteg történelmi
adattal és régi sarkifény-megfigyelések ábrá-
zolásával. Az adatok segítenek a rendszeres
megfigyelések előtti időszak napciklusainak
kutatásában. Az ábrázolásokat pedig számos
hasonló történelmi műben felhasználták még
norvég és finn kutatók is.

A második világháború után több új
helyen és témában is kutatások kezdődtek a
földi elektromágneses térrel kapcsolatban.
Jánossy Lajos, majd Somogyi Antal indította
el a Központi Fizikai Kutató Intézetben a
 kozmikus sugárzás vizsgálatát. Ebből fejlődött
ki később az űrkutatásba bekapcsolódó
csoport. Debrecenben Dezső Loránd alapít-
totta meg a Napfizikai Observatóriumot. Az
ionoszféra kutatására szolgáló szondázó be-
rendezés az Országos Meteorológiai Intézet,
illetve Flórián Endre munkája nyomán ké-
szült el, és 1958-ban Brüsszelben a világkiál-
lításra nagydíjat nyert. A berendezés Buda-
pestről Békéscsabára került, majd a Geodé-
ziai és Geofizikai Intézet Nagycenki Obser-
vatóriumában működött, és ott folytatódtak
az ionoszféra-kutatások is. A tellurikus föld-
tani kutató módszert franciaországi tanul-
mányútja során ismerte meg Kántás Károly
professzor, és kezdeményezte annak magyar-
országi alkalmazását. Az általa alapított sop-
roni Geofizikai Kutatólaboratórium, illetve
annak jogutódjai az 1957–58-as Nemzetközi
Geofizikai Évre létrehozták a Nagycenki
Széchenyi István Geofizikai Observatóriu-
mot, ahol számos, az adott körbe tartozó

jelenség (földi mágneses és elektromos tér,
lélegektromos tér, ionoszféra, villámok keltet-
te elektromágneses hullámok) vizsgálata fo-
lyik. Amint a földi elektromágnességgel
kapcsolatos magyarországi kutatások két
évszázadot átölelő története mutatja, jelentős
változások következtek be ezeknek a kutató-
soknak a céljaiban. A kezdeti, szinte teljesen
feltáró jellegű vizsgálatok legfeljebb a hajózást
segíthették. A huszadik század elejétől jelen-
tek meg a távközléssel kapcsolatos célkitűzé-
sek, majd a harmincas években kezdtek
földtani geofizikai kutatásra is használni a
földi elektromágneses teret. A második világ-
háború után ezeknek a kutatásoknak a kap-
csolódásai kiszélesedtek. Megjelent a globális
éghajlatváltozás és a geomágneses kockázat
is mint új célpont. Az új célok magukkal
hozták azt is, hogy változott a kutatók je-
lenségek eredete, időtartama. Ma már tudjuk,
hogy egyre érzékenyebb technikai berende-
zéseinket többféle geomágneses hatás veszé-
lyezteti, egyre jobb lehetőségek vannak a Föld
belső felépítésének és a Földet körülvevő
tértség folyamatainak vizsgálatára, így ezek
kutatása egyre indokoltabbá válik.

A következő hat tanulmány összefoglalja
az utolsó évtizedek eredményeit. Ezek eredetileg
az Akadémia 2012-es közgyűléséhez
kapcsolódva, a X. Földtudományi Osztály
rendezésében elhangzott előadások alapján
készültek. Az eredeti előadások a *Magyar
Geofizika* című folyóirat 2012/3. számában
jelentek meg. A jelen előadássorozat szerkesz-
tésében való közreműködésért Wesztergom
Viktornak, több történelmi adatért pedig Ko-
vács Péternek tartozom köszönettel.

Kulcsszavak: *földi elektromágnesség, geomágne-
ses kockázat, geomágneses observatórium, nap-
tevékenység, villámok*

A NAPTEVÉKENYSÉG VIZSGÁLATA NÖVEKVŐ FELBONTÁSBAN

Baranyi Tünde

tudományos főmunkatárs
baranyi.tunde@csfk.mta.hu

Győri Lajos

tudományos főmunkatárs
gyori.lajos@csfk.mta.hu

Ludmány András

tudományos főmunkatárs
ludmany.andras@csfk.mta.hu

Muraközy Judit

tudományos segédmunkatárs
murakozzy.judit@csfk.mta.hu

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont
Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet
Napfizikai Observatórium, Debrecen

A naptevékenység egyes megnyilvánulásairól
a korai történelem szereplőinek is lehetnek
élményeik, de az első tudományosan is érté-
kelhető észleléseket négyszáz éve készítette
Galilei 1612 májusában. Ezek napkorongraj-
zok, melyeket jelenleg a Vatikánban őriznek;
1613-as rajzai pedig Firenzében vannak. Ezután
több mint két évszázadon keresztül szór-
ványos adatrögzítések és rajzsorozatok készül-
tek, melyek hiányosak ugyan, tudományos
jelentőségük mégis óriási, mert a napaktivitás
hosszú távú vizsgálatához nélkülözhetetlenek.
A napfoltok mágneses terét 1908-ban észlelte
George Ellery Hale, és a pusztá adatrögzítés
évszázadai után ez nyitotta meg a naptevékeny-
ségi jelenségek elméleti értelmezésének lehe-
tőségét.

A naptevékenység a Nap mágneses teré-
nek változásait és eseményeit jelenti. Alapve-
tő folyamata az a váltakozás, amely a globális
mágneses tér poloidális (a pólusokat kb. me-
ridionális irányban összekötő erővonalrend-

szerű) és toroidális (az északi és déli félgömb
belsejében gyűrűszerűen körbefutó) topoló-
giájú állapotai között zajlik. A toroidális mág-
neses fluxusköteg egyes részei kiemelkednek
a felszínre, itt hozzák létre nagy fluxussűrűségű
részeik a napfoltokat és foltcsoportokat, álta-
lánosabb nevükön az aktív vidékeket, kisebb
fluxussűrűségű halmazait pedig a fáklyákat.
Felszín fölé emelkedő íveik a külső atmoszfé-
raréteg, a korona fűtésének fontos szereplői,
a bennük kialakuló instabil állapotok robba-
násszerű feloldódásai pedig a napkitörések.
Ez utóbbiak az ún. mágneses átkötődés je-
lensége révén zajlanak le, mely a koronabeli
fluxusköteg egy részét elszakíthatja a mágneses
hurokrendszerből, és a szabadabbá váló mág-
nesezett plazmafelhő, angol nevén Coronal
Mass Ejection (CME) hatalmasra fúvódva
több milliárd tonnányi anyaggal dobódik ki
a bolygóközi térbe.

Ezeket a jelenségeket egyre nagyobb fel-
bontású műszerek követik. A jelenlegi legam-

bicíziusabb műszerfejlesztések, az amerikai ATST és az európai EST néhány másodperces időfelbontást és a napfelszínen 100 km alatti térbeli felbontást céloznak. Ez a nagy felbontás a napatmoszféra legfinomabb, leggyorsabban változó részleteinek vizsgálatához kell. Megvalósítása hatalmas technikai apparátust és anyagi hátteret igényel. Összehasonlításképpen, a hagyományos technikával a földfelszínről észlelhető legkisebb alakzatok, a fotoszferikus granulumok 1000–1200 km méretűek.

Az EAST-konzorcium (European Association for Solar Telescopes) tagjaként Magyarország részt vehet majd az EST-távcső munkájában. A hazai észlelő napfizika, a debreceni obszervatórium azonban bizonyos területeken saját lehetőségein belül is hozzá tud járulni a felbontás növeléséhez.

Mivel minden nap- és űrfizikai jelenség vizsgálatához speciális műszerezettség szükséges, ezért a nemzetközi munkamegosztásban minden intézménynek megvan a saját módszertani profilja, és a jelenségek komplex vizsgálata többnyire jelentős nemzetközi összefogással történhet. A debreceni obszervatórium eddigi (ötvennégy éves) története során fokozatosan vált a napfoltok részletes pozíció- és területadatainak legfontosabb forrásává. Eközben az észlelések végzésének és kiértékelésének olyan módszertana fejlődött ki, amelynek a legújabb úrfelvételekre alkalmazott változatai is a jelenlegi legrészletesebb adatokat szolgáltatják az adott észlelésekből.

Nagy felbontás rövid távon

A nagy felbontás nyilván nem öncél, egyszerűen azt jelenti, hogy a releváns részletek azonosíthatóvá válnak. Ennek rövid és hosszú távon különbözőek a szempontjai. Rövid

időtáv alatt most a foltcsoportok élettartamát értjük. Az a cél, hogy egy-egy aktivitási esemény minden lényeges elemét dokumentáljuk. Mivel a földi észlelések az éjszakák miatt csak napos mintavételt tesznek lehetővé, a jelzett cél csak űrbeli észlelések birtokában teljesíthető. Ezt a lehetőséget nyitotta meg a SOHO-nevű (Solar Orbiting and Heliospheric Observatory) napfizikai űrlaboratórium MDI (Michelson Doppler Interferometer) műszerének közel másfél évtizedre kiterjedő észlelési anyaga.

A SOHO/MDI-műszer oszcillációs mérései mellett mintegy mellékes termékként kontinuum fényben fotoszféráészleléseket és magnetogramokat készített a teljes napkorongról. Az ezekből alkotott közel egyidejű párokból ki lehetett válogatni egy olyan sorozatot, mely 1–1,5 órás egymásutánban követi a napfelszín mágneses alakzatait. Ezen észlelések felbontása még kisebb (1024×1024), mint a földi távcsöveké, de a folyamatos észlelés és főleg a mágneses tér adatai korábban elképzelhetetlen részletességű napfolt-adatsor megalkotását tették lehetővé. A munka első fázisát a debreceni obszervatórium egy ESA-támogatással elvégzett fejlesztés révén valósította meg.

A munka teljes elvégzése nagy számítási és adattárolási kapacitások mellett jelentős élőmunka-ráfordítást is igényelt. Ehhez nyújtott támogatást az az európai FP7-es projekt, melyet a Napfizikai Obszervatórium kezdeményezett és szervezett, és tizenhat európai kutatóintézet részvételével 2008 és 2011 között zajlott SOTERIA-néven (Solar-TERrestrial Investigations and Archives). Az obszervatórium két legfontosabb vállalása egy minden korábbinál részletesebb napfoltkatalógus és a fotoszferikus fáklyák első katalógusának elkészítése volt az MDI-műszer működése – az

1996–2010-es évek időszakára. Az eredmény az SDD nevű (SOHO/MDI-Debrecen sunspot Data) adatbázis (Győri et al., 2011). Elkészítéséhez mintegy ötvenezer észleléspárt kellett összeválogatni, az erre a célra kifejlesztett kiértékelő szofvereket lefuttatni, az eredményeket ellenőrizni, és a foltcsoportokat azonosítani.

Az eredmény egy kb. 1 Tbyte terjedelmű katalógus numerikus táblázatokkal, napkorongképekkel, mintegy 350 ezer aktív vidék képével, amelyek azonosított foltokat tartalmaznak, könnyen kezelhető html-böngészővel és MySQL keresővel.

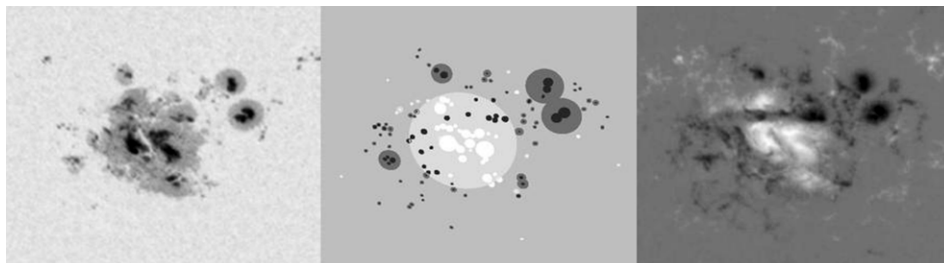
Az SDD másfél órai időközönként tartalmazza minden foltcsoport és folt umbrájának és penumrájának pozíció-, terület- és átlagos mágneses tér adatait, így jelenleg ez a legnagyobb tér- és időbeli felbontású napfoltadatbázis. Az anyag jelentősége, hogy először teszi lehetővé, hogy nagy statisztikai anyagon tanulmányozzuk az aktív vidékek fejlődésének, belső szerkezetének, átrendeződéseinek, morfológiájának, aszimmetriáinak, növekedésének és lecsengésének részleteit. E sajátságok a mágneses fluxuskötegek felbukkanásáról és a környező sebességtterekkel való kölcsönhatásukról szolgáltatnak információkat, ezek a szoláris dinamó legkisebb léptékű részletei.

A SOTERIA jelentős siker volt, a tizenhat intézet egy sor hasonlóan újfajta adatbázist készített, és több mint 130 közleményt publikált. A résztvevők egy része ezután új pályázatot készített, az EC ennek is támogatást ítélt, és 2012 márciusában eHEROES-néven (Environment for Human Exploration and RObotic Experimentation in Space) elindulhatott az új projekt, mely a következő években meghatározza kutatásainkat. Ennek célkitűzései részben különböznek a SOTERIA profiljától, elsősorban űrbeli tevékenységek vár-

ható körülményeit kell megbecsülni, előrejelezni. A SOTERIA-konzorcium tagjainak többsége ebben is részt vesz, és többnyire épp az előző projektben elért eredményekre építve. A debreceni hozzájárulás egy újfajta napkitörés-előrejelzési módszer kifejlesztésére és tesztelésére, valamint az aktív heliografikus hosszúságok kutatására irányul, mindkét új kutatás kezdeti eredményei biztatók.

A napkitörések vagy fterek okai olyan mágneses konfigurációk, amelyekben egymás mellett jelentős fluxussűrűségű és ellentétes irányú mágneses terek vannak. Ezek instabil alakzatok, stabilabb állapothoz vezető átrendeződésük erővonal-átkötődések, rekonnekciók révén valósul meg. Arra vonatkozóan korábban számos vizsgálat történt, hogy a fterek valóban ilyen helyeken lépnek fel, a mi célunk azonban a fler előtti események dinamikájának vizsgálata, mert ennek ismeretében lehet megbecsülni a fler valószínűségét. Az ellentétes polaritású foltok közötti mágneses tér horizontális irányú megváltozásának mértéke az átkötődés valószínűségének fontos jellemzője, ennek az időbeli viselkedését követjük abban a térrészben, amelyben ez az ún. gradiens érték a legerősebb a foltcsoporton belül. Az 1. ábrán a NOAA 10486 számú foltcsoport képe látható a 2003. október 28-i híres *Halloween-fler* előtt fél órával. A három panelről leolvasható az SDD adatainak részletessége és teljessége.

A bal oldali panel a foltcsoport képét mutatja, a jobb oldali a mágneses tér (magnetogramját, a fehér/fekete színek a mágneses pozitív/negatív polaritású területeket jelzik), a középső panel pedig a foltcsoport rekonstruált képe az SDD-katalógus adatai alapján. Látható, hogy a katalógus minden folt pozíció-, terület- és mágneses tér adatát tartalmazza. A többi létező napfoltkatalógus erre a



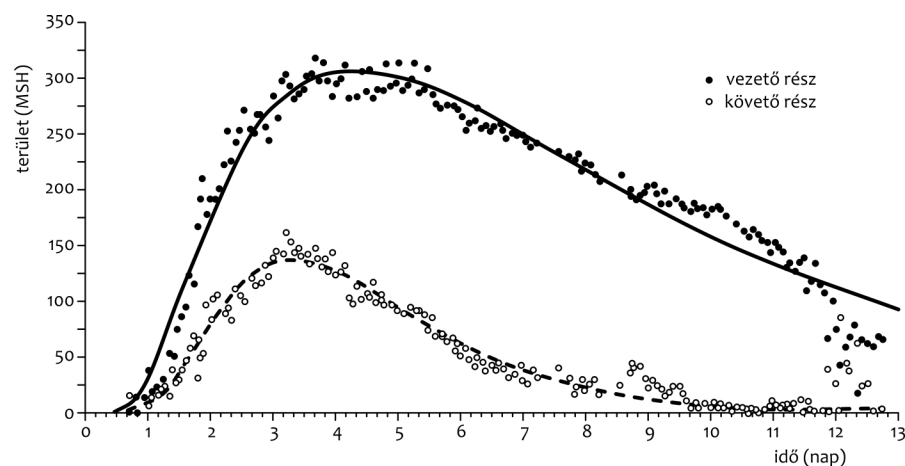
1. ábra • A NOAA 10486 számú foltcsoport képe, SDD alapján rekonstruált kinézete és magnetogramja 2003. október 28-án. Az észleléseket a SOHO/MDI műszer készítette.

foltcsoportra és ennek a napnak egyetlen időpontjára három független adatot ad meg, az SDD közel tízezret. Ez a felbontás teszi lehetővé, hogy gyors belső változások következők legyenek.

Ez a részletesség a foltcsoportfejlődés egyéb vonatkozásainak vizsgálatai számára is új lehetőségeket nyitott. A 2. ábra a NOAA 10988 számú foltcsoport fejlődését mutatja, a vezető és követő polaritású részek területváltozásának követésével. Jól látható a két rész különböző súlya, hasonló fejlődési görbéjük, fáziseltolódásuk és különböző méretük. A

felbukkanást és az eltűnést különböző fizikai folyamatok irányítják, ezek vizsgálata most nagy statisztikai anyagon vált lehetővé.

A további előrelépés a legújabb napfizikai észlelő műhold, az SDO (Solar Dynamics Observatory) észleléseivel lehetséges, melyek képmérete 4000x4000 pixel. Az észlelések időbeli egymásutánja egy percnél rövidebb. Már készül nálunk az a fejlesztés, mely az egyes foltokat egyenként képes követni. Ez még nagyobb számítógépes kapacitást igényel, de az aktív vidékek belső dinamikájának újabb sajátosságairól ígér részleteket.



2. ábra • A NOAA 10988 számú napfoltcsoport vezető és követő részének fejlődési görbéje (Muraközy – Ludmány, 2012)

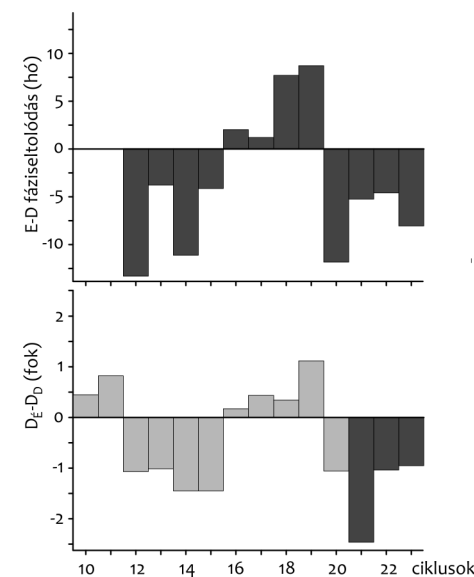
Nagy felbontás hosszú távon

A foltcsoportok élettartamánál jóval hosszabb távnak, a napciklusoknak és azok egymásutánjának vizsgálata ugyancsak megkívánja a nagy felbontást, ami a hosszabb karakterisztikus idő miatt napi egyszeri mintavételt jelent, de minden foltról és foltcsoportról. Ez a kíváncsi azonban egyelőre messze nem teljesül. Az egyetlen ilyen részletességű anyag a Debrecen Photoheliographic Data (DPD, 1977–2012), a Greenwich Photoheliographic Results (GPR, 1874–1976) napfoltkatalógus folytatása. Ezt a GPR sem teljesíti, mert csak a foltcsoportok adatait tartalmazza. A jelenlegi leghosszabb adatsor a Nemzetközi Napfoltszám (International Sunspot Number – ISN, az ún. Wolf-szám utóda), de ez napon-

ta egyetlen adatot jelent az egész napkorongról 1818-tól, tehát térbeli felbontása nincs, 1749-től havonta, 1700-tól évente, még korábban pedig csak sporadikus adatok vannak.

A részletesebb adatok igénye újabban erősödik. A 17. század első felében Galilei és követőinek észlelései viszonylag magas szintű naptevékenységet rögzítettek, ami a 17. század második felében kb. egy fél évszázadra szinte teljesen eltűnt, majd újraindult. Ez volt az ún. Maunder-minimum időszaka. A mostani gyengén és késve induló 24. napciklus felveti azt a kérdést, hogy nem lehetséges-e a közeli jövőben egy hasonló elhúzódó minimum. Ennek messzeható következményei lennének a földi környezetre is. Egy több évtizedes váltakozást nemrég sikerült azonosítanunk a greenwich-i és debreceni katalógusadatok alapján. A 3. ábrán két diagram különböző adatsorok és két különböző módszer alapján arról tanúskodik, hogy négy ciklusban az északi félgömb ciklusának fejlődése megelőzi a déliét, a következő négyben pedig a déli félgömb ciklusának fejlődése halad időben elől. Ez a szoláris dinamó működésének eddig nem tárgyalt sajátossága utalhat, ha hosszabb távon is fennmarad, ezért jó lenne ellenőrizni még korábbi ciklusokon is, de az ebből a szempontból igen érdekes ún. Dalton-minimumról, a 19. század első feléről nincs használható adatsor.

A távolabbi feladat tehát az, hogy amilyen hosszan lehetséges, gyűjtsük össze az egyáltalán létező historikus észleléseket, és próbáljuk rekonstruálni a korábbi ciklusok részleteit is. Ez hatalmas munkának ígérkezik, de a szakmában egyre erősödő egyetértés van arról, hogy el kell végezni. A debreceni obszervatórium ebben is szeretne kulcsszerepet játszani, ezért e cikk írásának időpontjában folytatjuk egy további európai FP7-es projekt szervezé-



3. ábra • Félgömbi ciklusok fáziskülönbségei két különböző módszerrel és adatsorból, pozitív értékeknél a déli félgömbi ciklus tart előre (Muraközy – Ludmány, 2011)

sét, amely azokat az intézeteket gyűjtené konzorciumba, melyek hozzánk hasonlóan érdekelték valamilyen naptevékenységi jelenség hosszú távú dokumentálásában. Minden hosszú idősor közös gondja, hogy inhomogén, több forrásból származik, folyamatosan változó körülmények és módszerek befolyásolják. Rendszeresen végezzük a debreceni adatok keresztkalibrálását más obszervatóriumokéval (Baranyi et al., 2001), de most arra készülünk, hogy megkezdjük a historikus észlelésektől az SDO-észlelésekig terjedő, anyagi lehetőségek szerinti homogén adatsorra formálását, melyhez külföldi partnerek is társulnak. Ennek első lépései már meg is

történtek Debrecenben Fényi Gyula és Konkoly Thege Miklós jelentős grafikus észlelési anyagainak digitalizálásával. Ha a tervezett anyag a nem túl távoli jövőben létrejön, akkor a szoláris dinamó kutatásának nélkülözhetetlen empirikus alapja lehet.

A fenti kutatásokhoz szükséges támogatást az elmúlt években az ESA PECS 98081 számú projekt, valamint a SOTERIA (218816) és eHEROES (284461) FP7-es projektek biztosították.

Kulcsszavak: *napfizika, napfoltadatbázisok, naptevékenység változása*

IRODALOM

Baranyi Tünde – Győri L. – Ludmány A. – Coffey, H. E. (2001): Comparison of Sunspot Area Data Bases. *Monthly Notices of R. A. S.* 323, 1, 223–230. DOI: 10.1046/j.1365-8711.2001.04195.x
Győri Lajos – Baranyi T. – Ludmány A. (2011): Photospheric Data Programs at the Debrecen Observatory. *Proceedings of the IAU Symposium*. 273, 403–407. • <http://fenyi.solarobs.unideb.hu/publ/GyoriBaranyiLudmanyIAU273.pdf>

Muraközy Judit – Ludmány András (2011): Phase-lags of Solar Hemispheric Cycles. *Monthly Notices of R. A. S.* 419, 3624–3630. DOI: 10.1111/j.1365-2966.2011.20011.x
Muraközy Judit – Ludmány András (2012): Development and Morphology of Leading-following Parts of Sunspot Groups. *Central European Astrophysical Bulletin*. in press.



A HELIOSZFÉRA HÁROMDIMENZIÓS SZERKEZETE

Erdős Géza Balogh André

az MTA doktora, tudományos tanácsadó,
MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont
Részecske- és Magfizikai Intézet
erdos.geza@wigner.mta.hu

professor emeritus,
The Blackett Laboratory, Imperial College of Science,
Technology and Medicine, London, UK

Nap–Föld-kapcsolatok

Régóta ismeretes, hogy a Nap felszínét foltok borítják, amelyek száma tizenegy éves ciklusok szerint változik. Később, a XIX. században érdeklődést váltott ki az a megmagyarázhatatlan jelenség, hogy az iránytűk által jelzett földi mágneses viharok gyakorisága is tizenegy éves ciklusok szerint változik, és feltűnő korrelációt mutat a napfoltok számával. A naptevékenység és a Föld közötti kapcsolatra további bizonyítékot szolgáltatott a fehér fler felfedezése, amely során a Nap felszínén rövid idejű kifényesedés jelent meg, amit rövid késéssel földi mágneses vihar követett. Az elsőként felfedezett, híres 1859-es Carrington-fler által kibocsátott energia mintegy egy nagyságrenddel nagyobb volt, mint a napjainkban megfigyelhető flereké. Ez aggodalomra ad okot, mert hasonló méretű napkitörés komoly pusztítást végezne a napjainkban használt, főleg a világűrbe telepített technikai berendezésekben. A divatos szóhasználatlaltal üridőjárásnak nevezett jelenségek vizsgálata, és különösen e jelenségek előrejelzésének a lehetősége tehát gyakorlati szempontból is igen fontos témája az űrkutatásnak.

A 150 millió km-es Nap–Föld-távolságból (Csillagászati Egység, CSE), valamint a napkitörés és földi mágneses vihar közötti néhány napos késésből (ami egy vagy néhány nap lehet) a hatás sebességére néhány 100 km/s-tól kb. 2000 km/s-ig adódik. Ez túl lassú ahhoz, hogy közvetlenül a fénysebességgel terjedő elektromágneses hatások okozzák a földi jelenségeket. Miután más hatás nem volt ismeretes, a Nap–Föld-kapcsolatokat sok kutató sokáig csak véletlen egybeesésnek, az összefüggést tudományosan megalapozatlannak tartotta. A hipotézis, hogy a napkitörések nagy sebességgel terjedő ionizált gázfelhőt bocsáthatnak ki, amelyek hatása a Föld környezetéig is terjedhet, az 1930-as években lett általánosan elfogadva. Ennek a hipotézisnek a helyességét csak az után lehetett bebizonyítani, hogy Eugene Parker 1958-ban megjósolta a napszél létezését, amit négy évvel később a bolygóközi térbe kijutó űrszondák (Luna-1, Mariner-2) fel is fedeztek. A napszél a Napból szuperszonikus sebességgel radiálisan kifelé áramló plazma, amely főleg protonokból és elektronokból áll. Sebessége változó, durván a 300–1000 km/s tartományba esik. A napszél sűrűsége rendkívül kicsi, a Föld pályájánál kb. tíz részecske cm³-enként.

A kis sűrűségből adódik, hogy a plazmában a részecskék egymással való ütközése elhanyagolható, aminek egyik következménye, hogy a Nap közelében levő mágneses tér a napszélbe mintegy „befagyva” utazik a bolygóközi térbe; a napszélplazma mágnesezett. A később felfedezett, a napszélben terjedő koronaanyagkilöködések (Coronal Mass Ejections – CME), amelyek gyakran kísérik a nagyobb energiájú flereket, megfelelnek a korábban előrejelzett plazmafelhőknek. A nagy sűrűségű plazma ezekben az úgynevezett mágneses felhőkben összenyomja és deformálja a Föld magnetoszféráját, aminek a következményei között a mágneses viharok és a látványos északifényjelenségek a legjelentősebbek.

A címben szereplő *helioszféra* szó nem közismert, magyarázatra szorul. A helioszféra egy buboréknak tekinthető, amelyet a napszél fúj ki a csillagközi térbe. A helioszférát kitöltő anyag és mágneses tér elsődleges forrása tehát a Nap. A helioszféra, amelynek kiterjedése mintegy 100 CsE, Földünk legtávolabbi környezetének tekinthető, amelyet még űrszondákkal el tudunk érni. Ennek a környezetnek a megismerése gyakorlati szempontból is fontos, mert a technikai berendezések működésére is hatással lévő űridőjárási jelenségeknél, a Nap–Föld-kapcsolatokban a napszél a közvetítő közeg. A helioszféra kutatása másik két szempontból is érdekes:

- a mágnesezett plazma tulajdonságainak méréséből visszakövetkeztethetünk a forrásnál uralkodó viszonyokra, következtetni tudunk az egyébként helyszíni mérések számára hozzáférhetetlen alsó napkoronában lejátszódó folyamatokra (napfizikai aspektusok);
- a helioszféra fizikai állapotának ismerete szükséges a galaktikus kozmikus sugárzás időbeli változékonyságának megértéséhez.

A helioszféra tulajdonságainak komplexitását az adja, hogy a térbeli változások mellett rövid és hosszú időskálán egyaránt változó viszonyokkal van dolgunk. Rövid időskálájú jelenségeknél elsősorban a napkitörések hatására kell gondolnunk. Hosszú idejű változások közül kiemelkedő jelentőségű a napfoltciklus tizenegy éves hullámszerűségének hatása.

Az Ulysses-szonda

A bolygók pályasíkja közel merőleges a Nap forgástengelyére. A Nap körül keringő űrszondák pályasíkja is közel esik a Föld pályasíkja-hoz, az ekliptikához, mert a pályára állításkor ki kell használni a Föld Nap körüli keringésének sebességét (30 km/s, míg a rakéták „végsebessége” csak 11 km/s). Egy másik ok, amiért az űrszondák nem léptek ki az ekliptikából az, hogy az érdekes égitestek, a bolygók és holdjaik szintén abban a síkban tartózkodnak. Ezért sokáig a helioszféra kutatása csak annak egy kétdimenziós szeletére, az ekliptikához közeli bolygóközi térre korlátozódott.

Régóta felmerült azonban az űrkutatókban annak szükségessége, hogy az ekliptikából kilépve lehetőségünk legyen a helioszféra teljes háromdimenziós tartományaiban is méréseket végezni, legyen lehetőségünk a helioszféra sarki területeit is vizsgálni. Ennek racionalitását az adta, hogy számos jel mutatja a Nap gömbszimmetriktól való eltérését. A Nap felszínéről és az alsó koronáról távérzékeléssel szerzett információk segítségével megállapították, hogy a fizikai viszonyok jelentősen változhatnak a Nap egyenlítőjétől távolodva. Régóta ismert például a napfoltok gyakoriságának a heliografikus szélesség szerinti változása, amely ráadásul a napfoltciklus szerint is változó törvényszerűséget mutat, lásd Edward Maunder (1904) híres pillangódiagramját. Egy másik heliografikus széles-

ségtől függő jelenség az, hogy a napkorona hőmérsékletére utaló röntgenfelvételeken koronalyukak (hidegebb területek) figyelhetők meg a sarkoknál (Kahler, 2000), melyek kiterjedése napfoltminimum idején megnő.

Az ekliptikán kívüli megfigyelések tervét az Ulysses-szonda valósította meg, amely idáig az egyetlen űreszköz, amely Nap körül keringve nagy heliografikus szélességre jutott el. Az Ulyssset 1990 októberében indították a Jupiter irányába. 1992 februárjában haladt el az óriásbolygó mellett, melynek gravitációs tere a szonda pályasíkját 80 fokkal elfordította, ezzel a szonda Nap körüli poláris pályára állt. A pálya periódusideje 6,2 év, a Naptól mért legkisebb, illetve legnagyobb távolság 1,34, illetve 5,4 CSE. A szonda követését 2008 júniusában fejezték be, ezalatt majdnem három teljes Nap körüli forduló során végzett méréseket. A hosszú élettartam abból a szempontból is érdekes, hogy a megfigyelések majdnem két napciklust fednek le.

Cikkünkben az Ulysses-űrszondával készült mérések néhány eredményéről számolunk be. Azokra a kérdésekre is válasz kívánunk adni, hogy

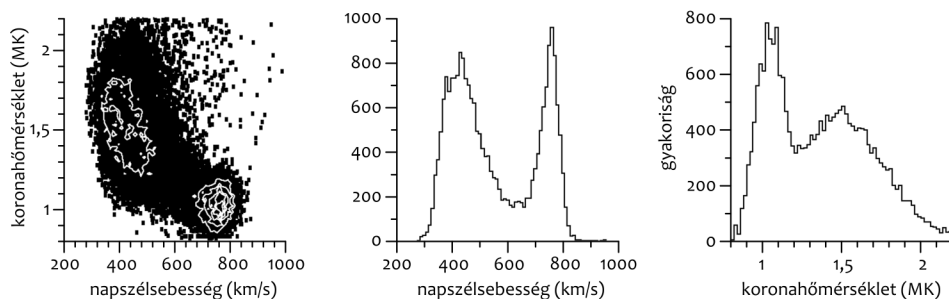
- érdemes volt-e kilépni az ekliptikából, van-e heliografikus szélességtől függő tulajdonságok?
- milyen napciklussal összefüggő időbeli változások vannak a helioszférában?

Gyors és lassú napszél

Az ekliptikához közeli interplanetáris térben végzett korábbi megfigyelések szerint a napszél sebessége változó, és azt is megállapították, hogy a nagy sebességű napszélnyalábok általában a koronalyukakból erednek. A koronalyukakból származó gyors napszélnyalábok hosszú ideig fennálló struktúrák, amelyek a Földpályánál több napforgáson keresztül is

huszonhét naponta visszatérhetnek. A Nap egyenlítői tartományában főleg koronaanyagkilöködések (CME-k) alkalmával is megjelenhetnek nagy sebességre felgyorsult plazmafelhők. Az interplanetáris térben végzett megfigyelések statisztikai vizsgálatát megnehezíti a CME-ből származó és az egyenlítőnél viszonylag ritkább koronalyukakból származó gyors napszél jelenléte. A gyors és lassú napszél kölcsönhatásba lép egymással, a plazma sebessége a terjedés során módosul, nehéz következtetni a Naphoz közeli viszonyokra. Az Ulysses-szonda azonban hosszú időt töltött a sarki koronalyukak felett, ahol folyamatosan lehetett észlelni a gyors napszelet. A vizsgálatokból kiderült, hogy a kétfajta napszél, a lassú és a gyors tulajdonságai élesen elkülönülnek. A lassú napszél általában a Nap egyenlítői vidékeiről származik, míg a gyors koronalyukakból (von Steiger–Fröhlich, 2005).

Az 1. ábra középső paneljén a napszélsebesség hatórás átlagainak eloszlásfüggvénye látható az Ulysses-misszió teljes időtartamára (Erdős–Balogh, 2012). A grafikonon jól látszik a kétféle sebességű napszél-populáció éles elkülönülése. Az Ulysses-szondán helyet foglalt a SWICS nevű plazmadetektor, amely alkalmas volt a napszélben kisebbségben levő ionok töltésállapotának meghatározására. A hatszorosan és hétszeresen ionizált oxigén fluxusának arányából meghatározható a korona hőmérséklete a Naptól mért néhány nap-sugár távolságban, ahol az oxigénionok ütközése már elhanyagolhatóvá válik. Érdekes ez a kísérleti technika, mert az oxigénionok mint fossziliák több CSE-távolságra szállítják hozzánk a közvetlen mérések számára különben hozzáférhetetlen koronahőmérséklet-adatokat. Az 1. ábra jobb oldali paneljén a korona hőmérsékletének eloszlásfüggvénye látható. Megállapíthatjuk, hogy a



1. ábra • A napszél sebessége és a korona hőmérséklete

koronahőmérséklet eloszlásában is két populáció van jelen, a hidegebb populáció legvalószínűbb hőmérséklete 1 millió fok, a melegebbé 1,5 millió fok. A hidegebb a gyors napszélnyalábhoz tartozik, a melegebb a lassúhoz. Ez az ábra bal oldalán található szórásdiagramból állapítható meg, amelyen feltüntettük a hőmérséklet- és sebességre vonatkozó kétdimenziós eloszlásfüggvény kontúrvonalait is. Megfigyelhető, hogy csekély számban vannak olyan gyors napszélnyalábok is, amelyek hőmérséklete magas, ezek a szórásdiagramon elszórtan vannak jelen a jobb felső kvadránsban. Ezek az adatok feltehetően koronaanyag-kilöködésekből származnak.

Az Ulysses-szonda megfigyelései rámutattak arra, hogy a sarki koronalyukakból származó gyors napszél és az inkább az egyenlítői tartományra jellemző lassú napszél fizikai tulajdonságai élesen különböznek, így a keletkezési mechanizmusuk megértéséhez is elkülönülő modelleket kell alkotni. Ennek a feladatnak a megoldása a napfizikusok számára jelenleg is kihívást jelent.

A Nap mágneses pólusváltása

A helioszférában végzett mágnesestér-mérésekből visszakövetkeztethetünk a Naphoz közelebbi tartományok mágneses terére, akár

a Naptól néhány Nap-sugár távolságban elhelyezett képzeletbeli gömb felületére is, amelyet a napszél forrásfelületének nevezünk. A helioszférában mért mágneses tér legjellegzetesebb tulajdonsága az előjele, vagyis az, hogy az erővonal kifelé vagy befelé mutat-e a Naptól. A helioszféra háromdimenziós modelljében a kétféle polaritást elválasztó felület, amelyet áramlepelnek hívnak, hullámos alakú. Napfoltminimum idején az áramlepel a Nap egyenlítői síkjához közel helyezkedik el, de kis mértékben akörül hullámozik. A napfoltok számának növekedésével a hullámozás amplitúdója megnő, és az áramlepel inklinációja is megnő az egyenlítői síkhoz képest. Napfoltmaximumban történik a Nap mágneses terének pólusváltása. Az Ulysses-misszió előtt kétféle elképzelés létezett: a pólusváltás az áramlepel átfordulásával következik be, vagy a forrásfelületen a sarkok közelében a domináns polaritással ellentétes szigetek képződnek, amelyek területe felnő, és kiszorítják az eredeti polaritást.

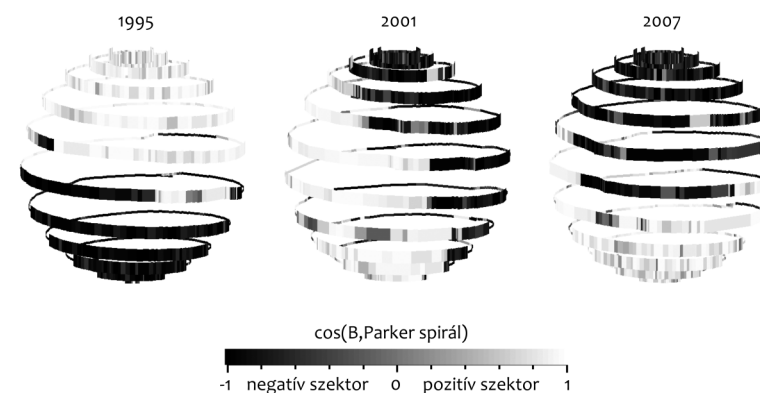
Az Ulysses-megfigyelések egyik fontos eredménye, hogy az első modell igazolódott be. A napszél forrásfelülete mágneses terének meghatározására a legalkalmasabb időszakok azok voltak, amikor az Ulysses a déli pólustól az északi pólusig tartó útját viszonylag gyorsan, mintegy egy év alatt tette meg, ezeket a

pályaszakaszokat gyors szélességi pásztázásnak hívjuk. Az Ulysses három Nap körüli keringése során értelemszerűen három ilyen szakasz volt, 1995-ben, 2001-ben és 2007-ben. A 2. ábra az Ulysses-mérésekből a forrásfelületre visszavetített mágneses polaritását mutatja 1995-ben, 2001-ben és 2007-ben (Erdős – Balogh, 2005, 2010). A három spirális vonal az Ulysses-szonda pályáját mutatja a déli pólustól az északiig, a Nappal együttforgó forrásfelületre vetítve (a spirális vonal a Nap 27 napos forgásának következménye). A szürke skála a mért mágneses térerősség-vektor és az elméletileg várható irány közötti szög koszinusza, a sötéttel jelölt pályaszakaszok negatív mágneses polaritást, míg a világosak pozitív polaritást jelölnek (befelé, illetve kifelé mutató mágneses erővonalak). Az 1995-ös és 2007-es megfigyelés a 22. és 23. napfoltciklus minimumában történt. Látható, hogy a várakozásoknak megfelelően az áramlepel, vagyis a sötét és világos területek határa közel esik a Nap egyenlítőjéhez. Azt is megállapíthatjuk, hogy a 22. ciklusban az északi polaritás pozitív, a déli negatív volt. A következő ciklus minimumában, 2007-ben a polaritás felcserélődött. 2001-ben, napfoltmaximum-

ban az áramlepel inklinációja viszont közel merőleges volt az egyenlítői síkra. A második gyors szélességi pásztázás alkalmával megfigyelt pólusváltás az áramlepel nagy inklinációja alkalmával történt, ugyanakkor nem tapasztaltunk a domináns polaritással ellentétes szigeteket. A 2. ábra megerősíti, hogy a Nap mágneses polaritásának váltása az áramlepel átfordulásával történt.

Mágneses fluxus

A forrástér polaritása mellett foglalkozunk a mágneses tér erősségével is! A helioszférában végzett mérések esetén a mágneses tér radiális komponense jellemzi a mágneses fluxus nagyságát. A radiális komponens a Naptól mért távolság négyzetével csökken, vagyis a mágneses fluxus sűrűsége könnyen meghatározható akár a forrásfelületen, akár a Föld pályájának megfelelő 1 CSE távolságban, ahol a legtöbb megfigyelést végzik. A mágneses tér azimutális komponense már kevésbé alkalmas a fluxus meghatározására, mert a távolság mellett a napszélsebesség változásaitól is függ. Dipólter esetén a mágneses fluxus sűrűségének a pólusok felé haladva növekednie kell. Az Ulysses-szonda megfigyeléseinek

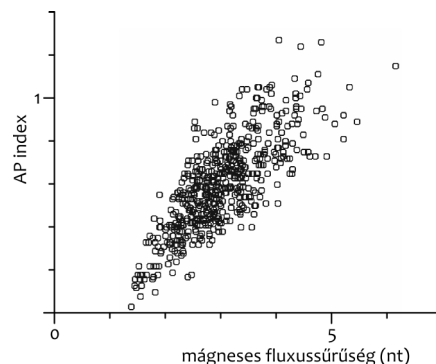


2. ábra • A mágneses tér polaritása a napszél forrásfelületén 1995-ben, 2001-ben és 2007-ben

egyik legnagyobb meglepetése az volt, hogy a fluxus sűrűsége nem nőtt meg a pólusok felé haladva, ez már az első pólusátmenetnél kiderült (Forsyth et al., 1996).

A mágneses fluxus egyenletes szétterülése a napszél szuperradiális expanziójával magyarázható a Naphoz közeli tartományban (Smith, 2008). A Naphoz közel a mágneses tér nyomása meghaladja a plazma nyomását. Ezért a pólusoknál található feltételezett erősebb mágneses tér nyomása szétteríti a plazmát, amíg a nyomásegyensúly ki nem alakul. Ne tévesszen meg bennünket az a jól ismert tény, hogy a távolabbi helioszférában a plazma nyomása a domináns, aminek következménye a radiális expanzió. A mágneses tér nyomása azonban gyorsabban csökken a távolsággal, mint a plazma nyomása, ezért a nyomásvizonyok különböznek a Naphoz közeli és távolabbi régiókban.

A mágneses nyomás egyenletes szétterülésének hasznos következménye, hogy ha a helioszféra bármely pontjában mérjük meg a mágneses fluxust, az érték jól reprezentálja a Nap mágneses fluxusát. Az 1960-as évek közepe óta már az interplanetáris mágneses tér folyamatos mérései állnak a rendelkezésünkre, a mágneses fluxus így meghatározott értékei mintegy négy napfoltciklust fednek le. A vizsgálatból kitűnik, hogy a Nap mágneses fluxusa a napszél szerint jellegzetes változékonyságot mutat. Ez érdekes következtetésekre ad lehetőséget, mind a Nap mágneses tulajdonságai hosszúidejű változékonyságának vizsgálatában, mind a napszéllel szállított mágneses fluxus földi hatásainak kutatásában. Ez utóbbira nézve tanulságos összehasonlítást végeztünk a geomágneses viharok gyakoriságát és nagyságát jellemző AP-indexszel. A 3. ábrán jól látható a mágneses fluxus és az AP-index korrelációja. Az



3. ábra • A mágneses fluxus sűrűsége a helioszférában és a geomágneses viharokra jellemző AP-index kapcsolata

összefüggés magyarázatára két érv is felmerülhet. A mágneses fluxus szállításában a CME-k fontos szerepet játszanak, a CME-k ugyanakkor geoeffektívek, mágneses viharokat keltenek. A másik érv az, hogy a földi magnetoszférában tárolt energia forrása az interplanetáris mágneses tér. Nagyobb mágneses fluxus esetén több mágneses energia halmozódik fel a magnetoszférában, amely erőteljesebb viharokat generálhat. Ez a kérdéskör további kutatásokra vár.

Összefoglalás

Az Ulysses-szonda kilépett az ekliptikából, ezzel lehetővé vált a helioszféra háromdimenziós szerkezetének feltárása. A szonda megfigyelései számos korábbi elképzelést megerősítettek. Ugyanakkor több esetben lehetőség adódott vitatott modellek közötti szelektálásra, a korábbi eredmények pontosítására, sőt több váratlan felfedezés is született. E cikkben néhány fontos, érdekes megfigyelésről számoltunk be, amelyek összefoglalása a következő:

- Kétféle napszélplazma létezik, melyek sebességben és hőmérsékletben élesen elkülönülnek.

- A Nap mágneses terének legutóbbi pólusváltása az áramlepel átfordulásával történt.
- A mágneses fluxus sűrűsége független a heliografikus szélességtől.
- A mágneses fluxus sűrűsége a napszél szerint változik, és feltűnő korrelációt mutat a földi geomágneses viharokra jellemző AP-indexszel.

Az Ulysses-szonda eredményei hozzájárultak a Nap felszínéről és az alsó koronáról távérzékeléssel végzett megfigyelések pontosításához, akár időben visszafelé is, a korábbi

mérések újraértelmezésével. A rendkívül sikeres Ulysses-misszió megismétlésére nincsen terv, ám a Solar Orbiter űrszonda várhatóan jó ki fogja egészíteni az Ulysses-szonda méréseit. A 2017-ben induló szonda ugyan csak 30 fokos heliografikus szélességre fog eljutni, de a Naphoz közeli (0,3 CsE) távolságban végzett mérések új távlatokat fognak megnyitni a napfizika és a helioszféra fizikájában.

Kulcsszavak: *helioszféra, napszél, mágneses tér*

IRODALOM

- Erdős Géza – Balogh André (2005): In situ Observations of Magnetic Field Fluctuations. *Advances in Space Research*. **35**, 625–635. • <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2005.02.048>,
Erdős Géza – Balogh André (2010): North-South Asymmetry of the Location of the Heliospheric Current Sheet Revisited. *Journal of Geophysical Research*. **115**, A01105, DOI:10.1029/2009JA014620
Erdős Géza – Balogh André (2012): Magnetic Flux Density Measured in Fast and Slow Solar Wind Streams. *The Astrophysical Journal*. **753**, 2, article id. 130 DOI: 10.1088/0004-637X/753/2/130
Forsyth, Robert J. et al. (1996): The Heliospheric Magnetic Field at Solar Minimum: Ulysses Observations from Pole to Pole. *Astronomy & Astrophysics*. **316**, 287–295. DOI:10.1016/S0273-1177(97)00288-3

- Kahler, Stephen (2000): Skylab. In: Murdin, Paul (ed.): *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics*. Institute of Physics Publishing, Bristol, 2238. DOI: 10.1888/0333750888/2238
Maunder, Edward Walter (1904): Note on the Distribution of Sun-Spots in Heliographic Latitude, 1874–1902. *MNRAS*. **64**, 747–761.
Parker, Eugene N. (1958): Dynamics of the Interplanetary Gas and Magnetic Fields, *Astrophysical Journal*. **128**, 664. DOI: 10.1086/146579
Smith, Edward J. (2008): The Global Heliospheric Magnetic Field. In: Balogh André – Lanzerotti, L. J.– Suess, S. T. (eds.): *The Heliosphere through the Solar Activity Cycle*. Springer, Chichester, UK
von Steiger, Rudolf – Fröhlich, Claus (2005): In: Geiss, Johannes – Hultqvist, Bengt (eds.): *The Solar System and Beyond: Ten Years of ISSI*. Vol. SR-003. ISSI Scientific Report Series, ESA, Noordwijk, The Netherlands, 99–112. • <http://www.issibern.ch/PDF-Files/SR-003.pdf>



A SZFÉRÁK ZENÉJE ÉS AZ ŰRIDŐJÁRÁS

Lichtenberger János Ferencz Csaba

az MTA doktora, egyetemi docens
lityi@sas.elte.hu

a műszaki tudományok doktora, egyetemi magántanár
csaba@sas.elte.hu

ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék Űrkutató Csoport

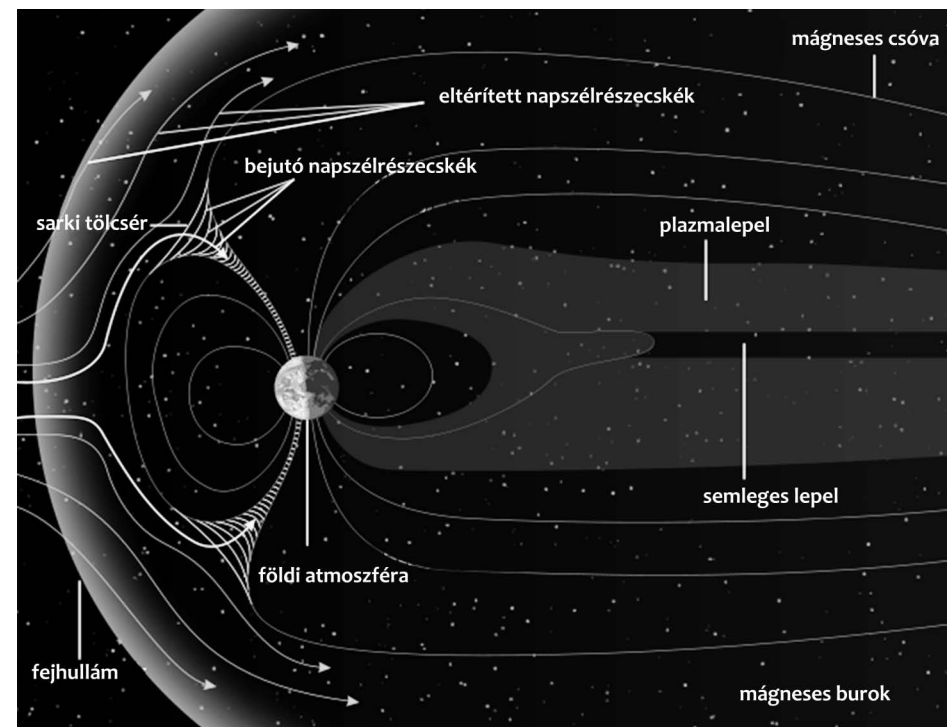
1. Bevezetés

Az ókorban és a középkorban a ptolemaioszi világszemlélet írta le, hogyan képzeltek el az univerzumot. E világszemlélet a legtökéletesebb formára, a gömbre épült. Az univerzum középpontjában a tökéletesen gömb alakú Föld állt, amit szférák, gömbhéjak vettek körül. Ezekben a szférákban mozogtak az álló Föld körül az égitestek, a Hold, a bolygók és Nap is. A legkülső szférán a csillagok, azon túl pedig a nem földi világ (mennyország) volt, ahol többek között az angyalok is éltek, és időnként földöntúli, csodálatos muzsikával és énekekkel örvendeztették meg az arra értemeseket. Ez volt a szférák zenéje.

Mai világgépünk kevésbé költői, tudjuk, hogy nem a Föld a világegyetem középpontja, és csak a Hold kering körülötte, amivel együtt – a többi bolygóhoz hasonlóan – kering a Nap körül. De a szférákat nem kellett azért elfelednünk, a Föld körül valóban vannak szférák. A legelső szférát, amelyben élünk, és amely a légkör 99%-át magában foglalja, troposzférának nevezzük az itt zajló turbulens folyamatok miatt. Ez a 12–15 km magasságig nyúló tartomány, ahol az időjárás, azaz a légkör fizikai változásai (hőmérséklet, nyomás, szélsébség, csapadék) zajlanak.

A troposzféra fölött további szférák vannak, amelyek – bár egyre csekélyebb mértékben – de még semleges gázokat tartalmaznak (sztratoszféra, mezoszféra). Sokkal izgalmasabb azonban az efölött lévő szférák sokasága, ezek ugyanis már nem semleges gázokból, hanem elsősorban elektromosan töltött részecskékből, plazmából állnak. Plazmával a földön ritkán találkozunk, bár plazma van a tűz lángjában, az energiatakarékos „izzók” fénycsövében, a régi, katódsugárcsőes tévékben, monitorokban és a részecskegyorsítókban. A világegyetemben a plazma a leggyakoribb anyagforma, az anyag több mint 99%-a plazmaállapotban van – ezért gyakran a plazmát az anyag negyedik halmazállapotának is nevezik.

A legelső, legsűrűbb réteget *ionoszférának* nevezzük, és 80–100 km-től 1000 km-ig terjed. Az efölötti rész a *magnetoszféra*, melynek a külső határa a Nap irányában 10 föld-sugár, ellenkező irányban akár 1000 föld-sugár is lehet (1. ábra). A nevét azért kapta, mert az itt lévő, rendkívül ritka plazma fizikai folyamataiban a földi mágneses tér játssza az egyik főszerepet. A Napnak, ami valójában egy izzó, folyamatosan párologó gázgömb, szintén van mágneses tere. A felszínéről elpárolgó, táguló anyag, ami szintén plazmaállapotú, a fizika



1. ábra • A magnetoszféra szerkezete

törvényei szerint magával ragadja a Nap mágneses terét – ez a napszél. A napszél a benne lévő mágneses térrel együtt folyamatosan beleütközik a földi magnetoszférába, és bezárja azt egy üregbe. Azt szokták mondani, aki burokból születik, az szerencsés ember. Az egész emberiség burokból született: a magnetoszféra burkában – és valóban szerencsés, amint ezt a következőkben meglátjuk.

A Nap ugyanis nemcsak jó és hasznos dolgokat (fény, meleg) küld nekünk, hanem időnként hatalmas energiájú anyagot (plazma) és káros (röntgen-, gamma-) sugárzást is kibocsát, ezeket nap- és koronakitöréseknek nevezzük. Ha a Földnek nem lenne magnetoszférája, a koronakitörések plazmabuboréka elérné a Föld felszínét, és elpusztítaná a szerves életet. Szerencsénkre a külső magneto-

szférát elérő mágnesezett plazma nem tud behatolni a földi magnetoszférába, az arra kényszeríti, hogy eltérüljön. Tehát valóban szerencse fiai vagyunk, a burok megvéd bennünket és a teljes bioszférát is. A Nappal ellentétes oldalon be tud jutni a magnetoszférába, és létrehozza a *sugárzási öveget*. A plazmabuborék és a magnetoszféra kölcsönhatása pedig mágnesestér-változásokat, *mágneses viharokat* okoz.

Tehát mivel a magnetoszférában zajló folyamatok fő mozgatója elsősorban a Nappól érkező energia, így a földi időjárás elnevezés analógiájára a felsőléggörben lezajló folyamatokat *űridőjárásnak* (*space weather*) nevezzük. Az űridőjárási hatások nem korlátozódnak e tartományokra, hanem megje-

lennek a felszínen és a semleges felsőlégkörben is, és így közvetlenül vagy közvetve befolyásolják a bioszférában lezajló eseményeket és a társadalmi-gazdasági életet is.

Ezért az utóbbi 10–15 évben az űrfizika-űrkutatás egyik fő területévé az űridőjárás kutatások váltak, ugyanis napjainkra civilizációnk „űrtevékenység-függővé” vált. Szinte láthatatlanul, mindennapi életünk részévé váltak a műholdak és azok szolgáltatásai, melyekből jelenleg mintegy 3500(!) kering a Föld körül: telekommunikáció – TV, internet, (mobil)-telefon; navigáció (GPS, GLO-NASS, GALILEO); távérzékelés (mezőgazdaság, környezetvédelem, természeti katasztrófák monitorozása). Annyira igaz ez, hogy nem is a szolgáltatás létét, hanem esetleges hiányát, zavarát vesszük már csak észre. Az űridőjárás fő hajtómotorja a Nap és kisebb részben a galaktikus kozmikus sugárzás. Az űridőjárás változásainak hatása a Föld felsőlégkörében főleg az emberalkotta eszközöket (műholdakat) érinti, a sugárzási övekben keletkező és onnan kicsapódó nagy (sokszor relativisztikus) energiájú töltött részecskék – ionok, elektronok – képesek a műholdakat időlegesen vagy véglegesen megbénítani, és ezzel – a műhold cseréjének dollár tíz- vagy százmillió (!) költségén túlmenően, – társadalmi, gazdasági károkat okozni, esetenként emberéleteket veszélyeztetni (például mágneses viharok alatt mind a mágneses, mind a GPS-alapú navigáció megbénulhat, ami a polgári és a katonai légiközlekedésben egyaránt komoly veszélyforrást jelent).

Az űridőjárás folyamatok azonban nem csak az űrtevékenységre (műholdak) vannak hatással, hanem a bioszférára, az élőlényekre is: a napciklusok, mágneses viharok hatással vannak az élő szervezetekre, például balesetek, fertőző betegségek gyakoriságára. A felsőlég-

körből a semleges légkörbe az űridőjárás folyamatokból becsatoló energia hatással van a földi időjárásra is. A mágneses tér változásai által keltett ionoszférikus áramok pedig zavarokat okozhatnak a villamosenergia-átviteli rendszerekben, az elektrokémiai korrózió útján pedig a különböző csővezetékben is.

Ahhoz, hogy képesek legyünk ezeket az űridőjárás hatásokat *modellezni* vagy *előre jelezni*, le kell írunk a felsőlégkörben végbe menő folyamatokat.

Nemcsak a szférák maradtak meg a régi idők világmépéből, hanem a szférák zenéje is – igaz, a mai idők zenéjét nem angyalok keltik, de a sugárzási övekben keletkező *kórusok* megtévesztésig hasonlítanak egy madárcsapat csicsorgására, a belső magnetoszférában terjedő, földi villámok által keltett jelek, amelyeket *whistlereknek* nevezünk, pedig mélyülő füttyökként hallatszanak. Mindkét „zene” fontos szerepet játszik az űridőjárás kutatásokban.

2. A magnetoszféra és tartományai: ahol az űridőjárás folyamatok zajlanak

A magnetoszférában a plazmából több fajta is jelen van, és a mágneses tér jelenléte olyan részecskemozgásokat és hullámjelenségeket ír elő a plazmában, amelyek semleges anyag esetében nem léteznek. Az űridőjárás ezért e három „szereplő”, a mágneses tér, a töltött részecskék és az elektromágneses hullámok változásainak, kölcsönhatásainak összessége.

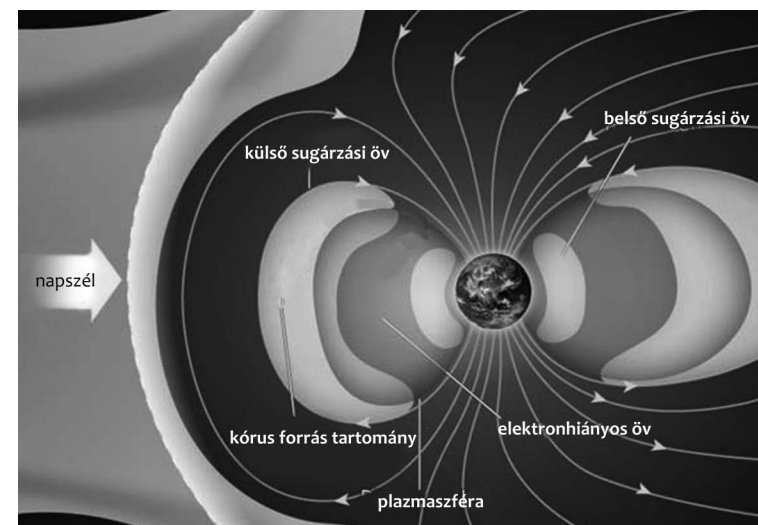
2.1 Társbérletek a magnetoszférában: I. a plazmaszféra és a whistlerek • A plazmaszféra a magnetoszféra belső, tórusz alakú tartománya, amelyet hideg, kis energiájú – 1 eV – de relatíve nagy sűrűségű – 100–10 000/cm³ – plazma tölt ki. Ez a plazma főleg egyszerűen ionizált gázokat (H, He, N, O) tartalmaz. Alsó határa az ionoszféra teteje (~1000 km),

felső határa nyugodt mágneses időszakokban négy-öt földugár távolságban helyezkedik el. (2. ábra). A plazmaszféra részecskéinek fő forrása az ionoszféra. A plazmaszféra határa a *plazmapauza*, amelynek helye és alakja dinamikus változik. A plazmaszférában lévő anyag együtt forog a Földdel. E határfelület pillanatnyi helyzete különös fontossággal bír az űridőjárás folyamatokban.

Mind a plazmaszférát, mind a plazmapauzát whistlerek segítségével fedték fel (Storey, 1953; Carpenter, 1963). A közönséges, földi villámok rövid, impulzusszerű rádiójeleket keltenek, amelyek kijuthatnak a magnetoszférába, és ott az erővonalak mellett terjedve eljutnak a másik féltekére. A felszínen a villám által keltett szélessávú zajnak már csak az egészen alacsony frekvenciás (1–20 kHz) tartománya észlelhető. Mivel e tartomány rezgésszáma megegyezik a hallható hangok frekvenciatartományával, a jelet egy hangszóróra kapcsolva mélyülő füttyként halljuk – ezért kapta az angol whistler (fütty) szó alapján a nevét a jelenség.

A whistlerek elemzéséből meghatározható, hogy melyik erővonal mellett terjedt a jel, és milyen volt a plazma (az elektronok) eloszlása az erővonal mellett. Tehát a felszínen észlelt whistlerek elemzésével információt nyerhetünk azon tartomány – a plazmaszféra – állapotáról, amelyben ezek a jelek terjedtek, azaz egy egyszerű és olcsó *plazmaszféra-diagnosztikai* eszköz van a kezünkben, ugyanis a whistlerek igen gyakoriak, egy adott földrajzi helyen évi több tíz- vagy százezer is észlelhető, de van olyan hely is (Antarktiszi-félsziget), ahol ez a szám elérheti az öt-tízmilliót is (Lichtenberger et al., 2008; Collier et al., 2011).

2.2 Társbérletek a magnetoszférában: II. a sugárzási övek és a hullám-részecske kölcsönhatás • A sugárzási vagy Van Allen-öveket a magnetoszféra erővonalai által csapdába ejtett energikus részecskék alkotják (2. ábra). Két, tórusz alakú tartományból állnak, a belső öv 1,2–3 földugár távolságban helyezkedik el, az itt lévő elektronok energiája néhány 100 keV, a protonoké akár 100 MeV is lehet. A külső sugárzási öv három-tíz földugár távolságban



2. ábra • A plazmaszféra és a sugárzási övek

helyezkedik el, a legnagyobb részecskefluxus a négy-öt fősugár tartományban van, azaz épp egybeesik a plazmapauzával – ezért fontos ismerni a plazmapauza helyzetét. A külső övet nagy energiájú elektronok (1–10 MeV) alkotják. Ezek a gyakran relativisztikus energiájú elektronok azok a részecskék, amelyek képesek a műholdak elektronikai berendezéseit a félvezetők állapotát időlegesen vagy véglegesen megváltoztatva megrongálni.

A sugárzási övek részecskéinek forrása elsősorban a napszél, a koronakitörések alkalmával a Napból kilökődő nagyenergiájú részecskék a földi magnetoszférával találkozáskor a Nappal ellentétes oldalon, a mágneses uszályon – ha úgy tetszik, a „hátsó ajtón” – keresztül jutnak vissza a földközeli tartományokba, ahol a mágneses tér csapdába ejti ezeket. A Lorentz-erő arra kényszeríti a részecskéket, hogy a mágneses erővonalak körül spirálmozgást végezzenek, a mágneses tér pedig a sarkok felé sűrűsödő erővonalak miatt csapdában tartja azokat. Ekkor a részecskék energiája nagy, de még nem relativisztikus. Nemrégiben derült fény arra, hogyan is jutnak többletenergiához ezek a részecskék: a legújabb kutatások szerint a nagy (relativisztikus) energiájú részecskék hullám-részecske-kölcsönhatások során keletkeznek, és csapódnak ki a sugárzási övekben (például Horne et al., 2005, Bortnik et al., 2008). A műholdak szempontjából különösen fontos a kicsapódás a mágneses csapdából, ugyanis a relativisztikus energiájú részecskék így jutnak el az alsóbb tartományokba is, ahol az alacsony pályán keringő műholdak sokasága kering. A magas pályán keringő és a geoszinkron műholdak esetében pedig már a részecskék keletkezése is „életveszélyes” folyamat, hiszen ez abban a tartományban történik, ahol ezek a holdak keringenek.

2.3 *Társbérletek a magnetoszférában: III. a gyűrűáram és a mágneses viharok* • A Napból a belső magnetoszférába bejutó részecskék az erővonalak melletti spirálmozgáson kívül a mágneses tér inhomogenitása és a gravitációs tér miatt egy másik driftmozgást is végeznek, amely merőleges mind a gravitációs térre, mind az inhomogenitás gradiensére, s a mozgás iránya töltésfüggő, azaz a pozitív és negatív töltésű részecskék ellenkező irányba mozognak. Ez a mozgás kelet–nyugati irányú, és a töltésfüggőség miatt egyfajta áramként interpretálható. Mivel körülöleli a Földet, gyűrűáramnak nevezzük; iránya olyan, hogy az általa keltett mágneses tér gyengíti a földmágneses teret. A mágneses viharok fő fázisában a tér gyengüléséért a gyűrűáram megerősödése felelős, ekkor kerülnek a napszél részecskéi a belső mágneses térbe.

A gyűrűáram részecskéi közepes energiájúak, az elektronok ~10 keV, a protonok ~200 keV energiájúak, sűrűségük 10–100/cm³.

3. Űridőjárás folyamatok a magnetoszférában

Az űridőjárás események a magnetoszférában tehát a következőképpen zajlanak:

A napból érkező nagyenergiájú részecskék bejutnak a belső magnetoszférába, ahol a gyűrűáramot megerősítve a mágneses tér változásait okozzák, aminek hatására az ionoszférában és felszínen is áramok lépnek fel.

A nagyenergiájú részecskék hullám-részecske kölcsönhatás révén többletenergiát szereznek, és extrém nagy (relativisztikus) energiára tesznek szert.

A relativisztikus energiájú részecskék (szintén hullám-részecske kölcsönhatás következtében) kiszóródnak a mágneses csapdából, pályájuk során közelebb kerülnek a felszínhez, ahol elnyelődnek a sűrű atmoszférában.

A relativisztikus részecskék keletkezésük után, illetve a kiszóródás során találkozhatnak műholdakkal, amelyekben időlegesen vagy akár véglegesen is megváltoztathatják a félvezető-átmeneteket. Ha ez normál üzemi körülményben történik, a műhold akár véglegesen is megrongálódhat, vagy elveszhet.

Ahhoz, hogy meg tudjuk akadályozni a műholdvesztést vagy -rongálódást, az egyik megoldás a műhold alapállapotba (stand-by) kapcsolása. Nyilvánvalóan nem szeretnénk sem feleslegesen, sem a szükségesnél hosszabb ideig lekapcsolni a műholdakat, ezért célunk az, hogy *modellezzük* az űridőjárás folyamatokat, és ez alapján előre jelezzük az eseményeket. Mivel a műholdakra a fő veszélyt a relativisztikus energiájú részecskék jelentik, ezek keletkezése és kicsapódása az a folyamat, amelyet modellezni kell. A hullám-részecske kölcsönhatás több paraméterrel írható le, a hullámterjedés egyik fő paramétere a közeg töltéssűrűségének eloszlása. Ez az a pont, ahol a plazmasféra és a whistlerek szerepet kapnak, ugyanis a hullámterjedést alapvetően a hideg, nagy sűrűségű plazma irányítja.

Az űridőjárás kutatások fontosságát világszerte felismerték, az Európai Unió 7-es Keretprogramja kiemelten támogatja a kutatásokat e területen (FP7-Space), az Európai Űrügynökség pedig – részben az FP7-Space projektekre alapozva – elindította az űrkörnyezeti figyelőprogramot (Space Situational Awareness – SSA), amelynek célja az űreszközök operatív védelme. Az SSA három pillére az űridőjárás, az űrszemét és a földközeli természetes objektumok megfigyelése. Természetesen a NASA is és az Orosz Űrügynökség is végez hasonló kutatásokat.

Az ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék Űrkutató Csoportja Európai Uniói projektekben és orosz együttműködésben

földi és műholdas mérések segítségével kutatja-vizsgálja az űridőjárás eseményeket, az alábbiakban ezen kutatásokról lesz szó.

3.1 *Űridőjárás vizsgálatok felszíni mérésekkel* • A PLASMON FP7-Space projekt (a földi plazmasféra új, adatasszimilációs, földi méréseken alapuló modellje – kulcsfontosságú hozzájárulás a sugárzási övek űridőjárás modellezéséhez, URL1) fő célja egy új plazmasféramodell kidolgozása, melyhez a mérési adatokat két földi hálózat szolgáltatja, az egyik a whistlerek hálózata (AWDANet), a másik az erővonal-rezonanciákat mérő EMMA-hálózat.

A plazmasféra töltéssűrűségének monitorozása whistlerekkel – az Automatikus Whistlerdetektor és Elemző Hálózat (AWDANet)

A felszínen észlelhető whistlerek a mágneses erővonalakkal párhuzamosan terjednek. Megfelelő modellek segítségével *invertálhatjuk* a mért jelet, azaz a jelből származtathatjuk a plazma- és terjedési paramétereket.

A whistlerinverzió régóta ismert eljárás, gyakorlati felhasználását két ok akadályozta eddig: a whistlerek kiválasztása az észlelt adatokból rendkívül időigényes és fárasztó munka, ezért folytonosan lehetetlen végezni. Ezen segít az általunk kidolgozott automatikus detektáló eljárás (Lichtenberger et al., 2008), amely képes a nyers adatfolyamból kiválasztani a whistlernyomokat. Mivel a whistlerek előfordulása egy adott helyen függ a forrás, illetve a megfelelő terjedési feltételek meglététől, ami azt jelenti, hogy egy adott helyen általában egy adott évszakban (amikor az ellenkező féltekén nyár van, és gyakoriak a zivatarok) és adott napszakban (többnyire az esti-éjszakai órákban) lehet whistlereket észlelni, amelyek adott mágneseserővonal-

tartományban terjednek. Mivel célunk a plazmaszféra folyamatos monitorozása, ezért mindkét féltekén, több mágneses szélességen és helyi időben kell észleléseket végezni. A plazmaszféra dinamikáját figyelembe véve ehhez mintegy huszonnégyszáz (vagy több), a Földön egyenletesen elosztott állomásból álló hálózat szükséges, ami a gyakorlatban a szárazföldek eloszlása miatt kb. negyven állomással közelíthető. Ezen hálózat kiépítése folyamatban van, az AWDANetnek jelenleg húsz működő és húsz tervezett állomása van (3. ábra).

A gyakorlati felhasználást akadályozó más ok az volt, hogy a kiválasztott whistleryomok *skalázásának*, azaz a nyom koordinátáinak kiolvasása a megjelenített dinamikus spektrumon szintén fárasztó és időrabló munka. Ennek könnyítésére kidolgoztunk egy új, automatikus inverziós eljárást (Lichtenberger, 2009; Lichtenberger et al., 2010), amely új sűrűségeloszlási és hullámterjedési modellek mellett a plazmaszféra egyenlítői elektronsűrűségének egyszerűsített modelljét is használja.

3.2 Űridőjárási vizsgálatok műholdas mérésekkel • A műholdak közvetlenül tudják mérni azokat a jellemzőket, amelyekre az űridőjárási modellekhez szükségünk van. E nagy előnyük mellett hátrányuk, hogy jóval drágábbak, mint a földi mérések, és a műholdpályák köröttsége miatt nem ott és nem akkor mérnek, amikor és ahol esetleg szükség lenne rá. Ezért a műholdas és földi mérések együttes felhasználása adja a legjobb eredményt.

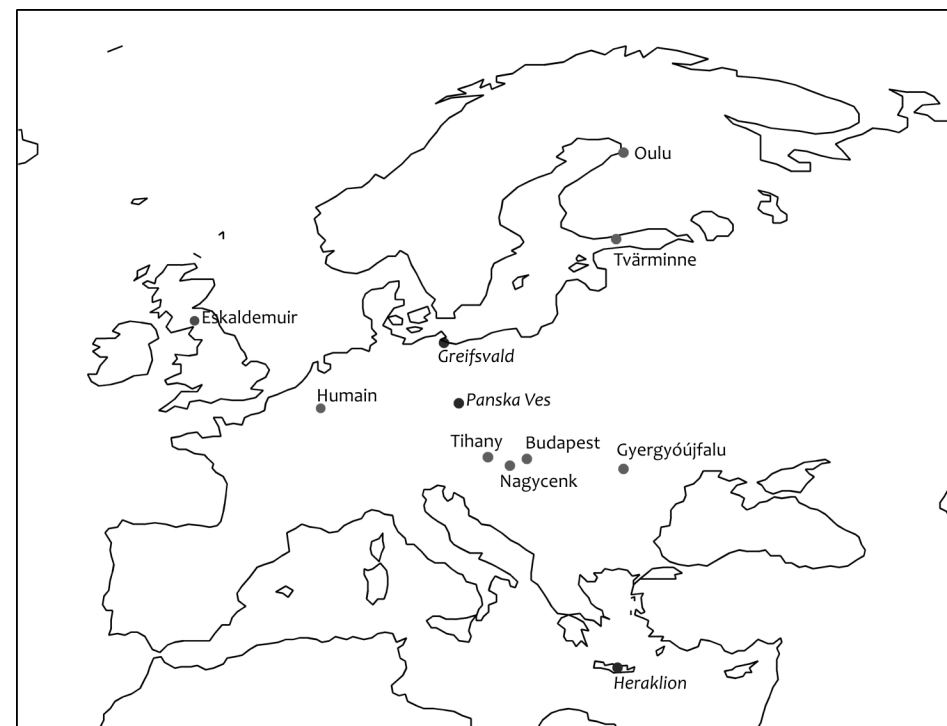
A POPDAT (Ionoszféra-kutatás adat-orientált feldolgozással, URL2) FP7-Space program a már lezárt és jelenleg is folyó ionoszféra-kutató műholdas kísérletek adatainak egységes szemléletű feldolgozásával és

egy adatbázis (Ionospheric Wave Service) létrehozásával teremti meg a későbbi felhasználás egységes adatbázisát, amelyben mi elsősorban a hullámkísérletek feldolgozási és osztályozási módszereinek kidolgozásában veszünk részt.

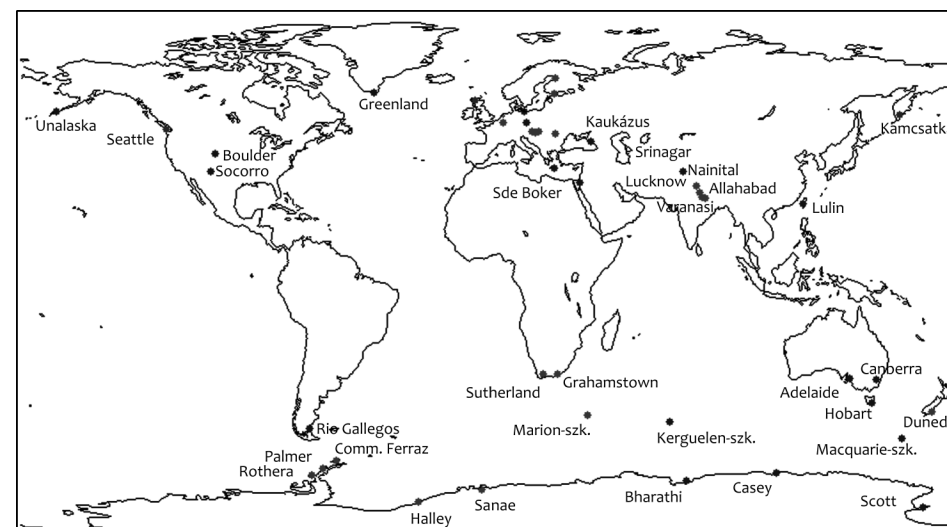
A COMPAS-2 orosz–magyar–ukrán műholdon repült a magyar SAS-2 hullámkísérlet, amely VLF-jeleket mért és dolgozott fel. 2006-os mérései alapján sikerült először igazolni vezetett terjedést műholdas méréseken (Ferencz et al., 2009).

2012. január 25-én emelte pályára a Nemzetközi Űrállomást elhagyó Progressz teherruhajó a CHIBIS-M orosz–magyar–ukrán műholdat (Novikov et al., 2009), amelynek fő célja a földi villámok és az azokhoz kapcsolódó röntgen-, gamma- és VLF-hullámok vizsgálata; a teljes üzembe állítása óta eltelt néhány hónap alatt is rendkívül érdekes jeleket sikerült mérni a SAS-3 műszerrel. E mérések, amellet, hogy további segítséget nyújtanak az űridőjárási vizsgálatokhoz, modelként szolgálnak a BepiColombo ESA (European Space Agency)–JAXA (Japanese Aerospace Exploration Agency) Merkúr űrmisszió hullámkísérletéhez (Plasma Wave Investigation – PWI) (Kasaba et al., 2010), amelyben mi az intelligens eseményfelismerő és triggerelő modult készítjük. Ez utóbbi űrmisszió indulása 2014-ben várható.

Az orosz–magyar–ukrán–lengyel–svéd–angol együttműködésben készülő OBSTANOVKA-kísérlet célja a Nemzetközi Űrállomás (ISS) plazmakörnyezetének vizsgálata. Ez év őszén indul az ISS-re. A két egységből álló berendezést az orosz szervizmodul külső falára fogják felszerelni az űrhajósok. A magyar SAS-4 hullámkísérlet első egysége is ebben lesz. A relativisztikus elektronok vizsgálata lesz a magyar részvétellel készülő



3. ábra • Az AWDANet európai (felső kép) és globális (alsó kép) állomásai. Az álló betűkkel írtak a működő, a dőlttel írtak a tervezett állomások.



RELEC orosz műhold célja, amelynek a fedélzetén egy SAS-3 berendezés repül majd. Startja előzetesen a jövő évre várható. E kísérletekben relatíve kis ráfordítással nagy tudományos eredmények elérésére van lehetőség üridőjárási téren.

IRODALOM

- Bortnik, Jacob – Thorne, R. M. – Meredith, N. P. (2008): The Unexpected Origin of Plasmaspheric Hiss from Discrete Chorus Emissions, *Nature*. 452, 62–66, DOI:10.1038/nature06741
- Carpenter, Donald L. (1963): Whistler Evidence of a 'Knee' in the Magnetospheric Ionization Density Profile, *Journal of Geophysical Research*. 68, 6, 1675. DOI:10.1029/JZ068i006p01675
- Collier, Andrew B. – Lichtenberger J. – Clilverd, M. A. – Steinbach, P. – Rodger, C. J. (2011): Source Region for Whistlers Detected at Rothera, Antarctica. *Journal of Geophysical Research*. 116, A03219, DOI:10.1029/2010JA016197
- Ferencz Orsolya E. – Bodnár L. – Ferencz Cs. – Hamar D. – Lichtenberger J. – Steinbach P. – Korepanov, V. – Mikhaylova, G. – Mikhaylov, Yu. – Kuznetsov, V. (2009): Ducted Whistlers Propagating in Higher Order Guided Mode and Recorded on Board of Compass-2 Satellite by the Advanced Signal Analyzer and Sampler SAS2. *Journal of Geophysical Research*. 114, A03213. DOI: 10.1029/2008JA013542
- Horne, Richard B. et al. (2005): Wave Acceleration of Electrons in the Van Allen Radiation Belts. *Nature*. 437, 227–230. DOI:10.1038/nature03939
- Kasaba, Yasumasa – Bougeret, J.-L. – Blomberg, L.G. – Kojima, H. – Yagitani, M. – Moncuquet, M. – Trotignon, J.-G. – Chanteur, G. – Kumamoto, A. – Kasahara, Y. – Lichtenberger, J. – Omura, Y. – Ishisaka, K. and Matsumoto, H. (2010): The Plasma Wave Investigation (PWI) Onboard the BepiColombo/MMO: First Measurement of Electric Fields,

Az itt leírt eredmények eléréséhez az EU FP-7 263218. és 263240. számú szerződésai is hozzájárultak.

Kulcsszavak: *üridőjárás, magnetoszféra, plazmaszféra, sugárzási övek, whistlerek*

- Electromagnetic Waves and Radio Waves around Mercury. *Planet Space Science*. 58 (BepiColombo special issue, ISS 1–2): 238–278. DOI: 10.1016/j.pss.2008.07.017
- Lichtenberger János – Ferencz Cs. – Bodnár L. – Hamar D. – Steinbach P. (2008): Automatic Whistler Detector and Analyzer (AWDA) system. Automatic Whistler Detector. *Journal of Geophysical Research*. 113, A12201, Doi: 10.1029/2008JA013467.
- Lichtenberger János (2009): A new whistler inversion model. *Journal of Geophysical Research*. 114 A07222, Doi: 10.1029/2008JA013799
- Lichtenberger János – Ferencz C. – Hamar D. – Steinbach P. – Rodger, C. J. – Clilverd, M. A. – Collier, A. B. (2010): The Automatic Whistler Detector and Analyzer (AWDA) System: Implementation of the Analyzer Algorithm. *Journal of Geophysical Research*. 115 A12214. DOI:10.1029/2010JA015931
- Novikov, Denis I. – Klimov, S. I. – Korepanov, V. E. – Marusenkova, A. A. – Ferencz Cs. – Lichtenberger J. – Bodnár L. (2009): Magnitno-volnovoj kompleks mikrosputnika „Tsibis-M” dla izutsenia kozmitseskoj pogodi. In: Hazirova, R. R. (ed.): Missia „Tsibis-M”. IKI-RAN, Moscow, 78–89.
- Storey, L. R. O. (1953): An Investigation of Whistling Atmospherics. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series A*. 246, 113–141, doi:10.1098/rsta.1953.0011 <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/246/908/113.full.pdf>
- URL1: <http://plasmon.elte.hu>
- URL2: <http://www.popdat.org>

A FÖLDMÁGNESES ÉSZLELÉSEK SZEREPE AZ ŰRKUTATÁSBAN

Heilig Balázs

Kovács Péter

MSc, tudományos munkatárs,
Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI),
Tihanyi Geofizikai Observatórium
heilig.balazs@mfgi.hu

PhD, tudományos főmunkatárs,
Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI),
Földfizika Főosztály
kovacs.peter@mfgi.hu

Csontos András

MSc, obszervatóriumvezető,
Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI), Tihanyi Geofizikai Observatórium
csontos.andras@mfgi.hu

Bevezető

A földi mágneses tér a magnetoszférában és ionoszférában folyó elektromos áramok, illetve a földmagban zajló dinamikai változások hatására folyamatosan változik. A változások időskálája az évszázados változástól (földmagban zajló folyamatok), a Nap ciklusai (tizenegy éves, huszonhét napos stb.) és a Föld mozgásával (éves, napos) összefüggő változásokon át egészen a töredékmásodperces periódusú ingadozásokig (például geomágneses pulzációk) terjednek. E variációk egy része többé-kevésbé szabályosan ismétlődik (például a napciklusokkal vagy a Föld forgásával és keringésével összefüggően), másik része viszont időszakokként figyelhető meg. Utóbbiak közül a legismertebbek a naptevékenységgel összefüggő geomágneses viharok, szubviharok.

A mágneses tér változását hagyományosan a geomágneses obszervatóriumokban, illetve időszakosan geomágneses hálózatokon figye-

lik. Magyarországon jelenleg a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) Tihanyi Geofizikai Observatóriuma és az MTA nagycenki Széchenyi István Geofizikai Observatóriuma végez folyamatos megfigyeléseket. Ezenkívül az MFGI egy közel háromszáz pontból álló országos és egy tizenkét pontból álló, ún. szekuláris mágneses hálózatot is fenntart. Előbbi célja a mágneses tér országos felvételezése ritkán kivitelezett (tizenöt évente) mérések során, utóbbi pedig – időben sűrűbb (kétévente végzett) mérésekkel – az ehhez képesti időbeli változások monitorozása.

Az utóbbi évtizedekben a földi tér megfigyelésére műholdakat is pályára állítottak, amelyek megfigyelései a felszíni mérésekkel kölcsönösen kiegészítik egymást. Míg a poláris pályán mozgó műholdakkal a mágneses tér teljes területi felmérése megvalósítható a felszíntől néhány száz kilométer magasságban, addig a felszínen végzett obszervatóriumi mérések egy-egy pontban észlelt időbeli

változásokról szolgáltatnak nagy pontosságú adatokat. A műholdas mágneses mérések tehát semmiképpen nem helyettesítik a felszínen végzettet, sőt éppen a felszíni mérések pontosságának növelésére és az obszervatóriumi hálózat sűrítésére, valamint a terepi mérések és a mérési módszerek egységesítésére, összehangolására ösztönöznek (például az összeurópai MagNetE együttműködés esetén).

A két különböző típusú megfigyelés eredményeként ötévente elkészül a Föld belső eredetű terét és annak változását leíró Nemzetközi Geomágneses Referencia Tér-modell, az IGRF, amely alapvető jelentőségű a magnetoszférában egyre nagyobb számban üzemelő űreszközök megfigyeléseinek értelmezésében is. Az IGRF-modellek elkészítéséhez a hazai obszervatóriumok és hálózatok is hozzájárulnak adataikkal, csakúgy, mint a globális mágneses anomália térképezéshez (WDMAM, ma már NATO-standard), valamint számos egyéb mágneses modell pontosításához.

Az obszervatóriumi mérések a földközeli mágneses környezet kutatása mellett a kezdetektől fogva lehetőséget kínáltak a tágabb tér, az űr (magnetosféra, ionosféra) dinamikai folyamatainak megfigyelésére, modellezésére is. Cikkünkben erre mutatunk példát az MFGI-ben jelenleg folyó kutatási témák alapján.

Földmágneses pulzációk vizsgálata

A földmágneses pulzációk (ULF-hullámok) a mágneses tér földfelszínen észlelt néhány másodperces, néhány perces periódusú, hol szabályosabb, hol szabálytalanabb fluktuációi. Mivel energiájuk végső forrása a napszélben, illetve a bolygóközi térben van, s mivel terjedésük során áthaladnak a magnetoszférán, a

plazmaszférán és az ionoszférán is, vizsgálatuk a Föld körüli térség kutatásának sok területén hasznosítható.

Az MFGI 2001 óta koordinálja az egyetlen európai meridionális magnetométer-hálózatot, az MM100-at (Heilig et al., 2010). A hálózat első állomásait még az USGS-szel, és az MTA GGKI-val együttműködésben telepítettük 1996-tól kezdődően. Az MM100 név arra utal, hogy a hálózatba bevont finn, észt, lengyel, szlovák és magyar állomások hozzávetőlegesen a 110. mágneses meridián mentén helyezkednek el. Az állomáshálózat nemzetközi kampányok résztvevője volt (például Nemzetközi Heliofizikai Év), adatai a Föld körül alacsony pályán keringő (CHAMP) és a bolygóközi térben megfigyelést végző műholdakkal (WIND, ACE, CLUSTER) kombinálva hasznosultak igazán. 2011-től egy EU által támogatott program (PLASMON, 2011–2014) keretében lehetőség nyílt az MM100-állomások korszerűsítésére, a hálózat besűrítésére új állomások telepítésével, valamint az MM100-nak az olasz-osztrák SEGMA-hálózattal való egyesítésére. Az új, egyesített hálózat neve EMMA lett (European quasi-Meridional Magnetic Array).

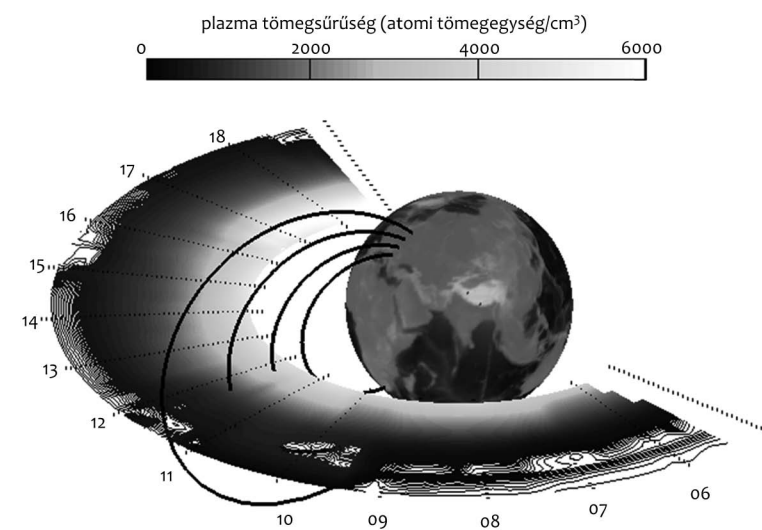
A nappali pulzációk egyik legismertebb csoportja az ún. erővonal-rezonanciák. Ezek a földmágneses erővonalak (és a velük rezgő plazmarészecskék) sajátrezgései. Frekvenciájuk, miként egy zengő húr, erősen függ a rezgő erővonal (húr) hosszától. Ez a rezonáns frekvencia szélességfüggésében jelenik meg, a pólusokhoz közeledve, ahogy az erővonalak hossza nő, a rezonáns frekvencia csökken. Ha egyetlen erővonalt figyelünk meg, annak frekvenciája már elsősorban az erővonal menti részecskesűrűségtől függ, miként a húr annak vastagságától. S ahogy a húr is elhangolható feszítettségének megváltoztatásával,

a mágneses „húr” frekvenciáját is befolyásolja a mágneses feszültség, végső soron a mágneses tér nagysága. Az erővonal-rezonanciák az űrkutatás számára azzal váltak különösen értékesek, hogy frekvenciájukból, a mágneses tér ismeretében, kiszámítható az erővonal menti plazmasűrűség. Azaz viszonylag olcsó földi mérésekkel a plazmasféra sűrűségének folyamatos megfigyelése valósítható meg.

Az EMMA fő feladata éppen ez, az erővonal-rezonanciák megfigyelése, s ezen keresztül a plazmasféra plazmasűrűségének folyamatos, közel valós idejű monitorozása a teljes hálózat mentén (lásd például 1. ábra). A Ti-hanyban és Nagycenken észlelt adatok 2001-ig visszamenőleg világviszonylatban is a leghosszabb csaknem folyamatos plazmasűrűség-adatsorok közé tartoznak. A pulzációkból származtatott plazma-tömegsűrűségek, a

VLF-*whistlerek* inverziójából számolt elektronsűrűség-adatokkal (erről és a PLASMON-projekt további részleteiről lásd Lichtenberger János és Ferencz Csaba erről szóló cikkét az 1426. oldalon) együttesen, az átlagos iontömeg becslésére, végül az ionösszetétel becslésére is lehetőséget teremtenek.

Erővonal-rezonanciák nem jönnének létre, ha nem lenne olyan forrás, amely a gerjesztésükhöz szükséges energiát biztosítja. Az egyik legfontosabb ilyen energiaforrás, legalábbis a mi földrajzi szélességünkön, a közvetlenül a magnetosféra előtt keletkező ún. *upstream* hullámtevékenység. Az *upstream* hullámokat a szuperszonikus napszélben a magnetosféra előtt kialakuló fejhullámról visszavert ionok keltik, hullám-részecske kölcsönhatás révén. E hullámokat bolygóközi térben, a fejhullám előtti térrészben rendsz-



1. ábra • A plazmasféra egyenlítői sűrűségértéke 2003. április 30-án hat (finn, lengyel, magyar) MM100-állomás erővonalrezonancia-megfigyelései alapján. A déli meridián síkjában felrajzolt mágnesesindukció-vonalak a 45°, 50°, 55°, 60° mágneses szélességen érik el a felszínt. Az egyenlítői síkban a pontozott vonalak a helyi időt jelzik órában. A mérések a plazmasféra fokozatos, de nem egyenletes feltöltődéséről tanúskodnak.

resen észlelik az itt megforduló kutató műholdak (például a négy CLUSTER-műhold, 2000-től). Észlelt periódusuk 30 s körül van, a bolygóközi mágneses térrel fordítottan arányos. Erre az egyik máig is idézett bizonyítékot éppen magyar kutatók szolgáltatták (Verő – Holló, 1978). Az upstream hullámokat a napszél, minthogy sebessége a napszéllel szemben terjedő hullámok fázissebességét meghaladja, a magnetoszféra felé sodorja. Az upstream hullámok a magnetoszférába belépve egészen a földfelszínig eljutnak, ahol mint pulzációk észlelhetők.

A geomágneses pulzációk kutatásának éppen az upstream eredet miatt fontos területe a napszéllel és a bolygóközi térjellemzőkkel való sokrétű kapcsolat vizsgálata. A közelmúltban elsőként igazoltuk e bolygóközi eredetű ún. upstream pulzációk jelenlétét az ionosféra felsőbb rétegében (kb. 400 km magasságban) a német CHAMP-műhold (2000–2011) méréseinek feldolgozása alapján. Ugyancsak elsőként sikerült ugyanebben a magasságtartományban és a felszínen is feltérképeznünk a nappali, upstream eredetű energia globális eloszlását (Heilig et al., 2007) is. Az észleléseket az Orosz Tudományos Akadémia űrfizikai kutatócsoportjával együttműködésben a legújabb magneto-hidrodinamikai modellel összevetve nagyfokú egyezést találtunk (Pilipenko et al., 2008, 2011). Korábban, éppen modellekre alapozva, általában kétségbe vonták, hogy az upstream eredetű hullámok bármilyen formában eljuthassanak a felszínig, sőt mérvadó kutatócsoportok (UCLA) az utóbbi évtizedekben már azt is kétségbe vonták, hogy e hullámok egyáltalán szerepet játszhatnak a felszíni pulzációs aktivitás kialakításában. Újabb erős érvet szolgáltatott az upstream hullámok létére és jelentőségére a felszíni pulzációs aktivitás és a napszél

sűrűsége között talált kapcsolat (Heilig et al., 2010). Ezeknek az eredményeknek is köszönhetően az újabban publikált áttekintésekben ismét helyet kapott az upstream hullámtevékenység és a felszíni pulzációk közötti kapcsolat bemutatása (például Sutcliffe et al., 2011; Menk, 2012).

A magnetoszféra nemlineáris dinamikájának vizsgálata

A pulzációs hullámok vagy az ebben a cikksorozatban szintén tárgyalt whistler módusú hullámok a mágnesezett plazma magnetohidrodinamikai (MHD) egyenleteiből levezethetők. Az MHD egyenletei azonban alapvetően nemlineárisak, ezért az önálló hullámmódusoknál jóval összetettebb dinamikai változásokat is leírnak. Ilyenek a plazma térben és időben szabálytalan változásai, a turbulens fluktuációk.

A mágnesezett plazma áramlásának jellegét minőségileg alapvetően az MHD-egyenletek nemlineáris és disszipációs tagjainak aránya, a dimenzió nélküli, ún. mágneses Reynolds-szám határozza meg. Alacsony Reynolds-szám mellett a plazma áramlása szabályos (lamináris), $Re \sim 4000$ értéket elérve viszont már turbulens. A kétféle mozgás közötti átmenet a kaotikus rendszereknél ismert bifurkációs folyamat (Hopf-bifurkáció) révén megy végbe; Re növelésével a lamináris áramlás először hullámmozgásba vált át, majd újabb és újabb, egyre kisebb méretű hullámok jelennek meg, mindegyik új szabadsági fokot engedve a rendszerbe. Végeredményként egy végtelen szabadsági fokú rendszer épül fel, amelyet determinisztikus egyenletek vezérelnek, a fejlődése mégis bonyolult, kaotikus és megjósolhatatlan. Noha a részletek nem is, statisztikailag bizonyos szabályszerűségek a turbulenciában is felis-

merhetők. Az MHD-egyenletek szabályos áramlás esetén érvényes szimmetriái ugyanis a turbulens áramlásban statisztikus értelemben maradnak fenn. Ezek közül az egyik leglényegesebb a skálázási szimmetria, ami a turbulens rendszerek statisztikailag önazonos, fraktál tulajdonságait alakítja ki.

A különböző léptékű mozgások a turbulens áramban örvényekként jelennek meg. A 2. ábra egy valós turbulens folyadékáramlást mutat be, amin egyértelműen megfigyelhető a különböző léptékű örvények hierarchiája, és az, hogy az örvények egymásból kifejlődve töltik ki az akadály mögötti teret, önazonosítást mutatva a léptékek között. Az örvények léptéktartományában a mozgást a nemlineáris MHD-tagok vezérlik, a disszipáció hatása itt elhanyagolható (Re értéke nagy). Ebben az ún. inerciális (tehetetlenségi) tartományban az energia veszteség nélkül adódik át a különböző méretű koherens örvények között.

Abból kiindulva, hogy a tehetetlenségi tartományban hővesztés nem lép fel és energia sem termelődik, Andrej Kolmogorov (1941) hasonlósági alapon a turbulens időskorok $E(k)-k^{-\beta}$ alakú energiaspektrumát vezet-

te le, ahol k a hullámszámot jelenti. Hidrodinamikai áramlásban, ahol csak közeli léptékű örvények között adódik át energia, $\beta = 5/3$ közelítés érvényes, ez a híres Kolmogorov-spektrum. Ettől kissé eltér az MHD-áramlás, ahol a turbulens örvények Alfvén-pulzációkként értelmezhetők, amelyek haladási sebességét a nagyléptékű mágneses tér erőssége határozza meg. Ez esetben ezért a $\beta = 3/2$ exponensű spektrum közelítés érvényes (Kraichnan, 1965).

A mágnesezett plazma nemlineáris viselkedésének megfigyelésére az egyik ideális természetes környezetet a napszél nyújtja. A napszelet ezért szokás természetes laboratóriumként is emlegetni, ahol a mérőeszközöket a műholdak képviselik. A Helios űrszonda adatai alapján kimutatták, hogy a napszél mágneses terének spektruma a várt hatványfüggvény szerinti menetet követi, de nehezen dönthető el, hogy a függvény exponense inkább a Kolmogorov által javasolt 1,66-hoz, vagy a Kraichnan-féle 1,5-höz áll-e közelebb (Bruno – Carbone, 2005).

A napszélben mutatták meg azt is, hogy a turbulens plazmaáramot egyre kisebb lép-



2. ábra • Akadály körüli, turbulens folyadékáramlás (forrás: URL1)

teken figyelve egyre intenzívebb hirtelen változások, ún. intermittenciák jelentkeznek. Az intermittenciák alapvetően meghatározzák a rendszer statisztikai jellegét azáltal, hogy előfordulási valószínűségük a véletlenszerű folyamatok esetén a vártnál képest jóval nagyobb. A különböző léptékeken az intermittens fluktuációk eloszlása más és más, ami sérti a turbulens áramok korábban jóslt globális skálázási önhasonlóságát. Az új elképzelés szerint önhasonlás ezért nem globálisan, hanem az eredeti rendszer önálló fraktál alterein valósul csak meg, egymástól más és más módon. Ez a multifraktál skálázás.

A napszél és a magnetoszféra közötti régóta ismert szoros energetikai kapcsolat alapján a 60-as évektől a magnetoszféra nemlineáris dinamikájának vizsgálata is megindult, eleinte elsősorban mágneses indexek alapján. A plazma áramlása szempontjából a két rendszer között alapvető különbséget jelent azonban, hogy a magnetoszféra kiterjedése korlátos, amelyben a plazmának általában nincs kitüntetett irányú egységes áramlása. Továbbá a magnetoszférában a részecskék ütközési frekvenciája a napszélbelinél jóval nagyobb, és a mozgás pályáját a sajátos elrendeződésű erővonalak határozzák meg. Ezért a magnetoszférát a kezdetekben a napszélétől független, autonóm rendszernek is tekintették.

A mágneses idősorokban megfigyelhető hirtelen változások a nemlineáris turbulens és kaotikus rendszerekkel mutattak analógiát. A nemlineáris jelleg egyik közvetett első igazolását paradox módon egy olyan lineáris bemenet–kimenet modell szolgáltatva, amelynek eredményessége – a linearitás feltételezésének ellentmondva – a geomágneses háborgások mértékétől jelentős függést mutatott (Bargatze et al., 1985). Később számos cikk tanulmányozta a magnetoszféra

kaotikus viselkedését, a rendszert vezérlő szabadsági fokok számának becslése által.

Az MFGI részéről a 90-es évek második felétől obszervatóriumi $B(t)$ mágneses idősorok spektrumait és multifraktál szimmetriára utaló jegyeit vizsgáltuk (Kovács et al., 2001). A spektrumokból az esetlegesen turbulens skálázási időtartományokra következtethetünk. A multifraktál jegyeket az idősorokból képzett $B(t+\tau) - B(t)$ (τ a vizsgált időlépték) különbségi idősorok τ függvényében vett statisztikai eloszlása (valószínűsűrűségfüggvény), illetve a különbségek magasabb rendű momentumainak τ függvényében vett viselkedése (struktúrafüggvény-analízis) alapján tanulmányozzuk. A tapasztalt multifraktál jelleg a vizsgált obszervatóriumok pólustávolságától és a vizsgált időszakban jelentkező mágneses háborgás mértékétől jelentős függést mutat. Példaként egy mágneses szempontból aktív hónap X komponensű tihanyi regisztrátumának spektrumát mutatjuk be (3. ábra). A spektrumon két skálázási tartomány jelentkezik, amelyek közötti határ $3 \cdot 10^{-4}$ Hz ($3300 \text{ s} \sim 1 \text{ óra}$) körül van. A spektrum kisfrekvenciás tartománya a Kolmogorov-féle spektrumhoz áll közel, a nagyfrekvenciás rész azonban ennél meredekebb. Miután a nagyfrekvenciás skálázási tartomány nyugodt hónapokban nem jelentkezik, a spektrumon ezt a részt a mágneses háborgások, azon belül is elsősorban a szubviharok (időlépték $< 1 \text{ óra}$) hatásának tulajdonítjuk. A skálázás tehát itt mindenképpen a magnetoszféra belső dinamikájának köszönhető. A két tartományhoz tartozó egy-egy időléptéken ($\tau = 0,5 \text{ óra}$; $\tau = 12 \text{ óra}$) bemutatjuk a különbségi idősorok valószínűsűrűségfüggvényét (VSF) is. A Gauss-eloszláshoz képest gyakoribb erős fluktuációk a félórás időléptéknél és a nagy skálázási frekvencia-

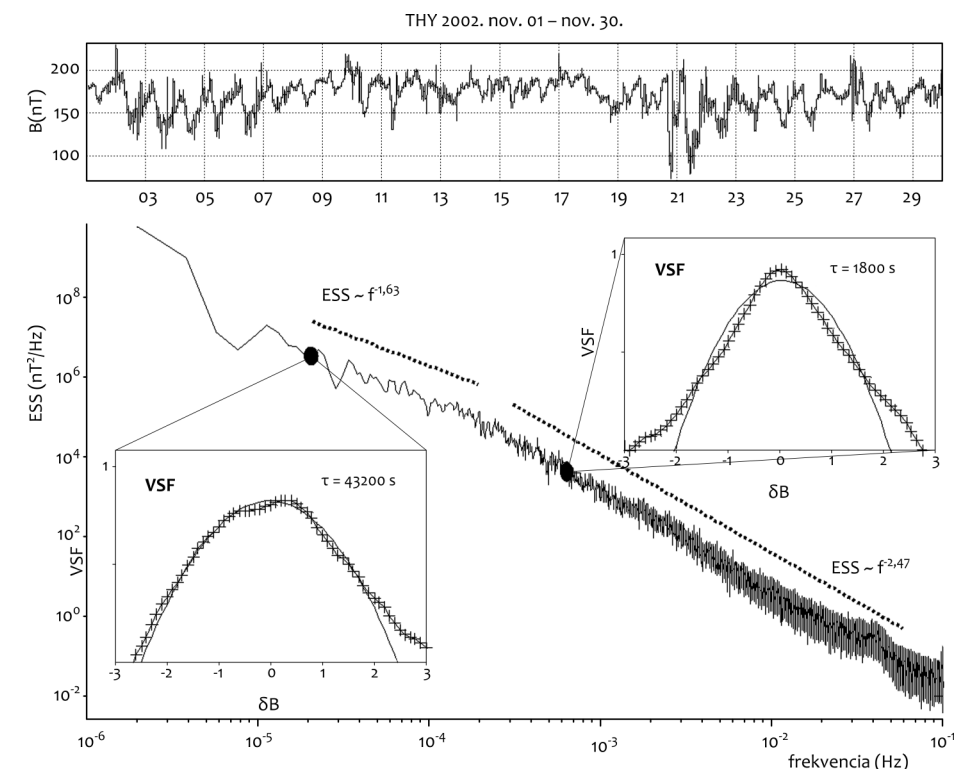
tartomány egészen jelentkeznek. Ez alapján itt a mágneses változások intermittensek és multifraktál szimmetriával jellemezhetőek. A nagyobb léptéken (tizenkét óra, kisfrekvenciás skálázási tartomány) a VSF a Gauss-eloszláshoz simul, ami ebben a tartományban vagy véletlenszerű, vagy önhasonló turbulens folyamatokra utal.

Az utóbbi években műholdak (elsősorban a Cluster-misszió) mágneses idősorai alapján

a magnetoszférában közvetlenül megfigyelt, ún. *in situ* dinamikai változások nemlineáris jegyeit is tanulmányozzuk.

Összefoglalás

A Tihanyi Geofizikai Obszervatóriumban 1955 óta zajlik a mágneses tér folyamatos regisztrálása, szerencsésen alacsony környezeti zajok mellett. Az észlelések a Föld belső szerkezetének kutatásában, a kéreg térképezésé-



3. ábra • Fent: Az X komponensű mágneses tér másodperc felbontású változása a Tihanyi Geofizikai Obszervatóriumban, 2002 novemberében • Alul: A regisztrátum energiasűrűség-spektruma, illetve a regisztrátum $\tau = 0,5 \text{ óra}$ ($f = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ Hz}$) és $\tau = 12 \text{ óra}$ ($f = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ Hz}$) időskálával képzett különbségi idősorának valószínűsűrűség-függvényei (VSF, kereszttel jelölt görbék). A lefelé néző parabolák a VSF-görbék központi részéhez legjobban illeszkedő gaussi valószínűsűrűség-függvényeket jelölik. A Gauss-eloszlástól való eltérés a kis időskálán (0,5 óra) egyértelmű.

ben, helyi és globális mágneses modellek szerkesztésében, illetve az űrkutatásban hasznosulnak, a legtöbb esetben egyéb obszervatóriumok és hálózatok adataival együttesen. A cikkben az obszervatóriumi adatok űrkutatásban betöltött szerepére mutattunk példákat.

IRODALOM

- Bargatze, Lee Frost – Baker, D. N. – McPherron, R. L. – Hones, E. W. Jr. (1985): Magnetospheric Impulse Response for Many Levels of Geomagnetic Activity. *Journal of Geophysical Research*. 90, 6387–6394. DOI: 10.1029/JA090iA07p06387 • http://www.igpp.ucla.edu/public/rmcpheerr/McPherronPDFfiles/Bargatze_ManyLevels_JA090iA07p06387.pdf
- Bruno, Roberto – Carbone, V. (2005): The Solar Wind as a Turbulence Laboratory. *Living Reviews in Solar Physics*. 2, 2005, 4. <http://www.livingreviews.org/lrsp-2005-4>
- Heilig B. – Lühr, H. – Rother, M. (2007): Comprehensive Study of ULF Upstream Waves Observed in the Topside Ionosphere by CHAMP and on the Ground. *Annales Geophysicae*. 25, 737–754. • <http://www.ann-geophys.net/25/737/2007/angeo-25-737-2007.pdf>
- Heilig B. – Lotz, S. J. – Verö J. – Sutcliffe, P. – Reda J. – Pajunpää, K. – Raita, T. (2010): Empirically Modelled Pc3 Activity Based on Solar Wind Parameters. *Annales Geophysicae*. 28, 1703–1722. doi:10.5194/angeo-28-1703-2010 • <http://www.ann-geophys.net/28/1703/2010/angeo-28-1703-2010.pdf>
- Kolmogorov, A. N. (1941): Local Structure of Turbulence in an Incompressible Fluid at Very Large Reynolds Numbers. *Doklady Akademii Nauk SSSR*. 30, 299–303. English translation V. Levin: • http://www.astro.puc.cl/~rparra/tools/PAPERS/kolmogorov_1951.pdf
- Kovács Péter – Carbone, V. – Vörös Z. (2001): Wavelet-based Filtering of Intermittent Events from Geomagnetic Time-series. *Planetary and Space Science*. 49, 1219–1231. • [http://dx.doi.org/10.1016/S0032-0633\(01\)00063-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0032-0633(01)00063-0)

A kutatásokat többek között az EU-FP7/2007-2013263218 (PLASMON) projekt és a K75640 sz. OTKA pályázat támogatja.

Kulcsszavak: *geofizika, földmágnesség, obszervatórium, Tihany, magnetohidrodinamika, nemlinearitás*

- Kraichnan, R. H. (1965): Inertial Range Spectrum in Hydromagnetic Turbulence. *Physics of Fluids*. 8, 1385–1387. DOI: 10.1063/1.1761412
- Menk, Frederic W. (2012): Magnetospheric ULF Waves. In: Liu, William – Fujimoto, Masaki (eds.): *The Dynamic Magnetosphere. (IAGA Special Sopron Book Series, Vol. 3)* Springer, 223–256, DOI: 10.1007/978-94-007-0501-2 • <http://books.google.hu/>
- Pilipenko, Viacheslav – Fedorov, E. – Heilig B. – Engebretson, M. J. (2008): Structure of ULF Pc3 Waves at Low Latitudes. *Journal of Geophysical Research*. 113, A11208, DOI:10.1029/2008JA013243
- Pilipenko, Viacheslav – Fedorov, E. – Heilig B. – Engebretson, M. J. – Sutcliffe, P. – Lühr, H. (2011): ULF Waves in the Topside Ionosphere: Satellite Observations and Modeling. In: Liu, William – Fujimoto, Masaki (eds.): *The Dynamic Magnetosphere. (IAGA Special Sopron Book Series, Vol. 3)* Springer, 257–269. DOI: 10.1007/978-94-007-0501-2 <http://books.google.hu/>
- Sutcliffe Peter R. – Ndiitwani, D. C. – Lühr H. – Heilig B. (2011): Studies of Geomagnetic Pulsations Using Magnetometer Data from the CHAMP Low-earth-orbit Satellite and Ground-based Stations: A Review. Proceedings of the XIV IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition, and Processing, Changchun, 14–22 Sept. 2010. *Data Science Journal*. 10, IAGA10-18, 30 August 2011. • https://www.jstage.jst.go.jp/article/dsj/10/0/10_IAGA-03/_pdf
- Verö József – Holló Ferenc (1978): Connections between Interplanetary Magnetic Field and Geomagnetic Pulsations. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*. 40, 7, 857–865. • [http://dx.doi.org/10.1016/0021-9169\(78\)90035-1](http://dx.doi.org/10.1016/0021-9169(78)90035-1)
- URL: <http://www.dlr.de/100Jahre/Portaldaten/37/Resources/images/stroemung.jpg>

VILLÁMKISÜLÉSEKHEZ TÁRSULÓ TRANZIENS JELENSÉGEK

Sátori Gabriella Bór József

a földtudomány kandidátusa,
Satori.Gabriella@csfk.mta.hu

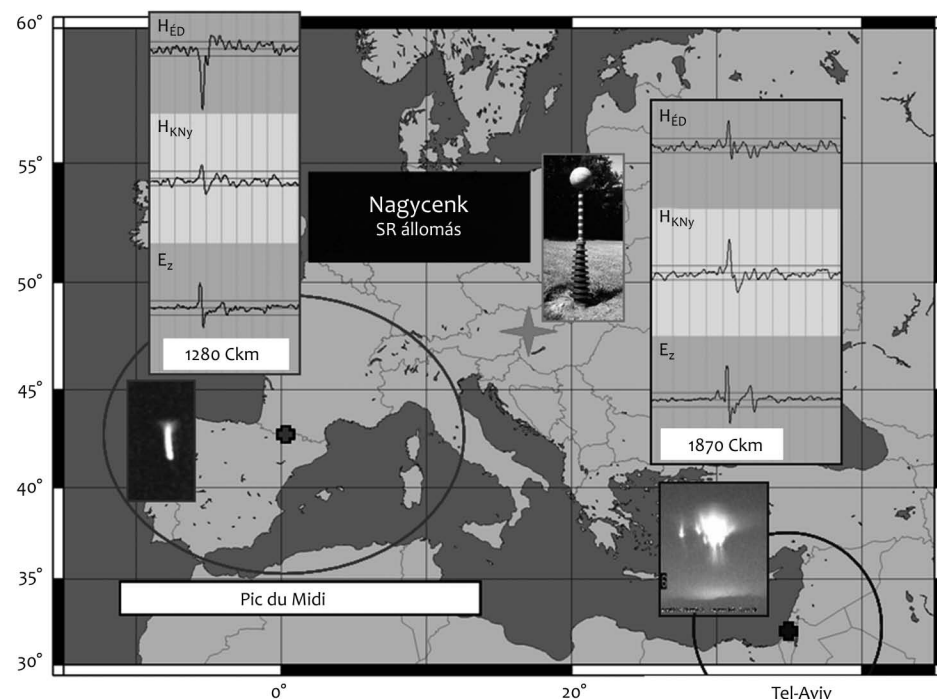
PhD,
Bor.Jozsef@csfk.mta.hu

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézete, Sopron

A villámkisülés maga is tranziens jelenség, a természetben bekövetkező áramimpulzus, amely egyben elektromágneses sugárzás forrása. A villámkisülés közben keletkező elektromágneses sugárzás spektrális összetétele az igen nagy frekvenciáktól (MHz) egészen kicsiny, néhány Hz-es frekvenciákig terjed. Ezek az elektromágneses hullámok a frekvenciájuk függvényében a villámkisülés helyétől mérve különböző távolságig észlelhetők. A Schumann-rezonanciák frekvenciatartományában (néhány Hz-től néhány száz Hz-ig) ezek a hullámok akár többször is körbeszállhatnak a Föld körül a felszín és az ionoszféra által alkotott hullámvezetőben, amely üregrezonátorként viselkedik a Föld kerületével összemérhető hullámhosszakon (Schumann, 1952). A hullámok fázis-összeadódása és -kioltása következtében rezonanciacsúcsok jelennek meg a spektrumban ~8 Hz-nél, ~14 Hz-nél, ~20 Hz-nél, ~26 Hz-nél stb. Az alamódus (8 Hz) esetében kb. 0,5 s a lecsillapodáshoz szükséges idő, így a másodpercenként átlagosan mintegy negyven-ötven alkalommal bekövetkező villámkisülés biztosítja a Föld-ionoszféra üregrezonátor állandó gerjesztését. A teljes rezonanciaspektrum a globális villámlás során kisugárzott elektromágneses

energia inkohereus szuperpozíciója révén alakul ki, és ezt háttér Schumann-rezonanciának (SR) nevezzük. A *Schumann-rezonancia tranziensek* egyedi, energetikus villámok keltette elektromágneses impulzusok, amelyek koherens jelek formájában szuperponálódnak a vertikális elektromos (E_z) és a két horizontális mágnesestér-komponens (H_{ED} , H_{KNy}) háttér SR-értékeire, ahogyan az 1. ábrán is látható. Hazánkban a Schumann-rezonanciák mérése az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (CSFK) Széchenyi István Geofizikai Obszervatóriumában folyik 1993 óta (Sátori et al., 1996).

Az 1. ábrán a nagycenki állomás melletti kis képen a vertikális elektromos tér változásait mérő gömbantenna látható. A körök az optikai állomások észlelési tartományait határolják. Az állomások melletti képek egy-egy olyan vörös lidércet mutatnak, amelyet arról az észlelőhelyről fényképeztek; fölöttük az azokat kiváltó villámkisülések által keltett SR-tranziensek idősorai láthatók, amelyeket a nagycenki SR-állomás rendszere rögzített. A függőleges vonalak 0,1 másodperces időjelek. Alattuk látható a forrásvillámok becsült töltésmomentum-változása, amelyet az idősorok feldolgozása alapján határoztunk meg.



1. ábra • Az MTA CSFK Nagycenk melletti Széchenyi István Geofizikai Observatóriumában felállított SR-állomásának, valamint a 2007 előtt működő, felsőlégköri megfigyeléseket folytató optikai észlelőállomásoknak a helye Európában.

Az SR-tranziensekből meghatározható az ezeket keltő villám *polarizációja*, *földrajzi helye* (beérkezés iránya és távolsága), valamint a *függőleges töltésmomentum változása* (Bór, 2011) még azokban a régiókban is, ahol a villámmegfigyelő hálózatok sűrűsége nem kielégítő, nevezetesen a trópusokon, elsősorban Afrikában (Kongó-medence), ahol a legtöbb villám keletkezik, valamint az óceánok térségében. A polarizációt, azaz egy felhő-föld villámnál a felhőben kisülő töltéscentrum töltésének előjelét a vertikális elektromos térben tapasztalt első elugrás előjele szabja meg. Az előjeltől függően beszélünk pozitív vagy negatív felhő-föld villámról (vagy kvázi-vertikális kisülési csatornát is létrehozó egyéb

villámról, ahol a kisülő töltéscentrumok előjel szerinti relatív vertikális elhelyezkedése ugyanolyan értelmű). A kisülés függőleges töltésmomentum-változása a kisülési csatorna függőleges vetülete hosszának és az átáramlott töltésmennyiségnek a szorzata. Az SR-hullámhosszakon elvileg a Föld bármely térségében keletkező villámokra meghatározhatók a fenti paraméterek, akár egyetlen SR-állomás vertikális elektromos és horizontális mágneses tér adataiból. Az egyetlen SR-állomás mérésein alapuló lokalizáció a távolságfüggő, de a forrás tulajdonságaitól független hullámmimpedancia-spektrum (az elektromos tér vertikális komponense és a mágneses tér horizontális komponense hányadosának amplitúdó

spektruma) mért és modellezett értékeinek összehasonlításán alapszik. A lokalizáció pontossága korlátozott, a tényleges távolság kb. 10%-a. Mivel az érzékeny észlelőrendszer mérőcsatornáját telítésbe viszik a közeli villámkisülések erős jelei, a helymeghatározás csak kb. 1000 km-nél távolabbi források esetén végezhető el. Annál is inkább, mivel a távolság meghatározásához használt modellekben alkalmazott közelítések is csak nagyobb forrásészlelő távolság esetén teljesülnek. A lokalizáció pontossága bizonyos mértékig növelhető több állomás SR-tranziensein alapuló háromszögelés révén. Ez esetben a keltő villám helyét a mágneses tér komponenseiből számított Lissajous-görbékre vett mérőleges irányok metszéspontja adja. A villámkisülés (forrás) helyének a megfigyelőtől vett távolsága ismeretében a *forrás függőleges árammomentum-spektruma* előállítható a térkomponensek mért spektrumának és a forrásmegfigyelő távolsághoz tartozó modell térkomponens-spektrumának hányadosaként. A kisülés *függőleges töltésmomentuma* az árammomentum integrálja a kisülés ideje alatt.

Az egyedi energetikus villámokhoz, amelyet az SR-tranziensek jeleznek, számos esetben változatos formájú tranziens felvillanások (TLE – *Transient Luminous Event*) is társulnak a felső légkörben, a zivatarfelhő teteje és az ionoszféra alja között. Ezeket nevezzük *felső-légköri elektro-optikai emisszióknak* (FEOEM).

Az 1. ábra térképén az Ibériai-félszigeten, valamint a Földközi-tenger keleti medencéjében lezajló zivatarok energetikus villámai által keltett optikai és elektromágneses tranziens jelenségek közül láthatunk két példát. A villámkisüléshez kapcsolódó SR-tranzienseket a Nagycenk melletti Széchenyi István Geofizikai Observatóriumában regisztráltuk a vertikális elektromos és a két horizontális

mágneses térkomponensben. Az E_z térkomponens előjele (felfelé történő elugrás) pozitív felhő-föld villámot jelez forrásként. A térkomponensek alapján számított töltésmomentum-változások (1280 Ckm és 1870 Ckm) mértéke valóban energetikus villámokra utal. Ezen villámokhoz FEOEM-ek is csatlakoztak az említett két térség zivatarra felett, ahogyan azt az optikai észlelések is mutatják.

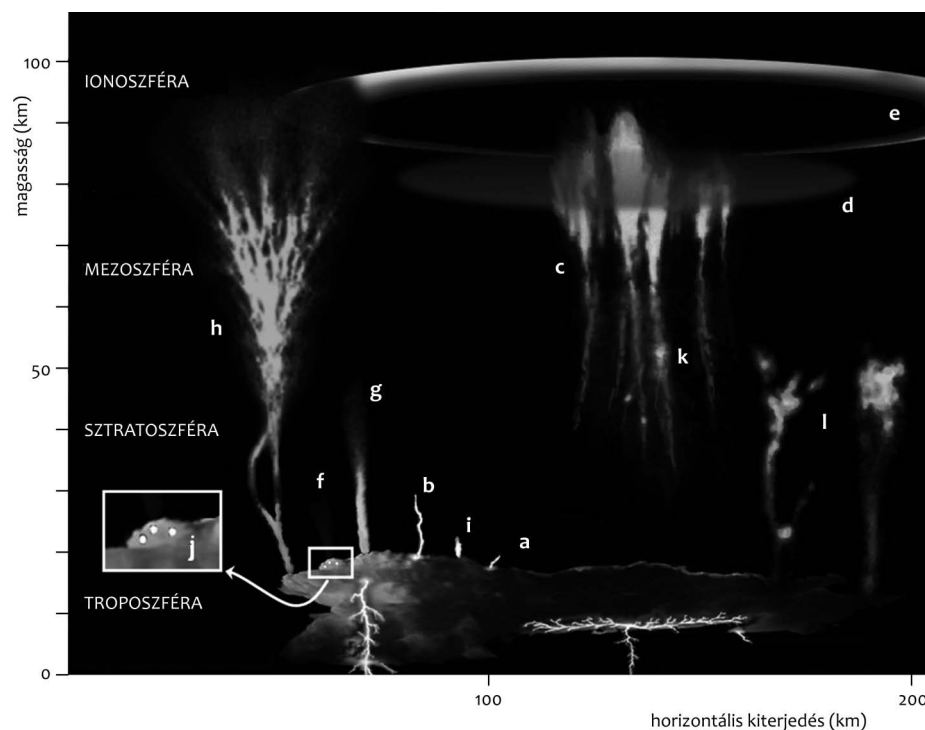
A FEOEM-ek tudományos kutatása csupán a múlt század végén kezdődött el, amikor véletlenszerűen, egy kamera tesztelése során kapták lencsevégre (Franz et al., 1990) a FEOEM-ek egyik gyakori fajtáját, amely később az angol nyelvű szakirodalomban *sprite*-ként, később a hazai irodalomban vörös lidércként honosítva vált ismertté. A vörös lidérc magyar elnevezés a jelenség színéből és illékony voltából adódott. Az emissziók színét 50–60 km-es magasság fölött a szabad elektronokkal való ütközések közben gerjesztett semleges nitrogénmolekulák relaxációjából eredő vörös, közeli infravörös sugárzás adja. A felvillanás időtartama legfeljebb néhány száz 10 ms, emberi szemmel éppen hogy csak érzékelhető. Ez a látványos felvillanás óriási térrészt tölthet ki mintegy 40 km-től 90 km magasságig, akár 50 km horizontális kiterjedéssel, különböző alakzatok formájában, és szinte kizárólag pozitív felhő-föld villámkisüléshez kapcsolódik.

Napjainkban a FEOEM-eknek már számos típusát ismerjük (2. ábra). Közülük a vörös lidérc, a lidércudvarok és a gyűrűlidérc kialakulása köthető egyedi troposferikus villámkisülésekhez. A többféle nyaláb (*jet*) jelenség inkább a zivatarfelhő felső töltésgócaiban történő extrém intenzitású töltéshalmozódás következménye. A vörös lidérc és lidércudvarok a felső légkörben bekövetkező légköri kisüléseket kísérő fényjelenségek.

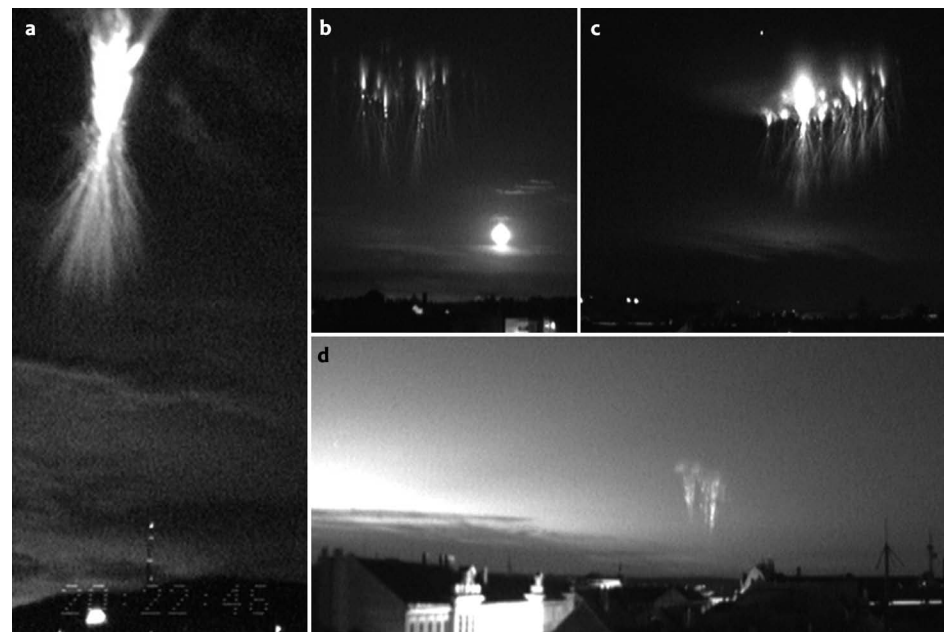
A leggyakrabban 60–80 km-es magasságtartományban bekövetkező kisülésért felelős elektromos tér nagy függőleges töltésmomentumú felhő-föld kisüléseket követően alakulhat ki a zivatarfelhőben közvetlenül a villámkisülés után maradó töltéstöbblet és az elektromosan jól vezető ionoszféra alja között. Ha kiterjedt ködfénykisülés jellegű jelenség következik be, akkor lidércudvar figyelhető meg, míg ha a környező elektromos térben haladó fókuszált kisülési frontok (ún. *streamerek*) alakulnak ki, akkor vörös lidércről beszélhetünk (Bór – Barta, 2011). Egy kellően impulzív, ugyanakkor időben tovább fenn-

maradó áramú intenzív villámkisülés akár mindkét jelenséget elő tudja idézni (például 3c ábra). A gyűrűlidérc kialakulása ettől eltérően a villámkisülés elektromos impulzusának és az alsó ionoszféra közötti kölcsönhatásnak köszönhető. Az éjszakai alsó ionoszféra kb. 90–100 km-es magasságban nyeli el leghatékonyabban az elektromágneses impulzus energiáját, amit vörös fény formájában sugároz vissza.

Valamennyi FEOEM nagy magasságban alakul ki, így alacsony nyomású légköri kisülési jelenségekhez társul. Alacsony nyomáson végbemenő kisülési jelenségeket (hideg plaz-



2. ábra • A felső légköri elektro-optikai emissziók ismert típusai • a) közönséges felfelé irányuló villámkisülés (*upward flash*); b) felfelé irányuló óriás kisülés (*upward superbolt*); c) vörös lidérc (*sprite*); d) lidércudvar (*sprite halo*); e) gyűrűlidérc (*ELVES*); f) kis kék nyaláb (*blue starter*); g) kék nyaláb (*blue jet*); h) óriás nyaláb (*gigantic jet*); i) törpe (*gnome*); j) tündérkék (*pixies*); k) TROLL; l) pálmalidércek (*palm trees*).



3. ábra • AZ MTA CSFK GGI épületének tetejéről, Sopronból, közép-európai zivatarok felett megfigyelt felsőlégköri elektro-optikai emissziók. Barta Veronika és Bór József felvételei.

mát) alkalmazó technológiával az élet számos területén találkozhatunk, például a világítás-technikában, textíliák és műanyagok felületkezelésével összefüggésben, kémiai reakciók katalízise kapcsán, de akár a gyógyulási folyamatok gyorsításánál is, sebkezeléseknél. A FEOEM-ek tanulmányozása viszonylag egyszerű és gazdaságos lehetőséget nyújt az alacsony nyomáson bekövetkező gázkisülési jelenségek tulajdonságainak vizsgálatához, ami nemcsak a létező alkalmazások továbbfejlesztéséhez járulhat hozzá, hanem a Föld körüli térség tanulmányozásának új útját is jelenti. Természetesen ezeknek a lehetőségeknek a realizálásához a FEOEM-eket kiváltó elektromos folyamatok, a megjelenési környezetük állapota és a kialakuló FEOEM-ek tulajdonságai közötti összefüggésrendszer alapos megismerése szükséges.

A villámkisülésekhez társuló FEOEM-ek megfigyelése Sopronban, a CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézetének tetejéről történik 2007-től kezdődően. Innen Közép-Európában kialakult zivatarok felett keletkező FEOEM-eket lehet fényképezni Sopron kb. 600–700 km-es körzetében a különböző irányokban eltérő távolságokra, a közeli objektumok takarásától függően. A látványos jelenségből mutat be néhányat a 3. ábra. A jelenség impozáns méretét jól érzékelteti az a) felvétel, ahol alul látható a soproni TV torony, a „vörös lidérc” pedig Szlovéniában, Soprontól mintegy 160 km-re levő zivatar felett következett be.

Az MTA CSFK GGI kutatócsoportja a Nagyecenk melletti Széchenyi István Geofizikai Observatórium SR-tranzienst méréseivel és a FEOEM-ek megfigyelésével számos

nemzetközi mérési kampányban és munkában vett és vesz részt. Többek között a tragikus végű Columbia űrmisszió során, a Csendes-óceán délnyugati medencéje felett lefénnyképezett hatalmas gyűrűlidérc forrásvillámát felszíni SR-tranziensek, pl. a nagykenki SR-tranziens analízisével lokalizálták (Price et al., 2004). A vörös lidércekhez kapcsolódó polaritásparadoxon feloldásához hozzájárult a műholdakról a szubtrópusi övezetben meg-

figyelt lidércudvarokat keltő villámok polaritásának meghatározása a nagykenki SR-tranziens mérések alapján (Williams et al., 2012).

A hazai kutatásokat a K72474 számú OTKA-pályázat támogatta.

Kulcsszavak: *villámkisülés, Schumann-rezonancia tranziens, felső légköri elektro-optikai emisszió*

IRODALOM

Bór József (2011): *Villámkisülésekhez társuló felső légköri elektro-optikai emissziók és Schumann-rezonancia tranziensek vizsgálata*. NyME, Kitaibel Pál Doktori Iskola, PhD-disszertáció

Bór József – Barta Veronika (2011): Vörös lidércek – gigantikus „tűzijáték” a felső légkörben. *Fizikai Szemle*. LXI, 10, október, 343–349.

Franz, Robert C. – Nemzek, R. J. – Winckler, J. R. (1990): Television Image of a Large Upward Electrical Discharge above a Thunderstorm System. *Science*. 249, 4964, 48–51. DOI: 10.1126/science.249.4964.48

Price, Colin – Greenberg, E. – Yair, Y. – Satori G. – Bór J. – Fukunishi, H. – Sato, M. – Israelevich, P. – Moalem, M. – Devir, A. – Levin, Z. – Joseph, J. H. – Mayo, I. – Ziv, B. – Sternlieb, A. (2004): A Ground-based Detection of TLE-producing Intense Lightning during the Meidex Mission on Board the

Space Shuttle Columbia. *Geophysical Research Letters*. 31, 20, L20107. DOI:10.1029/2004GL020711

Satori Gabriella – Szendrői J. – Verő J. (1996): Monitoring Schumann resonances - I. Methodology. *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*. 58, 13, 1475–1481. DOI: 10.1016/0021-9169(95)00146-8

Schumann, Winfried Otto (1952): Über die strahlungslosen Eigenschwingungen einer leitenden Kugel, die von einer Luftschicht und einer Ionosphärenhülle umgeben ist. *Zeitschrift für Naturforschung*. A, 7, 6627–6628.

Williams, Earle – Kuo, C. L. – Bór J. – Satori G. – Newsome, R. – Adachi, T. – Boldi, R. – Chen, A. – Downes, E. – Hsu, R. R. – Lyons, W. – Saba, M. – Taylor, M. – Su, H. T. (2012): Resolution of the Sprite Polarity Paradox: The Role of Halos. *Radio Science*. 47, RS2002, DOI:10.1029/2011RS004794



GEOMÁGNESES INDUKCIÓ FORRÁSVIZSGÁLATOK ÉS AZ EURÓPAI LITOSZFÉRALEMEZ ELEKTROMOS MODELLJE AZ INDUKCIÓS KOCKÁZAT BECSLÉSÉHEZ

Ádám Antal

az MTA rendes tagja,
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Kis Árpád

PhD, tudományos főmunkatárs,
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Lempenger István

PhD, tudományos főmunkatárs,
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Novák Attila

PhD, tudományos főmunkatárs,
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Prácser Ernő

PhD, tudományos főmunkatárs,
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Szarka László

az MTA doktora, főosztályvezető,
MTA Titkárság Kutatóintézeti Főosztály, Budapest
(2010-ig MTA Geodéziai
és Geofizikai Kutatóintézet, Sopron)

Wesztergom Viktor

a földtudomány kandidátusa, tudományos igazgatóhelyettes,
MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron
wesztergom.viktor@csfk.mta.hu

A napviharok, a geomágneses viharok, az auróra lenyűgöző optikai jelensége és a földfelszín távoli pontjai között fellépő nagy elektromos potenciálkülönbségek közötti kapcsolat már az ún. Carrington-eseményt (az 1859. szeptember elsejei, rendkívüli napkitörést, azaz flert) követően bizonyossággá vált. Ez a napkitörés okozta az eddigi megfigyelések szerinti legnagyobb mágneses vihart, amelynek következtében az auróra fényára a köze-

pes geomágneses szélességeket is betöltötte, és a távírhálózatban súlyos működési zavarokat okozott. A technika történetének talán legnagyobb hatású napfizikai eredetű „bal-esete” 1989. március 13–14-én történt, amikor is egy geomágneses vihar során a kanadai Montrealban a Hydro Quebec erőmű meghibásodása kilencórányi, legalább hatmillió embert érintő teljes áramkimaradást okozott. Svédországban ugyanakkor hat különböző

130 kV-os rendszerben lépett fel jelentős feszültségcsökkenés. A csővezetékek katódpotenciálja ugyancsak a fenti időszakban gyakran a kritikus érték fölé emelkedett, jelentősen megnövelve azok korrózióját. Az előző napciklus maximumára (2003) esett az ún. Halloween-esemény (*1. ábra*), amikor Skandinávia egy része borult sötétségbe. Annak hátterében, hogy egy-egy nagyobb napvihar és az azt követő geomágneses aktivitás nemcsak érzékelhetővé, hanem egyfajta kockázati tényezővé is vált, a geomágneses indukció jelensége áll. Az időben változó geomágneses térhez az indukció törvénye alapján elektromos tér kapcsolódik, a véges vezetőképességű altalajban Ohm törvényének megfelelően az elektromos tér hatására földi (tellurikus) áramok alakulnak ki. Ezek az indukált áramok

kis elektromos ellenállású, információ- vagy energiaátviteli távvezetékekbe, csővezetékekbe azok földelési pontjain keresztül jutnak be. A geomágneses viharok persze nemcsak a vezetékes rendszerekre jelentenek kockázatot, hanem – a Föld plazmakörnyezetében fellépő zavart viszonyok miatt – a vezeték nélküli távközlésre, navigációs rendszerekre és más műholdas technológiákra is. A geomágneses viharokkal a jövőben is számolni kell: a Nagycenken 1957–2003 között megfigyelt legnagyobb vihart egységnek véve az 1859-es Carrington háromszoros nagyságú volt, a 2003-as Halloween pedig kétszeres. Elméletileg pedig több mint négyszeres intenzitású viharok is lehetségesek.

A katasztrofális következményekkel járó eseményeket követően világszerte megnőtt

az igény a geomágneses viharokkal szembeni kiszolgáltatottság mérséklésére, a sérülékenységek becslésére. Ennek érdekében kezdődött el finn vezetéssel az EURISGIC (EUropean RISK on Geomagnetically Induced Currents) FP7-projekt tervezése (EURISGIC, 2011). Az EURISGIC-projektben a soproni geofizikusok feladata az európai litoszféalemez indukciós modelljének megalkotása és az obszervatóriumi tellurikus adatsorok átfogó elemzése. Részvételünk előzményeihez a nagycenki obszervatórium 1957-től rendelkezésre álló egyedülálló adatsora, továbbá néhány finn–magyar projekt jelentette az alapot. Így pl. Finnországban az első terepi magnetotellurikus méréseket magyar (soproni) kutatócsoport végezte (Ádám et al., 1982), és az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet modellező laboratóriumában tarták fel az aurorális elektrojet több sajátosságát (Viljanen – Szarka 1995).

Ebben a tanulmányban a témakör bemutatását követően az obszervatóriumi idősorokkal és a forrástanulmányokkal kapcsolatos eredményeket foglaljuk össze, majd bemutatjuk az európai litoszféalemez elektromos szerkezetének általunk meghatározott modelljét.

A geomágneses tér

Míg nehézségi erőtere minden testnek van, amelynek tömege van, a mágneses tér kialakulásának, fennmaradásának speciális feltételei vannak. Mágneses terüket tekintve még a Föld típusú bolygók is elég nagy eltéréseket mutatnak.

A Föld légkörének külső határfelülete a magnetopauza, ahol a földi mágneses tér nyomása egyensúlyt tart a napszél aktuális dinamikai nyomásával. A magnetopauzán töltött részecskék csak különleges folyamatok révén jutnak át, így tehát a magnetopauza lényegé-

ben „buborékba” zárja a Föld légkörét olyan magasságban, ahol azt a gravitáció már képtelen lenne megtartani. Az ionizált felső légkörnek ezt a tartományát hívjuk *magnetoszférának*.

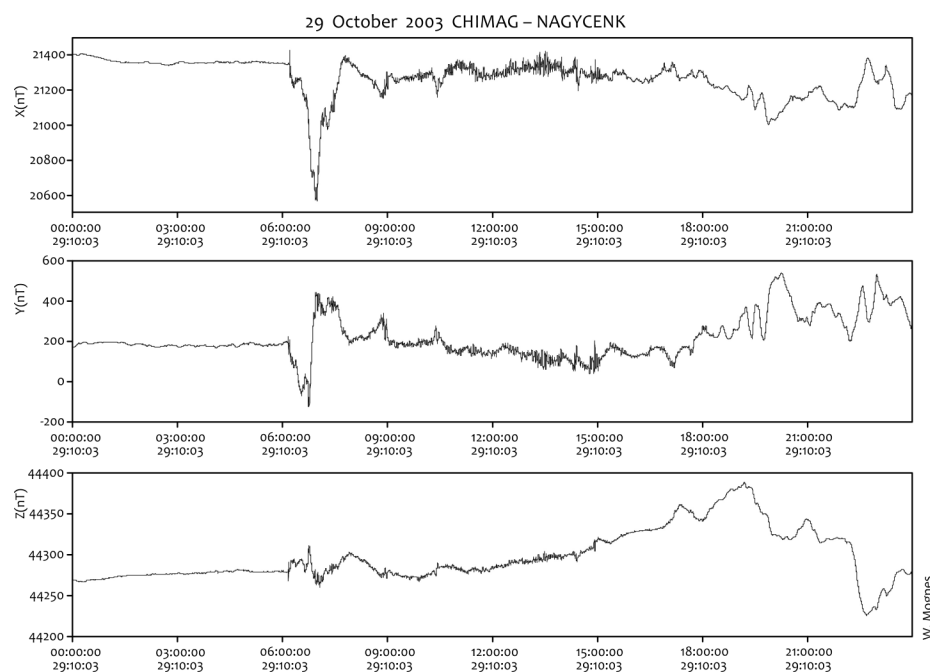
Eredetét tekintve a Föld mágneses terét három összetevőre bonthatjuk: az ún. fő térre, az ún. anomális térre és a fő térre szuperponálódó külső eredetű térre.

A mágneses tér külső eredetű változásainak legfőbb energiaforrása a napszél kinetikus energiája. Az energiaáram a magnetopauzánál a napsugárzás energiaáramának mintegy 10^{-4} -szerese. A napszél energiájának csak néhány százaléka jut be a magnetoszférába. A bejutó energia jelentős része Joule-hő formájában disszipálódik. A fennmaradó energia ionoszférikus áramrendszerek, valamint magnetohidrodinamikusszerű hullámok közvetítésével jut el a Föld felszínére, ennek következtében a felszíni eloszlása egyenetlen. Magasabb geomágneses szélességeken az energiasűrűség több nagyságrenddel meghaladja a közepes szélességeken tapasztalhatót.

Geomágneses viharok és pulzációk

A geomágneses tér kis amplitúdójú, közel harmonikus külső eredetű változásait pulzációknak nevezzük, a megerősödött napszéllel összefüggő igen intenzív változásokat pedig geomágneses viharoknak. (Ezeket kívül természetesen még számos más jelenséget – tranziens és harmonikus egyaránt – lehet elkülöníteni, de ezek a napszél és a mágneses tér közötti energiacsatlás szempontjából kevésbé érdekesek.)

A geomágneses viharok jellemző időtartama néhány óra, de előfordulnak több napig tartó viharok is. Ha a Földet napkitörésből eredő plazmafelhő találja el, akkor a viharok jellegzetes impulzuszerű kezdete van (Sudden



1. ábra • Halloween-esemény (SSC kezdetű vihar a nagycenki MTA Széchenyi István Geofizikai Obszervatórium regisztrátumán, 2003. 10. 29.)

Storm Commencement –SSC) (1. ábra). A viharok intenzitását a napszél sebessége és az interplanetáris mágneses tér együttesen határozza meg. Amplitúdójuk közepes szélességeken néhány száz nT, a sarkifényövezetben néhány ezer nT is lehet. Az egész Földön hasonló morfológiájú viharok ekvivalens áramrendszere az egyenlítő fölött a magnetoszférában kialakuló gyűrűáram.

A Napból érkező részecskeáramlásból a mágneses térbe történő energiabetáplálási folyamat az erővonal-összekapcsolódás. A napszél energiájának egy része (alig néhány százaléka) a bolygóközi mágneses tér és a magnetoszféra erővonalainak összekapcsolódása révén részecskegyorsítással kerül be a magnetoszférába. Erővonal-összekapcsolódás csak akkor jöhet létre, ha a bolygóközi mágneses térnek van dél felé mutató komponense. Ez az energiabetáplálás határozza meg a mágneses tér háborgatottságának mértékét, azaz az általános geomágneses aktivitást.

Ettől teljesen eltérő a pulzációk (ULF – Ultra Low Frequency) keletkezéséhez vezető energiabetáplálási folyamat. Növekvő periódusuk szerint Pc1–Pc5 típusokat különítünk el, a periódus ezeknél 1 s-tól 600 s-ig nő.

A Pc1–2 típusú pulzációk mágneses erővonalak mentén terjedő – nem álló – magnetohidrodinamikai (MHD-) hullámok, ebben alapvetően különböznek hosszabb periódusú társaiktól. A leggyakrabban előforduló, Pc3 típusú pulzációkon belül megkülönböztetünk kompressziós és transzverzális eredetűeket. A kompressziós Pc3 hullám a magnetopauza előtti, ún. *upstream* térségben lejátszódó hullám-részecske kölcsönhatás eredménye. A transzverzális hullámok keletkezésére kézenfekvő magyarázat az erővonal-rezonancia, ám gyakran mutatnak *upstream* sajátosságokat. Emiatt valószínűsíthető, hogy a két pul-

zációs módus esetenként ugyanannak az energiának két különböző úton való becsatlózkodása (Verö – Zieger 1994; Anderson, 1994).

A tipikus Pc4 pulzáció radiális irányban polarizált (polidális) ULF-hullám az egyenlítő szűk környezetében. Eredetüket tekintve valószínűleg 150 keV körüli protonok ún. *bouncing* rezonanciája révén keletkeznek. Pc5-ös pulzációk több különböző mechanizmus által alakulhatnak ki.

*A nagyeceni MTA Széchenyi István
Geofizikai Observatórium adatai
és a tevékenységi indexek*

Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézetéhez tartozó nagyeceni MTA Széchenyi István Geofizikai Observatóriumban – több más térjellemző, így a mágneses tér komponensei mellett – az elektromos tér időbeli változásainak (az ún. tellurikus, azaz földi áramoknak) folyamatos regisztrálása is folyik. A földi áramok nagy időbeli felbontású mérése az obszervatóriumban már 1957-ben, a Nemzetközi Geofizikai Év során elkezdődött.

A geomágneses tér változásait aktivitási indexekkel szokás jellemezni. Tekintettel arra, hogy a tellurikus tér lényegében a geomágneses tér idő szerinti deriváltja (lásd a Faraday-féle indukciós törvényt), a nagyeceni tellurikus adatokból meghatározott aktivitási mérték, az ún. T-index a geomágneses indexekhez képest inkább a magasabb frekvenciás változásokra érzékeny, ezért közvetlenebbül jellemzi a geomágneses indukciós kockázat mértékét.

A T-indexet egy 0-tól 9-ig terjedő skálán háromórás intervallumokban a legnagyobb és legkisebb elektromos térerősség különbsége alapján számítjuk. A T-index értékeit 1957-től egészen az 1990-es évek elejéig analóg

regisztrátumból határozták meg. Ennek az egyedülállóan hosszú regisztrátumnak a digitalizálása jelenleg is folyik.

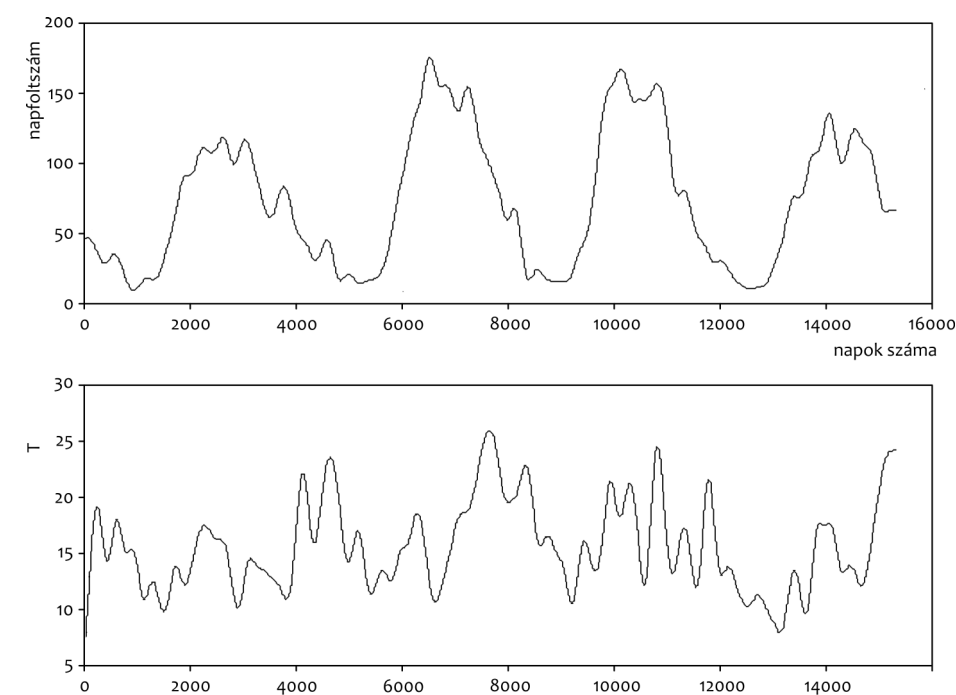
A geomágneses aktivitás több jellegzetességére derült fény eddig is az indexek spektrális és statisztikai analízise során (2. ábra).

A naptevékenység jól meghatározott, átlagosan tizenegy éves periódusa jellemző a geomágneses tér és ezzel együtt a Föld plazmakörnyezete háborgatottságára is, de a geomágneses aktivitás szélsőértékei más források, valamint az energiacsatlás feltételeinek változása miatt jelentősen eltérhetnek a naptevékenység alapján várhatótól. A geomágneses indexek a geomágneses aktivitás többépcős növekedését jelzik az utolsó száz évben. Ezen belül is kiemelten aktív időszaknak bizonyult az előző napciklus. Történeti

adatokból tudjuk, hogy a naptevékenység, és vele együtt a geomágneses aktivitás nemcsak a napcikluson belül, hanem hosszabb időtávon vizsgálva is jelentősen változott.

Az indukált áramok nagysága

Amint ismert, két tetszőleges felszíni pont között az elektromos potenciál különbségét az elektromos tér vonalintegrálja adja. A két végpontjában földelt áramvezetőben (ami lehet például egy csővezeték vagy egy nagyfeszültségű távvezeték elektromos modellje) a potenciálkülönbség hatására áram folyik. Numerikus számítások és hosszú obszervatóriumi tellurikus adatsorok azt mutatják, hogy nyugodt és közepes tevékenység esetén a felszíni elektromos tér nagyságrendje általában 10^{-3} – 10^{-2} V/km körül van. Az 1 V/km-t



2. ábra • Egyéves aluláteresztő szűrővel transzformált napfoltszám és T-index adatsor az 1957–2008 időszakra

meghaladó amplitúdó nagy mágneses viharok során a sarkifényövben gyakori, de közepes geomágneses szélességeken nagyon ritka. Az 50 V/km amplitúdó a sarkifényövben is szélsőségesen nagyknak tekinthető.

Az elektromos távvezetékek és az acélfalú csővezetékek jellemzően több száz km-es hosszával és 1 W körüli ellenállásával számolva a geomágneses indukció révén a vezetékekben folyó indukált áram nagyobb viharok során a több 100 A nagyságrendet is elérheti.

Csővezetékknél a földi áramok csak ott tudnak a rendszerbe belépni, ahol a szigetelés megrongálódott, vagy mesterséges földelési helyek vannak, mint például szivattyúállomások esetében. A földelési helyeken – a változó áramnak megfelelően – az áram hol a csővezetékben, hol a földbe, hol fordítva folyik, miközben az egyik félperiódusban a talajvízben disszociálódott H^+ és OH^- ionokból és a csővezeték anyagából (Fe) az anódon $Fe(OH)_2$ és $Fe(OH)_3$ (közönséges rozsda) képződik. A korróziós folyamat jelentősége a periódusidő növekedésével nő. Kritikussá a jelenség akkor válik, ha a periódusidő elég hosszú ahhoz, hogy a fémionok migrációval az anódtól úgy eltávolodjanak, hogy az áramirány megfordulásakor (a következő félperiódusban) oda nem jutnak vissza. Átlagos talajvízzel mint elektrolittal számolva 1 A egyenáram egy év alatt mintegy 10 kg vasat képes a csővezeték falából a földbe szállítani.

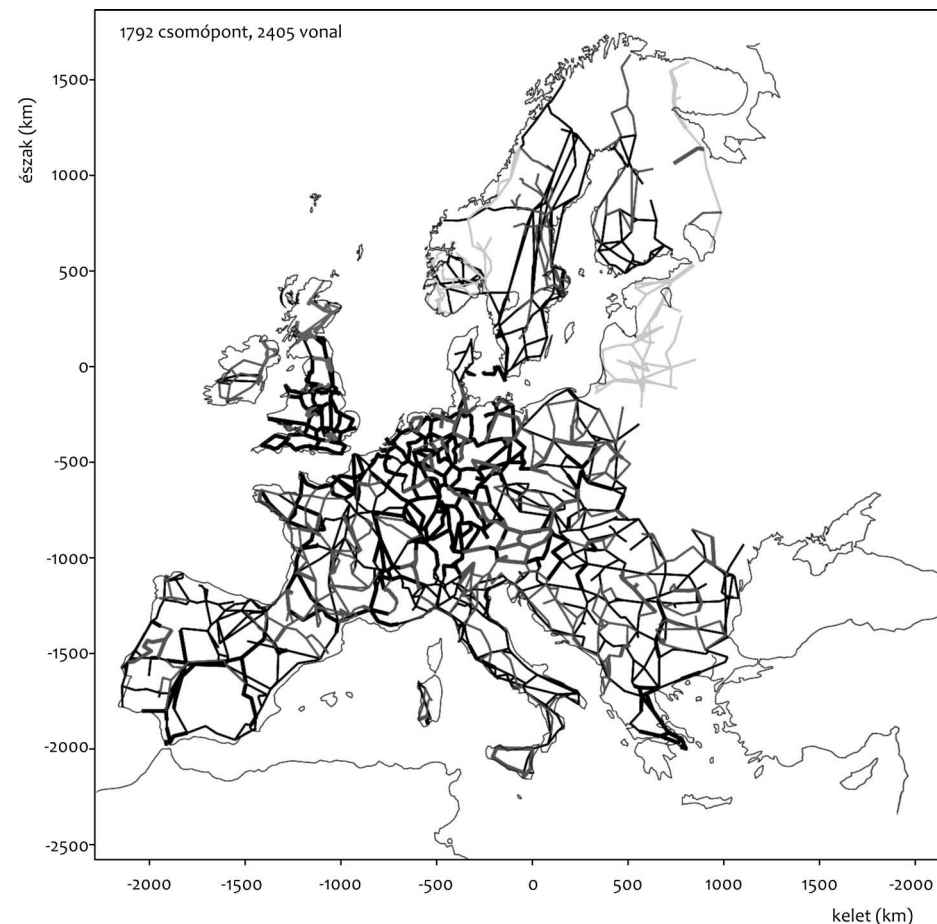
Az ULF-tartományba eső indukált áramokat a villamosenergia-átvitelben alkalmazott 50–60 Hz-hez képest kvázi-egyenáramoknak tekinthetjük. Az indukált áramok a háromfázisú transzformátorok földelési pontjain jutnak a rendszerbe, és a transzformátorok részleges vagy teljes szaturációjához vezetnek. A részleges szaturáció miatt irányítás-technikai problémákat okozó felharmoniku-

sok jelennek meg, szélsőséges esetben pedig a transzformátor túlfűtése annak teljes tönkremenetelét okozza. A felharmonikusok megjelenése elég gyakran megfigyelt jelenség, a transzformátorok leégése – mint például az 1989. évi kanadai eset – ritka, de rendkívül súlyos következményekkel járó esemény.

A geomágneses viharok által indukált áramok hatásának vizsgálatához, továbbá a megfelelő műszaki védelem kialakításához és a tényleges veszélyhelyzetek előrejelzéséhez a kvalitatív becsléseken túlmenő, komplex modellre van szükség. Az európai villamosenergia-hálózat magas integráltsága, sok pontban földelt rendszer (3. ábra), ami inkább hasonlít egy sűrű pókhálóra, mint egy lineáris áramvezetőre. A geomágneses tér primer forrásainak sokfélesége (az aurorális elektromos jettől a gyűrűáramig) miatt elengedhetetlen a primer források tényleges fizikai paramétereinek vizsgálata, de a felszín alatti térség fajlagos elektromos ellenállásának eloszlását is ismerni kell. Geofizikai tapasztalatok szerint ugyanis a földtani tagoltság a helyi elektromos tereket olyan mértékben megváltoztathatja, hogy számításokat csak az elektromos vezetőképesség egész európai litoszférelmezre kiterjedő modelljén lehet elvégezni.

A geomágneses tér ULF-tartományba eső primer forrásainak vizsgálata

A felszín alatti rétegekben kialakuló indukált áramok intenzitását és fázisát (a mágneses változásokhoz viszonyított időbeli eltolódását) – adott elektromágneses (EM) forrás esetén – elsősorban a közetrétegek fajlagos elektromos ellenállása és azok mélység szerinti eloszlása határozza meg. A magnetotellurikus módszer alkalmazásakor a felszíni térváltozásokat síkhullám természetűeknek tekintjük (Tikhonov, 1950; Cagniard, 1953), a köze-



3. ábra • Az európai elektromos távvezetékrendszer legalább 220 kV-os vezetékeinek rendszere (Viljanen et al., 2012 alapján)

dell számítása (Ádám et al., 2002) ennek megfelelően történik. Ám ez az egyszerűsítő feltevés nem általános érvényű, hisz az egyenlítő környékén és a sarkifényövben az egyenlítői és a sarki elektrojetek felszíni mágneses tere közelítőleg sem írható le síkhullámként.

Az ULF-tartományban a mágneses tér felszíni változásainak elsődleges forrásai az ionoszférában kialakuló áramrendszerek. Általános ionoszférikus forrás-áramterekre meghatároztuk a felszíni impedanciát, azaz a tellurikus és a totális mágneses tér viszonyát

a forrás geometriai sajátosságait leíró paraméterek függvényében. A legfontosabb geometriai jellegű forrásparaméterek a következők: a kiterjedés, valamint az áramirányú forráshullámhossz. Numerikus számításokkal meghatároztuk az impedanciát a felszín alatti fajlagos elektromos ellenállás rögzített eloszlása mellett. Az obszervatórium környezetében érvényes közegmodellt (Ádám, 1970) használva, az impedanciát a forrásparaméterek függvényében megjelenítve a 4. ábra alapján a következő megállapítások tehetők.

Nagy forráshullámhossz (kvázi-síkhullám) esetén az impedancia abszolút értéke a forrás kiterjedésétől gyakorlatilag független. A forrás hullámhosszának csökkenésével (a L hullámszám növekedésével) mind az amplitúdók aránya, mind az impedancia fázisa monoton csökken. Megállapítható továbbá, hogy kis forráshullámhosszak (nagy L hullámszám) esetén a forrás kiterjedése a térváltozások amplitúdójának arányát erősen befolyásolja.

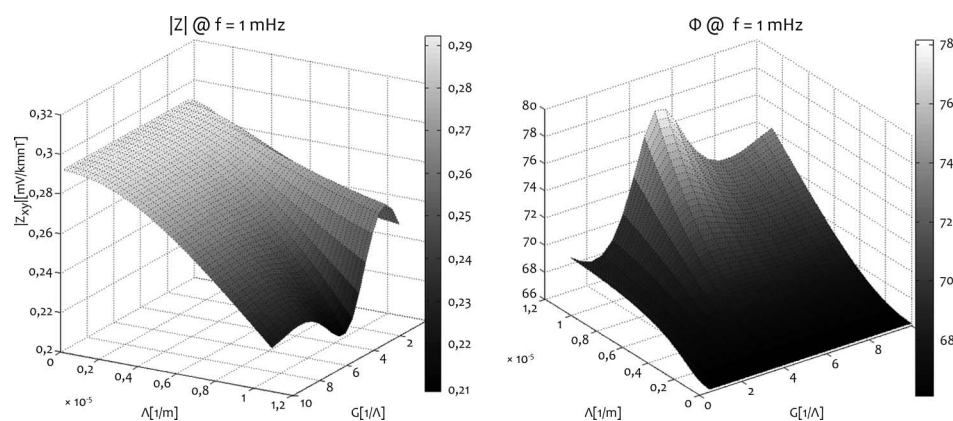
Az említett MHD-hullámforrások eredményeként terjedő perturbációk az erővonalak sajátos geometriája következtében az ionoszférában áramokat keltenek, és kiterjedt – akár globális – áramrendszereket okoznak. Az indukciós vizsgálatok során az MHD-folyamatok eredményeként kialakult ionoszférikus áramrendszerek mágneses tér-változásainak, illetve az általuk indukált tellurikus áramok tereinek eredőjét regisztráljuk.

Az európai litoszférolemez geoelektromos modellje: EURHOM (EUropean RHO Model)

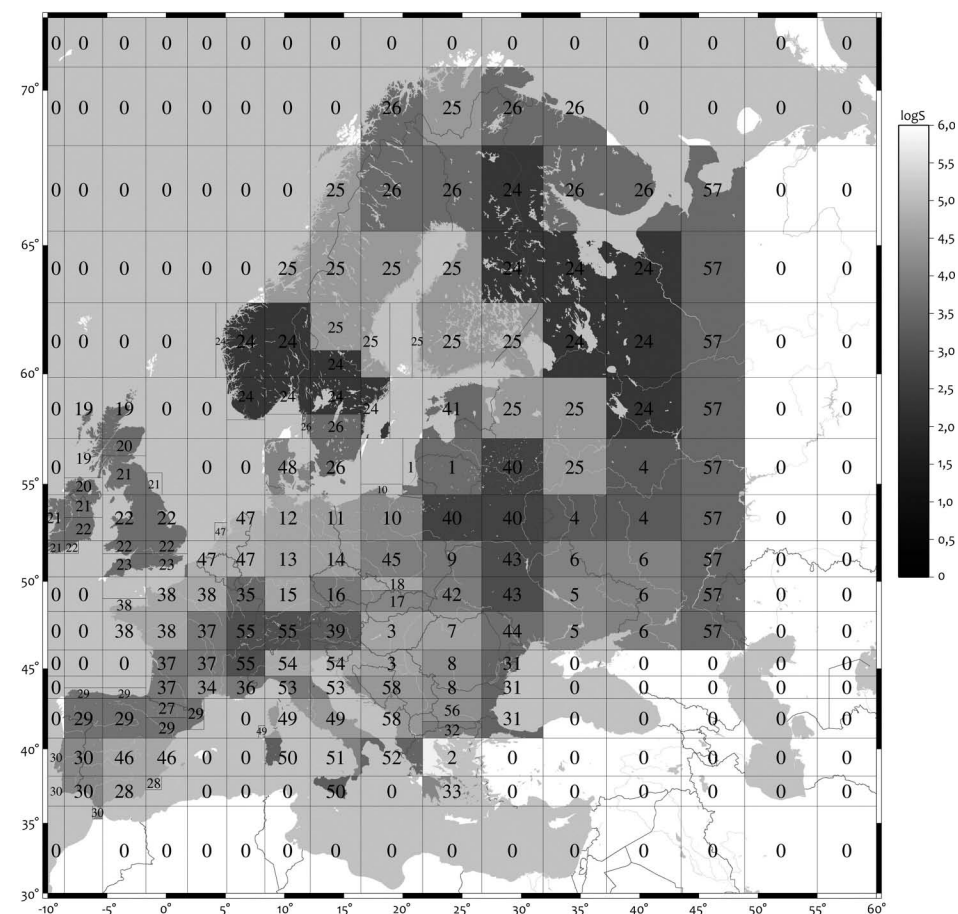
A magnetotellurika alapösszefüggése szerint a helyi felszíni elektromos teret a fajlagos

elektromos ellenállás mélybeli eloszlása is befolyásolja. A kőzetek fajlagos elektromos ellenállása igen változó, azt leginkább a pórus-térfogatot kitöltő elektrolit jellege és a kőzet hőmérséklete határozza meg.

Az EURHOM az európai litoszférolemez térbeli fajlagos elektromos ellenállása eloszlásának meghatározására olyan kvázi-háromdimenziós modellt állít fel, amely különféle méretű cellákból épül fel, a cellákon belül pedig ún. egydimenziós (csak mélységfüggő) struktúrát tételez fel. A modell horizontális felbontásának figyelemmel kell lennie a tektonikai zónákhoz kötődő legjelentősebb jól vezető vezetőképesség-anomáliákra, de a nagyobb hegyvonulatokra, kiterjedt üledékes medencékre, a domborzatra és természetesen a távvezeték-hálózat topológiájára is. A mélybeli vezetőképesség-anomáliák magnetotellurikus és geomágneses szondázásokból csak részben ismertek, ami további korlátot jelent a modell horizontális felbontására. A modell eltérő méretű celláit hosszúsági és szélességi körök választják el. Arra vonatkozóan, hogy az egyes cellákon belül milyen mélység tarto-



4. ábra • A felszíni impedancia modulusának és fázisának függvénye a forrás jellemző L hullámhosszának reciproka és a forrás G kiterjedésének függvényében, 1 mHz-es frekvencián



5. ábra • EURHOM – az európai litoszférolemez összegzett elektromos vezetőképessége (S-térkép) a felszíntől 160 km mélységig

mányt kell alkalmazni, támpontot ad az elektromágneses tér abszorpciójával (behatolási mélységgel) kapcsolatban álló skinmélység, ami annak a mélységnek felel meg, ahol az amplitúdó a felszíni érték e -ed részére csökken. Az 50–200 km mélység tartományban változó litoszféra-asztenoszféra határfelületen a fajlagos ellenállás 1 Wm-re vagy az alá csökken (Ádám – Westergom, 2001). Az ULF-tartományban ez olyan jelentős abszorpciót jelent, amely az elektromos ellenállás na-

gyobb mélységben feltételezett változásait a modellben érdektelenné teszi. A litoszférán belül legalább az üledéket és a kristályos aljzatot el kell választani, így az egyes cellákat legalább háromréteges, egydimenziós szerkezet tölti ki.

Az összegzett elektromos vezetőképesség EURHOM alapján számított térképét mutatja az 5. ábra. A modell digitális formában szabadon letölthető/hozzáférhető (Ádám et al., 2012).

Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont soproni intézete a geomágneses tevékenység statisztikai feldolgozásával, a térforrások elemzésével és az európai litoszfé-ralemez elektromos vezetőképessége modell-jének megalkotásával járult hozzá a projekt-

hez, amelynek egyes fejleményeiről Ari Viljanen és munkatársai (2012) számolnak be.

Kulcsszavak: *geomágneses vihar, geomágneses indukció, indukciós kockázat, magnetotellurika, EURHOM - geoelektromos litoszféramodell*

IRODALOM

- Ádám Antal (1970): A földi elektromágneses tér szerepe a Föld belső szerkezetének kutatásában. MTA X. Osztályának Közleményei, **4**, 385–416, 1970.
- Ádám Antal – Kaikkonen, P. – Hjelt, S. E. – Pajunpää, K. – Szarka L. – Verő J. – Wallner Á. (1982): Magnetotelluric and Audiomagnetotelluric Measurements in Finland. *Tectonophysics*, **90**, 1–2, 77–90. • [http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951\(82\)90254-2](http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951(82)90254-2)
- Ádám Antal – Wessertgorn Viktor (2001): An Attempt to Map the Depth of the Electrical Asthenosphere by Deep Magnetotelluric Measurements in the Pannonian Basin (Hungary). *Acta Geologica Hungarica*, **44**, 167–192.
- Ádám Antal – Szarka L. – Verő J. (2002): Electric Field of the Earth. In: Lastovicka, J. (ed.): *Encyclopedia of Life Support Systems*. Eolss Publishers Co Ltd. • www.eolss.net
- Ádám Antal – Lemperger I. – Novák A. – Prácer E. – Szarka L. – Wessertgorn V. (2012): *Geoelectric Lithosphere Model of the Continental Europe: European RHO Model (EURHOM)*. i.e. *Spatial Distribution of Resistivity (Ohmm) in the European Lithosphere Plate*. <http://real.mtak.hu/2957/>
- Anderson, B. J. (1994): An Overview of Spacecraft Observations of 10s to 600s Period Magnetic Pulsations in the Earth's Magnetosphere. *AGU Monograph*, **81**, 25–43.

- Cagniard, Louis (1953): Basic Theory of the Magnetotelluric Method of Geophysical Prospecting. *Geophysics*, **18**, 605–635.
- EURISGIC (EUropean RISK on Geomagnetically Induced Currents). • www.eurisgic.eu
- Tikhonov, A. N. (1950): Determination of Electrical Characteristics of the Deep Strata of the Earth's Crust. *Doklady Akademii Nauk USSR*, **73**, 293–297. • http://www.geophysics.dias.ie/mtnet/papers/ClassicPapers/Tikhonov_1950_Doklady.pdf
- Verő József – Zieger Bertalan (1994): Upstream Waves and Field Line Resonances—Pulsation Research at the Nagycenk Observatory during Three Solar Cycles. *AGU Monograph*, **81**, 55–66. doi:10.1029/GM081p0055
- Viljanen, Ari – Pirjola, R. – Wik, M. – Ádám A. – Prácer E. – Sakharov, Ya. – Katkalov, Yu. (2012): Continental Scale Modelling of Geomagnetically Induced Currents. *Journal of Space Weather and Space Climate*, **2**, A17, (Electronically published on 28 September, 2012) • <http://dx.doi.org/10.1051/swsc/2012017> http://www.swsc-journal.org/index.php?option=com_article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/swsc/full_html/2012/01/swsc120035/swsc120035.html
- Viljanen, Ari – Szarka László (1995): Analogue Model Studies of Induction Effects at Auroral Latitudes. *Ann. Geophys.*, **13**, 1187–1196. DOI:10.1007/s00585-995-1187-4

Tanulmány

A SZOCIÁLIS GAZDASÁG ÚJ FEJLEMÉNYEI A MAI VIDÉKI MAGYARORSZÁGON

Kelen András

CSc, Általános Vállalkozási Főiskola
kelen.andras@avf.hu

A szociális gazdaság kereteinek jogi megfogalmazása, közigazgatási kezelhetőségének megteremtése még nem került napirendre Magyarországon, bár a fogalmat lassan a civil társadalomra hivatkozások gyakoriságával emlegetik. Ha az „eljogiasodás” még nem kezdődött is el, szociális vállalkozások szerencsére szép számban léteznek – hogy csak a mezőgazdaságból merítsek: a foglalkoztatási célú szövetkezetektől kezdve a gazdálkodni igyekvő egyesületeken, leggyakrabban *térségi turisztikai szervezeteken* (TDM¹) keresztül a helyi őstermelői piacokig, de egyes, a kölcsönös hasznú civil szervezetek módjára működő káéftéki is. Tehát nem úgy áll a dolog ebben a szektorban, mint a nonprofit szervezetek

esetében, amelyek csak a jogi lehetőség megnyíltával indulhattak el negyedszázaddal ezelőtt. Definícióképpen itt és most legyen elég annyi, hogy szociális gazdaság esetében mindig *társas vállalkozásokról* van szó, amelyek valamely égető társadalmi kihívásra adnak választ, így vidéken leggyakrabban a nehezen foglalkoztatható emberek önszerveződésre képesítését és értelmes munkához jutását tűzik ki céljukul. További definiálással és pontos modellezéssel jobb megvágni a szektor jogi konstitúcióját, eladdig amolyan *használatkonstrukciók* segítségével vehetjük sorra a mezőgazdasággal kapcsolatos fellelhető tipikus eseteket, igyekezve gazdaságszociológiai szövegösszefüggésbe helyezni azt a tartalmas trendet, amelyet képviselnek. Ez a tanulmány arra is vállalkozik, hogy a tudományos áttekintés mellett rámutasson a legkézenfekvőbb közpolitikai következtetésekre is.

Közvetlen értékesítés

A közvetlen értékesítés közkeletű meghatározása szerint itt a kereskedelem kikapcsolásáról

¹ A helyi és térségi turisztikai szervezetek termékfejlesztéssel (például túraútvonalak kitáblázása), turisztikai információs rendszerek működtetésével, marketinggel és szemléletformálással, infrastruktúra-fejlesztéssel foglalkoznak, összefogják az érdekelt szereplőket. Feltűnő, hogy a vidéki szociális gazdaság e szervezetei gyakran egyesületi formában működnek, és főtevékenységi körükben gazdálkodnak, márpedig egy civil szervezetnél ez félreértés, erre találták ki a szociális vállalkozásokat.

van szó, a termelő közvetlenül lép üzletre a fogyasztóval. Az érintettek² az általuk előállított élelmiszereket a kereskedelem közbejötté nélkül is piacra vihetik, vagy eladhatják éttermeknek, szállodáknak, közétkeztetési intézményeknek, mint végső fogyasztónak. A farmról történő eladástól abban különbözik ez a rendszer, hogy nemcsak helyben, hanem távolabbi régiókban vagy akár a fővárosban is lehet értékesíteni – de akármennyire cél is a piacra jutás támogatása, a lokális jelleget azért fenn kell tartani. A lokalitásra vonatkozó szabályozás a határt most a szomszéd megye határánál húzza meg, illetve a főváros speciális nagysága miatt beleérti a fővárosi terítést is. A közvetlen értékesítés e csatornáinak kialakításával-bejáratásával a korábbi „kötötpályásnak” is nevezhető termékértékesítés rendszere lassanként átadja helyét egy összetett, posztmodern összevisszaságnak, amely jobban ellenállhat a hazai krónikus élelmiszer-inflációs nyomásnak, és amelyből mindenki jobban jöhet ki.³ Perspektivikusan itt az úgynevezett *közösség által támogatott mezőgazdaság* (CSA) egyik formájával állunk szemben, ahol a fogyasztói vagy termelői oldal szükségképpen egy közösség formájában, jó esetben akár ökoszociális cserepartner-

ségben jelenik meg. Ha a termelői oldal tömörül közösségbe, akkor helyi piaccal vagy éppen szövetkezettel állunk szemben, ha pedig a fogyasztók állnak össze, akkor a cél rendszerint az, hogy egy szomszédság kapcsolatot találjon egy gazdasághoz, részt vállaljanak annak üzleti kockázataiban és arányosan részesüljenek terményeiben. Ennyiben tehát a közvetlen értékesítés – akár piacon történik, akár más csatornákon – kielégíti a szociális gazdaság legfontosabb kritériumát: a munkaadó és munkavállaló cserekapcsolatának lecsupaszított dichotómiája helyett valamely működő közösség érezhető jelenlétét látjuk a gazdasági tranzakciókban.

Az élelmiszer-termelésben tapasztalható globalizációnak – aminek Magyarország egyértelmű nyertese – nem a *nemzeti* a közpolitikai ellenpólusa, hanem a *városkörnyéki*! A helyi és szolidáris gazdaság fejlesztése a globalizáció jó kiegészítője, segíti a globalizáció nyomásának egyes veszteseit azzal, hogy új esélyt teremt számukra. Ez az esély pedig nem az önellátásban, önerőre támaszkodásban rejlik, hanem a helyi gazdaság fellendítésében, a nagykereskedők áru kínálatával szemben támasztott helyi termékekre alapozó verseny sikerében. A *defenzív* lokalizáció⁴ helyett

² Az európai gyakorlat általában 3 kategóriába sorolja a rendszerbe bekapcsolódó termelőket árbevétel, illetve földméret szerint: 1. őstermelők, kistermelők, akik éves bevétele nem haladja meg a 2000 eurót; 2. családi gazdaságok, vállalkozók legfeljebb évi 47 500 eurós bevétellel; 3. társas vállalkozások, amelyekre mennyiségi küszöb vonatkozik, havonta legfeljebb 16 nagyállategységnyi hústerméket értékesíthetnek közvetlenül (1 nagyállategység = 500 kg élő tömegű szarvasmarha).

³ A kisléptékű termelés számára megnyitott közvetlen értékesítés és a létrejövő sokcsatornás élelmiszerrendszer úgy képes előnyben részesíteni a globalizáció veszteseit, hogy nem okoz közben érdeksérelmet senkinek. Úgy tud új esélyeket és új piacra lépőket teremteni, hogy versenyt generál a kereskedelmi áruházláncoknak.

⁴ Az önerőre támaszkodás jegyében a Védjegylevél hozta be Magyarországra a közvetlen értékesítés gondolatát – sajnos azonnal agresszív-defenzív felfogásban (a „parasztnyúzóan olcsó” kereskedelmi élelmiszerláncok és más „nem adózó” nemzetközi nagyvállalatok ellenében). Itt jegyzem meg, hogy a gazdaság lokális beágyazásának programja a globalizáció élvonalainak kebelében született meg. Magyarországon például a máig hatályos, többször tovább liberalizált törvény 2006-ban jött ki. A politika progresszív oldala szívesen azonosul vele, mert munkalehetőséget nyit meg egy nehezen foglalkoztatható célcsoportban, a konzervatívok szíve pedig repeshet a kulturális tartalom lehetőségétől, amennyiben a regionálist mint az elfeledett hagyomány kincsesei tárházát lehet ünnepelni.

helyénvalóbb a kisléptékű *párhuzamos* felfogása, minél több új szereplő piacra léptetése. A későbbiekben aztán a szolidaritás ezen új kis körei esetében is nemzetköziesítésére nyílik majd lehetőség.⁵

Egy másik megközelítésben is előre lehet lépni az élelmiszer-gazdaság lokalizációjában. A városkörnyéken folyó spontán nem mezőgazdasági jellegű földlekkötések megnehezítése érezhetően erősíteni képes a helyi mezőgazdaságot, mert a városkörnyéknek kitüntetett szerepe van a közvetlen értékesítés felemelésében. Valahogy úgy, ahogyan azt már Erdei Ferenc is ábrázolta város és vidéke, a tanyás mezővárosok és a város körüli kertként művelt övezet kapcsán, illetve ahogy már ő is szóvá tette felemészthetőségüket. A közvetlen értékesítés sürgetett felemelkedése, mint a plázák-nak támasztandó verseny euro-kompatibilis színtere, ugyan nem a régi második gazdaság (főfoglalkozás és ház körüli kiegészítő gazdálkodás) mintájára megy végbe ma Magyarországon,⁶ az Erdei-leírások azonban ma is érdekesek, hiszen ez a fogalmi hagyomány a szociális gazdaság alakuló magyar változatának, szerencsés esetben a XXI. századi kert-Magyarországnak konstitutív eleme lesz. A városkörnyéki földlekkötések lassítása, a zöldmezős beruházások visszaszorítása a barname-

zősök irányába, illetve a belterületbe vonások mérséklése egy GSZB-határozat formájában ma már uniós politika rangjára emelkedett.⁷

Az új földtörvény koncepciója – amely a nemzeti önvédelem garanciális intézményrendszerét hivatott szaporítani, de ezúttal „finomítási iterációk” nélkül egyből eurokonform módon – is kitér arra, hogy a főszabálytól eltérően kijelölhetők olyan városkörnyéki kisparcellás övezetek, ahol a földműveléssel nem foglalkozók is tulajdont tarthatnak fenn (Vidékfejlesztési Minisztérium, 2012). A törvényen dolgozó jogi iroda ugyan itt is hűségesen a „spekulánsok” elleni harcban teszi meg az engedményt, valójában azonban – még ha ők ezt még nem tudják is – már a városszéli lakótelepektől nem túl messze eső közösségi kertparcelláikon házilagosan kertészkedő városlakók izmosodó igényeinek ágyaznak ezzel meg.

A *kisléptékű* élelmiszerrendszerekkel kapcsolatos új kistermelői rendelet szerzői önértelmezése szerint a hazai szociális gazdaság regionális vonatkozásait alapozta meg. Valójában azonban csupán a kisvállalkozói szektor közétkeztetési, iskolaellátási és más közvetlen értékesítési lehetőségeit tágitotta ki dicséretes és piacépítő módon a nagyvállalkozói versenytársak rovására. Az még sajnos várat magára, hogy a szociális vállalkozók is benyomuljanak ebbe a létrehozott piacvájatba, itt egyelőre csak néhány elszigetelt pozitív kezdeményezésről lehet beszámolni.⁸

⁷ Az Európai Gazdasági és Szociális bizottság véleménye a városkörnyéki mezőgazdaságról (2005/C 74/12).

⁸ Elsőként hadd említsem a hernádszentandrásai példát, ahol azt tartják, hogy a falu attól falu, hogy van saját termelése. A huszonhét leendő helyi biokertészből álló „Biocsapat” hűen tükrözi a lakosság kor- és szociális összetételét. Férfiak és nők vegyesen, állással rendelkezők és munkanélküliek egyaránt ügyködnek, másfél éves képzésben vesznek részt. Eleinte sokan lenézték, cseléd-

Helyi piacok

Az őstermelő fogalmába elengedhetetlenül beleértendő az, hogy számára nem életszükséglet a növekedés és tőkefelhalmozás. Ez a kritérium egyébként a szociális gazdaság *sine qua nonja* is, bár az őstermelők önmagukban nem tekinthetők szociális vállalkozásnak, lévén nem társas szervezetek. Az őstermelők ebben az összefüggésben úgy jönnek mégis képbe, hogy akár a helyi piacon értékesítenek, akár valamely fogyasztói szövetkezeten keresztül, leggyakrabban közösségtámogatta mezőgazdaság koncepciójába illeszkednek.⁹ Míg tehát a növekedés nem része a célfüggvénynek, addig a szövetkezés az őstermelők között elengedhetetlennek látszik. Egyre kevesebb termékkel foglalkoznak ugyanis őstermelői szinten, és így csak egy hálózat részeként képesek *stabil termék* alapot biztosítani bármely értékesítési cél számára.

A helyi termelői piac kategóriája abban különbözik az üzemszerűen működő piacoktól, vásárcsarnokoktól, hogy az engedélyeztetésére, működtetésére és higiéniai követelmé-

nyeire egyszerűbb követelményeket szabnak meg – csak be kell jelenteni a jegyzőnek. A falusi piac ennyiben egy újjáéledt *önszabályzó* intézmény, ahol minél többen árulnak, annál színesebb a kínálat, de soha sincs túlkínálat, mert akkor osztódni fog (egy még kisebb térségre terjed ki). Kisebb vevőszám esetén pedig hosszabb lesz a tranzakciós idő, ami nem más, mint közösségteremtés. Világos határt kell húzni, hol van vége a *lokalitásnak* (ahol még ismerik egymást), és hol kezdődik a befektetők és értékesítő szakemberek világa. Lokális termék az, amiről a városiak nem tudnak: aminek ugyanis *híre* megy, ott a határ egyhamar a csillagos ég. Itt jegyzem meg, hogy a helyi termelés, valamint a helyi hírekből és helyi hirdetőkből táplálkozó ún. *hiperlocal* újságírás nagyon hasonló ökoszisztémában, üzleti modellben működtethető, és egyik sem teszi fölöslegessé az áruházláncokat és országos napilapokat.

Ezen a piacon az *élelmiszerbiztonsági előírások* nem érvényesek. Elég a közösség által készített, a szakma által elfogadott és a hatóságok által jóváhagyott „jó higiéniai gyakorlat”

nek csúfolták azokat, akik ebben a projektben dolgozni indultak. A csapat mentorálását a gödöllői egyetemen oktató, húsz éve Magyarországon élő bioszakértő látja el. Az útmutatása alapján megírt pályázatra támaszkodva szerszámokat, vetőmagot, a kert elindításához szükséges eszközöket vásárolva belevágtak egy igényes bioprogramba. A kezdeti hatezer négyzetétert gyorsan kinőtte a Biocsapat tetvégya, a földből előbukkanó főlíasátrak miatt újabb 1,5–2 hektáros önkormányzati terület bevonását tervezik, s már assák a második kutat is, a főliákban ugyanis csepegtető öntözést terveznek. Az első évben a biokert teljes termését hazavitték a csapat tagjai. A második ciklusban már 30 százalékat kapják meg, 70 százalékát helyi piacokon értékesítik. Ehhez nonprofit kft.-t alapítottak, és zajlik a további értékesítési kapcsolatok felderítése. A bevételekből további fejlesztéseket kívánnak megvalósítani. A faluvédő körgátat rendszeresen kaszálni akarják, mert a szándékok szerint a bio-

massza fűti majd az őszi főlíasátrakat, Egy ismert gasztroblogger posztjában már Bioszentandrásként aposztrofálja a falut.

⁹ Ha koherens közpolitika fogná össze a vidék szociális gazdaságát, akkor fontos lenne tudni, mitől marad meg egy termelő „őznek” és „helyinek”, ha amúgy fejlődhet is. A „bio” minősítés például ilyen garancia lehetne erre, de ma már az iparszerű mezőgazdaság is sok tekintetben bioalapúságra, de legalábbis ökológiai intelligenciára törekszik! A „biót” bizonyára meg kellene tehát követelni a *helyiség* kritériumai között, de önmagában még ez sem elég. A kicsinek megmaradáshoz az is feltételül állítható, hogy kifejezetten munkaigényes termékekkel foglalkozzék. Valahogy így kellene meghúzni azt a komplex határt, amelyen belül jogosult lehet valaki az őstermelőként való piacra jutásra, a 8 MFt alatti adómentességre, élelmiszerlánc-felügyelet alóli mentességre, esetlegesen az ÁFA-mentességre.

betartása. A feltételezés ugyanis az, hogy az egymással cserélő (valójában inkább eladó és vevő) emberek ismerik egymást, és ez bizalmat kölcsönöz nekik tranzakcióikban. Ez a mozzanat a legfontosabb, ugyanis a mai élelmiszerbiztonságban az *átláthatóság* és *nyomonkövethetőség* gyors ütemben differenciálódó, a vásárló számára ellenőrizhetetlenül elidegenedett fogalom, ennél fogva a közbizalom itt fordítottan arányos a jólétesültséggel. A személyes meggyőződés – például helyi termelőnk portájának meglátogatása útján – azonban minden kétséget képes eloszlatni, talán éppen csak ez képes rá.

Ma már a végsőig megkönnyített feltételekkel nyithatók termelői piacok. Kistermelő a piac fekvése szerinti megyében vagy a piac 40 kilométeres körzetében, vagy Budapesten esetében az ország területén bárhol működő gazdaságából származó mezőgazdasági, illetve élelmiszeripari termékét értékesítheti. A civil érdekérvényesítés érte el ezt a sikert, hogy a helyi piac természetadta csoporttulajdonként (a helyi ökoszisztéma közösségi tereként, önszabályzó kisleptékű élelmiszerrendszerként, *közjóként* és nem

eljogiasított önkormányzati közszolgáltatásként) működhet.¹⁰ Az önkormányzati bábakodásnak, a közszolgáltatás felé terelésnek semmi tere nincsen, a piac tökéletesen elvan „magára hagyottan” is.¹¹

Az őstermelői piac fogalma némiképpen az *agóra* fogalmára is utal. Az árucseréhez kapcsolódó normális pénzmozgás mellett az efféle köztereken megvalósított rendezvényekhez, falunapokhoz kapcsolódó, cserebérét, kóstoltatást is lehetővé tevő termelői vásárt és forgatagot jelent ez a fogalom. Itt a rendező településen vagy annak körzetében lakó magánszemély kap lehetőséget a kitelepülésre. A nyomonkövethetőséget a szervezőnél való regisztráció biztosítja. Saját portáját elhagyva kitelepülhet a rendező településen lakó falusi vendéglátó is,¹² értékesítheti a portékáját – lehetőleg tájjellegű élelmiszereket, amelyeknek hagyományos előállításuk, receptúrájuk, utánozhatatlan termékjellemzőik egyediséget kölcsönöznek. Gyakran egyesület által hitelesített kítűző jelzi a vásárlóknak, hogy az árus a saját, ellenőrzött (reálisan inkább ellenőrizhető)¹³ gazdaságából származó termékét kínálja.

¹⁰ A közelmúltban megvalósult a *közgazdasági mikro-
lépték* kiterjesztése a bér munka és a vállalkozások után immár a közösségi erőforrásokat működtetőkre, így a családi vállalkozókra is. Felemás megoldás született, amely tovább növeli a meglévő adózási anarchiát a regisztrált kistermelők között. Ők immár rengeteg kedvezményezett adó kategória között választhatnak, és ha hinni lehet az adóbevallásaiknak, akkor javarészt nem másból élnek, mint a mezőgazdasági támogatásokból. Felemás a megoldás azért is, mert a lobbierdek túl erősen van jelen a finansziális megoldásokban. Így a fővárosba is szállíthatnak, noha a regionalitás felerősítése a cél, és a fővárosnak is megvan a maga városkörnyéke. Sajnos nincsenek az őstermelők korlátozva a tájfajtaik termesztésére, és arról sincs szó, hogy vetőmagbörzéken csereberéljenek vagy génbankokból szerezzék be a régi fajtaikat.

¹¹ Természetesen a helyi termékek piacra jutását ki lehet egészíteni informatikai és logisztikai támogatással – ezek rendre projektformát öltenek, és nem érintik a tulajdonviszonyokat.

¹² Falusi vendégasztalnak hívják ezt a turizmushoz kapcsolódó, de szállásadás nélkül végzett szolgáltatást, amely ki-be mozog a kedvezményezett célok között. Itt alkalmi jelleggel maximum tizenhat fő számára lehet tájjellegű ételeket kínálni vállalkozói engedély nélkül is, évi bevételhatárig adómentesen. Míg a falusi turizmus vállalkozói szintű jövedelemszerző tevékenység, addig a vendégasztal inkább csak jövedelemkiegészítés kisnyugdíjasok, minimálbéresek számára.

¹³ Egyelőre a helyzet az, hogy a fiatalabbak a márkanevben, az idősebbek a hivatali ellenőrzésekben bíznak. Az, hogy menjünk, és nézzük meg a gazda portáját, ahonnan az élelmiszerünk származik, nem szerepel még

Ezzel lezárom a városkörnyéki fogalmának rekonstruálását, amelynek gazdag hazai hagyománya van, és amely európai közösségi politikaként is kifejti hatását. Ez a megközelítés segíthet abban, hogy a globalizáció káros kinövéséi elleni gazdaságpolitikai teendőinket a fejérről a talpára állítsuk, a sok fölösleges konfliktust csíholó nemzeti szintről a gazdaság lokalizálásának sokkal könnyebben kezelhető szintjére szállítsuk le. Minden országban az önkormányzati állami politika rangjára emelik a leggyakrabban szövetkezeti tulajdonban – tehát köztulajdonban – álló helyi piacok támogatását. Japánban például *Chisan chiso* (vedd a helyit!) néven mozgalom indult, amelyet jól kiegészít egy kommunikációs kampány is, amely mára elérte, hogy az őstermelők piaci (*choku bai jo*) az országos élelmiszerforgalom kb. 10%-át tudhatják magukénak. Tézisként összefoglalom, hogy az őstermelői piac fogalma természetadta köztulajdonként fogható fel. A *Commons* kutatásának nagy nemzetközi áramlata van, a téma kutatásához a magyar tudományosság ezzel a kategóriával járulhat hozzá.

Közösség támogatta mezőgazdaság

Ha – tisztesség ne essék szólván – nemcsak orvosunkhoz vagy gyógyszerészünkhöz fordulhatunk, hanem adott esetben „parasztunkhoz” is, akkor már közösség támogatta mezőgazdaságról beszélhetünk. Még jobb, ha nem elszigetelten tesszük ezt, hanem csoportosan, szomszédsági alapon vagy akár egy fogyasztói szövetkezetbe tömörülve.

a piactisztuláról való vásárlói közgondolkodásban. Olyannyira nem, hogy – mint ismeretes – Magyarországon *feketevágásból* származik a bolti hús akár egynegyede is. Ebben nincs benne az *átsomagolási* forgalom teljesítménye. Ezek vásárlóinak eszükbe sem jut a visszakövetelődést számon kérni, vagy a helyszínre ellátogatni.

A városkörnyéki gazdának nem lehet céljuk az, hogy a távolabbról érkezett, olcsó élelmiszerek árával versenyezzenek. Ezzel szemben versenyelőnyt biztosít számukra, ha a szokásos szállítási és hűtési folyamatokat kihagyva friss árut visznek a piacra – még ha ezt csak a szezonálitáshoz kötöttség kemény korlátai között tudják is teljesíteni. A frissességhez társulhat még a személyesség is – e kettő már olyan hozzáadott értéket képvisel a többi élelmiszer-kereskedő portékájával szemben, ami indokolhat egy akár drágább árfekvést is. Némileg ironikus helyzet, hogy ez az értékesebb áru leggyakrabban egy üres városi telken egy furgonból kerül ma kiosztásra.

A helyi piac csak az egyik lehetőség a közvetlen értékesítésre. A közösség támogatta mezőgazdaság igazi terepe ott mutatkozik meg, ahol az úgynevezett dobozrendszert honosítják meg, amelynek lényege a termelők által kínált házhozszállítási szolgáltatás. Lényegében ilyenkor is közvetlen értékesítés valósul meg, ám ez már túlmutat az őstermelői piacon, mert *stabil termékálap* mellett tartós kapcsolatokat hoz létre termelők, elosztók és fogyasztók között. A fogyasztói oldalt közösségbe fogni képes megoldások között említhető, amikor egy közösségi portálon, saját honlapon szerveződnek a fogyasztói közösségek, vagy amikor a városlakók fogyasztási szövetkezetet hoznak létre, és olyan szerződést kötnek egy közelben dolgozó gazdával, amely a termésből való részesedéssel ér fel. Sok dobozrendszerrel elosztó-közvetítő köti össze a termelőket és a fogyasztókat. Ha nincs közvetítés, és a gazda egyenként szállítaná ki megrendelőihez az áruját, akkor ez tovább drágítaná az értékesítést – van ilyen is, de nem áll nagy jövő előtt. A házhoz szállítást át lehet hidalni kreatív megoldásokkal, depók létesí-

tásával vagy szomszédságok kiszolgálásával. A dobozrendszerrel virtuális szövetkezetbe fogott fogyasztók *előfinanszírozzák* szezonális fogyasztásukat. Az előre meghatározott és befizetett összegért cserébe előre meghatározott értékű, ám a szezontól és a terméstől függő tartalmú és nem teljesen kiszámítható választékú élelmiszer-csomagokat kapnak.

A fogyasztók tehát az élelmiszer-kereskedelmi üzletláncok kínálatával párhuzamos értékesítési csatornaként is megszervezhetők. A helyi termelőket helyzetbe hozni igyekvő marketingmunkának az a lényege, hogy valamely minőség fejében (például frissebb, mert helyi) az elérhetőnél magasabb ár megfizetésére vegyék rá a kör, vagy bármilyen helyi közösség tagjait. A motiváció: a célcsoport vásárlásával támogatja a helyben készült termékeket, a helyi szociális gazdaságot. Mindez bizalmat és elköteleződést igényel a vásárlótól, hiszen közel sem biztos, hogy ugyanaz lesz a dobozban, amit épp enni szeretnénk. Sokak számára ez még vonzó is lehet: ami jön, abból főznek, nem kell előre tervezni. A rendszerbe bevont, előre szerződött termelők meg ilyen módon kevésbé vannak kiszolgáltatva a termés alakulásának, termékeiket pedig heti rendszerességgel tudják értékesíteni.

A helyi termelőkre irányuló marketing akkor lesz sikeres, ha képes felkelteni egy szelíd ellenkultúrához tartozás érzését a városi helyi fogyasztók összeverbuvalódott közösségében. Ez volna tehát a plázák és multik elleni érdekvédelem és érdekharc *igazi* terepe Magyarországon! A minőségi, friss és helyi élelmiszer ugyanis önértékénél fogva versenyképes az országos piac áruival szemben. A *haza* fogalmát nem utolsósorban a regionális konyhák ízeivel is körülírhatjuk.

A dobozok, e modern *részesrendszer* lényege, hogy a fogyasztók kockázatvállalásuk-

kal részt vesznek a termelés finanszírozásában is. A gazdálkodók minden termelési szezon elején felméri az adott termelési szezon költségeit, a termés mennyiségét (nagyban igazodva a fix vevőkör igényeihez), majd ennek megfelelően „részvényeket” bocsátanak ki. A vásárlók ezeket veszik meg (akár egy egész évre) előre, ezt követően pedig hétről hétre megkapják részüket – olyan módon, mint azt a dobozrendszerek esetében láttuk. Egyes közösségek által támogatott gazdaságok esetében nincs közvetítő, a zöldségesdobozok (de akár frissen fogott halak, friss húsok) közvetlenül a gazdaságból (halászatból, állattenyésztésből) érkeznek. A nagyobb választék kedvéért vagy a szezonális korlátok áthidalásért akár olyan újabb gazdaságokat is bevonhatnak a fogyasztók, amelyek olyasmit is tudnak nyújtani, amit az „anyagazdaság” nem. A gazda mindenesetre egy dedikált piachoz jut, ahol állandó fix számú fogyasztóval számolhat-tervezhet.

A közösségileg támogatott gazdaságok esetében a termelőkkel való kapcsolat olyannyira fontos, hogy a „részvények” árán rendszerint bizonyos pénzösszeg mellett valamennyi munkaóra is benne foglaltatik. Sőt, olyan példák is ismertek, ahol az elsősorban fogyasztókból szerveződő közösség maga a gazdaság (a föld, a gyümölcsfák, az állatok, az épületek és minden termék) tulajdonosa, s ők foglalkoztatják a termelőket is, akik nekik termelnek. Ilyenkor a tagok a termékeket minden további térítés nélkül kapják, igényeiknek megfelelően.

A városi ember számára ez a közösség támogatta mezőgazdaság egy ún. közösségi önszervező modellel ér fel. Egy urbánus network alakul arra a célra, hogy egy lecsupaszított üzleti cserekapcsolatnál mélyebb elkötelezettséget vállaljanak egy megkülönböztetett

beszállító felé, és részesedést szerezzenek e gazda terméséből. Ha jómódú, akkor a minőséget keresi benne, ha pedig alulfoglalkoztatott, mint a legtöbb városlakó manapság, akkor időt tud benne pénzre váltani, vagy pénzt tud benne idővel kiváltani. Ezek a modellek – a szívességbanktól a csereklubokig – ennyiben az *aktív társadalmi befogadás* jó eszközei, mind segítenek a forrásoknak a keletkezés helyén való megkötésében, felérnek egy önszerveződő civil szervezettel, a kollektív csoporttulajdon gazdagítják.

Egy ígéretes példa a Pro-Cserehát Egyesület Leccsó programja, amely egy 115 fős termelői hálózat kialakításáról és a szociális segély kiváltásáról szól fenntartható vállalkozási bevételekkel a részt vevő családok számára hároméves távlatban. Mellékhatásként megvalósul a gazdálkodók családja és a helyi közösség egészséges termékekkel való ellátása. Talán még a környezettudatosság javulása is megfigyelhető a helyi közösségekben, ahol a projekt jelen van.¹⁴ Ez az útja a régió hírnevének megváltoztatására problémás területből egészséges termények és rekreáció helyszínévé. Megjegyzem, projekttervük tanúsága szerint marketinggel is akarnak foglalkozni, ami azonban éppoly félreértés, mint a fővárosba szállítás.

¹⁴ A vetőmagboltokban csak olyan, engedélyezett fajtákat lehet kapni, amelyekhez érdekes módon a vetőmaggyárak rögtön gyártanak növényvédő szereket is, műtrágyát is. Ezeknek a magoknak szabadalmi védettségük van, vagyis megtiltják a gazdáknak, hogy saját maguk szaporítsák a növényeket, de ennek a hibrideknél nincs is sok értelme, ugyanis ezek újratvetésénél már a következő évben kevesebb mint felére csökken a termés mennyisége. Tájfajták azok a növények, amelyek hosszú, gyakran nem teljesen tudatos nemesítés folytán alkalmazkodtak egy adott táj jellegzetességeihez, a föld minőségéhez, a klímához, méghozzá úgy, hogy növényvédő szereket használata nélkül is jó hozammal teremthetők.

Nagykállón a helyi őstermelők által megtermelt mezőgazdasági termékek piacra segítését célzó Kállai Kettős Tájtermék programot indítottak. Egy közalapítvány az önkormányzattól külterületi termőföldeket vásárolt, és ezeken a volt önkormányzati területeken folyamatosan folyik állattenyésztés és zöldségtermesztés, miközben összeszerveződik egy termelői közösség, amely egy márkanév alatt közös értékesítésre vállalkozik. Feltételezésük szerint integrátorra nem lesz szükségük, az élelmiszereket maguk márkázzák, és a márkanév felépülésében reménykednek. Indulásképpen a közalapítvány a helyi termelőket kutatja fel, hogy koordinálja az értékesítést. Feltűnő és előremutató, hogy itt nem eladatlan áru keres magának új értékesítési csatornát, hanem nehezen foglalkoztatható emberek számára keresnek munkaalkalmakat.

Tézisként szögezhető le, hogy a szociális vállalkozások Magyarországon nagymértékben a „közösség támogatta mezőgazdaság” kérdéskörében értelmezhetők. A szociális gazdaság minden országban más jelent, nálunk minden jel szerint itt alakul majd ki a súlypont, amely egyszerre szolgálhatja egyfelől az inkluzív gazdasági növekedés jegyében a nehezen foglalkoztatható munkaerő, másfelől a „small is beautiful” jegyében a mezőgazdasági nagyoknak támasztandó verseny ügyét.

A családi gazdaságok új cselédsege és a közmunkáltatás alternatívája: a szociális gazdaság

A vidéki foglalkoztatás egyik fő akadálya az, hogy a magyar gazdaság szerkezete olyan, hogy a magyar gazdaság szerkezete olyan, hogy kevés segédmunkára és még kevesebb betanított munkára van szükség. Talán ha több családi vállalkozásunk lenne, ahol reggel e-mail helyett élőszóban mondják el, mit

várnak az embertől, akkor ott még foglalkoztathatóak lennének azok az emberek is, akik kommunikációja számára egy vállalat hierarchikus szerkezete már leküzdhetetlen kihívást jelent. Ám az *anti-szociális* gazdaság ilyen státusai sajnos – egy családi panzióban, családi gazdaságban, ahol a munkajog hatályát veszti, és személyi függéssé alakul át – a régi *cselédség* újjraéledésével egyenértékűek!

A másik fő antiszociális foglalkoztatási forma a közcélú foglalkoztatás rendszere. E közmunka alapvető alternatívájaként a vállalkozóvá válást segítő programok ajánlhatók, amelyek jó esetben társadalmi vállalkozásokká fejlődhetnek. Ezt az alternatívát egyébként a kormány is érzékeli, ha a megfelelő hangsúlyokat még nem találta is el, hiszen a szociális gazdaságról a munkahelyteremtés kapcsán beszélnek. Márpedig ebben a legelesettebbek számára működtetett gazdasági szektorban előbb a közösséget kell előbb felépíteni, a valódi munkamegrendelések csak a kompetenciák megtalálását követően eshetnek majd be. Ennyiben rezignáltan – de a reményt föl nem adva – azt lehet mondani, a mai magyar közmunkások számára a szociális gazdaság az „amerikai álommal” ér föl.

A tranzitelemekkel ténylegesen bíró közmunka (és ezzel együtt minden állami program) az adóforintok elköltetésével kétségtelenül hozzájárul az *inkluzív* – a pusztá lecsepegtetésnél szélesebb bázison hasznosuló – gazdasági növekedéshez. Jó példa erre a „Minden gyerek lakjon jól” Alapítvány négy hónap időtartamú közfoglalkoztatási mintaprogram tervezete, amelynek célja a baromfiudvarok leválasztásához szükséges drótháló előállítás. Igaz, az ezekhez hasonló közmunkaprogramok gyakran nem mentesek a *kényszerelmektől* és éppolyan túlzottan drágák, amennyire az adósságszolgálat érdekében bevállalt

új eladósodás kamatterhe is túl sok közpénzt emészt föl manapság. Sajnos a gyakorlatban sokkal gyakoribb a minden tranzitelemet nélkülöző – tehát a próbafoglalkoztatásból a nyíltpiacra lépést nem elérő – az állami megrendelésnél megrekedő közmunkáltatás. Pedig nemcsak az állami munkaügyi szolgálat, hanem civilek is nyújtanak ezt segítő szolgáltatásokat.

A mai vidéki Magyarországon leggyakrabban a kistérségi közétkeztetés számára mozgósítanak kertészeti és állattenyésztő telepi munkásokat.¹⁵ A munkabéren felüli költségek tekintetében az önkormányzat rendszerint pályázik, hogy el tudjon indítani egy programot. Ez a forrás, a saját erővel és állami támogatással együtt, azonban megfelelne annak az egyszeri tőkejuttatásnak is, amelyet – ha vállalkozói formában indulna a dolog – mindenképpen nyújtani kell.

Rossz, hogy kényszerelemektől sem mentes a mai magyar közmunkáltatás, de a legrosszabb, ha rotálják benne az itt dolgozó embereket, hogy mindenkinek jusson jogfenntartó közmunka. Igaz, hogy a közmunka törvényben leírt szerepe, hogy átmeneti időszakra adjon munkát, de a valóság az, hogy vannak olyan helyek az országban, ahol csak a közmunkákra támaszkodhatnak az embe-

¹⁵ Például Olaszliszván fut a belvíz projekt és a földút projekt mellett egy mezőgazdasági kezdeményezés is. 2012-ben ebben 38 fő dolgozik, ebből 23 segédmunkás, 15 fő szakmunkás munkakörben; időtartama: 10 hónap. A támogatás összege: 45 587 075 Ft. E mezőgazdasági projekt keretében sertéstelepen állattenyésztés és növénytermesztés folyik. A megtermelt kertészeti és szántóföldi növények az élelmiszerügyi előírások megtartása mellett naponta kerülnek az önkormányzat által üzemeltetett konyhára, biztosítva ezzel a friss és szezonális zöldségellátást és csökkentve (inkább a központi államra hárítva) az önkormányzat beszerzési költségeit. A polgármesteri hivatal szíves közlése alapján.

rek, mert oda nem megy munkahelyteremtő beruházás. A forgóban munkáltatásnál előremutatónak lenne, ha a cél azoknak a kiválogatódása lenne, akik a későbbiekben vállalkozási formában tudnák folytatni. Ezek a nehezen foglalkoztatható emberek találjanak rá arra a kompetenciára, amelyet az elsődleges munkaerőpiac is elismer, és ennek alapján leszakadhatnak a segélyrendszerrel, és adófizető, önfoglalkoztató vállalkozókká váljanak. Az így saját lábra álló emberek ezzel bőven ellensúlyozhatnák azt a kárt, amelyet egyelőre ez a közbeszerzést megkerülő, *versenykárosító* adminisztratív feladatmegoldás okoz.

Egy önkormányzati tisztviselő számára a munkanélküliség elleni harc leegyszerűsítve a következőképpen jelenhet meg: az első és legfontosabb feladat a nyílt munkaerőpiaci elhelyezkedés ösztönzése és támogatása célzott bér- és járuléktámogatásokkal, kiemelt figyelmet fordítva a mikro-, kis- és középvállalkozásokra. A második esély a közfoglalkoztatás pillérében áll, itt azok számára szerveznek munkalehetőséget a települési közfeladatok keretén belül, akiknek az üzleti világ nem kínál megoldást, reális munkalehetőséget, de még mutatkozik remény a visszavezetésükre. A harmadik pillér a szociális gazdaság, amelyet tökejtuttatással kell beindítani, és a későbbiekben a foglalkoztatást alapvetően saját bevételekből lehet megszervezni. Itt a kereteket nem határolja be semmi, viszont a szakértő szemmel kiválogatandó résztvevőknek nem elég dolgozniuk, hanem igazgatniuk is kell a szervezetüket. Erre persze kevésbé képesek, innen az a gyakori panasz, hogy magukra hagyják őket. Valójában tehát az az igazi szociális gazdaság, ahol a bizonyos értelemben *hibrid* szervezetben nemcsak „dolgozni” kell, hanem mindenki számára valamit ügyvezetni-menedzselni is.

A szociális gazdaságban a szervezetek integráltsága hiányát lehet felemlíteni, ami azonban itt nem a társadalmi befogadás előtt tornyosuló akadályok eltávolítását, hanem inkább a termékértékesítés csatornáinak bizonytalanságát jelenti. Az integráció leggyakrabban itt azt jelenti, hogy van egy nagyobb szervezet, amely átvállalja az értékesítés gondját. A mi körülményeink között a mezőgazdaságban régen a szövetkezet integrálta a háztájit. Ma ennek egyetlen gyakorlatban is megvalósuló megfelelője az iskolai gyümölcs-programokba, intézményi közétkeztetésbe vagy a falusi vendégasztal-szolgáltatásba való bevonás. A lehetőségek ezen kívül is számosak, erről szól a közösség támogatta mezőgazdaság gondolata. Egy további integrációs minta lehetne, ha a társadalmi vállalkozás által elért hasznót nem osztják föl egymás között a tagok, hanem – a szövetkezeti közös alapot újrateremtve – iskoláztatásra, házfelújításra, időskorúakra költik, és ezzel lakbérbeszámításhoz¹⁶ vagy éppen állami normatívához jutnak.

Összefoglalásképpen leszögezem, a gazdaság helyi újrabeágyazása sürgető feladat, mert segíthet ellenállóbbá tenni a társadalmat a gazdaság konjunkturális ingadozásaival szemben – ami egyben azt is jelenti, hogy országos szinten viszont bátrabban lehetne keményíteni a költségvetési korlátokat! A jövedelem helyben tartásának és a vidék eltartóképesség-

¹⁶ A Szociális Építőtábor Egyesület által szervezett vako-lókanalas munkaakció Nagykanizsán csaknem húsz család számára nyitotta meg a lakbérhátralék-beszámítás útját. Az önkormányzati lakásokban élő emberek részvételével újítják fel a ligetvárosi barakképületeket, így a családok napi 5600 forinttal törleszthetik adósságukat. A bérlakásban élők közül sokan munkanélküliek, akik másként nehezen tudnának kikeveredni az adósságspirálból. Ezzel 2011-ben elnyerték a társadalmi vállalkozások régiókban legrangosabb díját, a bécsi SozialMarie-t.

gének egyik legfontosabb eszköze a mezőgazdaság exportképes része mellett párhuzamosan fejlesztendő kis léptékű, lehetőleg közösség támogatta mezőgazdaság. A közvetlen értékesítés és vele együtt az egész CSA fogalma nálunk egyelőre még csak nyomokban lelhető fel, de elsöprő igény mutatkozik az egész konstrukcióra. A közvetlen értékesítés versenyképességére várni kell egyelőre, mert a fogyasztói társadalom magyarországi állásában a minőség irányába tett fordulat csak búvópatakként van jelen a polgári közgondolkodásban. A jövőkép fogalomkörébe tartozik

továbbá azért is, mert az alulról jövő önszerveződés a legnagyobb hiánycikk Magyarországon.

Kulcsszavak: *természetadta köztulajdon, közösségi önszervező modellek, önszerveződés, közösségtámogatta mezőgazdaság, közvetlen értékesítés, szociális vállalkozások, szociális gazdaság, helyi piac, közmunka, új cselédség*

IRODALOM

VFM – Vidékfejlesztési Minisztérium (2012): *A magyar föld védelmében. törvény vitaanyag*



TESTEDZÉssel A MEGBETEGEDÉSEK ELLEN

Apor Péter

az orvostudományok kandidátusa,
Apor-Med Bt., Semmelweis Egyetem Testnevelés és Sporttudományi Kara, Budapest
p.apor.md@gmail.com

A 1970-es évektől a szívinfarktusok okozta megbetegedések és korai elhalálozások rohamos felszaporodása rávezette a kutatókat az életmódromlás kóroki szerepének felismerésére nemcsak a szív-keringési rendszer elváltozásaiban, hanem számos krónikus betegség keletkezésében (Apor, 1999). Az arterioszklerózis (érelmeszesedés) szív-vese és agyi-ér megnyilvánulása (infarktus, stroke), a hipertónia és következményei, a cukorbetegség és érszövődményei, beleértve a vesekárosodást, egyes rákfélések (vastagbél-, mell-, prosztatarák) jelentősen ritkábban fejlődnek ki fizikailag aktívokon (Apor, 2011). A COPD-sek (*chronic obstructive pulmonary disease* – idült hörgőbetegség) életminősége hosszú ideig fenntartható, ha fizikailag aktívvá válnak (a dohányzás elhagyása és a kezelések mellett [Apor – Borka, 2004]). A krónikus vesebeteg és még a dialízisre szoruló is sokat nyerhetnek az aktivitással (Apor, 2007). A túlsúly és a kövérség következményei-velejárói, úgymint a magas vérnyomás, a cukoranyagcsere romlása, a 2-es típusú diabétesz mellitusz, a diszlipidémia, az erek károsodása akár vissza is fordítható rendszeres fizikai aktivitással (Apor – Rádi 2005). Kissé emelkedett vércukorszint, a cukorterheléses vizsgálattal kissé magasabb érték („prediabétesz”) nem alakul

diabéteszre jellemző értékekké az érintettek nagyobb részén, ha a személy aktív életmódot folytat (Apor, 2009). A csontállomány megtartása, az oszteoporózis (csonttritkulás) megelőzése testedzéssel érhető el a legteljesebben. Ezzel egyúttal a mozgásügyesség, az egyensúlyérzet is fejlődik, ami az elesésekkel járó csonttörések megelőzését is eredményezi. Az ízületi mozgásterjedelem megtartása (cipőbefűzés, lábköröm levágása) az idősödés során csak célzott testgyakorlatokkal érhető el (Apor – Rádi, 2010). A pszichés zavarok, a depresszió, a szorongás a vezetett, társas aktivitás-foglalkozásokkal kedvezőbben csökkenthető, mint gyógyszerrel. Ezen ismereteket igyekeztünk feltárni és átadni. Azonban a társadalom még nem tette eléggé magáévá ezeket a felismeréseket. A kövérség-világjárvány, a 2-es típusú cukorbetegség hatalmas terjedése financiaális krízissel is fenyegeti az egészségügyi ellátást. Per-Olof Åstrand sporthasonlata szerint az emberiség történetét egy 400 méteres futópályának tekintve, a legutolsó centimétereken, a múlt egy-két évszázadban történtek azok a változások, amelyek a mindennapi fizikai aktivitás kényszerét a kényelmet szolgáló eszközökkel, szolgáltatásokkal cserélik fel. Ez a kommersziális tendencia akkor vált majd irányt, amikor ténylegesen értékké válik az

egészség, amikor anyagilag is érdemes egészségesnek lenni és maradni. Erre számos példa és törekvés észlelhető napjainkban is – de még messze nem eléggé átütően. A bajt mérséklő szolidaritás elvárása mellett a felelős egészségmagatartás érvényesülése még korántsem általános és kötelező társadalmi mérce.

Fél évszázadosnál alig hosszabb orvosi pályám alatt a szívinfarktusos beteg hathetes, majd háromhetes szigorú ágynyugalma odáig módosult, hogy ma a második-harmadik napon kiül, öt-hat nap múlva pedig az elbocsátás előtt kerékpáron vagy futószalagon terheléses vizsgálaton vesz részt annak megalapítására, hogy a továbbiakban milyen intenzitással végezzen megfelelő edzést a gyorsabb gyógyulás és a másodlagos prevenció érdekében (Gara 2010). Sajnos a sorsát nem minden esetben egyengetik rehabilitációs intézetben (három hétig), s még kevesebb beteg vesz részt a Szívklubok vagy egyéb szerveződések ernyője alatt folyó („élethossziglani”) szekunder prevenció komplex programokban, ahol életmódrendezés, diétás ismeretek elsajátítása, pszichés segítség, szakértő edzésvezetés és tanácsadás segíti az infarktuson átesetteket. A hazánkban évi 14–15 ezer szíveseményt átélő új beteg ellátása még csak-csak közelíti a szakmailag indokolthoz, de a fent említett többi betegségben ennek töredékére sincs lehetőség, holott az evidenciák szerint a fenti betegségek megelőzésében – minden egyéb rizikótényezőtől függetlenül – a nagyobb fittséggel rendelkezők 20–40 százalékos előnnyel (védetség) rendelkeznek. Korántsem gyógyszerellenesség mondatja, hogy a gyógyszerek hasonló nagyságrendben csökkentik a betegségek következményeit. Emellett általában együtt megfér a gyógyszeresedés és a fittséget javító fizikai aktivitás.

Fizikai aktivitással növelhető/javítható a fittség. Az egészség vonatkozású testi fittség a nagyobb aerob kapacitást (az egész test maximális oxigénfelvételét) jelenti, de hangsúlyozzuk az izomzat kellő tömegének (és erejének) az elérését-megtartását is. Életvitelünket jelentősen korlátozhatja a mozgatórendszer funkcióinak beszűkülése, ezért a nyúlékonyság, a hajlékonyság, a csontállomány megtartása is a funkcionális egészség ápolandó része. A pszichés és szociális egészség terén is legegyszerűbben a fizikai aktivitásra épülő társas programok segíthetnek.

Fizikai aktivitásra kell biztatnunk magunkat és honfitársainkat, hogy fittebbé váljunk.

A *fizikai aktivitás becslése-mérése* populációméreteken a kérdésekre adott válaszokon alapul. Kérdőívűl használtak-használnak vagy százat, mostanában az IPAQ (International Physical Activity Questionnaire, magyarul: Apor, 2008) a leginkább használt eszköz. A tartamában és intenzitásában részletezett háromnapos-egyhetes-egy hónapos aktivitásokat kalóriára számítják át a Barbara Ainsworth és munkatársai által összeállított aktivitás-energiaigény táblázatból. E módszer populációs vizsgálatokra is alkalmas, relatíve olcsó, nem igényel magasan képzett szakembereket, a kitöltés és értékelés számítógépre vihető. Hátránya a megbízhatóság alacsony foka, különösen az intenzitás tekintetében.

Az aktivitás mérésére az utóbbi évtizedekben több módszert fejlesztettek ki. Tárolható a szív működés a mellkasra rögzített elektródák révén akár egy héten át (Polar technika). Regisztrálható a test vagy testrészek elmozdulása egy-három irányba az akcelerométerekkel, így a megtett lépésszámmal arányos jelek tárolhatók a pedométerekkel. A cipőtálpba épített erőmérő a lépések idő- és erőmutatóit is tárolni képes például egy maratonfutás

során. Ha a pedométert összeépítik szívfrekvencia-regisztrálóval, barométerrel és GPS-szel, akkor a terepen megtett teljesítményt nagymértékben jellemezni lehet. Egyszerű pedométer már néhány ezer forintért beszerezhető. Ennek nagy előnye, hogy mozgásra motiválja a viselőjét.

Az aktivitással szerezhető meg a fittség, aminek persze genetikus komponense is van. A kardiorespiratorikus fittség mércéje a 8–12 perc alatt kimerülésig növelt, sok izommal végzett fizikai aktivitás során mérhető maximális oxigénfelvétel (aerob kapacitás). A (futószalagon) futás, kerékpározás, evezős ergométer terhelést hordozható készülékkel a természetes mozgások során szokás mérni (Apor, 1977; Apor, 1989). Maszk segítségével a légzési perctérfogatot (percventilációt), a ki- és belélegzett levegő oxigén- és széndioxid-tartalmát, valamint a pulzusszámot mérjük, ezekből számítható ki az aerob kapacitás. Rutin eljárás a vérnyomás mérése a terhelés során, valamint a vér savbázis mutatóinak alakulása, a tejsav-koncentráció ismerete az emelkedő, még nem maximális terhelések során. E paraméterekkel ún. *küszöbök* állapíthatók meg (Apor, 2012), melyek ismerete a veszélytelenül végezhető edzésintenzitás megállapításában segít, a versenysportban pedig az edzésintenzitás-zónák megállapításában.

Mivel a fittség direkt mérése a fenti módon laboratóriumban vagy hordozható spirométerrel természetes mozgások közben költség-, hozzáférési- és munkaigényes, a sokezeres klinikai minták a standard terhelési protokollok során teljesített időtartammal számolnak, vagy azt számolják át oxigénfelvételre. Erre az ad lehetőséget, hogy – bizonyos szóródással – minden wattnyi teljesítmény 10 (8,5–11) ml oxigén felhasználásával érhető el kerékpáron, hogy vízszintesen minden

testsúly-kg egy kilométerre eljuttatása gyalogolva 100 ml, futva 200 ml oxigént igényel. Meredek úton ehhez további oxigén adódik.

A számított aerob kapacitás gyengébb mutató, mint a mért. Méréskor a *vita maxima* kritériumok teljesülése biztosítja, hogy ténylegesen a maximumot mértük-e, és extrapolálással korrekció is végezhető. A fittséget a percenkénti oxigénfelvétel/testsúly-kg mértékegységben mérjük, amit az egyszerűség kedvéért a nyugalmi anyagcsere (3,5 ml/kg/perc) $\times$ -szeresével fejezünk ki. Így a 35 ml/kg/perc mért maximális oxigénfelvétel – ami a nem edzett fiatal emberek normál átlaga – 10 MET-nyi kapacitást jelent, amiből 1 MET (metabolizmus) a nyugalmi alpanyagcsere, 9-et pedig a mozgás igényelt.

A fittség globális mutató: az aerob rendszer komponenseinek integrált kapacitását jelzi. Szemben az aktivitás méréssel, ebben genetikai determináltság is érvényesül. Az oxigén útját a szájtól az izomsejtek mitokondrium-anyagcseréjéig sok minden határolhatja. Az életkortól, nemtől, edzettségtől függő elvárt érték el nemérése készlet a hiba, a „palacknyak” felderítésére, további vizsgálatokra.

A *fitsségi kategóriákat* az 1. táblázat mutatja. A nagy populációkon mért aerob kapacitás (fittség) értékek szóródása adja a kategorizálás lehetőségét. Ennek prognosztikus és didaktikus szerepe is van. (A teljesítménypróbákkal összehangolt táblázatokat az ACSM (*American College of Sports Medicine*) *Guidelines Exercise Testing and Prescription* 2009-es kiadásában láthatjuk [ACSM, 2009].)

Didaktikus a fitsségi kategóriák ismerete, mert segít az elérendő cél kitűzésében, ami minden program elengedhetetlen része. Az „igen gyenge” kategóriából a heti 150–200 perces megfelelő intenzitású mozgásprogrammal 6–8 hét alatt eljut a személy a „gyenge”

kategóriába, ami egy-másfél MET-nyi javulást jelent. A betegség esélyének elkerülésére ez 17–44 %-os esélyt jelent – kortól, betegségstípusától, fittség mértékétől, genetikától függően. Bár lenne minden magyar ember legalább közepes fittségű!

A *jó* kategóriából az *igen jó*-ba eljutni már sokkal több és intenzívebb edzést kíván. Innen felfelé már teljesítménysportról beszélünk. Ehhez azt is érdemes tudni, hogy bizonyos mozgásmennyiségen – heti 5–6000 kilokalórián, 30–40 km futáson túl – nincsenek további meggyőző védőhatásai az edzésnek.

Motorikus tesztek

az aerob kapacitás becslésére

Nagy esetszámban nem alkalmazható a spirometria, költségei, idővonzata és szak-

értői igénye miatt. Az aerob jellegű teljesítmény azonban jól tükrözi a fittséget. Az iskoláskorúak megismerték a Cooper-féle tizenkét perces futástesztet: a tizenkét perc alatt megtehető táv tükrözi az aerob kapacitást. Persze a motiváltság, a mozgásügyesség, az oxigénfelhasználás mozgásra fordított hatásfoka, az időjárás befolyásolja az eredményt – de önkontrollra is kitűnően alkalmas ez a próba. Az atlétikai pályák hossza lehetőséget ad erre bárkinek. Az EUROFIT teszt-batteria a 20 méteres ingafutást is javasolja zárt helyen, szűkebb udvarban. Ilyenkor hangadó szerkezet serkenti percenként gyorsuló futásra a próbázókat, a teljesített táv (ide-oda futások száma) tükrözi az aerob kapacitást. Az igen kis teljesítőképességűek a hat perc alatt megtehető távval is jellemezhetők (6 Minute

FÉRFIAK						
korcsoport	13–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–
igen gyenge	–35	–33	–31	–30	–26	–20
gyenge	35–38	33–36	32–35	30–34	26–30	20–26
közepes	38–45	36–42	35–41	34–39	31–36	26–32
jó	45–51	43–46	41–45	39–44	36–41	32–36
igen jó	51–56	46–52	45–49	44–48	41–45	36–44
kitűnő	56–	52–	49–	48–	45–	44–
NŐK						
korcsoport	13–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–
igen gyenge	–25	–24	–23	–21	–20	–17
gyenge	25–31	24–29	23–27	21–24	20–23	17–20
közepes	31–35	29–33	27–31	24–29	23–27	20–24
jó	35–39	33–37	31–36	29–33	27–31	24–30
igen jó	39–42	37–41	36–40	33–37	31–36	30–31
kitűnő	42–	41–	40–	37–	36–	31–

1. táblázat • Fizikai fittség kategorizálása a maximális oxigénfelvétellel (ml/kg/perc) alapján (forrás: Kenneth H. Cooper)

Walk). A 600 méter/perc (6 km/óra) alatti teljesítő képességű betegcsoport számára alkalmas ez a próba, amelyet akár a kórház folyosóján is el lehet végezni.

Az egyes kórállapotokban javasolt testmozgás, edzés

Alapelvek: Ha nincsen terhelhetőséget korlátozó tényező (ischémiás EKG-eltérés, ritmuszavar fellépése, a vérnyomás rendellenes alakulása, mozgató- vagy idegrendszeri eltérés, szubjektív panaszok: szédülés, sápadás, fájdalom) akkor a (mért vagy a számított: 220 mínusz életévek) maximális pulzusszám 55–65 százalékat kiváltó terhelésintenzitást nem haladjuk meg az első öt-hat *aerob edzésen*. Ez nem okoz fulladást, drámai érzéseket az egészen edzetlen személyeknél sem. Többnyire a gyenge izomcsoportok foglalkoztatottságának következményei, helyi fáradás készleten tíz perc után egy másféle, de szintén nem intenzívebb mozgás végzésére. A fitességi edzés fő része legalább 3×10 perces lihegtető, de nem fullasztó mozgássor, gyaloglás, kocogás, szabadban vagy teremben végzett kerékpározás, evezőspadon evezés, aerobik stb. Bemelegítésként gimnasztika, ügyességi és egyensúlyozási feladatok, nyújtás, levezetésként nyújtás, relaxációs gyakorlatok szerepeljenek. A harmadik-negyedik héttől kezdődően, ha lehetséges, a tartamot növeljük 3×15 percre, vagy az intenzitást a 60–70 százalékos pulzusszám elérésére. Az interval jellegű terhelések: 20–60 másodperces nagyobb intenzitás 90%-os pulzusszámmig, majd hosszabb, kevésbé intenzív gyakorlatok színezik az edzést, és gyorsítják a fejlődést, de ezek csak panaszmentesség esetében végezhetők. Könnyen megjegyezhető határok: a maximális pulzusszámot a 220 mínusz évek, az egészségvédő aktivitás alsó határát a 170 mínusz évek érték jelzi. Et-

től a 170-évek értéktől felfelé terjedő 25 ütésnyi tartományban kezdjük az edzést, és hetek-hónapok múltán „merészkedünk” az intenzívebb „edzések” felé. Az anaerob energiafedezetbe fordulás („anaerob küszöb”) átlagosan a maximális pulzusszám 77 százaléka táján lép fel – persze nagy egyéni változatossággal.

Minden betegcsoportban bekerült az ajánlásokba a muszkuláris fittség fejlesztése is: hetente két alkalommal *rezisztencia edzés*, mely növeli a metabolikusan aktív, a zsírt, a cukrot elégető izomzat tömegét, emellett az izomerő növelése is könnyíti a gyakorlatok kivitelezését, és sikerélményt ad. (A súlyzós edzés, az „erőedzés” régebbi fogalmát fedi a valamilyen ellenállással szembeni izomerőkifejtést tükröző *rezisztenciaedzés* kifejezés.) Gyakran – például sovány COPD-s betegek esetében, vagy a teljesen inaktívknál először izmot kell fejleszteni, hogy az aerob edzés elvégezhető legyen. A nyolc-tizenkét nagy izomcsoport mindegyikével elvégzendő nyolc-tizenöt ismétlés (egy szet) mintegy háromnegyed órát igényel. A gyakorlat/mozdulat nehézsége érje a maximálisan egyszer kivitelezhető erőkiejtés (1 RM – repetition maximum) legalább hatvan százalékat. Az ilyen nehézgű mozdulat nyolc-tizenöt ismétléssel vált ki helyi fáradást. Mintegy fél perc alatt átállhatunk a következő izomcsoporttal végzendő gyakorlatra. A Google „1RMcalculator” segíthet az intenzitás kiszámításában.

Az aerob – tartós, egyenletes testmozgás – „edzés” az alapvető egészségvédő fizikai aktivitás. A vérsíreltéréseket ez rendezi hatósabban, míg a cukoranyagcsere javításában a rezisztenciaedzésnek van kitüntetett szerepe. Ma a kombinált edzéseket tartják a leginkább kedvezőnek minden kórkép esetén, illetve a megelőzésre.

Az intenzitásról szubjektív tízfokú skála is tájékoztat: kezdetben az 5–6. skálaértéket (*kezd nehéz lenni*) ne lépjük túl sem az aerob, sem a rezisztenciaedzés során. Intenzív a 7–8. skálaértékkel végzett mozgás. A 9-es értéket csak a teljesítménysportban célszerű elérni. (Az eredeti Borg-skála húszfokú, de nincsen minden számhoz szubjektív érzés rendelve.)

„Mindenkinek ajánlott” a heti legalább öt alkalommal, legalább harmincperces (3×10 perces) lihegtető, kissé megizzasztó bármely testmozgás (gyerekeknek legalább ötször egy órá), ezenfelül hetente kétszer rezisztenciaedzés. A diagnózis szerinti különbség csak kivételesen jelent másféle edzésfelépítést.

A *szívbeteg* mozgásprogramja során elősorban az intenzitásra kell ügyelni. Előzetes terheléses vizsgálattal kell megállapítani azt a pulzusszámsávot, amelyikben a program alatt tartani kell a beteget. A tünetet okozó intenzitást jelző pulzusszám alatt tíz ütésnyi intenzitást ne haladjuk meg, míg újabb terheléses vizsgálattal nem korrigálható ez az érték. A terhelés alatt folyamatos EKG-monitorozásra egészségügyi intézményben folyó rehabilitációs edzés ad lehetőséget, ám ez csak ritkán szükséges. Különös figyelmet kell fordítani az inzulinnal kezelt *cukorbeteg* hipo- és hiperglikémiás állapotára, illetve tüneteire. A túl tartós terhelés okozhat hipoglikémiát, ezért ha 4 mmol/l alatti a beteg vércukra, fogyasszon el egy kockacukrot, a hipoglikémiára hajlamos beteg az edzés előtt egy harapásnyi pogácsát. Az autonóm neuropátia okozhat szokatlan pulzusemelkedést, a beteg érzei hiányosak vagy félrevezetőek lehetnek. A perifériás neuropátia legfontosabb szövődménye a bőr észre nem vett sebződése, a nehezen gyógyuló seb kialakulása. A „diabéteszes láb” megfelelő zoknival és cipővel, és a lábak edzés utáni gondos megtekintésével kerülhető el.

Az edzés úgy hat, mint az inzulin; – a hatásmechanizmusra utaláson kívül ez azt jelenti, hogy úgy is kell bánni a testmozgással, mint az inzulinnal: minden nap, azonos időben, azonos mennyiségben. A *krónikus tüdőbetegek* (COPD) légszomja, cianózisa, esetleg köpetürítése készleten arra, hogy alapvetően interval jellegű legyen az edzés: fél-két percg intenzívebb, 1–2 percg lazább intenzitású legyen a mozgás. A *perifériás érszűkület* (claudicatio intermittens) akkor javulhat, ha sokszor ismételt eljutunk a fájdalom felléptéig, tehát interval jellegű legyen a terhelés. A *hipertóniások* elsősorban a tartós, aerob edzéstől várhatják vérnyomásuk 5–8 Hgmm-es csökkenését, ami 10–22 óra hosszat tart, tehát minden nap végezzenek edzést! Rezisztenciaedzést csak úgy végezzenek, ha megtanulták, hogy az izomerő kifejtése közben is nyitva kell hagyni gégejükét. Az izomerő-kifejtés e technikáját az egészséges személy is sajátítsa el: hasizomgyakorlat közben, például miközben felemeljük, és visszük a tele vödörket, énekeljünk, szavaljunk, füttyöljünk.

A fitnessztermekben a jelentkezők többsége *fogyási szándékkal* érkezik. A kövérség ellen jelenleg nincsen jó gyógyszer, de valószínűleg nem csak ezért válik világjáránnyá. Hacsak nem a sebészre várunk, aki lefarag néhány tucat kiló zsírt rólunk, vagy megrövidíti, beszűkíti a tápcsatornánkat (bariatrikus sebészet), akkor nincs egyéb megoldás: kevesebbet enni és (sokkal) többet mozogni (Apor – Számadó, 2010). Ebben az állapotban is bebizonyosodott, hogy a fittebb kövér embernek jobb az életkilátásai, mint az ugyanolyan kövér, gyenge fittségűnek. A megfelelő fittség (majdnem) ellensúlyozni képes a zsírfelcsúszás hátrányait. Ezért: „Ha már kövér, legyen fitt” – következtésként: „Mérj fittséget, ne csak zsírt.” („Aporizma”)

A „polypill” vérnyomáscsökkentőket, statint, vérárvadástgátló aszpirint egy pirulában tartalmazó gyógyszer, amelyet arra fejlesztettek ki, hogy polimorbid betegek részére a gyógyszer bevétele egyszerűbbé váljon, így csökkentve a kardiovaszkuláris rizikófaktorok okozta egészségromlást. Többszörös rizikófaktorok esetén a farmakológiai beavatkozás: egy-két tableta vérnyomáscsökkentő, vérlipideket rendező egy-két készítmény, elhízás elleni szer (majd ha lesz), a depresszió és az alvászavar gyógyszeres mérséklése, olykor a dohányzástól leszokás gyógyszeres segítése, a mozgatórendszeri panaszok miatt nemsteroid-tartalmú szerek, holott utóbbiak szedése szükségtelen lenne, ha hetente 5–6, vagy legalább napi fél órát szánánk testmozgásra.

Logikus lenne, ha a veszélyeztetettek és betegek a lakásukhoz közel felügyelt, szakszerű edzési lehetőséghez juthatnának. Két-három felnőtt orvosi körzetből adódhatna az a tizenöt-húsz magas rizikójú vagy rehabilitációra szoruló személy, akit hetente két-három alkalommal valamely közösségi helyiségben szakember „megtornáztatna”. Sok száz ehhez értő, képesített személy van az országban, akik akár „vándorszolgáltatóként” javíthatnák sokak egészségét, és csökkenthetnék a betegségek fellépésének, romlásának esélyét. Németországban hatezernél több ilyen „szíves klub” működik – de nem csak a szívbetegeknek lenne ezekre szükségük.

Világosan kell látni, hogy a népesség fittségének javítása nem (csak) a betegellátó egészségügy feladata. Ma annyi várható el az orvosoktól, hogy ismételten hívják fel a náluk betegség, szűrés, bármi egyéb panasz miatt megjelenőket a testmozgás, a fittség, az életmódjavítás fontosságára, és érvényes ismeretek és kapcsolatok révén közöljék, hol folyik a közelükben fittség felmérése, hol van fel-

ügyelt vagy kötetlen edzésre lehetőség. Az is közismert, hogy az orvos annak a betegnek tanácsol fogyni, aki nála kövérebb, azt inti a dohányzás mellőzésére, aki nála többet szív.

Az MTA-n tartott konferencián (Szóts, 2012) a résztvevők kifejezték a testmozgással/fittséggel kapcsolatos egyetértésüket:

1. A megfelelő (az ajánlásokban pontosan rögzített) fizikai aktivitás növeli a kardiorespiratorikus fittséget (egésztest aerobkapacitást: VO_2 max), amely az ismert rizikótényezők csökkentésén és azokon túl is jelentősen javítja a személyek betegség- és életkilátásait. E hatás mértéke elérheti a 30–40%-os rizikócsökkenést.
2. A fittség a többi rizikótényezőtől független faktor, javításának hatása szélesebb, mint az egyes rizikótényezők kiiktatására irányuló törekvés, de azokkal együtt alkalmazható.
3. Az egyén és a társadalom közös érdeke élni ezzel a lehetőséggel.
4. Költséghatékony beavatkozások sora létezik a fittség javítására rizikócsoport- és népességszinten egyaránt.
5. Káros mellékhatások és a veszélyek elhanyagolhatóak
6. A fittség/fizikai aktivitás mértékének ismerete segíti a veszélyeztetett/beteg személynek adandó orvosi tanácsot.
7. A beteget ellátó orvos biztatása és adekvát tanácsa a legfontosabb a fittség javításában.
8. A meglévő szakemberek és létesítmények ma is lehetőséget adnának a fittség szélesebb körű javítására.

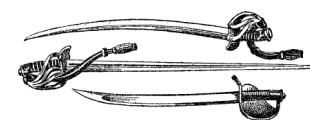
Kulcsszavak: állóképességi teljesítőképesség, kardiovaszkuláris megbetegedések és fittség, rehabilitáció a fittség növelésével, fittségi kategóriák korok és nemek szerint

IRODALOM

- ACSM – American College of Sports Medicine (2009): *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins
- Apor P. (1977a): Kardiorespiratorikus diagnosztika fizikai terheléssel. *Orvosi Hetilap*. 118, 1345–1348.
- Apor P. (1977b): Fizikai aktivitás és az ischémiás szívbeteg. *Orvosi Hetilap*. 118, 513–515.
- Apor P. (1989): A fitsségi vizsgálat technológiája. *Orvosi Hetilap*. 130, 1039–1043.
- Apor P. (1997): Hypertóniások gyógyítása fizikai aktivitással. *Hypertónia- Nephrologia*. 2, 172–176.
- Apor P. (1999): A belgyógyászati betegek rehabilitációja edzéssel. *Orvosi Hetilap*. 140, 579–585.
- Apor P. (2007): A végstádiumú vesebetegek rehabilitációs edzésprogramja. *Orvosi Hetilap*. 148, 2047–2050.
- Apor P. (2008): IPAQ. *Orvostovábbképző Szemle*. 15, 3, 80–81.
- Apor P. (2009): Fizikai edzés a cukorbetegség megelőzésére és kezelésére. *Orvosi Hetilap*. 150, 579–587. • http://oxygenmedical.hu/anyagok/Apor_Fizikai-edzes_DM_2009.pdf
- Apor P. (2004): A fizikai aktivitás és/vagy fittség mértéke a kardiovaszkuláris kockázat besorolást módosító tényező. *Orvosi Hetilap*. 145, 1801–1804.
- Apor P. (2012): Terhelési „küszöbök” ez egészségvédelemben, a rehabilitációban és a versenysportban.

Orvostovábbképző Szemle. 19, 2, 74–77.

- Apor P. – Borka P. (2004): A krónikus obstruktív tüdőbetegek izomfogyása és rehabilitációs edzése. *Medicina Thoracalis*. 57, 15–26.
- Apor P. – Pilvein M. – Duba J. – Gyárfás I. (1979): A fizikai aktivitás módszertana akut szívinfarktust túlélő betegek rehabilitációjában. *Orvosképzés*. 54, 474–480.
- Apor P. – Rádi A. (2005): A fizikai aktivitás érthetősége. *Orvosi Hetilap*. 146, 63–68.
- Apor P. – Rádi A. (2010): Veterán sportolók. *Orvosi Hetilap*. 151, 110–113. • <http://www.akademiai.com/content/3105787j3602h56/fulltext.pdf>
- Apor P. – Számadó J. (2010): Testmozgás, edzés a kövér gyermek számára. *Gyermekgyógyászat*. 61, 2, 79–81.
- Apor P. – Tihanyi J. – Borka P. (2005): Izomzatfejlesztés a szív- és tüdőbetegek rehabilitációjában. Szakaszos terhelés, rezisztenciaedzés, excentrikus edzés, vibráció. *Orvosi Hetilap*. 146, 1971–1975.
- Gara Imre (szerk.) (2010): *Rehabilitációról szívbetegeknek*. M. Kardiovaszkuláris Rehabilitációs Társaság–M. Gyógytornászok Társasága–M. Dietetikusok Országos Szövetsége
- Szóts Gábor (szerk.) (2012): *A fittség mértéke mint a megbetegedések rizikóját befolyásoló tényező*. (Magyar Sporttudományi Füzetek IV.) Akadémiai, Budapest



FRAKCIONÁLT DESZTILLÁCIÓ FRAKCIONÁLIS TUDOMÁNYMETRIAI MUTATÓK INTÉZMÉNYI SZINTŰ ALKALMAZÁSA?

Zolnai László Papp Zoltán

CSc, tudományos főmunkatárs,
MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen
zolnai.laszlo@atomki.mta.hu

CSc, egyetemi adjunktus,
Debreceni Egyetem–Atomki
Kihelyezett Környezetfizikai Tanszék
zpapp@science.unideb.hu

Adománné Zolnai Dóra

könyvtáros,
zolnai.dora@atomki.mta.hu
MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen

Bevezetés

A *Magyar Tudomány* hasábjain a közelmúltban jelent meg egyikünk – nem teljes igényű – áttekintése a tudományometriai frakcionális mutatók témakörének hazai történetéről (Papp, 2012). Az áttekintésből kitűnik, hogy a frakcionális mutatók gyakorlati alkalmazására az egyének szintjén hazánkban csak ritkán és esetlegesen került sor, pedig a frakcionálást ezen a szinten egy magyarul 1980-ban megjelent módszertani mutató már ajánlotta. A frakcionális mutatók alkalmazására a ritka, nyilvánosan hozzáférhető példák egyike az MTA Atommagkutató Intézet publikációs-hivatkozási adatbázisa (Zolnai, 1998). Intézményi szinten ennek 1998-bani létrejötte előtt, csak az MTA használta a frakcionálást az akadémiai kutatóintézetek teljesítményének összehasonlítására 1982-ben (Schubert et al., 1982), valamint az Atomki tekintetében (Zolnai – Berényi, 1989). Sajnálatos módon

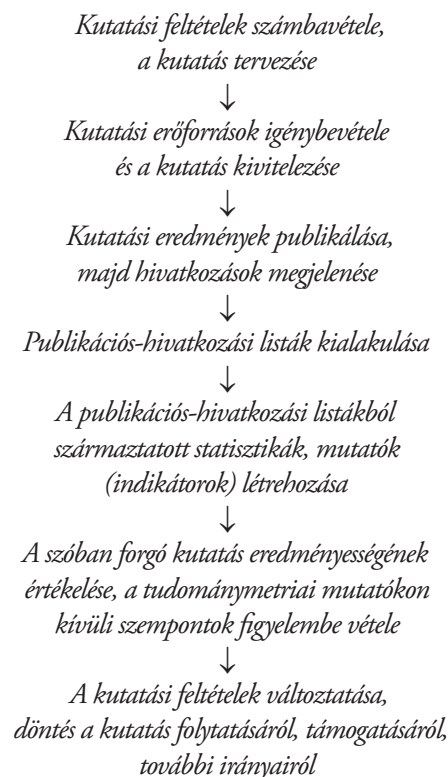
az MTA intézeteinek 1996–98 évi konszolidációjakor is elkerülte az értékelők figyelmét e mutatók használata, bár az MTA központi szerveinek levelezésében még 1992-ben is felbukkant ennek igénye. A *Magyar Tudományos Művek Tára* (MTMT) jelenleg elzárkózik a frakcionális mutatók nyilvános bemutatásától. Tudomásunk szerint néhány intézet (pl.: Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Budapesti Műszaki Egyetem) belső kutatásértékelési célra használja a frakcionális mutatókat.

A frakcionális mutatóknak az egyének szintjén történő hazai alkalmazására tett javaslatokat legtöbbször hallgatás, illetve érezhető elutasítás kísérte. Szerintünk ennek egyik oka az lehetett, hogy az értékelés egyéni rendszerében majdnem minden hozzászóló érintett volt vagy lesz, és egy előre meg nem jósolható eredményt hozó új-régi rendszer bevezetése esetleg átrendezheti a hazai *status quót*. Jelen cikkünkben nem folytatjuk az egyének szintjén való frakcionálásról szóló

polémiát, inkább a frakcionális mutatóknak az egyéni szint felett elhelyezkedő hazai intézményi, illetve országonkénti alkalmazásának lehetőségeit tekintjük át. Annál is inkább számíthatunk a frakcionálással kapcsolatban az intézmények esetében türelmesebb fogadtatásra, mivel a tudományometriával foglalkozók körében elfogadott, hogy intézményi szinten a tudományometriai eszközök alkalmazása egyszerre viszonylag releváns és megbízható.

Kutatás és kutatásértékelés

A kutatási-kutatásértékelési folyamat egyes lépcsőfokait a következő folyamatábrán szemléltethetjük:



Régebben a kutatások eredményességének értékelése a publikációkra, majd a publikáci-

ós-hivatkozási listákra támaszkodott, egyes adattárak (például *Magyar Tudományos Művek Tára*) kiindulási célja is csak a listák bemutatása volt. A százas-ezres nagyságrendű publikációt és hivatkozást tartalmazó egyéni és intézményi listák feltűnésével, és az értékelést végző humán erőforrás korlátozott volta miatt szükségessé vált a publikációs-hivatkozási listák lényeges adatainak kompaktabb formában való közreadása. Az így készített statisztikáknak – nézetünk szerint a publikációk minden lényeges adatát tükröznük kell (lásd 1. ábra). Nem elégedhetünk meg azzal, hogy minden, a fejezetben szereplő egyéni szerzőnél, intézetnél és országnál figyelembe vesszük az illető publikációt, hanem a fejezet egyéb részleteit (leginkább a szerzők számát) is számításba kell vennünk. Lentebb látni fogjuk, hogy nem közbűös a kutatásértékelésnél figyelembe vett mutatók származtatási módja és összetétele. A széles körben elterjedt sztereotípiákkal szemben, a kutatásértékelés igenis többnyire ezekre a statisztikákra támaszkodik, egyébként mivel lenne magyarázható a hazánkban több, egymást követő tudományos publikációs adattár (*Akadémiai Tudományos Publikációs Adattár, Köztisztviselői Publikációs Adattár, MTMT*) nagy ráfordítással való létrehozása, amelyek – félősen bár – közölnek bizonyos mutatókat. Nagyon fontos, hogy a kutatásértékelés *releváns* mutatókra támaszkodjon. Ennek a kritériumnak a teljesülése elengedhetetlen ahhoz, hogy a kutatásértékelés általi „öszönzés” a lefektetett tudománypolitikai célok irányába hasson.

A publikációk „szétosztásának” különböző módjai

Az egyéni és intézményi publikációs és hivatkozási listák hosszabbodásával felmerült az igény, hogy a listák lényeges adatai sűrítettebb

Precise solution of few-body problems with the stochastic variational method on a correlated Gaussian basis

K. Varga^{1,2,3} and Y. Suzuki¹

¹ Department of Physics, Niigata University, Niigata, 950-21, Japan

² RIKEN, Hirosawa, Wako, Saitama 351-01, Japan

³ Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences, Debrecen, H-4001, Hungary

(Received 8 March 1995)

1. ábra • Egy tipikus publikáció-fejzet

formában kerüljenek bemutatásra. Abból a célból, hogy megtaláljuk a „lényeges” adatokat, érdemes egy tipikus publikáció fejzetét megtekinteni.

A fejzetben a szerzők három szintjét, az egyének, intézmények és az országok szintjét különíthetjük el. Az egyes szintek képviselőit a továbbiakban aktoroknak nevezzük. A listákból származtatott adatok egyikére kézenfekvő választás a listákban szereplő publikációk száma lehet. Milyen megfeleltetést alkalmazzunk a publikációk és az aktorok között? Erre több javaslat is született már, a szakirodalomban több „szétosztási” módszer ismeretes. Az aktorok közti szétosztási módszerek alkalmazásában vagy éppen az azonos terminológia használatában – sok erőfeszítés ellenére – az evaluatív tudománymetria területén sincs egyetértés (Larsen, 2008). A szétosztás mikéntjére vonatkozó javaslatoknak, a sokszor egymásnak ellentmondó megfogalmazások tisztázásában Marianne Gauffriau és munkatársai tettek jelentős előrelépést (Gauffriau et al., 2008). Az idézett szerzők nem kevesebb, mint tizenkilenc szétosztási módszert ismertetnek. Jelen írásunkban ezek közül csak a három legfontosabbat mutatjuk be, és csak kettőt használunk.

Az első vagy egészben való beszámítás (*whole [integer] counting*) esetében egy cikk minden aktoránál – értelemszerűen minden szerzőjénél, intézeténél és országánál – 1–1 egységgel

vesszük figyelembe a publikációt. Rögtön látszik ennek a módszernek a nagy hátránya, ti. nem additív, azaz egy magasabb aggregációs szinten a publikáció „megsokszorozódik”. A további két szétosztási módszer ezzel szemben additív. Ezek közül az egyiknél a feltüntetés sorrendjében első aktorhoz (egyénehez, intézethez, országhoz) rendeljük a publikáció egészét, a többiek nem kapnak belőle semmit (*straight*, vagy egyéneknél: *first author counting*). A másikonál az egyes aktorokhoz úgy rendelünk hozzá tört értékeket, hogy azok összege 1 legyen (*fractional counting*). Ez a hozzárendelés történhet úgy, hogy a tört értékeket az „érdemek” szerint adjuk (például mint a szabadalmaknál), vagy azok bizonyos szabály szerint változnak a sorrendben első aktortól való távolság (rank) függvényében, vagy éppen minden aktorra egyenlők (*whole-normalized*) (Derek De Solla Price sokat idézett megjegyzése: „*The payoff in brownie points of publications or citations must be divided among all the authors listed on the byline, and in the absence of evidence to the contrary it must be divided equally among them.*”¹ szerint (Price, 1981), illetve lásd a hazai hatályos szerzői jogi törvényt. Ez utóbbi módszer szerinti szétosztást fogjuk a továbbiakban a „frakcio-

¹ „A publikációk és hivatkozások után járó jó pontokat a fejzetben szereplő szerzők között kell szétosztani, mégpedig – ellentmondó tény hiányában – egyenlő arányban.”

nális” elnevezéssel illetni. A „frakcionálás” menetét illetően az 1. ábra adatai alapján látszik, hogy az ábrázolt cikkfejzet Varga K. és Suzuki Y. mint egyének részére $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{2}$ hozzájárulást ad, míg a Niigata Egyetem, a hirosawai RIKEN Kutatóközpont és az Atomki rendre $\frac{4}{6}$ – $\frac{1}{6}$ – $\frac{1}{6}$ saját részt tudhat magáénak (ezeket intézeti saját résznek is nevezzük). Az is látszik, hogy a publikáció $\frac{5}{6}$ – $\frac{1}{6}$ arányban oszlik meg Japán és Magyarország között. Megjegyezzük, hogy a fenti szétosztási módszerek minden további nélkül tovább vihetők a publikációkhoz tartozó egyéb tudománymetriai objektumokra (hivatkozások, impaktfaktor stb.).

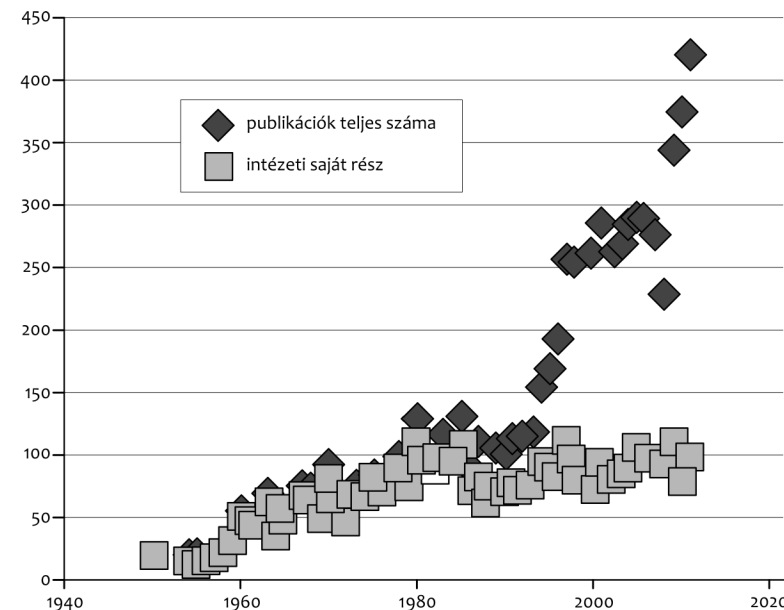
A szétosztási módszerek finomítása jelenleg is folyik. Legújabbban a frakcionális mutatók módszerét úgy javasolták módosítani, hogy számításba vegye a szerzőségi sorrendet (természetesen az alfabetikus szerzőfelsorolás,

illetve az explicit hozzájárulási megállapodás kivételével). A szerzőségi sorrend által generált súlyoknak, számtani, mértani, illetve harmonikus sor szerinti számításba vételére Nils T. Hagen (2010) végzett összehasonlító számításokat. A módszerek egyszerűen átvihetők az aktorok más szintjeire.

A frakcionálás szükségessége intézményi szinten: hazai előjelek

A magyar intézmények tekintetében is minden olyan esetben fennáll az egyes publikációk többszörös számításba vételének veszélye, amikor azok a publikációkban más intézetekkel közösen vesznek részt.

Megvizsgáltuk az MTA Atommagkutató Intézet publikációs számának alakulását az intézet alapításától a megjelenési év függvényében az egészben való és a frakcionális szétosztás esetén (2. ábra).



2. ábra • Az Atomki éves publikációs számának alakulása a megjelenési év függvényében, egészben való és frakcionális szétosztás esetén

Amint jól látható, a két pontsor a 80-as évek elején-közepén szétnyílt – amint azt már korábban jeleztük (Zolnai – Berényi, 1989) – és napjainkra a különbség jelentőssé vált. Ennek egyik oka lehet a hazai kutatási pályázati rendszer beindulása – mint ahogy a 40-es években az USA-ban történt (Price, 1981). Egyébként az egészben való szétosztással kapott publikációs szám ábrázolt növekedése a kutatási feltételek változását tekintve indokolatlannak tűnik, mivel az utolsó 20–25 évben az intézet nem kapott lényeges műszerberuházást, és a kutatói létszám is ~100 körül mozgott.

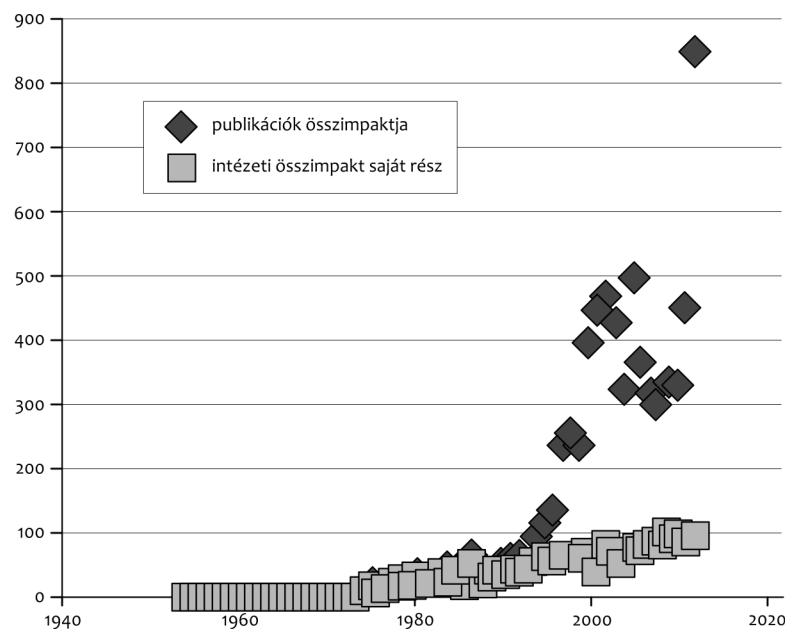
A frakcionálisan számított „intézeti saját rész” növekedése – aminek minőségi változására az intézeti összimpakt saját részének *monotonon növekvő* trendje (3. ábra) is rámutat – inkább a lassan javuló általános, nem szorosabban vett finanszírozási feltételek (nyelvtudás, mobilitás, külföldi berendezések igénybevételi lehetősége, teljes szövegű folyó-

irat-adatbázisok hozzáférhetősége, publikációs gyakorlat, „pályázati nyomás” stb.) által indukált tanulási folyamat eredménye. Az is lehet, hogy azon folyóiratoknak, amelyekben az intézet publikál, lassan növekedik az átlagos impakt faktoruk. A növekedés összetételét vizsgálva elsősorban az elméleti kutatások súlyának növekedéséről számolhatunk be, ami a magyar fizika történetét tekintve nem meglepő.

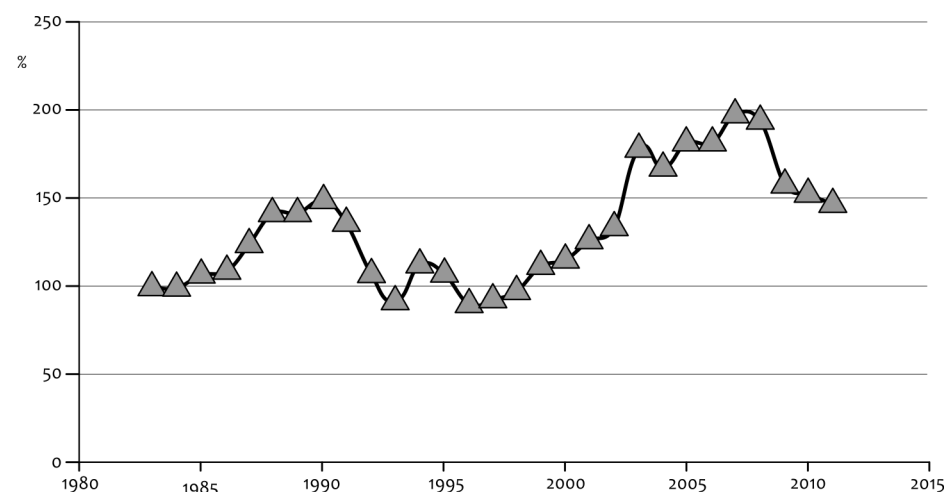
Megjegyezzük, hogy a tekintett időszakban az MTA alkalmazottainak bérezése a 4. ábra szerint alakult, tehát ösztönzést a fentebbi tendenciához innen nem várhatunk.

Az egészben való szétosztás szerinti pontsorok illetően alakulása a nemzetközi kapcsolatok átalakulásával járó kooperativitás jelentős növekedésének köszönhető. A szerzőszám ugrásszerű növekedését mutatja a 5. ábra.

A társszerzőszám növekedését vizsgálva érdekes megfigyeléseket tettünk. A legtöbb



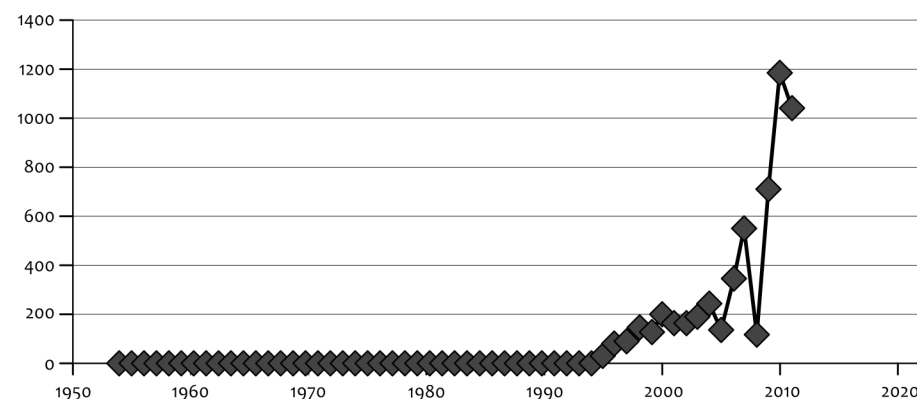
3. ábra • Az Atomki éves összimpaktjának alakulása



4. ábra • Az MTA-alkalmazottak reálbérátlagának alakulása az évek függvényében (TUDOSZ, 2012)

kísérletes tudományágban hosszabb ideje (50–60 éve) léteznek olyan – főleg adatgyűjtő – közleménytípusok, amelyek esetében a nyert adatok létrehozásához szükséges munka mennyisége viszonylag pontosan összehasonlítható. Megvizsgálva ezeket a cikkeket a megjelenési idő függvényében, azt tapasztaltuk, hogy az egy szerzőtársa eső átlagos cikk-

rész, a technikai fejlődés dacára egyre kevesebb adatot tartalmaz, vagyis a szerzők egyrészt törekednek a „minimálisan publikálható” adatot publikálni, másrészt az egyre több szerző (és erőforrás) – indokolt vagy indokolatlan – bevonásával az időegység alatt publikált cikkek számát növelni. Az elmondottakból is látszik, hogy a szerzőszám drasztikus



5. ábra • Az Atomki publikációi átlagos társszerzőszámának változása a megjelenési év függvényében

Description of identical superdeformed bands with $\Delta I=4$ bifurcationYu-xin Liu^{1,5} and Dong-feng Gao¹¹ Department of Physics, Peking University, Beijing, 100871, China² Institute of Heavy Ion Physics, Peking University, Beijing, 100871, China³ Institute of Theoretical Physics, Academia Sinica, Beijing, 100880, China⁴ Center of Theoretical Nuclear Physics, National Laboratory of Heavy Ion Accelerator, Lanzhou, 730000, China⁵ CCAST (World Laboratory), P. O. Box 8730, Beijing 100080, China

(Received 29 August 2000; published 19 March 2001)

6. ábra • Példa az egyik szerzőhöz jelölt sokintézetes publikáció fejzetére

változása mögött milyen bonyolult tudománysszociológiai folyamatok rejthetnek. Mint ahogy a szerzőszám, a szerzők által feltüntetett intézetek száma is inflálódni látszik, amint azt a fenti cikkfejzet mutatja (6. ábra).

Az egyes szinteken fellépő aktorok száma erősen befolyásolja a frakcionális mutatókat. Azok alakulása pedig azt sugallja, hogy az egészben vett mutatók valójában nem jellemzőek a kutatásokra, változásuk a külső, a szorosabban vett kutatásfinanszírozás által nem befolyásolt körülményeknek tulajdoníthatók (például: az *Atomki Közlemények* megszüntetése és ezzel együtt a magyar nyelvű közlés nemzetközi folyóiratok felé való terelése, a CERN-be való belépés stb.). Elképzelhető, hogy a szerzőszám és a közreműködő intézetek számának növelése az egészben való szétosztási módszer csaknem kizárólagos használatának is köszönhető, ugyanis ez a publikációk számának mindenáron való „szaporítására” ösztönöz. Ez azt is eredményezi, hogy a kutatásértékelés gyakorlatilag a „sötétben tapogatózik”. Szintén magyarázatul szolgálhat a kooperativitás indokolatlan növekedésére, hogy a magyar tudományos minősítési rendszerben (a Fizikai Osztály területén biztosan) bizonyos tudományos fokozatokra való pályázásnál a külföldi társszer-

zőktől nem kell a közös munkákra vonatkozó „lemondó nyilatkozatot” felmutatni.

Néhány évvel ezelőtt a sokszerzős publikációk problémájának felvetésekor – jelentős késéssel követve azok felbukkanásának Price 1981-es jelzését – a szokásos hazai ellenvetés az volt, hogy az ilyen publikációkból kevés van. Mára az ilyen publikációk megsokasodtak a fizikán kívül, az orvostudomány, a genetika és a csillagászat területén is. Egyes magyar intézetekben az évenkénti publikációs produktumnak a felét-kétharmadát is meghaladja a sokszerzős publikációk száma. A társadalomtudományokban is nőni kezdett az átlagos szerzőszám (Fisher et al., 1998).

Hazai és nemzetközi fórumokon gyakran elhangzik, hogy a cikkfejzetek összes olyan adatainak rögzítése, melyek a frakcionális mutatók teljes körű használatához szükségesek, túlzottan munkaigényes. Erre azt válaszolhatjuk, hogy ez a munka ügyesen megválasztott adatbázis szerkezet (csak a „default” értékektől eltérő adatok rögzítése) esetén, például az Atomki eddigi ~9500 publikációja egy ember mintegy kétheti elfoglaltságát jelentette. Ehhez persze az is kellett, hogy az Atomki-ban minden publikáció esetén visszakéreshető legyen az illető cikkek fejzetét tartalmazó cikkrészlet. Az egyes publikációk

esetében az adatok „fazonírozását” a nagy nemzetközi adatbázisok (például CEST adatbázis [lásd Gauffriau, 2008]) esetében is kézzel kell segíteni, főleg a cikkekben az ugyanazon intézmények nevének változatos formában való feltüntetése miatt. A rögzítendő extra adatok mennyiségét csökkentti, hogy míg a szerzők által feltüntetett intézmények sora változhat, az intézetek általában huza-mosabb ideig önállóak maradnak, országbeli elhelyezésük pedig szinte sohasem változik. A frakcionális mutatók intézményi szinten való bevezetéséhez szükséges, becsülhető ráfordítás nem túl magas ár ahhoz képest, hogy a kutatásértékelés nem releváns volta miatt, esetleg milliárdok kerülnek rossz helyre, vagy emberek sorsa dől el nem kívánatos irányban.

Egy, a fenti frakcionális mutatók használatához közelítő megoldás lenne a szerzőszám, illetve a cikkben részt vevő intézetek számának használata. Mindkettőt tartalmazza az ismert *Web of Science* adatbázis, és részben közvetett módon (az illető intézeti társszerzőkre eső rész kiszámításával) az MTMT is lehetőséget nyújt ezeknek az adatoknak a közelítő származtatására.

Egy új, a publikációs szokásokat valószínűleg gyökeresen átalakító elképzelés, hogy a kutatóintézetek a folyóiratokra való előfizetések helyett a publikációk megjelentetéséért fizetnének egy, a kiadók fenntartását fedező díjat (jelenleg cikkenként 500 és 2500 USD között mozognak az előrejelzések). Ennek fejében az illető publikációk teljes szövege olvashatóvá válna mindenki számára. Amennyiben ez az elképzelés valóra válik, nyilván mindenki ragaszkodni fog a frakcionális (és egyenlő) mutatók használatához, hiszen a sokszerzős publikációkat jelenleg magukénak feltüntetett intézetek nem akarják majd a teljes publikációs díjat kifizetni.

Kitekintés

Noha a frakcionális mutatóknak a fentiekben ismertetett teljes részletességű alkalmazásához szükséges adatokat a nagy nemzetközi publikációs-hivatkozási adatbázisok (*Web of Science*, *Scopus* stb.) nem tartalmazzák (azokat csak a teljes szövegű adatbázisokból lehet feltárni), a frakcionális mutatók alkalmazására több mezo- (intézményi) és makro- (országos) szintű vizsgálat történt. A következőkben néhány érdekes tanulmányt ismertetünk.

Mindenképpen említeni kell Gauffriau és munkatársai (2008) terjedelmes munkáját, amelyben különböző szétosztási módszerek alkalmazásával vizsgálták az országok 1981 és 2002 közti publikációs adatait. Több fontos megállapításuk közül kiemelendő, hogy az egészben való szétosztási módszerrel számolt adatok átlagosan 72%-kal csökkennek, ha a frakcionálisan egyenlő (*whole-normalized*) módszerrel számolunk. Vizsgálatukból kitűnik az egyébként triviális eredmény, hogy az egészben való szétosztási módszer a kiterjedt nemzetközi együttműködéseket folytató országokat preferálja. Jelzik, hogy ez a probléma még jelentősebbé válik a nemzetközi kutatások számának növekedésével. Érdekes közlés, hogy míg az EU szervezetei az egészben való, az USA illetékes hatóságai a frakcionális szétosztás módszerét preferálják. Az eredmények többsége érvényesnek tekinthető az intézményi szinten is.

Loet Leydesdorff és Jung C. Shin (2011) hét dél-koreai kutatóegyetem hivatkozási adatait elemezte a frakcionális szétosztás módszerével, azzal a kiegészítéssel, hogy az egyes tudományterületi eltérő hivatkozási szokásokat normalizálással vették figyelembe. Azt állítják, hogy a normalizálási eljárásuk kiterjesztése a *hivatkozó* cikkek tudományte-

ületére megszünteti a tudománymetria régi problémáját a tudományterületek különböző idézési szokásait illetően.

Mu-Hsuan Huang és munkatársai (2011) vizsgálatukban öt különböző szétosztási módszert hasonlítottak össze makro- (ország) szinten, a publikációk és hivatkozások száma, valamint a hivatkozás-publikáció arány (impakt) tekintetében. Azt találták, hogy a legelterjedtebben használt „teljes” szétosztási módszernél jobb választás az első szerzős és frakcionálisan egyenlő szétosztás módszere. E munka szerint tehát makroszinten még a frakcionális szétosztás legszükségesebb módszere is jobb a teljes szétosztás módszerénél.

Rövid kitekintésünket összefoglalva ugyanazt mondhatjuk, mint Ed J. Rinia és munkatársai (1993):

- Az egészben való szétosztás módszere minden aktori szinten megbízhatatlanná válik a kooperativitás (= teljes rész/saját rész) növekedésével.
- Az egészben való szétosztáshoz képest az első szerzős és a frakcionális szétosztás realisztikusabb, és a frakcionális mutató bizonyos esetekben jól közelíthető az első szerzős szétosztás szerint kapott eredménnyel.

- A sokszerzős publikációk egyéb, speciális szempontok szerinti elbírálását (ezeket a szempontokat illetően lásd Zolnai László írását (2008), *le kell választani* azok tudománymetriai értékelésétől, vagyis a más tudománypolitikai megfontolások ne legyenek hatással a tudománymetriai eredményekre.

Következtetések

A fentiek alapján leszűrhetjük azt a következtetést, hogy a frakcionális tudománymetriai mutatók használata egyre sürgetőbb a hazai intézményi publikációs statisztikák származtatásában. Az egészben való szétosztást használó mutatók alkalmazása mellett legalábbis biztosítani kellene a frakcionális mutatók feltüntetését. Ehhez első lépés lehetne az illető listában szereplő publikációk átlagos társszerzőszámának, és a részt vevő intézetek átlagos számának, vagy, hogy ha ez nehézséget jelent, az listában szereplő intézethez rendelt szerzőknek a teljes szerzőszámhoz viszonyított arányának feltüntetése.

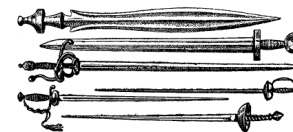
Kulcsszavak: *kutatásértékelés, tudománymetria, frakcionális mutató, társszerzőség, szerzőszám, intézményi szint*

IRODALOM

- Fisher, Bonnie S. – Cobane, C. T. – van der Ven, T. M. – Cullen, F. T. (1998): How Many Authors Does It Take to Publish an Article. Trends and Patterns in Political Science. *PS: Political Science and Politics*. 30, 2, 216–219. • <http://www.jstor.org/stable/420730> és az ott idézett művek
- Gauffriau, Marianne – Larsen, P. O. – Maye, I. – Roulin-Perriard, A. – von Ins, M. (2008): Comparisons of Results on Publication Counting Using Different Methods. *Scientometrics*. 77, 1, 147–176. DOI: 10.1007/s11192-007-1934-2 és az ott idézett művek
- Hagen, Nils T. (2010): Harmonic Publication and Citation Counting: Sharing Authorship Credit Equitably – Not Equally, Geometrically or Arithmetically. *Scientometrics*. 84, 3, 785–793. DOI: 10.1007/s11192-009-0129-4 • <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2909428/>
- Huang, Mu-Hsuan – Lin, C.-S. – Chen, D.-Z. (2011): Counting Methods, Country Rank Changes, and Counting Inflation in the Assessment of National Research Productivity and Impact. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 62, 12, 2427–2436. DOI: 10.1002/asi.21625
- Larsen, Peder Olesen (2008): The State of the Art in Publication Counting. *Scientometrics*. 77, 2, 235–251. DOI: 10.1007/s11192-010-0202-z

- Leydesdorff, Loet – Shin, Jung C. (2011): How to Evaluate Universities in Terms of Their Relative Citation Impacts: Fractional Counting of Citations and the Normalization of Differences among Disciplines. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 62, 6, 1146–1155. DOI: 10.1002/asi.21511
- Papp Zoltán (2012): Miért nem használunk frakcionális mutatókat a tudományos tevékenység értékelésére? *Magyar Tudomány*. 173, 4, 472–480. • <http://www.matud.iif.hu/2012/04/09.htm>
- Price, Derek De Solla (1981): Multiple Authorship. *Science*. 212, 4498, 986. DOI: 10.1126/science.212.4498.986
- Rinia, Ed J. – De Lange, C. – Moed, H. F. (1993): Measuring National Output in Physics: Delimitation Problems. *Scientometrics*. 28, 1, 89–110. DOI: 10.1007/BF02016287

- Schubert András – Zsindely S. – Glänzel W. (1982): A tudományos publikációs tevékenység mutatószámai az MTA természettudományi, műszaki, orvostudományi és agrártudományi kutatóhelyein 1976–1980. (*A MTAK informatikai és tudományelemzési sorozata* 2.) MTAK, Budapest
- TUDOSZ (2012): Tudományos és Innovációs Dolgozók Szakszervezete. Magánközlés.
- Zolnai László – Berényi Dénes (1989): Kutatóintézeti tudománymetria – ATOMKI 1954–1989. *Fizikai Szemle*. 39, 8, 285–291.
- Zolnai László (1998): Az Atomki Publikációs-Hivatkozási Adatbázisa (APHA). • <http://www.atomki.hu/p2/index.htm>
- Zolnai László (2008): A „sötét teljesítmény” nyomában. *Magyar Tudomány*. 169, 7, 870–874. • <http://www.matud.iif.hu/08jul/12.htm>



MI, A KÖRNYEZETMÓDOSÍTÓ ÁLLATOK: A GEOMÉRNÖKSÉG MÚLTJA ÉS JÖVŐJE*

Galántai Zoltán

PhD, egyetemi docens,
BME GTK Pénzügyek Tanszék
galantai@finance.bme.hu

A geomérnökség „... a globális felmelegedés korlátozásának új megközelítése”
(*New York Times*, 2010)
„A globális klímamérnökség nincs tesztelve és nem is lehet tesztelni... ez a diszciplína még nem létezik: legjobb esetben is geotudományi spekuláció”.
(*Slate Magazine*, 2010)

Bevezetés helyett: terraformálni a jövőt?

Egy 2012 elején közzétett tanulmány szerint a felmelegedéssel kapcsolatban az jelenthetné a megoldást, ha „embermérnöki” megoldásokat alkalmaznánk, amelyek „magukban foglalják az emberek biomedikai módosítását, hogy ezáltal csökkentsük a káros hatásokat és/vagy alkalmazkodjunk” a változó körülményekhez. Ugyanis – mondják – „az embermérnökség kevésbé kockázatos a geomérnöki tevékenységénél”, vagyis az éghajlat mérnöki eszközökkel történő módosításánál.

Az általuk javasolt módszerek között csak úgy megtalálható lenne a „farmakológiai hús-intolerancia”, vagyis egy, a húsevési kedvet csökkentő gyógyszer (mivel a károsanyag-kibocsátás nem elhanyagolható részét az ál-

talunk később elfogyasztott állatok produkálják), mint a kisebb termetű emberek létrehozása, akiknek kisebb lenne az ökológiai lábnyomuk is; vagy éppen a születésszám-csökkentés „kognitív enhancement” révén, meg az empátia és altruizmus ismét csak kognitív fokozása (Liao et al., 2012). És így tovább. A fentebbiek közül egyes célkitűzéseket, mint amilyen például a kevesebb vörös hús fogyasztása, sokkal egyszerűbben, hagyományos módszerekkel is el lehetne érni: Fernand Braudel francia történész említi, hogy a korábbi századokban mindig is fordított korreláció volt a népsűrűség és a húsfogyasztás között.

Más, az embermérnökség és a felmelegedés viszonyát tárgyaló cikkben felvetett megoldásoknak rosszabb esetben csupán ideiglenes hatásuk lenne. Amennyiben például a születésszám nem csökken, úgy a szaporodási rátától függően a kisebb termetű emberek is gyorsan felélnék az erőforrásokat, és ez nem fogadható el. Mármint ha az a célunk, hogy mintegy „időben globálisan”, hosszabb távra is lakhatóvá téve a jövőt, mintegy *terraformáljuk* azt.

Ezzel kapcsolatban viszont kérdés, hogy milyen mértékben várható el, hogy a jövő nemzedékek kedvéért lemondjunk valamiről. És erre nem is olyan egyszerű válaszolni (sőt).

Ez ugyanis etikai kérdés, és Kovács József magyar bioetikus szerint „nagyon valószínű, hogy lehetetlen konszenzust elérni az etika bármely ágában, s ez nagyon kiábrándító annak, aki a természettudományok sokkal egyértelműbb igazságaihoz szokott hozza”.

De még ha sikerülne is megállapodnunk az alapelvekben, és el tudnánk dönteni, hogy „mit”, még mindig ott lenne a „mikor” kérdése is. A csillagász Chris Gottbrath néhány éve bevezette az „amit ma megtehetsz, halaszd el holnapra” elvet, mely szerint a számítástechnikában azoknak a nagy számításigényű feladatoknak a megoldásával, amelyek több mint huszonhat hónapot vennének igénybe, érdemes várni, mert később – a nagyobb teljesítménynek köszönhetően – gyorsabban megoldanánk, s ez a megközelítés bizonyos mértékig a geomérnöki tevékenységekkel kapcsolatban is alkalmazható. Egy abszurd példával élve: a svájci Myeczişlaw Taube az 1980-as évek elején egyfajta „geomérnökség szteroidokon” szemléletből kiindulva azt tárgyalta, hogy miként védekezhetnénk a Nap távoli jövőben bekövetkező felmelegedése ellen, de ez minden bizonnyal olyan probléma, ami miatt ráérünk még sok millió év múlva aggódni, amennyiben még akkor is lesz még értelmes élet a Földön. Egyfelől: mert addigra talán sokkal hatékonyabb eszközeink lesznek; másfelől: ha most nem teszünk semmit, akkor annak még nagyon sokáig nem lesznek következményei, és ennek megfelelően nem sürges az idő.

Amivel nem azt akarom mondani, hogy akkor ne is foglalkozunk a jelenleg is mind nagyobb problémát jelentő károsanyag-kibocsátással vagy éppen a biodiverzitás csökkenésével meg az ivóvíz fogyásával és a geomérnökség által megcélzott problémákkal: éppen ellenkezőleg. A Gottbrath-féle elv csak akkor

alkalmazható, ha a mostani döntéseknek, illetve mostani be nem avatkozásoknak nem lesznek a jövőben visszafordíthatatlan következményei.

Márpedig a jelenlegi helyzet nem ilyen még akkor sem, ha az amerikai National Academy of Sciences egy tanulmánya 1991-ben azt vetette fel, hogy egyszerűbb lenne védekezni, mint az okokat felszámolni. Tehát vegyük körül gátakkal az emelkedő tengerszint által veszélyeztetett területeket; építsünk víztárolókat stb. Innentől kezdve mintegy koevolúciós versenyfutást folytatnánk a változó környezettel, noha hosszú ideig abból indultunk ki, hogy épületeink, útjaink stb. élettartamához képest a minket körülvevő táj lényegében állandó. Mint ahogy egészen a legutóbbi időkig abból is, hogy a bióta az emberi élettartamhoz képest észrevehetően lassúsággal változik – de mostanra ebből a szempontból is megváltozott a helyzet.

Másfelől persze legalább ugyanilyen furcsa lenne az is, hogy geomérnöki beavatkozás helyett inkább az embert módosítsuk. Ugyanis még ha eltekintenénk is az ebből fakadó etikai problémáktól, az emberi civilizációk története – mondhatni – *per definitionem* mindig is a környezetátalakítás története volt annak minden előnyével és nem kívánt hatásával együtt, még akkor is, ha ennek rendszerint nem voltunk tudatában.

Búcsú a biológiai ancien régime-től

Braudel szerint az emberiség a 19. századig a „biológiai ancien régime-ben” élt, ahol egyfajta zéró összegű játék keretében minden a földből származott a ruhák alapanyagától az ételmen keresztül az energiáig bezárólag. Azt a területet, amit tűzifa-előállításra vagy gypottermesztésre használtunk, nem tudtuk állattartásra felhasználni, és ez korlátozta az

* A tanulmány a BME Fenntartható Energetika kutatási projektjének a geomérnökséggel kapcsolatos eredményein alapul.

eltartható népesség számát is (Braudel, 1995). Edward Anthony Wrigley amerikai földrajztudós az ilyen rendszereket nevezi organikus gazdaságoknak (szemben az ipari forradalom utáni inorganikussal). Bár itt az energia újra-felhasználható volt (és ez ma nagyon jól han-gozhat), ugyanekkor viszont valamit valami-ért: nagyon is korlátozott mennyiségben állt csak rendelkezésre, és még 1800 körül is az izmaink adták az rendelkezésre álló energia-források közel háromnegyedét, és nem lehetett előre látni sem az energia-, sem pedig az információs technológiák fontosságát.

Ez valójában nem is meglepő.

John Lukacs magyar származású amerikai történész megkülönbözteti a potenciálisat az aktuálisától: azt, hogy valami milyenek/milyen fontosnak látszik a saját korában, és végül milyen hosszú távú hatásai lesznek. Ebből a szempontból a skála egyik végpontján az atom- meg az űrtechnológia található: nem is olyan régen még szokás volt „atom-”, illetve „űrkorszakról” beszélni. A másik végén pedig a váratlanul előretörő számítástechnika: az *Encyclopedia Britannica* szerkesztősége 1952-ben még sem az információt, sem a kommunikációt nem vette fel a százket tétel-ből álló „nagy eszmék” listájára. És hasonlóképpen váratlanul vált fontossá az energia meg az energiatermelő gép is az ipari forradalom idején, úgyhogy akár azon is eltűnődhetünk, hogy az energia és az információ után vajon egy harmadik alapvető fogalom: az anyag (mondjuk a nanotechnológia) vagy éppen az élő anyag (és a biotechnológia) lesz-e meghatározó.

De egyelőre térjünk vissza az ipari forradalomhoz, ahol persze nem csupán az játszott fontos szerepet, hogy egy inorganikus rendszert létrehozva megszüntette az energiaszűkösséget, hanem az is, hogy egyben lehetővé

tette a következő évszázadok állandó népességnövekedését is anélkül, hogy közben bele kellett volna ütköznünk valamiféle malthusi plafonba. És persze ez sem lebecsülendő: ha most is ugyanúgy csupán egy milliárdan lennénk, mint 1820 körül, akkor jóval kisebb lenne a környezetre nehezedő nyomás is. Ezért van az, hogy az ún. mély ökológiának elkötelezett William Aiken egyenesen úgy gondolja, hogy mivel a környező élővilág érdekei legalább ugyanolyan fontosak, mint a mieink, ezért az emberiség túlnyomó többségének egyik pillanatról a másikra való ki-halása jelenthetné a megoldást.

Környezetrombolás izomból

Ami persze nem fogadható el, hiszen páratlan mértékű, az emberek milliárdjait sújtó populációs holokauszt kellene hozzá. Ugyanígy nem fogadható el az sem, hogy ne változtasunk semmit, és nem véletlen, hogy Paul J. Crutzen Nobel-díjas légkörkémikus néhány éve javasolta is az antropocén fogalmának bevezetését, azt aláhúzandó, hogy James Watt gőzgépe óta az emberi környezetátalakítás olyan mértékű lett, hogy immár „jelentős geológiai tényezőnek” kell tekintenünk, emiatt új geológiai korszakban élünk (Crutzen, 2002).

Visszont hiba lenne azt gondolnunk, hogy legalább az ipari forradalom előtt harmóniában éltünk volna a természettel. Alfred W. Crosby amerikai környezettörténész egyenesen azt kérdezi az európai hódításokkal kapcsolatban, hogy még ha tudjuk is, hogy nem az őslakosok voltak jobban szervezettek, hanem mi; és hogy nem ők rendelkeztek jobb fegyverekkel és voltak fanatikusabbak, hanem mi, akkor is kérdés, hogy „mi az oka annak, hogy sosem nyugszik le a Nap a pitypang világbirodalma felett”. Azaz: nem hagyhatjuk

figyelman kívül, hogy az európai hódításokkal együtt az európai növények és állatok is robbanásszerűen elterjedtek a miénkhez hasonló körülményekkel rendelkező „Neo-Európákban”. A 20. század végén a világ hús- és gabonatermelésének nagy része is ezekről a területekről származott, miközben az újvilági élőlények nem tudták megvetni a lábukat nálunk. A kor vezető botanikusa, Joseph Dalton Hooker már 1840 körül arra hívta fel a figyelmet, az óvilági növények kiszorítják az ausztrálokat és új-zélandiakat (mint ahogy a többi Neo-Európában is ez történt); és Crosby szerint ha a hódítók 20. századi technológiával érkeztek volna, de állatok nélkül, akkor képtelenek lettek volna ilyen mértékű – akaratlan – környezetátalakítást végrehajtani.

Így azonban Kolumbusz alig nyolc disznájából „infinito” számú utód származott Hispaniában; Ausztráliában a kormányzó 1824-ben kénytelen volt utasítást adni a szabadon kóborló szarvasmarhák levadászására, hogy továbbra is az ember maradhasson az „uralkodó életforma”; Észak-Amerikában pedig a kerítések nem arra szolgáltak, hogy bent, hanem arra, hogy kint tartsák a lovakat – és így tovább.

Amihez Crosby azt is hozzáteszi, hogy „a vírusaik voltak azok, nem pedig maguk az imperialisták brutalitásukkal és érzéketlenségükkel, amelyek elsősorban felelősek az őslakosok kisöpréséért és azért, hogy megtisztították a Neo-Európákat a demográfiai [hatalom]átvétel előtt” (Crosby, 1986).

Jelenleg az egyik fő probléma a biodiverzitás csökkenése, és van bizonyos hasonlóság a között, hogy milyen hatása volt a Kolumbusz utáni, szándékolatlan biotamodósításoknak a világ egyes régióiban, illetve az ipari forradalom utáni technológiáknak globálisan – mely problémák megoldására a geomér-

nökség lenne az egyik jelölt. De vannak persze különbségek is: például amellet, hogy tudatában vagyunk annak, hogy mi történik, a környezetátalakítás is más léptékű.

Braudel a történelem három szintjét különböztette meg:

- Az egyes ember szintje „ultra-szenzitív” a változásokra: itt a személyes döntések alapvető szerepet játszanak, és ezért úgy érezhetjük, hogy a szabad akarat világában élünk.
- A második az embercsoportok – vagy ha úgy jobban tetszik: a társadalomtörténet – szintje, ahol az államok, gazdaságok, társadalmak is léteznek, és a változások lassú, de felismerhető mintázatai a jellemzőek (bár kivételes esetekben az egyes ember döntéseinek is szerepük lehet – gondoljunk csak Gavriló Principe és az első világháború kirobbanására).
- A harmadik szinten, az ember és környezete kölcsönhatásának a makroszintjén viszont már teljesen mindegy, hogy a spanyolok, a portugálok vagy az angolok léptek-e partra 1492-ben az Újvilágban, mivel így is, úgy is a nagy népsűrűségű Euráziából indultak volna el, és behurcolták volna azokat a járványokat, amelyek aztán mindent végigpusztítottak. Az az eseménytörténet, amelyről a tankönyvekben olvashatunk a királyokkal, évszámokkal meg csatákkal együtt, „nem egyéb, mint a hullámok tajtékja a történelem tengerén” (Braudel, 1995). Elvileg persze elképzelhető, hogy egyetlen ember megváltoztassa ezt – mondjuk egy atomháború kirobbantásával –, de korábban leginkább az volt a jellemző, hogy legfeljebb a második szinten voltunk képesek beavatkozni, és amikor Martin Rees brit csillagász azt mondja, hogy a „huszon-

egyedik századi technika »árnyékos oldala« sokkal fenyegetőbb és kézbe tarthatatlanabb lehet, mint a nukleáris fenyegetettség», akkor lényegében erre utal.

Úgyhogy a talán legnagyobb különbség a Braudel-féle biológiai ancien régime meg a 20–21. század között az, hogy ma a harmadik, globális szinten is képesek vagyunk változásokat okozni akár akaratlanul (lásd felmelegedés); akár pedig – jobb esetben – szándékosan, miként a geomérnökség is ezt célozná meg. Az ilyen szintű beavatkozás gondolata persze nem új: David Hume már a 18. században azt kérdezte, hogy az akkori felmelegedést vajon nem az erdőirtások okozták-e, és Thomas Jefferson 1799-ben, az „első nagy felmelegedés-vita” során egy Samuel Williams nevű amerikai szerzőre támaszkodva azt is felvetette, hogy a túlzásba vitt erdőirtás képes módosítani az akkori éghajlatot (de aztán a szótárszerkesztő Noah Webster kimutatta, hogy téved).

Amiből viszont nem következik, hogy ha nem is globálisan, de legalább lokálisan ne lettünk volna képesek hatékonyan rombolni a környezetünket akkoriban is. Kenneth Pomeranz amerikai környezettörténész szerint „egyes 18. századi társadalmak a lehetőségek határait feszegették” Európában csakúgy, mint Kínában, mivel elérték a „populációs plafont”; illetve, hogy a legnagyobb újvilági ezüstbánya, Potosí környéke meg az úgynevezett cukor-szigetek ökológiájának tönkretétele egyaránt arra példa, hogy viszonylag egyszerű, a korai modern korban alkalmazott módszerek is kellemtelenül hatékonyak lehetnek még akkor is, ha nem különösebben összetettek a maiakhoz viszonyítva.

Aminek azért bizonyos technikai feltételei is voltak: sem a rómaiak, sem a keresztes hadjáratok korának iszlám hatalmai sem lettek

volna ugyanarra képesek, mint Kolumbusz Európája, mivel nem rendelkeztek hatékony ezüstkinyerési technológiákkal vagy éppen nyílt tengeri hajózásra alkalmas vitorlásokkal (Pomeranz, 2009).

Ugyanekkor a technológia szerepét sem szabad túlbecsülni, a technológia ugyanis önmagában mindig semleges. Bár a második világháborúban a nácik csupán Hollerith-féle lyukkártyás számítógépeket használtak a „nemkívánatos elemek” azonosítására, a mai Németország nem lesz veszélyesebb hely fejlett számítástechnikája miatt, és hasonlóképpen: attól, hogy egy preindusztriális társadalomnak megvoltak az eszközei, nem lett volna szükség szerű, hogy éljen velük.

Ám a környezettudatosság akkoriban már csak azért sem volt jellemző, mert a természet egyfelől gyakorlatilag végtelenül nagynak és kimeríthetetlennek tűnt: a 17. században még a három, Európáért versengő nagyhatalom (a spanyol, a francia és török) egyenként kevesebb, mint húszmillió emberrel rendelkezett. „Az emberi közösségek csekély nagysága ... a jellemzője ennek a világnak”, és ehhez képest úgy tűnhetett, hogy rengeteg hely van a terjeszkedésre; egy francia még néhány évvel a forradalom előtt is azon tűnődött, hogy ki lehet-e irtani az országból a farkasokat valaha is, és meg lehet-e szüntetni a természetnek való alávetettséget – és arra a következtetésre jutott, hogy nem (Braudel, 1992).

Ekkoriban tehát a természet nem védendőnek tűnt, hanem olyan ellenségnek, amellyel valahogy fel kell venni a harcot, és a helyzet csak a 19. századra változott meg. És ezzel párhuzamosan a népességnövekedés sem tűnt problémának egészen Robert Malthusig, aki viszont már attól tartott, hogy az emberiség gyorsan túl fogja szaporodni a rendelkezésére álló erőforrásokat. Számára

azonban még mindig csak a megművelhető területek elfogyása tűnt problémának, és az, hogy közben az „érintetlen természet” is tönkretesszük, csupán a 19. század második felében merült fel (de persze az, hogy egy érvelés az egyik esetben nem állja meg a helyét, nem szükségképpen jelenti azt, hogy a másikon sem).

Ám még ekkor sem vált rögtön fontossá. Frederick Jackson Turner amerikai történész 1893-ban arról beszélt, hogy a határvidékek meghódítása és a terjeszkedés (nem pedig a környezet védelme) a demokratikus társadalmak fő mozgatója. Ma lényegében ugyanezt az érvet az új meghódításának szükségessége mellett fellépők szokták használni, mondván, hogy „odakint” gyakorlatilag végtelen mennyiségű energia, nyersanyag és tér áll a rendelkezésünkre a terjeszkedéshez.

A határvidék-hipotézis pedig arra vezethető vissza, hogy a kora újkori intenzív államépítés első lépésben szükségessé tette a természeti erőforrások korábbinál intenzívebb felhasználását (a mezőgazdaságban csakúgy, mint az öntözésnél, bányászatban stb.), és az eredmény egyfajta „developmentalista projekt” lett. Ez eredetileg bizonyos módszerek, eljárások, megoldások gyűjteménye volt csupán, később azonban egyfajta ideológiává állt össze, és ma a tipikus developmentalista fel fogást Pomeranz szerint liberalizmusnak nevezzük. A központi tétele pedig az, hogy a cél „a gazdasági termelés fokozása” különböző ösztönzők alkalmazásával (Pomeranz, 2009).

Meghódítani a világ-ökológiai fülkét

Crutzen úgy véli, hogy amennyiben sikerül elkerülnünk egy atomkatasztrófát vagy azt, hogy egy kisbolygó-becsapódás pusztítson el minket, úgy „az emberiség a következő évezredek, sőt, talán évmilliók meghatározó geo-

lógiai tényezője marad”, és ezért olyan megoldásokra lenne szükségünk, amelyekkel kezelni tudjuk az antropocén kihívásait. Ami viszont nem jelenti, hogy ez lenne az első alapvető váltás az emberiség történetében.

Arra ugyanis még a neolitikus forradalmak idején került sor. Addig a lehetőségeinket is az határolta be, hogy egy ökológiai fülke egy fajból (és így az emberből is) csupán bizonyos számú egyedet képes eltartani, és ebből a szempontból a Föld túlnépesedése úgy értelmezhető, hogy elérjük a rendelkezésünkre álló globális ökológiai fülke terhelhetőségének határát. A globális klímamódosításra irányuló geomérnökség pedig úgy értelmezhető, mint ennek a globális ökológiai fülkének a módosítására tett kísérlet. A folyamatos népességnövekedés tehát arra vezethető vissza, hogy a vadászó-gyűjtögetők csupán egy viszonylag kis *niche*-t foglaltak el, és ez behatárolta a lehetőségeiket. De amikor a földművelésnek és állattenyésztésnek köszönhetően képessé váltunk az eredetileg a *Homo sapiens* számára elérhetetlen ökológiai fülkéket is elfoglalni és módosítani, akkor ez a korlátozás megszűnt. Máskülönben ma kb. ugyanolyan ritkák lennénk, mint az oroszok (Colinvaux, 1978); a második populációs ugrást pedig a biológiai *ancien régime*-ből való kilépés: az ipari forradalom tette lehetővé.

Ez persze a folyamatoknak csupán durva és elnagyolt leírása, ugyanis „az erőforrás – kulturális fogalom”, állapítja meg Peter Haggett brit geográfus: az adott kultúra vagy civilizáció nagymértékben befolyásolja, hogy mit tekintünk felhasználhatónak, és mit nem. Massimo Montanari olasz történész pedig azt, hogy görög–római világban az akkoriak önmagukat „kenyérevőként” határozták meg, élesen szembeállítva az „agert” és „saltust”: a megművelt és a civilizációhoz tartozó földeket

meg a megműveletlen vadont (jellemző módon maga a civilizáció kifejezés is a *civitas*-ból, a latin város szóból származik). Aztán viszont jöttek a korai középkor „húsevő barbár” germánjai, akik vadászatra, makkoltatásra stb. használták a vadont, és nem tettek ilyen éles megkülönböztetést.

Érdekes kérdés, hogy mennyire alakult volna másként a történelem a környezetrombolás szempontjából, ha nem élünk bizonyos lehetőségekkel: nem tekintünk megművelhetőnek bizonyos területeket, nem használunk bizonyos energifajtákat stb.

A mezőgazdaság kétélű fegyverétől az embermódosításig

Ám nem így történt: akár még azt is megkockáztathatjuk, hogy az időnyíl iránya mindaddig a nem módosított környezettől az egyre inkább módosított felé mutatott, és ennek hatásai az emberre is kiterjedtek. Jared Diamond amerikai evolúcióbíológus a földművelést egyenesen kétélű kardnak nevezi, mivel annak mellett, hogy a populáció akár nagyságrendekkel való növekedését eredményezte, különböző negatív hatásai is voltak. A developmentalista felfogás képviselői azt húzzák alá, hogy a neolitikus forradalmak elég szabadidőhöz juttattak minket a Parthenon meg a Kunst der Fuge megalkotásához – azt viszont nem szokták hangsúlyozni, hogy ekkoriban közegészségügyi katasztrófát is okoztak. Mivel a földművelők immár egy vagy legfeljebb néhány táplálékforrástól függtek, ezért a korábbi időleges éhezést éhínségek váltották fel, és a nagyobb népsűrűségnek meg a letelepedett életmódnak köszönhetően ott voltak a járványok is – és így tovább. Diamond meglehetősen ironikusan azt javasolja, hogy ha választhatunk, akkor legyünk a nyugati középosztály tagjai – és ha ez nem sikerül,

akkor még mindig jobb busman vadászként, mint etióp földművesként élni, akinek az életmódja mintegy lemodellezi, hogy milyen körülmények között tengődött az emberiség túlnyomó része évezredek át. És ugyanígy azt is megmutatja, hogy ennek milyen hatása volt a fizikai állapotára és a biológikumára. Vagyis azt, hogy a földművelésre és állattenyésztésre való áttérés ugyanis egyfajta szándéktalan embermódosítást eredményezett: a testmagasság csökkent; nőtt a rossz fogak száma; kisebb lett a várható élettartam stb. (Diamond, 1991).

A második lépésben aztán a szándékolt embermódosítás következett, és ez jól érzékelte, hogy az újkori developmentalista állam milyen fontos szerepet játszik történetünkben.

Miközben Francis Galton a 19. század második felében a mesterséges szelekciót akarta kiterjeszteni az emberre is, aközben az oktatáspolitikának akkor és a későbbiekben is az volt a célja, hogy egyfajta biopolitika keretében a „tömegek” tudását fokozza mesterségesen, mivel az állampolgárt is egyre inkább erőforrásnak tekintették.

A Michael Foucault által anatómiapolitikának nevezett első fázisban az iskolák, lakatnyák és hasonlók révén ellenőrzése alá vonta az emberek biológiai létét; a második fázis pedig a populáciopolitika: a születések és halálozások ellenőrzése volt. Most pedig elvileg a génállományba való beavatkozás szabályozása következhet – szintén állami szabályozással.

Mindent egybevetve tehát az emberi civilizáció a neolitikus forradalmak óta *per definitionem* környezet-, illetve emberátalakító (és ehhez képest talán nem is olyan meghökkenítő ötlet az éghajlatváltozás ellen embermódosítással fellépni). Viszont a modern európai állam és az intenzív államépítéssel párosuló

developmentalista felfogás újabb szintet jelent. Amihez azt is hozzá kell tenni, hogy nem kizárólag európai jelenséggel van dolgunk: a világvallások terjedése például – így Pomeranz – az animista világfelfogás és a helyi kultuszok megszűnéséhez vezetett, és amikor a földek, források, erdők stb. deszakralizálódtak, akkor a mogul Indiától Kínáig bezárólag mindenütt létrejöttek az intenzív földművelés és erdőirtás feltételei (Pomeranz, 2009).

Ami két kérdést is felvet. Egyfelől, hogy a modern állam felemelkedése és az ezzel járó developmentalista ideológia nélkül vajon mennyire vált volna jellemzővé a környezetrombolás? Másfelől: amennyiben a modern államépítés ilyen alapvető szerepet játszott a dologban, úgy lehetséges-e a jelenlegi politikai és kormányzati struktúrák érintetlenül hagyásával megoldani a problémát?

Értsd: egy GDP-orientált társadalom élhet-e összhangban a természettel, ha nem a természeti értékek megóvása, hanem a developmentalista „fejlődés” a célja? A mostani helyzet értelmezhető úgy is, hogy a környezetrombolás elleni fellépéskor a rendelkezésünkre álló társadalmi gépezet nem az eredetileg neki szánt feladatra akarjuk használni, és egy meglehetősen pesszimista értelmezés szerint a toldozás-foldozásával semmire sem fogunk menni – tehát más megoldás kell.

A kis jégkorszak és az egyiptomi gyapot

Viszont ha egyáltalán van a Braudel-féle harmadik szint – a társadalom és környezet viszonya – eddigi történetének tanulsága, akkor ez az, hogy az olyan egészen szélsőséges környezeti változásoktól eltekintve, mint amilyen a fentebb már emlegetett kisbolygó-becsapódás lenne, a mi reagálásunktól függ, hogy egy változásnak végső soron pozitív vagy negatív hatásai lesznek-e ránk nézve. Tehát hosszabb

távon az éghajlatváltozás sem feltétlenül „káros” – miként az utolsó nagy, Európát ért éghajlati változás példájából kiderül.

A *kis jégkorszak* fogalmát az a Gustaf Usterstöröm svéd gazdaságtörténész tette ismertté az 1950-es évektől, aki szerint nem mindig igaz az a társadalomtudományokban annak idején széles körben elfogadott durkheimi alapelv, miszerint a társadalmi eseményeknek/változásoknak szükségképpen társadalmi okuk van. Mint ahogy nem volt igaz a középkori meleg optimum utáni lehűlés idején sem, amikor a bor megfagyott a pincékben; a Földközi-tengert Marseille-nél jég borította, és az állatokkal a karámban is végzett a hideg; Nagy-Britanniában több mint négyezer település néptelenedett el és Erik Midelfort amerikai történész szerint a harmincéves háború esztelenége és brutalitása is jelentős mértékben arra vezethető vissza, hogy az uralkodók a folyamatos rossz idő miatt klímadepresszióban szenvedtek. A francia XIV. Lajos pedig azért ábrázoltatta magát napkirályként, mert mindenki fényre és melegre vágyott.

A példákat még folytathatnánk, a lényeg azonban mindenképpen az, hogy a kis jégkorszakra válaszul Európa előbb zsidóüldözésbe, majd boszorkányégetésbe fogott, és amikor ezek a „megoldások” nem váltak be, mondja Wolfgang Behringer német történész, akkor jött csak létre az új európai rend, miközben kialakult a developmentalista állam meg az új tudományosság is.

Az eredmény tehát a „rugalmas kulturális válasznak” köszönhetően nem összeomlás, hanem az életkörülmények javulása lett, és mint ahogy az utolsó jégkorszak befejeződését követően szinte azonnal sor került a neolitikus forradalmakra és ezzel az egész emberi társadalom gyökeres átalakulására, ugyanígy a középkori éghajlatváltozás is alapvető

társadalmi változásokat hozott Európában. Tehát egyfelől legalábbis védhetőnek hangzik az az elképzelés, hogy most is valami hasonló fog történni az antropogén felmelegedés következményeként.

Másfelől viszont nevezhetjük ugyan a kis jégkorszakot „a globális felmelegedés főpróbájának” (Behringer, 2010), ám a párhuzamokkal óvatosan kell bánni. Ugyanis „a történelem olyan gazdag részletekben..., hogy mindig ki tudunk választani a tények galaxiájából egy csillagképet, amely pontosan azt magyarázza meg, amit szeretnénk” figyelmeztet Alan Beattie brit gazdaságtörténész, és alapvető különbség a jégkorszak végi, illetve a középkori körülményekhez képest, hogy mostanra igencsak komplex társadalmi rendszerek épültek ki ott, ahol korábban jószerével semmi sem volt.

Mivel még a középkorban is csupán viszonylag egyszerű, lokális rendszerek léteztek, ezért – állapítja meg Peter L. Bernstein amerikai gazdaságtörténész – egyfelől általában nem volt szükség szakemberekre, hogy megjavítsák, ha valami elromlott. Értsd: nem volt szükség specializált tudásra. Másfelől nem igazán léteztek globális kapcsolati hálók a világ egyik részéről a másikra tovaterjedő hatásokkal. Az Újvilág felfedezése ugyan végül a Mediterrán régió gazdasági hanyatlásához vezetett, ám ez viszonylag lassú folyamat volt.

Ellentétben az ipari forradalom utáni világgal: amikor az észak-déli polgárháború blokádjai miatt csökkent a gyapotkivitel, akkor Egyiptom erre a haszonnövényre állt át – aminek viszont katasztrofális következményei lettek az amerikai polgárháború befejeződését követően, amikor a déli export ismét beindult. Sven Beckert amerikai történész egyenesen úgy fogalmaz, hogy ez volt az a pillanat, amikor „a világpiacok integrálódása

megnövelte a gazdasági bizonytalanságot, amely a világ másik sarkából származott, és amellyel az embereknek szembe kellett nézniük. A jövedelmük... és túlélésük immár az árak globális fluktuációjától függött – és e fölött vajmi kevés befolyásuk volt.”

Búcsú a „tisztá tudományoktól”?

A globalizáció persze csupán a történet egyik része. A kis jégkorszakban próba-szerencse módszerrel, anélkül próbáltunk megoldást találni, hogy tudtuk volna, mit csinálunk, teljesen más viszont a helyzet egy olyan világban, ahol az ENSZ, a Global Climate Control Panel meg a különböző, érdekeiket nagyon is tudatosan képviselő nagyhatalmak is jelen vannak.

És hasonlóképpen mások a tudással kapcsolatos elképzeléseink is, mint akkoriban, amikor még nem léteztek tudományos módszerek – illetve mint mondjuk akár a második világháború után is, amikor még nem voltunk tisztában vele, hogy milyen mértékben romboljuk a környezetet, és ez milyen mértékben hat ránk vissza. Soros György az egyiptomi gyapotéhoz hasonlóan globális, 2008-as hitelválságot tárgyalva kétféle tudást különböztet meg: a kognitívát és a manipulatívát. Az előbbire az jellemző, hogy „a felvilágosodás a valóságot tőlünk függetlenül létezőnek tekintette”, és a klasszikus természettudományok felfogásával összhangban úgy gondolta, hogy a megfigyelések nincsenek hatással az eredményre. Mint ahogy a modellül szolgáló newtoni égimechanikában nem is lehetett, mivel legfeljebb Isten angyalai avatkozhattak a bolygók mozgásába. Innét már nincs is olyan messze az az elképzelés, mely szerint a természet tőlünk függetlenül létező, objektív entitás, és anélkül változtathatjuk meg, hogy ez visszahatna ránk.

Ez a felfogás a globális felmelegedés korában már nem védhető – különösen, hogy a kognitív tudás mellett létezik a manipulatív tudás is. Erre a legjobb példa a tőzsde, ahol amit tudunk vagy gondolunk a jövőről, az visszahat arra, ami történni fog, de általában véve az emberi társadalom is így működik. Mondhatni, „tőzsdeuniverzumban élünk” (Soros, 2008), és John D. Barrow amerikai fizikus szerint, noha a hagyományos, „tisztá tudományok” is fenn fognak maradni, azért egyre inkább az lesz a jellemző, hogy a „nagy kérdések” a 20. századdal ellentétben nem a valóság objektív természetére fognak vonatkozni, hanem arra, hogy miként lehet a rákot gyógyítani; mit tehetünk a felmelegedés ellen – és így tovább. Vagyis egy-egy kutatási program számos, hagyományosan különálló tudományterületet fog felölelni, miközben egyre inkább a társadalmi fontosságra fog kerülni a hangsúly (Barrow, 1998), és a fizika, biológia, légkörtudományok stb. csupán a lehetőségek fázisterét jelölik ki ezeknek a „komplex problématudományoknak” és így az egyelőre csupán koncepcióként létező geomérnökség számára is.

Ami persze azt is jelenti, hogy ezek a területek egyre inkább „társadalomvezérelt” fognak válni, és immár nemcsak a módszerekről és az eredmények értelmezéséről fognak viták folyni, hanem a célokról is. Ugyanis ezek a különböző társadalmi csoportok számára eltérőek lehetnek.

A szándéktalan geomérnököktől az óvatosságig

James Lovelock szerint, amikor elkezdtük felégetni az erdőket, hogy növényeket ültessünk, akkor „szándéktalan geomérnökökké” váltunk, noha sem ennek, sem a következményeknek nem voltunk tudatában. A mai

geomérnökség helyzete pedig „hasonló a 19. századi orvostudományéhoz”, mivel a tüneteket ugyan már ismerjük, de nem rendelkezünk kielégítő tudással a krioszféráról, az óceánok és a légkör állapotáról stb., és ez „irreálissá teszi az előrejelzést” (Lovelock, 2008).

A Royal Society 2009-es összefoglalójában pedig úgy fogalmazott: nagyon valószínű, hogy a geomérnökség technikailag lehetséges, ám senki sem tudja, hogy „mennyire lenne hatékony, mik lennének a költségei, és milyenek lennének a lehetséges [környezeti] hatásai” (Sepher, 2009).

Más szavakkal: a geomérnökség egyelőre túlságosan kockázatos ahhoz, hogy belevágjunk. És ha még tudnánk is, hogy elérjük az általunk kitűzött célt, de nem csak azt szeretnénk, hogy nekünk elviselhetőek legyenek az életkörülményeink, még mindig nem lehetünk benne biztosak, hogy az utódainkat nem kényszerítjük valamiféle általuk nem kívánt kényszerpályára.

A stockholmi Global Scenario Group még 1995-ben a globális felmelegedés lehetséges forgatókönyveit vizsgálva a jövőbeni jólét szempontjából hat alaptényezőt határozott meg a népességtől a környezet állapotáig bezárólag. Azt, hogy a populáció nagysága fontos, már Malthus előtt is tudtuk, de az, hogy a természeti környezet állapota sem mindegy, viszonylag új felismerés, és ennek megfelelően nem lehetünk benne biztosak, hogy ötven vagy száz év múlva nem fognak olyan tényezők is felkerülni a listára, amelyekre ma még nem gondolunk. *Ad absurdum:* milyen világban élnénk, ha a második világháború után sikerült volna minden akkori elképzelést megvalósítani a teljes atomenergiára való áttállásig bezárólag?

Tehát érdemes lenne Chris Gottbrath által a számítástechnikában bevezetett „amit

ma megtehetsz, halaszd el holnapra” elvének analógiájára egy olyan társadalomtudományi elvet is bevezetni, mely szerint – bizonyos határok között – ne azt akarjuk eldönteni, hogy mi lesz jó az utánunk jövőnek, hanem próbáljunk olyan körülményeket teremteni a számukra, melyek élhetőek, és közben fenntartják számukra a további döntések lehetőségét.

Ennek megfelelően a megoldás *talán* az lenne, hogy megtegyük azokat a lépéseket, melyekre mindenképpen szükség van (ilyen a károsanyag-kibocsátás visszafogása, a bio-

diverzitás eddigi csökkenésének megállítása és néhány hasonló dolog), és közben megtanulunk egy, a mainál melegebb világban élni – valahogy úgy, mint ahogy a kis jégkorszak Európájának lakosai megtanultak a hidegebb éghajlathoz alkalmazkodni. A többit pedig ahelyett, hogy globális geomérnökséggel próbálkoznánk, bízzuk inkább az utánunk jövőkre, ha már egyszer jobbat úgysem tehetünk.

Kulcsszavak: *geomérnökség, környezetmódosítás, felmelegedés, antropocén, neolitikus forradalom, ipari forradalom, kockázat, jövő*

FONTOSABB IRODALOM

- Barrow, John D. (1998): *Impossibility. The Limits of Science and the Science of Limits*. Vintage • <http://books.google.hu/books?id=ojRara4pD5IC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Behringer, Wolfgang (2010): *A Cultural History of Climate*. Polity Press • http://books.google.hu/books?id=yoyQg2_ZDtgc&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false
- Braudel, Fernand (1992): *Civilization and Capitalism, 15th–18th Century: The Structure of Everyday Life*. University of California Press • <http://books.google.hu/books?id=rPgVp3vMOjC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Braudel, Fernand (1995): *The Mediterranean and the Mediterranean World in the Age of Philip II*. Vol. I. University of California Press
- Crutzen, J. Paul (2002): The “anthropocene”. *Journal de physique IV France*. 12, 10, November • <http://dx.doi.org/10.1051/jp4:20020447>
- Crosby, Alfred W. (1986): *Ecological Imperialism: The Biological Expansion of Europe, 900–1900*. Cambridge University Press
- Colinvaux, Paul (1978): *Why Big Fierce Animals Are Rare. An Ecologist's Perspective*. Princeton University Press • <http://books.google.hu/books?id=pPkSHx79pwoC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Diamond, Jared (2001 [1991]): *The Rise and Fall of the Third Chimpanzee*. Vintage

- Lemke, Thomas (2001): ‘The Birth of Bio-Politics’: Michel Foucault's Lecture at the Collège de France on Neo-Liberal Governmentality. *Economy and Society*. 30, 2, May • <http://www.thomaslemkeweb.de/engl.%20texte/The%20Birth%20of%20Biopolitics%203.pdf>
- Liao, Matthew – Sandberg, A. – Roache, R. (2012): Human Engineering and Climate Change. *Forthcoming in Ethics, Policy and the Environment*. Febr. DOI:10.1080/21550085.2012.685574
- Lovelock, James (2008): A Geophysicist's Thoughts on Geoengineering. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. 13 November, 366, 1882, 3883–3890. • DOI:10.1098/rsta.2008.0135 • <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/366/1882/3883.full.pdf+html>
- Pomeranz, Kenneth (2009): Introduction: World History as Environmental History. In: Burke, Edmund III – Pomeranz, Kenneth (eds.): *The Environment and World History*. University of California Press
- Sepher, John (chair of the working group) (2009): *Geoengineering the Climate. Science, Governance and Uncertainty*. The Royal Society, London • http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/policy/publications/2009/8693.pdf
- Soros, George (2008): *The New Paradigm for Financial Markets: The Credit Crisis of 2008 and What It Means*. Public Affairs

SZÖSSZENETEK A NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA (2030) KAPCSÁN

Kovács Ferenc

az MTA rendes tagja, professor emeritus,
MTA Műszaki Földtudományi Kutatócsoport
bgtkf@uni-miskolc.hu

Az emberiség létfenntartásával kapcsolatos legfontosabb kérdésekkel, feltételekkel már évszázadokkal előttünk is foglalkoztak. Valamikor e kérdés még filozofikus jellegű lehetett, utóbb már egyre inkább gyakorlatias. Álljon itt két nevezetes személytől származó idézet. Ludwig Boltzmann (1884–1906) osztrák fizikus: „A létért való küzdelem a rendelkezésre álló energiáért való küzdelem”, illetőleg a Nobel-díjas (1996) amerikai Richard Smalley (1943–2005): „A tíz legfontosabb kihívás közül az első három: energia, víz, élelmiszer-ellátás”. A Nemzeti Energiasztratégiáról szóló 77/2011. (X.14.) OGY határozat előszavának első mondata: „A XXI. század legjelentősebb stratégiai kihívásai az egészséges élelmiszer, a tiszta ivóvíz és a fenntartható energiaellátás biztosítása” is az előbbi mondat tartalmára rimel.

Tanulmányomban a Nemzeti Energiasztratégia (továbbiakban NE) 6.2 Villamosenergia fejezetben tárgyalt kérdésekkel foglalkozom, összevetve a villamosenergia-termelés 2030-ra tervezett primér energiahordozó arányait a 2. *Lényegi megállapítások* fejezet energetikai struktúrával kapcsolatban deklarált *energetikai struktúraváltás* megvalósítandó elemeivel és fő céljaival. Bemutatom továbbá, hogy a

villamosenergia-termelés egyik alapvető primér forrásából az szénből milyen tartalékokkal rendelkezik a világ és hazánk, illetőleg jelenleg, valamint 30–50 éves távlatban milyen prognózisadatok jellemzik a szénfelhasználást, annak a villamosenergia-termelésbeni arányát.

A felvett témák érdemi/tartalmi tárgyalása előtt szabad legyen a Nemzeti Energiasztratégia 2030 I. melléklet a 77/2011. (X.14.) OGY határozat (*Magyar Közlöny* 2011. évi 119. szám 30210–30359 oldal) 1. táblázatában Magyarország hagyományos energiahordozó vagyona (30237. oldal) pontatlanságára felhívni a figyelmet. A táblázat 2. számsorában szerepel: Feketekőszén földtani vagyon (2010) 1625,1 millió tonna, kitermelhető vagyon 1915,5 millió tonna. Ha nem sértő a hasonlat, ez már a bibliai csodálatos kenyérszaporítás esete, a két adat szerint ugyanis több feketeszenet lehetne kitermelni, mint amennyi a geológiai vagyon.

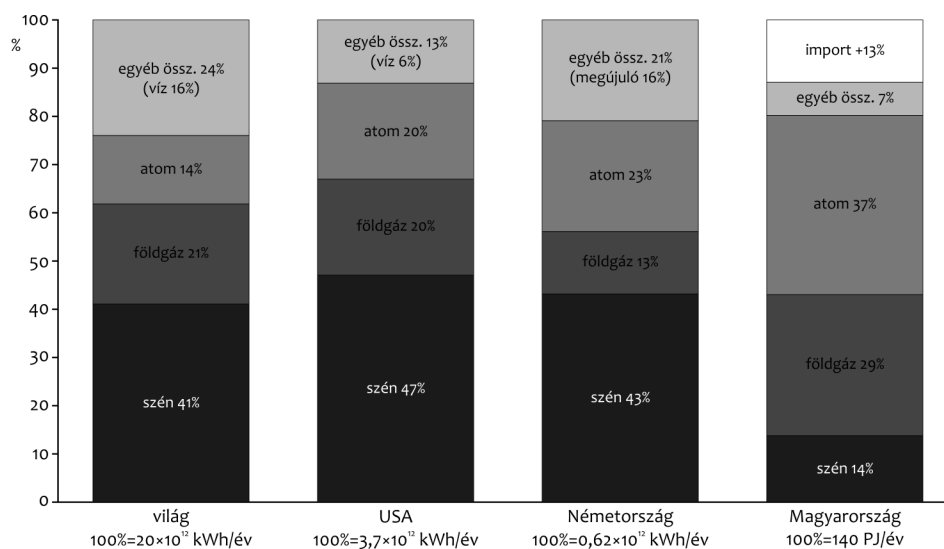
Más kérdés természetesen – amire tanulmányom második témaként kitérek –, hogy a 8500 Mt földtani vagyonból a Magyar Geológiai Szolgálat (ma MBFH) szerint a gazdaságosan nem művelhető tömeg 3800–3900 Mt, a jelenlegi technikai-gazdasági feltételek mellett az *ipari vagyon* 3300–3400 Mt.

A villamosenergia-termelés tervezett *szervezeti* arányai tartalmi kérdései tárgyalása során a Nemzeti Energiastratégia 2. Lényegi megállapítások alapján az Atom-Szén-Zöld forgatókönyv legfontosabb elemei, alapvetései:

- az atomenergia hosszú távú fenntartása az energiamixben;
 - a szénelapú energiatermelés szinten tartása két okból:
 - krízishelyzetben (földgáz-árrobbanás, nukleáris üzemzavar),
 - gyorsan mozgósítható belső tartalék;
 - a megújuló energia arány 2020. utáni lineáris meghosszabbítása.
- A fenti három legfontosabb elem teljesítése melletti célok:
- függetlenedés az energiafüggőségtől,
 - a fogyasztók teherbíróképességének figyelembe vétele,
 - a fosszilis energiahordozók felhasználásának és a CO₂ kibocsátásának csökkentése.

Az elemzés során a villamosenergia-termelésnél hasznosítható primér energiahordozó fajták tény (2008., 2010.) és prognózisadatait, arányait a hazai és külföldi adatok alapján hasonlítjuk össze. Az abszolút értékek esetenkénti nagyságrendi különbsége miatt az ábrákon %-os arányok szerepelnek, számszerűen megadjuk a 100%-ot jelentő abszolút értékeket is.

Az 1. ábra az energiahordozó-fajták villamosenergia-termelésben meglévő 2008., 2010. évi arányait mutatja. A szén-arány vonatkozásban a világ, az USA és Németország adatai közel azonos értékek – kerekén háromszorosan magasabbak – mint a 14%-os hazai arány. A földgázhasznosításban a németországi adat csupán fele a világtáblának és az USA adatának, a hazai földgázarány kiugróan magas érték. A hazai atomarány kiugróan magas, a világtáblán „csak” 14%. Az egyéb kategóriában szerepel az összes *megújuló*, külön feltüntetve az USA és a világ adatain belül a vízenergia



1. ábra • Az egyes energiahordozó-fajták villamosenergia-termelésben meglévő arányai (2008, 2010 év)

hasznosítás arányát. A hazai megújuló arány viszonylag szerény adat, a 13%-os importtal együtt teszi ki a német és a világ *egyéb* értékét. Az ábrára tekintve szubjektíve is látható a hazai kiugróan alacsony szén- és megújuló arány, a kiugróan magas földgáz- és atomarány. Az utóbbi két „nyersanyag” 29 + 37 = 66%-os, a 13%-os villamosenergia-behozattal együtt 79%-os importarány már ma is, a NE megállapítása szerint is igen magas importfüggőséget, kitettséget, kockázatot jelent. (Urán-ércstermelés nélkül a fűtőelem is import, méghozzá elég merev, a reaktortípushoz kötött import.)

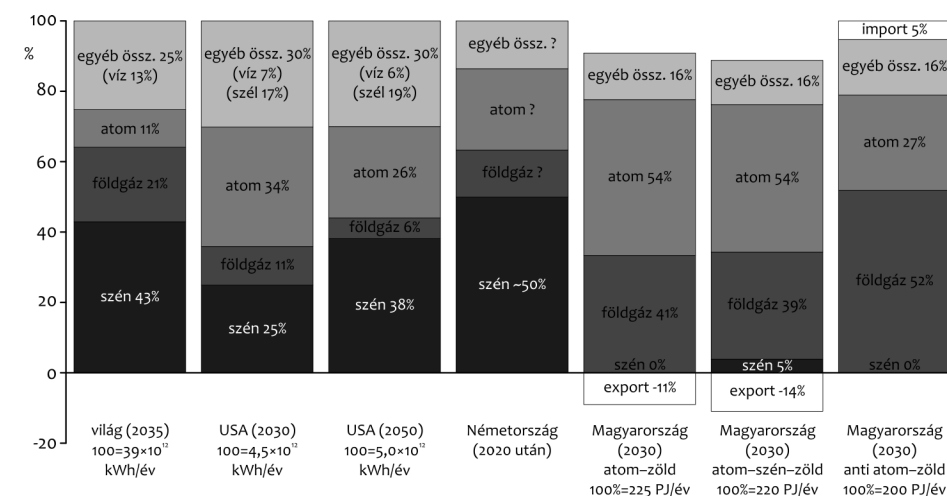
A 2. ábra a 2030., 2035. illetve 2050. évre prognosztizált arányokat mutatja. Az 1. ábra szerkezetéhez hasonlóan adjuk meg a prognózis/tervezet-adatokat, arányokat. A NE-ban 2030-ra „tervezett” öt mixből (MK 30289. old. 21. ábra) hármat mutatunk, köztük az Erőműfejlesztési Cselekvési Terv (EFCST) koncepciójában csendesesen preferált atom-szén-zöld mixet, két 0%-os szén arányt tervező mixszel együtt. További két mix – atom-zöld,

anti atom-zöld (+) – esetében is a 0%-os szénarány szerepel.

A bemutatott két adatsor (7 oszlop) elemzése alapján igen durva („*ordító*”) arányeltérés látható a világ 43%-os, az USA 25-38% és Németország ~50%-os aránya és a hazai 0-5-0%-os szénarány között! (Az utóbbi három 0-5-0%-os szénarány aligha felel meg a 2. Lényegi megállapítások fejezetben kitűzött „a szénelapú energiatermelés szinten tartása” követelménynek/célnak, mivel a jelenlegi 14%-os szén arányt a 0-5-0%-ra csökkenti, a szokásos (klasszikus) értelmezés szerint aligha tartja „szinten”).

A földgáz „oszlopok” összehasonlításánál – ugyan fordított irányban – ugyancsak feltűnő („*ordító*”) aránykülönbség van a külföldi prognózis/törekvés 6-11-21%-a és a hazai tervek 39-41-52%-a között.

Az atomarány két mixnél is 54%, közel kétszerese a világ és az USA átlag adatának. (A német adatsor kérdőjeles volta azt mutatja, hogy az atomerőművek leállításának társadalmi-politikai okokból történt bejelentésé-



2. ábra • Az egyes energiahordozó-fajták villamosenergia-termelésben prognosztizált arányai (2030, 2035, 2050 év)

nek jövőbeli realitása-üteme hosszabb távra előre aligha látható, a német szénipar készen áll a jelenlegi 43%-os részarány növelésére.)

A megújuló „*egyéb*” arányokat (nap, szél, víz, bio-, geotermikus stb.) az ábrák áttekinthetősége érdekében most nem részletezzük. A zárójeles számok azért adnak információt az egyes országok (területek) eltérő adottságairól, törekvéseiről.

Visszatérve a hazai három mix, köztük a NE-ban, illetőleg EFCST- koncepcióban is preferálnak minősített Atom-Szén-Zöld mixről megállapítható, hogy 0–5–0%-os szénarány mellett (szemben) 95–93–79%-os földgáz- + atomarányt jelent, igen magas kitettségű importfüggőséget. Úgy tűnik „*sikerül*” a jelenlegi 79%-os importarányt 93%-ra „*mérsékelni*”. (A 11–14%-os tervezett áramexport aligha csökkenti a behozatalból adódó importfüggőséget.) Az 1. és 2. ábrán bemutatott adatokkal jellemzett, a fentiekben bemutatott hazai törekvések értékelése alapján megállapítható, hogy a villamosenergia- termelésben kitűzött prognózistervben:

A szénhasznosítás arányának 14%-ról 5%-ra (0%-ra) csökkentése szembe megy:

- a nemzetközi (világ-) tendenciával,
- a 2. Lényegi megállapításokban kitűzött „*szénarány szinten tartásával*”,
- az energiatartalom csökkentésével.

A földgázarány jelenlegi 29%-ról 39–41–52%-ra növelése szembe megy:

- az energiatartalom csökkentésével,
- a nemzetközi (világ-) tendenciával,
- a fosszilis (szénhidrogének) energiahordozók „*fogyó*” tendenciájával,
- a fogyasztói teherbíróképesség figyelembe vételével.

A NE-ban 2030-ra tervezett energiamix(ek) megvalósítása esetén – miszerint a 2010. évi földgáz+atom+import 79%-os importarány

2030-ra földgáz (39%) + atom (54%) importarány 93%-ra emelkedik – aligha teljesül az Energiastratégia fő üzenete célunk „*a függetlenedés az energiatartalomtól*”. (MK. 30216. old.)

A hazai ásványvagyongazdálkodás, illetőleg az energiaellátás kérdései említése során úton-útfélen halljuk, hogy „*Magyarország ásványi nyersanyagokban, energiahordozókban szegény ország*”. Vizsgáljuk meg – most csak a szénféleségekre vonatkozóan – ezen állítás valós, avagy a realitásokat teljességgel figyelmen kívül hagyó voltát.

Az 1. táblázatban hazai, továbbá vezető széntermelő országok és a „*világátlag*” adatait mutatjuk be. Nevezetesen a szakirodalmi források (Fabian, 2011; Karcher, 2012; Karmis, 2010; Kovács, 2012; MGSz 2004; NE 2011; Vajda, 2004) alapján megadjuk az ipari (kitermelhető) szénvagyon, az évi termelés, a népesség, az egy lakosra jutó ipari szénvagyon, ill. a szénvagyon és az évi (2010. év) termelés alapján számított szénvagyon-„*ellátottságot*”. A hazai ellátottság esetén a 2010. évi 10 Mt/éves, illetőleg a 2030-ra az 5%-os szénarányhoz tartozó 4 Mt/éves adattal is számoltunk.

A táblázat adatai önmagában is beszédesek, szavakban nem kell az eredményeket ismételni. A látó ember számára az mindenesetre világosan „*látható*”, hogy az egy főre jutó reálisan kitermelhető ipari, ipari+tartalék vagyon alapján – 300–450 t/fő, a világátlag ~ 150 t/fő, a vezető széntermelő (szénben gazdag) országok átlagában 260 t/fő – aligha igaz a „*szegény*” minősítés, az ellátottság 330–470 éves, illetve 830–1170 éves adata ugyancsak nehezen minősíthető „*gyengének*”.

A 2. ábra összehasonlító prognózisadatai (arányai), illetőleg az 1. táblázat szénvagyon (abszolút, illetve fajlagos) adatai alapján – megítésem szerint – teljességgel indokolatlan a hazai villamosenergia- (energetika) termelés

ország	kitermelhető (1) vagyon, ill. ipari készlet (2) (millió t)	termelés (millió t/év)	népesség (millió fő)	egy lakosra jutó ipari szénkészlet (t/fő)	ellátottság (év)
Magyarország	kitermelhető (NE 27. o.)	8516 (1)	10	852	851
		2010:10			2 310
	ipari tömeg (MGSz)	3325 (2)	10	333	333
		2030:4			830
	ipari+ip. tart. (MGSz)	4685	10	469	469
		2030:4			1 170
világ	1 000 000 (2)	6 300	7 000	143	159
USA	250 000 (2)	932	310	700	268
Oroszország	157 000 (2)	140	142	1 100	1 120
Kína	120 000 (2)	3 162	1 321	90	38
India	80 000 (2)	400	1 210	70	200
Ausztrália	75 000 (2)	353	21	3 571	212
Németország	65 000 (2)	190	82	790	340
Dél-Afrika	50 000 (2)	225	44	1 140	220
Ukrajna	30 000 (2)	80	46	652	375
8 ország összegzett átlagadatai	827 000	5482	3 176	260	150

1. táblázat • Szénkészletek a világ egyes vezető széntermelő országaiban

„*fejlesztése*” során 0–5%-os szénarányokat tervezni, hacsak a rendíthetetlen szándék nem az, hogy hazánk viselje vállán a Föld klímájának megőrzését, továbbá a „*hosszú távú dekarbonizációs célok megvalósítását*”. Utóbbi két cél részünkről történő teljesítése talán azért is lehetetlen, mivel a világ jelenlegi széntermelésében (6300 Mt/év) a hazai 10 Mt/év 0,00159-es arányt, 0,16%-ot tesz ki, a 2030–2050-re prognosztizált 7 Mrd t/év világtermelésben az 5%-os villamosenergia szénarány 4 Mt/év aránya 0,00043 = 0,04%. A villamosenergia-mix tervezésében miért nem a sok tekintetben példaként említett Németországot követjük, ahol ma is 180–190–200 Mt szenet (lignitet) termelnek, és a távlati villa-

mosenergia-mixben is – az atomleépítéstől függően – 40–50%-os lesz a szén aránya.

A hazai villamosenergia mixekben szereplő primér energiahordozó fajták arányainak kialakításában az elemző számára az is nehezen érthető, hogy a viszonylag kedvező (elvi- leg import) atomarány mellől a NE miért zárja ki (negligálja) az ugyancsak kedvező önköltségű lignit és szén energiahordozót, szemben a sokkal drágább importfüggőséget jelentő földgázzal, illetőleg a 32,5 Ft/kWh-s megújuló (beruházási dotációval és kedvezményekkel esetleg 40–50 Ft/kWh-ás) energiákkal szemben. Csak nem a három-négy-szeres önköltségű áramfajtákkal vesszük figyelembe a „*fogyasztók teherbíróképességét*”?

Hacsak nem a kártyás árammérőket gyártó ágazat fejlesztését célozzuk meg. Talán indokolt itt visszahivatkozni a Magyarország hagyományos energiahordozó-vagyonát bemutató táblázat alatti szövegrészre (MK. 30237. old.), miszerint „a hazai szénvagyon eddigénél nagyobb mértékű felhasználása szükséges, támogatható...” (A jelenlegi 14%-nál aligha nagyobb a tervezett 0–5%.)

A Vidékfejlesztési Minisztérium államtitkárának 2011. december 10-i miskolci nyilatkozata szerint: „A külszíni bányászatot nem, a mélyművelését viszont preferálja a kormányzat...” A Miskolcon elhangzott nyilatkozat nyilván a hallgatóság „ízlése” szerinti volt, reményt kelteve a korábban felhagyott borsodi bányák újranyitására. A szakemberek számára nyilvánvaló, hogy a korábban harminc-ötven évig művelt, húsz-huszonöt éve lezárt (lefejtett) bányák újranyitásával korszerű, eredményes, gépesített termelés nem valósítható meg. A nyilatkozó államtitkárnak tudnia kellene, hogy hazánkban a

mélyműveléses területek tektonikailag kedvezőtlenek, általában természeti és bányászati veszélyekkel terheltek, a barnaszéntterületeken a mellékkőzetek kis szilárdságúak, míg a külfejtésre alkalmas lignitvagyon döntő részben kedvező adottságokkal rendelkezik. Viszont, ha a kormányzat a „mélyművelésű bányászatot támogatja”, akkor miért akarja mindenki a kedvező barnaszén-előfordulást korszerű, gépesített fejtésekkel művelő bányát, Márkushegyet bezárni. Talán azért, hogy szén helyett a Vértesi Erőműbe – import kőolajszármazékkal üzemelő kamionokkal – 100–120 km-ről (például Hevesből) lehessen autópályán szalmát szállítani, és 12–15 Ft/kWh-ás lignit-, illetve kb. 20 Ft/kWh-ás „barnaszén-áram” helyett 32,50 Ft/kWh-ás „bio-áramot” termelni, figyelemmel a „fogysztók teherbíróképességére”.

Kulcsszavak: *energiaszerkezet, primér energiahordozó arányok, nemzetközi összehasonlítás, szénkészletek*

IRODALOM

- Büki Gergely (2006): A jövő és az energia. Mérnök Újság, XIII, 12–15.
- Fabian, Jan (2011): *Steinkohle* – lokale Auswirkungen eines globalen Aufschwungs. 12. November, 2011. Clausthal – Zellerfeld
- Karcher, Christian (2012): RWE *The Energy to Lead*. Bergheim, 18.04.2012.
- Karmis, Michael (2010): *Carbon Capture and Storage (CCS) – The Road to Deployment*. Annual General Meeting, Society of Mining Professors, Tallin, Estonia, 19 June 2010. • <http://www.scribd.com/doc/33657235/Michael-Karmis-Carbon-Capture-and-Storage-CCS-The-Road-to-Deployment>
- Kovács Ferenc (2012): A Nemzeti energiasztratégia (2030) kapcsán ismét egyszer a CO₂ és a szén szere-

péről. *Bányászati és Kohászati Lapok*. Bányászat, 145, 1, 1–11. • http://ombkenet.hu/bkl/banyaszat/2012/banyaszat2012_01.pdf

Nemzeti Energiasztratégia 2030 (2011): 77/2011 (X.14.) Országgyűlési Határozat *Magyar Közlöny*. 119, 30210–30359. <http://www.kormany.hu/download/4/f8/70000/Nemzeti%20Energiasztrategia%202030%20teljes%20v%C3%A1ltozat.pdf>

Magyar Geológiai Szolgálat (2004): *Magyarország ásványi nyersanyagvagyonja*. Budapest

Vajda György (2004): *Energiaellátás ma és holnap. (Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián)* MTA Társadalomkutató központ, Budapest

MARSKUTATÁS KELET-EURÓPÁBAN

Kereszturi Ákos

PhD, geológus, hidrológus,
MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont
Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet
kereszturi.akos@csfk.mta.hu

Az Európa keleti térségében folyó bolygó tudományi, és különösen a Marssal kapcsolatos kutatás előmozdítása szempontjából fontos nemzetközi esemény zajlott le Budapesten 2012. július 5-7. között. Az Európai Űrügynökség támogatásával rendezett *Workshop on Mars – Connecting Planetary Scientists in Europe* című találkozó lebonyolításának lehetőségét hazánk űrtudományi eredményeinek elismeréseként is értelmezhetjük (1. ábra). A

háromnapos nemzetközi konferenciát az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpontja, ezen belül a Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet és a Földtani és Geokémiai Intézet, valamint a NEST (New Europe School for Theoretical Biology and Ecology) Alapítvány közösen szervezte. A lebonyolításban segítséget nyújtott még a Nagy Károly Csillagászati Közhasznú Alapítvány, a Nemzetközi Térképészeti Társulás



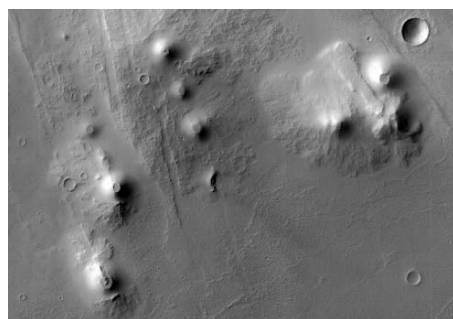
1. ábra • A konferencia emblémája: a Lánchíd a Mars felszínén, szemléltetve a Föld és a Mars tudományos ismereteinek összekapcsolását, valamint a kelet- és nyugat-európai bolygókutató szakemberek közti távolság áthidalását.

Bolygótérképezési Bizottság, a Polaris Csillagvizsgáló (Magyar Csillagászati Egyesület) és a Carl Zeiss Technika Kft.

A rendezvény ötlete az Európai Űrügynökségtől (ESA) származik, és a találkozó kiemelt célja volt, hogy minél jobban bevonják a térség szakembereit az ESA munkájába. Az MTA székházában rendezett konferenciát *Szász Domokos*, a Magyar Tudományos Akadémia alelnöke nyitotta meg, míg a második naptól az MTA Budaörsi úti kutatóházában folytatódott a rendezvény, amelyen összesen 122 érdeklődő vett részt, közöttük 41 külföldi szakember. A 18 országból érkezett kutatók délelőtt hosszabb áttekintő előadásokat hallgattak, illetve adtak elő, bemutatva egy-egy nagyobb témakörben (pl. légkörzés, ásványtan, mágneses tér) az elmúlt négy-hat évben elért tudományos eredmények összefoglalását, míg a térségben zajló kutatási programokról rövid, tizenöt perces előadások nyújtottak áttekintést. A konferencián összesen 42 előadás hangzott el és 29 posztert mutattak be, mindezek között harmincat magyar szerzőktől. A rendezvény második napján reggel a Vénusz elvonult a napkorong előtt, amit a résztvevők a Polaris Csillagvizsgálóból ingyenes „asztroreggelivel” egybekötve tekinthettek meg távcsövekkel is, a második nap délutánján pedig poszterszekció zajlott, amelynek részeként a Nemzetközi Térképészeti Társulás Bolygótérképezési Bizottsága külön bolygótérkép-kiállítást is rendezett. Több tévécsatorna és rádióadás közvetített a rendezvényről, amelyre a felhívás a NASA, a JPL és számos intézmény honlapján szerepelt – összefoglaló pedig az ESA által fenntartott PECS-honlapon, valamint számos hazai online forrásban jelent meg. A konferencia programja a www.konkoly.hu/MPSE honlapon tekinthető meg, ahol fényképek és a rendezvényhez

kapcsolódó egyéb hírek is olvashatók. Az alábbiakban néhány kiemelt témakört mutatunk be, és a kapcsolódó országok bolygótudományi munkájáról is említést teszünk – elsősorban a kelet-közép-európai térség szakembereire fókuszálva.

A Marson a kisebb, néhány kilométer átmérőjű vulkáni kúpokat kevésbé vizsgálták eddig, a kutatás főleg a nagyobb képződményekre fókuszált (2. ábra). *Petr Broz* (Csehország) több ilyen, vulkáni kúpokat tartalmazó területet elemzett, ahol a megfigyelt formák alapján robbanásos vulkánkitörések zajlottak. Ezek egy része száraz kitorrés volt, tehát nem a felhevült és kitáguló vízgőz okozta azokat – ugyanakkor olyanok is mutatkoznak a bolygón, amelyeknél vízgőz is jelen lehetett. Utóbbiak elemzése egy újabb módszer az egykori víz előfordulásának kutatásában. *Marina Bayton-Sanchez* (Spanyolország) szintén apró kúpalakzatokat elemzett, de az északi pólussapka közelében levőket. Ezek eredetét nem sikerült eddig megállapítani, de a megfigyelésekkel összeegyeztethető, hogy vulkáni folyamattal jöttek létre. Itt a sarkvidéken lévő jéggel fellépett esetleges kölcsönhatás járhat cseppfolyós víz megjelenésével – azonban itt is további vizsgálatok szükségesek.



2. ábra • Néhány kilométeres vulkáni kúpok az Ulysses Fossae térségében a Marson, amelyek eddig elkerülték a szakemberek figyelmét

A szerb *Goran Salamunicar* bemutatta automatizált kráterkereső és -azonosító szoftverének legújabb fejlesztéseit. A program igen csekély mértékben hibázik az emberi szemmel végzett kráterszámlálásokhoz képest. A módszer fejlesztése fontos a jövőben, ugyanis a Mars felszínét mutató képek számának gyors növekedése miatt a manuális kráterszámlálás irreálisan sok időt és energiát igényelne, ezért egyre nagyobb szerepet játszanak majd az automatizált, szoftveres kráterszámlálások. A Marson több olyan kráter kinézetű mélyedést is azonosítottak már, amelyek túlságosan mélyek, vulkánok oldalán húzódó törésvonalak mentén, néha mélyedések sorához hasonlóan helyezkednek el. A megfigyelések alapján ezek lávabarlangok nyílásai lehetnek. A Romániából érkezett és elsősorban a földi barlangokkal foglalkozó *Aurel Persoiu* az ilyen feltételezett marsi barlangok jelentőségét tanulmányozza. A vörös bolygón uralkodó erős klímaváltozások révén ugyanis a sarki jég egy része időnként alacsony szélességre, az ott található vulkánok területére vándorol. Ha az esetleg arra előforduló barlangokba jut, akkor belsejükben tovább is megmaradhat, sőt a járatok esetleges beomlása nyomán kifejezetten hosszú ideig konzerválódhat. A marsi barlangok témakörében mutatott be posztert a magyar *Deák Márton* is.

Az asztrobiológiai szekció keretében *Bérczi Szaniszló* tartott áttekintést a Marson napjainkban mutatkozó folyásos kinézetű alakzatokról. Ezek jelenleg három csoportot alkotnak: magas szélességű folyásos alakzatok (úgynevezett DDS-folyások, lásd a *Magyar Tudomány* 2006. évi II. számában Horváth András és munkatársai cikkét), hasonló megjelenésű lejtőszávok, amelyek az egyenlítő térségében mutatkoznak, emellett visszatérő lejtőszávok (Recurrent Slope Linea – RSL)

néven pedig egy harmadik formacsoport is azonosítható, közepes déli szélességen. Utóbbiak csak az ottani nyáron növekednek, elvileg nem lehet kizárni, hogy folyadék mozgásával kapcsolatban. Az összehasonlító előadás rámutatott a DDS-folyás és az RSL-alakzatok közötti hasonlóságokra és eltérésekre – sajnos a jelenlegi adatok nem elegendőek a cseppfolyós anyag jelenlétének és szerepének igazolására vagy cáfolatára egyik esetben sem. *Dietrich Möhlmann* (Németország) a bolygó felszínén lévő mikroszkopikus cseppfolyós vízfilmek, illetve sóoldatok megjelenéséről adott áttekintést. Ezek térbeli előfordulásának elemzéséhez az ásványok és a vízjég eloszlását kell együttesen tanulmányozni. Természetesen a hőmérséklet is fontos tényező, azonban megfelelő összetétel esetén akár -60 °C-on is előfordulhat cseppfolyós oldat – több kutatóprogram is elemzi ezeket a lehetőségeket napjainkban.

Kereszturi Ákos az ESA PECS programja keretében dolgozó Mars Asztrobiológiai Csoport munkáját foglalta össze, áttekintve a sark környéki marsi területeken a mai élet lehetősége számára kedvező és kedvezőtlen adottságokat. Ehhez kapcsolódva *Marshall Marianna* a Mars-szimulációs homok ultraibolya szűrésének laboratóriumi méréseit mutatta be, igazolva, hogy néhány milliméter vékony rétege már elegendő védelmet nyújt a bolygó felszínén várható UV sugárzás intenzitása ellen, miközben elegendő fényt enged át a fotoszintézishez. A szekció végén a cseh *Jana Kvideroval* pedig a Kárpátok magasabb vonulatain megfigyelhető hegyi hóalgák jellemzőit elemezte. Vizsgálataik alapján ezek a fotoszintetizáló mikrobák ideális mélységben találhatóak a hóban, illetve az ideális mélység felé vándorolnak – ahol a magashegyi ultraibolya sugárzás nem túl erős, de a fény még

elegendő a fotoszintézishez. Elemzésük rámutat az esetleges marsi élőlények számára hasznos stratégiára a fotoszintézissel kapcsolatban.

A Mars-analógiák kutatása keretében az osztrák *Gernot Groemer* tartott előadást munkájukról, amelyeket Spanyolország sivatagos vidékén és Marokkóban végeztek. Összetett programjuk keretében többféle jellemzőt elemeznek, elsősorban az emberes marsfelszíni munka paramétereit vizsgálják, különös figyelmet fordítva az általuk kifejlesztett Aouda-X kísérleti szkafander használatára, valamint az annak felületén szállított apró szennyeződésekre. Céljuk, hogy megismerjék, miként szállít az űrruha akaratlanul is veszélyes mikroszkopikus anyagokat, illetve miként lehet mindez ellen védekezni majd a Marson.

A bolgár kollégák a kozmikus sugárzásmérés területén szerzett eredményeikről számoltak be. A Mir űrállomás mellett a Chandrayaan-1 űrszondán is üzemelt már detektoruk, közreműködést terveznek az orosz Luna-Globe és az európai ExoMars szondák műszerparkjában is. Szerényebb bolygótudományi eredményeiket *Rositzka Koleva* mutatta be a konferencián – ők még viszonylag messze állnak az ESA-csatlakozástól. Oroszországból a Moszkvai Geodéziai és Kartográfiai Intézetből (MIIGAiK) érkezett *Ludmilla Nagyevszdina*, aki a Phobos holdról készült eddigi legrészletesebb térképet és domborzatmodellt mutatta be. Az orosz szakemberek a sikertelen Phobos-Grunt küldetés számára készítették új térképüket – reményük alapján idővel sikerül egy újabb küldetést indítani az égitest felé.

Hazánk után Lengyelországból érkezett a legtöbb szakember a konferenciára, összesen tizenkét fő. A lengyel kutatók a WROONA-

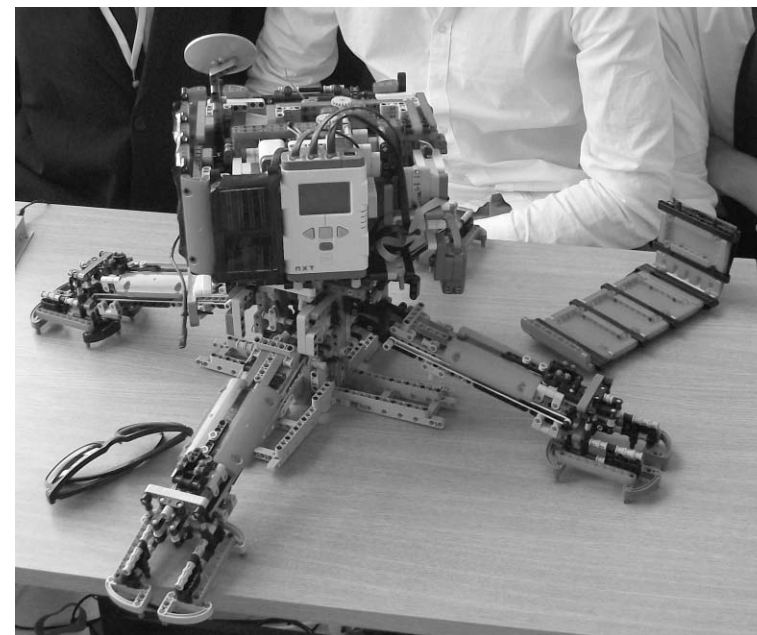
nevű csoport keretében folytatnak többféle bolygótudományi kutatómunkát *Daniel Miege* vezetésével, és több előadás keretében mutatták be eredményeiket. Etiópia forró, sivatagos és Szibéria fagyos vidékein elmállott bazaltok színekeit elemezték és hasonlították össze. A kutatómunka alapján az erősen eltérő környezeti paraméterek között is hasonló színekpi jellemzőket mutató mállástermek keletkeznek – utalva a nehézségre, amellyel a Mars esetében a mállás klímarekonstrukció céljából történő használatánál találkozunk majd. A lengyel szakemberek a Valles Marineris térségében eljegesedésnyomokat azonosítottak, amelyek alapján egykor vízjég lehetett a térségben. Ez meglepő is lehetne, hiszen az alakzatok az egyenlítő térségében mutatkoznak – de egyben bele is illik a bolygó klímaváltozásairól alkotott képbe. Eszerint nagy tömegű hold hiányában a Mars forgástengelye erősen dőlő, és időnként a pólussapkákról a jég alacsony szélességre vándorol, ekkor keletkeztek egyes vulkánok lejtőin a földi gleccserekre emlékeztető jégárak és feltehetőleg a Valles Marinerisben most azonosított képződmények. A szintén lengyel *Karol Severyn* saját fejlesztésű laboratóriumi módszerüket mutatta be, amelynek segítségével az égitestek felszínén lévő regolit mechanikai tulajdonságai elemezhetőek.

A magyar szakemberek részéről prezentációk hangzottak el még a marsi folyóteraszok automatizált azonosításáról és marsi meteoritokban talált ásványi deformációkról. A Pécsi Tudományegyetemen készülő bolygótudományi robotmodelleket és működésüket is megtekinthették az érdeklődők a poszter szekció alatt. Bemutatkozott a meteorok megfigyelésére szolgáló automatizált magyar videometeor-hálózat is. *Illés Erzsébet* a Szaturnusz rendszerének furcsaságairól, a Iapetus holdon

megfigyelt egyenlítői gerincről, valamint a gyűrűrendszer jellemzőiről adott áttekintést. *Opitz Andrea* pedig a Vénusz, a Mars és a Nap körül keringő űrszondák plazmaméréseinek egybevetése alapján elemezte a napszél terjedését a belső bolygók térségében. Bemutatta, hogy az erősen elhúzó utolsó napfoltminimum idején váltakozó lassú és gyors napszél részecskefelhői közel együttmozgó, azaz korotáló felhőket alkottak. *Polgári Márta* a hazai űrküti mangánérckiválás és a marsi vasoxid-üledékek közötti párhuzamot elemezte, az ilyen oxidok ugyanis gyakran biogén hatás útján keletkeztek. *Barta Gabriella* az ELTE TTK doktori programjában e cikk szerzője által indított *A Mars földrajza és geológiája* című kurzus során végzett kutatómunkáját mutatta be. A földi másodlagos ásványokban mutatkozó oxigénizotóp-anomáliát elemezte, és próbált belőle marsi viszonyokra extrapolál-

ni. Az elméleti munka arra utal, hogy a vörös bolygón a felszín alatt áramló egykori talajfolyadékokból kivált ásványokban a földihez hasonló módon (de biogén segítség nélkül) is kialakulhatnak izotópanomáliák. A Földön az így keletkezett másodlagos ásványok morfológiája kapcsolatot mutat az izotópdúsulás jellemzőjével – noha ez laza összefüggés, a *Curiosity* rover elemzései nyomán lehetőség nyílhat hasonló ásványmorfológia, izotópkoncentráció kimutatására.

A magyar űrtevékenység, azon belül is az űrszonda- és detektorfejlesztés külön szekciót kapott. Itt *Szalai Sándor* mutatta be a Wigner Kutatóközpont részvételét a Rosetta, Venus Express, Cluster és BepiColombo küldetéseken. Kiemelt projekt a Philae leszállóegységen több műszer hazai fejlesztése is, amelyről *Apáthy István* számolt be. *Szegő Károly* az EU FP7 program részeként működő EURO-



3. ábra • A Philae leszállóegység modellje, amelyet a soproni Széchenyi István Középiskola diákjai készítettek legóból.

PLANET-programot ismertette, valamint bemutatta, hogy milyen plazmafizikai műszereket fejlesztettek ki a szerencsétlenül járt 1988-as Fobosz-2, később pedig a Mars 96 küldetés számára. *Kocsis Gábor* a magyar részvételről beszélt az ESEO- (European Student Earth Orbiter) nevű, diákok által fejlesztett európai műholdprogramban. *Várhegyi Zsolt* a Masat-1 felbocsátásáról és sikeres üzemeléséről számolt be, *Bebesi Zsófia* a hazai plazmafizikai műszerek fejlesztéséről és eredményeiről tartott rövid ismertetést. Mindezek mellett a diákok a Hunveyor program pécsi eredményeivel, távolról irányítható roverekkel, a soproni Széchenyi István Középiskola diákjai pedig több poszterrel és űrszondamodellekkel jelentek meg (3. ábra). *Hudoba György* az űrszondás adatok átvitelével kapcsolatban tartott műszeres demonstrációt. Noha a konferencia műszerekre fókuszáló szekciója látólag nem illeszkedett a programba, a szünetekben folytatott megbeszélések és a végső összefoglalás során egyértelmű lett, hogy a térségben az űrtevékenység mérnöki vonatkozásai kulcsszerepet játszanak a tudományos munka hátterének megteremtésében.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a konferencián körvonalazódott, mi jellemzi Kelet-Európában a bolygókutató munkát. A szakemberek néhány szűk területén tevékenykednek, ezekben a témakörökben mély

és alapos a szakismeretük, és nemzetközi szinten is élvonalbeli kutatómunkát folytatnak. Ugyanakkor ezek a különálló területek még országok közötti kooperációk esetében sem fedik le olyan mértékben a planetológia, de még akár a Marssal kapcsolatos témaköröket sem, mint Nyugat-Európában vagy az Egyesült Államokban. Akárcsak hazánkban, a szomszédos országokban is sok esetben néhány űrszondával kapcsolatos műszerfejlesztés jelentette a munka kezdetét: a térség szakemberei a saját műszereik által végzett mérések értelmezése nyomán indultak meg a bolygótudományi kutatás vonalán.

A továbblépés mindenképpen a kooperáció irányában szükséges, amelynek első mozzanata a csatlakozás lehet az Európai Űrügynökséghez. Bár hazánk közel egy évtizede élen járt ebben a törekvésben, azóta kissé lemaradt, Csehország és Románia is már csatlakozott az ESA-hoz, Lengyelország pedig 2012-ben lesz teljes jogú tag – remélhetőleg hazánk is ezek nyomába lép. A konferencián megjelent szakemberek véleménye alapján az ország technológiája mellett az akadémiai szféra is sokat profitálna mindebből, hiszen oda áramlana a tudás és később az esetleges külföldi, űrtechnikai megrendelések.

Kulcsszavak: *Mars, Mars-kutatás, planetológia, Európai Űrügynökség (ESA), űrtechnika*

A jövő tudósai

Tisztelt Olvasó!

A kutatók utánpótlásával – fiatal tudósokkal foglalkozó melléklet 37. számában *Szőke Judit* írását olvashatjuk a roma tehetséggondozásról. Kérjük, ha a nők tudományban betöltött helyzetével vagy az ifjú kutatókkal kapcsola-

tos témában bármilyen vitázó megjegyzése vagy javaslata lenne, keresse meg a melléklet szerkesztőjét, Csermely Pétert az alábbi email címen.

Csermely Péter

az MTA doktora

Csermely.Peter@med.semmelweis-univ.hu

A ROMA TEHETSÉGÜGY

A Roma Tehetségsegítő Tanács (RTT) létrehozásának ötlete akkor merült fel a kezdeményező Polgár Alapítvány munkatársainak fejében, amikor sorra alakultak tehetségsegítő tanácsok a magyar tehetségügy területi és szakmai koordinációjának elősegítésére. A megalakult tanácsok majd mindegyike területi elv (kistérségi, települési) alapján, illetve valamely intézmény köré szerveződött. Tehetségterületek szerint csupán néhány alakult, és nincs egyetlen olyan sem, amelyet a tehetségek származása alapozná meg.

Felmerül a kérdés, hogy értelmes cél-e a cigány tehetségek támogatására létrehozni egy külön szervezetet. Annál is inkább, mert a legtöbb tehetségsegítő tanács céljai között szerepel a hátrányos helyzetű, tehetséges gyerekek és fiatalok segítése.

Mi alapozza meg a tehetségsegítésben a romák külön képviselését? Ez a kérdés nem csupán teoretikus, hiszen a Nemzeti Tehetség Program forrásainak elosztásánál viták tárgya is lehet, mint ahogy nemrég a hátrányos helyzetű és fogyatékkal élő tehetségek ügyéért lobbizó szakemberekkel – akik ezeket a cso-

portokat együvé tartozónak tartják – ez meg is történt. Az nyilvánvaló, hogy a magyar tehetségügynek olyan feltételrendszert kell kialakítani, amely minden tehetséges gyerek számára megfelelő. A feltételrendszer kialakítása az érintett csoportok szükségletei alapján történjen. A *szükségletalapú ellátásban* a szolgáltatásnyújtás tartalmát, módszerét, eszköztárát a célcsoporthoz kell igazítani. A tehetségazonosítás és tehetségfejlesztés „hogyanját” a célcsoport–szükséglet–cél–eszköz egymásra épülése határozza meg. Ugyanazzal az eszközzel nem lehet különböző célcsoportnak adekvát szolgáltatást nyújtani. Az RTT szerint a hátrányos helyzetű, fogyatékkal élő, illetve a roma tehetségek egy csoportként kezelése több szempontból vitatható.

Itt most meg se kíséreljük a romák társadalmi és azon belül iskolai helyzetére vonatkozó, bőségesen rendelkezésre álló hazai és nemzetközi szakirodalmat ismertetni, csak arra szorítkozunk, hogy a fenti példából kiindulva láttassuk, a tehetséges cigány gyerekek szükségletei csak részben egyeznek meg a hátrányos helyzetű gyerekek szükségleteivel. A fogyatékosokkal való összevetést mellőzzük, mert önmagában az a tény, hogy a cigány

gyerekek arányukhoz képest többszörös arányban kerülnek enyhe fokban értelmi fogyatékosoknak fenntartott iskolákba és osztályokba, nem a „szükségletükhöz” visz közelebb, inkább a magyar oktatási rendszer kirívó szelekciós mechanizmusát példázza.

Az alábbiakban összefoglaljuk azokat a főbb társadalmi és pszichológiai tényezőket, amelyeket a romák felé irányuló programoknak figyelembe kell venniük.

A roma gyerekek jelentős része hátrányos helyzetű. A magyarországi szegénységi kutatások kiemelik, hogy bár a szegénység egyaránt sújtja a cigányságot és a nem cigány magyar lakosságot, de ahogy *mélyül a szegénység, úgy nő a romák aránya* az érintettek körében. A szülők iskolai végzettsége a gyerekek jövőjére nézve meghatározó, Magyarországon erősebben, mint az európai országok többségében. A szegénység fennmaradásában és újratermelődésében kiemelkedő jelentőségű a gyermekszám és a lakóhely, a település jellege és földrajzi elhelyezkedése. A legnagyobb hátrányban az elgettosodott aprófalvak többgyermekes családjai vannak. A magyarországi romák esetében a szegénység etnikai jellegű feszültséggel is párosul.

A társadalmi egyenlőtlenségek megnyilvánulásait súlyosbítják, vagy enyhítik a társadalmi szolidaritás kötelei. A cigányok esetében a társadalmi távolság index, amely a különböző csoportokkal szembeni diszkriminációs hajlamot méri, a különböző kutatásokban egyöntetűen szélsőséges társadalmi elutasítást jelez.

A magyar tehetségügy elsősorban intézményekre (iskolák, kollégiumok, egyetemek) épít. A cigány gyerekek jelentős része olyan iskolákba jár, ahol az átlagnál rosszabb az infrastrukturális ellátottság és a tanári szakelátás. Mindez a szegregációval párosulva

nagymértékben korlátozza a gyerekeket a képességeik és érdeklődésük szerinti továbbtanulásban. A magyar közoktatás a fejlett országok közül legkevésbé képes az otthonról hozott hátrányokat csökkenteni. Beszédes a köznevelési törvényben a *felzárkóztatás és tehetséggondozás*, de még inkább a NAT-ban a *hátrányos helyzetű gyerekek felzárkóztatása* pedagógiai feladatok meghatározása, amely azt mutatja, hogy a társadalmi státus önmagában kijelöli az elérhető pedagógiai célokat is.

A cigány gyerekek felé irányuló programoknak a marginalizáltság és a diszkrimináció pszichológiai hatásaira is tekintettel kell lenniük. Az előítéletek, sztereotípiák erősen befolyásolják a teljesítményt, az önértékelést és az identitás alakulását. Az elutasítottság érzése elvezet a negatív önsztereotipizáláshoz, a kora gyermekkorban már megjelenő csökkentértésűség érzéséhez és az asszimiláció igényéhez. Mindeme folyamatok fokozottan fenyegetik azon csoportok tagjait, ahol a csoport-hovatartozás látható jegyekkel párosul.

A fenti jelenségekkel szemben a roma tehetségügyben erőforrást jelent a helyi roma önkormányzatok és roma civil szervezetek országosan kiépült rendszere. A roma önszerveződés sokat segíthet a tehetséges gyerekek felkutatásában, a szülőkkel való együttműködés és a komplex szolgáltatások kialakításában.

A Roma Tehetségsegítő Tanács megalakulása

Egy vitaanyag megküldésével a Polgár Alapítvány felhívást tett közzé azon tehetségsegítő programok, civil szervezetek, intézmények, magánszemélyek számára, akik vállaltan és kiemelten roma tehetségek felderítésével, menedzselésével foglalkoznak.

Érdemes idézni a felhívásból, mert összefoglalja az RTT törekvéseit:

„Miért kezdeményezzük a Roma Tehetségsegítő Tanács (RTT) létrehozását?

- hogy hatékonyan használjuk erőforrásainkat a roma gyerekek és fiatalok tehetségének felismerésére és menedzselésére;
 - hogy megmutassuk, hogy a romák esetében sem csak hátránykompenzálásról kell beszélni – hogy megmutassuk tehetségekincseinket;
 - hogy összefogjuk a roma gyerekek és fiatalok tehetségét segítő kezdeményezéseinket;
 - hogy legyen egy egyeztető, döntéshozó, véleményformáló fórumunk, ahol a roma tehetségsegítés iránt elkötelezett (szak)emberek, szervezetek képviselői optimális együttműködésben szervezik a tehetségek megfelelő programokba irányítását, mentorálását, hogy lehetőleg senki ne kallódjon el;
 - hogy együtt jobb esélyeink legyenek a Nemzeti Tehetség Alap és egyéb pályázati források elérésére;
 - hogy közösen bevonjuk a programba a helyi, térségi és egyéb erőforrásokat, a gazdasági élet szereplőit is, hiszen a tehetségsegítő programok fenntarthatósága csupán pályázatokra nem építhető.
- Célunk, hogy szakmai együttműködésben a Nemzeti Tehetség Programmal, a Nemzeti Tehetségsegítő Tanáccsal, a Magyar Géniuszt Integrált Tehetségsegítő Programmal, folytatásával, a „Tehetséghidak” Programmal, a Nemzeti Tehetséggal és képviselőikkel
- ellássuk a romák tehetségprogramjainak érdekképviseletét,
 - javaslatot készítsünk roma tehetségkonceptió kidolgozására,
 - áttekintsük a tárgyban meghirdetett hazai és európai uniós pályázatokat abból a szempontból, hogy alkalmasak-e a hátrányos helyzetű, tehetséges roma gyerekek

és fiatalok esélyegyenlőtlenségének csökkentésére, a kimagasló tehetségek beazonosítására és menedzselésére,

- javaslatot készítsünk hazai és nemzetközi tehetségrendezvények megszervezésére, illetve az azokban való részvételre.

A Roma Tehetségsegítő Tanács kiemelt feladatának tekintjük

- a tehetségsegítésnek a többségi célcsoporttól eltérő jellemzőinek leírását,
- az ezekre a speciális szükségletekre és igényekre irányuló szolgáltatási háló kialakítását,
- tehetségkereső és -segítő adatbázis létrehozását,
- a tehetségmenedzselés hatékony, rugalmas és fenntartható működtetését,
- a szolgáltatások minőségének mérését és folyamatos fejlesztését.”

A 2011 októberében megtartott konferenciával összekötött alakuló ülésen ötvenegy szervezet és kilenc magánszemély mondta ki az RTT megalakulását. A következő munkacsoportokat hoztuk létre: közoktatási, középiskolai oktatási, szakmai támogató, felsőoktatási, horizontális (civil).

Mivel az RTT a többi tehetségsegítő tanácshoz hasonlóan nem bejegyzett szervezet, már az alakuló ülésen elhatároztuk, hogy az RTT-tagság meghívásával a civil törvény szerint létrehozjuk a jogi személyiséggel rendelkező Roma Tehetségsegítő Közhasznú Egyesületet (RTKE). A párhuzamos működés elkerülése érdekében együttműködési megállapodással szabályoztuk a két szervezet munkamegosztását. Az RTKE fő feladata az erőforrás bővítés, a hazai és EU-s, állami és pályázati források bevonása, különösen a Nemzeti Tehetség Program adta lehetőségek felhasználása roma tehetségprogramok mű-

ködésének és további programok elindításának biztosítására.

Az RTT egyéves tevékenysége

Törekszünk arra, hogy minél több, a roma tehetségügy iránt elkötelezett szervezet kapcsolódjon hozzánk. Jelenleg nyolcvanegy tagunk van, a legnagyobb tehetségsegítő tanáccsal büszkélkedhetünk. A tagok rendszeresen tartják egymással a kapcsolatot, információit adunk át egymásnak az RTT-t érintő kérdésekben. Kiemeltek azok az akcióink, amikor valamelyik szervezeti tag nehézségeinek megoldásában próbálunk segíteni. Ilyen volt például a Rajkó Művészegyüttes, az Arany János Program, az Igazgyöngy Művészeti Iskola melletti kiállításunk. Hosszú távon számottevő eredményt azonban csak akkor tudunk elérni, ha képesek vagyunk forrásokat rendelni céljaink mellé. Ebben a munkában kiemelt jelentőségű a Nemzeti Tehetség Programban (NTP) a roma tehetségügy sajátos szempontjainak megjelenítése. Az RTT rendszeresen véleményezi a különböző pályázati kiírások tervezeteit. Közös véleményt alakítottunk ki az NTP végrehajtásának 2011–2012. évi cselekvési programjáról is.

Az eltelt több mint fél évben már látjuk, mely javaslataink találtak meghallgatásra, és melyek nem. Változatlanul intézményközpontúak és nem programközpontúak a kiírások. Így sok civil szervezet nem adhatott be pályázatot egyébként a kiírás céljával teljes mértékben megegyező programjára. Így többek közt kimaradt a felsőoktatásban tanuló roma fiatalok számára modellprogramot működtető Romaversitas Alapítvány a roma szakkollégiumokat támogató pályázati lehetőségből, de nem kapott támogatást az országos hírű, majdnem kizárólag roma gyerekeket fejlesztő Igazgyöngy Alapfokú Művészeti Iskola sem.

Fenti javaslataink közül viszont a nyilvánított adatbázis megvalósítására lehetőséget kaptunk.

Az NTP hazai költségvetési forrására az Oktatókutató és Fejlesztő Intézet meghívásos pályázatot hirdetett egy tehetség-életpálya nyilvántartó rendszer kialakításának támogatására. A pályázat célja a nyilvántartó rendszer elméleti (tehetségpedagógiai) módszerének kidolgozása, kiemelt figyelemmel a hátrányos helyzetű és roma tehetségekre.

Tehetségkutatók

A pályázatban sikerült olyan programelemeket is megvalósítani, amelyekkel kiléphetünk a nyilvánosság elé, és megszólíthattuk a célcsoportunkat. Pályázatunkban érveltünk amellett, hogy a hátrányos helyzetű és roma tehetségek nyilvántartására alkalmas rendszer kialakítása akkor lehetséges és értelmes, ha megoldott ennek a célcsoportnak a kutatása, beazonosítása és fejlesztése. Ezek a feladatok speciális módszertant igényelnek egyrészt a személyiségi jogok védelme, másrészt a célcsoport hátrányos helyzetéből és kisebbségi létéből fakadó tehetségkutató és tehetségfejlesztő feladatoknak az átlagtól eltérő jellegzetességei miatt. A pályázatunk egyrészt arra vállalkozott, hogy ezen specialitások mentén leírja a célcsoport hatékony kutatásának lehetséges formáit, és ezeket a kutatási módszereket a rendelkezésre álló időben egy pilot erejéig ki is próbálta. Az így nyert tapasztalatokat feldolgoztuk, értékeltük, a beazonosított tehetségeket a kifejlesztett többfunkciós, követéses nyilvántartási rendszerbe bevezettük, és ezt a rendszert is teszteltük.

A pályázati programban többféle tehetségkutatói formát kipróbáltunk. A *helyi* tehetségkutatók annyiban mindenképpen újszerűek voltak, hogy a tehetségkutató szakem-

berek utaztak el a megmértetésre jelentkező településekre. A *térségi* tehetségkutatónk a hagyományos, megszokott formát és témát (zene, tánc) követte. A *küzdősportban* élen járó roma fiatalok országos gálája hiánypótló rendezvények számított. Az *intellektuális* tehetségek kutatása esetében az iskolákra és tanodákra építettünk. Kialakítottuk a tehetségprodukciók interneten keresztül történő feltöltésének rendszerét is.

Főbb tanulságok a különböző tehetségkutatói formákról:

A *helyi* tehetségkutatás ott, ahol van élő roma közösség, ahol a formális vagy informális vezetők a helyi közösségben élnek, valódi irányítók, véleményformálók, ott a program iránti bizalom felkeltése esetén – ami alapvetően a szervezők ismertségén múlik – viszonylag rövid idő alatt, kis költséggel, nagy részvétellel, írásbeliség mellőzésével meg lehet szervezni a programot. A roma kultúra alapja a szóbeliség, a hallás és látás alapján a családtól, a közösségtől örökölt tudás, így ezt a tehetségkutatást emiatt is adekvátnak gondoltuk. Ennek a formának a további jellemzője és egyben előnye, hogy mivel a tehetségkutató csapat a helyszínre megy, nem marad ki senki a bemutatkozni szándékozók közül információ, internet, telefon, útiköltség stb. hiánya miatt. A szervezés és a lebonyolítás munkában, időben, költségben, felelősségben megoszlik a helyiek és a programgazda között. A tehetségkutató egy önbecsülést növelő, reményt adó helyi rendezvénné válhat. Ez a forma azonban olyan településen, ahol nincs működő roma közösség, ahol a helyi vezetők nem tartják a kapcsolatot a választóikkal, ahol nincs érdekképviselő, nem működik hatékonyan, és elmarad az a felemelő érzés is, amit a valódi közösségeknél tapasztaltunk. A helyi válogatókon szinte

valamennyi kiemelkedő produkció a *cigány kultúrának* valamelyik ágából került ki. A művészeti körökben, művészeti iskolákban betanított, illetve az internetről másolt bemutatók színvonalatlanok voltak. Bár minden helyszínen mutattak nekünk rajzokat és festményeket, de ezek között nem találtunk ízléses és eredeti alkotást. Tapasztalatunk szerint amennyiben a gyerekek fejlesztése a családban lévő tudásra, hagyományra, attitűdre épül, illetve a cigány közösség kér fel általuk jónak tartott külső szakembert, akkor a gyerekek tehetsége színvonalas produkciókon keresztül képes megmutatkozni. Az iskolai, illetve az intézményes művészeti nevelés (rajz, ének-zene, társastánc stb.) eredményeként nem láttunk értéket hordozó bemutatásokat az általunk felkeresett településeken. Következtetést ebből nem mernénk levonni, de ez a tanulság mindenképpen megerősítő vagy elvetendő a későbbi tapasztalatok tükrében.

Az észak-magyarországi *térségi* tehetségkutatókon a várakozásainknak megfelelően magas volt a részvétel. Az általunk ismert csatornákon (roma nemzetiségi önkormányzatok) keresztül a rövid határidő ellenére sikerült eljuttatni az információt minden magas roma arányú településre. Meglepett bennünket, hogy a helyi tehetségkutatótól eltérően a zenei produkciók közül alig akadt cigány folklór, illetve hangszeres bemutatkozás, legtöbbször angol, illetve magyar nyelven népszerű pop számokat adtak elő. Elvértve akadt olyan fellépő, akit tanár vagy valamilyen program segített volna a felkészülésben.

Az *országos roma küzdősport* tehetségkutató rendezvényünk annyiban eltért a fentiektől, hogy ide csak azokat a fiatal sportolókat hívtuk, akiket edzőik cigányként azonosítottak, és országos korosztályos versenyeken már

eredményeket értek el. A küzdősportok, különösen az ökölvívás azért tűnt jó választásnak, mert ebben a sportágban köztudottan sok tehetséges roma sportoló van. Itt célunk a számbavétel, és a legjobbak meghívása a roma tehetség életpálya adatbázisba. Ez lehetőséget teremtett arra, hogy az RTT figyelemmel kísérje az ígéretes sportolók fejlődését, kiépítse kapcsolatait az edzőkkel, egyesületekkel, szülőkkel, iskolákkal, és segítsen abban, hogy a tehetséges fiatal anyagi, mentális vagy egyéb okból ne morzsolódjon le. Az edzők beszámolóí szerint még az alsóbb korosztályban sikeres gyerekek esetében is tizenhat éves kor körül óriási a lemorzsolódás, így a képesség alapján megígolt hazai és nemzetközi karrier meghiúsul.

A három tehetségkutatási forma összehasonlító elemzése és értékelése alapján megállapíthatjuk, hogy alig több mint egy millió forint költségvetésből egy hónap alatt 1400 embert tudtunk mozgósítani, 350 jelentkező mutatkozott be, akik közül a szakembereink 34 kimagaslóan tehetséges fiatalot azonosítottak. Ezek a fiatalok saját, illetve szülői hozzájárulás esetén bekerülnek az általunk kifejlesztett roma tehetség adatbázisba (www.romatehetség.hu).

A pályázatban kísérletet tettünk arra is, hogy a zene, tánc, sport mellett a különböző tudományterületeken jeleskedő, *intellektuális tehetségeket* is felleljünk. Ehhez a kutatáshoz mindenképpen be kellett vonnunk azokat az intézményeket, elsősorban iskolákat, kollégiumokat, tanodákat, civil és állami programok gazdáit, akik nagy számban foglalkoznak roma diákokkal. Mivel a pályázati időszak éppen a tanév végére esett, így csak kis mértékben tudtuk kipróbálni az erre kifejlesztett dokumentumokat (felhívás, tehetségek azonosítását segítő útmutató, a tehetségek

követését lehetővé tevő regisztráció). A mintába bekerült intézmények az RTT-hez csatlakozó iskolák voltak, így arról kevésbé tudtunk meggyőződni, hogy az iskolák milyen arányban utasítják majd el a megkeresést arra hivatkozva, hogy az intézmény nem tartja nyilván, és nem is tudja, hogy tanulói között ki a cigány. Erre a várható helyzetre az RTT felkészült, és kidolgozta a személyiségi jogok tiszteletben tartását figyelembe vevő eljárást.

A felhívásunkra visszaérkezett válaszok azt mutatják, hogy a középiskolás hátrányos helyzetű, átlagon felüli képességű cigány fiatalok tehetségterületei éppen olyan színes képet mutatnak, mint a korosztályuké általában, talán csak a szociális kompetenciák erőssége esetében lehet felülreprezentáltság. Ez utóbbi is valószínűleg a szegény és kisebbségi létből fakadó tapasztalatok megélése miatt kialakult fokozott érzékenységnak a tanárok által az átlagtól eltérő sajátossággént való beazonosítása miatt van. A pedagógusok a tehetségek fejlesztéséhez a mentorálást, az ösztöndíjazást és a tanuláshoz nélkülözhetetlen, de anyagi okból hiányzó tárgyak beszerzését tartják fontosnak. Az általános iskolák visszajelzéseiben az mindenképpen elgondolkodtató, hogy amely iskola egyáltalán beazonosított tehetséges roma gyereket, azok mind tíz év felettiek voltak. Már a kis mértékben is szereztünk olyan tapasztalatokat, amelyet az országos felmérés előtt hasznosítani tudunk.

Tehetségfejlesztés

A módszertani anyag elkészítésébe kérdőíves felméréssel bevontuk az RTT-t alkotó szervezetek szakembereit is. Itt nincs lehetőségünk a teljes kutatás ismertetésére, csak a válaszok összefoglalóját közöljük:

Meg kell változtatni azt a tévhitet, hogy a cigányok csak a tánc és zene területén tehet-

ségesek. Az óvodában, iskolában, délutáni foglalkozásokon minél gazdagabb fejlesztési kínálatot kell nyújtani – a hátrányos helyzetűeknek térítésmentesen –, csak ez teremtheti meg a lehetőségét a kiváló képességek megmutatkozásának. A halmozottan hátrányos helyzetű gyerekek többségéhez nem jut el semmilyen felhívás, nincsenek még bejárattott csatornái az információátadásnak. A tehetségkutatásnak több színtere lehetséges. Elsősorban az erre kiképzett általános iskolai pedagógusokra kell építeni. Az alsó tagozat kiemelt jelentőségű, javasolt „kultúrafüggetlen” intelligenciateszt, például a Cattell-teszt használata. Az iskola mellett a különböző délutáni szabadidős klubok, ifjúsági pontok, tanodák programjai is jó színterei a fejlesztésnek és tehetségazonosításnak. Helyi és országos versenyek, kiállítások, bemutatók meghirdetésével, cigány művészek és egyéb területen dolgozók nyílt napjaival, nyitott *workshop*-jaival, az ügy iránt elkötelezett roma „terepmunkások” bevonásával, különböző intézményekkel (például gyermekotthonok, gyermekjóléti szolgálatok, roma nemzeti önkormányzatok) való együttműködésben lehet minél több gyereket elérni. Kiemelt feladat a szülők partnereként való bevonása.

A hátrányos helyzetű roma tehetségek esetében is éppúgy biztosítani szükséges azokat a lehetőségeket, amelyeket egy nem hátrányos helyzetű tehetség esetében megad az iskola/család/tehetségsegítő – az *élet*. Az ehhez szükséges eszközöket, vagyis pénzt, kapcsolati tőkét, szakembert, újabb pályázati lehetőségeket, röviden: a tehetség menedzselését (amit egyébként jó esetben a család végezne) is fontos megteremteni. Az RTT-nek ebben kiemelt szerepe van, programjához kormányzati és pályázati forrásokat célszerű rendelni. A tehetségeket különösen ösztöndíjjal és jól felkészített mentorral kell támogatni. Fontos lenne a „Pályakezdő romatehetségek támogatása” program kidolgozása. Azok az eredményes tehetségsegítő programok, amelyek nemcsak rövid, kampányszerű megmozdulások, hanem hosszú távon, kiszámíthatóan működnek.

Szőke Judit

a Roma Tehetségsegítő Tanács elnöke
szoke.judit@polgaralapitvany.hu

Kulcsszavak: *cigány, intellektuális tehetség, kiszámíthatóság, Nemzeti Tehetség Program, tehetség, roma, Roma Tehetségsegítő Közhasznú Egyesület, Roma Tehetségsegítő Tanács*



Tudós fórum

Október végén negyvenkét Nobel-díjas, valamint öt Fields-érmes tudós nyílt levelet intézett az Európai Unió tagországainak állam- és kormányfőihez, illetve az uniós intézmények elnökeihez, amelyben azt kérik, hogy ne csökkentsék az Európai Unió 2014–2020-as költségvetésében a kutatási és fejlesztési támogatás tervezett összegét. A petíció óriási nyilvánosságot kapott, hiszen a vezető napilapok Európa-szerte közölték, és a petícióhoz online aláírással már az első nap több mint negyvenezer kutató csatlakozott. Pálincás Józseffel, a Magyar Tudományos Akadémia elnökével november elején Gimes Júlia beszélgetett a kezdeményezés háttéréről, és várható hatásairól.

Az Európai Unió 2014–2020-ra tervezett költségvetésének előkészítése során nyilvánosságra került, hogy egyes országok csökkenteni szeretnék a kutatás és fejlesztés támogatását. Erre válaszul jelent meg a Nobel-díjas és Fields-érmes tudósok nyílt levele, amelyben azt kérik, hogy az állam- és kormányfők 2012. november 22–23-án az eredeti, az előző költségvetési évhez képest megnövelt összegű javaslatot támogassák. A levélben foglaltakkal magam is egyetérték, az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testülete 2012. november 7–8-i ülésén is támogattam, hogy a testület az európai akadémiák képviselőiben levélben forduljon az állam- és kormányfőkhöz, támogatva a nyílt levélben foglalt kérést. A petíciót aláírók között egyébként sok magyar kutató is van.

Az eddigi kutatási és fejlesztési keretprogramok sikeresek voltak. A 2014-től 2020-ig tartó új programot, amelyet Horizon 2020-nak neveznek, a korábbi pályázati tapasztalatokat is felhasználva tervezték meg, és sokan Európa versenyképessége legfőbb biztosítékának tekintik. Az európai „központi” kutatási fejlesztési költségvetés esetleges csökkentése több szempontból is rendkívül káros lenne. Egyrészt, drasztikusan csökkenne az esélye annak, hogy azokon a tudományterületeken, amelyeken Európa vezető szereppel bír, ezt a pozícióját megtartsa, vagy a lemaradással küzdő területeken versenyképességét növelje. Másrészt jelentősen gyengítené Európa vonzerejét, sőt felgyorsítaná a tehetséges kutatók elvándorlását Európából. De nagyon káros lenne azért is, mert rossz üzenetet kü-

dene az Unió a tagországok felé. Az EU-ban kutatásra és fejlesztésre fordított összegeknek ugyanis csak töredékét teszik ki a keretprogramok, azon belül is az igen sikeres European Research Council által összeurópai verseny-pályázatokban elosztott pénz, hiszen az egyes országok saját költségvetésükből többet költenek tudományra. A „központi” tudományos költségvetés csökkentése azt az üzenetet közvetítené a tagországok számára, hogy a kutatás és a fejlesztés nem igazán fontos. Ha a tagországok követnék ezt a jónak nem nevezhető gyakorlatot, az Európa tudományos és gazdasági leszakadásához vezetne.

*Ön miben látja
a korábbi keretprogramok sikerét?*

A pályázati rendszerben megszerezhető pénzek óriási versenyt indítottak el az országok és a kutatók között. Nagy nemzetközi kutatási konzorciumok szerveződtek, és ígéretes projektekben kezdődött meg a munka, amelyekben nem csupán európai tudósok vettek részt. A keretprogramokban a pénzek odaítélése és felhasználása jelentős vitákat nem váltott ki, annak ellenére, hogy jól tudjuk: nem létezik olyan pályázati rendszer, amelynek döntéseivel mindig minden résztvevő elégedett.

Magyarország különösen jól szerepelt a kiválósági programokban, például a fiatal kutatók számára kiírt ún. *Starting Grant* pályázatokon, amelyek egymillió euró körüli összegekkel tették lehetővé, hogy kiemelkedő fiatalok önálló kutatócsoportokat hozhassanak létre Európában. A később csatlakozott tizenkét ország közül a legsikeresebbek mi voltunk, régebbi uniós országokat is megelőztünk. Ugyancsak jelentős sikereket értünk el a vezető kutatók számára meghirdetett Advanced Grant pályázatokon.

Egy 2012. októberi kimutatás szerint az FP-6-os, illetve FP-7-es keretprogramokban Svájc érte el a legnagyobb sikert. Egy főre vonatkoztatva 111 EUR-t tudott megszerezni, míg a sokkal nagyobb méretű és népességű Németországban ez az összeg „csak” 37 EUR. Magyarország esetében pedig mindössze 19 EUR, aminek számos oka van, de mutatja azt is, hogy a sikeres pályázást illetően van még mit tanulnunk.

Hozzá kell tennem, hogy míg a keretprogramokkal alapvetően elégedett vagyok, hiszen ezek elsősorban olyan kutatásokat támogatnak, amelyekben a sikerhez nagy nemzetközi összefogásra van szükség, a hazánk számára jóval jelentősebb összegeket jelentő, a régiók felzárkóztatását célzó Strukturális Alapok kutatásra és fejlesztésre irányuló pályázati rendszeréről ezt már nem mondhatom el. Az EU regionális politikája ugyanis nem veszi figyelembe azt, hogy vannak olyan országok – ilyen például Csehország, Szlovákia, de ilyen hazánk, vagy Ausztria is –, amelyek erősen centralizáltak. Ezekben az országokban a kutatás és a fejlesztés elsősorban a fővárosban és a nagy egyetemi városokban összpontosul. Magyarországon, a merev uniós elvek miatt, jelentős hagyományokkal rendelkező, igen eredményes fővárosi kutatóhelyek nem részesülhetnek a Strukturális Alap támogatásaiból. Ennek eredménye az, hogy világhírű intézmények komoly gazdasági problémákkal küzdenek, és féltő, hogy elveszítik eddigi jelentős kutatási pozícióikat, miközben rengeteg pénz kerül olyan helyekre, ahol nincsenek a kutatásnak hagyományai, megalapozó iskolái, mesterei, nincsenek a háttérben komoly eredmények, és a feltételek hosszú távon sem teremthetők meg. Ezeknek az intézményeknek hiába építenek új épületeket, vásárolnak modern műszereket, valójában érdemben

nem tudnak velük mit kezdeni. Véleményem szerint a Strukturális Alapokból a kutatásra és fejlesztésre szánt pénzek egy része nem hasznosul megfelelően. Október végén a vi-segrádi országok akadémiaiának elnöki talál-kozáján is beszéltünk erről, és valószínűleg európai szinten is fel fogjuk vetni ezt a prob-lémát. Egyetértettünk ugyanis abban, hogy a mi országainkban a regionális fejlesztés a mezőgazdaság, az infrastruktúra, vagy a mun-kahelyteremtés szempontjából mást jelent, mint a kutatásban és fejlesztésben.

Tavaly a World Science Forum központi témája a tudomány, a kutatás és a fejlesztés nemzetközi térképének átrendeződése volt, hiszen Kína, India, Szingapúr vagy egyes dél-amerikai országok jelentősen előretörték a tudományban is. Bizonyára ebből a szempontból is van jelentősége az európai

stratégiának, és annak, hogy Európa ne kerüljön a tudományban, és ennek követke-zésben majd a gazdaságban is még hátrányo-sabb helyzetbe. Mit gondol, lesz eredménye a petíciónak?

Az eddigi keretprogramok sikerének egyik záloga a globális kutatói eszmecsere, a kölcsö-nös kutatói mobilitás ösztönzése, tehát nem-csak az újonnan feltörekvő országok szívta- el agyakat Európából, hanem Európába is érkeztek kutatók. A Nobel-díjasok és Fields-érmesek, valamint a hozzájuk csatlakozó több tízezer kutató egyértelmű és világos kiállása minden bizonnyal hatással lesz a költségve-tési döntésekre. A kezdeményezést az európai akadémiai és kutatási szervezetek is támogat-ni fogják. Remélem, hogy a döntéshozók odafigyelnek szavunkra, és elfogadják javas-latunkat.

AZ EU-TAGORSZÁGOK ÁLLAM- ÉS KORMÁNY-FŐINEK, AZ EU-INTÉZMÉNYEK ELNÖKEINEK

Gyakran mondják, hogy minden válság egyben lehetőség is. A jelenlegi válság választá-sokra kényszerít bennünket, és egyik lehető-ségként a tudományt és annak támogatását választhatjuk. Önök és elődeik már 2000-ben célul tűzték ki, hogy 2010-re „a világ legdina-mikusabb, tudásalapú gazdaságává” váljunk. A szándék nemes és nagyra törő volt, de a cél elérése még várat magára.

Holott a tudomány segíthet megtalálni a megfelelő válaszokat számos olyan aktuális és nyomasztó problémánkra, mint például az új energiaforrások, új termelési módok és termékek bevezetése, vagy annak kérdéseire,

hogyan működnek a társadalmak, hogyan érthetjük, szervezhetjük és jobbíthatjuk a működést. Még annak is csak az elején tar-tunk, hogy testünk működését forradalmian új módon értsük meg, amelynek pedig fel-becsülhetetlen hatása lesz egészségi állapo-tunk jövőjére és meghosszabbodó életünk-re.

Európa a tudomány több területén is vezető helyet foglal el. Gyorsan változó vilá-gunkban az egyetlen út Európa versenyelőny-höz juttatásában az, ha ezt a tudást innovatív termékekbe, szolgáltatásokba és iparágakba visszük át, biztosítva ezzel Európa hosszú távú, jövőbeli prosperitását.

A tudás nem ismer határokat. A kiemelke-dő tehetségek világpiacát erős verseny jellem-zi. Európa nem engedheti meg magának, hogy elveszítse legjobb kutatóit és tanárait, de sokat nyerhet, ha magához vonzza a kül-földi tehetségeket. A kiemelkedő kutatások számára elérhető források csökkenése egyben kevesebb képzett kutatót jelent. Ha az Euró-pai Unió kutatási és innovációs költségvetése jelentősen csökken, éppen akkor kockáztatjuk egy tehetséges kutatógeneráció elvesztését, amikor a legnagyobb szükségünk lenne rá.

Az Európai Kutatási Tanács meglepően rövid idő alatt globális elismerést vívott ki magának. Nemzetiségtől függetlenül Európa-szerte a legjobb kutatóknak nyújt támogatást: kiváló emberek, kiváló projektek jelenhettek így meg a tudományban, ami jelentősen hozzájárult az alapkutatások nemzeti finan-szírozásához is.

A kutatás európai szintű finanszírozása jobb kihasználtsággá katalizálja a már ren-

delkezésre álló forrásokat, és ezzel a nemzeti forrásokat is hatékonyabbá és hatásosabbá teszi. Ezek az EU-források rendkívül értékesek. Bebonyósították, hogy alkalmasak az európai tudomány jelentős mértékű támogatására, növelik annak társadalmi hatásait, és erősítik Európa nemzetközi versenyképességét.

Fontos, hogy támogassuk, sőt, talán még fontosabb, hogy páneurópai szellemben ins-piráljuk az európai kutatási és innovációs potenciálnak azt a gazdagságát, amellyel rendelkezünk. Meggyőződésünk, hogy a ku-tatók fiatalabb generációja szintén hallatni fogja hangját – és kérjük, figyeljenek arra is, amit ők mondanak!

Kérdésünk Önökhöz, állam- és kormány-főkhöz, elnökökhöz – akik november 22–23-án Brüsszelben a 2014–2020-as EU-költségvetést tárgyalják – nagyon egyszerű: amikor a jövő európai költségvetéséről született meg-állapodást nyilvánosságra hozzák, vajon a jövő Európájában milyen szerepet szánnak a tudománynak?

*Sidney Altman,
Werner Arber,
Robert J. Aumann,
Françoise Barre-Sinoussi,
Günter Blobel,
Mario Capecchi,
Aaron Ciechanover,
Claude Cohen-Tannoudji,
Johann Deisenhofer,
Richard R. Ernst,
Gerhart Ertl,
Sir Martin Evans,
Albert Fert,
Andre Geim,
Serge Haroche,
Avram Hersko,*

*Jules A. Hoffmann,
Roald Hoffmann,
Robert Huber,
Sir Tim Hunt,
Eric R. Kandel,
Klaus von Klitzing,
Sir Harold Kroto,
Finn Kydland,
Jean-Marie Lehn,
Eric S. Maskin,
Dale T. Mortensen,
Erwin Neher,
Konsztantyin Novoszjolov,
Sir Paul Nurse,
Christiane Nüsslein-Volhard,*

*Venkatraman Ramakrishnan,
Sir Richard J. Roberts,
Heinrich Rohrer,
Bert Sakmann,
Bengt I. Samuelsson,
John E. Sulston,
Jack W. Szostak,
Sir John E. Walker,
Ada E. Jonat,
Rolf Zinkernagel,
Harald zur Hausen
Pierre Deligne,
Timothy Gowers,
Makszim Koncsevsics,
Stanislav Smirnov,
Cedric Villani*

KITÜNTETÉSEK

A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE ALKALMÁBÓL

Hagyomány már, hogy a tudományünnep megnyitóján magas tudományos elismeréseket vehetnek át a kitüntetettek. Idén

EÖTVÖS JÓZSEF-KOSZORÚT
vehetett át

Dézi István, a fizikai tudomány doktora, az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Részecske- és Magfizikai Intézetének professor emeritusa,
Hideg Kálmán, a kémiai tudományok doktora, a Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Szerves és Gyógyszerkémiai Intézetének professor emeritusa,
Makk Ferenc, a történelemtudomány doktora, a Szegedi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kara Történeti Segédtudományok Tanszékének egyetemi tanára,
Módis László, az orvostudomány doktora, a Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centruma Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézetének professor emeritusa,
Perner Ferenc, az orvostudomány doktora, a Semmelweis Egyetem Transzplantációs és Sebészeti Klinikájának professor emeritusa,
Posgay Károly, a műszaki tudomány doktora, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tudományos szaktanácsadója és
Sárosi Bálint, a zenetudomány doktora, nyugalmazott népzene kutató.

Az MTA elnöke **SZILY KÁLMÁN-DÍJAT** adományozott

Lessi Lívának, az MTA Titkárság Jogi és Igazgatási Főosztály Humánpolitikai Osztálya főosztályvezető-helyettesének.

A Paksi Atomerőmű Részvénytársaság és a Wigner Jenő-díj kuratóriuma
WIGNER JENŐ-DÍJAT adományozott

Bencze Gyulának, az MTA Wigner Kutatóközpont Részecske- és Magfizikai Intézet professor emeritusának, a fizikai tudomány doktorának.

A Richter Gedeon Részvénytársaság és a Magyar Tudományos Akadémia
 által alapított **BRUCKNER GYŐZŐ-DÍJAT**

Mező Gábor, az MTA doktora, az Eötvös Loránd Tudományegyetem–MTA Peptidkémiai Kutatócsoportja tudományos tanácsadója vehette át.

A 40 éven aluli kutatóknak adományozott
BRUCKNER GYŐZŐ-DÍJAT a kuratórium

Nagy Veronikának, a Pécsi Tudományegyetem Biokémiai és Orvosi Kémiai Intézete adjunktusának ítélte.

MOL TUDOMÁNY DÍJBAN részesült

Dank Viktor, a földtudomány doktora.

A Magyar Tudományos Akadémia által a MÁV Zrt.
 kötelezettségvállalása mellett létrehozott **MIKÓ IMRE-DÍJAT**

Megyeri Jenő egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora és
Pápay István okleveles gépészmérnök, aktív szakember kategóriában pedig
Nagy András mérnök tanácsos, a MÁV Zrt. Műszaki Tervezés pályatervezési iroda vezetője kapta.

AKADÉMIAI SZABADALMI NÍVÓDÍJBAN

Kacskovics Imre egyetemi tanár, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Immunológia Tanszékének kutatója és

Rónaföldi Arnold villamosmérnök, egyetemi docens, a Miskolci Egyetem anyagtudományi akadémiai kutatócsoportjának tudományos főmunkatársa részesült.

Megosztott díjat kapott a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Elektronikai Technológia tanszékének két kutatója,

Harsányi Gábor tanszékvezető egyetemi tanár, az MTA doktora, és

Sántha Hunor orvos, orvosbiológiai mérnök, egyetemi docens.

A PUNGOR ERNŐ-DÍJAT

Dernovics Mihály, a Corvinus Egyetem Alkalmazott Kémiai Tanszék docense vehette át.

A Magyar Tudományos Akadémia, a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, a Nemzeti Közszerkeleti Egyetem, valamint a „Somos Alapítvány – a Védelmi és Biztonsági Oktatásért és Kutatásért” közhasznú szervezet által a természeti és épített környezetünk nemzeti értékeinek megóvásában aktívan tevékenykedő és kiemelkedő eredményt elérő személyek és intézmények munkájának elismerésére alapított díjban

Katona Tamás János, a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Informatikai Karának tudományos főmunkatársa részesült.

Minden kitüntetettnek gratulál
 a Magyar Tudomány szerkesztősége

Kitekintés

RÉGI-ÚJ GYÓGYSZER A SZKLERÓZIS MULTIPLEX ELLEN

A Cambridge-i Egyetem munkatársai által vezetett klinikai vizsgálatok során azt találták, hogy egy húsz éve alkalmazott leukémia ellenes szer a szklerózis multiplex egyik formájának kezelésében hatékonyabb, mint a manapság alkalmazott béta-1a interferon.

A szklerózis multiplex autoimmun kórkép, amelynek lényege, hogy az immunrendszer megtámadja az idegrendszert. A betegség ún. relapszáló remittáló formájában – melyre jellemző, hogy a tünetek eltűnnek, majd az immunrendszer váratlanul újra agresszívvé válik – találták igen hatékonynak az alemtuzumab nevű hatóanyagot. „A szer elpusztítja az idegrendszert pusztító immunsejteket, de az újonnan keletkezők már nem támadnak” – állítja Alasdair Coles, az egyik klinikai vizsgálat vezetője. „Olyan ez, mint amikor egy számítógépet újraindítunk” – teszi hozzá.

A két évig tartó, hármas fázisú vizsgálatok során az alemtuzumabot szedő pácienseknél ötven százalékkal kevesebb volt a visszaesések száma, mint azoknál, akik a ma már standard kezelésnek számító béta interferont kapták. Ugyanakkor agyi képalkotó eljárásokkal megállapították, hogy a régi-új szert alkalmazóknál az agyi sérülések mennyisége is ötven százalékkal kevesebb volt, valamint kimutatták azt is, hogy miközben a szklerózis multiplexben szenvedő pácienseknél az agy zsugo-

rodásának sebessége átlagosan évi két százalék körül van, az alemtuzumabos pácienseknél ez az egészségesekre jellemző fél százalékra csökkent.

A vizsgálatok alapján az alemtuzumabot gyártója mind Európában, mind az Egyesült Államokban szklerózis multiplex kezelésére is törzskönyveztetni kívánja.

Cohen, Jeffrey A. – Coles, Alasdair J. – Arnold, Douglas L. et al.: Alemtuzumab Versus Interferon Beta 1a as First-line Treatment for Patients with Relapsing-remitting Multiple Sclerosis: A Randomised Controlled Phase 3 Trial. *The Lancet*. Early Online Publication, 1 November 2012. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61769-3

HATÉKONY GÉNDIAGNOSZTIKA – HATÉKONYABB GYÓGYÍTÁS

A Semmelweis Egyetem I. számú Belgyógyászati Klinikáján egy olyan, nagy hatékonyságú DNS-szekvenáló berendezés alkalmazása kezdődött el, amelyhez hasonló néhány éve még nem is létezett, és ma is csak néhány ilyen működik a világon. A klinikán működő PentaCore Laboratórium, illetve a KPS Molekuláris Diagnosztikai Központ munkatársai amerikai kutatókkal közös géndiagnosztikai fejlesztéseket is végeztek, amelyek eredményeként a világon élen járnak abban, hogy a nagy hatékonyságú DNS „betűsorrend leolvasást” hogyan lehet betegségek diagnózisá-

ban és terápiájában a legcélszerűbben és a leghatékonyabban alkalmazni. „A világ minden részéről hozzánk fordulnak segítségért azok a laboratóriumok, amelyek az orvoslásban szeretnék felhasználni a fantasztikus új technológia nyújtotta előnyöket – mondja Lakatos Péter belgyógyász professzor.

Elmagyarázza, hogy például a daganatok genetikai sajátosságainak vizsgálata egyre fontosabb a hatékony gyógyításban, mert ma már tizennyolcféle olyan gyógyszer áll rendelkezésre, amely a daganatokban keletkező genetikai hiba okozta, a rákos elfajulással ok-okozati kapcsolatban lévő hibás működést gátolja. Ezek az ún. célzott terápiák, amelyek abban az esetben hatékonyak, ha egy daganat adott genetikai konstellációval rendelkezik. Olyan rosszindulatú betegségek esetén tehát, amelyeknél ilyen célzott terápiás szerek rendelkezésre állnak, az illető páciens tumorsejtjein molekuláris genetikai vizsgálatot kell végezni annak eldöntésére, hogy rendelkeznek-e olyan genetikai eltéréssel, amelyet érdemes ilyen gyógyszerrel kezelni.

Vastagbél- és tüdőrák esetén például nyolcvanhat ilyen gént tudnak vizsgálni, és pajzsmirigygyöbök esetén molekuláris genetikai vizsgálattal meg tudják mondani, hogy várható-e az elváltozás rosszindulatúvá válása, azaz érdemes-e megelőzésként eltávolító műtétet végezni.

A részletes genetikai vizsgálatok olyanok számára is hasznosak lehetnek, akiknek családjában halmozottan fordult elő örökletes emlőrák. Miközben a világon ilyen szempontból két gént szokás vizsgálni (BRCA1 és BRCA2), a klinikán tizenhat génről tudják megmondani, hogy az adott személy hordoz-e bennük olyan mutációt, amely fokozza az emlőrák kockázatát. A negatív eredmény nyugalmat hoz, pozitivitás esetén pedig

rendszeres önvizsgálattal, és mammográfiával, esetleg emlő MR-vizsgálatokon való rendszeres részvétellel az illetőnek mindent meg kell tennie a korai felismerés érdekében, illetve tartózkodnia kell az emlőrák kockázatát fokozó hatásoktól (például bizonyos hormonális készítmények alkalmazása).

A laboratórium 740 örökletes betegséget tud akár magzati korban vagy lombikbébi-programokban létrehozott embriókon egyetlen vizsgálattal azonosítani, ami például olyan családokban, ahol van valamilyen súlyos örökletes betegség, segíthet annak eldöntésében, hogy vajon beteg gyermek fog-e születni.

„...egy nagy amerikai laboratóriummal együtt a mi laborunk arra is képessé vált, hogy bárki genetikai állományának kódoló részét két hét alatt megszekvenáljuk. Ez előbb-utóbb jó lesz arra, hogy megmondjuk, kinek milyen betegségre van hajlama, és annak megelőzése vagy lassúbb kialakulása érdekében milyen életmódot érdemes folytatni.” – magyarázza Lakatos Péter professzor.

VÍZBONTÁS NAPPAL

A napenergia tárolásának egyik több évtizede létező ötlete, hogy felhasználásával vizet lehetne bontani, a keletkező hidrogén ugyanis többféle módon is alkalmazható, környezetbarát energiahordozó.

Az ötlet alkalmazható megvalósítása azonban várat magára. A napsugarak energiáját laboratóriumban már sikerült tíz százalék feletti hatásfokkal is hidrogénné konvertálni, azonban az ehhez használt anyagok és technológia extrém költségei miatt az eljárás gyakorlati alkalmazása szóba sem jöhet.

Svájci és lengyel kutatók most közzétett munkájukban egy elérhető árú, hétköznapi

anyagokból készült, napenergiával működő vízbontó celláról számolnak be, amelynek hatásfoka is figyelemre méltó: 3,1 százalék. Ez reményeik szerint tovább javítható, és a zömbében fém-oxidokból – alumínium- kobalt- és vas-oxidból, illetve titán-dioxidból – készülő berendezés valamelyik továbbfejlesztett változata elérheti a gazdaságosan üzemeltethető szintet.

Brillet, Jeremie – Yum, Jun-Ho – Cornuz, Maurin et al.: Highly Efficient Water Splitting by a Dual-Absorber Tandem Cell. *Nature Photonics*. Published online 11 November 2012. DOI: 10.1038/nphoton.2012.265

TANULHATÓ ÉRZÉKSZERV

Meglepő gyorsasággal fejleszthető emberekben is az állatvilágban gyakori, például a patkányoknál egészen kifinomult érzékelés, a bajusszal való tapintás képessége – állapították meg az izraeli Weizmann Intézet kutatói. Az új érzékelés elsajátításában elérhető látványos eredmény oka nem az érzékelőképesség javulása, hanem az ahhoz kapcsolódó mozgás fejlődése.

A kutatás során a patkányok bajuszának modellezéseként bekötött szemű és füldugókkal ellátott kísérleti alanyok mutatóujjai-

ra egy-egy 1,5 mm átmérőjű, 35 cm hosszú PVC-ből készült „mesterséges bajuszt” szereltek. A feladatuk az volt, hogy ezekkel a pálcikákkal tapogatva (pontosabb utasítást nem kaptak, szabadon választhattak stratégiát) állapítsák meg, hogy a tőlük jobbra, illetve balra elhelyezett függőleges rúd közül melyik van előrébb. Az első kísérletekben ennek biztonságos eldöntéséhez a rudak helyzetében átlagosan 8 cm-es különbség kellett. Kimutatható volt, hogy az észlelések minden esetben időérzékelésen alapultak; a jobb és bal kezlet a rudak irányába egyforma sebességgel mozgatva, az előrébb lévőben akad el korábban a műbajusz.

Már a kísérletek második napjára jelentősen javult a résztvevők érzékelőképessége, átlagosan 3 cm-es különbséget képesek voltak észlelni. Az adatok részletes elemzéséből kiderült, hogy nem az időérzékelésük javult ennyivel, hanem a rudak kitapintása során használt mozgásstratégia lett kifinomultabb, így például, a céltárgyhoz közelítve lelassítva a mozgást, ugyanolyan időkülönbség-érzékeléssel kisebb távolság is észlelhető.

Saig, Avraham – Gordon, Goren – Assa Eldad et al.: Motor-Sensory Confluence in Tactile Perception. *Journal of Neuroscience*. 3 October 2012. 32, 40, 14022–14032. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2432-12.2012

Gimes Júlia



Könyvszemle

A gyógyszerkutatás kémiája

A könyv harmincegy, ipari és akadémiai gyógyszerkutatási tapasztalattal rendelkező szerző közreműködésével, Keserű György Miklós szerkesztő munkájával született. A szerzői listára tekintve megállapítható, hogy valamennyien területeik kiváló szakemberei; s ha ez önmagában nem is elegendő feltétel egy értékes mű keletkezéséhez, jó előjel az olvasó számára.

Nem hagy kétséget a könyv időszerűsége sem, hiszen ezt megelőzően utoljára az ezredforduló tájékán jelent meg gyógyszerkémiai tárgyú magyar nyelvű átfogó szakkönyv. Ez egyszersmind jelzi a vállalkozás nagyságát is, hiszen nemcsak az új eredmények és ismeretek felsorolására és ismertetésére kellett vállalkozni, hanem törekedni kellett a gyógyszerkutatás területén az elmúlt egy-másfél évtizedben született számos, mondhatni gyökereken új módszer és felfedezés tárgyalása mellett, a részben vagy egészében új utakon és mentalitással folyó gyógyszerkutatás komplexitásának bemutatására is. Ennek a természetes olvasói igénynek a szerzők által vállalt cél – miként az a szerkesztői előszóból ki is derül – alapvetően meg is felelhet, amennyiben a könyv a „kémiai tudomány keretei között egységben kísérelte meg a gyógyszerkutatás folyamatának tárgyalását”. Ez a törekvés magyarázhatja leginkább, hogy a szerzők integráltak, még hozzá meglehetősen nagy terjedelemben, a kémiai *fejlesztést* is, és nem a

gyógyszerkémia nemzetközileg elfogadott értelmezése szerinti tárgykört választották.

A 853 oldalas könyv öt főfejezetben és azok számos alfejezetében, lényegében a gyógyszer-innováció preklinikai kutatási szakaszának logikai sorrendjében, az adott keretek közötti kellő részletességgel és a legújabb szakirodalmi forrásokat is felhasználva tárgyalja az egyes gyógyszerkémiai tevékenységeket, és rámutat azoknak a gyógyszerkutatás komplex rendszerében betöltött fontos szerepére is. Nagy erénye a könyvnek, hogy kitér a gyógyszerkémiahoz szorosan kapcsolódó molekuláris biológiai, farmakológiai és toxikológiai alapismeretekre is, ezeket röviden, de érthetően tárgyalva (kitűnőek például a gyógyszer-célpontokat tárgyaló, a receptorokról szóló és a CYP-enzimcsaládot tárgyaló fejezetek). Ez a gyógyszerkémikus számára egyúttal megerősíti az esélyt, hogy a gyógyszerkutatás sikeréhez nélkülözhetetlen, sokféle szakterületet érintő szoros együttműködés során kommunikációs képessége révén is érdemi hozzájárulása legyen az innováció teljességéhez.

Az 1. fejezet (48 oldal) rövid áttekintést ad magáról a gyógyszerinnovációról, különös tekintettel a kutatásra, ismerteti ezek szervezését, és kitér a kémiának az egyes szakaszokkal kapcsolatos feladataira.

A 2. fejezet (125 oldal) a molekuláris célpont azonosításának folyamatát ismerteti. Véleményünk szerint ez az innováció eredményessége szempontjából a legkörültekintőbb analízist igénylő, kritikus szakasz. A 80-as

évekhez képest a piacra kerülő új gyógyszer-készítmények száma az ezredfordulóra jelentősen csökkent, s az utóbbi években alacsony szinten stagnál. A klinikai fejlesztések kudarcának egyik fontos oka a szer nem megfelelő hatásossága (akár hatástalansága) humán alkalmazáskor, ami molekuláris mechanizmusának részben vagy teljes mértékben való alkalmatlanságára vezethető vissza. Az „egy támadáspont – egy betegség gyógyítása” elv mint sikeres gyógyszerkutatási stratégia mai ismereteink szerint inkább a kivétel mint a szabály, legalábbis a komplex patomechanizmusú betegségek túlnyomó többségében (a klinikumban különösen kedvező, eredetileg nagy szelektivitásúként fejlesztett gyógyszerek többségéről is kiderült, hogy valójában nem szelektívek, és terápiás hatásosságuk is többkomponensű mechanizmusuknak köszönhető). A fejlesztés kudarcainak elemzése nyomán a nemzetközi gyógyszeripar új gyógyszerkutatási utakat keres, de részben vissza is tér a régi értékekhez. Előbbi a bioinformatika integrálásával soha nem látott méretű adatbázisok új típusú elemzése és hasznosítása (ez egy esettanulmányt talán megérdemelt volna) illusztrálja, utóbbit például az *in vivo* farmakológia lehetőségeinek régi-új típusú kiaknázása. Fenotípus-alapú megközelítések részletesen tárgyalásra is kerülnek (2.3. alfejezet). Bármelyik megközelítésről is legyen szó, úgy tűnik, a klinikai siker egyik elengedhetetlen feltétele a megfelelő, betegségreleváns biomarkerek alkalmazása kutatásban és klinikai fejlesztésben; ezzel a kérdéssel egy rövid, mégis tartalmas alfejezet (2.4.3) foglalkozik. A 2.6. alfejezet a kutatás során alkalmazandó szabaddalmi alapismereteket foglalja össze.

A 3. és 4. fejezetek a leghosszabbak (212, ill. 243 oldal): a gyógyszerkémikus mai fegyvertárát ismertetik részletesen és jól érthetően.

A 3. fejezetben a vezérmolekula megkeresésének, a 4. fejezetben a vezérmolekula optimalizálásának eszközrendszeréről, a rendelkezésre álló módszerek hatékony alkalmazásáról kapunk kiváló összefoglalást, legtöbbször az adott módszerek gyengéinek, teljesítőképességüknek bemutatására is sor kerül. Érdemes lett volna azonban a kiralitás/sztereokémia jelentőségéről – a hatástól a metabolizmuson át a gyógyszer-biztonságosságig (sőt iparjogvédelemig) – egy önálló részt beiktatni; nincs külön alfejezet, sőt a tárgymutatóban is mindössze egy ilyen hivatkozás fordul elő, jöllehet a gyógyszerhatásnak molekuláris szintű értelmezése szinte inspirálja a sztereokémia sokféle szerepének tárgyalását.

Az utolsó, 5. fejezet meglehetősen nagy terjedelemben (178 oldal), igen részletesen ismerteti a kémiai fejlesztés különféle műveleteit, szempontjait, mellyel a kémiai fejlesztés szakembereinek biztosan hasznos ismereteket nyújt. Mindebből a gyógyszerkémikus tevékenységéhez a hatóanyag kiválasztásának kémiai szempontjai, a sóforma és a polimorfizmus kérdései tartoznak szorosan, melyeket az 5.5. alfejezet tárgyalja megfelelő módon és mélységben.

A könyv jól sikerült részeit képezik a körültekintően válogatott, az olvasó számára az adott problémakör szempontjából tanulságos, de önmagukban is érdekes esettanulmányok.

Tartalmi szempontból csupán egy hiányérzete maradhat az olvasónak: egy kitekintő zárszó után keresve hiába lapozzuk a könyvet. Érdekes lett volna megismerni, hogy mit gondolnak a könyv jeles szerzői a jövőről. Különös tekintettel a formálódó új kutatási irányokról, stratégiá(k)ról, a szemléletváltás szükségességéről, az eredményesség (azaz a gyógyszerterápia számára még megoldatlan betegségek kezelésére alkalmas, továbbá más

betegségek esetében az eddigieknél jobb készítmények piacra kerülése) érdekében szükséges lépésekről. Mi a véleményük a *gyógyszerkutatás jövőjéről, és hogyan látják ebben a kémia jelentőségét*.

Formailag megfelelő a könyv kiállítása, kifogásként legfeljebb a néha szerény ábrami-nőség említhető (szerkesztő és szerzők aligha tehetnek róla) – bizonyos esetekben a jobb áttekinthetőség, a színvonalas és korszerű tartalom színes ábrákat is megérdemelt volna.

A könyv szakszerűsége mellett is olvasmányos stílusa és gondos szerkesztése megkönynyítik a gyógyszerkémiaiban, gyógyszerkutatásban való tájékozódást, továbbá korszerű ismeretek szerzését és áttekintését. Egy korszerű szakkönyvnek mindemellett a szaknyelv szempontjából is fontos feladata van: az új, rendszerint idegen (esetünkben főként angol) nyelvi eredetű szakkifejezések honosítása (akár egy nyelvész véleményét is kérve). A törekvés meg is van a könyv szerzőiben, csak nem eléggé következetesen, hiszen több esetben hiányoznak azok a magyar kifejezésjavaslatok, amelyekre a tükörfordítás nem alkalmazható; ugyanakkor számos esetben a

magyar szaknyelvi kifejezés mögött zárójelben ott szerepel az angol kifejezés is (szerintem feleslegesen), amikor annak tükörfordítását alkalmazták.

Összességében azonban megállapítható, hogy *A gyógyszerkutatás kémiája* című könyv jól szerkesztett mű, amely korszerű elméleti és gyakorlati ismereteket tartalmaz, hasznos tanulónak és tanárnak éppúgy, mint a gyógyszerkutatásban érdekelt valamennyi szakembernek. A gyógyszerkémikus színes tevékenységének szakszerű ismertetése mellett az olvasónak bepillantást nyújt a multi- és interdiszciplináris tudásbázis igénylő gyógyszerinnováció teljes komplexitásába.

Reméljük, hogy e jól sikerült szakkönyvet számos kéz forgatja majd, köztük a kutatói utánpótlást is jelentő fiatal generáció, jelölül a hazai nagy hagyományú gyógyszerkutatás töretlen fejlődésének és új szakemberek iránti folyamatos igényének is – ez azonban már nem csak a szerzőkön múlik... (*Keserű György Miklós szerkesztő: A gyógyszerkutatás kémiája. Budapest: Akadémiai, 2011*)

Mátyus Péter

az MTA doktora, egyetemi tanár

„Budapest noir”

Budapestről számos kalauz és útikönyv készült az elmúlt évtizedekben. Van közöttük általános bédekker, a műemlékeket vagy azok egyes csoportjait felsorakoztató kötet, de akad a turistákat és városlakókat egyaránt megszólító, szépirodalmi igénnyel írt opus – mint Török András kritikai kalauza –, amely az ismert helyek mellett a város rejtett értékeire, különlegességeire s a mindennapi élet színtereire is felhívja a figyelmet. Ungváry Krisztián és Tabajdi Gábor könyve viszont valóban rendhagyó útikalauz, mert a város emlékei

közül nem a látványosságokat és a kellemes helyeket válogatja ki, hanem azokat, amelyek a 20. század politikai diktatúráihoz és meg-rázó történelmi eseményeihez kötődnek. A témaválasztás és a könyv műfaja között első pillantásra meglehetősen nagy távolságot érezhetünk, hiszen az útikönyvek többnyire a szabadidő felhőtlen eltöltésének az eszközei, éppen ezért adagolják módjával a komoly történelmi-művészettörténelmi ismereteket, s szentelnek bőszes teret a könnyedebb műfajoknak, a kultúra és szórakozás, a gasztronómia és bevásárlás témáinak. Ha azonban belegondolunk abba, hogy egyre inkább

előtérbe kerül a kulturális turizmus, és ma már sokan azzal a szándékkal indulnak útnak, hogy a felkeresett város múzeumi és műemlékei mellett annak eldugottabb értékeit, például egyes korszakokat vagy a helyi szubkultúrákat is megismerjék, akkor valós igény lehet efféle kalauzra. Ezt az igényt persze (a remélhetőleg hamarosan megjelenő) idegen nyelvű változat tudná szolgálni, a tárgyalta magyar nyelvű kötet elsősorban a hazai vagy magyar nyelven olvasó közönséghez szól. Kérdés, hogy aki kézbe veszi ezt a zsebkönyvnél kicsit nagyobb könyvet, kedvet érez-e fölkeresni a benne szereplő helyeket? A tragédiák, történelmi traumák és a különböző diktatúrák emlékét őrző helyek útvonalra fűzése, túraként, koncentrált élményként való felajánlása bennem hasonló viszolygást kelt, mint a katasztrófaturizmus jelensége. Ugyanakkor be kell vallanom, hogy ha magam nem is indultam útnak, de szinte egy szuszra olvastam végig a könyvet, s különösen a titkos helyszínekről szóló fejezeteket bújtam valami perverz izgalommal. Aligha akad ember, akit ne érdekelnének azok az objektumok, melyek mellett (fölött) nap mint nap elhaladunk, anélkül, hogy tudomásunk lenne a létezésükről. S valószínűleg mindenkinek megdöbben, ha kiderül, hogy hétköznapi homlokzatok mögött korábban embereket kínoztak vagy öltek meg, hogy általunk jól ismert helyeken harcok zajlottak, és tömegsírok rejtettek. Azt hiszem, éppen ez a helyhez kötés, a helyszínen való szembesülés, rádöbbenés az, ami a történelmet közel hozza és átélhetővé teszi. A közelmúlt történelméről írt tudományos munkák – természetükből adódóan – nehezen képesek a katarzis élményét fölkelteni. Ezt azért fontos hangsúlyozni, mert jogosan vethető fel a kérdés, hogyan kerül egy útikönyvről – népszerű, ismeretter-

jesztő munkáról – szóló recenzió a *Magyar Tudomány* folyóirat hasábjaira. Itt hangsúlyoznunk kell, hogy a történész szerzőpár máshol már letette a névjegyt, s tudományos hitelét komoly tanulmányokkal és könyvekkel alapozta meg. A történelmet igényes formában népszerűsítő kiadványuk mindenképpen megérdemli, hogy komoly tudományos fórumban foglalkozzunk vele.

A könyv kronologikus rendben mutatja be a 20. századi diktatúrák ismert és titkos helyszíneit, valamint a hozzájuk kapcsolódó szimbolikus tereket, emlékhelyeket és emlékműveket. Külön fejezetet szentel az 1918–1920 közötti időszak forradalmainak, a Tanácsköztársaság és a rá következő ellenforradalom fontosabb helyszíneinek; a német megszállás és a zsidóüldözés korszakának; a főváros ostromának; Rákosi és Kádár Budapestjének, s a kettő közé ékelődő 56-os forradalomnak és szabadságharcnak. Mindezeket a fejezeteket megelőzi három szimbolikus köztér, a Hősök tere, a Felvonulási tér és a Szabadság tér tárgyalása. Kétségtelen, hogy e terek történetében legsűrűbb az egymást váltó politikai rendszerek lenyomata, hogy példájukon mutatható be talán legjobban a különböző diktatúrák szimbolikus térfoglalása, önreprezentációja. Mégis fölmerülhet bennünk, hogy nem kaphatott volna-e a Kossuth tér is helyet mellettük. A Parlament és a Kúria jelenléte ugyan inkább a hatalmi ágak demokratikus elkülönítését jelképezi, de jól tudjuk, hogy a tér 1919-ben és 1956-ban fontos szerepet játszott az eseményekben (ahogyan az államszocialista korszakot lezáró köztársaság kikiáltása is ott történt meg), és a térre került emlékművek, szobrok máig nem szűnő váltakozása legalább olyan tanulságos, mint a másik három téren.

A fő fejezetek nem arányosak egymással, de a terjedelem nyilván az adott korszak

hosszától, az események gazdagságától és a még létező helyszínek és látnivalók számától is függ. Így természetes, hogy az 1918–20 közötti évekkel foglalkozó fejezet a legsoványabb, bár az némileg meglepő, hogy nem a Kádár-korszak, hanem a szovjet megszállás és a Rákosi-korszak vezet az oldalak és képek számában. Ennek abban rejlik a magyarázata, hogy a szerzők elkészülésük dátuma alapján ebbe a fejezetbe soroltak számos olyan intézményt, objektumot (kormányrezidencia, pártközpont, metró, úttörővasút, Népstadion stb.), melyeket később a Kádár-kor is használt, továbbá itt tárgyalják a Bajza utca környéki szovjet kolóniát és az egyházüldözés kirívó példáit. Ehhez képest a Kádár-korszak kevesebb újdonságot tud felmutatni, még akkor is, ha megvolt a maga külön káderdűlője, s számos szervezetet 1956 után alapítottak (KISZ, Munkásőrség, Hazafias Népfront).

Az objektumokat és eseményeket a fejezeteken belüli szócikkek tömören és tárgyilagosan írják le. Ahol kell, utalnak az épület, tér vagy városrész elő- és utótörténetére, korábbi tulajdonosaira és gyakran tervezőikre. Szinte mindegyik szócikk tartogat újdonságot. Megismerhetjük Szálasi, Rákosi lakhelyeit, az SS és Eichmann budapesti székhelyeit, a szovjet kolóniát és pártvezetést kiszolgáló zárt áruházakat, az állambiztonság által fenntartott titkos lakásokat, a „betechnikázott” Ámor-háza fedőnevű szórakozóhelyet. Számomra is meglepetés volt például, hogy a Palatinus-strand előtt álló Napfürdőzőszobrot eredetileg a magyar fájdalom emlékeként állították fel a Szabadság téren, hogy a Fácán-vendégfogadó mellett ifj. Horthy István nyaralója állt, vagy, hogy a Nyéki-hegy oldalában a fenyők Nagy-Magyarország térképét formázzák. A szöveget nagyrészt kevésbé ismert archív fotók és kiváló térképek

egészítik ki. Utóbbiak segítenek a pesti és a nemzetközi gettó, az ostrom városmajori harcainak, az ÁVH- és pártközpont, a szovjet kolónia, a kormányrezidencia, a virányosi és rózsadombi káderdűlő, a mátyásföldi szovjet főparancsnokság és a Corvin-közi harcok részletekbe menő helyszíni azonosításában. Nagy értéke a könyvnek, hogy igyekszik az egyes korszakokhoz tartozó korabeli vagy utólag állított szobrokat és emlékműveket is bemutatni, még akkor is, ha e téren nem törekedhetek teljességre. Kár, hogy a kiválasztott példák egy részénél nem tudjuk meg, ki volt a szobor vagy az emlékmű alkotója. Építésként különösen sajnálom, hogy sok helyen a részletesen tárgyalta épületek és építmények tervezői is homályban maradtak. A Millenniumi emlékmű 1919-es átépítésében Pogány Móric építész és Falus Elek iparművész vett részt. A Regnum Marianum templom terveit dr. Kotsis Iván készítette. Nagy Imre villájának Kozma Lajos volt a tervezője. A kormányrezidencia régi épületeit az a Körner József tervezte, akinek a neve egyébként a munkásmozgalmi panteonnál szerepel a könyvben (s jegyezzük meg, az ő munkája a ma is álló II. kerületi szocreál pártház – ma önkormányzat). A Munkásőrség székházának Pázmándy Margit volt az építész (az angyalföldi, ma üresen álló pártház és a Kútvölgyi kórház rendelője is az ő nevéhez fűződik), aki hosszú időn át az Általános Épülettervező Vállalat alkalmazottja volt. Ez a szemérmesen semmitmondó név takarta a pártállami szervek titkos munkáin dolgozó állami tervezőirodát, melynek szocreál székháza ma is áll a Horváth-kertnél, az Orvos-lépcső mellett. A Kossuth téren, az FM falán látható „golyós” emlékmű kezdeményezője Callmeyer Ferenc építész, aki a sortűz idején maga is ott volt a tömegben, és sértetlenül túlélte azt.

Nagy erénye a könyvnek, hogy a tárgyalt eseményeket, a különböző diktatúrák bűneit nem méri egymáshoz, és ellenáll mindenféle aktualizálásnak. Nem akar szerecsent mosdatni, de nem is ítélkezik nyíltan, legalábbis a könyv tárgyát képező eseményekkel kapcsolatban. Határozott véleményt nyilvánítanak viszont a szerzők a történeket homályban hagyó, s ezáltal a felelősséget elmosó kortárs megnyilvánulásokról, mint például a Városmajor utcai szanatórium helyére kitett emléktábláról. A könyv tipográfiája gondosan tervezett, s használatát a borítók belső oldalára nyomtatott Budapest térképek segítik. A könyv egészen végigvonul szinkód

Oktatás – történet – szociológia

A normál szövegbe tördelt címléírás nem tudja érzékeltetni Nagy Péter Tibor új könyvének üzenetét. Az *Oktatás – történet – szociológia* szavak elhelyezése a címlapon azt érzékelteti, hogy a szavak körkörösen függenek össze: a könyv oktatástörténetről, oktatásszociológiáról, történetsszociológiáról egyaránt szól.

Az előszót író, s a kötetet lektoráló Kelemen Elemér megfogalmazásában „Nagy Péter Tibor kutatásai, publikációi új fejezetet nyitottak a hazai neveléstörténet-írásban.” – s mintha maga a szerző is – a könyvcím megválasztásával azt akarná sugallni, valamiféle módszertani szintézisről van szó. A kötet maga részben eleget tesz ennek az elvárásnak, de több is, kevesebb is ennél. Nagy Péter Tibor két tudományág megbecsült képviselője: oktatásszociológiai munkáit a közelmúltban adta közre Polányi-díjas (a Polányi-díj a Magyar Szociológiai Társaság díja az év legjobb könyve számára) könyvében az *Utak felfelé*-ben, neveléstörténeti szintézise *A nő*

igényes, ám amikor a térképeken a számokat magukba foglaló körökre kerül, gondot okoz az egymáshoz közel álló tónusok megkülönböztetése. Mindezzel együtt várható, hogy a történelem népszerűsítésének új módját választó kötet sikeres lesz. Kíváncsian várom, lesz-e folytatása, vajon kedvet kapnak-e más történészek szakterületük témáit hasonló formában feldolgozni. (Ungváry Krisztián – Tabajdi Gábor: *Budapest a diktatúrák árnyékában. Titkos helyszínek, szimbolikus terek és emlékhelyek. Budapest, Jaffa, 2012.*)

Ferkai András

építésettörténész, egyetemi tanár
Moholy-Nagy Művészeti Egyetem

vekvő állam árnyékában kézirata pedig néhány éve MTA doktora fokozatot hozott a közép-nemzedékhez tartozó szerzőnek. Talán ezek az elismerések érlelheték meg az elhatározást, hogy az oktatásszociológiai módszer oktatástörténeti használhatóságáról módszertani értelemben is összefoglalja gondolatait – egy korábbi könyveinél lényegesen rövidebb, az *Iskolakultúra* könyvek sorozat 44. elemeként megjelent kötetben. A szöveg tartalomjegyzéke és a tartalomjegyzékben is olvasható rövid összefoglalók ezt a módszertani célkitűzést követik. A szövegek mégis izgalmasak a módszertani kérdések iránt nem érdeklődőknek is, mert egy-egy módszert, egy-egy „oktatás-történet-szociológiai aspektust” egy-egy valódi, konkrét oktatástörténeti kérdéssről szóló tanulmánnyal mutat be.

Az oktatástörténet-szociológus módszertani kihívásait három „élethelyzetben” mutatja be a könyv: a legáltalánosabb, legnagyobb ívű narratívákat összefoglaló neveléstörténet-oktatóiban, a problémátörténeti kérdésfelvételekre válaszoló tanulmányíróiban, s végül a saját empirikus kutatásokat folytatóiban.

„A történettudós, illetve a főiskolákon, egyetemeken oktató történész általában csak egy-egy korszakkal foglalkozik, igen kevés olyan történész van, akinek egyszerre kellene kialakítani álláspontját a középkortörténet és a legújabbkor-történet kérdéseivel kapcsolatban – a neveléstörténész viszont (miközben tudósként ugyanúgy legfeljebb egy-egy korszakhoz kötött) felsőoktatásban dolgozóként kénytelen olyan évszázadokról is beszélni, melyben nem jártas. A művelődéstörténeti, pedagógiai esztétorténeti, iskolatörténeti paradigmákban mozgó neveléstörténészekhez hasonlóan a szociológiai szemléletű neveléstörténésznek is ki kellett alakítania a maga módszerét” – írja.

A szociológiai paradigmát követő neveléstörténet-oktató szerepkörét és megközelítésmódját is a konfliktusos paradigmában látja, úgy gondolja, hogy az oktatás történetét a középkorban és a koraújkorban is – ahogy egy kortárs oktatáspolitikai elemzésben – „többszereplős történetként” kell leírni. Az első szereplő természetesen az egyház. A nagy ívű középkor-történeti esszében – nem a művelődéstörténeti arculat, hanem az egyházon belüli különböző csoportok eltérő érdekei és társadalmi-politikai kötődései jelentik a fő mondanivalót. A második esszé egy közhiedelmet cáfol: „az állami oktatáspolitikai kezdetek Magyarországon hagyományosan a 18. századra teszik, az abszolutizmushoz, ill. a felvilágosult abszolutizmushoz kötik. A történetsszociológiai megközelítés ez alkalommal abban segít, hogy az állam felvilágosult abszolutizmus előtti – sokak előtt teljesen ismeretlen – szerepéről alkothassunk egy narratívát.”

A problémátörténeti főfejezet sajátos kiadvásra született: „Az oktatásszociológus számos esetben azért gondol végig egy neveléstörténeti problémát, mert valamilyen kortárs

oktatásüggyel foglalkozó gyűjtemény számára tanulmányt kérnek tőle.” – írja, s egyértelmű, hogy a szakma legrendszeresebben megjelenő tematikus gyűjteményeire, az *Educatio* folyóirat tematikus számaira gondol. Láthatólag az ide írandó tanulmányok sajátos műfajúak: „Ebben az esetben nem kell olyan átfogó, nagy narratívát adnia, mint egy klaszikus neveléstörténeti előadásban, azaz olyan korszak kérdéseibe merülhet bele, amelyről már saját – tehát nem másodlagos szakirodalmon alapuló tudása van. De ezeknél a tanulmányoknál sincs mód klasszikus, több éves történet-szociológiai adatgyűjtésre.” A problémátörténeti fejezetben belül három fő módszerről kapunk képet. A „fogalomértelmezés” módszerét (műfaját?, tevékenységét?) az „alternativitás” kapcsán mutatja be – azt bizonyítva, hogy – a szokásos reformpedagógia központú értelmezéssel szemben – egy iskola igen sokféleképpen – azaz diák és tanártársasága vonatkozásában, stb. lehet „alternatív”. A „jelentéstulajdonítás” módszerét egy tanesszékörténeti tanulmány mutatja be: „az elemző feladata, hogy számos mozzanatában jól ismert, s neveléstörténeti munkák által kaleidoszkópszerűen bemutatott jelenségeknek igazi társadalmi jelentést adjon – s ezzel mintegy kijelölni a feladatokat egy alaposabb történetsszociológiai-neveléstörténeti kutatás számára.” A „taneszköz” jelentése egyrészt szocializációtörténeti kérdés, másrészt a taneszköz mint tartalomhordozó, mint nyelvi jelenség, mint egyenlőtlenségi mutató stb. tűnik fel.

A „múltba helyezés” olyan módszer, mellyel igen kevesen mernének élni: „egy napjainkban gyakran használt fogalom – erre példa a munkaerőpiac – teljes neveléstörténeti hiányával kell szembenéznünk: az oktatásszociológiai megközelítés mégis megleti és

neveléstörténeti folyamatokkal azonosítja, látszólag történetietlenül a múltba helyezi azt.” A múltba helyezés azonban meggyőző és a legkisebb mértékben sem történetietlen: pusztán annak belátására volt szükség, hogy az alfabeták területi mobilitása szemben az alfabeták helyben maradásával éppúgy a munkaerőpiac közvetett indikátora, mint a minősítési törvényből következő egyenlő elhelyezkedési lehetőségek az egyetem felől nézve oly különböző intézmények végzettjeinél, mint a felsőkereskedelmi és a görögös gimnázium.

A *Kutatás* című főfejezetből kitűnik, hogy „az oktatásszociológiai elemzés igazi sajátja, igazi specialitása, hogy számszerű adatok elemzésével jól lehatárolható időszakra, pontosan körülhatárolt földrajzi térre érvényes új megállapításokat tesz. Ehhez alapvetően háromféle forrás áll rendelkezésre.” Ezek a népszámlálás, az anyakönyv és a közvélemény-kutatás. A dualizmus kori nemzeti oktatás elemzésének esete a korban összegyűjtött statisztikai források felhasználását és interpretálását mutatja be. Az anyakönyvi kutatások kapcsán inkább közép- vagy népis-kola-történeti elemzésre számítottunk, de az írásban „a két világháború közötti történet-szociológiai vizsgálatok példázata, hogy a oktatás-történet-szociológiai vizsgálat egyik legfontosabb forrását az egyetemi és iskolai anyakönyvek jelentik, s különösen az a lehetőség, hogy – ellentétben a személyi azonosítótól megfosztott kortárs szociológiai vizsgálódásokkal – ezek összekapcsolhatók más adatbázisokkal, más elitjelzésekkel, bibliográfiákkal, ezen a módon egé-

szen új állításokat téve egy-egy iskola vagy egyetem végzettjeiről, s további sorsukról.”

Közvélemény-kutatást – neveléstörténeti célokra – talán még ritkábban használnak, mint általában statisztikát. Pedig „az oktatás-történet-szociológus különösen gazdag eszköztárral rendelkezik az utolsó 50-70 év oktatástörténetének elemzésekor. A kutatás pillanatában még élő nemzedékek tagjaiból képzett reprezentatív minta tagjai lekérdezhetők úgy iskolázási életútjukról, mint gyermekkor, fiatalkori megfigyeléseikről az iskola, az egyetem világát illetően – de arra is megkérhetjük őket, hogy a neveléstörténeti megismerés előtt legzártabb szféra, a családi nevelés kérdéseiről szóljanak.” A Nagy Péter Tibor példájában bemutatott kutatás során a megkérdezettek az ötvenes évek budapesti világnézeti nevelésének helyzetét idézték fel.

Azzal kezdtük, hogy a kötet több és kevesebb is módszertani szintézisnél. Több, mert az egyes módszerek kapcsán konkrét neveléstörténeti problémákról tanulhat sokat az olvasó, és kevesebb is, hiszen az *egy módszer – egy példa* felépítésből következően nem tudjuk meg, hogy bármely felsorolt módszer segítségével megírható-e egy kronologikusan vagy tematikusan „teljes” neveléstörténet, vagy e módszerek valamiféle kombinációja lesz-e egyszer hivatott arra, hogy vele megalkotható legyen az oktatástörténet történet-szociológiai szempontú szintézise. (Nagy Péter Tibor: *Oktatás-történet-szociológia. Budapest: Gondolat, 2012, 146 p.*)

Szabó Lajos

a neveléstudomány kandidátusa,
a Neveléstörténeti Albizottság tagja

CONTENTS

Geoelectromagnetic Research in Hungary

Guest Editor: József Verő

József Verő: Introduction	1410
Tünde Baranyi – Lajos Győri – András Ludmány – Judit Muraközy: Investigating Solar Activity in Increasing Resolution	1413
Géza Erdős – André Balogh: Three-dimensional Structure of the Heliosphere	1419
János Lichtenberger – Csaba Ferencz: Music of the Spheres and Space Weather	1426
Balázs Heilig – Péter Kovács – András Csontos: Role of Geomagnetic Observations in Space Research	1435
Gabriella Satori – József Bór: Transient Phenomena Related to Lightning Strikes	1443
Antal Ádám – Árpád Kis – István Lempert – Attila Novák – Ernő Prácer – László Szarka – Viktor Wessztergom: Geomagnetic Induction: Source Effect Studies and the Geoelectric Model of the European Lithospheric Plate for Induction Risk Assessment	1449

Study

András Kelen: New Features of Social Economy of the Contemporary Countryside in Hungary	1459
Péter Apor: With Physical Training against Illnesses	1470
László Zolnai – Zoltán Papp – Mrs. Adomán, Dóra Zolnai: Fractional Distillation (Do We Need Fractional Scientometric Indicators on Institutional Level?)	1478
Zoltán Galántai: We, the Environment Modifying Animals: Past and Future of Geoengineering	1488
Ferenc Kovács: Remarks to the National Energy Strategy (2030)	1499
Ákos Kereszturi: Mars Research in Eastern Europe	1505

The Scientists of the Future 1511

Academy Affairs

Interview with József Pálkás (<i>Júlia Gimes</i>)	1518
Petition / Open Letter for Science	1520
Awards	1522

Outlook (Júlia Gimes) 1524

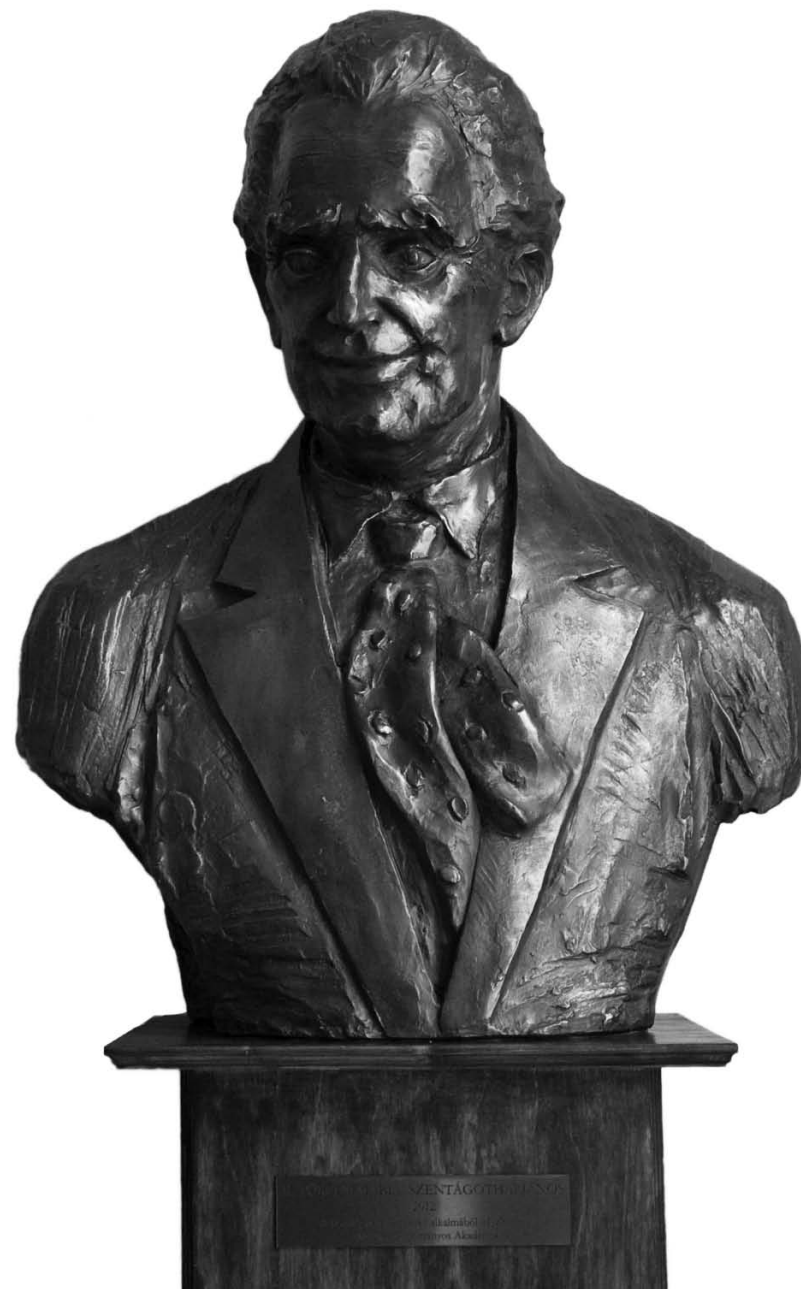
Book Review (Júlia Sipos) 1527

JELLEMVIRÁG

Szentágothai Jánosról

„Szikár szép alak”, írta József Attila bocsánatkérő késői versében Babits Mihályról. Nekem nincs okom bocsánatot kérni Szentágothai Jánostól, se fordítva: neki se tőlem, hiszen sose bántottam őt, a zseniális tudóst, az agykutató lángelmét és ő sem engem a most már szinte vele-öreg költőt. Most lenne száz éves, én meg nyolcvannégy vagyok. És most már mit számít az a majdnem két évtizednyi életkor-különbség. Ő már a világegyetembe szövődött, én meg a földbe nézek, keresve: csontjaimnak hol találok ágyat. Az úrkutató, ha szétfeszített dióhéjként szétnyílik suhogva a csillagvizsgáló-torony fahólyag-koponyája az úr-tárgulat feketében az úrmélység gyermekláncfű-pehelygolyó robbanás-virágait keresi, a szuper-nóva gigászi lángtoronyokat, az agykutató meg az ezerszer ezer milliárd idegsejtből rácsozott agyszövet világegyetemnél nagyobb szerkezetét kutatja, hátha megtalálja a Titkot, amitől élünk, szeretünk, s világító szívünk égő villanykörteként világít ember-pupillánkban, a végtelen mélységű szent feketében. Én nagyon szerettem őt, a „szikár szép alakot”. Ahogy állt, mosolygott, ahogy sercegeve lángolt szinte fehérén, mint egy égő foszforgolyó! Olyan volt ő nekem, mint egy ünnep utáni üres templomban, egy gótikus katedrális oltárán álló vékony, hosszú fehér gyertya, magát-emésztő megszentelt hosszúság, nyúlánk magasság-tetején piros lepkeként verdeső, lobogó, tiszta, szép, illatos lánggal, könnyező jellemvirág, a vigasz és a megnyugvás pillangós áhítat-virága, csokornyakkendője begombolt fehér-ingű nyakán, mint egy óriás viráglepke, lepkevirág, koponyás-árvácskacsokor, mint egy óriás fehérpettyes tűzpillangó, kék szemei világítottak, mint egy ércakasz lángiszap taréja, mint egy tiszta szépség tengeri násza. Hogy mikor ismertem meg őt: nem tudom. Még személyes találkozásunk előtt megvettem háromkötetes óriás anatómiai atlaszát, később három sárgakötetes könyvét, mert tudni akartam áldozatos tudását, megvettem: megtanulni mindent, amit ő tudott, később a sárga kötetek egyikéből a szív, az életfenntartó gyönyörű vörös létszerv minden üregét, lemezét, hártáját, a feszítő-húrokat, a győztes hús-állomány minden állapotát és feladatát, mert éppen egy époszt írtam, ahhoz kellett a pontosság és a kegyelmi fegyelem. Ó, te „szikár szép alak”, egyik ösöm és múlhatatlan Barátom. Tárgyi emlékeim nincsenek tőled, de gigászi szelleményed, mintha egy titáni galaxis-kód hajolna rám, árnyaltanul fölém, ha itt ülök íróasztalomnál. Most is!

Juhász Ferenc.



Szentágothai János mellszobra • R. Törley Mária 2012-ben készült alkotása a Magyar Tudományos Akadémia székházának Szentágothai János termében

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. Közlünk témaösszefoglaló, magas szintű ismeretterjesztő, illetve egy-egy tudományterület újabb eredményeit bemutató tanulmányokat; a társadalmi élet tudományokkal kapcsolatos eseményeiről szóló beszámolókat, tudománypolitikai elemzéseket és szakmai szempontú könyvismertetőket, de lapunk nem szakfolyóirat, ezért a szerzőktől közérthető, egy-egy tudományterület szaknyelvét mellőző cikkeket várunk.

2. A kézirat terjedelme általában ne haladja meg a 30 000 leütést (ez szóközökkel együtt kb. 8 oldalnak felel meg a *Magyar Tudomány* füzetében); ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat is tartalmaz, kérjük, arányosan csökkentsék a szöveg mennyiségét. Beszámoló, recenzió terjedelme ne haladja meg a 7–8000 leütést. A teljes kéziratot MS Word .doc vagy .rtf formátumban interneten vagy CD-n kérjük a szerkesztőségbe beküldeni.

3. Másodközlésre csak indokolt esetben, előzetes egyeztetés után fogadunk el dolgozatokat.

4. Legfeljebb tíz magyar kulcsszót és a közlemények címének angol fordítását külön oldalon kérjük. A cím után a szerző nevét, tudományos fokozatát, munkahelye pontos nevét, s ha közölni kívánja, e-mail címét kell írni. Külön lapon kérjük azt a levelezési és e-mail címet, telefonszámot is, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

5. Szövegközi kiemelésként dőlt (*italic*), (esetleg félkövér – **semibold**) formázás alkalmazható; r i t k í t á s, VERZÁL, KISKAPITÁLIS (SMALL CAPITALS, KAPITÄLCHEN) és aláhúzás nem. A jegyzeteket lábjegyzetként kérjük megadni.

6. Az ábrák érkezhetnek papíron, lemezen vagy e-mail útján. Kérjük a szerzőket: tartsák szem előtt, hogy a folyóirat fekete-fehér; formátuma B5 – tehát ne használjanak színeket, és vegyék figyelembe a fizikai méreteket. Általában: az ábrák

és magyarázataik legyenek egyszerűek, áttekinthetők. A képeket lehetőleg .tif vagy .jpg formátumban kérjük; fekete-fehérben, min. 150 dpi felbontással, és nagyságuk ne haladja meg a végleges (vagy annak szánt) méreteket. A szövegben tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

7. A hivatkozásokat mindig a közlemény végén, ábécé-sorrendben adjuk meg, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve – Balogh, 1957; Feuer et al., 2002). Ha azonos szerző(k)től ugyanazon évben több tanulmányra hivatkoznak, akkor a közleményeket az évszám után írt a, b, c jelekkel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Különösen ügyeljenek a bibliográfiai adatoknak a szövegben és az irodalomjegyzékben való egyeztetésére! Kérjük: csak olyan és annyi hivatkozást írjanak, amilyen és amennyi elősegíti a megértést. Számuk ne haladja meg a 10–15-öt.

8. Az irodalomjegyzéket ábécé-sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

- Folyóiratcikkek esetében: Feuer, Michael J. – Towne, L. – Shavelson, R. J. et al. (2002): Scientific Culture and Educational Research. The Educational Researcher. 31, 8, 4–14.

- Könyvek esetében: Rokkan, Stein – Urwin, D. W. – Smith, J. (eds.) (1982): The Politics of Territorial Identity: Studies in European Regionalism. Sage, London

- Tanulmánygyűjtemények esetében: Halász Gábor – Kovács Katalin (2002): Az OECD tevékenysége az oktatás területén. In: Bábosik István – Kárpáthi Andrea (szerk.): Összehasonlító pedagógia – A nevelés és oktatás nemzetközi perspektívái. Books in Print, Budapest

9. Havi folyóirat lévén a *Magyar Tudomány* kefelevonatokat nem küld, de elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelés során szükséges apró változtatásokat a szerző időpontegyeztetés után a szerkesztőségben ellenőrizheti.