

MAGYAR TUDOMÁNY

- A geopolitika és a világjárvány a globalizáció új szakaszában
- A Covid19: vírus, válasz, védetség, vakcina
- Az új koronavírussal való megfertőződés valószínűségét befolyásoló tényezők hatásának vizsgálata numerikus modellezés segítségével



AKADÉMIAI KIADÓ



MAGYAR TUDOMÁNY

HUNGARIAN SCIENCE

A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata

A folyóirat a magyar tudomány minden területéről közöl tanulmányokat, egyes témákat kiemelten kezelve. A folyóirat célja összképet adni a tudományos élet eredményeiről, eseményeiről, a kutatás fő irányairól és a közérdeklődésre számot tartó témákról közérthető formában. Alapítási éve 1840.

Szerkesztőség

Magyar Tudomány
Magyar Tudományos Akadémia
Telefon/fax: (06 1) 459 1471
1051 Budapest, Nádor utca 7.
E-mail: matud@akademiai.hu

Megrendeléseiket az alábbi elérhetőségeinken várjuk:
Akadémiai Kiadó, 1519 Budapest, Pf. 245
Telefon: (06 1) 464 8240
E-mail: journals@akademiai.com
Előfizetési díj egy évre: 11 040 Ft

Hirdetések felvétele: hirdetes@akademiai.hu
© Akadémiai Kiadó, Budapest, 2022
Printed in EU
MaTud 183 (2022) 1

MAGYAR TUDOMÁNY

HUNGARIAN SCIENCE

A Magyar Tudományos Akadémia folyóirata

Főszerkesztő

FALUS ANDRÁS

Szerkesztőbizottság

BAZSA GYÖRGY, BÁLINT CSANÁD, BOZÓ LÁSZLÓ, CSABA LÁSZLÓ
HAMZA GÁBOR, HARGITTAI ISTVÁN, HUNYADY GYÖRGY, KENESEI ISTVÁN
LUDASSY MÁRIA, NÉMETH TAMÁS, PATKÓS ANDRÁS, PÉCELI GÁBOR
ROMSICS IGNÁC, RÓNYAI LAJOS, SARKADI BALÁZS, SPÄT ANDRÁS

Szaklektorok

MOLNÁR CSABA, PERECZ LÁSZLÓ, SZABADOS LÁSZLÓ

Rovatvezetők

GIMES JÚLIA (Kitekintés), SIPOS JÚLIA (Könyvszemle)

Olvasószerkesztő

MAJOROS KLÁRA



AKADÉMIAI KIADÓ



Megjelenik
a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával

HU ISSN 0025 0325

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó Zrt. igazgatója
Felelős szerkesztő: Pomázi Gyöngyi
Termékmenedzser: Egri Róbert
Fedélterv: xfer grafikai műhely sorozattervének felhasználásával Berkes Tamás készítette
Tipográfia, tördelés: Berkes Tamás
Megjelent 12,51 (A/5) ív terjedelemben

Tartalom

Tanulmányok

Simai Mihály

A „HÚSZAS ÉVEK”.

**A geopolitika és a világjárvány a globalizáció új szakaszában –
visszapillantás és előretekintés**

3

Szekanecz Zoltán, Erdei Anna, Falus András

COVID19: VÍRUS, VÁLASZ, VÉDETTSÉG, VAKCINA

23

Füri Péter

AZ ÚJ KORONAVÍRUSSEL VALÓ MEGFERTŐZŐDÉS VALÓSZÍNŰSÉGÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA NUMERIKUS MODELLEZÉS SEGÍTSÉGÉVEL

39

Szántó R. Tibor

GAIA SÓHAJA

48

Haszpra László

FEJEZETEK AZ ÜVEGHÁZHATÁS-KUTATÁS TÖRTÉNETÉBŐL

57

Holl András

A HAZAI TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK LÁTHATÓVÁ TÉTELE, KIAKNÁZÁSA ÉS MEGŐRZÉSE MODERN ESZKÖZÖKKEL

69

Ásványi Katalin, Fehér Zsuzsanna, Zsóka Ágnes

„ERŐSÖDÖTT BENNEM A FENNTARTHATÓ ÉLETMÓD IRÁNTI IGÉNY”. Hogyan fejleszthető az egyetemisták fenntarthatósági tudatossága egy kurzus által?

79

Hargittai Magdolna, Hargittai István

TELEGDI BÁLINT, A VIRTUÓZ KÍSÉRLETI FIZIKUS. Centenáriumai megemlékezés

94

Megemlékezés

Chikán Attila

ÉPÍTŐKÖVEK EGY ÉLETMŰBŐL. Kornai János (1928–2021) 101

Szalai Júlia

KORNAI JÁNOS, A KOZMOPOLITA PATRIÓTA 107

Dudits Dénes

SZEMÉLYES TISZTELETADÁS ALFÖLDI LAJOS EMLÉKÉNEK 110

Raskó István

EMLÉKMORZSÁK. Alföldi Lajos (1927–2021) 112

Könyvszemle

SIPOS JÚLIA GONDOZÁSÁBAN

**VÍRUSVADÁSZAT: IZGALMAS KRIMI, ELGONDOLKODTATÓ
BESZÉLGETÉSEK ÉS LEHANGOLÓ KONZEKVENCIÁK – Duda Ernő** 114

MAGYAR–KÍNAI KAPCSOLATOK A HIDEGHÁBORÚ IDEJÉN – Békés Csaba 116

COURAGE IN POLITICS – Barnucz Nóra 119

A MAGYAR INTERNET TÖRTÉNETEI – Székely Levente 122

ECSETVONÁSOK LUKÁCS GYÖRGY PÁLYAKÉPÉHEZ – Daradics Boglárka 125

INFLUENCING BECKETT / BECKETT INFLUENCING – Nyusztay Iván 128

A VILÁG BIZONYOS SZIMMETRIÁJA – Scheffer Kevin 132

Kitekintés

GIMES JÚLIA GONDOZÁSÁBAN 134

Tanulmányok

A „HÚSZAS ÉVEK”

A geopolitika és a világjárvány a globalizáció új szakaszában – visszapillantás és előretekintés¹

THE 'TWENTIES'

Geopolitics and the Pandemic in the New Period of Globalization – Retrospect and Prospect

Simai Mihály

az MTA rendes tagja

ÖSSZEFOGLALÁS

Száz évvel ezelőtt az influenza A vírusa okozta, spanyolnáthaként ismert pusztító világjárvány közel 20 millió ember halálát okozta. A járvány nyomában a múlt század húszas éveiben végbement geopolitikai és gazdasági átalakulás az amerikai évszázad kezdete, birodalmak megszűnése, a különböző forradalmak, háborúk, válságok és a fasizmus megjelenése a második világháborúhoz készítették elő a talajt. Egy évszázaddal később a Covid19 okozta globális és valószínűleg hosszabb ideig tartó egészségügyi válság, a szembenálló vezető hatalmak az USA és a NATO, Kína és az Orosz Föderáció hatalmi viszonyaiban kibontakozott új feszültségek, gazdasági és technikai háborúk, terrorizmus, környezeti válság és növekvő társadalmi egyenlőtlenségek „vezették be” a 21. század harmadik évtizedét. Az évtized legveszélyesebb és háborús konfliktusokkal is fenyegető kockázati tényezői az Egyesült Államok, a NATO és a szemben álló Kína és az Orosz Föderáció közötti hatalmi versennyel kapcsolatosak. Ez magában foglalja fegyveres konfliktusok lehetőségét is. Az Európai Unió mint nem állami szereplő fontos résztvevője a globális geopolitikai viszonyoknak. A különböző szélsőséges, nacionalista, populista politikai mozgalmak és pártok erősödése részben a világrend öröklött és új megoldatlan problémáinak következménye, aláássa a demokratikus, multilaterális együttműködés lehetőségeit, és veszélyezteti a jövőjét. A folyamatban lévő geopolitikai átalakulás és az új technikai és információs forradalom döntő tényezői az új szakaszban a „digitalizálódó” digitális globalizáció fejlődésének. A digitális globalizáció fő tényezői és folyamatai az emberi, társadalmi, politikai és technológiai fejlődést ötvöző sajátos technogazdasági rendszerben gyökereznek. A rendszer működ-

¹ Tanulmányom része a globalizáció jövőjét formáló új geopolitikai, geoökonómiai és geoökológiai viszonyokkal foglalkozó kutató munkámnak. Folytatása a *Harmadik évezred nyitánya* című, 2016-ban megjelent könyvemben foglaltaknak, különös tekintettel a globalizáció új szakaszának néhány főbb kérdésére.

désének döntő fontosságú „rendező ereje” a sajátos, sokszintű és többdimenziós hiperverseny. Ennek céljai, eszközei és következményei jelentősen növelik az alkotó és romboló hatások közti szakadékokat. A hiperverseny és a változások komplex tényezőinek, következményeinek és kockázati tényezőinek kezelése Magyarország számára is lényeges tudományos, politikai, gazdasági és kormányzati kihívás.

ABSTRACT

One hundred years ago, the devastating pandemic caused by influenza A, known as the Spanish Flu, killed nearly 20 million people. In the wake of the epidemic, the geopolitical and economic transformation in the twenties of the last century led to the beginning of the American century, the dissolution of empires, various revolutions, wars, crises, and the emergence of fascism that brought the ground to the Second World War. A century later, the global and possibly prolonged health crisis caused by COVID-19, the new tensions in power relations, economic and technical wars, terrorism, environmental crises, and growing social inequalities 'introduced' the third decade of the 21st century. The different risk factors of the decade, also include trade wars, cyber wars, civil wars, terrorism. The most dangerous risk factors are related to the global political, economic and technological competition between the United States, NATO and main contrasting powers, China and the Russian Federation. This may include the probability of violent conflicts. The European Union as a non-state participant in global geopolitics is playing an important role in all these. The rise of various extreme nationalist, populist political movements or parties, which is partly a consequence of the hereditary and new unresolved problems of the world order, undermine the possibilities of democratic, multilateral cooperation and threaten its future. The ongoing geopolitical transformation and the new technical and information revolution are decisive factors and processes in the new phase, the development 'digitalizing' of digitized globalization. The main factors and processes of the digital globalization are rooted in a special techno-economic system of human, economic, socio-political and technical developments. The main regulating force of the system is the ongoing multi-level and multi-dimensional hypercompetition. Its aims and means and consequences significantly widen the gaps between creative and destructive influences. Addressing the complex factors and consequences of the hypercompetition and the global risks is also an important, scientific, socio-, political, economic, and institutional challenge for Hungary.

Kulcsszavak: Covid19, digitális globalizáció, geopolitika, geoökonómia, határtechnológiák, hibrid hadviselés, hiperverseny, megaválság, világjárványok, technogazdaság

Keywords: Covid-19, digital globalisation, geopolitics, geoeconomics, frontier technologies, hybrid warfare, hypercompetition, megacrisis, pandemics, techno economy

A nemzetközi szervezetekben az államok, a közösen kitűzött globális céloknak megfelelően, egyes évtizedeket gyakran valamilyen jelzővel látnak el, például a „fejlődés évtizede”, „a víz évtizede”, a „gyermekek évtizede” stb. A 21. század harmadik évtizedének az ENSZ-ben az államok a Decade of Actions, a „cselek-

vések” évtizede jelzőt előlegezték meg, arra számítva, hogy jelentős eredmények születnek majd a fenntartható fejlődés céljainak megvalósításában (URL1). A 21. század harmadik évtizedében valóban életbevágóan fontos közös akciókra lenne szükség, mert a világjárvány következményei a fenntartható fejlődésben eddig elért sok eredményt is semmissé tettek. Az ENSZ főtitkára a 2020 januárjában tartott első sajtókonferenciáján különösen sötét képet festett a helyzetről: „Zavaros világgal kezdődik az év. Veszélyes időket élünk. A geopolitikai feszültségek a legnagyobbak évszázadunkban. A zűrzavar tovább nő. A nukleáris fegyverek korlátozását sem tekinthetjük többé adottnak. A feszültségek tömege egyre több országot vezet a következményeket illetően nem kalkulálható döntésekhez, előre nem látható következményekkel és a hibás kalkulációk hatalmas kockázatával. Ezzel egyidejűleg azt látjuk, hogy a kereskedelmi és technológiai konfliktusok széttrörik a világ piacait, aláaknázzák a gazdasági növekedést, és növelik az egyenlőtlenségeket. Eközben bolygónk lángokban áll. Pusztít a klíma válsága. A világban sokfelé kiábrándult és haragos embereket látunk, növekvő társadalmi nyugtalanságot, szélsőségeket, nacionalizmust és radikalizálódást, a terrorizmus veszélyes terjedését, különösen Afrikában”, s hozzátette, hogy ez így nem lehet tovább. Egy évvel később, 2021. január elején a kialakult viszonyokat az ENSZ főtitkára a második világháború óta a legsúlyosabb, új típusú, tartósan tűnő és az egész emberiségre kiterjedt globális válságként jellemezte.

A jelenlegi világjárvány miatt a tudományban és a médiában gyakori és kézenfekvő a 2020-as évek összehasonlítása az előző évszázad „húszas” éveinek kezdetével és az évtized folyamatainak szerepével az évszázad első fele történéseinek alakításában. Egy évszázaddal ezelőtt az influenza A vírusa által okozott spanyolnátha következményeivel küzdött a világ, amely több hullámban a világ lakóinak több mint egyharmadát fertőzte meg, s áldozatainak száma becslések szerint elérhette a 20 milliót, a korabeli világ lakosságának közel 3%-át. 2021-ben a Covid19 leküzdése az egyik döntő globális cél. Mindkét világjárvány a nemzetközi viszonyok alakulásának különösen bonyolult kaotikus szakaszában járult hozzá az emberiség problémáinak súlyosbodásához. Az 1920-as években az első világháborút követő globális káoszt a békerendszer politikai, gazdasági és társadalmi következményei, három világbirodalom felbomlása, a sokmillió népvándorlás és a világ gazdasági összeomlás okozták. Ezekhez járultak a spanyolnátha következményei. A múlt század húszas éveinek egyetlen igazi haszonélvezője az Egyesült Államok volt. Az USA-ban utólag „ragasztották” az évtizedre a *roaring twenties*, vagyis a „dübörgő húszas” jelzőt. A 20. század harmadik évtizede előrevetítette az USA meghatározó szerepét és az „amerikai évszázadnak” nevezett korszak jelentőségét, éppúgy, mint az Európa-központú hosszú történelmi korszak végét. Sem Európának, sem a többi kontinensnek nem volt oka a „dübörgésre”. Magyarország különösen rossz helyzetben volt. A hatalmas háborús emberveszteségek következményei, a járványok, súlyos szociális problémák, éhezés, munkanélküli-

ség, forradalmak, gyarmati felkelések, háborúk nyomták rá a bélyegüket az évtized történelmére. A cári Oroszország romjain létrejött a Szovjetunió. Az évtized alatt bukott meg a kontinentális Európa központi hatalma, a Német Birodalom összeomlása nyomán született Németország demokratikus értékeket valló köztársasága. Hitler belépett a német politika porondjára. Egy fontos európai államban, Olaszországban hatalomra került a szociális és nacionalista politikai szemfényvesztésre építő fasizmus. Az elszigetelt és súlyos problémákkal küzdő Magyarország 1927-ben az egyik első állam volt, amely „örök barátsági szerződést” kötött a fasiszta Olaszországgal. Az 1920-as évek eseményei részben már jelezték az utat a második világháború felé is.

A korai 2020-as évek trendjeinek és problémáinak nagy része sem új. Sok tekintetben folytatódnak azok a trendek, amelyek a huszadik század végén a Szovjetunió és a szocialista tömb megszűnése és a hidegháború befejeződése után már jelezték, hogy nem az ENSZ alapokmányában foglaltak értékrendjére épülő globális béke és biztonság új „aranykora” bontakozik ki (Simai, 1994). A transzformációs folyamat komplex, ellentmondásos volt. Rövid ideig tartott, és irreálisnak bizonyult az az idősebb Bush elnök által meghirdetett amerikai törekvés is, hogy az USA, mint az egyetlen tényleges globális hatalom, bázisa legyen egy új világrend működésének, és magányos sheriffként tartsa rendben majd a világot (Simai, 2006). Tény viszont az is, hogy a globális fejlődésben és az államközi kapcsolatokban sok területen kedvezőbb feltételek és lehetőségek alakultak ki. Javultak az ENSZ működésének politikai feltételei is. A változások sok országban segítették a gazdasági fejlődést is. Egyes államokban viszont összeomlott a gazdaság. Kína politikaváltása, gyors gazdasági sikerei, India és más fejlődő államok gazdasági fejlődése az elmúlt három évtizedben közel kétmilliárd ember számára nyújtott jobb életet és új lehetőségeket helyzetének javítására. Sem a kedvezőbb világpolitikai feltételek, sem pedig a világ gazdaságban ismét uralkodóvá vált kapitalista piaci viszonyok alapvető jellemzőinek meghatározóvá válása nem hozták meg az emberiség döntő többsége számára a remélt és tartósan tekinthető kedvező változásokat. Beigazolódtott a világrend jövőjével kapcsolatban II. János Pál pápa *Centesimus Annus* című enciklikájában 1991-ben írt figyelmeztetése: a kommunizmus összeomlott ugyan, de a világ egyetlen olyan problémája sem oldódott meg, amelyik a kommunizmus megjelenésében szerepet játszott (John Paul II, 1991, 19., 24.). Felhívta a figyelmet annak súlyos veszélyeire, ha a legrosszabb kereskedelmi kapitalizmus értékrendje válik a jövő cselekvés fő ösztönzőjévé. A kibontakozó hatalmi versengés, a korábbi, megoldatlan és az új demográfiai, politikai és gazdasági problémák halmozódása, az ember és a természet viszonyában kialakult válságos helyzet, új konfliktusforrások keletkezése, régebbi válsággócok fellángolása, a tudományos és technikai fejlődés nem kívánatos mellékhatásainak erősödése, a társadalmi egyenlőtlenségek növekedése veszélyeztetik a világrend jövőjét. Idegengyűlölő, rasszista, kirekesztő, nacionalista politikai cso-

portosulások alakultak ki, és ássák alá a demokratikus rendszereket több fontos országban is. Az évszázad második évtizedének végén kezdődött világjárvány tovább növelte ennek a bizonytalan és kaotikus világnak geopolitikai, geoökonómiai és geoökológiai kihívásait és zavarait. Az államok közötti hagyományos és új konfrontációk „sűrítve” jelentek meg a világjárvány kialakulásával, okainak felderítésével, kezelésével, társadalmi, politikai és gazdasági következményeivel kapcsolatban. A Covid19 tragikus emberi veszteségei nemcsak hogy nem szorították háttérbe a globális politikai hatalmi és gazdasági versengést, de „benyomultak” a globális egészségügyi rendszerbe is.

A HARMADIK ÉVEZRED HARMADIK ÉVTIZEDE, GLOBÁLIS GEOPOLITIKAI VISZONYOK ÉS A VILÁGJÁRVÁNY

A globalizált világ lényegében különböző földterületekhez, politikai és jogi keretekhez, gazdasági és társadalmi feltételekhez kapcsolódó folyamatok és viszonyok összessége, különböző térszerkezetekben működő államok együttélésére, kölcsönös függőségére, versenyére és konfliktusaikra épült komplex hálózatok rendszere. A globalizációt eredményező folyamatok a 19. században az államok nemzetköziesedése olyan szakaszában bontakoztak ki, amelyben a kor vezető vállalatainak magasabb hasznot célzó törekvései mellett a terjeszkedésre a politikai hatalmi és a technikai lehetőségek is kialakultak. A globalizáció történelmében különösen fontos szerepet játszottak a birodalmak és az adott korszak „hegemón” államának érdekviszonyai. A 19. század hegemón államának, a Brit Birodalomnak korszaka az első világháborút követően véget ért. A 20. század hegemón államává fejlődött Egyesült Államoknak az évszázad során alapvető politikai és gazdasági érdekei kötődtek a globalizációs folyamatokhoz, és lehetőségei is voltak érdekeinek érvényesítésére. Az „amerikai évszázad” korszaka a 21. századra lényegében lezárult. Az USA azonban a 21. század jelenlegi szakaszában is a legnagyobb tudományos és technikai, gazdasági és katonai potenciállal rendelkező állam a nemzetközi rendszerben. A multipoláris, komplex és kaotikus világrendben sem az Egyesült Államok, sem más vezető hatalom nem lenne azonban képes (és valószínűleg hajlandó sem) vállalni a globális hegemón szerep és a világrendőri feladatok terhét. Az Egyesült Államok relatív helyzetének alakulása szempontjából az átalakuló globális hatalmi rendszerben a legjelentősebb változás a Kínai Népköztársaság globális gazdasági súlyának, tudományos, technikai képességeinek, katonai erejének növekedése és új hatalmi törekvéseinek kibontakozása, valamint ennek hatása a geopolitikai és geoökonómiai folyamatokra. Szinte kizárt azonban, hogy a gazdasági szempontból multipolárisra vált világban a globalizáció folyamataiban Kínának olyan mértékű és sokoldalúan meghatározó szerepe lehessen, mint amilyen az USA-é volt. A globalizáció új szakaszában nemcsak a

világgazdaságban és pénzügyekben, hanem egyre inkább a kutatásban és fejlesztésben, a környezeti témákban, az egészségügyben, a globális biztonság terén is jelentősebb szerepe lesz a G20-nak. Ebben az 1999-ben alakult csoportosulásban, a három globális hatalmon és az Európai Unió túlmenően mindazok az államok részt vesznek, amelyek a nemzetközi politikai és gazdasági viszonyokban a szűkebb térségeken túl is elegendő súllyal és képességekkel rendelkeznek a globalizációs folyamatok politikai és gazdasági befolyásolására. A csoportosulás napi-rendjén szereplő témák körének bővülése, az ajánlások operatív jellege, befolyása a nemzetközi államközi szervezetekre arra utal, hogy a multipoláris viszonyok közös menedzselésének központi szervezetévé fejlődhet.

Az átalakuló kaotikus és feszült geopolitikai viszonyok, a Covid19 és belpolitikai okok is arra ösztönözték az államokat az évtized elején, hogy felülvizsgálják nemzetközi biztonsági stratégiáikat, és megkezdjék új, hosszabb távú külpolitikai, nemzetbiztonsági stratégiájuk kidolgozását.

A vezető államok külpolitikai és biztonsági stratégiájában rendszerint három szint szerepel. Az első szint, alapvető érdekeik szempontjából természetesen – az ellenük irányuló fegyveres támadáson túl – a számukra leglényegesebb térségeket, államokat tartalmazza, és azokat a veszélyeket, amelyek elhárítása fegyveres választ vagy kezdeményezést követel. Oroszország például azzal fenyegeti a NATO államait, hogy ha kell, fegyveresen is megvédi a Krím annektálásával kiterjesztett felségterületét. Az amerikai stratégia e szintje, saját érdekei mellett, adott helyzetben, legfontosabb szövetségeseit is magában foglalja. A második szint a lényeges befolyási övezetekkel kapcsolatos stratégiai célokat, területeket és eszközöket foglalja magában, amelyeken például amerikai, orosz vagy kínai csapatok is jelen lehetnek. Jelenleg ezen a szinten akár véletlenek következtében is kialakulhat fegyveres konfliktus. Ezen a szinten az eszközrendszerben jelentős szerep jut a preventív diplomáciának is. A harmadik szint olyan problémákat és térségeket foglal magában, amelyek például az ENSZ békefenntartásban vállalt kötelezettségekkel, az állampolgárok védelmével, a nemzetközi terrorizmus elleni fellépéssel kapcsolatosak. Mindhárom hatalom fontosnak tartja képességeinek fenntartását, fejlesztését és a felkészülést mindhárom szinten a hatékony hibrid diplomáciai és katonai eszközök használatára. Katonai vonatkozásban például olyan hibrid hadviselésre készülnek, amelyben számítani kell nukleáris és konvencionális összecsapásra, úrháborúkra, proxy hadviselésre, polgárháborúból nemzetközivé szélesedett helyi háborúkra, gazdasági, kibernetikai, lélektani eszközök alkalmazására, különböző szankciók meghozatalára, a hírszerzési tevékenység kiterjedésére, a nemzetközi terrorizmus elleni fellépésre és különböző *ad hoc* megállapodásokra.

A világpolitikai viszonyok alakulásában a következő évtizedben is központi jelentőségűek maradnak az USA és Oroszország, az USA és Kína közötti viszonyok, valamint az Európai Unió globális szerepe. Ezek bizonyos területeken,

például a globális propagandaháborúban és az intenzívebbé vált fegyverkezési versenyben egyre inkább a szovjet–amerikai szembenálláshoz kezdtek hasonlítani (Haass, 2017; Kagan, 2018).

2020-ban az új amerikai stratégiával kapcsolatban, győzelmére számítva, Joe Biden már a választási kampány során jelezte, hogy az amerikai középosztály, illetve a munkásosztály külpolitikáját kívánja folytatni. 2021. március 3-i beszédében fejtette ki azonban először, hogy ez néhány egyszerű kérdést foglal magában: Mit jelent az amerikai külpolitika a középosztály, a munkások és családjaik számára? Mit kell tenni külföldön, hogy otthon erősebbek legyenek? Mit kell tenni otthon, hogy külföldön erősebbek legyenek? Nyilvánvaló, hogy ez a három mondat egyszerű formában magyarázza korábbi kijelentését: célja a társadalom széles csoportjai által elfogadott, és az Egyesült Államok általa képviselt érdekeinek és értékeinek érvényesítésére törekvő újrealista külpolitika. Ennek koncepcióját egy előzetes és elég részletes vázlatzerű dokumentumban foglalta össze (Biden, 2021). Abból indult ki, hogy különböző erők ostromolják a demokratikus világot, beleértve az Egyesült Államokat is. Az erőviszonyok változásai új veszélyeket teremtettek, és a versengés nem ismer határokat. Amerika sorsa a világ jövőjétől függ. Ez biztatás és lehetőség is arra, hogy az USA ismét kiérdemelje globális vezető szerepét. Ehhez is együtt kell gondolkodni és cselekedni szövetségeseivel, akikre Amerikának szüksége van. Nem zárja ki az együttműködést fő versenytársaival sem, ha az USA érdekei úgy kívánják.

A Biden-adminisztráció az ország hatalmi helyzetének javítása érdekében mindenekelőtt kedvezőbb belső feltételeket kíván kialakítani, és a szövetségi rendszert akarja működőképesse, hatékonyra tenni. A stratégiai eszközrendszerrel kapcsolatban központi jelentőségűnek tartja, hogy az USA fő szövetségesei a NATO-országok. Az USA stratégiájában az ázsiai és európai geopolitikai viszonyok összefonódtak, különösen azt követően, hogy az USA 2018-as katonai stratégiája feladta azt a célt, hogy képesnek kell lennie egyidejűleg két jelentős háború folytatására. Európai stratégiájában az USA-nak, különösen a hagyományos fegyverekkel vívott esetleges háború esetén, szüksége van arra, hogy ennek terheit Európára tudja hárítani.

Az USA stratégiai céljai között központi fontosságú viszonyának alakítása Oroszországgal és Kínával. A kidolgozás alatt álló amerikai stratégia többfajta konfliktussal számol: hagyományos háborúkkal, nukleáris háborúval, gazdasági háborúkkal, úrháborúval, a digitális korszakban centrális fontosságúvá vált kibernetikai háborúkkal. Ez utóbbiak esetében kiemeli annak kockázatát, hogy egyre több kis ország támadhatja meg kibernetikai eszközeivel Amerikát. A fő ellenfelek, akik ellen a stratégiai célokat irányítani kell, azonban Kína és, főként nukleáris ereje miatt, Oroszország. Az említett stratégiai dokumentumban az elnök abból indul ki, hogy Kínát tartja az egyetlen olyan versenytársnak, amely úgy képes kombinálni gazdasági, diplomáciai, katonai és technikai hatalmát, ahogy

érdekei kívánják. Sem Kína, sem pedig az USA vezetői nem hagyhatják azonban figyelmen kívül a politikai és ideológiai szembenállással és az éles technikai és gazdasági versennyel párosuló együttműködést, sőt egyes területeken az erős kölcsönös függőséget sem a két ország viszonyában. Kapcsolataik rendszerében továbbra is a legfontosabb és esetleg háborút eredményező feszültségforrás marad Tajvan helyzete, különösen akkor, ha az amerikai külpolitika konkrét eszközökkel, vagyis ténylegesen támogatná a sziget függetlenné válását. Veszélyes helyzetet teremthet az is, ha csak olyan eszköznek tekinti, amellyel az erre különösen érzékeny Kínát zsarolhatja.

Kína stratégiai céljai között (Office of the Secretary of Defence, 2020; Hszi, 2021; Heath et al., 2021) továbbra is központi fontosságúnak tartja gazdasági erejének növelését. Ez nemcsak a magas növekedési ráta fennmaradásának biztosítását jelenti, hanem nagyobb és rugalmasabb gazdasági és tudományos szerkezetű világgazdasági és különösen pénzügyi szerep elérését, amelyek alátámasztják globális hatalmi céljait. Folytatja a katonai erejét növelő és hadseregének modernizálását célzó hosszú távú politikáját. A versengő együttélés és a kölcsönös érdekekre épülő gazdasági együttműködés hosszú és bonyolult időszakára számít viszonyában az Egyesült Államokkal, amelyben feszültségek és nyugodtabb szakaszok váltakoznak. Azt kívánja elérni, hogy az USA ismerje el Kína globális szerepét, valamint speciális érdekeit az eurázsiai térségben, Ázsia meghatározott területein, és tartózkodjon ezek megsértésétől: Tajvannak, Hongkongnak és Délkelet-Ázsiának ebben az összefüggésben különleges fontossága van. El akarja kerülni a háborút az USA-val, de nem zár ki kisebb jelentőségű katonai konfrontációkat érdektérületein. Oroszországgal való viszonyát stratégiai céljaival kapcsolatban különösen fontosnak, sajátos geopolitikai háttérnek tartja. Globális, hosszú távú stratégiai céljai és eszközei között lényeges kezdeményezés, az Új Selyemútnak is nevezett Egy Övezet Egy Út program (Belt and Road Initiative). Ennek különböző részei a világ különböző térségeiben nem a közvetlen ellenőrzést, hanem befolyásának hosszú távú növelését célozzák. Hosszabb távú geopolitikai törekvéseiben nem a nyugati világra összpontosítja erőfeszítéseit, hanem azokra a fejlődő országokra, amelyek a jövőben méreteik, nyersanyagaik és regionális politikai szerepük miatt különösen jelentős szerepet játszanak. Fontosnak tartja meghatározó vezető helyek megszerzését a tudományos és műszaki fejlődés lényeges területein működő és a szabályok kialakításában jelentős szerepet játszó nemzetközi szervezetekben is. Az USA és Kína szembenállásának következményei sem térben, sem pedig hatásukban még nem annyira globálisak, és nem olyan mértékűek, mint a szovjet–amerikai hatalmi küzdelmeknek voltak. Hatalmi versengésük azonban egyre több területen, például a tudomány és technika terén, a piacokért és tőkebefektetési lehetőségekért folyó küzdelemben és ideológiai téren is szélesedik. Különösen fontos probléma lett a nukleáris fegyverzet globális ellenőrzésének, illetve korlátozásának terén a két ország viszonya.

Mindkét államra jellemző marad az is, hogy, ha érdekeik úgy kívánják, figyelmen kívül hagyják a multilaterális fórumokat, beleértve az ENSZ Biztonsági Tanácsát is, és konfliktusaikban is előnyben részesítik a bilaterális rendezést vagy konfrontációt. A Biden-adminisztráció hatalomra lépése óta élesebbé vált a két ország között az emberi jogokkal kapcsolatos ideológiai konfrontáció is.

Az évtized nemzetközi geopolitikai viszonyainak rendszerében Oroszország geopolitikai helyzete, hatalmi pozíciói, érdekviszonyai és érdekérvényesítő képességei a legbonyolultabbak és a legkényesebbek. Az új nemzetbiztonsági stratégiájának fő tézise az, hogy Oroszországnak olyan helyzethez kell alkalmazkodnia a széteső világban, amelyben a fő frontvonalak nemcsak az országok között, hanem az országokon belül is húzódnak. Győzni és vereséget szenvedni azonban döntően a belső fronton lehet. Ezen a fronton Oroszországnak számolnia kell a Nyugat nem katonai eszközeivel. A legnagyobb kihívásokat ezért a belső front jelenti, a kormánynak ezért fő erőfeszítéseit erre kell összpontosítania. A dokumentum szerint Oroszország és a hagyományos orosz szellemi, erkölcsi és kultúrtörténeti értékek az Egyesült Államok és szövetségesei, valamint transznacionális vállalatok, külföldi nonprofit, nem kormányzati, vallási, szélsőséges és terrorista szervezetek aktív támadása alatt állnak. „El akarják szigetelni Oroszországot, és igyekeznek kihasználni az ország társadalmi és gazdasági, etnikai és vallási problémáit. Radikalizálni akarják a tiltakozó mozgalmakat, és az ország egységének megbontására törekednek.” (Путин, 2021) Ezek miatt is az Egyesült Államokat tartja legfőbb ellenfelének.

A stratégia nemzetközi céljai között befolyási övezetének, érdekszférájának és határai geopolitikai biztonságának fenntartása belpolitikai okokból és az új amerikai és NATO stratégiai állásfoglalások miatt a korábbiaknál is nagyobb jelentőségűek. Az orosz stratégia nem valószínűsít globális nukleáris háborút, azonban különböző háborús helyzetekre számít. Nem zárják ki, hogy növekednek az olyan regionális háborúk, amelyek az ő érdekeit is érintik, és ha ezekbe esetleg belesodródik, sor kerülhet például közvetlen orosz–amerikai fegyveres, sőt nukleáris konfrontációra is. Az orosz–amerikai viszonyban további feszültségek és problémák várhatóak Ukrajnával, a Krím-félszigettel, a közép-ázsiai köztársaságokkal és a közel-keleti térséggel kapcsolatban. Az amerikai demokrata párti adminisztráció által hagyományosan követett erősen ideologizált külpolitika folytatódása miatt az orosz stratégia nem valószínűsít érdemi javulást az orosz–amerikai kapcsolatokban Biden kormányától. Feltételezik, hogy ez kedvezőtlenül hat Oroszország és a NATO legtöbb tagállamának viszonyára is. A nemzetbiztonsági stratégia nemcsak a pillanatnyi érdekviszonyokkal, hanem hosszabb távú alternatívákkal is számol azokban a kérdésekben, amelyekben lehetőséget látnak vagy lehetőség adódik a NATO-országokkal a feszültségek oldására, a kapcsolatok javítására, sőt az együttműködésre azoknak a nemzetközi szerződéseknek a megőrzése vagy korszerűsítése alapján, amelyeket az elmúlt évtizedekben az

ENSZ keretében kötöttek. Úgy tűnik, hogy az EU-val való kapcsolatrendszerében Oroszország továbbra is preferálni fogja a bilaterális viszonyokat, különösen azokat, amelyek az EU-t mint geostratégiai képződményt gyengíthetik. E tekintetben keresi, illetve erősíti azokat a csoportokat, amelyek ebben szerepet játszhatnak. Ez a törekvés valószínűleg az orosz–magyar kapcsolatokban is szerepet játszhat.

Az USA és az európai államok politikája és szankciói nyomán felértékelődött Oroszország és Kína kapcsolatainak stratégiai fontossága mindkét állam számára. Ez sok fontos közös érdekre épül, azon túlmenően, ideológiai viszonylatban mindkét állam vezetői döntőnek tartják, hogy egyikük sem akarja saját rendszerét a másikkra kényszeríteni. A két állam érdekei a globális rendszer alakításában sok fontos területen azonosak vagy hasonlóak: ilyenek például állásfoglalásuk a regionális konfliktusokban, a multipoláris világ kialakításának előmozdítása, a világgazdaság jelenlegi, a multilaterális szabályokra épülő, viszonylag nyitott kapcsolatrendszerének fenntartása. Kölcsönösen előnyös és igen lényeges a gazdasági együttműködésük is. Ugyanakkor, fennmaradtak a kölcsönös gyanakvás elemei is, annak ellenére, hogy a haditechnikában az elmúlt években szoros együttműködés alakult ki Oroszország és Kína között.

A globális geopolitikai viszonyok egyik lényeges kérdése mindhárom államban az, hogy vajon mit tenne, milyen kötelezettségeket vállalna például Kína egy orosz–amerikai háború esetén vagy Oroszország egy kínai–amerikai háború esetén? Mi a realitása egy esetleges átfogó orosz–kínai katonai szövetségnek olyan helyzetben, amikor Oroszország a NATO-államokkal kerül fegyveres konfliktusba, például a Fekete tenger vagy a Közel-Kelet térségében? Esetleg ez lenne egy új nukleáris világháború nyitánya? Ennek jelenleg kevés a valószínűsége.

Az EU, mint ismeretes, nem állam, azonban sokkal több, mint az integráció egységes piacát működtető „bürokratikus” szervezet. Nem új európai birodalmi központ, hanem államok közös érdekeinek és értékeinek érvényesítésére törekvő szervezet. A nemzetközi viszonyok jövője szempontjából különösen fontos és Magyarországot közvetlenül is érintő törekvés a folyamatban lévő globális változások hatása nyomán a szervezet geopolitikai szerepének erősítése a térség védelmében, a globális béke és biztonság fenntartásában és a liberális, demokratikus értékek érvényesítésében. A következő két évtizedben különösen lényeges, mennyire változnak az EU képességei a geopolitikai törekvések elfogadtatásában és realizálásában. A szervezet a katonai hatalmi erőterben kialakított ugyan önálló szervezeteket, de a globális geopolitikai folyamatokban az EU és a NATO közötti stratégiai partneri viszony a meghatározó. Az ezzel összefüggő főbb kölcsönös kötelezettségek és feladatok jelentős helyet kaptak az évtizedre elfogadott globális NATO stratégiai dokumentumban is (NATO, 2021). Az EU nem egységes a globális hatalmi struktúrában, és geostratégiai szempontból is megosztott. A globális hatalmi politika struktúrában tagjai közül katonai és gazdasági szempontból is önálló szereplők Németország, valamint Franciaország, amely az ENSZ Biz-

tonsági tanácsában állandó tag és nukleáris hatalom. A mediterrán térségben fontos Olaszország, valamint földrajzi fekvése és latin-amerikai kapcsolatrendszere miatt Spanyolország szerepe is. Az EU tagállamainak többségét alkotó kisebb országok között is vannak globális érdekekkel rendelkező szereplők, EU-n kívüli politikai súlyuk és befolyásuk azonban kicsi.

Az EU hatalmi szerepét és geopolitikai jövőjét több igen fontos belső és külső, regionális és globális tényező alakítja. Alapvető kérdés, hogy az integrációs szervezet mennyiben lesz képes az átalakuló nemzetközi rendszerben tagállamai gazdasági és szociális érdekeinek védelmére és érvényesítésének elősegítésére. Belső és külső szempontból egyaránt meghatározó fontosságú a döntés arról, hogy szorosabban együttműködő föderációvá fejlesszék, vagy szuverén államok döntően gazdasági csoportosulása, közös piaca maradjon-e a szervezet. Erről évek óta vitatkoznak a vezető államok és a különböző szakértők. Az EU ugyanis továbbra sem kész építmény, hanem építkezési folyamat. Az építkezés során a szervezet az eddigiekben is sokat változott. Az építkezés a 21. század harmadik évtizedében bonyolult körülmények között folytatódik. A globális hatalmi viszonyok jövője, a világ gazdasági térképének átalakulása, a különböző súlycsoportba tartozó új versenytársak megjelenése az EU keretében és a különböző globális kihívások nemcsak az EU fejlődésének külső feltételeit módosították, hanem tagállamainak érdekviszonyait és értékrendjét is. Az Európai Unió jövőjét formáló tényezők mélyebb elemzése különösen fontos lenne Magyarország számára. A részvétel az Európai Unióban más kisebb és gazdaságilag gyengébb tagállamokhoz hasonlóan, kedvezőbb feltételeket teremtett a gazdasági felemelkedésükre, mint amelyek a világ gazdaságra általában jellemzőek. Az egységes piaccal kapcsolatos előnyökön túlmenően bizonyos védelmet, támogatást és fejlesztési lehetőségeket biztosít.

Amikor Magyarország, közepesen fejlett országgént, az EU-tagság révén új módon és új feltételek között integrálódott a világpiac fejlett részébe, döntően csak az új forrásokkal számolt, és nem törődött az új kihívásokkal és a közös felelősséggel a szervezet jövőjéért és hatékonyságának erősítéséért a globális versenyben. Ezzel a későbbiekben is nagyobb mértékben járult hozzá a szervezet problémáinak növeléséhez, mint azok megoldásához.

Az EU a világválság előtti évtizedben is több, létét fenyegető válságot élt át: a nagy globális pénzügyi és gazdasági válságot, az euróválságot, a migrációs válságot, majd a Brexitet is. A Covid-válság ismét alapjaiban rázta meg az EU-t. Jelentős belső feszültségeket hozott felszínre, és bővített tovább. Vannak azonban közös európai érdekek, amelyek a tagállamok érdekviszonyai közös nevezőjének tekinthetők. Az EU tagjai, a világ más államaihoz hasonlóan érdekeltek a globális béke és biztonság erősítésében, a nemzetközi jogra és különösen az emberi jogokra épülő világrend fenntartásában. Közös a fenntartható fejlődés három tartóoszlopának, a gazdaságnak, a társadalminak és a környezetnek erősítésével

kapcsolatos érdekek is. Az Unió valamennyi állama érdekelt abban, hogy megakadályozza bármely külső hatalom törekvéseit olyan függőségi viszonyok megteremtésére, amelyek veszélyesek működőképessége és jövője szempontjából, és természetesen abban is, hogy elkerüljék, illetve, hogy kivédjék a térség ellen irányuló katonai támadást, és megakadályozzák a terrorista akciókat. Lényeges közös érdek az energia- és nyersanyagellátás biztonsága, a térségen kívüli államokkal és a külső piacokkal való kapcsolatok fenntartásához szükséges tengeri, légi, kibernetikai és más kommunikációs rendszerek nyitva tartása. Közös érdek az EU államai által elfogadott közös értékek biztosíthatósága is. Ezek a közös érdekek alapjai lehetnek, de az EU belső államai közötti ellentétek miatt valószínűleg nem lesznek elegendők egy új, hosszú távú, közös geopolitikai és geoökonómiai stratégia számára. A következő években az EU kisebb tagjainak többsége nemcsak az EU támogatási programjaitól marad függő, hanem az integrációs szervezet globális jövőjétől is a több központú, vezető hatalmak, kisebb-nagyobb államok és különböző regionális szervezetek versengő és kaotikus világában. Az Európai Unió különösen döntő tényező marad a világgazdaságban meghatározóvá vált globalizációhoz vezető folyamatokban és intézményrendszerben. Jövője nagymértékben függ az államokat különböző mértékben és eszközökkel összekapcsoló áruk, szolgáltatások, pénz, tőke, technika, információk, emberek és eszmék (kultúrák) nemzetközi áramlásainak szabadságától, illetve az esetleges új korlátoktól.

A TECHNOGAZDASÁG ÉS A GLOBALIZÁCIÓ FOLYAMATAI A HUSZONEGYEDIK SZÁZADBAN

A technogazdaság fogalmát a technikai és gazdasági folyamatok ötvöződéseként értelmezem. Rendszere az új tudományos és technikai forradalom és a gazdasági globalizáció folyamatainak korában integrálja azokat a társadalmi, gazdasági, tudományos és technikai követelményeket, gyakorlati célokat és folyamatokat, amelyek a „tudásgazdasággal”, az „innovációs-termelési rendszerekkel”², a „zöld gazdasági növekedéssel” kapcsolatban fogalmazódtak meg.

A technogazdaságban az ipari és információs forradalom jelenlegi szakaszában a technikai fejlődés tényezői között a globalizáció jövőjét legnagyobb mértékben a digitalizálás határozza meg. A digitális globalizáció lényegének az információs és kommunikációs technika eszközeinek alkalmazását tartom a hatalmas

² Ez utóbbit Christopher Freeman angol tudománytörténész hat alrendszer összefonódott hálózataként jellemezte: A politikai alrendszer, a maga döntési hierarchiájával: törvényhozás, kormányzat s ennek szakosított intézményei. Az oktatási rendszer és különösen a felsőoktatás, a doktori és posztdoktori képzés. A kutatóintézetek rendszere, állami és magán kutatóintézetek, egyetemi kutatóhelyek. A közvetítő hálózatok, tervező és konzultáns intézmények. A vállalati rendszer, nagy és kis vállalatok, kutatócégek. A támogató hálózatok, szabadalmi és szabványügyi hivatalok, bankok, kockázati tőkealapok stb. (Freeman, 1988).

tömegűre bővült és különböző célokat szolgáló adatok és információk kezelésében, továbbításában, tárolásában és felhasználásában.³ A digitalizált globalizáció hatalmas változásokat eredményezett már az eddigiekben is. Különböző méretű és különböző funkciók ellátására lehetőségeket biztosító platformok kialakulását tette lehetővé a folyamatok megfigyelésére, ellenőrzésére, modellezésére, az információk tárolására, az ellátási, logisztikai folyamatok szabályozására globális ellátási és értékláncok működésére.

A technogazdasági rendszerben az értéktermelő gazdasági tevékenységek platformjai között háromnak különlegesen nagy szerepe van. Az első a kutató-termelő és szolgáltató tevékenységek platformja, mely a gazdaságok számára az adott korszakban élenjáró technikát, eszközöket, gépeket, berendezéseket állítja elő, és a működésükhöz szükséges szolgáltatásokat biztosítja, a második a lakossági fogyasztást kiszolgáló termelő és szolgáltató tevékenységeket foglalja magában, beleértve a nagy- és kiskereskedelmet, amely a lakossági fogyasztásba kerülő csúcstechnika terjedése szempontjából döntő szerepet játszik. Ez a platform kihat az alapvető emberi szükségletek kielégíthetőségének szerepére, az élet minőségére, az erőforrások takarékos felhasználására, a szennyeződés és a hulladékok csökkentésére. A harmadik platform a szélesen értelmezett technogazdasági infrastruktúra, a kutató és fejlesztő tevékenységek, az energiaellátás, a szállítás, az információs rendszerek és a pénzügyi szolgáltatások hálózata. Ezek döntő fontosságúak a gazdaság egészének működésében, az új technika alkalmazásában és közvetítésében és az ellátási és értékláncokban is. Ez szolgál platformként a kommunikációs rendszerek, számítási felhő (tárfelhő) és a mesterséges intelligencia, robotok terjesztése számára, különböző bonyolult kibernetikai tevékenységek távérzékeléséhez és távvezérléséhez.

A globalizáció lényegében az államok nemzetköziesedésének magasabb szintje. Folyamatai és következményei azonban új feltételrendszereket alakítanak ki. Korlátozzák az államok szerepét, lehetőségeit, és kihatnak a nemzetközi rendszer működésére is. A globalizáció folyamataiban a korábbiaknál még fontosabb figyelembe venni azt, hogy a nemzetköziesedés jellegét és következményeit tekintve kétirányú. Az egyik a kifelé irányuló nemzetköziesedés, amely államok, vállalatok és más intézmények nemzeti határaikon túllépő törekvéseivel, terjeszkedésével jellemezhető. Ennek jelentősége végigvonul az elmúlt évszázadok történelmén. A másik irány, a befelé irányuló nemzetköziesedés, magában foglalja más államok terjeszkedésének vagy vállalatok piac vagy tőkebefektetést kereső stratégiájának következményeit vagy nemzeti vállalkozók tudatos stratégiáját külső erőforrások bevonására. Ezzel az iránnyal kapcsolatos az államok bizton-

³ A hatalmasra bővült adattömeg csupán 2010–2018 között egyedül Kínában évi 49,9%-kal, a világ többi részén 37%-kal nőtt. 2019 és 2025 között a globális adatforgalom becslések szerint 33 zettabyte-ról 175 zettabyte-ra nő (1 zettabyte = 10^{21} byte) (Reinsel, 2018, 3.).

ságukat, piacukat, innovációikat, szabadalmaikat, védjegyeiket vagy szakembereiket védő politikája. A nemzetköziesedés mindkét iránya növeli az államok függőséget a pénz, a tőke, az áruk, a szolgáltatások és az emberek nemzetközi áramlásaitól és az ezeket meghatározó politikai és jogi feltételektől.

A nemzetköziesedés sajátos területe a tudományos és technikai fejlődés rendszere, amely végső soron a különböző térségekben vagy országokban működő tudósok szellemi képességeinek, felfedezései elterjedésének és technikai egymásra hatásának, egymásra épülésének eredménye. Egyidejűleg érvényesül benne a nemzetköziesedés két iránya. A hidegháború sem tudta a tudományt államhatárok közé szorítani. A kapcsolatok a szemben álló tömbök tudósai között sokkal nagyobb mértékben maradtak fenn, mint más területeken. A tudományos vívmányok hasznosításában sem sikerült teljesen elszigetelni egymástól a két tömb államait, vállalatait és intézményeit. A következő évtizedben a világgazdasági fejlődés jelentős mértékben függ az államok technogazdaságában a határtechnikák alkalmazásának képességeitől és interaktív hálózataitól. Az ENSZ Kereskedelmi és Fejlesztési Konferenciája (UNCTAD) a világ 188 államában elemezte és hasonlította össze az államok felkészültségét a határtechnikák alkalmazására információs technikájuk, képzettségi szintjeik, kutató és fejlesztő teljesítményük, iparuk fejlettsége és az elérhető finanszírozási források alapján (UNCTAD, 2021). E mutatók szerint a legjobban felkészült országok az USA, Kína, Svájc, az Egyesült Királyság, Szingapúr és Dél-Korea. Ausztria a 23., Magyarország a 37. a rangsorban. Magyarország ennél hátrább van határtechnikában (43.), a képzettségi szintben (és a K+F-ben: 48.) és különösen a finanszírozási forrásokban (99.). Jobban áll a rangsorban viszont az információs technikában (27.) és az ipari képességekben (19.).

A globalizációs folyamatot évszázadunk elején még sokan tekintették visszafordíthatatlannak. Az elmúlt évtizedben azonban egyre több olyan álláspont fogalmazódott meg arról, hogy a nacionalizmus, a populizmus, a trumpista „America First”, a BREXIT a globalizáció alkonyát és a multilaterális rendszer bukását jelzik, és megkezdődött a világfejlődés „deglobalizálódása”. Természetesen semmi sem örök a történelemben. Minden folyamatban voltak és lesznek különböző irányú változások. Jelenleg a világfejlődés lényeges területein a globalizálódás folytatódása, másutt a folyamat megtorpanása, sőt visszaesése jellemző. Ez azonban nem jelent „általános deglobalizálódást”.

A globalizáció jövőjének alakulása a társadalmak jövője szempontjából is jelentős. A 21. században a kapitalizmus globális rendszerének működőképessége és jövője is jelentős mértékben függ a globalizációs folyamat jövőjétől.

A múltban háborúk, gazdasági és pénzügyi válságok, forradalmak játszottak jelentős szerepet az államok nemzetköziesedésének megtorpanásában, visszafejlődésében, és a világgazdaság különböző versengő blokkokra történt szétesésében. A 21. század harmadik évtizedében a gazdasági és technikai háborúhoz

közel álló viszonyok kialakulása az USA és Kína között, az állambiztonsági érdekek az orosz–amerikai és a kínai–amerikai viszonyban a geopolitika oldaláról okozhatnak jelentős töréseket vagy tartós zavarokat. Ezek ismét két globális tudományos és technikai, valamint gazdasági csoportosulás kialakulását eredményezhetik. Kereteik között létrejöhetnek egy regionális gazdasági hatalom körül kialakuló integrációs szervezetek is. A geopolitikai viszonyok további romlása és a feszültségek növekedése a multilaterális szervezetek és a gazdasági együttműködést elősegítő közös szabályok részleges vagy teljes likvidálását is eredményezhetik.

Az elmúlt években a geopolitikai tényezőkön túl, makro- és mikroszintű, technikai, gazdasági és pénzügyi folyamatok is szerepet játszottak abban, hogy egyes területeken megtorpant és erős ellenhatásokkal, ellentétes állami és vállalati érdekekkel került szembe a globalizáció folyamata. Nőtt, és valószínűleg tovább bővül a hazai bázisú és szervezeti ellátási láncok szerepe. Tartósan ígérkezik a termelés energia-, nyersanyag- vagy alkatrészimport igénye csökkenésének tendenciája. A digitalizálás és a robotok terjedése nyomán folytatódik egyes hagyományos ipari és szolgáltató tevékenységek átalakulása és megszűnése, és a nemzetközi munkamegosztás átalakulása, egyebek között az alacsony bérű országok előnyeinek csökkenése miatt, amelyek egész iparágak „kitelepitését” eredményezték. A helyi termelésből biztosított fogyasztás sok fejlődő államban, különösen Kínában, Indiában és Latin Amerikában jelentősen emelkedett, s csökkent az import fontossága. Biztonsági okokból vagy a költségek és az időtényező hatására ártértékelődik a földrajzi távolság szerepe is.

A változások számos területen hatnak a nemzetközi pénzügyi rendszerre is, amely az elmúlt évtizedekben a világ gazdaság más területeinél nagyobb mértékben globalizálódott, s szolgáltatásai nagymértékben univerzalizálódtak. Tekintettel a pénzügyi szolgáltatások igen széles skálájára és arra, hogy az egyes országok pénzügyei különböző irányokból nemzetköziesednek, a rendszer továbbra is rendkívül differenciált, s a kapcsolatok az államok pénzügyi és intézményei között sokkal kiterjedtebbek, mint ahogy ez a közhiedelemben él. A pénzügyi rendszer nemzetközi folyamatai nemcsak a világ gazdaság fejlődésében maradnak továbbra is meghatározó fontosságúak⁴, hozzájárulhatnak a reálgazdaság

⁴ A 2010-es évek második felében harminckilenc ország valutájával folytatott nemzetközi pénzkereskedelem napi összege hatezer milliárd dollárnak felelt meg. Ez a világ évi nyolcvan-ezer milliárd dollárra becsült bruttó termékének több mint 8%-a volt. A globális adósságállomány 2020-ban 250 ezer milliárd dollár volt, az éves GDP több mint 300%-a. Az államok adósságállománya megközelítette az éves világtermék értékét. Az értékpapírpiacon évi forgalma a világ éves bruttó termékének közel 50%-át tette ki 2019-ben. A világ államaiban külföldi tulajdonban lévő tőkeállomány értéke 32 277 ezer milliárd dollár volt 2018-ban. Az évi külföldre áramló tőkebefektetések összege 1300 milliárd dollárt tett ki. A külföldi tulajdonban lévő vállalatok tőkéjének nagysága 110 000 milliárd dollár volt.

összeomlásához is. A 2008-ban kibontakozott és egyes következményeit tekintve néhány területen továbbra is tartó globális pénzügyi válság ennek fontos bizonyítéka volt.

A Covid19 és a globális megaválság különböző következményeinek kezelése, ennek sikerei vagy kudarcai nemcsak a kormányokat, hanem a különböző társadalmakat is mérlegre helyezték, a rendszer, a kormányzás és az intézmények „vizsgáját” is jelentik. Teljes és végleges érdemi, nemzetközileg is összehasonlítható objektív információk következményeiről és a különböző globális és nemzeti intézkedések hatékonyságáról, ezek eredményeiről valószínűleg azért is csak évek múlva állnak majd rendelkezésre értékelhető adatok, mert a világegészségügy sajátos önálló terület, de szorosan kötődik más rövid és hosszú távú gazdasági és társadalmi folyamatokhoz. Rövid távon legnyilvánvalóbbak az emberi életben bekövetkezett nagy veszteségek, az esetleg tartósan fennmaradó egészségromlás, a termelés kiesés, az elmaradt beruházások következményei. A járvány gazdasági következményeinek kezelésében kialakult olyan munkaerőpiaci eszközök, mint például a távmunka, a távoktatás és az elektronikus kereskedelem terjedése, amelyek sok országban segítették a teljes összeomlás elkerülését, valószínűleg tartóssá válnak egyes területeken, például a gazdaságban, az állami adminisztrációban vagy az oktatásban és a kereskedelemben. Nem elhanyagolható ezek hatása sem a társadalmi kapcsolatokra, sem a társadalom-lélektanra. A Covid-dal kapcsolatos valószínű költségeket és veszteségeket globális összesítésben, beleértve az állami és nemzetközi egészségügyi ráfordításokat, az állami szociális támogatást, az elmaradt beruházások következményeit, különböző szakértők dollárban kifejezve nyolcezer, illetve húszezer milliárd dollárra becsülik. Ez a jelenlegi világtermék értéke 10–25 százalékának felel meg, és természetesen tovább növekedhet. Az államok hosszú ideig küszködni fognak annak a hatalmas adósnak a terheivel, amelyet a Covid19 okozott.

Sajátos következménye lett a világjárványnak a közgondolkodásban. Ismét megfogalmazódott az alapvető globális történelmi sorkérdés: vajon nem érkezett-e el az elmúlt évezredek során többször is megjósolt világvége?⁵ A természeti katasztrófák lehetséges következményei mellett – mint ismeretes – az emberiség történetében először a 20. században vált képessé arra, hogy általa fejlesztett eszközökkel véges időn belül elpusztítsa önmagát. A tudomány a természeti katasztrófák mellett két potenciális és bizonyítottan hatékony pusztító eszközt teremtett. Ezek között a globális nukleáris háború lehetséges következményei szerepeltek első helyen. Egy másik, lassabban ható potenciális veszély

⁵ Az Oxfordi Egyetem „Az emberiség jövője” kutatóintézetének egyik vezető munkatársa érdekes új könyvet írt erről. A történelem nagy világjárványait tanulmányozva arra a következtetésre jutott, hogy igen kicsi a valószínűsége annak, hogy természeti eredetű világjárvány kipusztítja az emberiséget (Ord, 2021).

alakult ki a biológia, különösen a mikrobiológia rendkívül gyors fejlődése és a biológiai hadviselés eszközeit fejlesztő tevékenységek nyomán. Lehetőséggé vált új gyilkos mikroorganizmusok előállítása vagy régen kihaltak tekintettek újjáélesztése, sokkal pusztítóbb következményekkel. Megjelentek a biológiai terrorizmus veszélyei is.⁶ Az önpusztítás lassúbb, felelőseinek és folyamatainak nehezebben nyomon követhető és bonyolultabb eszköze egyébként a biológiai életfeltételek ellehetetlenítése a bolygón. Ennek következményei lehetnek tulajdonképpen a világjárványok is.

Az évszázad első világjárványa és következményeinek kezelése világosabbá tették, azonban azt is, hogy az államok és a nemzetközi szervezeteik nem tehetetlenek. Minden korábbinál nagyobb tömegű tudás halmozódott fel az élővilágról, a természetről, a technikáról és a társadalmak működéséről. Sokkal kevésbé, eltérő mértékben, ágazati és területi eloszlásban javultak a képességek ezek hasznosítására az emberiség közös problémáinak kezelésében. Ennek okai között világosabbá váltak olyan korlátok is, mint az államok és társadalmak megosztottsága, vezetőik szűklátókörűsége, felelőtlensége, a nemzetközi szolidaritás gyengeségei és hiányai. Ezek az államok versenyképességét is kedvezőtlenül befolyásolják.

A globalizáció új szakaszának kibontakozását és jövőjét formáló tényezők szerepét a stratégiai menedzsment szótárából kölcsönvett 'hiperverzeny' (Stacey, 2015) fogalom bevezetésével és kiterjesztésével jellemeztem, és a technogazdaság többszintű és sokdimenziós „rendezőerejének” tekintem. A „hiper” jelző a verseny globális jellegét, résztvevőinek, folyamatainak és tényezőinek állandó bővülését és számottevően megnövekedett intenzitását jelenti. A vállalatok például arra kényszerülnek, hogy folyamatosan változtassák stratégiájukat a piac szerkezeti változása és dinamikája szerint. Az államok közötti viszonyokban szükségessé teheti a legszélsőségesebben agresszív eszközök alkalmazását is versenytársaikkal szemben. A résztvevők között nemcsak versenyképességükben vannak hatalmas különbségek, hanem szerepükben a különböző szabályok és feltételek meghatározásában, a szankcionálásban és a képességekben ezek kivédésére is. A hiperverzeny eszközei és következményei a többpólusúvá, feszültebbé vált nemzetközi rendszerben hozzájárulhatnak a szétesést, a dezintegrációt eredményező tényezők erősödéséhez, illiberális törekvésekhez a politikában és a gazdaságban, a külső versenytől való védelem vagy biztonság növelése a hatalmon lévő gazdasági vagy politikai elit érdekében. Ösztönöznek azonban különböző integrációs törekvéseket is. A verseny schumpeteri fogalma szerint, a hiperverzenynek lehetnek alkotó és romboló következményei is.

⁶ Japánban például olyan terrorista szervezet működött, amelyik célul tűzte ki az egész emberiség kiirtását, és Tokióban el is kezdte ez irányú tevékenységét.

Az államok szintjén a globális hiperverseny folyamatai kiterjednek az államok gazdasági teljesítményére⁷, politikájára és intézményeire is. Ez utóbbival kapcsolatban a következő évtizedekben elsősorban azok az országok számíthatnak tartós felemelkedésre, amelyek meg tudják teremteni és képesek fenntartani a demokratikus kormányzáshoz szükséges társadalmi kohéziót, a globalizált rendszerben még nagyobb mértékben szükséges szakértelmet, a szükséges nemzeti gazdasági és szellemi kapacitást állandóan fejleszteni képes intézményrendszert. Erkölcsi és politikai eszközeikkel biztosítani tudják, hogy kormányzásuk gyakorlatában ne szűk gazdasági vagy ideológiai csoportérdekeket szolgáljanak, gyakorlatiasan és racionálisan értékeljék geopolitikai és geoökonómiai helyzetüket és feladataikat. A jövőbeni lehetőségeikről ne kergessenek illúziókat! A versenyképesség fontos eszköze a helyesen megválasztott cél- és eszközrendszer, az intézmények képessége a megváltozott viszonyok esetében a racionális nemzetközi alkalmazkodásra, rugalmas politikaváltásra, figyelembe véve a kölcsönös függőségi viszonyok alapján a kölcsönös érdekeket és értékeket is. Magyarország számára például különösen fontos kérdés Európa jövőjének alakulása és az Európai Unió további sorsa. Igen kedvezőtlen következményei lennének az EU gyengülésének, felbomlásának, a visszatérésnek egy olyan Európához, ahonnan az elmúlt évszázadban két világháború indult ki.

Fontos tanulságként kell szolgálnia Magyarország számára is, hogy az elmúlt évtizedekben a versenyben sok ország süllyedt mélyebbre, vagy vált „kudarcállammá”. Sem populista jelszavak, sem irreális feltételezések nem kódósíthatják el azt a fontos tanulságot, hogy egy ország elszigetelten, „szuverén módon”, hibás döntésekkel mindig is képes lehet arra, hogy lejjebb csússzon, tartósan előrejutni általában, de különösen a 21. század feltételei között, csak a nemzetközi együttműködés feltételrendszerében lehet, amelyért viszont minden államnak vállalnia kell a felelőséget.

A tanulmány elején említett, az ENSZ-ben előlegezett 'cselekvések évtizede' fogalom alapján a cselekvések következményeinek összesített és összehasonlító értékelése érdekes és fontos feladata lehet majd a történészeknek 2030 után. Az évtized

⁷ Az amerikai kormány egyik bizottságának dokumentuma jó néhány évvel ezelőtt a következőképpen fogalmazta meg egy ország nemzetközi gazdasági versenyképességének fő ismérveit: „Egy nemzet versenyképessége azt a fokot jelenti, amelyen szabad és normális piaci feltételek mellett képes a nemzetközi piacok által elfogadott termékek előállítására és ezzel egyidejűleg állampolgárai reáljövedelmének növelésére. A versenyképesség nemzeti szinten a magasabb termelékenységre és a gazdaság azon képességére épül, hogy a termelést a magasabb termelékenységgű területeken fejlessze, amelyek magasabb reálbért tudnak biztosítani. A versenyképesség következményei az emelkedő életszínvonal, a munkalehetőségek bővülése és a nemzet jobb képessége nemzetközi kötelezettségeinek teljesítésére. Ez tehát nem csak azt jelenti, hogy egy ország képes exportálni és egyensúlyban tudja tartani kereskedelmi mérlegét.” (President's Commission on Industrial Competitiveness, 1985, 1.)

kezdeteinek viszonyai és folyamatai alapján a tudomány számára lényeges feladat azonban a várható kockázati tényezők felvázolása. A különböző kutatóintézetek, nemzetközi szervezetek, nagyvállalatok és állami intézmények nagyszámú „előretekintő” elemzéseinek összehasonlító értékelésénél figyelembe kell venni forrásaik esetleges politikai vagy gazdasági céljait, ideológiai és politikai irányzatait és tudományos érveit. Ritkán vannak le következtetéseket abból, hogy korábbi elemzéseikből mi bizonyult helyesnek vagy tévesnek. Annak megvilágítása is ritka, hogy például a globális kockázati tényezők közül melyek kezelésére és milyen mértékben vannak felkészülve az egyes államok vagy együttműködési szervezeteik.

A globális, vagyis az emberiség többségét fenyegető és a jelenlegi viszonyokból is valószínűsíthető tényezők között első helyen szerepelnek a geopolitikai kockázatok és mindenekelőtt a tömegpusztító fegyverekkel vívott különböző méretű háborúk Európában, Ázsiában vagy a Közel-Keleten. A geopolitikai kockázati kategóriában szerepelnek olyan tényezők is, mint valamelyik jelenlegi világhatalom vagy jelentős állam összeomlása belpolitikai feszültségei, egy esetleges polgárháború nyomán vagy külső tényezők hatására, a nemzetközi gazdasági viszonyok működésképtelenségét eredményező multilaterális együttműködés felszámolása. Sajátos „önálló”, bővülő és egyre kiszámíthatatlanabb kockázati tényezőként fogalmazódik meg a kiberháború, amely összekapcsolódhat a nemzetközi terrorizmussal is. Geopolitikai kockázatkezelésben az államok olyan felkészülése, mint a fegyverkezési verseny, inkább növeli, semmint csökkenti a kockázatot. Ezt jelzi a globális atomórát kezelő tudósok véleménye is, a mutató közelítésével a 12-es számhoz, amely a globális katasztrófát jelzi.

A geoökológiai kockázatok többsége „planetáris” jellegű. Azoknak a személyeknek, akik ennek az évtizednek a végén, vagyis 2030-ban a Föld lakói lesznek, nemcsak több mint 8,5 milliárd, közel kétszáz államban élő embertársukkal és a következő nemzedékeikkel, hanem más élőlényekkel is meg kell osztaniuk bolygónk levegőjét, vizeit és létfontosságú területeit. Az osztozkodásban részt vevők között mindig is voltak együttműködők, normálisan együtt élők, egymással is versengő „természetes ellenségek”, paraziták és ragadozók. Az ember ebben az osztozkodásban különleges szerepet játszik. Egyedül az ember töltheti be a jövőben is a planetáris menedzser szerepét. Tapasztalatai, tudása és eszközei révén kezelni tudja a geoökológiai kockázatok fontos forrásait. Képességeit bizonyítja a Covid19-cel kapcsolatos és a múltbeli járványok kezelésével összehasonlítva viszonylag gyors és remélhetőleg eredményesnek bizonyuló reagálása is. A geoökológiai kockázatok kezelésében különösen fontosak lennének a társadalmi igazságosságot, a gazdasági hatékonyságot és a környezeti fenntarthatóságot összehangolni képes közös akciók. Az államok megosztottsága, különböző államok totális győzelemre törekvő vezetőinek felelőtlen korlátoltsága, önző érdekeikre épült politikájának lehetséges következményei különösen károsak, mert veszélyeztetik a bioszféra fennmaradását, és ártanak saját országuknak is.

IRODALOM

- Biden, J. (2021): *President R. J. Biden Jr. Interim National Security Policy Guidance*. White House, March 2021.
- Freeman, C. – Perez, C. (1988): *Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behavior*. London: Francis Pinter, <http://www.carlotaperez.org/pubs?s=tf&l=en&a=structuralcrisesofadjustment>
- Haass, R. (2017): *A World in Disarray: American Foreign Policy and the Crisis of the Old Order*. New York: Penguin Random House
- Heath, T. R. – Grossman, D. – Clark, A. (2021): *China's Quest for Global Primacy. RAND Research Report*. RAND Corporation
- Hszi, Cs. (2021): *Xi Jinping beszéde a Kommunista Párt századik évfordulóján*. Xinhua News Agency, 2021. július 1. angolul: http://www.xinhuanet.com/english/special/2021-07/01/c_1310038244.htm
- John Paul II (1991): *Proclaiming Justice and Peace. Papal Documents from Rerum Novarum through Centesimus Annus*. Mystic, CT: Twenty Third Publications, 19., 24. magyarul: https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/hu/encyclicals/documents/hf_jp-ii_enc_01051991_centesimus-annus.html
- Kagan, R. (2018): *The Jungle Grows Back: America and Our Imperiled World*. New York: Penguin Random House
- NATO (2021): *NATO Brussels Summit Communiqué*. Press Release 086. Issued on 14 Jun. 2021. https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_185000.htm
- Office of the Secretary of Defence: *Military and Security Developments Involving the Peoples Republic of China. Annual Report to the Congress*. 2020. <https://media.defense.gov/2020/Sep/01/2002488689/-1/-1/1/2020-DOD-CHINA-MILITARY-POWER-REPORT-FINAL.PDF>
- Ord, T. (2021): *The Precipice: Existential Risk and the Future of Humanity*. Hachette
- President's Commission on Industrial Competitiveness (1985): *The Report*. Vol. 3. Washington DC: GPO
- Путин, В. (2021): *Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400 „О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации”*. (87.) Москва, Кремль: 35.
- Reinsel, D. – Gantz, J. – Rydning, J. (2018): *Data Age 2025. The Digitization of the World From Edge to Core. An IDC White Paper*. <https://resources.moredirect.com/white-papers/idc-report-the-digitization-of-the-world-from-edge-to-core>
- Simai M. (1994): *The Future of Global Governance. Managing Risk and Change in the International System*. Washington DC: USIP Press
- Simai M. (2006): *Magányos békebíró vagy hegemonia világhatalom*. Budapest: Aula Kiadó
- Stacey, R. D. (2015): *Strategic Management and Organisational Dynamics*. Pearson Education Ltd., UK
- UNCTAD (2021): *Technology and Innovation Report 2021*. Anex A, B. Geneva: United Nations, https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020_en.pdf

URL1: www.un.org/sustainabledevelopment/decade-of-action/

COVID19: VÍRUS, VÁLASZ, VÉDETTSÉG, VAKCINA

COVID-19: VIRUS, VIRAL HOST RESPONSE, VIRAL IMMUNITY, VACCINE

Szekanecz Zoltán¹, Erdei Anna², Falus András³

¹egyetemi tanár, Debreceni Egyetem Általános Orvostudományi Kar Belgyógyászati Intézet Reumatológiai Tanszék, Debrecen
szekanecz.zoltan@med.unideb.hu

²egyetemi tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem Immunológiai Tanszék, Budapest
anna8erdei@gmail.com

³egyetemi tanár, professor emeritus
Semmelweis Egyetem Általános Orvostudományi Kar Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest
afalus@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

A koronavírusok közé tartozó SARS-CoV-2-vírus 2020 februárjától világjárványt okozott. A pandémia a jelen generációk számára sosem látott nagy virulenciájával, az okozott járvány immár negyedik hullámával, a betegség elhúzódó, ún. poszt-Covid-jellegzetességeivel, mortalitásával az egész emberiség egészségügyi drámáját és mindenkit váratlanul érő szociális válságát okozta. Sajnos semmi nem utal arra, hogy a sorban jelentkező variánsok gyengülneek klinikai hatásukat illetően. Ma közel 250 millió fertőzöttről és több mint 5 millió halálos áldozatról tudunk a nemzetközileg naponta frissített internetes webhelyeket felkeresve (URL1, URL2). Magyarországon eddig 940 ezer feletti fertőzöttet és több mint 31 800 elhunytat tartanak számon (URL3). A cikk röviden a vírus molekuláris sajátosságaival, mutációival, a variánsok adaptációs sajátosságaival foglalkozik. A közlemény ezt követően kitér a védőoltásokra, illetve a fertőzés és a Covid19 klinikai jelenségeire is.

ABSTRACT

Since February 2020, the SARS-CoV-2-virus, a recently appearing member of the coronavirus family has evoked a serious global epidemic. The pandemic, with its huge virulence unexperienced before present two or three generations, evoked already the fourth wave of the epidemic, aggravated with the post-COVID syndrome and high mortality. This all caused the health drama of the whole of mankind and an even unpredictable social challenge. Unfortunately, there is no indication that the serial appearance of virus variants would be weakened in terms of their clinical impact. To date, as of November 2021 nearly 250 million cases and more than to 5 million fatalities have been confirmed based on internationally updated Internet Web sites (URL1, URL2). There are almost 940 000 infected and over 31 800 deaths in Hungary (URL3). This article briefly describes the molecular features of the virus, characteristic immune responses in COVID-19, the mutations of the spike protein, and the adaptation advantages of the current variants. The report attempts to uncover the recent availability and major developmental strategies of vaccines fighting against COVID-19.

Kulcsszavak: koronavírus, Covid19, védőoltás, klinikum

Keywords: coronavirus, COVID-19, vaccine, clinics

A KORONAVÍRUSOK NÉPES CSALÁDJÁ

A légzőszervi megbetegedéseket okozó koronavírusok népes családját több mint hatvan éve írták le, köztük számos, lényegében enyhe tüneteket okozó náthavírust ismerünk, amelyek genetikai klaszteranalízisek alapján szoros genetikai rokonságban állnak egymással. A koronavírusok közé tartozik az ezredforduló után megjelent SARS-CoV-1 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-1), illetve a Közel-Keleten dúló MERS (Middle-East Respiratory Syndrome) hátterében lévő vírus is, mely bár súlyos betegséget okozott, nem terjedt el. A súlyos heveny légzőszervi tünetegyüttest kiváltó koronavírus újabb változatának (SARS-CoV-2) megjelenéséről az emberiség a 2019. év végén a vuhani élőálat-piacon kitört járvány kapcsán szerzett tudomást. Az általa okozott betegséget nevezzük Covid19-nek, vagy csak egyszerűen Covidnak (koronavírus által kiváltott betegség), melynek akut, kezdeti szakasza elsősorban az alsó légutakat érintette heveny, fulladást okozó tüdőgyulladás formájában (Azkur et al., 2020).

ZOONÓZIS

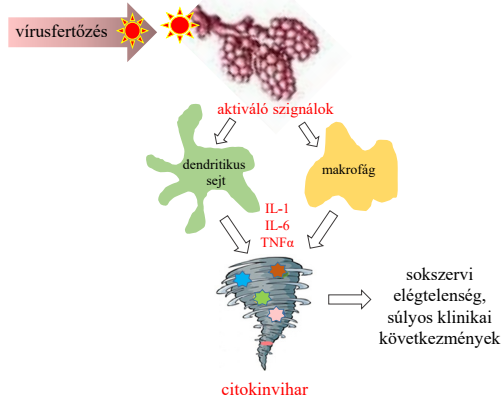
A SARS-CoV-2-vírus zoonózással, azaz állatról terjedt át emberre. A vírus patogenitásának súlyosságát érintően több köztes gazdát is leírtak, de a Covid19-világjárvány egyértelműen a denevérekkel, illetve a Kínában élelmiszerként is népszerű tobzoskával (pangolin) függ össze.

IMMUNVÁLASZ A SARS-COV-2-VÍRUSFERTŐZÉSRE

A SARS-CoV-2-vírus általi fertőzés az emberek kb. 80%-ában egyáltalán nem okoz tüneteket vagy csak gyengéket, míg 15%-ában súlyossá válik, és kevesebb mint 5% esetében alakul ki az életet veszélyeztető akut légúti distressz szindróma (ARDS).

A vírusfertőzést követően először a veseszületett immunrendszer aktiválódik, melynek során gyulladáskeltő molekulák, ún. *citokinek* (IL-1, IL-6, TNF α) szabadulnak fel makrofágokból és dendritikus sejtekből. A súlyos eseteket, az ARDS kialakulását és a sokszervi elégtelenséget ezek a túlzott mennyiségben hirtelen felszabaduló kis molekulák okozzák, az ilyenkor kialakuló *citokinvihar* hatására (1. ábra).

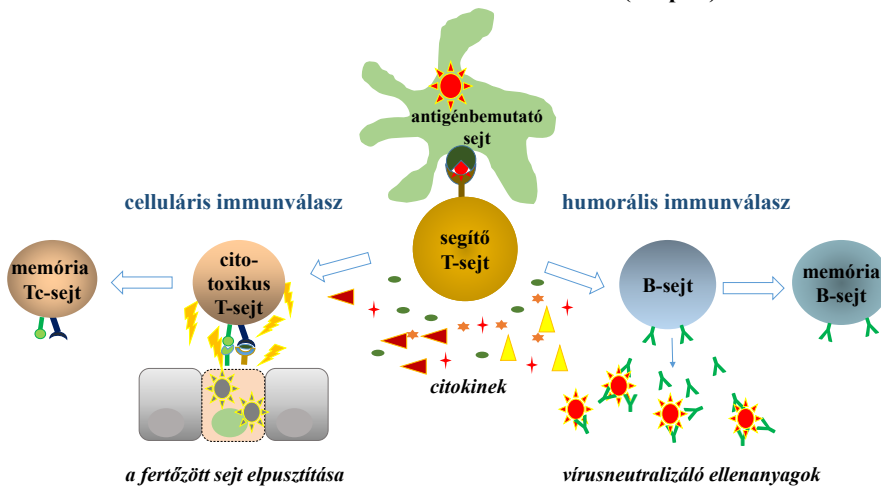
A SARS-CoV-2-vírus hatására kialakuló túlzott veleszületett immunitás



1. ábra. A Covid19-fertőzés kezdetén elsősorban a veleszületett immunválasz (citokinvihar) erősödik, ami súlyos állapot kialakulását okozhatja¹

Ugyanekkor a dendritikus sejtek, mint a leghatékonyabb antigénbemutató sejtek, aktiválják az adaptív immunrendszer karmestereit, a segítő T-sejteket, aminek eredményeként kialakulnak a vírussal fertőzött sejtek elpusztítására képes citotoxikus T-sejtek és az ellenanyagtermelő B-sejtek (2. ábra).

A SARS-CoV-2-vírus hatására kialakuló szerzett (adaptív) immunitás



2. ábra. A SARS-CoV-2-fertőzéskor kialakuló szerzett immunitás

¹ Minden ábra a szerzők munkája.

A súlyos esetekben a túlzott mértékű veleszületett immunválasz mellett az adaptív immunrendszer, azon belül is elsősorban a citotoxikus T-sejtek számának a csökkenését írták le, és a mai nézetek szerint a Covid19-kórkép legfőbb immunológiai markere a T-sejtes immunválasz-memória sejttségének radikális csökkenése. Ezeket a jelenségeket elsősorban a pandémia első és második hulláma során írták le. Mindezen elképzeléseket döntően összehavarta a később jelentkező poszt-Covid-szindróma (lásd ott) a maga számos alig vagy nehezen értelmezhető komplex jelenségével.

A fertőzés lezajlását a vírusspecifikus ellenanyagok megjelenése jelzi, ami a vakcináció hatásosságának is fontos indikátora. Az IgG és IgM típusú antitestek kimutatása már akár otthon is elvégezhető egy 15 percen belül eredményt adó teszttel, szemben a vírusspecifikus citotoxikus T-sejtek azonosításával, amely egy jóval több időt igénylő, komplex laboratóriumi feltételekhez kötött vizsgálati folyamat.

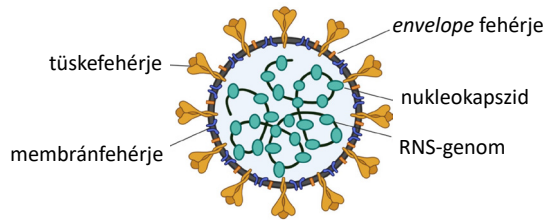
ÉLETKORI ELTÉRÉSEK

A Covid19 első két hulláma során a nagy populáció értékei alapján a kutatók, klinikusok többsége azt vallotta, hogy a citokinvihar mennyiségi és minőségi vonatkozásban is eltér a harminc évnél fiatalabbak és a hatvan évnél idősebbek között, az utóbbiak kárára. Ezt a nézetet cáfolta meg a 4. hullámban érkező és domináló indiai (δ) variáns, mert ez esetben a fiatalok fertőzési és klinikai adatai is hasonló mértékűek, mint az időseké. 2020 során a fertőzés elején a „fiataloknál” inkább az interferon és az interleukin 17 (IL-17), „időseknél” a TNF- α , az IL-1 és az IL-6 proinflammatorikus citokinek termelődése volt megfigyelhető.

A VÍRUS FELÉPÍTÉSE, GENOMJA

A koronavírusok genomja egyszálú ribonukleinsav (RNS), multiplikációjukért az RNS-függő RNS polimeráz enzim felelős (3. ábra). Szemben a vérrel fertőző szerzett immunhiányos betegséget (AIDS) okozó humán immunhiány vírussal (HIV), ahol egy reverz transzkriptáz visszaírja az RNS-t DNS-sé, és ebből újra RNS-transzkripció történik, a koronavírusoknál közvetlen a sokszorozódás, RNS-ből RNS-sé. Ezt az enzimet, az RNS-függő RNS-polimerázt több, már korábban is ismert antivirális szer (remdesivir, favipiravir) is gátolja. Értelemszerűen főleg a fertőzés elején hatásosak, de akkor elég hatékonyan gátolják a Covid-betegséget.

A SARS-CoV-2-vírus felépítése



3. ábra. A SARS-CoV-2-vírus felépítése

RECEPTOR ÉS KORECEPTOROK

A SARS-CoV-2-vírus elsődleges kötőhelye az angiotenzin-konvertáz 2 (ACE2) receptorfehérje, amely nagyon sok sejt membránján megtalálható. A receptor koreceptoraként sikerült azonosítani a neuropilin-1-t is, de a hatásmechanizmust nem ismerjük. A neuropilin-1-t korábban mint a vaszkuláris endoteliális növekedési faktor (VEGF) receptor komplexumának egyik elemét ismertük meg. Több más fehérjéről (például CD147) feltételezik, hogy szerepe van a SARS-CoV-2-vírus megkötésében.

TÜSKEFEHÉRJE (S-FEHÉRJE) ÉS A RECEPTORKÖTŐ DOMÉN (RBD)

A vírus felszínén a névadó „korona” tűskefehérjék (spike protein, S protein) sokasága fordul elő (3. ábra). Az S-fehérje egy trimer molekula, alapegysége 1273 aminosavból áll. Az ACE2-receptorhoz közvetlenül kapcsolódó, ún. „receptorkötő domén” (RBD) 222 aminosavat tartalmaz, az ehhez kötődő antitest (például vakcinával indukált antitest) a vírus kötődését blokkolja. A SARS-CoV-2-vírus receptorkötő doménje nyitott (aktív) és csukott (inaktív) állapotban is lehet. A csukott állapotot egy „lecsapódó” glikán komplexum, mintegy molekuláris pántként biztosítja. A folyamat biológiai „értelme” nem ismert, nem értjük, milyen előnye van a vírus fertőző képességében a zárt, csukott állapotnak. Egyes kutatók evolúciós „emléket” tulajdonítanak a jelenségnek.

MUTÁCIÓK, VARIÁNSOK

A 2020/2021 évek fordulójától rohamosan jelentek meg a vírus mutációi, a brit (α), a dél-afrikai (β) és a brazil (γ) változatok után, e sorok írásakor (2021. október) válik a „negyedik hullám” néven dominánssá az indiai (δ) verzió, de már legalább hat másíkról tudunk, amelyek mintegy a „startvonalon” állva egyes geográfiai

helyeken (például: Fülöp-szigetek, Peru) adják a lehetséges újabb változatok forrását. Az egyes vírusvariánsok megjelenése és „letűnése” ismert evolúciós elveken álló jelenség, egyre hatékonyabb, fertőzőbb és gyorsabban elterjedő mutánsok eredményezik a vírusok terjedésének és patogenitásának fokozódását. Az RBD „beélesítésén” túl a receptorhoz való kötődés erőssége, időtartama is számít a receptorhoz való kötődés versenyében az egyes mutánsok között. Természetesen olyan mutációk is vannak, amelyek előnytelenül vagy neutrálisan érintik a vírusokat, de ezeket klinikai értelemben nem észleljük.

A nagy erővel folyó molekuláris analízisek nyílt hozzáférésű adatbázisokba rögzítik az új mutánsok sokaságát, tehát ezek az ismeretek, technológiák, innovációk követhetők és lényegében szabadon tanulmányozhatók a kutatók számára.

A VÉDŐOLTÁSOK VÉDENEK

Nem túlzás állítani, hogy a korszerű orvoslás egyik legnagyobb sikertörténete a védőoltások kifejlesztése (URL4, URL5). Ennek eredményeképpen a Földről teljességében eradikáltak olyan szörnyű, milliókat elpusztító járványokat okozó patogént, mint a feketehimlő vírusát. Vakcinák (Salk, Sabin) védenek meg a járványos gyermekbénulás (poliomielitisz) életen át tartó súlyos betegségétől és, csak példaképpen kiemelve, a kanyarótól, a mumpsztól, a rózsa- és bárányhimlőtől és az évenként más-más felszíni antigénnel (H: hemagglutinin, N: neuroimidáz) megjelenő influenzától. Egyre több rákellenes védőoltás is létezik, ilyen például a méhnyakrákot, – illetve a terjedés miatt – a here- és péniszrákot, sőt fej-nyakrákokat is okozó emberi papillomavírus (HPV) elleni védőoltás.

Mindezt irányított, aktív immunizációval lehet elérni, azaz úgy, hogy a vakcinációval mesterségesen idézünk elő hosszan tartó, eredményes immunválaszt biztosító immunmemóriát (Pollard et al., 2020). A vakcinákat olyan körülmények között adják, hogy az antigén inger elhúzódó és hosszan tartó legyen. Ezt az immunválaszt fokozó adjuvánsokkal tudjuk elérni.

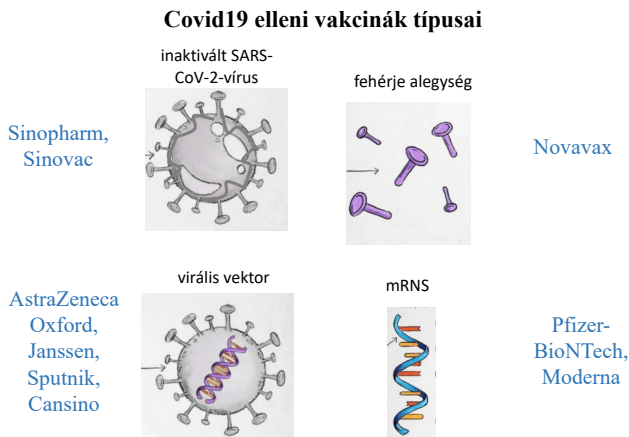
Az immunológia tudománya karöltve a modern biotechnológiával a védőoltások fejlesztésével már 2020 januárjától tevékenyen részt vett a Covid19 elleni nemzetközi küzdelemben. Sajnos, mint oly sok minden a civilizáció gyümölcseiből, a vakcina-hozzáférés logisztikai, gazdasági, sőt, még politikai okokból kifolyólag is világszerte nagyon egyenetlen. Egyértelmű nemzetközi egyetértés tapasztalható abban, hogy csak a vírusellenes védőoltások fogják azt a populációs védettséget biztosítani, amely elejét veszi a további tömeges fertőzéseknek és megbetegedéseknek. E sorok írása idején 22 Covid19 elleni védőoltás került elfogadásra globálisan vagy regionálisan, és a hírügynökségek szerint több mint száz védőoltás van már a klinikai kipróbálás különböző stádiumaiban, közülük

hármát már az európai és amerikai gyógyszer-engedélyezési hatóság (EMA és FDA) is széles körű felhasználásra javasolt (URL4).

E sorok írói nemcsak tévedésnek, hanem súlyos felelőtlenségnek is tartják az oltásellenesség (antivax) minden formáját, mert ez a különböző okokból megjelenő magatartás sokszor demagóg és tényszerűen valótlan propagandája révén megbocsáthatatlan vétek az emberiség egészsége ellen. Ugyanakkor, a teljesen tudománytalan és álhírekből, összeesküvés-elméletekből táplálkozó vakcinaelutasítás okainak elemzése nem ennek a cikknek a feladata.

A SARS-COV-2 ELLENI VAKCINÁK

Ma már, elsősorban a korszerű biotechnológia, informatika és a mesterséges intelligenciák segítségével legalább négyféle vakcinafejlesztési stratégiával próbálkoznak, ezen belül több megoldás is létezik (4. ábra) (URL4, URL6).



4. ábra. A Covid19 megelőzésére használt vakcinák típusai

A leghagyományosabb módszer legyengített, élő vírusokat vagy elölt, tehát fertőzőképtelen víruspartikulákat használ oltóanyagként. Utóbbi eljárást használja a kínai Sinopharm cég. Egy másik út a vírus felszínéről izolált fehérjéket, protein alegységeket (a fertőzésben döntő szerepet játszó tüskefehérjéket) használja az immunizálás során (Novavax). Az ún. „harmadik generációs” eljárás, amikor igazoltan apatogén, replikációra képtelen vírusvektorok (leggyakrabban adenovírusok) genetikai anyagába viszik be a megtermelendő fehérjének megfelelő hírvivő (messenger) RNS-szakaszt (AstraZeneca, Janssen, Szputnyik). A legújabb, „negyedik generációs” eljárás során módosított messenger RNS-t használnak. Az

RN-áz bontóenzimek ellen az uridin helyett pszeudouridint tartalmaz az mRNS. A tudományos mérföldkövet jelentő eljárást Karikó Katalin dolgozta ki. A módosított mRNS-t önmagában egy lipid membrán által határolt nanopartikulába csomagolva juttatják a szervezetbe (Pfizer-BioNTech és Moderna). A gazdaszervezet sejtjei az mRNS-kód alapján szintetizálják a tüskefehérjét. Ezek a sejtek az immunválasz során kiváltják a vírusfehérjékre specifikus, hosszú távú védelmet okozó immunmemóriát.

A jelenleg ismert információk alapján ezek a védőoltások, amelyek már klinikai felhasználásra egyes nemzetközi engedélyező hatóság (EMA, FDA) által elfogadottak, vagy legalább a klinikai 2., átmeneti 2/3 vagy klinikai 3. fázisban vannak. Ismerve a vakcinafejlesztés gyorsuló ütemét, a cikk megjelenéséig e tekintetben az információ valószínűleg frissítésre szorul. Állandó, naponta frissített helyzetkép áll rendelkezésre (URL4).

Jelenleg hárommilliárdnál több embertársunk, azaz a Föld lakosságának 40%-a részesült a SARS-CoV-2 elleni immunológiai védeltséget biztosító vakcinadózisban, hazánkban ez a szám több mint 6 millió.

GYAKORLATI KÉRDÉSEK A SARS-COV-2 ELLENI VAKCINÁKKAL KAPCSOLATBAN

Engedélyezett vakcinák

A cikk írásakor az Európai Unióban a már említett, az Egészségügyi Világszervezet (WHO) által engedélyezett két mRNS-vakcina (Pfizer és Moderna) és két adenovírus vektorvakcina (AstraZeneca és Janssen) van használatban. Emellett, mint tudjuk, hazánkban elérhető egy harmadik adenovírus vektorvakcina (Szputnyik V) és a WHO által szintén befogadott, elölt teljesvírus-vakcina (Sinopharm). A közeljövőben várható fehérjerészecske vakcina (Novavax) behozatala is (URL4; MRE, 2021). A legtöbb bizonyíték a Pfizer, a Moderna és az AstraZeneca védőoltással kapcsolatban jelent meg (URL6; Cheng et al., 2021).

Védettség

Elsődleges kérdés, hogy a vakcináció milyen mértékű és milyen időtartamú védeltséget ad. Már itt le kell szögezni, hogy a teljes körű védettség kizárólag a klinikai adatok (megbetegedés, halálozás) alapján ítéltető meg, önmagában kizárólag immunológiai (humorális/antitestes) és celluláris (sejtes) válaszból a védettségre nem lehet következtetni (Cheng et al., 2021). Egy vakcinát 50%-os védettség felett fogadunk el hatásosnak (Cheng et al., 2021). A meghatározó klinikai vizsgálatok alapján (az eredeti, vad törzsre vonatkozóan) a Pfizer-, a Moderna-,

az AstraZeneca-, a Janssen-, a Szputnyik V- és a Sinopharm-vakcinák esetében a védettség 95%, 94%, 76–82%, 77%, 91% és 79% körülire tehető (Cheng et al., 2021; URL4, URL6). Ezek a vakcinák csökkentik a kórházi kezelés szükségességét és a halálozást is (Cheng et al., 2021). Variánsok esetében (lásd később), idősokban és bizonyos betegcsoportokban a védettség alacsonyabb lehet (He et al., 2021). A vakcináció utáni védettséget fokozza, ha az oltott megelőzően SARS-CoV-2-fertőzésen (PCR-pozitivitás) vagy tünetes Covid19-betegségen esett át (He et al., 2021; Goel et al., 2021).

A klinikai adatok alapján teljes védettség a Pfizer-, a Moderna-, az AstraZeneca-, a Szputnyik V- és a Sinopharm-vakcinák esetében, sorrendben, a második oltást követően legalább 7, 14, 15, 21, illetve 14 napot követően, a Janssen-védőoltás esetében a vakcináció után legalább 14 nappal alakul ki (URL6).

Immunválasz a vakcinációt követően

A védettség időtartamára, mint láttuk, elsősorban indirekt módon, a klinikai vizsgálatokban észlelt humorális, illetve a sejtközvetített immunválaszból lehet következtetni. Az oltásra adott immunválasz a legtöbb vakcina esetében három-hat hónapig fennmarad. *(Így véd meg minket a koronavírus elleni vakcina – az MTA animációja: URL7.)*

Ami a humorális választ illeti, a védettség szempontjából a tüskefehérje elleni (anti-spike vagy anti-S) és főleg a receptorkötő régió (receptor-binding domain, RBD) elleni IgG-válasznak van jelentősége (Goel et al., 2021). Egy nagyobb, Pfizer-vakcinával végzett vizsgálatban az anti-S és anti-RBD IgG a legtöbb betegben két hét után 1000 µg/ml fölé emelkedett, és némi csökkenés ellenére hat hónap után is magas humorális választ észleltek (Goel et al., 2021). Mindez együtt jár a humorális válasz tartós fennmaradásáért felelős memória B-sejtszám legalább hat hónapos magas szintjével (Goel et al., 2021).

A sejtjes válasz tekintetében a már említett vizsgálatban az S-fehérje és az RBD elleni CD8+ memória T-sejtjes válasz legalább három hónapig megmaradt, ezt követően rohamosan csökkent. A CD4+ memória T-sejtjes válasz azonban hat hónap után is jelentős volt (He et al., 2021; Goel et al., 2021).

SARS-CoV-2-fertőzésen átesett betegek oltása

A legtöbb adat azt mutatja, hogy a humorális (anti-S és anti-RBD IgG), memória B- és CD8+ memória T-sejtjes válaszok is jóval kifejezettebbek, ha a vizsgált (például Pfizer) vakcinát fertőzésen átesetteknek adták be. A CD4+ memória T-sejtek esetében a vakcina előtti fertőzésnek nem volt erősítő hatása. Ez esetben már az első oltás is jelentős immunválaszt vált ki, de mindenképpen szükséges ekkor is mindkét oltás beadása (Goel et al., 2021). Kevés adat van ennek fordítottjára.

ra vonatkozóan, de az oltott személyek esetében a vakcinációt követő fertőzés, a harmadik oltáshoz hasonlóan, igen jelentős „booster” aktivitást fejt ki (He et al., 2021; Goel et al., 2021). Az oltások melletti fertőzések esetében kiváltott immunválaszban is elsősorban a memória B-sejteknek van jelentőségük. A memória B-sejt válasz szorosan összefügg az antitest-termeléssel és a sejtes válasszal is (Goel et al., 2021).

Védettség a variánsok ellen

A SARS-CoV-2-vírusnak eddig legalább tíz mutánsát (diverzitás) fedezték fel, amelyek közül négy (α -brit, β -dél-afrikai, γ -brazil és δ -indiai) klinikai jelentőséggel bír (URL8). A variánsok közös őse a vuhani. Korábban úgy gondoltuk, hogy relevanciájuk elsősorban az RBD-szakaszban létrejövő mutációknak van, melyek hatására nő az átviteli képesség, a fertőzőképesség, fokozódhat az antitestekkel (vakcinákkal) szembeni rezisztencia, a klinikai kép súlyossága és a halálozás (Goel et al., 2021; URL 8; Niesen et al., 2021). Ez a nézet ma megváltozott, mert kiderült, hogy az RBD-től távol eső genomikai régiók mutációja is növelheti a vírus kapcsolódási affinitását a sejthez. A Covid19 elleni védőoltás alapvetően gátolja a SARS-CoV-2-vírus diverzitását, valamint az evolúciós és immunrendszer felismerését kikerülő útvonalait. Ha a beteg a vakcináció után mégis elkapja a fertőzést, a mutációs veszély így is jóval kisebb marad, és a fertőzés kevésbé lesz súlyos, mint a nem oltottak esetében. A tömeges oltás tehát nemcsak a fertőzési rizikó és a közösségi fertőzésátvitel szempontjából („nyájimmunitás”) fontos, hanem azért is, mert alapvetően beavatkozik a vírus életciklusába és a variánsok elterjedésébe (URL8; Niesen et al., 2021).

Mint láttuk, a vakcinára adott humorális válaszban a memória B-sejteknek van elsődleges szerepük (Goel et al., 2021; Niesen et al., 2021). A vírus közömbösítésében szerepet játszó antitestekben bekövetkező mutációk száma jóval nagyobb, mint a sejtes választ végző T-sejtek fehérjeiben (például T-sejt receptorláncok) kialakulóké. Mindez arra utal, hogy a B-sejtes (humorális) immunválasz mellett T-sejtes (sejtközvetített) immunválaszt is indukáló vakcinák (például: mRNS, vektor vakcinák) valószínűleg hatékonyabbak a legtöbb variánssal szemben, mint a főleg B-sejtes, humorális immunválaszt generáló védőoltások (például az előlt teljesvírus-vakcinák) (Niesen et al., 2021).

Bár elsősorban a nyugati, EMA által engedélyezett vakcinákra vonatkozóan van több adatunk, mindegyik védőoltás valamilyen, bár a vad típushoz képest több esetben csökkent mértékben véd az egyes variánsok ellen (URL8; Niesen et al., 2021). A való életből vett védettségi vizsgálatok száma ebben a tekintetben meglehetősen csekély. Egy, az Egyesült Királyságban, Kanadában és Izraelben végzett áttekintésben az alkalmazott vakcinák α variáns elleni hatékonysága 90% feletti, a δ variáns elleni effektivitása 64–96%-os volt. A legtöbb adat *in vitro*

vírusneutralizációs vizsgálatokból származik. A Pfizer-vakcina β (dél-afrikai) variánst közömbösítő hatása például még hat hónap után is megmarad. Itt is igaz, hogy a hatás jóval erősebb megelőző fertőzés után (Goel et al., 2021). Fertőzés után az oltás bizonyítottan jelentősen fokozza mindegyik variáns elleni neutralizációs potenciált (Goel et al., 2021).

Ütemezés

Az ütemezés tekintetében a Janssen-oltást elég egyszer adni, a többi kétszer (URL4, URL6). Két alapvető kérdés van: egyrészt, hogy mennyire fontos a két oltás közti időtávolságot tartani, másrészt pedig, hogyan és mikor kell oltani Covid19-betegségen átesett vagy PCR-pozitív egyéneket. A Pfizer-, a Moderna-, az AstraZeneca-, a Szputnyik V- és a Sinopharm-vakcinák esetében a javasolt időintervallumok sorrendben 3–5 hét, 4 hét, 4–12 hét, 3 hét és 3–4 hét (URL4, URL6). Ennek megfelelően az a jó stratégia, ha az első alkalommal oltottaknak mindjárt félreteszik a második oltását is. Ami pedig a SARS-CoV-2-fertőzésen átesetteket illeti, mint láttuk, a humorális védettség 3–6 hónapig, a sejtes ennél hosszabb ideig tart (Cheng et al., 2021; Goel et al., 2021). Ezen belül oltani tehát, bár nem káros, felesleges. A fertőzésen átesettek esetében mért a SARS-CoV-2-nukleokapszid (N) elleni ellenanyag-titer megerősíti azt, hogy az illető átesett a fertőzésen, de az immunológiai védettséget illetően nem releváns információ. Elégtelen ellenanyagszint esetén lehetne oltani, mert az immunválasz egyénileg nagyon változó. Ezt azonban döntően logisztikai és pénzügyi okokból rutinszerűen nem ajánlják (Cheng et al., 2021; Goel et al., 2021; Balkányi et al., 2021).

Harmadik, emlékeztető „booster” oltás

Mint láttuk, az *in vivo* védettségi és az *in vitro* neutralizációs adatok alapján annyit tudunk, hogy a teljes oltási sor várhatóan 6–9 hónapig hatékony. Ezért a veszélyeztetett csoportoknak szükségük lehet egy harmadik, „booster” oltásra. Ez nem azonos azzal, hogy hasonlóan az influenzához, valószínűleg minden oltottnak évente emlékeztető oltásokat kell majd adni (utóbbiról egyelőre kevés információ van) (He et al., 2021; Goel et al., 2021; URL8). A harmadik oltásra vonatkozóan az induló negyedik hullám és az eddignél ellenállóbb variánsok megjelenése miatt a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) 2021. július 27-én eljárásrendet adott ki. Ebben a harmadik oltást a sérülékeny csoportoknak (idősek, elhízottak, krónikus betegségben szenvedők, immungátolt állapotban levők) javasolják. Az eljárásrend konkrét javaslatot ad az alkalmazható vakcinarendre, és a booster oltásra elsősorban az eredetitől eltérő, heterológ oltóanyagot preferált (NNK, 2021). Kivételt képez a Pfizer és a Moderna, ahol a cég javaslata szerint a boosterre is azonos, homológ oltást javasolnak.

Mivel az NNK-eljárásrend több, szakmailag nem teljesen alátámasztott megállapítást tartalmaz, egy szakértői csoport szakmai véleményét publikált, mely pontosítja, kiegészíti az NNK eljárásrendjét, és vizuálisan is javaslatot ad a harmadik oltás kiválasztására (Balkányi et al., 2021).

Biztonságosság

A SARS-CoV-2 elleni vakcinák alapvetően biztonságosak, ugyanakkor leírtak az oltással összefüggésbe hozható mellékhatásokat (például: lokális és általános oltási reakciók lázzal, kiütésekkel, izomfájdalommal, emellett igen ritkán Bell-parézis, szívizomgyulladás, tromboembóliás események). Döntően a nyugati típusú vakcináknál jelentek meg ilyen közlések, a keleti vakcinák esetében a mellékhatások dokumentációja kevésbé érhető el. Minden nagyobb elemzés egyetért azaz, hogy maga a vírus sokkal több szervi károsodást okoz, és a kockázat-haszon arány egyértelműen az oltás mellett szól (He et al., 2021). Külön metaanalízisben összevetették a SARS-CoV-2-fertőzést, valamint az AstraZeneca- és Pfizer-vakcinákat a mélyvénás trombózis, tüdőembólia, miokardiális infarktus, alacsony vérlemezkeszám vonatkozásában, és mindegyik esetében a vírusfertőzés jelentett kiemelt kockázatot (URL5; He et al., 2021).

Speciális betegcsoportok és állapotok

A vakcináció kapcsán, nem foglalkozva az oltást teljesen megtagadókkal, egészségesebben nem merül fel komolyabb probléma. Egyedül az oltóanyag komponensei, például a Pfizer- vakcina esetén a polietilén-glikol elleni ismert allergia lehet ellenjavallat. Korábbi, más ágens (például: védőoltás, gyógyszer, élelmiszer) bevitelét követő anafilaxia nem jelent ellenjavallatot, de ez esetben a védőoltást biztonságos, ellenőrzött környezetben kell beadni (Cheng et al., 2021; He et al., 2021). Ami a krónikus betegeket illeti, a Pfizer-, a Moderna-, az AstraZeneca- és a Janssen-vakcinák esetében nincs korlátozás. A Szputnyik V- és Sinopharm-vakcina krónikus betegségekben elővigyázatossággal adható, ha az alapbetegség kezelt, vagy nem megfelelően kezelt, akkor nem (URL9; MRE, 2021). Idősekben (60 év felett), mint tudjuk, a Sinopharm-vakcina kevésbé hatékony (URL4, URL6).

A legtöbb kérdés az autoimmun-gyulladásos betegek és a különböző immun-suppresszív szereket szedők kapcsán merült fel. Ismeretes, hogy maga a vírus és nem a vakcina okozhat autoimmun jelenségeket, betegségeket, továbbá az autoimmun betegekben megnő a Covid19 iránti fogékonyság (Ehrenfeld et al., 2020). A szisztémás autoimmun-gyulladásos reumatológiai kórképek (például: artritiszek, lupusz stb.) vonatkozásában az Európai Reumaliga (EULAR) és a Magyar Reumatológusok Egyesülete (MRE) adott ki állásfoglalást, beleértve a leggyakrabban elhangzó kérdésekre adott válaszokat is. Ennek megfelelően min-

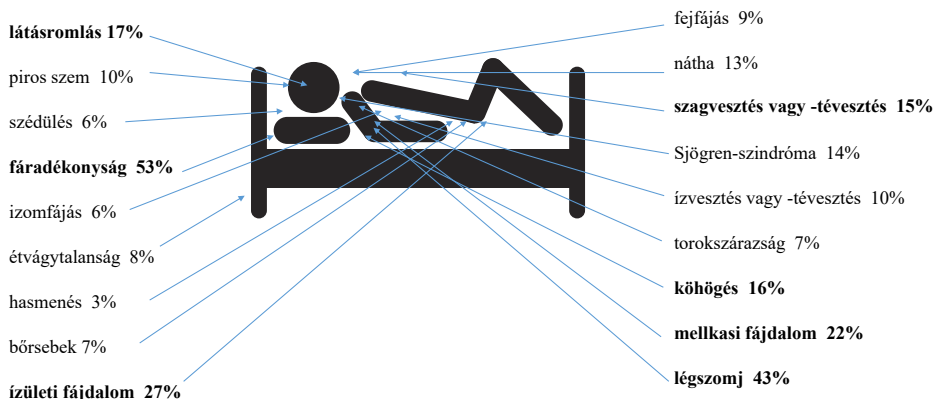
den betegnek javasolják az EU-ban engedélyezett bármelyik oltást, bár autoimmun, immunhiányos és immungátló szert szedőkben a vakcinákra adott válasz csökkent mértékű lehet. Ugyanez vonatkozik a kortikoszteroidokra, *metotrexátra* (MTX) és a legtöbb célzott terápiás készítményre. A rituximab kapcsán, mivel ez a szer a B-sejteket gátolva csökkentheti az oltásra adott immunválaszt, a kezelőorvossal való konzultációt és a rituximab beadása után legalább három hónap szünet tartását javasolják (MRE, 2021; Ehrenfeld et al., 2020). Ez az ajánlás kiterjeszthető a nem reumatológiai autoimmun betegekre is.

A COVID19 TERÁPIÁJA: PASSZÍV IMMUNIZÁCIÓ

A Covid19 szakaszai

A vakcinák az egészségesekben működnek a Covid19 megelőzése érdekében. Ha valaki már megfertőződött a SARS-CoV-2-vírussal vagy valamiért nem oltathó, mindenképpen elsődleges a súlyos betegség megelőzése. Mint ismeretes, a Covid19 több szakaszra osztható, amely meghatározza a klinikai lefolyást, a diagnosztikus teendőket és az alkalmazott terápiát is. Ezzel kapcsolatban terápiás ajánlást fogalmaztunk meg (Szekanecz et al., 2021). Összességében az I–IIa. szakaszban a vírusfertőzés és az általa okozott általános és légzőszervi tünetek elsődlegesek. Ebben a szakaszban az antivirális gyógyszeres kezelés (favipiravir, remdesivir), illetve a passzív immunizáció (rekonvaleszcens plazma, vírusellenes antitestek) az elsődleges. Később, a IIb–III. szakaszokban a citokinvihar és szisztémás gyulladás

Poszt-Covid-szindróma



5. ábra. A Covid19-betegség késői szakaszában már a vírus jelenlététől függetlenül is nagyon sok klinikai tünet jelenik meg. Ez a poszt-Covid-szindróma, amely teljesen más kezelést igényel, mint a betegség kezdeti szakasza.

következtében már egy vírustól független poszt-Covid-betegségszakasz jelentkezik (ekkor a beteg már gyakran PCR-negatív, azaz SARS-CoV-2-negatív), amikor a gyulladás és a trombotikus események dominálnak (5. ábra). Ekkor, megfelelő kezelés hiányában, sokszervi károsodás és elégtelenség alakulhat ki, mely akár halálhoz is vezethet. Ebben a szakaszban elsősorban a gyulladásellenes és antitrombotikus kezelésnek van létjogosultsága (Szekanecz et al., 2021; Taylor et al., 2021).

Passzív immunizáció rekonvaleszcens plazmával

A fertőzés utáni első 2–14 napban van lehetőség a passzív immunizációra. Korábban a betegségen átesett betegekből nyert ún. rekonvaleszcens plazmát juttatták. Kiderült azonban, hogy a betegek csak kis része alkalmas donornak. A közömbösítő antitesteket magas titerben tartalmazó plazmára van szükség, az ellenanyag-koncentráció azonban egyénenként jelentősen ingadozik. Emellett a donoroknak legalább két hete tünetmentesnek kell lenniük (URL9; Szekanecz et al., 2021). A rekonvaleszcens plazma korai, enyhe esetekben meggátolta a betegség progresszióját, de az újabb (például δ) variánsok ellen kevésbé hatékony (Szekanecz et al., 2021; Taylor et al., 2021).

Passzív immunizáció neutralizáló monoklonális antitestekkel

Azok a monoklonális antitestek, amelyek a fertőzött betegekben a vírushoz kötődnek, és azt neutralizálják, a passzív immunizáció egy teljesen új formáját képezik. Ezek a közömbösítő ellenanyagok olyan rekombináns fehérjék, amelyeket a gyógyult (rekonvaleszcens) betegek vagy humanizált egerek B-limfocitáiból nyernek. Az ún. „high-throughput screening” segítségével az ilyen B-sejtek által termelt ezernyi antitestből kiválogatják azokat, amelyek megfelelő specificitással és affinitással kötődnek a vírus sejtbe jutásában részt vevő fehérjéhez, elsősorban a SARS-CoV-2-vírus S proteinjének RBD-jéhez. A monoklonális antitestek előnye továbbá, hogy specifikusak és magas affinitást mutatnak a kórokozó RBD-je iránt. A rekombináns technika tulajdonképpen korlátlan termelést tesz lehetővé az említett donor-specifikus tényezők kiküszöbölésével. A rekonvaleszcens plazma esetén időnek kell eltelnie az ellenanyag-termelésig, ami ez esetben minimális. Emellett a plazmával átvihető betegség rizikója sem áll fenn (Taylor et al., 2021).

A jelenlegi pandémia előtt kilenc fertőző betegségben, mintegy húsz neutralizáló antitestet próbáltak ki, vagy már törzskönyveztek (Taylor et al., 2021). Covid19-ben két „antitestkocktét” törzskönyveztek Európában. Mindkettő, a hatékonyság fokozása érdekében, kétféle, az RBD-szakasz két különböző pontjához kötődő, a vírus sejtbe jutását gátló antitestet tartalmaz (bamlanivimab-etesivimab és casirivimab-indevimab/REGEN-COV). Ezeket az antitestkocktétlokat heveny

fertőzésben egy alkalommal, infúzió vagy szubkután injekció formájában alkalmazzák 12 éves vagy idősebb fertőzöttekben, akik a Covid19 korai szakában vannak (lehetőleg a fertőzés utáni 2–14. napon), oxigénterápiára nem szorulnak, és akikben társbetegségek miatt magas a súlyossá válás kockázata (idősek, elhízottak, szív-, tüdő-, máj-, vese- és cukorbeteg, daganatban, immunhiányos állapotban szenvedők). A neutralizációs adatok alapján az antitestkóktélok hatékonyak az újabb variánsok ellen is. A jövőben várható, hogy nemcsak a fertőzöttek, hanem a fertőzésnek kitett (például fertőzöttel egy háztartásban élő), vagy valamilyen okból nem oltható egyének is megkaphatják (ún. posztexpozíciós profilaxis) (Szekanecz et al., 2021; Taylor et al., 2021).

IRODALOM

- Azkur, A. K. – Akdis, M. – Azkur, D. et al. (2020): Immune Response to SARS-CoV-2 and Mechanisms of Immunopathological Changes in COVID-19. *Allergy*, 75, 1564–1581. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7272948/>
- Balkányi L. – Falus A. – Ferenci T. et al. (2021): Szakmai vélemény a koronavírus elleni harmadik oltás beadására vonatkozó, július 27-én kiadott hazai eljárásrendről – háttér, kritika és alternatíva. *Orvostovábbképző Szemle*, XXVIII, 8, 25–32. <https://weborvos.hu/data/articles/268/2687/article-268733/oltaskritika.pdf>
- Cheng, C-J. – Lu, C-Y. – Chang, Y-H. et al. (2021): Effectiveness of the WHO-authorized Covid-19 Vaccines: A Rapid Review of Global Reports till June 30, 2021. *medRxiv*, Epub, 28 August 2021. DOI: 10.1101/2021.08.23.21262500, <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.08.23.21262500v1>
- Ehrenfeld, M. – Tincani, A. – Andreoli, L. et al. (2020): Covid-19 and Autoimmunity. *Autoimmun Rev.*, 19, 8, 102597. DOI: 10.1016/j.autrev.2020.102597, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7289100/>
- Goel, R. R. – Painter, M. M. – Apostolidis, S. A. et al. (2021): mRNA Vaccination Induces Durable Immune Memory to SARS-CoV-2 with Continued Evolution to Variants of Concern. *bioRxiv*. DOI: 10.1101/2021.08.23.457229, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.23.457229v1>
- He, Q. – Mao, Q. – Zhang, J. et al. (2021): COVID-19 Vaccines: Current Understanding on Immunogenicity, Safety, and Further Considerations. *Frontiers in Immunology*, 12, 669339. DOI: 10.3389/fimmu.2021.669339, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8071852/>
- MRE – Magyar Reumatológusok Egyesülete (2021): Útmutatás a gyulladásos reumatológiai és immunológiai kórképekben szenvedő betegek koronavírus elleni védőoltásával kapcsolatban. *Magyar Reumatológia*, 62, 4–7. <http://www.mre.hu/hirek.aspx?&nid=103449&cid=32>
- Niesen, M. – Anand, P. – Silvert, E. et al. (2021): COVID-19 Vaccines Dampen Genomic Diversity of SARS-CoV-2: Unvaccinated Patients Exhibit More Antigenic Mutational Variance. *medRxiv*, DOI: 10.1101/2021.07.01.21259833, <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.07.01.21259833v1>
- NNK – Nemzeti Népegészségügyi Központ (2021): *Eljárásrend Magyarország COVID-19 elleni oltási programjának folytatásához*. Iktatószám: 45277-1/2021/JIF. 2021. <https://www.kamara.fogorvos.hu/?module=news&action=getfile&fid=262729>
- Pollard, A. J. – Bijker, E. M. (2020). A Guide to Vaccinology: From Basic Principles to New Developments. *Nature Review Immunology*, 21, 83–100. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7754704/>

Szekanecz Z. – Bogos K. – Constantin T. et al. (2021): Antivirális és gyulladásellenes kezelési lehetőségek COVID-19-ben. *Orvosi Hetilap*, 162, 17, 643–651. DOI: 10.1556/650.2021.32230, <https://akjournals.com/view/journals/650/162/17/article-p643.xml>

Taylor, P. C. – Adams, A. C. – Hufford, M. M. et al. (2021): Neutralizing Monoclonal Antibodies for Treatment of COVID-19. *Nature Review Immunology*, 21, 6, 382–393. DOI: 10.1038/s41577-021-00542-x, <https://www.nature.com/articles/s41577-021-00542-x>

URL1: <https://COVID-19.who.int>

URL2: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>

URL3: <https://koronavirus.gov.hu>

URL4: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html>

URL5: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/overview-current-eu-eea-uk-plans-covid-19-vaccines>

URL6: <https://www.ogyei.gov.hu/koronavirus>

URL7: https://mta.hu/mta_hirei/igy-ved-meg-minket-a-koronavirus-elleni-vakcina-az-mta-ani7macioja-111299

URL8: <https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/>

URL9: https://www.eular.org/eular_sars_cov_2_vaccination_rmd_patients.cfm

AZ ÚJ KORONAVÍRUSVAL VALÓ MEGFERTŐZŐDÉS VALÓSZÍNŰSÉGÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA NUMERIKUS MODELLEZÉS SEGÍTSÉGÉVEL

INVESTIGATING THE PROBABILITY OF INFECTION WITH THE NOVEL CORONAVIRUS USING NUMERICAL MODELS

Füri Péter

PhD, tudományos munkatárs
Energiatudományi Kutatóközpont Csillebérc KFKI Telephely, Budapest
furi.peter@ek-cer.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Az új koronavírus elsősorban vírustartalmú részecskék belégzésével terjed. E tanulmányban numerikus modellezés segítségével megbecsültük, hogy mekkora valószínűséggel fertőződik meg egy fertőzött egyénnel azonos irodában ülő egészséges kolléga 15, 30 és 60 perc alatt. Ehhez a sztochasztikus tüdőmodellel megvizsgáltuk a beszéd közben kibocsátott cseppek légzőrendszeri kiülepedésseloszlását, majd következő lépésként a Human Emission of Aerosols and Droplet Statistics (HEADS) modellel meghatároztuk a megfertőződés valószínűségét. A sztochasztikus tüdőmodellel végzett számításaink alapján kijelenthető, hogy bár a legtöbb részecske a felső légutakban ülepszik ki, a kiülepedett szám szerinti részecskefrakció jelentős az acináris légutakban is. A szám szerinti kiülepedéssűrűséget vizsgálva, több nagyságrenddel nagyobb értékeket láthatunk a felső légutakban, mint a tüdőben. Ez igazolja a légutak e részének fontosságát az új koronavírusnak az acináris légutakba jutása során. A megfertőződés valószínűségét a HEADS-modellel vizsgálva kijelenthető, hogy az iroda mérete és a kibocsátott cseppekben lévő víruskoncentráció jelentős mértékben befolyásolja a megfertőződés valószínűségét. Amennyiben a víruskoncentráció nagy ($10^9/\text{ml}$), az arcra nem tökéletesen illeszkedő, eldobható sebészi maszkok nem nyújtanak megfelelő védelmet. Ajánlott tehát jó szűrési hatékonyságú (például FFP2-es szabványnak megfelelő) maszkok viselése.

ABSTRACT

The novel coronavirus spreads mainly with the inhalation of virus-containing particles. In this study, using numerical modelling we estimated the probability for a healthy person sitting in the same room with an ill colleague getting the infection in a 15, 30 and 60 minutes duration. For this purpose, using the Stochastic Lung Model we calculated the airway deposition distribution of the particles emitted when speaking. As the next step, with the Human Emission of Aerosols and Droplet Statistics (HEADS) model we calculated the probability of getting infected. Our calculation with the Stochastic Lung Model showed that however most of the inhaled particles deposited in the upper airways the deposition rates were quite high in the acinar airways

too. Investigating the number deposition density rates, the values were with more orders of magnitude higher in the extrathoracic region than in the acinar airways. Determining the probability of infection with the HEADS, it can be stated that the air volume of the office and the virus concentration in the emitted droplets affect the infection probability strongly. If the virus concentration is high ($10^9/\text{ml}$), the disposable surgical face masks with improper fit cannot give the required protection. Thus, it is required to wear masks with better filtration efficiency (for example masks, that meet the FFP2 standard).

Kulcsszavak: koronavírus, cseppfertőzés, fertőzési valószínűség, távolságtartás, maszkviselés, sztochasztikus tüdőmodell, légzőrendszeri kiülepedésselosztás

Keywords: coronavirus, airborne transmission, infection probability, social distancing, wearing masks, Stochastic Lung Model, airway deposition distribution

BEVEZETÉS

A környezeti levegőben általában nagyszámú részecske található. Ezek egy része természetes eredetű, mások az emberi tevékenységek során kerülnek a légkörbe. Fontos azonban kiemelni, hogy maga az emberi test is jelentős részecsk kibocsátó lehet, hiszen köhögéskor, tüsszentéskor, de még beszéd közben is számos légzési csepp (respiratory droplet) hagyja el a légzőrendszert. Ezekben cseppfertőzéssel terjedhet számos kórokozó, mint például a *mycobacterium tuberculosis*, az influenzavírus vagy az új koronavírus (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 [SARS-CoV-2]).

2019-ben a kínai Vuhan városában megjelent SARS-CoV-2 által okozott betegséget a víruscsaládról (Coronaviridae) és a dátum utolsó két számjegyéből Covid19-nek szokták nevezni (Paules et al., 2020). E betegség hamar világjárvánnyá vált (WHO, 2020), és az egészségügyre nehezedő hatalmas nyomás mellett komoly gazdasági károkat is okozott, illetve okoz e tanulmány írásakor is (2021. szeptember).

Az $50\text{ }\mu\text{m}$ -nél nagyobb átmérőjű részecskéket a gravitációs ülepedés gyorsan eltávolítja a levegőből, ám egy 1 mikrométeres részecske akár órákig a levegőben maradhat (Netz, 2020). Zárt térben (például irodák vagy tömegközlekedési eszközök) önmagában nem nyújt elégséges védelmet tehát az 1,5 m-es távolságtartás. Feltétlenül szükséges emellett a maszkok viselése is.

A SARS-CoV-2-fertőzés valószínűségének becsléséhez szükséges a légutakban kiülepedett vírusok mennyiségének meghatározása. Ez ma még sajnos nem vizsgálható kísérleti módszerekkel, ezért az olyan numerikus részecsk kiülepedési modellek, mint az International Commission on Radiological Protection Human Respiratory Tract Modell (ICRP HRTM) (ICRP, 1994) vagy a sztochasztikus tüdőmodell (Koblinger–Hofmann, 1990; Hofmann–Koblinger, 1990, 1992) egyedülálló lehetőséget nyújtanak ennek vizsgálatára.

E munka célja az volt, hogy numerikus modellezés segítségével meghatározza a belélegzett vírustartalmú cseppek légúti kiülepedéseloszlását, illetve megbecsülje, hogy egy beteggel egy irodában dolgozó kolléga mekkora valószínűséggel fertőződik meg a SARS-CoV-2 vírussal 15, 30 és 60 perc alatt.

A HUMÁN LÉGUTAK FELÉPÍTÉSE

E tanulmány eredményeinek megértéséhez szükséges a humán légzőszerv felépítésének rövid ismertetése. A légzőszervet a felső légutak (extratorakális régió), a tüdő és a kis vérkör alkotják. A tüdő felosztható továbbá bronchiális és acináris régióra. A bronchiális régió csak a tüdő mélyebb része felé vezeti a levegőt, az acináris légutak felületén azonban már találhatók légzőhólyagok (alveolus), melyekben megtörténik a gázcsere.

MÓDSZEREK

Egy, a beteg egyénnel azonos irodában dolgozó személy megfertőződési valószínűségének becslésekor első lépésként modellezni kell a belélegzett vírustartalmú cseppek légúti kiülepedéseloszlását. Ehhez a sztochasztikus tüdőmodellel meghatároztuk a kiülepedett részecskefrakciót (ez a kiülepedett és a belélegzett részecskék aránya) és a kiülepedéssűrűséget (ez a légutak egységnyi felületére eső kiülepedett részecskefrakció) a felső légutakban (ET) és a tüdő bronchiális (Br), valamint acináris (Ac) régiójában.

A kilélegzett részecskék eljutásának valószínűségét a kibocsátótól a befogadóig, ezáltal a megfertőződés valószínűségét a HEADS¹-szoftverrel határoztuk meg, amelynek bemenő adata a belélegzett részecskék a teljes légzőrendszerben (ET + Br + Ac) kiülepedett frakciója.

A SZTOCHASZTIKUS TÜDŐMODELL ÉS BEMENŐ ADATAI

A belélegzett részecskék légzőrendszeri kiülepedéseloszlásának jellemzésére szolgál a sztochasztikus tüdőmodell, melynek kezdeti verzióját Koblinger László és Werner Hofmann dolgozta ki 1985 és 1992 között (Koblinger–Hofmann, 1990; Hofmann–Koblinger, 1990, 1992). E modellt létrehozatala óta fejlesztik Magyar-

¹ Human Emission of Aerosols and Droplets Statistics, Max Planck Institute for Dynamics and Self-organization Laboratory for Fluid Physics, Pattern Formation and Biocomplexity, Göttingen – University Medical Center Institute of Infection Control and Infectious Diseases, Göttingen.

országon, az Energiatudományi Kutatóközpontban, illetve a Salzburgi Egyetemen is. Az elvégzett, orrlégzést feltételező szimulációkhoz a légzési paramétereket (750 cm^3 légzési térfogat, 3300 cm^3 maradványkapacitás, 2,5 másodperces be- és kilégzés) az ICRP 66-os kiadványból vettük (ICRP, 1994).

A HEADS 1.0 MODELL ÉS BEMENŐ ADATAI

A Human Emission of Aerosol and Droplet Statistics (HEADS, URL1) egy SARS-CoV-2-vel való fertőződési valószínűséget becslő modell, amelyet a göttingeni Max Planck Intézet és a University Medical Center készített. Az e modell által használt adatbázist, mely a kilégzett levegőben lévő részecskék méreteloszlását és koncentrációját tartalmazza több mint százhusz, öt és nyolcvan év közötti önkéntes segítségével végzett méréssel határozták meg. E tanulmányban a HEADS 1.0 segítségével egy kétfős és egy ötfős irodát modelleztünk 1-1 fő fertőzöttet feltételezve. A kisebb iroda 10, míg a nagyobb 20 m^2 -es volt 2,8 m belmagassággal. Az irodákban nem volt légcserre. Hogy szemléltessük a kilégzett cseppekben lévő víruskoncentráció hatását annak a valószínűségére, hogy egy egészséges kolléga megfertőződik, mind a nagy és a kicsi irodára számításokat végeztünk $10^7/\text{cm}^3$ és $10^9/\text{cm}^3$ víruskoncentrációval is 15, 30 és 60 perc időtartamra.

Számításaink során a HEADS-ben „normál beszédet” ($0,57 \text{ m}^3/\text{óra}$ belégzési térfogatáram) feltételeztünk mind a fertőzött személy, mind az egészséges kolléga/kollégák esetén. Ez megfeleltethető a kiüledéseloszlás meghatározásához használt, az ICRP 66-ban lévő ülésnek ($0,54 \text{ m}^3/\text{óra}$)

Az általunk vizsgált esetben a maszkok belégzéskor és kilégzéskor is 60%-át szűrték ki az átszívott cseppeknek. 20%-át a cseppeknek pedig a maszk mellett lélegezték be a maszkot viselő egyének. A levegőből belélegzett részecskék átmérője 33%-a volt a beszédkor kibocsátott részecskék átmérőjének. 200 vírust állítottunk be emellett átlagos fertőző dózissnak. A HEADS-modellben ez az alapbeállítás. Továbbá, kizárólag $50 \mu\text{m}$ alatti részecskeméretű cseppek játszottak szerepet a vírus terjesztésében.

Fontos kiemelni, hogy a megfertőződés valószínűsége számos, adott helyre vagy akár az adott egyénre jellemző paramétertől függ. Az e tanulmányban feltüntetett eredmények tehát csak a modellezett tényezők együttállásakor érvényesek.

A BESZÉD KÖZBEN KIBOCSÁTOTT CSEPPEK MÉRETELOSZLÁSA

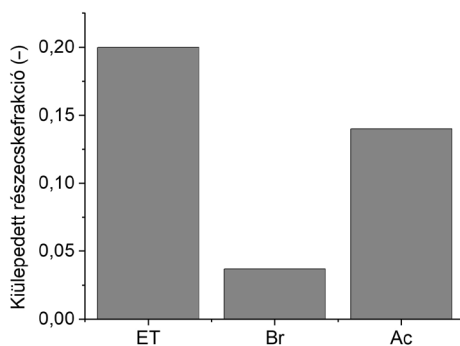
Sima Asadi és munkatársai (Asadi et al., 2019) aerodinamikus részecskeszámláló (Aerodynamic Particle Sizer, APS) segítségével $0,5$ és $20 \mu\text{m}$ -es átmérő között igen jó felbontással mérték az „a” hang kimondása közben keletkező részecs-

kék méreteloszlását, ezért az e tanulmányban közölt, a légúti kiülepedéseloszlást modellező számításokhoz az ebből a publikációból származó részecskeméret-eloszlást használtuk. A légzőrendszerből beszédkor kibocsátott cseppek méreteloszlásának maximuma Asadi és munkatársai mérése alapján körülbelül $1\text{ }\mu\text{m}$ -nél található. Az ilyen, kisméretű részecskék esetén nem elegendő az 1,5 m-es távolságtartás, hiszen azok akár órákig is a levegőben maradhatnak. Amennyiben tehát egy SARS-CoV-2-fertőzött egyén bármilyen, nem megfelelően szellőző zárt térben van, az általa kibocsátott cseppek és az abban lévő vírusok nagy valószínűséggel eljuthatnak az adott helyiségben tartózkodó egészséges egyénekhez. Fontos adat azonban, hogy hány vírusnak kell kiülepednie a légutakban, hogy az immunrendszer már ne tudja elég gyorsan semlegesíteni a kórokozókat, így azok elszaporodva kiválthassák nem kívánt biológiai hatásukat.

Ez a szám természetesen számos paramétertől függ, nem azonos például a SARS-CoV-2 eredeti és béta vagy delta változatának fertőzőképessége.

A BELÉLEGZETT RÉSZECSKÉK LÉGZŐRENDSZERI KIÜLEPEDÉSELOSZLÁSA

A belélegzett cseppeknek a sztochasztikus tüdőmodellel meghatározott kiülepedéseloszlása a felső légutakban, valamint a tüdő bronchiális és acináris részében az 1. ábrán látható.



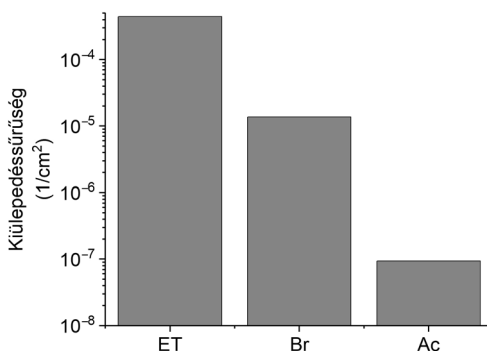
1. ábra. A belélegzett cseppekből kiülepedett részecskefrakció a felső légutakban (ET), valamint a tüdő bronchiális (Br) és acináris (Ac) régiójában (a szerző szerkesztése)

A felső légutak (ET), főleg orrlégzés esetén nagy hatékonysággal szűrik ki a kicsi, néhány nanométeres, illetve a $4\text{--}5\text{ }\mu\text{m}$ -es átmérőjűnél nagyobb részecskéket. A cseppek mérete nemcsak abból a szempontból fontos, hogy a légutak mely részén ülepednek ki, hanem az átmérő azt is meghatározza, hogy egy cseppben hány vírus található. Fontos észrevenni, hogy a kiülepedéseloszlás nem egyenletes a légutakban. A legtöbb beszédkor kibocsátott részecske a felső légutakban

ülekszik ki. Ráadásul jellemzően éppen a nagyobb, több vírust tartalmazó cseppet szűrik ki a belélegzett levegőből e légutak. A SARS-CoV-2 „célterülete” azonban elsődlegesen az acináris régió, hiszen itt vált ki legtöbbször tüdőgyulladást.

A vírus a felső légutakból több úton is eljuthat a tüdő acináris részébe. Lehetőség például, hogy egy beteg egyén belélegzi az általa korábban kibocsátott cseppeket. Másik lehetőség, hogy a cseppek és az abban lévő vírusok el sem hagyják a légzőrendszert. Ekkor a belélegzett levegő kis „nyákdarabokat” szakít le és sodor magával a felső légutakból a tüdő mélyebben fekvő része felé.

A biológiai hatás szempontjából lényeges azonban a légutak felülete is. Fontos megemlíteni, hogy míg a felső légutak mindössze körülbelül 470 cm^2 , az acináris légutak $1,5$ millió cm^2 felületűek. Bár a kiülepedett részecskefrakció jelentős az acináris légutakban, az adott felületre eső kiülepedett részecskefrakció (kiülepedéssűrűség) nagyságrendekkel nagyobb a felső légutakban, mint a tüdő bronchiális vagy acináris régiójában (2. ábra). Ez jól szemlélteti, hogy amennyiben bizonyos adott felületre eső vírussűrűség szükséges ahhoz, hogy a SARS-CoV-2 elszaporodhasson, akkor a vírus megtelepedésére sokkal nagyobb a valószínűség a felső légutakban, mint a tüdő acináris légútjaiban.



2. ábra. A belélegzett cseppek kiülepedéssűrűsége a felső légutakban (ET), valamint a tüdő bronchiális (Br) és acináris (Ac) régiójában. Fontos észrevenni, hogy itt az y tengely logaritmikus (a szerző szerkesztése)

MEGFERTŐZŐDÉSI VALÓSZÍNŰSÉG

Szemléltetésképpen megadjuk egy tetszőleges, a beteg egyénnel azonos irodában ülő egészséges személy megfertőződési valószínűségét kétféle víruskoncentrációra (10^7 és 10^9 vírus/ cm^3 -re).

A megfertőződés valószínűségének vizsgálatához a HEADS-szoftverben szükséges megadni a belélegzett részecskék a teljes légzőrendszerben (felső légúti + bronchiális + acináris) kiülepedett frakcióját. Ez az általunk modellezett esetben

38,6% volt (a felső légúti kiülepedés 20,6%, a bronchiális kiülepedés 3,7%, az acináris kiülepedés 14,3%).

1. táblázat. Egy fő megfertőződésének átlagos valószínűsége, ha a fertőzött egyén és az egészséges kolléga/kollégák is visel/viselnek maszkot

Bent tartózkodás hossza (perc)	15 perc, kis iroda	15 perc, nagy iroda	30 perc, kis iroda	30 perc, nagy iroda	60 perc, kis iroda	60 perc, nagy iroda
Egy fő megfertőződésének valószínűsége (%) 10^7 vírus/ml	0,12	0,06	0,32	0,16	0,77	0,38
Egy fő megfertőződésének valószínűsége (%) 10^9 vírus/ml	10,7	5,50	26,5	14,3	52,18	30,85

Mint az *1. táblázatban* látható, az iroda mérete fontos szerepet játszik a megfertőződés valószínűségében.

Egy olyan, cseppfertőzéssel terjedő betegség, mint a Covid19 esetén, természetesen az a legjobb, ha egy helyiségben lehetőleg csak egy fő van. Amennyiben ez nem valósítható meg, jobb, ha az iroda légtere minél nagyobb, és a kollégák minél messzebb ülnek egymástól.

Mivel szellőztetéssel jelentősen csökkenthető a levegőben lévő cseppek száma, amennyiben az lehetséges, erősen ajánlott az ablakok gyakori kinyitása.

További lényeges paraméter a beteg egyénnel együtt töltött idő hossza. Ez természetesen minél rövidebb, annál jobb. A helyiség méretén és az együtt töltött időn túl kulcsfontosságú a víruskoncentráció a kilelegzett cseppekben. Mint az az *1. táblázatban* látható, a megfertőződés valószínűsége erősen függ a cseppekben található víruskoncentrációtól. Pan Jang (Yang Pan) és munkatársai (Pan et al., 2020) a *The Lancet* folyóiratban publikált adatai szerint, mérésük során az átlagos vírus RNS-másolat-koncentráció $7,52 \times 10^5/\text{cm}^3$ RNS-másolat volt, de az értékek igen erősen, $641/\text{cm}^3$ és $10^{11}/\text{cm}^3$ között ingadoztak. Ennek és a beszéd közben kibocsátott cseppek mennyiségének egyéni adottságoktól (például légúti geometria, légzési mód) való függése magyarázza, hogy bizonyos emberek (szuperterjesztő) nagyobb valószínűséggel fertőznek meg másokat, mint egy átlagos egyén.

A maszkok viselésével nagymértékben csökkenthető annak a valószínűsége, hogy a beteg egyén által kibocsátott cseppeket valamelyik egészséges kolléga belegegzi. Fontos azonban a maszk részecskeszűrési hatékonysága és a minél jobb illeszkedés is az acra.

E tanulmány megmutatta, hogy amennyiben a víruskoncentráció nagy a cseppekben, az egészséges kolléga megfertőződésének valószínűsége egy óra kitettség esetén igen nagy, még 60%-os részecskeszűrési hatásfokú maszkok viselése esetén is.

KÖVETKEZTETÉS

A sztochasztikus tüdőmodellel végzett kiülepedéseloszlás számításaink igazolták, hogy a belélegzett cseppekben lévő vírusok közvetlenül belégzéskor is eljuthatnak a tüdő acináris régiójába, ám a felső légutak fontosságát jelzi, hogy jellemzően éppen a nagyobb, több vírust tartalmazó cseppek ülepedtek itt ki, illetve a kiülepedéssűrűség, azaz a légutak egységnyi felületére kiülepedett részecskefrakció nagyságrendekkel nagyobb a légutak e részén, mint az acináris régióban, ahol a tüdőgyulladás általában kialakul. Eredményeink alapján valószínűsíthető tehát, hogy a vírus először megtelepszik a felső légutakban, majd később nagyméretű, sok vírust tartalmazó cseppekben jut le az acináris légutakba. Ez lehetővé teszi azonban a Covid19 egyfajta megelőző kezelését is. Ennek során vírusölő hatású szájvizetek és orrspray-k rendeltetésszerű használatával gyérítjük a vírusok számát a felső légutakban. E kezelési mód hatásosságának igazolásához azonban klinikai vizsgálatok szükségesek.

Az egy fertőzött egyénnel egy kicsi és egy nagy irodában dolgozó kolléga megfertőződési valószínűségét vizsgáló számításaink megmutatták, hogy amennyiben a beteg egyén által kibocsátott cseppekben nagy a víruskoncentráció (10^9 vírus/ml), még a 60%-os részecskeszűrési hatékonyságú maszkok viselése sem elegendő az egészséges kolléga megfertőződési valószínűségének alacsony szintre csökkentéséhez. Kijelenthető továbbá, hogy a SARS-CoV-2 terjedését megelőzendő, lehetőleg nagy légtérű, jól szellőző helyiségekre van szükség. Mivel az egyes egyének által kibocsátott cseppekben lévő víruskoncentráció a legtöbb esetben nem ismert, minden olyan zárt helyen, ahol rövid időn belül többen megfordulnak, a távolságtartás mellett feltétlenül szükséges a jó részecskeszűrési hatékonyságú maszkok (például az FFP2-szabványnak megfelelő) viselése is. További intézkedésként munka után a helyiségek fertőtlenítése történhet például germicid lámpákkal vagy ózongenerátorral (URL2). Összefoglalásként kijelenthető, hogy nem szabad félvállról venni az olyan cseppfertőzéssel terjedő kórokozókat, mint a SARS-CoV-2. Minden rendelkezésre álló eszközzel gátolni kell ezek terjedését. A SARS-CoV-2 esetén szerencsére ma már rendelkezésre állnak megfelelő oltások is a vírus ellen, amelyek tömeges beadásával nagymértékben csökkenthető az újabb fertőzési láncok kialakulásának valószínűsége.

IRODALOM

- Asadi, S. – Wexler, A. S. – Cappa, C. D. et al. (2019): Aerosol Emission and Superemission during Human Speech Increase with Voice Loudness. *Scientific Reports*, 9, 1, 2348 DOI: 10.1038/s41598-019-38808-z, <https://www.nature.com/articles/s41598-019-38808-z>

- Hofmann, W. – Koblinger L. (1990): Monte Carlo Modeling of Aerosol Deposition in Human Lungs. Part II: Deposition Fractions and Their Sensitivity to Parameter Variations. *Journal of Aerosol Science*, 21, 675–688. DOI: 10.1016/0021-8502(90)90122-E
- Hofmann, W. – Koblinger L. (1992): Monte Carlo Modeling of Aerosol Deposition in Human Lungs. Part III: Comparison with Experimental Data. *Journal of Aerosol Science*, 23, 51–63. DOI: 10.1016/0021-8502(92)90317-O
- ICRP Publication 66. (1994): *Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection*, (Annals of the ICRP 24) Oxford, UK: Pergamon Press, <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2066>
- Koblinger L. – Hofmann, W. (1990): Monte Carlo Modeling of Aerosol Deposition in Human Lungs. Part I: Simulation of Particle Transport in a Stochastic Lung Structure. *Journal of Aerosol Science*, 21, 661–674. DOI: 10.1016/0021-8502(90)90121-D
- Netz, R. R. (2020): Mechanisms of Airborne Infection via Evaporating and Sedimenting Droplets Produced by Speaking. *Journal of Physical Chemistry*, 124, 7093–7101. DOI: 10.1021/acs.jpcc.0c05229, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jpcc.0c05229>
- Pan, Y. – Zhang, D. – Yang, P. et al. (2020): Viral load of SARS-CoV-2 in clinical samples. *The Lancet Infectious Diseases*, 20, 411–412. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30113-4, <https://bit.ly/3Crd2gn>
- Paules, C. I. – Marston, H. D. – Fauci, A. S. (2020): Coronavirus Infections—More Than Just the Common Cold. *Journal of the American Medical Association*, 323, 707. DOI: 10.1001/jama.2020.0757, <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2759815>
- WHO – World Health Organization (2020): *WHO Announces COVID-19 Outbreak a Pandemic*. <https://bit.ly/3FgPtZo>

URL1: <https://aerosol.ds.mpg.de/en/>

URL2: <https://www.nnk.gov.hu/index.php/koronavirus-tajekoztato/911-uv-c-feny-germicid-lampa-vizsgalata-covid-kornyezetben>

GAIA SÓHAJA

GAIA'S SIGH

Szántó R. Tibor

CSc, tudományszociológus, a Magyar Felsőoktatási Akkreditációs Bizottság korábbi főtítkára
szantotibor01@t-online.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A (világ)járványok az emberi faj életciklusában ismétlődő események. Hatásuk fajunkra nézve nemcsak negatív, de pozitív is lehet: esélyt jelenthetnek az emberi tevékenység szükséges korrekcióira a faj túlélése érdekében. A vírusoknak az emberi fajt befolyásoló hatása talán a Gaia nagyrendszer önszabályozásaként is felfogható.

ABSTRACT

Epidemics, pandemics are recurring events in the life cycle of the human race. Their impact on our species can be not only negative but also positive: they can provide a chance for the necessary adjustments in human activities for the survival of the species. The effect of viruses on the human race may also be seen as homeostasis of the Gaia large system.

Kulcsszavak: Gaia, vírus, természet, ember, belátás, homeosztázis

Keywords: Gaia, virus, nature, man, wisdom, homeostasis

SOK

Így sóhajtott Gaia. Sok. Sok, sóhajtották a fák, a füvek, mind a növények, állatok. A vizek, folyók, tavak, tengerek. Az ér és az óceán. A levegő is így sóhajtott: sok. Nem bírjuk. Nem bírjuk a terhelést, a nyaklő nélkül fokozódó igénybevételt, a semmibevételt. A felelőtlenséget, a zárójelezést. Sok.

Mindig is így volt? Sosem volt az ember tekintettel élettelen és élő környezetére? Mindig is felelőtlen volt? Elvette, ami kellett neki, amiről úgy gondolta, hogy kell neki. Vagy mégsem? Lett volna, valóban, valami aranykor-féle, amikor csak annyit vett el, amennyi tényleg kellett? Amikor volt még valami harmónia? Belátás? Amikor az ember még tisztelte a fákat, a füveket, a növényeket, az állatokat? Akkor is, ha ki kellett vágnia, letépnie, leölnie? Hogy saját túlélését biztosítsa.

Nyolcmilliárd ember (URL1). Sosem élt még ennyi a Földön. Igen, az a 8 milliárd ember is *Gaia*. Lovelock-Gaia (Lovelock, 1972; Lovelock–Margulis, 1974). A nagy rendszer része. Mondhatjuk, benne van a teljes programban. Igen, ez az egész talán benne van a(z evolúciós?) programban (történebben, változásban, nevezzük bárhogy), így, ahogy történik, nyolcmilliárdostul, szennyezéssel, semmibevételestül, felelőtlenségestül. Járványostul. Akár adott előre az egész „program”, teleologikusan, akár nem úgy, csak így alakult, így történik, véletlenszerűen, meg esetenkénti alkalmazkodásokkal. (Talán a felelőtlenség is lehet egyfajta alkalmazkodás?) Az eredmény szempontjából mindegy. Nyolcmilliárd. Sok. Sok ennyi ember, sok, amit bevisznek, sok, amit kibocsátanak. Sok, amit csinálnak, sok, ahogy csinálják. Sok, ahogy csináljuk. A gázok, a műanyagok, a szemét. A felélés, a szennyezés, a beavatkozás. Sok.

Ezért sóhajt most Gaia. Most *is* sóhajt. Sóhajtott már korábban is, akkor még kevesebb ember élt a Földön, mégis sóhajtania kellett. Többször is. Mintegy önszabályozásként. Mert akkor, régebben, az adott kor termelési-technikai-higiéniai-környezeti eltartó képességéhez képest a mostaninál kevesebb ember, a mostaninál kevesebb szennyezés is lehetett sok. S olyankor jött valami járvány vagy háború, átrendeződés, éghajlatváltozás. Pusztulás, tisztulás. Valami, ami ha drasztikus volt is, felkavarta a viszonyokat, a tevékenységeket. Sebeket okozott, alkalmasint elég komolyakat, de aztán a sebeken át, a romokon tisztultabban lehetett folytatni. Vagy újramegújítani. Mert hát az ember már csak ilyen, úgy tűnik, tényleg ez van a programban. Az emberiben és a nagyrendszer Gaiában. (Mi a vége? Önmegsemmisítés? Az ember nélküli Gaia? Vagy nincs vége? Sosincs vége, mindig csak kezdjük újra? De hát mennyit, tízmilliárd embert is elbírna a Föld-Gaia?)

Gaia most *is* sóhajt, úgy látszik. Egyelőre (2020. március 10-én, amikor e mondatot írom) még kicsinek látszik a sóhaj (113 702 fertőzött, 4012 halott, URL2), legalábbis nem olyan vészesen nagynak az emberéletek tekintetében, kivált a 8 milliárdhoz képest, de lehet, hogy nagyobb lesz ez a sóhaj (2021. november közepén már 253 millió a nyilvántartott fertőzött és 5,1 millió a halott, az aktuális napi adatok elérhetők itt: URL3), akár jóval nagyobb is, mint gondolnánk, e tekintetben is. A 8 milliárdhoz viszonyítható. Releváns. Ahogy a természeti erőforrások, kivált az olajfelhasználás vonatkozásában, meg a távolsági közlekedésben, s a levegő tisztaságában is releváns, sok helyütt már számottevő, itt pozitív irányban. Mert Gaia csak így tud segíteni magán, ha már ember része nem segít, nem gondol előre, nem változtat semmit, marad felelőtlen, tekintet nélküli. Belátás nélküli.

Talán, valóban, rosszul csináljuk, és még túl sokan is vagyunk? Mihez képest? A javak elosztásának gyorsulóan igazságtalan voltához képest, az ebből fakadó tömeges elnyomorodáshoz képest, s Föld-Gaia mostani eltartóképességéhez, megújulási képességéhez képest.

ESÉLY

Ez egy esély. Egy esély is lehet. Hogy kilábaljunk. Nem a vírusból, nem elsősorban abból. A világhelyzetünkéből. Abból. Esély arra, hogy végre belássuk, nem mehetnek úgy a dolgok tovább, ahogy eddig mentek. Vagyis, hogy mehetnek, de akkor annak az önfelszámolás a vége. Ha így megy tovább, akkor annyi más faj után magunkat is kipusztítjuk. Talán már nem is olyan sokára.

Ökológiai és humánválságok. Harminckét éve írtam ezzel a címmel egy cikket egy napilapba (*Magyar Nemzet*, 1989. december 18. *Emberkép* melléklet). Ez volt az első bekezdése:

„A jól ismert világméretű ökológiai problémák egyre észrevehetőbben perzselik talpunkat. (Levegő-, víz-, talajszennyezés, ózonlyuk, szénhidrogének, kemikáliák, folyók, tavak, fajok és erdők pusztulása, sivatagosodás és pocsolylásodás, saját létfeltételeink rövidlátó megsemmisítése.) A helyzet kezd kényelmetlenné válni, elszaladni azonban nem tudunk. Nincs hova. Szennyünk árnyékként követ minket, hozzánk tartozik. Bárhová megyünk, mindenhol új-ratermeljük. S már amúgy sincs nagyon hova menni. Mindenhol ott vagyunk. Nézők és szereplők egy személyben. Furcsa színjáték. Hóhérok és akasztottak. Mintha a természet saját magunkkal hajtatná végre rajtunk a halálos ítéletet. Ítéletünket. Ennyire botor volna az ember? Vagy csupán arról van szó, hogy ez van a programban, slussz-passz?”

Mi változott az elmúlt három évtizedben? A horizont. Harminckét évvel közelebb vagyunk. Mihez? A véghez? Vagy a végre valóban kijózanító, cselekvésgeneráló felismeréshez? Nemcsak az elhatározáshoz, hanem a tettekhez is? Egyénenként, csoportosan, országosan, globálisan? Vagy még mindig túl sok az ellenérdek és a rövidlátás? Miért adjak le az igényeimből, a megszokott kényelmemből, a jóléteimből? Miért mondjak le az igényeim küszöbönálló kielégítéséről, a végre beköszöntő kényelmemről, a csak most eljövő jólétemről? Miért pont én, Kínában, Indiában vagy máshol élve, Magyarországon, aki éppen most kezdhethném élvezni azt, amit sokan mások más országokban már több évtizede élveznek?

Krízis. Válság. Az ógörögben a *kriszisz* [κρίσις] szó nem csak, nem elsősorban válságot jelentett. Elválasztás, megkülönböztetés. Választás, kiválasztás, eldöntés. Kimenetel. Vád, per, elítélés, bírálás, kárhoztatás. Ítélet. Értelmezés, magyarázat, válopont, válság. Rajtunk áll, hogy erre a mostani, immár több évtizede alakuló, húzódó válságra melyik jelentés lesz igazán érvényes. Mi értelmezzük, mi döntjük el, mi választunk. Mi fogjuk perbe magunkat, mi bírálunk, s mi hozzuk meg az ítéletet is. A saját magunkra (is) vonatkozó ítéletet. Aztán majd mi magyarázzuk. Ha lesz még magyarázat. Ha lesz még mi...

MOST

Most még van mi. És van magyarázat. Tudjuk. Tudjuk, hogy nem jól van, hogy nem folytatható vég nélkül a természetfelélés, természetölés, az erőforrások zsigelése, kimerítése. A szennyezés. A távolságtalan távolságok, az ide-oda röpködés, a mindegy hova kiszervezés, csak olcsóbb legyen, a mindegy milyen módon, csak a profit nőjön. A végtelen gazdagodás, a végtelen szegényedés. A már régen nem emberi emberi kapcsolatok. A kütyük és az újabb, mindig a legújabb kütyük. A globális világrendetlenség. Mit tehetünk? Ne ezt kérdezd. Mit tehetek én? – ezt kérdezd. Mit kell másképp csinálnom, mint eddig? Mit, min változtassak? Ezt kérdezd. Mert valószínűleg csak így fog menni. „Alulról” vagy alulról is, és csak akkor, ha mind többen elkezdjük. Ha nagyon sokan elkezdjük, még többen folytatjuk, és nem is hagyjuk abba.

Mit, hogyan? Először hozzáállást, alapállást változtass. A belsővel kezd. A belsőddel. A Biblia szerint. Vagy a Korán szerint. Vagy a Talmud szerint. Vagy Konfuciusz, Lao-ce, Szókratész vagy Buddha szerint. A józan eszed és a romlatlan, egész lelked szerint. Hagyj fel a tudat, a gondolkodás, az érzelmek, a viszonyulások tökéletlenségeivel. Fukarság, becstelen sóvárgás, rosszindulat, harag, gyűlölködés, kíméletlenség, irigység, szemfényvesztés, csalás, makacsság, versengés, önhittség, gög, hiúság, hanyagság. Hagyj fel velük! Minddel és minden hasonlóval. Igen, a versengéssel is, ahogy a Buddha tanította az előbbieket szerint, meg ahogy Pál apostol írta a Filippibelihez: „Semmit nem cselekedvén versengésből, sem hiábavaló dicsőségből, hanem alázatosan egymást különbeknek tartván magatoknál. Ne nézze kiki a maga hasznát, hanem mindenki a másokét is.” (Filipp. 2:3–4.) A Korán prófétái tömörségű szavaival: „A halmozási versengés eltérít.” (102:1.) Bármit is halmozol, bármiért is versengsz másokkal szemben. Anyagi javak, pénz, hatalom, befolyás, természeturalom, mindegy. Eltérítenek, elvakítanak. Elvonnak attól, ami igazán fontos. „Kiviszik az embert a világból”, ahogy a talmudi tanítás mondja. S meglehet, nemcsak átvitt értelemben, de szó szerint is kivisznek. Mindannyiunkat.

Hagyj fel tehát a versengéssel! Meg a kényelmes nem gondolkodással, a reklámoknak és politikusoknak bedőléssel, az „influencerek” követésével. Magadat kövesd, a józan eszednek higgy, a romlatlan lelked útmutatását kövesd. Hagyj fel a szennyezéssel, az újabb és újabb kütyük megvásárlásával, a világ másik végébe utazással, a több ezer személyes óceánjáróra befizetéssel. Fordulj a közelebbi világ, a környezeted, a szeretteid, a barátaid, az embertársaid felé. A felebarátaid felé, ahogy az írások mondják. Nem kell messzire menni.

És nem, nem attól leszel több, ha többed van, ha anyagilag, fizikailag van többed, pénzben, autóban, házban, nyaralóban, kütyüben. Nem. Belül legyél több. Ezzel kezd.

S a folytatás? Az már szinte magától jön. Ha sokan, nagyon sokan elkezdjük, és még többen folytatjuk. Akkor nem lesz szükség a távolságtalan távolságokra, a kiszervezésre, a kizsigerelésre, a szennyezésre. A vég nélküli növekedésre. Akkor talán a végtelen gazdagodásnak és a végtelen szegényedésnek is vége szakad, vagy legalábbis mindkettő mérséklődik, akár jelentősen. S akkor talán lesz még nemcsak magyarázat, de lesz még „mi”.

KATONA

Ha nincs katona, nincs háború. Ha nincs katona, nincs háború? Ilyen egyszerű volna, valóban? Változás, egyénileg, belsőleg, sokan? Az érdekek, a felturbózott és vélt szükségletek világában? Illúzió. Ez az egész illúzió, szép vágyalom, utópia. Intellektuális *hübrisz*. Meglehet, tényleg az. S talán remény. Halvány remény, hogy lesz még harminc évünk, még egy emberöltő, ami alatt felnő egy új generáció. Új menedzserek, új vezetők, új politikusok. Új emberek. S talán ők már nem rontják el. S talán azok az emberek, vezetők, politikusok már máshogy működnek majd, nemcsak „alulról”, de „felülről” is felelősen, tevélegesen. Példával, szabályozással.

Elherdált jelen, elherdált jövő, vagy remény, halvány remény. Mert esélyünk, azt hiszem, nincs más. Hacsak Gaia meg nem teszi velünk, helyettünk...

Születés, élet, halál. Egyed- és törzsféjlődés. Ez a fajok útja. Miért lenne az emberi faj kivétel? Nem isteni végítélet lesz, hanem a folyamatokból következő evolúciós fejlemény. Akár programozott, akár nem. De ha így is lesz, rajtunk áll, hogy mikor. Előbb vagy később?

TUDOMÁNY

Mit mond a tudomány, milyen vonatkozó eredményekre jutottak a kutatók? „Objektíven”, elfogulatlanul, de az élővilág és benne saját emberi sorsunk iránt szükségképpen mégiscsak elfogultan.

„Noha a valaha élt fajoknak talán csak 2%-a él ma, a fajok abszolút száma nagyobb, mint valaha. Mi, emberek egy ilyen biológiailag sokszínű világban fejlődünk ki, és egy ilyen világot pusztítunk éppen el. [...] Napjainkban a fajok kihalási aránya több százszor vagy ezerszer gyorsabb, mint az elmúlt néhány tízmillió évben uralkodó »normák«, más szóval »háttér« arány. [...] Több mint négyszáz gerinces faj halt ki az elmúlt száz évben, ez a kihalás az evolúció normális lefolyása esetén akár tízezer évet is igénybe vett volna. [...] A növekvő emberi populáció, a növekvő fogyasztás és a jövőbeni növekedés felgyorsíthatja a fajok rohamos eltűnését, amely a mai folyamból rohanó áradattá válhat – a túlélés ezen problémáját

csak az emberek képesek enyhíteni. [...] A kihalási válság, akárcsak a mérgezési és éghajlati válság, amelyhez kötődik, egzisztenciális fenyegetést jelent a civilizáció számára. [...] Van még idő, de a lehetőségek ablaka már majdnem bezárult. Meg kell mentenünk, amit tudunk, vagy örökre elveszítjük ennek lehetőségét. Nem kétséges például, hogy több világvármány is lesz, ha folytatjuk az élőhelyek pusztítását és a vadon élő állatok emberi fogyasztásra szánt élelmiszerként és hagyományos gyógyszerként való kereskedelmét. Ez olyasvalami, amit az emberiség nem engedhet meg magának, mivel ez a civilizáció összeomlásához vezető fordulóponthoz vezet. A tét az emberiség és a legtöbb élő faj sorsa. A jövő generációi jobbat érdemelnek tőlünk.” (Ceballos et al., 2020)¹

Egy következő, át- és előrettekintő cikk szerzőgárdája széles szakirodalmi bázison még határozottabban fogalmaz:

„...a jövőbeni környezeti feltételek sokkal veszélyesebbek lesznek, mint azt jelenleg gondolják. A bioszférát és annak összes életformáját – beleértve az emberiséget is – fenyegető veszélyek mértéke valójában olyan nagy, hogy azt még a jól tájékozott szakértők számára is nehéz felfogni. [...] A helyzet súlyossága alapvető változtatásokat követel meg a globális kapitalizmusban, az oktatásban, s az egyenlőséget illetően, amelyek magukban foglalják többek között az örökös gazdasági növekedés eltörlését, az externáliák megfelelő árazását, a fosszilis tüzelőanyag-használatból való gyors kilépést, a piacok és a tulajdonszerzés szigorú szabályozását, a vállalati lobbizás uralását, valamint a nők szerepvállalását. Ezek a döntések szükségképpen nehéz megbeszéléseket fognak maguk után vonni a népességnövekedésről és a csökkenő, de igazságosabb életszínvonal szükségességéről. [...] Tekintettel arra, hogy létezik egy emberi »optimista elfogultság«, ez

¹ „Even though only an estimated 2% of all of the species that ever lived are alive today, the absolute number of species is greater now than ever before. It was into such a biologically diverse world that we humans evolved, and such a world that we are destroying. [...]

Today, species extinction rates are hundreds or thousands of times faster than the »normal« or »background« rates prevailing in the last tens of millions of years. [...]

More than 400 vertebrate species became extinct in the last 100 y, extinctions that would have taken up to 10,000 y in the normal course of evolution. [...]

The growing human population, increasing rates of consumption, and projected growth in the future can only accelerate the rapid disappearance of species, now a stream, to a rushing torrent—a problem for survival that only human beings have the power to alleviate. [...]

The extinction crisis, like the toxification and climate crises to which it is tied, poses an existential threat to civilization. [...]

There is time, but the window of opportunity is almost closed. We must save what we can, or lose the opportunity to do so forever. There is no doubt, for example, that there will be more pandemics if we continue destroying habitats and trading wildlife for human consumption as food and traditional medicines. It is something that humanity cannot permit, as it may be a tipping point for the collapse of civilization. What is at stake is the fate of humanity and most living species. Future generations deserve better from us.”

arra késztet egyeseket, hogy alábecsüljék a válság súlyosságát, és figyelmen kívül hagyják a szakértői figyelmeztetéseket. Egy jó kommunikációs stratégiának ideális esetben anélkül kell semlegesítenie ezt az elfogultságot, hogy aránytalan félelmet és kétségbeesést váltana ki [...]. Ezért a bioszféra jövőjével és az emberi jóléttel foglalkozó szakterületek szakértőinek kötelessége, hogy ne hallgassanak el semmit, kerüljék az előttünk álló hatalmas kihívások cukormázzal való elfedését, és »az igazat mondják, úgy, ahogy van«. Minden más a legjobb esetben is félrevezető, illetve felületes és a legrosszabb esetben akár halálos is lehet az emberiség számára.” (Bradshaw et al., 2021)²

S ha a Gaia-hipotézis kiterjesztése nem teljes örültség? Ha az ember tevékenysége mindenestől része a nagy egésznek, a „programnak”, az evolúciónak, az időbeli kifejtetnek, nevezzük bárhogyan is, s hasson bárhogyan is az élő és életelen környezetre, a bioszférára, Föld-Gaia-ra s az emberre magára? Akkor nincs mit tenni, ez van, és kész? Akkor a mégoly tisztán látó és elhivatott, ámde az egészhez, a 8 milliárdhoz képest maroknyi ember mit tehet? Ezért kéne, hogy ne maroknyian, de sokan legyünk. Belátók, önmérséklők, nem versengők, együttműködők. Sokan. Nagyon-nagyon sokan. Mert mindannyian felelősek vagyunk. Igen, minden egyes ember felelős.

„Hacsak nem történik globális katasztrófa – egy meteorit becsapódása, világháború vagy világjárvány –, az emberiség még sok évezredig jelentős környezeti erő marad.” (Crutzen, 2002)³

Lesz-e olyan erős a Covid19 pandémia, hogy az embert belátásra, önmérsékletre bírja? Hogy ne vigyük ki magunkat a világból, s legyen még számunkra (is) néhány ezredév.

² „...future environmental conditions will be far more dangerous than currently believed. The scale of the threats to the biosphere and all its lifeforms—including humanity—is in fact so great that it is difficult to grasp for even well-informed experts. [...]”

The gravity of the situation requires fundamental changes to global capitalism, education, and equality, which include inter alia the abolition of perpetual economic growth, properly pricing externalities, a rapid exit from fossil-fuel use, strict regulation of markets and property acquisition, reigning in corporate lobbying, and the empowerment of women. These choices will necessarily entail difficult conversations about population growth and the necessity of dwindling but more equitable standards of living. [...]

Given the existence of a human »optimism bias« that triggers some to underestimate the severity of a crisis and ignore expert warnings, a good communication strategy must ideally undercut this bias without inducing disproportionate feelings of fear and despair [...]. It is therefore incumbent on experts in any discipline that deals with the future of the biosphere and human well-being to eschew reticence, avoid sugar-coating the overwhelming challenges ahead and »tell it like it is.« Anything else is misleading at best, or negligent and potentially lethal for the human enterprise at worst.”

³ „Unless there is a global catastrophe—a meteorite impact, a world war or a pandemic—mankind will remain a major environmental force for many millennia.” (A szerző fordításai.)

Vagy ez a járvány nem számít, s a megviselt bioszférára, életfeltételeinkre, a biodiverzitásra áttételesen, az ember korlátozásával nemcsak pozitívan, de negatívan is hat? (Bang–Khadakkar, 2020) Nem tud a javunkra válni, belátásra, önmérsékletre bírni? Mert valóban, ez van a „programban”?

A vírusoknak „az ökológiai egyensúly fenntartásában fontos szerepük van, mert sikeres terjedésükhöz feltétlenül kell a nagyszámú fogékony gazda. Így »nagy pusztítást« csak akkor tudnak végezni, ha a fogékony populáció sűrűsége egy kritikus értéket meghalad, ekkor viszont hatékonyan csökkenthetik egy-egy járvánnyal a gazdák létszámát” (Koch, 1998).

A vírusok az evolúció kamikazéi. Megölik a megtámadott szervezetet, s azzal együtt ők maguk, a támadó egyedek is elpusztulnak. Ez van? Létszámcsökkenés az emberi populációban, csökkenés a szennyezésben, aztán megy tovább minden, mintha mi sem történt volna?

Talán ez is a Gaia-homeosztázis része. Az ember által okozott zavarok enyhítése, kiegyenlítése. Talán nem program van, hanem alkalmazkodás. Nem előre rögzített program, nem teleológia. Nem célirányosság, hanem célszerűség. Alkalmazkodás, homeosztázis. Nemcsak az atmoszféra, de az élővilág, s az önmagukban nem egészen élők, a vírusok is ezt szolgálhatják, az önszabályozást. Ezt is. Azok is a nagyrendszer Gaia. Velük, általuk sóhajt most Gaia. Talán a mi érdekünkben?

IRODALOM

- Bang, A. – Khadakkar, S. (2020): Biodiversity Conservation during a Global Crisis: Consequences and the Way Forward. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 117, 48, 29995–29999. DOI: 10.1073/pnas.2021460117, <https://www.pnas.org/content/117/48/29995>
- Bradshaw, C. J. A. et al. (2021): Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future. *Frontiers in Conservation Science*, 13 January 2021. DOI: 10.3389/fcsc.2020.615419, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcsc.2020.615419/full>
- Ceballos, G. – Ehrlich, P. R. – Raven, P. H. (2020): Vertebrates on the Brink as Indicators of Biological Annihilation and the Sixth Mass Extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 117, 24, 13596–13602. DOI: 10.1073/pnas.1922686117, <https://www.pnas.org/content/117/24/13596>
- Crutzen, P. J. (2002): Geology of Mankind. *Nature*, 415, 23. DOI: 10.1038/415023a, <https://www.nature.com/articles/415023a>
- Koch S. (1998): Szubjektív virológia. 8. rész, Hogyan „kórokoz” a vírus? *Természet Világa*, 10, <https://www.termvil.hu/archiv/tv98/tv9810/korok.html>. Újraközölve in: Juhász-Nagy S. – Nienhaus R. – Szilágyi A. (szerk.): *Pillanat Ember Végtelenség. Írások Koch Sándortól és Koch Sándorról*. Budapest: Scientia Kiadó, 2005, 89.
- Lovelock, J. E. (1972): Gaia as Seen through the Atmosphere. In: Westbroek, P. – deJong, E. W. (eds.): *Biominalization and Biological Metal Accumulation*. Reidel, 1983. 15–25. <http://www.jameslovelock.org/gaia-as-seen-through-the-atmosphere/>

Lovelock, J. E. – Margulis, L. (1974): Atmospheric Homeostasis by and for the Biosphere: The Gaia Hypothesis. *Tellus*, 26, 1–2, 2–10. DOI: 10.3402/tellusa.v26i1-2.9731, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3402/tellusa.v26i1-2.9731?needAccess=true>

URL1: <https://www.worldometers.info/world-population>

URL2: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200310-sitrep-50-covid-19.pdf?sfvrsn=55e904fb_2

URL3: <https://coronavirus.jhu.edu/>

FEJEZETEK AZ ÜVEGHÁZTHATÁS-KUTATÁS TÖRTÉNETÉBŐL

HIGHLIGHTS FROM THE HISTORY OF GREENHOUSE EFFECT RESEARCH

Haszpra László

az MTA doktora

Atommagkutató Intézet, Debrecen, Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron
haszpra.l@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

A 19. század első felében egyértelművé vált, hogy a légkör meghatározó szerepet játszik a Föld éghajlatának alakításában. A század közepére, második felére tisztázódott, hogy a légkör hőviszogatartó képessége főleg a vízgőznek és a szén-dioxidnak köszönhető, és ezek mennyiségének megváltozása a Föld éghajlatának megváltozását eredményezi. Az ipari tevékenység már ekkor is tudottan jelentős mennyiségű szén-dioxidot bocsátott a levegőbe, így a 19–20. század fordulóján felmerült, hogy a széntüzelés idővel módosíthatja a bolygó éghajlatát. Az első próbálkozások az emberi tevékenység éghajlat-befolyásoló hatásának kimutatására az 1930-as években megtörténtek, annak egyértelmű bizonyítására azonban, hogy a légkörben a szén-dioxid valóban felhalmozódik, és ez döntően az emberi tevékenység következménye, a 20. század közepéig kellett várni. A tanulmány a légköri üvegházhatás-kutatás néhány, szélesebb körben talán kevésbé ismert epizódját villantja fel. A tudománytörténeti visszatekintés egyben rávezeti az olvasót arra, hogy napjaink éghajlatkutatásának már nem elsősorban a jelenlegi éghajlatváltozás okát kell keresnie, hanem azt, hogy a légköri energetikai kényszerre a rendkívül komplex éghajlati rendszer milyen ütemű és mértékű változással reagál.

ABSTRACT

In the first half of the 19th century, it became clear that the atmosphere plays a crucial role in governing the Earth's climate. By the middle and second half of the century, it was clear that the atmosphere's ability to retain heat was mainly due to water vapor and carbon dioxide, and that changes in their quantity would lead to changes in the Earth's climate. Even then, industrial activity was already known to emit significant amounts of carbon dioxide, and at the turn of the 19th century to the 20th, it was suggested that coal combustion could change the planet's climate over time. The first attempts to demonstrate the climate-changing effects of human activity were made in the 1930s, but it was not until the mid-20th century that there was clear evidence for carbon dioxide accumulating in the atmosphere, largely as a result of human activity. This paper highlights some of the perhaps less widely known episodes in atmospheric greenhouse research. This historical review of science also makes the reader aware that today's climate research is no longer primarily concerned with the causes of current climate change, but with the rate and extent to which the highly complex climate system is responding to the atmospheric energy forcing.

Kulcsszavak: tudománytörténet, éghajlatváltozás, üvegházhatás

Keywords: history of science, climate change, greenhouse effect

A KEZDETEK

Már a 17. században felismerték, hogy a fénnyel érkező „látható” hő áthatol az átlátszó/áttetsző anyagokon, míg a meleg testek által fény nélkül kibocsátott „láthatatlan” hő nem. Tapasztalat volt, hogy a nem átlátszó testek a „látható” hőt (például: napfény, tűz) „láthatatlan”, csak a hőmérsékleten keresztül érzékelhető hővé alakítják. A hőnek ez a tulajdonsága hősapda készítésére is felhasználható, ahogy ezt Horace-Bénédict de Saussure (1740–1799) svájci természettudós bizonyította. Üvegtetejű, sötét belsejű, egymástól jó hőszigetelő anyaggal elválasztott dobozokat helyezett egymásba, és napfényre téve a legbelső dobozban a víz forráspontját is meghaladó hőmérsékletet ért el (Bard, 2004). A napfény által hordozott „látható” hő bejutott az üvegen keresztül, de a „láthatatlan” hő már nem tudott távozni, ami a környezethez képest megemelte a dobozban a hőmérsékletet.

A kalandos életű francia matematikus-fizikus, Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768–1830) a 19. század elejének egyik legnagyobb hatású tudósa volt. Élete jelentős részében a hővezetéssel foglalkozott, ennek leírására dolgozott ki matematikai módszereket. 1822-ben jelent meg legjelentősebb munkája, *A hő analitikai elmélete* (Théorie analytique de la chaleur) (URL1). Fourier-t a kezdetektől különösen foglalkoztatta a Föld hőmérséklete, ezért ennek a témának két évvel később külön dolgozatot is szentelt *Általános megjegyzések a Föld és a bolygók hőmérsékletéről* (Remarques generales sur les temperatures du globe terrestre et des espaces planetaires) címmel (URL2). Ennek némileg átdolgozott változatát 1827-ben jelentette meg: *Értekezés a Föld és a bolygók hőmérsékletéről* (Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires) (URL3).

Fourier alapvetően hővezetéssel foglalkozott. Helyesen állapította meg, hogy a Föld belső hője jelentéktelen szerepet játszik a felszín hőmérsékletének alakításában. Azt is megállapította, hogy a légkör nélkül a Föld az élő szervezetek számára elviselhetetlenül nagy hőmérséklet-ingadozásnak lenne kitéve a nappalok és az éjszakák váltakozása során, hiszen a csillagokból érkező hő csak a „sarkvidékinél is alacsonyabb” hőmérsékletet tenne lehetővé. Felidézve Saussure hősapdáját, úgy gondolta, hogy talán a légkör egyes rétegei hasonlóan viselkednek, mint az üveglapok Saussure dobozain, nem engedve nagyon lehűlni a „legbelső dobozt”, a földfelszínt. Tisztában volt azonban azzal, hogy az analógia sántít, hiszen a

légkör nem szilárd közeg, benne a hőmérsékleti rétegződés hatására a kialakuló sűrűségkülönbség miatt függőleges mozgások indulnak meg. Fourier megközelítésének tulajdonképpen kevés köze volt a légköri üvegházhatáshoz, inkább egyfajta hőszigetelésre gondolt, ezért nem feltétlenül indokolt őt tekinteni ennek az éghajlat-szabályozásban meghatározó fontosságú jelenség első felvetőjének. Csak a későbbi, Fourier-re hivatkozó szerzők értelmezték úgy a munkáját, mintha abban már megjelent volna a légköri üvegházhatás abban a formában, ahogyan ezt a fogalmat a későbbiekben használni kezdték. Ami tény, Fourier felismerte azt, hogy a Föld éghajlatának alakításában a légkörnek valamilyen módon meghatározó szerepe van.

Részben Fourier nyomdokain haladva, az ugyancsak francia Claude Servais Mathias Pouillet (1790–1868) a maga által kifejlesztett pirheliométer segítségével már meg tudta mérni a Napból érkező energiát, és 1838-ban megjelent *Értekezés a nap hőjéről, a levegő sugárzó és elnyelő képességéről, valamint a világűr hőmérsékletéről* (Mémoire sur la chaleur solaire, sur les pouvoirs rayonnants et absorbants de l'air atmosphérique et sur la température de l'espace [URL4]) című munkájában kifejtette, hogy a légkör átlátszóbb a Napból érkező sugárzásra, mint a földfelszín kisugárzására, így a bolygó melegebb, mint légkör nélkül lenne (Bard, 2004).

A 19. század első felében egyértelművé vált, hogy a Napból érkező hő mellett a légkör is meghatározó szerepet játszik a Föld éghajlatának alakításában. Az a kérdés viszont még megválaszolatlan volt, hogy mi a jelenség fizikai magyarázata.

AZ ÉGHAJLAT-SZABÁLYZÓ GÁZOK FELFEDEZÉSE

Az 1840-es évektől egyre inkább elfogadottá vált Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807–1873) svájci (később az Amerikai Egyesült Államokban tevékenykedő) biológus-geológusnak, a Magyar Tudományos Akadémia későbbi tiszteleti tagjának (1863) felismerése, mely szerint a bolygót a múltban nagy kiterjedésű gleccsek borították. Más geológiai leletek azt mutatták, hogy voltak olyan időszakok is, amikor melegkedvelő növényzet borította a magasabb földrajzi szélességeken elterülő területeket. A kutatási eredmények alapján elfogadottá vált, hogy a Föld éghajlata nem állandó, valamilyen folyamat, tényező azt változtathatja.

A 19. század első felében a spektroszkópia is jelentős fejlődésen ment keresztül. A kutatók a legkülönbözőbb anyagok kibocsátási és elnyelési tulajdonságait kezdték vizsgálni, amelyek később elvezettek a sugárzási törvényszerűségek felismeréséhez is. A légköri energiaelnyelés kapcsán többnyire John Tyndall (1820–1893) angol–ír fizikus munkáit hivatkozzák, aki 1861-ben Baker-díjasként a Royal Societynek ismertethette kilenc gáz és húsz gőz hősugárzás-elnyelésére vonatkozó vizsgálatait (Tyndall, 1861). Tyndall hivatkozott munkája alapvetően

technikai jellegű. A kísérleti berendezés felépítésével, tesztelésével, a mérések során felmerülő problémákkal foglalkozik, emellett táblázatos formában közli mérései eredményeit. A vízgőzre, a szén-dioxidra (a korabeli szóhasználatban: szénsav) és a vizsgált szénhidrogénekre vonatkozó eredményekhez azonban a légkörrel kapcsolatban egy pár mondatos értelmezést fűzött:

„De Saussure, Fourier, M. Pouillet és Hopkins a földi kisugárzás ezen feltartóztatását az éghajlatot befolyásoló legfontosabb hatásnak tekinti. Nos, mivel a fenti kísérletek azt mutatják, hogy a fő hatást a vízgőz gyakorolja, ennek az alkotóelemnek minden változása éghajlatváltozást kell eredményezzen. Ugyanez a helyzet a levegőben széteszáló szénsavval is. Továbbá, bármilyen szénhidrogén-gőz jelentéktelen mennyiségű bekeveredése is nagy hatással lenne a földi kisugárzásra, és ennek megfelelően éghajlatváltozást eredményezne. Ezért nem szükséges feltételeznünk a légkör sűrűségének és magasságának megváltozását ahhoz, hogy megmagyarázzuk, miért őrzött meg a Föld eltérő mennyiségű hőt az idők folyamán; ehhez elegendő a változó alkotóelemek enyhe megváltozása. Valójában az ilyen változások idézhették elő az éghajlat minden olyan változatát, melyeket a geológusok kutatásai feltártak.” (Tyndall, 1861, 28–29.)¹

További két, légköri vízgőzzel foglalkozó munkájában a vízgőz hővisszatartó tulajdonságával magyarázza a különösen száraz levegőjű területek erőteljes éjszakai lehűlését, illetve feltételezi, hogy az emelkedő levegő lehűlése nemcsak a tágulásának köszönhető, hanem annak is, hogy a felette lévő ritkább levegő már kevésbé akadályozza a hő távozását a világűr felé. Tyndall a vízgőzt egyfajta gáthoz hasonlította, amely meghatározott szintig felduzzasztja az alatta lévő légrétegben a hőt, míg a többlet átbukik a gáton és a világűr felé távozik: „The aqueous vapour constitutes a local dam, by which the temperature at the earth’s surface is deepened: the dam, however, finally overflows, and we give to space all that we receive from the sun.” (Tyndall, 1863, 205.) A „túlfolyó” biztosítja, hogy végül annyi energia távozzon a bolygóról, mint amennyi érkezik. A szén-dioxid és a szénhidrogének légköri szerepével az 1861-es, már idézett munkájában szereplő egyetlen bekezdésen túlmenően Tyndall nem foglalkozott.

Thomas Sterry Hunt (1826–1892) kanadai geológus azonban felismerte Tyndall felfedezésének jelentőségét. Azt korábban is feltételezték, hogy a szén- és kőolajtelepek a földtörténeti múlt vegetációjából képződtek. A növények fotoszintézise révén a szén és szénszármazékok közvetetten a hajdani légkör szén-dioxidjából képződtek. Tyndall felfedezésével pedig magyarázatot nyert, legalábbis hipotézis szintjén, hogy a többlet szén-dioxidnak lehetett köszönhető az a melegebb, és ennek következtében nedvesebb éghajlat, amely bizonyos földtörténeti korok dús vegetációját táplálta (Hunt, 1863). Burkoltan már itt megjelent az, amit ma vízgőz-visszacsatolásnak hívunk: a melegebb éghajlat egyben magasabb légköri

¹ A szerző fordítása.

vízgőztartalmat eredményezhetett, ami maga is hozzájárult a felszíni hőmérséklet megemeléséhez.

Valójában nem Tyndall volt az első, aki a légköri vízgőz és szén-dioxid hőelnyelő tulajdonságát felismerte. Eunice Foote (1819–1888), amatőr kutatónő már az 1850-es években vizsgálta a száraz levegő, a nedves levegő és a légkörben régóta tudottan jelen lévő szén-dioxid sugárzáselnyelését, valamint az elnyelés nyomásfüggését. A napfényt használta energiaforrásként és hőmérséklet-méréssel detektálta az eltérő elnyelést. Megállapította, hogy amennyiben szén-dioxidból a jelenleginél több keveredik a légkörbe, az a hőmérséklet emelkedését kell hogy okozza. Eredményeit a ma is tevékeny Amerikai Egyesület a Tudományos Haladásért (American Association for the Advancement of Science – AAAS) 1856. évi konferenciáján kívánta bemutatni. Bár az egyesületnek 1850-től már nők is tagjai lehettek, Foote nem volt tag, ezért dolgozatát a Smithsonian Institution vezetője olvasta fel. Az eredmények nyomtatásban is megjelentek az egyesület lapjában (Foote, 1856). Tekintettel az internet, a telefax és a légiposta korabeli hiányára, a 19. század közepén a tudományos eredmények még csak szörványosan és lassan jutottak át az óceánon. Sir Roland Jackson, a brit The Royal Institution Tyndall-kutatója szerint nagyon valószínű, hogy Tyndall nem tudott Foote vizsgálatairól, tőle függetlenül következtetett a vízgőz és a szén-dioxid éghajlat-befolyásoló hatására (Jackson, 2019).

Foote ténylegesen nem a földfelszín hőmérsékleti kisugárzásának, hanem a Naptól érkező közeli infravörös sugárzásnak az elnyelését vette észre, és sem ő, sem Tyndall nem ismerte fel az üvegházhatás lényegét, a légköri visszasugárzást.

SVÉD TUDÓSOK AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS NYOMÁBAN

A 19. század második felének földtudományi kutatásai között jelentős helyet foglalt el a földtörténeti éghajlatváltozások vizsgálata, a meleg időszakok és a jégkorszakok okainak feltárása. A korabeli csillagászati hipotézisek nem voltak meggyőzők, ezért a kutatások elsősorban az éghajlatot bizonyosan befolyásoló légkör esetleges változásaira, ezek lehetséges okaira, illetve hatásaira irányultak. Svante August Arrhenius (1859–1927) svéd fizikus-kémikust is a jégkorszakok okainak feltárása inspirálta arra, hogy a korábbi, pusztán hipotetikus felvetések után megpróbálja ténylegesen is kiszámolni, milyen mértékű szén-dioxid-mennyiség csökkenése, illetve növekedése mellett alakulhattak ki ezek a fagyos, illetve meleg periódusok.

Mai szóhasználattal Arrhenius modellje egy nulladimenziós energia-egyensúlyi modell volt, amelyben a felszín hőmérséklete lényegében csak a légkör hosszúhullámú átbocsátó képességétől függött (Arrhenius, 1896). A cél nem a felszíni hőmérséklet kiszámítása volt, erre a modell nem is lett volna alkalmas, hanem a geológusok által becsült éghajlatváltozások előidézéséhez szükséges

szén-dioxid-mennyiség változásának meghatározása. A vízgőz mindenkori légköri mennyiségét Arrhenius logikus módon a kialakuló hőmérséklethez kötötte a relatív nedvesség rögzítésével, így a modellben a vízgőz-visszacsatolást figyelembe vette. A jégboritottság változásával járó albedóváltozással, bár a jelenségre az eredmények értékelésénél utalt, nem tudott számolni. Arrhenius számításai szerint mintegy 40%-kal kellett alacsonyabbnak lennie a légkör szén-dioxid-koncentrációjának az általa aktuálisként ismert 0,03%-nál (300 ppm) a jégkorszakok idején, míg a meleg időszakok 8-9 fokkal magasabb hőmérsékletéhez 2,5-3-szoros koncentráció tartozhatott (Arrhenius, 1896). Kortársai, Nils Ekholm (1848–1923) svéd meteorológus továbbgondolta Arrhenius eredményeit, és felvetette, hogy a széntüzelés révén a légkörbe kerülő nagy mennyiségű szén-dioxid a bolygó melegedését okozhatja (Ekholm, 1901). Arrhenius saját, ezzel kapcsolatos gondolatait a magyarul is megjelent *A világok keletkezése* (Worlds in the Making) című könyvében fejtette ki (Arrhenius, 1908). Mint a hűvös, skandináv éghajlat alatt élő tudós, úgy gondolta, némi melegedés egyáltalán nem ártana. Kellemesebbé tenné az éghajlatot, növelné a mezőgazdasági terméshozamokat. A minden bizonnyal ismét közeledő jégkorszak elkerülésével pedig nem kényszerülnének az északi népek arra, hogy Afrika melegebb éghajlatú területeire vándoroljanak. Ugyanakkor úgy becsülte, az észrevehető melegedésig évszázadok telnének el, mivel az ipar által kibocsátott szén-dioxid 5/6-át a gáz jó oldhatósága miatt az óceánok elnyelnék, így légköri hatást nem fejthetne ki (Arrhenius, 1908). Bár egy egyensúlyi rendszerben Arrhenius becslése nagyjából megállná a helyét, a valóság dinamikus rendszer, ahol a folyamatok sebességével is számolnunk kell. Az óceán nem feltétlenül képes olyan ütemben felvenni a szén-dioxidot, amilyen ütemben a légkörbe kerül. Ha a kibocsátás üteme meghaladja a felvételt (ez volt a helyzet már Arrhenius idején, és ez a helyzet jelenleg is), akkor megindul a légköri felhalmozódás, és így sokkal erősebb az éghajlati hatás, mint amit egyensúlyi esetre számolnánk. Bár Arrhenius volt az, aki először próbálta kiszámítani, hogy a légköri szén-dioxid-mennyiség megváltozása milyen mértékű hőmérsékletváltozást okoz (1896), Ekholm volt az, aki a fent idézett munkájában (1901) az emberi tevékenység potenciális éghajlat-változtató hatására felhívta a figyelmet. Ennek ellenére manapság a legtöbb publikáció Arrhenius 1896-os munkáját jelöli meg az antropogén éghajlat-változtatás első felvetéseként.

A légköri szén-dioxid és vízgőz éghajlati szerepének vizsgálatában fordulópontot jelentettek Knut Ångström (1857–1910) svéd fizikus spektroszkópiai mérései. Ezek azt mutatták, hogy a légköri szén-dioxid-tartalom olyan nagy, hogy felezése vagy duplázása a felszín hőmérsékleti kibocsátásának hullámhossztartományában az elnyelésben csupán néhány tized százalékpontos különbséget eredményez. A légkör tehát szén-dioxid tekintetében telítettnek mondható, mennyiségének változása érdemi éghajlatváltozást nem okozhat (Ångström, 1900). Arrhenius ugyan spektroszkópiai, módszertani oldalról támadta Ång-

ström eredményeit, de a döntő probléma nem a mérési eredményekkel, hanem azok értelmezésével volt.

Fourier tisztában volt azzal, hogy a légkör mozgó közeg, amelyben a hő áramlással (is) terjed. Saussure hőcsapdadobozának üvegfedelét, amely megakadályozta a felmelegedett levegő távozását, pusztán hasonlatként használta a légkörre. Követői is tisztában voltak azzal, hogy az üvegház hasonlat fizikailag rossz, mivel az üvegtető elsősorban a levegőcseré megakadályozásával tartja fenn a benti meleget, és kevésbé a hőmérsékleti sugárzás elnyelésével. A hasonlat azonban annyira szemléletes volt, hogy a jelenség lényegével tisztában lévő tudósok gondolkodását is megzavarta. A Pouillet, Tyndall és mások által megfigyelt jelenségek magyarázatához elég volt a légkört egyetlen rétegnek tekinteni, mint az üveglapot. Arrhenius modellje is egyetlen levegőrétegből állt. Ångström azért értelmezhetette félre kísérletei eredményét, mert a légkört ugyancsak egyetlen rétegnek képzelte el, és nem vette észre, hogy éghajlati szempontból nem az az érdekes, hogy a felszínről kiinduló sugárzás közvetlenül áthatol-e a teljes légkörön (ezt mérte a kísérletében), hanem az, hogy az energiaelnyelés és -kisugárzás a légkörön belül hol és hogyan történik.

A felszínről kiinduló hőmérsékleti sugárzást a légkör bizonyos nyomanyagai, elsősorban a vízgőz és a szén-dioxid, elnyelik, majd az elnyelt energiát a molekulák ütközése révén a légkör más alkotóinak is átadják, felmelegítve az adott légréteget. Ez a légréteg ugyancsak hőmérsékleti sugárzást bocsát ki, mind a felszín felé, mind felfelé, amelyet ismét csak elnyelnek az erre képes molekulák. Felfelé haladva azonban az egyre ritkuló légkörben az elnyelési úthossz is egyre nő, a kibocsátott energiának egyre nagyobb hányada el tudja hagyni a bolygót. Bizonyos magasság feletti légrétegekből már annyi energia tud távozni, amennyi – egyensúlyi esetben – megegyezik a Napból a Földre érkező energia felszín és légkör által elnyelt részével. Ha nő (vagy csökken) a hőmérsékleti sugárzást elnyelő gázok mennyisége a légkörben, akkor ez a kritikus réteg egyre magasabbra (alacsonyabbra), hidegebb (melegebb) régióba kerül. E réteg hőmérsékletének azonban arra a szintre kell emelkednie (süllyednie), hogy a kisugárzott energia ismét egyensúlyba kerüljön a beérkező energiamennyiséggel, ami a légkörben a konvekció révén kialakuló adiabatikus hőmérsékleti gradiens miatt a felszíni rétegek felmelegedésével (lehűlésével) áll be. Mindezt a kor tudósai is tudták, hiszen a fenti leírás Ekholm 1901-ben megjelent munkájából származik (Ekholm, 1901). A jelenség mai tudásunk szerint valamivel komplexebb (sugárzási és konvektív energiaátvitel, elnyelési sávzélességek nyomásfüggése stb.), de a leírás alapvetően jól tükrözi a valóságot. Megmagyarázza, hogy a koncentráció növekedése miért vonja maga után a felszíni hőmérséklet növekedését. Éghajlati szempontból a légkör nem igazán tud szén-dioxidban telítetté válni, bár a hőmérsékleti hatás a koncentrációnak nem lineáris függvénye. Fura módon a légkör szén-dioxiddal való telítettsége még ma, 120 évvel Ekholm, lényegét tekintve helyes magyarázata után is fel-felbukkan klíma(változás-)szkeptikus körökben.

AZ EMBERISÉG ÉGHAJLAT-MÓDOSÍTÓ HATÁSA

Ångström széles körben ismertté vált – félreértelmezett – kísérleti eredményei, továbbá az a tény, hogy számos hipotézis ellenére a korszak kutatóinak nem sikerült felfedezniük azt a folyamatot, amely meggyőzően magyarázta volna a légkörnek a jégkorszakok ritmusában bekövetkező szén-dioxid-tartalom ingadozását, lényegében fél évszázadra lefékezte a légköri üvegházhatással és az éghajlati hatásokkal foglalkozó kutatásokat. Az éghajlatváltozásokkal kapcsolatos kutatások ismét a csillagászati hatások vizsgálata felé fordultak, ami végül elvezette a munkáját nagyrészt Budapesten végző Milutin Milanković (1879–1958) szerb matematikust a róla elnevezett, az éghajlat alakulásában meghatározó szerepet játszó csillagászati ciklusok felismeréséhez (Szarka et al., 2021). Ma már tudjuk, hogy a légkörben lévő szén-dioxid (és egyéb üvegházhatású gázok) mennyiségváltozásának ténylegesen komoly szerepe volt a jégkorszakok kialakulásában, de nem azon a módon, ahogy ezt a 19. század második felében elképzelték. Az éghajlati rendszerben lévő erős pozitív visszacsatolás miatt a csillagászati okokból bekövetkező besugárzáscsökkenés váltotta ki az üvegházhatású gázok mennyiségének csökkenését, és ez a folyamat lényeges mértékben ráerősített a globális lehűlésre (Hansen et al., 2008). A növekvő jégfelület albedónövelő hatása mellett az üvegházhatás gyengülése vezetett a kiterjedt eljegesedésekhez.

1931-ben Edward Olson Hulburt (1890–1982) amerikai geofizikus a sztratoszféra hőmérsékleti viszonyait tanulmányozva vetette fel ismét, hogy a szén-dioxidnak esetleg mégis szerepe lehet a felszíni hőmérséklet alakításában (Hulburt, 1931). Nála már felbukkan mind a sugárzási, mind a konvektív folyamatok egyidejű figyelembevétele. Guy Stewart Callendar (1898–1964) brit gépészmérnök, amatőr meteorológus pedig 1938-ban összefüggést vélt felfedezni a légköri szén-dioxid-koncentráció növekedése és a felszíni hőmérséklet növekedése között (Callendar, 1938). Munkáját erős kétkedéssel fogadták, részint a hőmérsékleti, részint a koncentráció trendek bizonytalansága és némi szakmai sznobizmus miatt. Callendar végzettsége szerint ugyanis mérnök volt, nem „tudós”. Callendar ugyanakkor alapos infravörös spektroszkópiai ismeretekkel rendelkezett. Ismerte Arrhenius és mások munkáit, és a földtörténeti éghajlatváltozásokkal kapcsolatos számtalan feltételezés egyikét sem érezte eléggé meggyőzőnek, ezért fogott önálló kutatásokba (Fleming, 2007). Callendar a légkört már rétegekre bontva, a korábbiaknál lényegesen pontosabb spektroszkópiai adatokra támaszkodva végezte számításait. A hőmérsékleti trendeknél pedig megpróbált figyelni a méréseket esetleg torzító hatásokra, például a városi hőszigetek kialakulására. A nagyjából fél évszázados időszakra számított $0,005\text{ }^{\circ}\text{C/év}$ -es globális hőmérsékleti trendből, számításai szerint $0,003\text{ }^{\circ}\text{C/év}$ -et okozhatott a szén-dioxid-koncentráció növekedése. A tanulmány az 1950-es

évek közepéig visszhangtalan maradt. Számításait azonban az 1950-es években már más kutatók is megerősítették, és mások mellett jelentős szerepe volt abban, hogy az 1957–1958-as Nemzetközi Geofizikai Év keretében megindultak a rendszeres légköri szén-dioxid-mérések.

A HALMOZÓDÓ SZÉN-DIOXID

A lényegében már a századfordulót követően megindult emelkedő hőmérsékleti trend az 1950-es évekre annyira feltűnővé vált, hogy Callendar ismétlődő publikációi alapján egyre többen kezdték újra fontolóra venni a szén-dioxid esetleges éghajlat-módosító hatását. Bár légköri szén-dioxid-méréseket már a 19. század elején is végeztek, a szórványos, analitikai hibáktól és reprezentativitási problémáktól szenvedő adatokból nem igazán lehetett meggyőző tendenciát kimutatni.

Ugyanebben az időben, az 1950-es évek elején a sorozatos légköri nukleáris robbantások szükségessé tették, hogy nyomon kövessék a keletkező, részben radioaktív termékek sorsát, kikerülését a légkörből. Ebben nagy segítséget jelentett az ekkor már üzembiztosan hadra fogható tömegspektrometria, mellyel a különböző izotópok elkülöníthetők voltak.

A légköri nukleáris robbantások egyik jellegzetes terméke a szén 14-es tömegszámú, radioaktív izotópja (^{14}C , radiokarbon). A fák évgyűrűinek elemzése azt mutatta, hogy ennek az izotópnak a bomlási sebességgel korrigált részaránya a fák évgyűrűiben az évszázad elejétől egészen a robbantások megkezdéséig fokozatosan csökkent (Suess, 1955), azaz a légkörben is egyre csökkenő arányban lehetett jelen a radiokarbont tartalmazó szén-dioxid. Természetes körülmények között a radiokarbon a kozmikus sugárzás hatására, a naptevékenység ingadozásától eltekintve, állandó ütemben keletkezik a légkörben. Ezzel egyidejűleg 5730 éves felezési idővel bétabomlás révén állandó ütemben bomlik. A két folyamat együtt közelítőleg állandó – egyensúlyi – koncentrációt eredményez. A radiokarbon csökkenő részaránya a légköri szén-dioxid „hígulását”, azaz radiokarbont nem tartalmazó szén-dioxid felhalmozódását jelenti. Radiokarbon-mentes szén a légkörrel régóta anyagcserét nem folytató széntárolókból kerülhet a levegőbe, melyekben a radiokarbon már elbomlott. Ilyen széntároló a litoszféra, ahonnan radiokarbon-mentes szén a vulkáni tevékenység (vulkánkitörések, szivárgások és hasonló) révén, illetve a kibányászott fosszilis tüzelőanyagok elégetése révén juthat a légkörbe. Az eleve kis hozamú vulkáni tevékenységben számottevő változás nem történt, a fosszilis tüzelőanyagok egyre növekvő felhasználása azonban már a 19. századtól a statisztikai adatokból jól nyomon követhető volt. Ebből következően jutott el Roger Revelle (1909–1991) és Hans Suess (1909–1993), a Scripps Oceanográfiai Intézet (San Diego, Ca-

lifornia, USA) igazgatója és munkatársa arra, hogy az emberi tevékenységből származó szén-dioxid a légkörben valószínűleg felhalmozódik, és ennek messze ható éghajlati következményei lehetnek (Revelle–Suess, 1957). Ez a gyanú vezetett el aztán ahhoz, hogy 1957-ben a Nemzetközi Geofizikai Év keretében megindultak a folyamatos, nagy pontosságú légköri szén-dioxid-koncentráció mérések, amelyek néhány éven belül igazolták ennek az üvegházhatású anyagnak a légköri felhalmozódását.

NAPJAINK ÉGHAJLATKUTATÁSA

Immáron több mint egy évszázada tudjuk, hogy a légkör néhány alkotója meghatározó szerepet játszik bolygónk éghajlatának alakításában. Ahogy már Tyndall felismerte: mennyiségük bármilyen megváltozásának a természeti törvényeknek megfelelően éghajlatváltozást kell okoznia. Az üvegházhatású gázok régóta tartó felhalmozódása mérésekkel jól dokumentált, tehát az éghajlatváltozásnak is folyamatban kell lennie. A jégfelületek zsugorodása, a vegetációs övek eltolódása, a tengerszint emelkedése jelzi is ezt a folyamatot. A légkörtudomány a hőmérsékletváltozás észlelésével nem felfedezte az éghajlatváltozást, hanem regisztrálta a törvényszerűen kialakuló változásokat. Éppen ezért logikátlan feltételezni, hogy esetleg hibás, nem reprezentatív hőmérsékletmérések miatt „hisszük” azt, hogy változik bolygónk éghajlata. Ezt egyébként a fent említett „hibamentes” természetes hőmérők is cáfolják.

A napjainkban tapasztalt éghajlati változások az éghajlati modellek megbízhatósági határain belül összhangban vannak az üvegházhatás erősödésével. Mindez természetesen nem zárja ki, hogy ne lehetnének egyéb ható tényezők is, de a potenciálisan leginkább érintett tudományterületek, a csillagászat és a geofizika eddig nem bukkant olyan természeti folyamatra, melynek hatása összemérhető lenne az üvegházhatás erősödésével, és ugyanígy, tendenciaszerű változást okozhatna. A Nap energiakibocsátásában megfigyelt enyhe növekedés jelentéktelen az üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése által keltett energetikai kényszerhez képest (Myhre et al., 2013). Napjaink éghajlatkutatása előtt tehát nem annyira az a kérdés áll, hogy mi okozza a tapasztalt éghajlatváltozást, hiszen régóta ismerjük a meghatározó okot, hanem az, hogy milyen mértékű és ütemű változással kell szembenéznünk.

IRODALOM

- Ångström, K. (1900): Ueber die Bedeutung des Wasserdampfes und der Kohlensäure bei der Absorption der Erdatmosphäre. *Annalen der Physik*, 308, 720–732. DOI: 10.1002/andp.19003081208
- Arrhenius, S. (1896): On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. *Philosophical Magazine and Journal of Science Series*, 5, 41, 237–276. DOI: 10.1080/14786449608620846, https://www.rsc.org/images/Arrhenius1896_tcm18-173546.pdf
- Arrhenius, S. (1908): *Worlds in the Making*. New York–London: Harper and Brothers Publishers, <https://archive.org/details/worldsinmakingev00arrhrich>
- Bard, E. (2004): Greenhouse Effect and Ice Ages: Historical Perspective. *Comptes Rendus Geoscience*, 336, 603–638. DOI: 10.1016/j.crte.2004.02.005
- Callendar, G. S. (1938): The Artificial Production of Carbon Dioxide and Its Influence on Temperature. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society*, 64, 223–240. DOI: 10.1002/qj.49706427503, <https://www.rmets.org/sites/default/files/qjcallender38.pdf>
- Eckholm, N. (1901): On the Variations of the Climate of the Geological and Historical Past and Their Causes. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 27, 1–62. DOI: 10.1002/qj.49702711702
- Fleming, J. R. (2007): *The Callendar Effect*. Boston: American Meteorological Society, https://www.colby.edu/sts/callendar_effect_ebook.pdf
- Foote, E. (1856): Circumstances Affecting the Heat of the Sun's Rays. *The American Journal of Science and Arts*, 32, 382–383. <https://bit.ly/3ooTynB>
- Hansen, J. – Sato, M. – Kharecha, P. et al. (2008): Target Atmospheric CO₂: Where Should Humanity Aim? *The Open Atmospheric Science Journal*, 2, 217–231. DOI: 10.2174/1874282300802010217, <https://bit.ly/3c4O37M>
- Hulburt, E. O. (1931): The Temperature of the Lower Atmosphere of the Earth. *Physical Review*, 38, 1876–1890. DOI: 10.1103/PhysRev.38.1876
- Hunt, T. S. (1863): On the Earth's Climate in Paleozoic Times. *The American Journal of Science and Arts*, 36, 396–398. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=hvd.32044102904273>
- Jackson, R. (2019): Eunice Foote, John Tyndall and a Question of Priority. Notes and Records. *The Royal Society Journal of the History of Science*, 74, 105–118. DOI: 10.1098/rsnr.2018.0066, <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsnr.2018.0066>
- Myhre, G. – Shindell, D. – Bréon, F.-M. et al. (2013): Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Stocker, T. F. – Qin, D. – Plattner, G.-K. et al. (eds.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom–New York, NY, USA: Cambridge University Press, 659–740. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIAR5_Chapter08_FINAL.pdf
- Revelle, R. – Suess, H. E. (1957): Carbon Dioxide Exchange between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades. *Tellus*, 9, 18–27. DOI: 10.1111/j.2153-3490.1957.tb01849.x, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3402/tellusa.v9i1.9075>
- Suess, H. E. (1955): Radiocarbon Concentration in Modern Wood. *Science*, 122, 415–417. DOI: 10.1126/science.122.3166.415-a
- Szarka L. – Soon, W. W. H. – Cionco, R. G. (2021): How the Astronomical Aspects of Climate Science Were Settled? On the Milankovitch and Bacsák Anniversaries, with Lessons for Today. *Advances in Space Research*, 67, 700–707. DOI: 10.1016/j.asr.2020.09.020, <http://real.mtak.hu/124524/1/2021-Szarka-et-al-1-s2.0-S0273117720306499-main.pdf>

Tyndall, J. (1861): The Bakerian Lecture: On the Asorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connexion of Radiation, Absorption, and Conduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 151, 1–36. DOI: 10.1098/rstl.1861.0001, <http://web.gps.caltech.edu/~vijay/Papers/Spectroscopy/tyndall-1861.pdf>

Tyndall, J. (1863): On Radiation through the Earth's Atmosphere. *Philosophical Magazine Series*, 4, 25, 200–206. DOI: 10.1080/14786446308643443

URL1: https://archive.org/details/bub_gb_TDQJAAAAIAAJ

URL2: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k65708960/f142.item>

URL3: https://www.academie-sciences.fr/pdf/dossiers/Fourier/Fourier_pdf/Mem1827_p569_604.pdf

URL4: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k95017r>

A HAZAI TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK LÁTHATÓVÁ TÉTELE, KIAKNÁZÁSA ÉS MEGŐRZÉSE MODERN ESZKÖZÖKKEL

INCREASING THE VISIBILITY AND USE OF SCOLARLY PUBLICATIONS USING MODERN TECHNOLOGY

Holl András

informatikai főigazgató-helyettes, MTA Könyvtár és Információs Központ
holl.andras@konyvtar.mta.hu
ORCID: 0000-0002-6873-3425

ÖSSZEFOGLALÁS

A láthatóság növelése kulcsfontosságú a hazai kiadású folyóiratok, a hazai kutatók számára. Az ehhez szükséges feltételeket és technológiákat járjuk körül e tanulmányban.

ABSTRACT

Hungarian scholarly journals and other research outputs need more visibility. We discuss the necessary conditions and technologies to be used.

Kulcsszavak: tudományos publikációk, tudományos kommunikáció

Keywords: scholarly publications, scholarly communication

TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

1995-ben az MTA Csillagászati Kutatóintézete az interneten elérhetővé tette kis expressz folyóiratát, az *Information Bulletin on Variable Starst*. Az indok a költségsökkentés volt: a nyomdai sokszorosítás és a postázás egyre nagyobb terhet jelentett, a valamivel korábban bevezetett előfizetési díj pedig szűkítette az olvasók körét. A másik fontos tényező az volt, hogy a folyosónyi szekrény sor helyett a korábbi számok tárolása lehetővé vált egy kisebb dobozban: egy Sun SparcStation IPX munkaállomás merevlemezén.

Volt egy további remény is a folyóirat világhálón való megjelenítésében: az internet „demokratizmusa”. Kis befektetéssel elérhetővé lehetett tenni az informá-

ciókat – míg egy nyomtatott folyóirat vagy könyv kiadása és hatékony terjesztése csak nagy befektetéssel volt lehetséges.

Hogyan értékelhetjük visszatekintve az internetes terjesztés akkor vélt előnyeit? Kétségtelen, hogy a digitális tudományos kiadói tevékenység területére való belépés befektetési küszöbe alacsony. De ahogy a 2000-es években a tudományos kiadók mind felköltöztek a világhálóra, a hatékony információterjesztéshez egy kisebb intézmény vagy egy-két lelkes kutató és informatikus által működtetett szerver többé már nem volt elegendő. A világhálóra feltett információ azok számára, akik tudják, mit keresnek – tudják az URL¹-t –, továbbra is ugyan olyan könnyen elérhető, mintha a nagy kiadók oldalain lenne. De ahhoz, hogy az információ megtalálható legyen, már sokkal nagyobb befektetésre van szükség.

A kilencvenes években nemigen gondoltunk arra, hogy valamikor egy weblapot megnyitni sokkal könnyebb lesz, mint egy nyomtatott folyóiratszámot felütni. Manapság, ami nem érhető el az interneten, az kevesebb olvasóhoz jut el. Arról pedig végképp nem volt fogalmunk, hogy az internetes kereső és tartalomfeltáró, ajánló rendszerek milyen előnyöket biztosítanak. A fejlett szöveg- és adatbányászat lehetőségeiről itt számoltunk be (Holl, 2015).

Az információtechnológia által teremtett lehetőségek a tudományos cikkek láthatóságát és felhasználhatóságát jelentős mértékben növelhetik. Am egy közönséges weblapra feltöltött PDF²- vagy HTML³-folyóiratszám kevéssé látható, nehezen felhasználható és igen sérülékeny, a szolgáltatás minősége pedig gyakorta kétséges. Járjuk körül ezeket a kérdéseket!

Láthatóság

Hiába érhető el az adott tartalom, ha a kutatók által használt keresőkben nem jelenik meg, vagy a többi találat mögött bújlik meg. Itt a Google Scholar a legdemokratikusabb, szinte minden szabadon és közvetlenül elérhető tartalmat megtalál. A Web of Science (WoS)- vagy a Scopus-indexelés elérése a folyóirat kiadójától jelentős befektetést igényel, sok esetben nem sikerül ezen a küszöbön átmenni. Ahhoz, hogy az Open Science világ ingyenesen használható keresőiben (például: Jisc Core, Bielefeld Academic Search Engine/BASE) egy cikk feltűnjön, jóval kevesebb beruházás szükséges, de pénz nélkül ez sem valósítható meg. A cikknek egy OAI-PMH⁴-protokollt támogató szolgáltatásban kell megjelennie: ilyen lehet

¹ URL – *Uniform Resource Locator*, egységes erőforrás-helymeghatározó

² PDF – *Portable Document Format*, hordozható (eszközfüggetlen) dokumentumformátum

³ HTML – *HyperText Markup Language*, hiperszöveges jelölőnyelv

⁴ OAI-PMH – *Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting*, Open Archives Initiative metaadatgyűjtési protokoll

egy Open Journal Systems (OJS) folyóiratplatform (Holl–Bilicsi, 2019) vagy egy repozitórium.

Fontos szempont az is, hogy a tartalmak évek múlva is elérhetőek legyenek. A repozitóriumok vagy a folyóiratplatformok működtetője hosszú távon stabil intézmény kell hogy legyen (mint például egy könyvtár). Mind a hosszú távú elérhetőség biztosításának, mind a láthatóság növelésének fontos eszköze a DOI⁵-azonosítók alkalmazása. A DOI alapfunkciója, hogy ha a dokumentumok helye megváltozik, a DOI-ügynökség adatbázisában történő átregisztrálás után a DOI-linkek továbbra is működni fognak. A DOI-adatbázisban rögzített meta-adatok pedig újabb lehetőséget teremtenek a dokumentumok megtalálhatóságának növelésére. A CrossRef DOI-ügynökség adatbázisából nyerhető információk kiaknázására új vállalkozások jelentek meg a tudományos szakirodalmi keresők piacán. Amennyiben egy előfizetési folyóiratban megjelent cikket (a kiadói változat DOI-jának feltüntetésével) egy megfelelő repozitóriumban helyeznek el, a felhasználók számára a hagyományos szakirodalmi adatbázisokban található publikációk repozitóriumi, szabad hozzáférésű változatai is láthatóvá válnak az Unpaywall segítségével. A CrossRef Cited-by szolgáltatásának használatával – ami további szerkesztőségi munkabefektetést kíván – visszajelzést lehet kapni a cikk idézettségéről, amit a folyóiratban vagy repozitóriumban a cikk mellett fel lehet tüntetni.

A hazai tudományos teljesítményt nyilvántartó és értékelést segítő adatbázis – az MTMT⁶ – számára is lehetőségeket kínálhat a DOI-k széles körű hazai alkalmazása. A hazai folyóiratokban megjelent, akár magyar nyelvű cikkek más hazai, akár magyar nyelvű idézeteinek összesítését is segíthetik, akár a Cited-by használatával, akár a szövegek adatbányászata eredményeképp.

Azonban a DOI-k pénzbe kerülnek (bár nem drágák), s ami még nagyobb probléma, nem elhanyagolható munkabefektetést igényelnek. A hazai DOI-alkalmazók száma gyarapszik, de nem minden szerkesztőség használja rendeltetésszerűen ezeket az azonosítókat. Pedig a DOI-k alkalmazása növeli a tudományos kommunikáció határfokát, és ha nem is pótolja a WoS- vagy Scopus-indexálást, jelentősen növeli a láthatóságot. A nemrég kiírásra került OTKA⁷-pályázatban már szerepel a DOI-azonosítók használatának igénye, és a Plan S is feltételül szabja a DOI-alkalmazást a nyílt hozzáférés repozitóriumi („zöld”) változatának alkalmazása esetén.

A kutatók közül sokan használják az Academia.edu-t vagy a ResearchGate-et munkáik terjesztésére (URL1). Ezek hatékony szolgáltatások – bár etikátlan eszközökkel növelik a nyilvánosságot (levélszemetet küldenek, úgy beállítva, mintha

⁵ DOI – *Digital Object Identifier*, digitálisobjektum-azonosító

⁶ MTMT – *Magyar Tudományos Művek Tára*

⁷ OTKA – *Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok*

egy társszerző, kolléga küldené; nem törődnek a kiadói jogokkal). Aggodalomra adhat okot ezen cégeknél, hogy bármikor fizetőssé válhat a szolgáltatásuk, és nem tudható, mire használják a cikkekből gátlástalanul kibányászott információt. Kétséges, mennyire érdemes a hazai tudományos eredmények terjesztését a tudománykommunikáció Uberjeire és Airbnbjekre alapozni. (Az említett cégek kockázati tőkére alapított vállalkozások, amelyek üzleti modellje egyszerre újszerű, hatékony, gátlástalan és gyakorta etikátlan, valamint káros mellékhatásokkal is járhat.) Ezek a szolgáltatások csak az utóbbi időben váltak a kutatás tárgyává (Manca, 2018).

Felhasználhatóság

Természetesen az intézményi honlapra kitett cikk is biztosítja a digitális formátum nyújtotta előnyöket, amelyeket minden kutató ismer. Az más kérdés, hogy a továbbterjesztés lehetősége már rendszerint homályos: gyakran elfeledkeznek a kiadók a felhasználási licenc megadásáról. A tudományos cikkeknél az „újrafelhasználásnak” természetesen más az értelme, mint mondjuk, egy grafikánál, és a kópia repozitóriumban vagy más szolgáltatásban való elhelyezésén túl a licencnek más lehetősége nemigen van. De a cikk egyes építőelemei esetében – mint az ábránál – az újrafelhasználás lehetőségének biztosítása már nagy jelentőséggel bír! Nem mellékes az a körülmény sem, milyen lehetőségeket biztosít az elhelyezés a szövegbányászatban érdekelt felek számára. A felhasználhatóság tekintetében is a professzionális platformok több lehetőséget biztosítanak arra, hogy a cikkben közölt információk bekerüljenek a tudomány vérkeringésébe.

Sérülékenységi

Ez a másik, igen fontos kérdés. A web világa illékony – a cikkek lábjegyzeteiben, hivatkozásaiban elhelyezett URL-ek igen nagy része néhány év után elérhetetlenné válik. Itt segít a DOI-technika – de ez is csak technika, valakinek gondoskodnia kell a tartalmak áthelyezéséről, az URL átregisztrálásáról. A legjobb persze az, ha maga a tartalmat hordozó szolgáltatás biztosít hosszú távú stabilitást. A hosszú távú megőrzés másik oldala a tartalom olvashatóságának, integritásának megőrzése. Itt is számít az, hogy eleve milyen jól választották meg a digitális dokumentum formátumát, de az is, hogy a formátum előbb-utóbb bekövetkező avulásakor lesz-e tartalomgazda, aki új formátumba forgatja át a tartalmat.

Mi lesz akkor, ha a kiadó intézmény szűnik meg? Vagy a sokadik átalakulás után valamelyik előd tartalmaira már nem jut kellő figyelem? A tudományos tartalmaknak (vagy legalábbis megőrzési kópiáiknak) olyan hosszú távú megőrző szolgáltatásokba kell elhelyezésre kerülniük, amelyek biztosítják a fenn-

maradást, az elérhetőséget. Ezen a téren is léteznek nemzetközi lehetőségek – mint a JSTOR –, amelyek viszont a hazai költségvetésekhez mérve drágák. Jobban járunk, ha saját, hazai alternatívákról is gondoskodunk (mint amilyen alternatívát a repozitóriumi elhelyezés biztosít). Minden hazai tudományos kiadónak, tartalomkiadónak kellene gondoskodnia és rendelkeznie arról, mi lesz a tartalmaival az esetleges megszűnése esetén.

További sérülékenységet jelent a szoftverplatform hosszú távú támogatásának kérdése. Ezt csak a megfontolt szoftverválasztás, az anyagi források rendelkezésre állása, és az üzemeltetési közösségek kialakítása (lásd alább) biztosíthatja.

Minőségbiztosítás

A megfelelő technológiák alkalmazása segíti, hogy a tudományos tartalmak hasznosulhassanak. Alkalmazásuk mellett azonban a közölt publikációk minőségét is biztosítani kell. A minőségbiztosítás követelményei tudományterületenként igen különbözőek – mindazonáltal a megfelelő eljárások használata fontos. Ezeket az eljárásokat nem csupán alkalmazni, de dokumentálni is kell – az adott folyóiratot aggregáló, indexelő, minősítő szervezetek számára, és persze, a szerzők és olvasók számára is. A DOAJ⁸ követelményeinek lényege, hogy a folyóirat mindenki számára elérhetően írja le az alkalmazott eljárásokat. Az MTMT-ben frissen bevezetett folyóirat-minősítés – a repozitóriumok minősítéséhez hasonlóan – technikai, és a nemzetközi minősítés előszobájaként szolgál.

A repozitóriumok intézményi-technikai megoldást jelentenek a hozzáférés (leginkább nyílt hozzáférés) és megőrzés biztosítására. De a repozitórium nem csupán egy letöltött és telepített szabad szoftver – azt megfelelően és hosszú távon működtetni is kell. A repozitórium megfelelőségét a felhasználók számára is bizonyítani kell – erre szolgálnak a minősítő szervezetek által adott tanúsítványok. Magyarországon az MTMT, nemzetközi szinten a CoreTrustSeal ad ki tanúsítványokat. Az *open access* átállást célzó Plan S is követelményeket támaszt a repozitóriumokkal szemben (URL2).

Szerzők azonosítása

Az ORCID⁹-azonosítók használata egyrészt segíti a megfelelő személyek hozzárendelését a publikációkhoz (Holl–Bilicsi, 2017). Ezen túlmenően a modern tudományos kommunikáció gépezetének egyre fontosabb eleme. Az ORCID és a CrossRef együttműködése lehetővé tette, hogy a cikk megjelenése után az azonosított szerzők bibliográfiájába azonnal bekerüljön az új közlemény. Ez olyan

⁸ DOAJ – *Directory of Open Access Journals*

⁹ ORCID – *Open Researcher and Contributor ID*, nyílt kutatói és közreműködői azonosító

lehetőséggel is kecsegtet, hogy a kiadó honlapján való megjelenés után másodpercekkel a közlemény adatai eljussanak akár az MTMT-be is. A DOI és az ORCID együttes alkalmazása olcsóbb alternatívákat kínál a hagyományos, nagy bibliográfiai adatbázisok szolgáltatásaihoz képest.

ESETTANULMÁNY

Az MTA Könyvtár és Információs Központ (MTA KIK) informatikai rendszerében lévő Open Journals System platformon több folyóiratnak adott otthont, az Open Conference System platformon pedig egy hazai konferenciasorozat tanulmányköteteit jelentette meg az elmúlt néhány évben. A jelen esettanulmány tárgya egy, ezen valós periodikákból összegyűrt képzeletbeli folyóirat: ezen mutatjuk be, hogy megfelelő technikák használatával hogy lehet az információkat eljuttatni különböző adatbázisokba, a tanulmányok láthatóságát növelni, a szerzők terheit csökkenteni, és a teljesítményértékelést megkönnyíteni.

A folyóirat – nevezzük egy 19. századi előd nyomán *Új tudományos gyűjteménynek* – szerkesztősége használhatja az OJS által biztosított felületet a szerzőkkel való kommunikációra, a kézirat fogadására, a bírálati folyamat (peer review) bonyolítására. Számunkra a folyamatnak ez a része most kevésbé lényeges. Annyi előnye mindenképpen van, hogy a cikk elfogadásakor és publikálásakor a megfelelő adatok (szerzők nevei, azonosítói stb.) már adatbázisban vannak. Az *Új tudományos gyűjtemény* DOI-azonosítókat ad a megjelent cikkeinek, az MTA KIK közvetítésével, a CrossRef ügynökségnél regisztrálva. A szerkesztőségi politika része, hogy bekéri a szerzők ORCID-azonosítóit, és elvárja a DOI-azonosítók megadását az irodalomjegyzékben.

Amikor a főszerkesztő véglegesíti a legújabb számot, a technikai szerkesztő vagy egy KIK-es könyvtáros az OJS-platform modulja (pluginja) segítségével regisztrálja a DOI-kat a CrossRefnél. Amennyiben a szerzők ezt az ORCID-profiljukban engedélyezték, a regisztrálás után elektronikus levélben értesítést kapnak arról, megjelent egy új cikkük, az adatai bekerültek az ORCID-bibliográfiájukba. Miután a CrossRefben az új közlemény adatai a következő frissítéssel bekerülnek a nyilvánosan lekérdezhető adattárukba, a szerkesztőségi vagy KIK-es adminisztrátor a DOI-azonosítóval importálja a publikációt az MTMT-be. Az *Új tudományos gyűjtemény* archiválási politikája szerint a cikkek nem csupán az OJS felületén érhetőek el, de egy kópia a REAL¹⁰-repozitóriumba is bekerül. A cikkek REAL-feltöltését az adminisztrátor az MT-

¹⁰ REAL – REpository of the Academy's Library, az MTA Könyvtár és Információs Központ Repozitóriuma

MT-ből kezdeményezi (az eljárás a SWORD¹¹-protokollt alkalmazza, de erről a feltöltőnek nem kell tudnia).

Másnap reggel a KIK és a SZTAKI¹² által működtetett hazai közös kereső (URL3) felületein is megjelenik (mind az OJS-folyóiratokat aggregáló fülben, mind a repozitóriumi fülben). A cikk adatai – miután a REAL-ból aratásra kerültek – hamarosan megjelennek a Jisc Core és a BASE¹³-keresőkben is, illetve a KIK olvasói is megtalálják őket a könyvtár PRIMO¹⁴ egyablakos keresőjében.

Az, hogy az *Új tudományos gyűjtemény* cikkei a Web of Science-ben és/vagy a Scopusban is megjelenjenek, már nem technikai kérdés, jelentős szerkesztőségi erőfeszítés eredménye lehet. A Google Scholar viszont meg fogja találni a közleményeket.

Az itt leírt műveletek többsége emberi, adminisztrátori vagy könyvtárosi beavatkozást igényel, de esetenként csak néhány gombnyomást. A cikk címét és egyéb adatait például nem kell minden esetben begépelni. Az automatizálást lehet tovább fokozni – ez a szándék a KIK részéről megvan. További lépés lehet például, ha az *Új tudományos gyűjtemény* használatba veszi a CrossRef Cited-by funkcióját, és az MTMT-be automatikusan bekerülhetnek mind a folyóirat cikkeinek irodalomjegyzékeiben lévő hivatkozások, mind azok a hivatkozások, amelyek a világon bárhol Cited-by funkciót használó folyóiratokban lévő közleményekben jelennek majd meg folyóiratunk cikkeire.

Ahhoz, hogy a fentiek megvalósulhassanak, néhány technika (OJS, Open Monograph Press/OMP vagy Open Conference Systems/OCS, DOI, ORCID, a háttérben OAI-PMH, SWORD) használata, megfelelő szerkesztőségi politika és munkabefektetés szükséges, valamint rendelkezésre kell hogy álljanak a megfelelő technológiai platformok.

A magyar nyelven, magyar szakterületeken, hazai kiadóknál megjelenő publikációk nem elhanyagolható szegmensét képviselik a hazai tudományosságnak. A cikkek nemzetközi folyóiratokban való elhelyezése többnyire nem oldható meg, és ahol megoldható, az APC¹⁵-k megfizetése jelent gondot.

Szükség van a bölcsészeti- és társadalomtudományok terén (de esetenként a műszaki, természet- vagy élettudományokban is) a hazai kiadású publikációkra. Ezeknek a WoS-ban vagy Scopusban való indexelése is gyakran megoldhatatlan (dicséret illeti a kevés kivételt!). A konklúzió: meg kell oldani, hogy a hazai kiadványokban is alkalmazásra kerüljenek a modern tudományos kommunikáció

¹¹ SWORD – *Simple Web-service Offering Repository Deposit*

¹² SZTAKI – *Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet*

¹³ BASE – *Bielefeld Academic Search Engine*

¹⁴ PRIMO – *Ex Libris Knowledge Center*. Az Akadémiai Könyvtár honlapján a „Keresés a könyvtári forrásokban / Minden forrás” alatt érhető el.

¹⁵ APC – *Article Processing Charge*, cikkfeldolgozási díj

technológiái: az OAI-PMH- és SWORD-protokollok, a DOI- és ORCID-azonosítók, az ezeket (és a hosszú távú stabilitást) biztosító folyóirat-platformok és repozitóriumok használata. Ez nagyságrendekkel kisebb befektetéssel megoldható, mint az (amúgy szükséges) APC-támogatás.

Véleményünk szerint olyan támogatási formákat kell kialakítani (akár a kutatásfinanszírozó Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH), akár az MTA, akár a kutatást végző *Eötvös Loránd Kutatási Hálózat* és a kutatóegyetemek részéről), amelyek támogatják a hazai tudományos kiadást, megte-remtve (és megkövetelve) a modern technológiák használatát, egyúttal megte-remtve a hatékonyság ellenőrzésének lehetőségét.

KUTATÁSI ADATOK ÉS EGYÉB KUTATÁSSAL ÖSSZEFÜGGŐ INFORMÁCIÓK KEZELÉSE

A modern tudományos kommunikáció lényeges új törekvése, hogy a kutatás folyamatának állomásait, eszközeit és termékeit minél inkább nyilvánossá te-gegye, dokumentálja, megőrizze. Legyen szó a publikációk alapját képező kuta-tási adatokról, a kutatáshoz használt számítógépes programokról vagy éppen a munkafolyamatok és a felhasznált eszközök dokumentációjáról – a tudományos kommunikáció spektruma bővül. Ezen új kommunikációs területen ráadásul az üzleti világ még nem épített ki szilárd hadállásokat. (Ennek oka az is lehet, hogy a profitkilitások ezeken a területeken egyelőre még kérdésesek.) A tudományos világ összefogásával épülnek a kiszolgáló struktúrák – mint a European Open Science Cloud.

A hazai kutatás dilemmája hasonló ahhoz, amit a publikációk területén tapasztalhatunk. Vajon elegendő-e, ha a nemzetközi, külföldi szolgáltatásokat hasz-nálják a magyar kutatók? Bizonyos esetekben igen, sőt, ez a legjobb megoldás. Másutt – és itt leginkább a bölcsész- és társadalomtudományok egyes területeiről beszélek – súlyosan sérülhetnek a hazai tudományosság érdekei helyi infrastru-k-túrák hiányában. Ezen túl azt is állítom, hogy a passzív, követő hozzáállás – a külföldi struktúrák használata azok kifejlesztésében, üzemeltetésében való alko-tó részvétel nélkül – hátrányos lehet a hazai tudomány számára is.

A nyílt tudomány területén a kutatási adatok és szoftverek közzététele látszik leginkább előrehaladottnak. Az alkalmazott technikák nagymértékben átfednek a publikációk területén tapasztaltakkal: az egyedi azonosítók használata itt is létfontosságú. A publikációs repozitóriumoktól funkcionalitásban esetenként kü-lönböznek az adatrepozitóriumok, nagyobb mértékben a szoftverrepozitóriumok (amelyek például Git¹⁶-technológiát használnak). A hazai adatrepozitóriumok alapítása folyamatban van, és támogatandó!

¹⁶ Git – egy nyílt forráskódú elosztott verziókezelő rendszer, amit Linus Torvalds indított el.

A modern tudományos kommunikációs szoftverek használatának fontosságát bemutattuk, azonban nem hagyhatjuk szó nélkül az üzemeltetési biztonság kérdését. A vásárolt vagy bérelt szoftvereknél rendelkezésre áll a gyártó cég terméktámogatása, a szabad szoftvereknél gyakran létezik olyan fórum, amelyen keresztül más felhasználóktól segítséget kaphatunk. Sajnos, mindkét esetben előfordulhat, hogy nem kapjuk meg az elvárt támogatást. Fontos, hogy a vásárolt szoftvereknél is létrejöjjön egy hazai felhasználói közösség, illetve a szabad szoftvereknél is rendelkezésre álljanak olyan hazai vállalkozások, amelyek (megfelelő fizetség ellenében) támogatást tudnak adni. Az informatikus bérek emelkedése az elmúlt években nehézségeket jelentett a megfelelő szolgáltatások biztosításában. A megnyugtató üzemeltetési biztonság csak a hazai felhasználói és támogatói rendszerek megerősítésével garantálható.

Ne feledkezzünk meg a hazai tudományos szakkönyvtárak szerepéről sem. Most is kiveszik a részüket a hazai tudományos folyóirat- és könyvkiadásból, a DOI-azonosítók biztosításából, a publikációk MTMT-be való felvételéből, a technológiai és nyílt tudományt érintő ismeretek terjesztéséből. Ezek a tevékenységek azonban ritkán jelennek meg meg nevesítettként a költségvetésükben. A repozitóriumok minősítésére működik hazai rendszer, és talán jelentkeznek is esetenként a jótékony hatásai. De még mindig lehetséges, hogy megfelelő biztos támogatás vagy szakember-utánpótlás hiányában egy könyvtár ez irányú tevékenysége megszűnjön, az általa gondozott digitális tartalmak hosszú távú szolgáltatását veszélybe sodorva. Szükség van a modern tudományos kommunikáció szakkönyvtári támogatásának nagyobb elismerésére, a biztonságos alapok megteremtésére.

A tudományos szakkönyvtárak szerepe a kutatási adatok tárolása és megosztása terén még nem tisztázódott. De aligha maradhatnak ki a folyamatból – a kutatási adatok megosztásával foglalkozó kevés hazai szakember többsége a könyvtárak dolgozója. A könyvtárak bevonása, erősítése segítheti a hazai tudományos kommunikációt.

IRODALOM

- Holl A. (2015): Szövegbányászat, adatbányászat, ismeretfeltárás: új lehetőségek a tudományos kommunikációban. *Magyar Tudomány*, 176, 6, 680–685. <http://www.matud.iif.hu/2015/06/05.htm>
- Holl A. – Bilcsi E. (2017): ORCID – egy újabb szerzői azonosító tudományos közleményekhez. *Könyvtári Figyelő*, 63, 3, 346–350. <http://real.mtak.hu/65517/>
- Holl A. – Bilcsi E. (2019): Nyílt publikálási szoftverek és platformok. In: Tick J. – Kokas K. – Holl A. (szerk.): *Networkshop 2019. 2019. április 23–26*. Budapest: HUNGARNET Egyesület, 54–60. DOI: 10.31915/NWS.2019.7, <http://real.mtak.hu/104942/1/holl-bilcsi.pdf>

Manca, S. (2018): ResearchGate and Academia.edu as Networked Socio-technical Systems for Scholarly Communication: A Literature Review. *Research in Learning Technology*, 26, 2008. DOI: 10.25304/rlt.v26.2008, <https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/2008>

URL1: <https://libraries.ou.edu/content/understanding-academiaedu-and-researchgate>

URL2: <https://www.coalition-s.org/plan-s-practical-advice/>

URL3: <http://oaikereso.sztaki.hu/>

„ERŐSÖDÖTT BENNEM A FENNTARTHATÓ ÉLETMÓD IRÁNTI IGÉNY” Hogyan fejleszthető az egyetemisták fenntarthatósági tudatossága egy kurzus által?

‘THE DEMAND FOR A SUSTAINABLE LIFESTYLE HAS STRENGTHENED IN ME’ How Can University Students’ Sustainability Consciousness Be Developed by a Course?

Ásványi Katalin^{1,*}, Fehér Zsuzsanna², Zsóka Ágnes³

¹PhD, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest
katalin.asvanyi@uni-corvinus.hu

²PhD-hallgató, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest
feher.zsuzsanna@uni-corvinus.hu

³PhD, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest
agnes.zsoka@uni-corvinus.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A társadalom fenntarthatósággal kapcsolatos gondolkodásmódjának megváltozásához szükség van arra, hogy ismerjük a fenntarthatósági problémákat, és ennek fényében megváltoztassuk a hozzáállásunkat és magatartásunkat. Egyre több egyetem és szak támogatja a fenntarthatóság integrálását a felsőoktatásba, ugyanakkor továbbra is kihívást jelent, hogy a fenntarthatóság komplexitásának megértésén túl a hallgatók ismereteit kritikus gondolkodássá, környezettudatos és társadalmilag felelős attitűddé és cselekvéssé formáljuk. A fenntarthatóság oktatásának célja a fenntarthatósági tudatosság fejlesztése, mely a tudás, az attitűdök, valamint a konkrét magatartás komplex elegye. A tanulmány egy projektalapú fenntarthatósági kurzust vizsgál: az ezen részt vett hallgatók fenntarthatósági tudatosságában bekövetkezett változások feltárására irányul. A tanulmány betekintést nyújt a fenntarthatósági tudatosság összetevőinek (tudás, attitűdök, viselkedés) értelmezésébe és az ezek közötti lehetséges kapcsolatok feltárásába. A tanulmány kvalitatív empirikus megközelítést alkalmaz. Egymást követő három félév alatt összesen 140 hallgatóval készítettünk strukturált mélyinterjút, a féléves kurzus elvégzése után, melynek során saját észlelt tudásukról, hozzáállásukról és cselekedeteikről számoltak be. Az eredmények azt mutatják, hogy a kurzust követően a hallgatók nagyobb tudással rendelkeznek a fenntarthatósági témakörökről, pozitívabb a hozzáállásuk, és nyitottakká váltak a fenntartható magatartás kialakítására, ugyanakkor hangsúlyeltolódásokat tapasztalhatunk a fenntarthatósághoz való hozzáállásban és a magatartásban, annak mentén, hogy a hallgatók az adott féléves kurzus során milyen partnerrel dolgoztak együtt. A kurzus egyértelműen hozzájárult a hallgatók tudatosabbá válásához, ami tovább ösztönözheti az egyetemeket és az oktatókat, hogy érdemes minél több hallgató számára elérhetővé tenni a fenntarthatósági kurzusokon való részvételt.

* levelező szerző

ABSTRACT

To change society's mindset about sustainability, we need to know about sustainability issues and change our attitudes and behaviour accordingly. More and more universities and study programs are supporting the integration of sustainability into higher education, but, at the same time, it remains a challenge to translate students' knowledge into critical thinking, pro-environmental and pro-social attitudes and actions beyond understanding the complexity of sustainability. The goal of sustainability education is to develop sustainability consciousness, which is a complex construct of knowledge, attitudes, and behaviour. The aim of the study is to explore the change in sustainability consciousness of students, participating at a project-based sustainability course. The study provides insight into the interpretation of the components of sustainability consciousness (knowledge, attitudes, and behaviour) and the exploration of possible relationships between those components. The study uses a qualitative empirical approach. We conducted structured in-depth interviews in three consecutive semesters, with altogether 140 students after completing the one semester long course. In the individual interviews students reported about their own perceived knowledge, attitudes, and actions. The findings show that following the course students have more knowledge of sustainability issues, more positive attitudes, and they have become more open to pursue a sustainable behaviour. At the same time, emphasised sustainability issues and behaviours varied according to the profile of the civil partner the students worked with in the course, during the semester. All in all, the course obviously contributed to a higher consciousness of students, which can further encourage universities and educators to provide sustainability courses for as many students as possible.

Kulcsszavak: fenntarthatóság, oktatás, tudás, attitűd, magatartás

Keywords: sustainability, education, knowledge, attitude, behaviour

BEVEZETÉS

A fenntartható fejlődés egyik fő motorja az oktatás, amely lehetőséget biztosít az értékek és a viselkedés formálására, a technikai készségek fejlesztésére, valamint a társadalmi magatartás és gazdasági környezet alakítására (Szabados, 2012; Badea et al., 2020). Az egyetemi hallgatók a jövő felelős szakemberei, akik egyetemi tanulmányaik befejezése után a társadalom különböző szektoraiban töltenek be fontos pozíciókat, ezért létfontosságú, hogy olyan ismeretekkel és attitűddel rendelkezzenek, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a munkájuk során tapasztalt környezeti, társadalmi vagy gazdasági kérdésekben a fenntarthatóság elve mentén tudjanak döntéseket hozni és cselekedni. A fenntartható fejlődésre nevelés tehát elengedhetetlen az egyetemi oktatásban (Julesz, 2009). A fenntarthatóság oktatásának jelentőségét felismerve a kutatók több oldalról is feldolgozták már a fenntarthatóság oktatásának témakörét, de kifejezetten egy fenntarthatósági kurzus hatásának mérése még kevés számú forrásban jelent meg.

Jelen tanulmány célja annak feltárása, milyen módon tudja egy egyetemi fenntarthatósági kurzus elősegíteni a hallgatók fenntarthatósági tudatosságának kialakítását és erősítését, a tudás növelését, az attitűd formálását és a cselekvések fenntartható irányba történő elmozdításán keresztül.

A FENNTARTHATÓSÁGGAL KAPCSOLATOS TUDATOSSÁG ÖSSZETEVŐI: TUDÁS, ATTITŰD ÉS MAGATARTÁS

A fenntarthatósági tudatosság kifejezés viszonylag új konstrukciónak számít a szakirodalomban, és a fenntarthatóság oktatásának eredményeként definiálható (Kalsoom–Khanam, 2017). Walter Alfredo Salas-Zapata és szerzőtársai (2018) vizsgálták az ismeretek szintjének növelését, az attitűdök megváltoztatását és a magatartás javulását, melyek összessége megmutatja a fenntarthatósági tudatosság változását. Jelen kutatásban Niklas M. Gericke (2019) megközelítését követjük, amely a tudást, a megfelelő attitűdöket és a magatartást magában foglaló fenntarthatósági tudatosságot a fenntarthatóság három pillérével – a környezettel, a társadalommal és a gazdasággal – kapcsolatban vizsgálja.

A fenntarthatóságról való tudás magában foglalja a környezeti problémák, egy adott ökoszisztéma vagy régió ökológiája, a kapcsolódó fogalmak, valamint a fenntarthatóságot elősegítő magatartásformák ismeretét, illetve a fenntarthatóságot korlátozó tényezők felismerését (Salas-Zapata et al., 2018). A tudás javítja a problémamegoldó képességet, segíti a kritikus gondolkodást, a holisztikus látásmódot, az önreflexiót és a fenntarthatósági értékek kialakulását (HEA, 2006). A fenntarthatósági tudás a környezeti, társadalmi és gazdasági pillér, valamint azok kapcsolatának ismeretét jelenti (Kalsoom–Khanam, 2017). Korábbi kutatások azt bizonyították, hogy a kurzusokon részt vevő hallgatók heterogén ismeretekkel rendelkeznek a fenntarthatóságról, és leginkább környezeti jellegű a tudásuk (Salas-Zapata et al., 2018).

A fenntarthatósághoz való hozzáállás lehet pozitív és negatív is (Pouratashi–Zamani, 2021). Az attitűdök összetevői a környezetbarát viselkedést ösztönző motivációk, az értékválasztás, az elégedettség önmagunkkal és másokkal, a cselekvésre való készség, valamint a környezeti problémák által okozott érzések, aggodalmak (Salas-Zapata et al., 2018). A fenntarthatósági attitűd Qudsia Kalsoom (2019) megfogalmazásában a környezeti, társadalmi és gazdasági ügyek iránti tartós figyelmet jelenti, mely fenntartható magatartáshoz vezet. Jellemzően pozitív attitűd alakul ki a fenntarthatósághoz kapcsolatosan a hallgatókban, azonban a cselekvésre való hajlandóságuk különböző (Salas-Zapata et al., 2018).

Ahogy egy személy egy adott helyzetre reagál, a magatartása konkrét cselekvésekre utal (Schrader–Lawless, 2004), ide tartoznak az egyéni és a másokhoz kapcsolódó cselekedetek (Salas-Zapata et al., 2018), melyek megfelelnek a fenn-

tarthatósági értékeknek. A viselkedés kapcsolódik a tudáshoz és az attitűdhez is, amennyiben a cselekedet összhangban van a megértéssel és az értékekkel. Erre vonatkozóan szintén nagyon vegyes eredményeket mutatnak a korábbi kutatások (Salas-Zapata et al., 2018), amit a következőkben fejtünk ki.

Alfred Posch és Gerald Steiner (2006) szerint lineáris a hallgatók tanulása, vagyis a fenntarthatósági ismeretek a hozzáállás fejlesztésén keresztül vezetnek a fenntartható cselekvéshez, ez azonban nem egyértelműen bizonyított. Vannak, akik kifejezetten azt vizsgálják, hogy amennyiben nagyobb tudást szereznek a hallgatók a fenntarthatósággal kapcsolatban, akkor az befolyással van-e az attitűdjük megváltozására. José María Marcos-Merino és szerzőtársai (2020) szerint pozitív kapcsolat áll fenn a fenntarthatósági tudás és attitűd között, vagyis akik megfelelő ismeretekkel rendelkeznek, azok kedvezőbb hozzáállást is tanúsítanak. Rosario Fernández-Manzanal és szerzőtársai (2015) megállapították, hogy a környezeti attitűd és viselkedés között is van kapcsolat. Akito Kinoshita és szerzőtársai (2019) is a pozitív irányú kapcsolatot bizonyították; véleményük szerint a pozitív attitűd kialakulása elengedhetetlen a valós viselkedés kialakulásához. Bjarne Bruun Jensen (2002) ugyanakkor megállapította, hogy a magasabb szintű tudás nem jár feltétlenül együtt a cselekvésekkel. Zsóka Ágnes és szerzőtársai (2011) a környezeti nevelés intenzitása és a környezeti magatartás közötti kapcsolatot vizsgálták, mely kutatásban szoros kapcsolatot találtak a két tényező között, ugyanakkor a cselekvésekben nem teljes mértékben tükröződik a hallgatók hozzáállása. Norizan Esa (2010) állítása szerint a tudás és az attitűd hozzájárul a magatartás kialakulásához, azonban Marcos-Merino (2020) tanulmánya a kapcsolat hiányát mutatja. A magatartásváltozás elérésének nehézségeit támasztja alá szerzőtársaival Akita Kinoshita (2019), akik szerint a tudás bővítésén és az attitűd megváltoztatásán túl szükség van a fenntarthatósággal kapcsolatos meggyőződés kialakulására is. Kutatásunk ezen tényezők összefüggéseinek további vizsgálatára irányul.

AZ EMPIRIKUS KUTATÁS MÓDSZERTANA

A fenntarthatósági tudatosság komplexitása számos olyan problémát vet fel, amelyek alaposabb megértéséhez és feltárásához a kvalitatív módszertan illeszkedik (Kalsoom–Khanam, 2017). Kutatásunkban mélyinterjúkat készítettünk, amelyek elemzésén keresztül a hallgatók szempontjából kívántuk feltárni a fenntarthatósági problémákról való gondolkodás folyamatát, a fenntarthatóság három dimenzióját (gazdasági, társadalmi, környezeti) meghatározó tényezőket, valamint azokat az összefüggéseket, amelyek mentén beazonosíthatjuk a hallgatók fenntarthatósággal kapcsolatos tudását, attitűdjét, cselekvését, és az ezen elemek közötti összefüggések mélyebb jelentésrétegeit. Kutatásunk fő célja a fenntarthatósági tudatosság változásának feltárása és megértése volt; ehhez a kurzuson

szerzett tudásnak és szemléletmódnak a fenntarthatósággal kapcsolatos attitűdökre és cselekvésre gyakorolt hatását elemeztük és értékeltük.

A kutatás során két fő kérdést fogalmaztunk meg:

K1: Hogyan változtatja meg a fenntarthatóságról szóló kurzus a hallgatók fenntarthatósági tudatosságát (tudását, attitűdjét, magatartását)?

K2: Hogyan befolyásolja a kurzusba bevont közösségi projektpartner a hallgatók fenntarthatósági tudatosságának változását?

Egy, a Budapesti Corvinus Egyetem gazdálkodástudományi alapképzésének keretében oktatott fenntarthatósági kurzus hallgatóinak körében végeztük a felmérést, három egymást követő félévben, három különböző hallgatói csoportban. A kurzus céljai a következők voltak: a fenntarthatóság alapelveinek megértése különböző megközelítésekben, a fenntartható vállalati működés kritikai vizsgálata a fenntarthatóság kihívásainak és lehetőségeinek tükrében, a fenntarthatósági alapelvek alkalmazása valós problémák megoldására, valamint egyéni és csoportos tudás fejlesztése a fenntarthatósággal kapcsolatos témakörökben. A félév során környezeti, társadalmi és gazdasági fenntarthatósági problémákon keresztül ismerkedtek meg a hallgatók a fenntarthatósági koncepciókkal, melyeket csoportos és egyéni feladatok, illetve vita formájában dolgoztak fel. A kurzus projektalapú módszertanra épül, melynek keretében a hallgatók együtt dolgoznak egy közösségi partnerrel a félév folyamán. 2019 őszén a Ludwig Múzeum, 2020 tavaszán az AdniJóga, 2020 őszén pedig a WWF (*World Wildlife Fund*) volt a partnerünk.

Kutatásunkban összesen 140 hallgatóval készítettünk strukturált mélyinterjút (2019: 30 fő, 2020 tavasz: 48 fő, 2020 ősz: 62 fő). Az interjúk alanyait előzetesen meghatározott kérdések mentén, a kurzus során szerzett tapasztalataikról, a fenntarthatósággal kapcsolatos véleményükről, hozzáállásukról és a partnerrel való közös munkáról kérdeztük. Az interjúk leíratait első körben a tudás, az attitűd és a cselekvés kategóriák alá kódoltuk, majd nyílt kódolással alkategóriákat hoztunk létre, melyet a szakirodalomban meghatározott alkategóriák és az adatokból nyert információk alapján alakítottunk ki. Ezután pedig a kategóriák és alkategóriák közötti összefüggéseket és viszonyokat elemeztük, amelyek szükségesek a kutatási kérdéseink megválaszolásához (Horváth–Mitev, 2015).

EREDMÉNYEK

Fenntarthatósággal kapcsolatos tudás

Ebben a fejezetben azokat a tudáskonstrukciókat tárjuk fel, amelyeket a hallgatók az interjúk során meghatároztak. A hallgatók felismerték, hogy a fenntarthatóság kérdéskörének megértése és elsajátítása olyan tanulási folyamat, amelynek

során nemcsak új ismereteket, hanem különféle készségeket is el tudnak sajátítani. A kurzuson tanultak segítették a hallgatókat a fenntarthatóság fogalmának megismerésében, a három pillér közötti összefüggések meglátásában és megértésében, valamint ezek fontosságának felismerésében. A kutatásban részt vevő hallgatók többsége számára a kurzus elkezdésekor a fenntarthatóság leginkább a környezeti pillért jelentette, a kurzus hatására azonban rájöttek, hogy a fogalom ennél sokkal összetettebb, és a fenntarthatósághoz számos társadalmi és gazdasági probléma is kapcsolódik. A hallgatók egy része számára a fenntarthatóság egy teljesen új koncepció volt. Mások már találkoztak a fenntarthatóság fogalmával, de a kurzus növelte az ismereteiket, elmélyítette és kiterjesztette a megértést, valamint felkeltette a figyelmüket a téma iránt. Mások már sokat hallottak ezekről a témakörökről, de eddig nem gondolkodtak róla igazán. A kurzus a kritikus gondolkodást is segítette, és rávilágított, hogy egy-egy problémát több oldalról érdemes vizsgálni.

1. táblázat. A fenntarthatósági tudáshoz kapcsolódó kódok és idézetek

Idézetek	Kódok
„Jobban megismerhettem, miről is szól a fenntarthatóság, nemcsak a környezeti, de a gazdasági, illetve társadalmi hatásokat is megismertem, és egy sokkal tágabb, mégis átfogó képet szereztem a fogalomról. Jobban rálátok a problémákra, tudom, hogy min változtathatnék (például csak annyi élelmiszert veszek, amennyire szükségem van, és nem fog megromlani attól, hogy nem eszem meg), integráltabban látom már a dolgokat, az előzetes ismereteimet kibővíthettem, sok új dolgot tanultam.”	Ismeretbővítés
„A tárgyat azért is tartom nagyon hasznosnak, mert felhívja a fiatalság figyelmét a fontos nézetekre, helyes életmódra.”	Figyelemfelkeltés
„Ráébresztettek, hogy érdemes odafigyelni arra, hogy fogyasztóként milyen vállalatot támogatok a pénzemmel: például olyat, aki kiáll egy számomra fontos érték mellett is.”	Felismerés
„Azáltal, hogy más szemszögéből is rá kellett látnunk bizonyos helyzetekre, a tárgy segített abban, hogy megértsem, hogy valakinek el kell indítania a változást, és le kell mondania akár profitról, akár kényelemtől ahhoz, hogy lényeges eredményeket érjen el a társadalom.”	Megértés
„Egyre többet elmélkedem ezeken a témákon.”	Gondolkodásra ösztönzés
„Kritikusabb lettem a vállalatok felelősségvállalási politikájával szemben.”	Kritikus gondolkodás

(a szerzők szerkesztése)

Fenntarthatósággal kapcsolatos attitűdök

A kurzuson szerzett tudás pozitív és negatív érzelmekeket egyaránt kiváltott a hallgatókból. Alapvetően nyitottabbakká váltak, elkezdtek érdeklődni a téma

2. táblázat. A fenntarthatósági attitűdökhöz kapcsolódó kódok és idézetek

Idézetek	Kódok
„Nyitottabb szemmel figyelek a környezetemre.”	Nyitottság
„Szeretnék több társadalmi vállalkozást megismerni, és ha tudom, beiktatni az életembe.”	Érdeklődés
„Érzem magamon, hogy jobban odafigyelek egyes tevékenységekre.”	Kíváncsiság
„Még, ha meg is veszek bizonyos termékeket, előfordul, hogy rossz érzés is felmerül bennem.”	Bűntudat
„Az órán bemutatott videók tényleg »arcul csaptak«, nagyon megrendítőek voltak.”	Sokkhatás
„Rég volt olyan dolog, amit szívesebben csináltam volna, és jobban érdekelt volna, hogy a végkimenetel minél jobb minőségű legyen.”	Egyéni hozzáállás
„Jobban odafigyelek a környezetemben élőkre, és igyekszem az ő érdekeiket is szem előtt tartani, mielőtt cselekszem.”	Közösséghez való hozzáállás
„Érzékenyebbé váltam ezekre a problémákra.”	Érzékenyítés
„Rájöttem, hogy jobban kell értékelnem, amim van; ha meglátok egy jó ruhát, és nem az az első gondolatom, hogy vajon fair körülmények között készült-e, az nem helyes.”	Értékek változása/ új értékek
„Szélesedett a látóköröm, sok olyan szempontra rávilágított a kurzus, amelyek eddig nem voltak az aktív tudatunkban.”	Szemlélet- formálás
„Inspiráló volt mások példáit hallgatni.”	Motiválás/ inspirálás
„Erősödött bennem a fenntartható életmód iránti igény.”	Igény kialakulása
„Már a felelősségvállalási tevékenységeket is szem előtt fogom tartani, és ha majd egy vállalat alkalmazottja leszek, biztosan részt veszek majd a felelősségvállalási programokban, és majd kezdeményezek újabb akciókat.” „Jobban fogom figyelni a termékeken lévő címkéket, a csomagolást, és biztos, hogy jobban meg fogom gondolni, valóban szükségem van-e az adott ruhadarabra például.”	Jövőbeli cselekvési tervek

(a szerzők szerkesztése)

íránt, kíváncsian fogadnak minden ezzel kapcsolatos információt, ugyanakkor a tanult esetek, példák olykor meglepték őket, és sokkolóan hatottak rájuk. Volt, akiben büntudat érzése alakult ki attól, ha a tanultaktól eltérően, nem fenntartható módon cselekedett. Ezen érzések hatására sokaknak változott az értékítélete, új értékek váltak fontossá számukra. A hallgatók körében a leginkább meghatározó attitűd az érzékenyítéshez kapcsolódott, amely megváltoztatta a közösséghez való hozzáállásukat. Ez kifejezetten erősen jelent meg az AdniJógával együtt dolgozó hallgatók esetében: a szervezet jelentősen formálta a szemléletüket a társadalmi fenntarthatóság területén. Az értékeken túl azonban sokan tovább inspirálódtak: a kurzus arra ösztönözte őket, hogy igényük legyen a fenntarthatóbb hozzáállásra, és szándékolt cselekvéseket fogalmazzanak meg a jövőre vonatkozóan. A Ludwig Múzeummal való együttműködés hatására általánosan a fenntarthatósághoz, az AdniJógával való közös projekt esetében a társadalmi fenntarthatósághoz, míg a WWF partneri közreműködésének köszönhetően elsősorban a környezeti fenntarthatósághoz kapcsolódtak a hallgatók jövőbeli tervei.

Fenntarthatósággal kapcsolatos magatartás

A cselekvés szintjén a hallgatók már tudatosan választottak értékeket, amelyek az AdniJógával közös szemeszterben leginkább a szociálisan elfogadó magatartásban és a társadalmi egyenlőtlenségek elutasításában testesültek meg, míg a WWF-fel való együttműködés fél évében a tudat alatti értékválasztás is megjelent, például annak felismerésén keresztül, hogy akaratlanul is más szemmel nézik a tv-reklámokat. Az információgyűjtés és tájékozódás szintén erősítette a hallgatók egyéni felelősségének tudatosulását. Cselekvéseikben már egyértelműen meglátszik a fenntartható életmód kialakítása, ugyanakkor itt szintén tapasztalható hangsúlyeltolódás a projektpartner függvényében. Az AdniJóga hatása a társadalom segítésére való nagyobb törekvésben, míg a WWF hatása a környezetszennyezés csökkentésében, a fenntartható termékek választásában és a nem fenntartható termékek elutasításában jelentkezett. A tudatos munkavállalás ugyanakkor mindhárom szemeszterben kiemelt hangsúllyal szerepelt a jövőbeli cselekvési tervekben. A hallgatók egy része az egyéni szinten túlmenően a fenntarthatóság témakörének „ügynökévé”, „követévé” is vált (change agent); ők mások számára is népszerűsítik a kurzuson tanultakat. A kurzusnak ez a hatása a WWF-fel közös szemeszterben jelent meg a legmarkánsabban, amikor a hallgatók már nemcsak beszéltek a fontos ügyekről másoknak, hanem mások cselekvéseit is próbálták befolyásolni, például lebeszélték a vásárlásról.

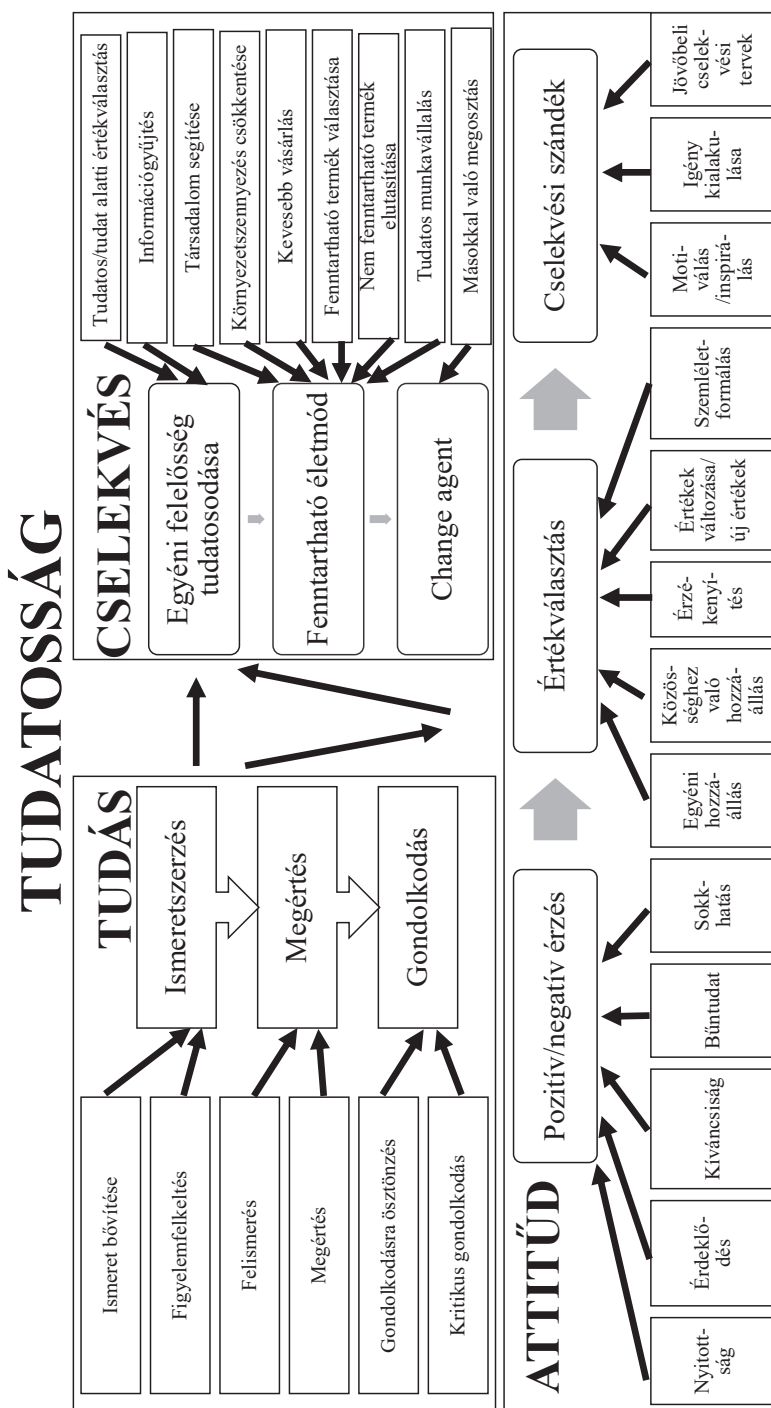
3. táblázat. A fenntarthatósági magatartáshoz kapcsolódó kódok és idézetek

Idézetek	Kódok
„Az órai feladatok sokat segítettek szerintem abban, hogy tudatosan döntsek egy-egy alternatíva mellett.”	Tudatos/ tudat alatti értékválasztás
„Követem több civil szervezet munkáját.”	Információ- gyűjtés
„...szegények, hátrányos helyzetűek támogatása, mind anyagilag, mind a nekem már nem kellő játékok, ruhák segítségével.”	Társadalom segítése
„saját pohár elviteles helyett”	Környezet- szennyezés csökkentése
„ráébredtem, hogy ez nem elég, még van min változtatnom, több dologra oda kell figyelnem (például kevesebb ruhát vásárolni, és csak olyat, amit tényleg hordani fogok)”	Kevesebb vásárlás
„Például az említett mosható betétre amiatt váltottam át, mert a Tanárnő említette az őket gyártó vállalkozást órán.”	Fenntartható termékek választása
„...az órán és utána való időszakban kialakult bennem egyfajta elutasító magatartás minden efféle üzlet iránt”	Nem fenntartható termékek elutasítása
„...igyekszem olyan vállalathoz munkára jelentkezni, amely előtérbe helyezi a társadalmi felelősségvállalás elemeit.”	Tudatos munkavállalás
„...több ismerősemet is lebeszéltem a felesleges vásárlásról.”	Másokkal való megosztás

(a szerzők szerkesztése)

Az eredmények rendszerezése

A fentiekben ismertetett eredmények alapján kirajzolódnak a hallgatók fenntarthatósági tudatosságának elemeiben – a tudásban, az attitűdben és a cselekvésben – bekövetkezett változások közötti összefüggések, amelyeket rendszerbe foglalva az 1. ábra szemléltet.



1. ábra. A fenntarthatósági tudatosság összetevői (a szerzők szerkesztése)

A hallgatók saját tudásuk változásának megítélése során észlelték, hogy a tudás nem csupán ismeretbővítés, hanem a problémamegoldó készség, a kritikus és komplex gondolkodás fejlesztése is egyben, amely egybecseng Qudsia Kalsoom és Afifa Khanam (2017) megállapításával. Sok hallgató már rendelkezett korábbi ismeretekkel a fenntarthatósággal kapcsolatban, azonban az órai anyagok, a viták és feladatok összességében bővítették a tudásukat, jobban megértették a fenntarthatóság komplexitását. A fenntarthatóság környezeti aspektusa sokkal inkább kötődött a fogalomhoz a hallgatók fejében, ahogyan erre Salas-Zapata és szerzőtársai (2018) is rávilágítottak, de a kurzus hatására az egydimenziós gondolkodást sikerült holisztikussá szélesíteni; ehhez szükséges volt a különböző aspektusok és jelentőségük hangsúlyozása.

Az attitűdök változása során és eredményeképpen a hallgatók fenntarthatósági hozzáállásában tapasztalhatók eltérések. A hallgatók egy részére egyértelműen pozitívan hatott a kurzuson szerzett tudás, másokban ugyanakkor negatív érzelmeket – büntudatot vagy sokkot – váltott ki; ezt a jelenséget Mahtab Pouratashi és Asghar Zamani (2021) is kiemelték kutatásukban. A negatív érzelmek elsődleges hatásnak tekinthetők; az attitűdök változása ettől még lehet pozitív irányú – a sokkhatás számos hallgatót nagyobb odafigyelésre ösztönzött. A motivációk, az értékválasztások, valamint a cselekvésre való készség fenntarthatóbb irányba változtak a hallgatók hozzáállásában, ami alátámasztja Salas-Zapata és szerzőtársai (2018) megállapításait. Kutatásunk ugyanakkor rávilágított egy új aspektusra, a közösséghez való hozzáállásra, mely megfelelő projektpartnerek bevonásán, a velük közös munkán keresztül tovább erősíthető.

Kalsoom és Khanam (2017) eredményeihez hasonlóan a hallgatók jellemzően fogyasztóként való viselkedésükben változtak, ami leginkább a WWF-fel közös félévben jelent meg, ugyanakkor kutatásunkban a társadalomhoz való hozzáállás megváltozása is dominánsan érzékelhető volt az AdniJóga-félévben. Szintén újdonságértékű az eredményeinkben, hogy a fenntarthatóbb hozzáállás erősen megjelenik a munkavállalói szerepben, valamint előtérbe kerül a jövőbeli fenntartható cselekvésre való hajlandóság és akarat, amelyek a fenntarthatóság gazdasági aspektusához kapcsolódnak.

A tudás tekintetében egyértelműen észlelhető a pozitív elmozdulás; a magatartás változása ugyanakkor nem kézenfekvő, amint arra Kalsoom és Khanam (2017) is rávilágítottak kutatásukban. A tudás és attitűd változása mindenképpen hasznos a jövőbeli életmód kialakításában és a munkahelyen való döntések meghozatalában, megtanít arra, hogyan és mit helyezünk előtérbe egy vállalat irányítása vagy a mindennapi munka során, fenntarthatósági szempontból. Összességében a hallgatók fenntarthatósági tudatossága pozitív irányba változott, a tudás, az attitűdök és a magatartás együttes változásának köszönhetően.

ÖSSZEGZÉS

A tanulmány célja, hogy megmutassa, milyen eredmények érhetők el a hallgatók fenntarthatósági tudatosságában egy fenntarthatósággal foglalkozó kurzus esetén. Az eredmények alapján néhány iránymutatást fogalmazunk meg a felsőoktatási intézmények és oktatók számára a kifejezetten a fenntarthatóság témájával foglalkozó kurzusok megtervezéséhez. A tananyagban olyan tudáselemeket kell tartalmaznia, melyek nagyobb tudatossághoz vezetnek, környezeti, társadalmi és gazdasági értelemben egyaránt. Hangsúlyt kell fektetni a hallgatók aktív részvételére és a holisztikus szemlélet kialakítására, ami nemcsak a tudáselemekre vonatkozik, hanem az attitűd és a magatartás formálására is. A tanulmány fő tanulsága, hogy a fenntarthatósági kurzus növelheti a hallgatók tudását, valamint eredményesen formálhatja attitűdjeiket és cselekvésüket a fenntarthatóság irányába. Az eredmények alátámasztják a kurzusok hatásosságát a fenntartható fejlődés elveinek oktatásában, mivel egyetlen kurzus képes lehet arra, hogy egy szemeszter alatt megváltoztassa a hallgatók fenntarthatósági tudatosságát. A tudásra vonatkozóan a hallgatók nemcsak az ismereteiket bővíthetik, hanem jobban rálátnak a témakörre, megértik a fenntarthatósági kérdéseket, és a kurzus kritikus gondolkodásra sarkalhatja a hallgatókat. A fenntarthatósági kihívások erősödésével a válaszlépések egyre sürgetőbbé válnak, így kulcsfontosságú, hogy a kurzusok tananyaga naprakész legyen a globális trendeket és magukat a problémákat illetően, a gazdaság különböző területeit górcső alá véve aktuális tartalmat szolgáltatson a fenntarthatósági kérdésekben, ami által a hallgatók mint leendő szakemberek jobban felkészülnek arra, hogy hozzájáruljanak a fenntarthatóság előmozdításához a munkahelyükön. A felsőoktatási intézmények a kurzusokon keresztül olyan tudást tudnak létrehozni és közvetíteni, amely a hallgatók életének minden területén, szakemberként, a társadalom tagjaként, fogyasztóként és termelőként megélt szerepekben éreztetni tudja a hatását; ezáltal még nagyobb felelősséget ró az oktatásra. Az elemzett szemeszterek között kisebb eltérések tapasztalhatók a hallgatók fenntarthatósági tudatosságára vonatkozóan, ami arra vezethető vissza, hogy a kurzus projektpartnerének megválasztása általában összefügg a fenntarthatóság egyik vagy másik dimenziójának dominánsabb megjelenésével a tudatosságban. Amennyiben a projektpartner inkább a társadalomra fókuszál a tevékenységével (AdniJóga), akkor ez a hallgatók társadalmi érzékenységét, hozzáállását és az emberekkel szembeni cselekvését is erősen befolyásolja, míg egy környezeti fókuszú partner (WWF) sokkal inkább hat a hallgatók környezeti szempontból fenntartható fogyasztására és életmódjára.

Tanulmányunk másik célja annak megállapítása volt, hogy pozitívan és erősen befolyásolja-e a tudás az attitűdöt és a cselekvést. Kutatási eredményeink azt mutatják, hogy a tudás bővülése – az érzelmi hatások sokszínűsége ellené-

re – összességében pozitívan, de eltérő mértékben hat az attitűdök és a cselekvések változására. A hallgatók téma iránti nyitottságát és érzékenységet viszonylag könnyű növelni; a cselekvési szándék megváltoztatása ugyanakkor több időt vesz igénybe. A konkrét cselekvések kialakítása még nehezebb, mert a fenntarthatóbb életmód megvalósításakor számos, gyakran a kurzus hatókörén kívül eső akadályozó tényezővel is meg kell küzdeni. A problémás pontok azonosítása ugyanakkor segít és irányt ad a fenntarthatósági kurzusok oktatóinak, hogy milyen irányokba érdemes a szemléletformálásban tovább haladni, az akadályokat enyhíteni. A fenntarthatóbb gazdaság és társadalom megteremtése és működtetése iránt elkötelezett jövőbeli szakemberek fejlesztése érdekében a kurzusoknak inspirálni kell a fenntartható vállalatok működtetését és a fenntartható munkavállalói hozzáállást, fogyasztói szerepkörben a tudatos vásárlással kapcsolatos észlelt és valós akadályok kiküszöbölését, a társadalom tagjaként pedig a nyitott, érzékeny és cselekvőképes hozzáállást.

A hallgatók személyisége, érdeklődése, a téma iránti elkötelezettsége is befolyásolja, hogy egy-egy kurzus milyen hatással van rájuk. Szinte minden hallgató más ismereti és tapasztalati háttérrel vesz részt a kurzusokon, eltérőek az adott témához kapcsolódó ismereteik. Vannak, akik először szembesülnek az adott problémával, és vannak, akik már mélyebb tudással és kialakult, tudatos viselkedésformákkal rendelkeznek. A jövőbeli kutatásokban ezért érdemes a kurzus előtt és után, két ponton mérni a hallgatók tudását, attitűdjét és magatartását.

Tanulmányunk empirikus kutatás segítségével értékeli a fenntarthatósági kurzusok hatásosságát, további kutatásokra van azonban szükség annak mélyebb megértéséhez, hogyan segíthetik elő a kurzusok a fenntarthatósági tudatosság kialakítását. Jelen tanulmányban egy egyetem egy adott kurzusát vizsgáltunk több szemeszteren keresztül, de a kutatás érvényessége növelhető lenne különböző kurzusok, illetve több egyetem hasonló kurzusainak vizsgálata által. Tanulmányunk további korlátja, hogy nehezen ítéltető meg, mennyiben függ a hallgatók tudatosságában bekövetkező változás az adott kurzustól, és mennyiben további, a kurzus hatókörén kívül eső tényezőktől. Emellett az eredmények a tudás, az attitűd és a cselekvés hallgatók által észlelt változásait mutatják, ami nem feltétlenül azonos a való életben megnyilvánuló tudatossággal. Jelen tanulmány a vizsgált kurzus hatásait egyféle, kvalitatív módszertan alkalmazásán keresztül mutatta be, a teljesebb kép kialakításához többféle módszertan együttes alkalmazása, a magatartás elemeiben tapasztalható változások mélyebb megértése, valamint további befolyásoló tényezők azonosítása szükséges.

Jelen publikáció az Európai Unió, Magyarország és az Európai Szociális Alap társfinanszírozása által biztosított forrásból az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00007 azonosító számú „Tehetségből fiatal kutató – A kutatói életpályát támogató tevékenységek a felsőoktatásban” című projekt keretében jött létre.

IRODALOM

- Badea, L. – Serban-Oprescu, G. L. – Dedu, S. et al. (2020): The Impact of Education for Sustainable Development on Romanian Economics and Business Students' Behavior. *Sustainability*, 12, 8169. DOI: 10.3390/su12198169, <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/19/8169>
- Esa, N. (2010): Environmental Knowledge, Attitude and Practice of Student Teachers. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 19, 1, 39–50. DOI: 10.1080/10382040903545534, https://www.researchgate.net/publication/249025197_Environmental_knowledge_attitude_and_practices_of_student_teachers
- Fernández-Manzanal, R. – Serra, L. M. – Morales, M. J. et al. (2015): Environmental Behaviours in Initial Professional Development and Their Relationship with University Education. *Journal of Cleaner Production*, 108, Part A, 830–840. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.07.153, <https://bit.ly/3xe36G0>
- Gericke, N. – Boeve-de-Pauw, J. – Berglund, T. et al. (2019): The Sustainability Consciousness Questionnaire: The Theoretical Development and Empirical Validation of an Evaluation Instrument for Stakeholders Working with Sustainable Development. *Sustainable Development*, 27, 35–49. DOI: 10.1002/sd.1859, <https://bit.ly/3kP8la7>
- HEA (2006): *Sustainable Development in Higher Education Current Practice and Future Development: Progress Report for Senior Managers in Higher Education*. Heslington: Higher Education Academy, <https://www.heacademy.ac.uk/system/files/sustdevinHEfinalreport.pdf>
- Horváth D. – Mitev A. (2015): *Alternatív kvalitatív kutatási kézikönyv*. Budapest: Alinea Kiadó
- Jensen, B. B. (2002): Knowledge, Action and Pro-environmental Behaviour. *Environmental Education Research*, 8, 3, 325–334. DOI: 10.1080/13504620220145474, https://www.researchgate.net/publication/248965553_Knowledge_Action_and_Pro-environmental_Behaviour
- Julesz M. (2009): „Zöld” oktatás: a tetteken van a hangsúly. *Educatio*, 18, 1, 130–136. https://foi.oiratok.oh.gov.hu/sites/default/files/article_attachments/julesz_m_09_01.pdf
- Kalsoom, Q. (2019): *ESD Literacy-based Model for Preservice Elementary Teachers: A Focus on Critical and Environmental Consciousness and Effective Teacher Development*. (Doctoral dissertation.) Lahore, Pakistan: Lahore College for Women University, <http://pr.hec.gov.pk/jspui/bitstream/123456789/9569/1/Qudsia%20PhD%20Thesis%202017.pdf>
- Kalsoom, Q. – Khanam, A. (2017): Inquiry into Sustainability Issues by Preservice Teachers: A Pedagogy to Enhance Sustainability Consciousness. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1301–1311. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.047, <https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/156811.pdf>
- Kinoshita, A. – Mori, K. – Rustiadi, E. et al. (2019): Effectiveness of Incorporating the Concept of City Sustainability into Sustainability Education Programs. *Sustainability*, 11, 17, 4736. DOI: 10.3390/su11174736, <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/17/4736/pdf>
- Marcos-Merino, J. M. – Corbacho-Cuello, I. – Hernández-Barco, M. (2020): Analysis of Sustainability Knowingness, Attitudes and Behavior of a Spanish Pre-service Primary Teachers Sample. *Sustainability*, 12, 18, 7445. DOI: 10.3390/su12187445, <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7445/htm>
- Posch, A. – Steiner, G. (2006): Integrating Research and Teaching on Innovation for Sustainable Development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7, 3, 243–253. <https://bit.ly/3oSt2TU>
- Pouratashi, M. – Zamani, A. (2021): University Students' Level of Knowledge, Attitude and Behavior toward Sustainable Development: A Comparative Study by GAMES. *Journal of Applied Research in Higher Education*, DOI: 10.1108/JARHE-06-2020-0163

- Salas-Zapata, W. A. – Rios-Osorio L. A. – Cardona-Arias, J. A. (2018): Knowledge, Attitudes and Practices of Sustainability: Systematic Review 1990–2016. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 20, 1, 46–63. DOI: 10.2478/jtes-2018-0003, <https://bit.ly/3kXdEnR>
- Schrader, P. G. – Lawless, K. A. (2004): The Knowledge, Attitudes, & Behaviors. Approach How to Evaluate Performance and Learning in Complex Environments. *Performance Improvement*, 43, 9, 8–15. DOI: 10.1002/pfi.4140430905, <https://bit.ly/3nCNbOI>
- Szabados Y. (2012): Fenntarthatóság a felsőoktatásban – a fenntarthatóságra való oktatás és következményei. *Marketing & Menedzsment*, 1–2, 40–51. <https://journals.lib.pte.hu/index.php/mm/article/download/402/305/>
- Zsóka Á. – Marjainé Szerényi Zs. – Széchy A. (2011): A környezeti nevelés szerepe a fenntartható fogyasztás és életmód kialakításában. In: *Fenntartható fogyasztás? A fenntartható fogyasztás gazdasági kérdései*. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem, 90–109. http://korny.uni-corvinus.hu/publikaciok/2011/csutora-hofmeister_fenntarthato-fogyasztas.pdf

TELEGDI BÁLINT, A VIRTUÓZ KÍSÉRLETI FIZIKUS Centenáriumi megemlékezés

VALENTINE TELEGDI, VIRTUOSO EXPERIMENTAL PHYSICIST A Centenary Commemoration

Hargittai Magdolna¹, Hargittai István²

¹az MTA rendes tagja, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest
hargittaim@gmail.com

²az MTA rendes tagja, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest
istvan.hargittaim@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Telegdi Bálint Lajos, a Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagja színes egyéniség, virtuóz fizikus volt, aki alkotóan vett részt a huszadik század néhány leghíresebb kísérletében. Örökmozgó kutató volt, nemzetközileg a vezető fizikusok között tartották számon. Olyan emberek elismerését igyekezett kivívni, akiket a legjobban tisztelt.

ABSTRACT

Valentine L. Telegdi, honorary member of the Hungarian Academy of Sciences and a colorful virtuoso physicist, was a principal contributor to some of the most famous physics experiments of the twentieth century. He was a peripatetic scientist who moved among the top physicists of his time. His ambition was 'to earn the respect of the people' whom he respected.

Kulcsszavak: muonok, paritásvioláció, emigráció, Chicagói Egyetem, ETH Zürich, CERN, Kaliforniai Műszaki Egyetem, kutatói függetlenség

Keywords: muons, parity violation, emigration, University of Chicago, ETH Zurich, CERN, California Institute of Technology, independence in research

Telegdi Bálint Lajos (1922. január 11., Budapest – 2006. április 8., Pasadena, Kalifornia, USA) magyar származású amerikai kísérleti fizikus Budapesten született, vallást nem gyakorló zsidó szülők gyermekeként. Apja Pécsről, anyja Békéscsabáról származott. Az apa rajongott a francia kultúráért, és egy kereskedelmi főiskola elvégzése után, 1914-ben Franciaországba ment. Az I. világ-

háború kitörése Franciaországban érte, ahonnan csak 1919-ben térhetett vissza Magyarországra. Egy egészen más országban találta magát, mint ahonnan öt évvel korábban elutazott. A háború, a forradalmak, a fehérterror, majd Horthy Miklós autokrata, antiszemita rendszere arra készítette, hogy feleségével együtt elhagyja az országot. Ez akkor már nem volt egyszerű, mert az I. világháborút megelőző idők szabad mozgását Európában felváltotta az útlevelek és vízumok bonyolult rendszere. Bulgáriát ezek a változások lassabban érték el, apja ezért ott vállalt állást egy szállítási cégnél. Anyja azonban a gyerekszülésre 1922-ben visszatért Budapestre.

Bálint Budapesten járt általános iskolába, és ez volt a leghosszabb folytonos időszak, amelyet Magyarországon töltött. A nyelvet tökéletesen elsajátította. Középiskolai és egyetemi tanulmányai idején úgy érezhette, mintha a németek kergetnék országról országra. Bécsben jól érezte magát, és akkor is ott maradt, amikor szüleit apja állása Milánóba szólította. Amikor azonban a náci Németország anektálta Ausztriát, Telegdi azonnal csatlakozott szüleihez. Vegyészmérnöki tanulmányait Belgiumban kezdte el, de Belgium német lerohanása arra kényszerítette, hogy ismét szüleihez csatlakozzon Olaszországban. Amikor a németek bevonultak Olaszországba, a Telegdi család Svájcba kényszerült, ahol 1944-ben Telegdi Bálint Lausanne Szövetségi Műszaki Egyetemének (ETH) hallgatója lett. Vegyészmérnöki diplomáját 1946-ban kapta meg, amely szerint a radioaktivitás területén nyert speciális képzést. Ehhez a szokásos vegyészmérnöki tananyagot meghaladóan kellett matematikát és fizikát tanulnia. Ezeket a tárgyakat annyira megszerette, hogy doktori tanulmányait a zürichi ETH-n a fizika tanszéken folytatta Paul Scherrer atomfizikus laboratóriumában. A PhD-fokozatot 1950-ben kapta meg. Doktori munkájának legérdekesebb vonása az volt, hogy felerészben kísérleti, felerészben elméleti kutatásokat tartalmazott, mert a kísérleti megfigyelésekhez saját maga gyártott elméletet. Ezért kérte fel témavezetőjét, Wolfgang Pauli, akkor már Nobel-díjas fizikust a vizsgabizottságban való részvételre. Pauli híres volt könyörtelen kritikái szelleméről, eredetiségéről és borotvaéles agyáról. Sokan féltek is tőle, de Telegdi nem, és életre szólóan barátok lettek.



Telegdi Bálint 2002-ben,
Budapesten, Hargittaiék otthonában
(Hargittai Magdolna felvétele)



Telegdi Bálint és Wolfgang Pauli a Padova–Velece Konferencián, 1957
(Telegdi Bálint szívésségéből)

A doktorátus megszerzése után nyomban megházasodott. Felesége az olasz Lidia („Lia”) Leonardi lett, és együtt utaztak az Egyesült Államokba. Az Ausztriából menekült fizikus, Victor Weisskopf, a Massachusettsi Műszaki Egyetem (MIT) professzora segítette állást találni a Chicagói Egyetemen Enrico Fermi munkatársaként. Akkor a Chicagói Egyetem fizikában a világ egyik vezető kutatóhelye volt. Telegdi gyorsítókkal dolgozott, és az elemi részecskéket kutatta. Kollégái többségét a pionok érdekelték, és nem a pionok bomlásakor keletkező muonok. A pionok a kozmikus sugárzással érkeznek a Földre, és előállításuk a kutatásokhoz gyorsítóban történt. Telegdi nem követte a piondivatot, és a következő tizenöt évben a muonok kutatásának szentelte munkásságát. Egy időben a beceneve Amerikában Mr. Muon volt.

Amikor a két kínai–amerikai fizikus, Tsung Dao Lee és Chen Ning Yang (1956) felvetette a paritássértés lehetőségét gyenge kölcsönhatások esetén, javasoltak olyan kísérleteket is, amelyekkel ezt ki lehetett mutatni. Három kutatócsoport végzett ilyen kísérleteket (Wu et al., 1957; Garwin et al., 1957, valamint Friedman–Telegdi, 1957). E cikk szerzőinek egyike (Hargittai M., 2012) részletesen foglalkozott ezekkel a kísérletekkel és a kísérletezők érdemeivel. Telegdi és a későbbi Nobel-díjas Jerome I. Friedman a Chicagói Egyetemen végzett kísérletének eredetiségét, egyszerűségét és sikerét széleskörűen elismerik, de talán még nagyobb elismerést is megérdemelt volna. A Friedman–Telegdi-kísérletben azt mutatták ki, hogy amikor egy pion elbomlásával muon jön létre, a muon polarizált, és perdületének iránya a pion eredeti haladási irányával esik egybe. Erre a célra a nukleáris kísérletekben használt vastag emulzióval bevont fotólemezeket

alkalmaztak. Az ilyen lemezen nyomon követhető az elemi részecske útvonala. Telegdi ezt ahhoz hasonlította, mint amikor lábnyomunk ott marad a homokban. A pion belép az emulzióba, megáll, muonná bomlik, és a muon még hagy egy fél milliméteres nyomot az emulzióban. Ezt követően elektronná alakul. A folyamat szimmetriáját tanulmányozva arra jutottak, hogy az elektron aszimmetrikusan jön létre, ami azt jelenti, hogy a muon valóban polarizált volt. Nem kell ahhoz fizikusnak lenni, hogy nagyjából megértsük a kísérlet alapötletét, és azt is, hogy nagyon egyszerű kísérletről volt szó, amelyhez a korábbi kutatásokból már minden adott volt. A Lederman–Garwin-kísérlet hasonlóan működött. Leon M. Lederman később Nobel-díjas lett. Richard L. Garwin anyai ágon magyar származású (ma is él, 93 éves). A Chien-Shiung Wu és munkatársai, és a Garwin és munkatársai által végzett kísérleteket közvetlenül egymást követő két cikkben publikálták, és a Friedman–Telegdi-kísérletet leíró cikk is hamarosan követte az első kettőt. Telegdiék jóval hamarabb is készen lehettek volna, de Telegdi édesapja meghalt, és Telegdi távolléte valamelyest késleltette a munkát. A paritássértés kimutatásának fontos következményei lettek a fizika fejlődésében, és egész sor további kísérlet született a nyomában. Telegdi pályáján ez csak az egyik mérföldkő jelentőségű állomás volt.

Összesen huszonöt sikeres évet töltött a Chicagói Egyetemen. Nemcsak kitűnő kutatóként ismerték, hanem arról is, hogy a legbonyolultabb fogalmakat és jelenségeket is közérthetően tudta elmagyarázni. Amikor a paritássértésről kérdezte a tekintélyes és milliók által olvasott *TIME* magazin, Telegdi tisztában volt azzal, hogy ehhez inkább egy könnyebben megemészthető hasonlatot kell alkalmaznia. Azt próbálta érzékeltetni, hogy a paritássértés kimutatása mennyire forradalmi változást jelentett a fizikusok szemléletében. Azt hozta fel példának, hogy az iskolában mindannyian azt tanultuk, hogy két egymással párhuzamos vonal csak a végtelenben találkozik. Mi lenne, ha valaki felfedezné, hogy már sokkal korábban találkoznak – mindenki belátná, hogy ez egy roppant fontos felfedezés (lásd Hargittai M.–Hargittai I., 2004, 174.).

A *TIME* magazin azt tervezte, hogy 1957-ben egy nagyobb lélegzetű cikkben mutatja be Telegdit. Az események azonban megtorpedózták ezt a tervet. A szovjetek felbocsátották az első szputnyikot, és az űrkutatás egy időre minden más tudománnyal kapcsolatos témát kiszorított a médiából. Telegdi maga is úgy látta, hogy a szputnyik hatalmas lehetőséget nyújtott Amerikának nemcsak a tudományos kutatások nagyobb támogatására, de a természettudományos oktatás továbbfejlesztésére is. Már korábban is bírálta a természettudományos oktatás elmaradottságát. Hangsúlyozta, hogy a komoly természettudományos oktatást már a középiskolában el kell kezdeni. Példának hozta fel, hogy az 1930-as–1940-es években – a nagy gazdasági válság idején is – Amerikában nagyszerű középiskolákat hoztak létre, amelyek kiválóságát, többek között, az ott érettségizett későbbi Nobel-díjasok száma is demonstrálta.

New Yorkban egész sor középiskolából kerültek ki későbbi Nobel-díjasok, a rekordot a Bronxi Tudományos Középiskola tartja nyolc(!) későbbi fizikai és kémiai Nobel-díjassal. Telegdi nem törődött a politikai korrektséggel, amikor a 2000-es évek oktatási problémáinak gyökeréről beszélt. Most itt kissé vonakodva utalunk szavaira, amelyekkel összehasonlította a 2000-es évek chicagói szegény fekete gyerekeinek és az 1930-as évek New York-i szegény zsidó gyerekeinek helyzetét. Azt mondta, hogy a fekete gyerekek számára nem a jó iskolák hiányoznak, hanem a jó szülők. Ne tévesszük össze Chicago fekete gettóját a korabeli New York zsidó gettójával. New York zsidó gettójában az iskolázatlan szülők mindent elkövettek azért, hogy gyerekeik megfelelő oktatásban részesüljenek. Ugyanezt nem lehet a fekete gettóról állítani (lásd Hargittai M.–Hargittai I., 2004, 176.).

Telegdi éles szókimondása nem kímélte a részecskefizika fejlődését sem. Ahogyan a terület alakult, egyáltalán nem érezte vonzónak, hogy részese legyen. Nem akart ötszáz vagy éppen ezer emberrel közös témán dolgozni. Kísérleti fizikát csinált, de kézművesnek tartotta magát, és mindennél többre becsülte a függet-

lenségét. Fontosabbnak tartotta, hogy szabadon megválaszthassa a kérdéseit, mint azt, hogy az melyik divatos irány része. Sok kiváló fizikussal dolgozott együtt, de főnöke sohasem volt. Nem tagadta, inkább értékelte a közös munka jelentőségét, mert egy gyorsítót nem építhetett meg egyedül egy fizikus, csak nem kívánt részt venni ilyen projekteken. Ragyogó érzéke volt ahhoz, hogy felismerje az elkövetkező idők legnagyobb kihívásait jelentő kérdéseit. Így jutott el a fizika és az asztronómia határán felmerülő problémákhoz. Nem félt jósolni, és az utóbbi években kitüntetett feketelyukak, galaxisunk és a világegyetem kialakulásának kutatásával kapcsolatban előre jelzett olyan dolgokat, amelyeket mára már igazoltnak tekintünk.

1976-ban feleségével visszatért Európába. Telegdi idejét megosztotta a zürichi ETHZ és a Nukleáris Kutatások Európai Központja (CERN) között. Az ETHZ-n fizikaprofesszor lett,



Telegdi Bálint és Jakov Zeldovics Kijevben, egy nagyenergiájú fizikai konferencián, 1960 (Olga Zeldovics szívességéből)

a CERN-ben kísérletező csoportot vezetett. Genfben éltek, és Zürichbe ingázott. Amerikától azonban csak rövid időre szakadtak el. 1981-től az év egy részét Kaliforniában töltötték, ahol Telegdi az idejét a Kaliforniai Műszaki Egyetem és a Kaliforniai Egyetem San Diego-i részlege között osztotta meg. Mindenütt, ahol csak megfordult, függetlenül attól, hogy csak rövid látogatásra vagy meghatározatlan időre, a fiatal fizikusok köré gyűltek. Nemcsak eredeti kísérleteket tervezett, de szellemes volt, és szórakoztató, ami kompenzálta éles nyelvét és kritikai hozzáállását a legkülönbözőbb dolgokhoz. Érdeklődése az évek előrehaladtával egyre inkább a tudománytörténet felé fordult, de már korábban is szerette előadásait tudománytörténeti érdekességekkel színezn.

Sok kiemelkedő fizikussal találkozott és barátkozott össze, a huszadik század megannyi tudós kiválóságával. Köztük Wolfgang Paulival, Victor Weisskopf-fal, Enrico Fermivel, Murray Gell-Mann-nal és Richard Feynmannel, és voltak közöttük szovjet fizikusok is, Lev Landau és Jakov Zeldovics. Zeldovics-csal nemcsak a fizika iránti közös érdeklődés hozta össze, de a tréfalkozás és a játék szeretete is. Telegdi véleménye sokat jelentett, éppen, mert annyi nagy fizikust ismert. Landaut tartotta közöttük a legérdekesebbnek, aki mindig kész volt a vitára, míg Fermi csak akkor lehetett rábírn, hogy vitatkozzon valamiről, ha a téma kifejezetten érdekelte. Fermi ebben hasonlított Szilárd Leóra, aki minden további nélkül azzal söpörte le a számára érdektelen témát, hogy „Nem érdekel!”. Lia, Telegdi felesége viszont Szilárdot tartotta a legérdekesebbnek, elsősorban éppen széles körű érdeklődése miatt. Lia sokáig dolgozott Szilárd titkárnőjeként.

Telegdi Magyarországról távozott el, bár az ő emigrálása inkább szülei emigrálása volt, de az okok mindannyiuk számára ugyanazok voltak: az antiszemitizmus és a kilátástalanság az 1920–1930-as, elsősorban a korai 1920-as és a késői 1930-as években. Telegdi magyar anyanyelvű volt, magyarnak tartotta magát, és Magyarország is egyre inkább felfedezte, amint Telegdit egyre jobban szárnyára vette a világhír. Már rég nemzetközileg is a vezető fizikusok között tartották számon, de a Magyar Tudományos Akadémia csak 1990-ben választotta meg tiszteleti tagjául, már a politikai változások részeként. Az USA Nemzeti Tudományos Akadémiája 1968-ban választotta tagjai közé. 1972-ben megkapta a Chicagói Egyetem Enrico Fermi Distinguished Service Professorship címét. A Wolf-díjjal (Izrael) 1991-ben, az Amerikai Fizikai Társulat Lilienfeld-díjával 1995-ben tüntették ki.

IRODALOM

- Friedman, J. I. – Telegdi, V. L. (1957): Nuclear Emulsion Evidence for Parity Nonconservation in the Decay Chain $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$. *Physical Review*, 105, 1681–1682. DOI: 10.1103/PhysRev.106.1290
- Garwin, R. L. – Lederman, L. – Weinrich, M. (1957): Observations of the Failure of Conservation of Parity and Charge Conjugation in Meson Decays: the Magnetic Moment of the Free Muon. *Physical Review*, 105, 1415–1417. DOI: 10.1103/PhysRev.105.1415
- Hargittai M. (2012): Credit Where Credit's Due? *Physics World*, September, 38–43. <https://physicsworld.com/a/credit-where-credits-due/>
- Hargittai M. – Hargittai I. (2004): *Candid Science*. Volume IV: *Conversations with Famous Physicists*. London: Imperial College Press, Chapter 8, 'Valentine L. Telegdi', 160–191.
- Lee, T. D. – Yang, C. N. (1956): Question of Parity Conservation in Weak Interactions. *Physical Review*, 104, 254–258. DOI: 10.1103/PhysRev.104.254
- Wu, C. S. – Ambler, E. – Hayward, R. W. et al. (1957): Experimental Test of Parity Conservation in Beta Decay. *Physical Review*, 105, 1413–1415. DOI: 10.1103/PhysRev.105.1413

Megemlékezés

ÉPÍTŐKÖVEK EGY ÉLETMŰBŐL

Kornai János (1928–2021)

BUILDING BLOCKS OF AN OUVRE

János Kornai (1928–2021)

Chikán Attila

az MTA rendes tagja

1992 egy januári délutánján büszkeséggel és izgalommal vártam a New Orleans-i konferencia-központban Kornai János megjelenését az előadói asztalnál. Sokszor hallottam már őt, a téma sem volt új számomra – de ez az előadás az Ely Lecture volt! Ez az Amerikai Közgazdasági Társaság éves konferenciájának „nagyelőadása”, a társaság első elnökének emlékeztére – megszámlálhatatlanul sok közgazdász álma.

A földön ültem, ülőhely már nem jutott az ezernél több férőhelyes teremben. Épp túl voltunk a kelet-közép európai rendszerváltás első évein, meghatározó eseményein, nagy volt persze a tudományos szféra érdeklődése is a hírek mögötti magyarázatok iránt. Kornai szokott szisztematikus kifejtése, a jelenlévők által is jól ismert nyelvezetet használva, elérte célját: sokan és sok mindent megértettek aznap délután. Előadását viharos taps követte.

Az Ely Lecture-t amerikai közgazdászok szokták tartani, köztük persze számos olyan, akiknek másutt volt szülőhazájuk. Az előadók névsorát böngészve azt látjuk, hogy ezen tudósok nagy többsége áttelepült, karrierjük az amerikai aka-



Kornai János
(1928–2021)

démiai életben gyökerezett. Kornai speciális helyzetben volt. 1986 óta a Harvard professzora, de mivel minden év felét Budapesten töltötte, a résztvevő hitelességével számolt be a kelet-közép európai fejleményekről.

Ez az Ely Lecture szimbolikusan igazolta, hogy Kornait befogadta, sőt piedesztálra emelte az amerikai, s ezen keresztül a világ közgazdász elitje. De emellett azt is igazolta, hogy kutatásainak tematikája és megközelítése révén megtartotta és képviselte a közép-európai, ezen belül a magyar kulturális beágyazottságát. Globális volt, és magyar. Ebből az intellektuális közegeből bontotta ki a 20. század legjelentősebb történelmi rendszerkísérletének legjelentősebb elemzését.

*

Nem volt ez persze előzmények nélkül. Kornai nagyon tudatos, következetes tudós volt. Első jelentős művétől (*A gazdasági vezetés túlzott központosítása*, 1957) az utolsó, alig néhány hónapja megjelent kötetéig (*Töprengések*, 2021) végigvonul munkásságán a valóságos viszonyokba ágyazott, etikailag felelős és módszertanilag igényes közgazdász-gondolkodás. Ha valaki végigkíséri munkásságát, napnál világosabban látja, hogyan lesz, mondjuk az *Anti-equilibrium*ból *A hiány*, vagy hogy miért követte a *Láttelelet* a *Töprengések*. Kornai munkásságát szerves építkezés jellemzi, példát adva a nézetek valóságra épülő önkritikus fejlesztésére, az oksági láncok következetes végiggondolására, s az elérkezett pillanatokban zseniális új elemek bevetésére. A puha költségvetési korlát gondolata például valójában végtelenül egyszerű, mégis minden más fogalomnál jobb kulcsot adott annak megértéséhez, hogyan működtek a szocialista gazdaság vállalatai – s ezen keresztül milyen magyarázat adható a szocialista gazdaság néhány alapvető jelenségének szívos, minden gazdaságpolitikai törekvésnek ellenálló megjelenésére. Gondolhatunk itt a beruházások elaprózódásától a torz és magas tőkelekötéssel járó készletfelhalmozáson, és a szocializmusban jól ismert számos további jelenségen át a kapun belüli munkanélküliségig. A puha költségvetési korlát kutatását a jelenség felismerésétől létének elméleti magyarázataig vitte: a Nobel-díjas Eric Maskinnal és a szintén világhírű Gérard Rolanddal közösen írt cikkük a közgazdaságtan egyik vezető folyóiratában (*Journal of Economic Literature*) jelent meg, és már eddig másfél ezer idézetet kapott.

*

Ez egy alkalmas pont annak tisztázására, hogy bár Kornai a közvélemény szerint (beleértve a szakmai közvélemény nagyobb részét is) a szocialista rendszer kutatója, tulajdonságainak feltárója és integráló elemzője, ez az értékelés indokolatlanul és igazságtalanul leszűkíti Kornai munkásságának érvényességi körét és hatókörét. A puha költségvetési korlát gondolata azért jó alap ennek érzékeltetésére, mert mind a valóságos gazdaságban, mind pedig az elméleti kutatásokban olyan pályát futott be, amely messze meghaladja a szocialista vállalatokra nézve

levonható következtetések (persze önmagukban sem jelentéktelen) körét. Ennek a megállapításnak az alátámasztására elég a gyakorlati oldalon a kétezres évek eleji pénzügyi válság egyes meghatározó folyamataira, mindenekelőtt a bankok kimentésére gondolni, elméleti oldalon pedig rápillantani a témában megjelenő írók sokaságára, köztük a Kornait tételeken idéző ezres nagyságrendű cikkekre, s azokra a következtetésekre, amelyekre a szerzők a mai kapitalizmusra nézve jutottak.

De persze nem a puha költségvetési korlát Kornai egyetlen innovációja a kapitalizmus gazdaságtanát illetően. Nem véletlenül tudhatta rendszeres társnak szellemi okfejtéseiben a közgazdaságtan történetének olyan, még a Nobel-díjasok körében is kiemelkedő alakjait, mint Kenneth Arrow és Amartya Sen, akik a gazdaság kérdéseit a szélesebb társadalomtudományi közegbe mélyen beleágyazva tárgyalják. Kornai kutatásait nehéz diszciplinárisan besorolni, gyökerei a társadalomtudományok széles körében erednek, s a közgazdaságtanon belül is szerteágaznak. Rendkívüli elmélyültséggel kellett értenie a főáramú közgazdaságtant ahhoz, hogy a legnagyobbak elismerését és vitakedvét kiváltva kérdőjelezzon meg alapfogalmakat és alapvető jelenségeket (az egyensúlyt, az alkalmazkodási folyamatokat, a kereslet értelmezését vagy épp az árak szerepét). Egyes műveit a magatartási, másokat az intézményi közgazdaságtan kutatói tartják kiemelkedően fontosnak, de a szociológiai, gazdaságetikai, gazdaságpszichológiai tankönyvekben, sőt az üzleti tudományok számos alapművében is lényeges érvelések sarokköveként szerepel. Végig a saját útját járta, példamutatóan követve azt az elvet, hogy egy-egy adott probléma természetéhez, jellemzőihez alkalmazkodva választja meg a kutatás eszköztárát. Ez tette lehetővé, hogy bár fő művei alapján magányos tudósnak is tarthatnánk, munkásságának fontos pontjain is megjelentek kutatótársakkal publikált munkák. Az MTA Közgazdaságtudományi Intézetében, ahol hazai munkásságának leghosszabb szakaszát töltötte, mindig számos fiatal kutató pályára állását segítette. Manapság gyakran hallunk a társadalomtudományok integrációjáról, a kutatási problémák multidiszciplináris megközelítésének fontosságáról – Kornait joggal tekinthetjük e megközelítés egyik úttörőjének.

*

Bár gyakran volt elégedetlen művei hatókörével, a rájuk érkező reflexiókkal, magam úgy vélem aligha van olyan, munkásságának döntő részét Magyarországon végző közgazdász, akinek olyan széles körű és tartós közvetlen hatása lenne, mint Kornai Jánosnak. Azon kevés magyar tudós közé tartozott, akik itthonról lettek világhírűek. Már a „túlzott központosítás” is nemzetközi figyelmet keltett, az *Anti-equilibrium* pedig a korszak legizgalmasabbnak tartott kutatói eredményei közé került, a legnagyobb közgazdászok méltatták, elismeréssel és vitatkoztak. A hiány kulcsszereplője volt az átmenet szellemi előkészítésének, Kelet-Közép-Európában szakmai és értelmiségi körökben közkézen forgó alapmű volt, fordításai (hat nyelven) széles körben elérhetővé tették. Külön fejezetet jelent ki-

nai hatása, amely Kornait az ott akkor bontakozó alapvető gazdasági reformok fő megalapozói közé emelte, s máig különleges tisztelet övezi. (Szinte megható kulturális és intellektuális élmény volt a János 90. születésnapja alkalmából a Corvinuson tartott eseménysorozaton részt vevő szép számú kínai tanítvány, kolléga rajongó tisztelete, amely nem meglepő módon vezette el az etikai kérdésekben mindig mélyen gondolkodó Kornait a *Frankenstein erkölcsi felelőssége* esszé megírásához, s általában, a kötetbe foglalt *Töprengések*hez.) Már csak a lezáratlan átalakulások miatt sem lehet a szocializmus politikai gazdaságtanát összefoglaló *A szocialista rendszert* múlt időbe tenni – no meg azért sem, mert a benne foglalt okok és hatások lenyomata ma is ott van (s ki tudja, meddig lesz ott?), az átalakult országok életében. A posztoszocialista időszak írásai és azok visszhangja súlyos tanulságokat hordoz a történelmi átalakulások természetét, s az abban szereplő emberek lehetőségeit illetően.

*

Egy személyes mozzanat: miniszteri ténykedésem (1998–99) egyik legszebb és legambiciózusabb projektje az volt, hogy a kormány és környezete néhány tagjával megkíséreltünk lendíteni a már akkor is elakadtnak minősülő egészségügyi reformon. Ezzel egyidejűleg jelent meg Kornai könyve a témáról, s felkerestem, hogy véleményt kérjek tőle. Nagyon nehéz beszélgetés volt. Elmélyült közgazdasági eszmefuttatások keveredtek etikai dörgedelmekkel és politikai manifesztumokkal, amelyek, bennem legalábbis, akként összegződtek, hogy szinte esélytelen az érdemi reform, de csinálni kell, s meg ne próbáljunk kihátrálni belőle. Lelkes éppen nem, de elszánt voltam, amikor eljöttem – aztán sajnos hamar elveszett a halvány esély is. Ez a „kis” epizód sűrítve tartalmazza azon tanulságok nagy részét, amelyeket Kornai leszűrte, néha ki is provokált ezekben az években, s amelyek tartalmasan, és nem csekély keserűséggel töltik meg az ember gondolatait az átmenet esélyeit, közgazdasági, politikai, szociológiai és etikai vonatkozásait illetően. Kornai megértő és megbocsátó, amikor az ezredforduló közgazdasági jelenségeiről, az azokat irányító szakmai elvekről és emberekről ír. Azonnal elmúlik azonban a megbocsátás, mihelyt áttérünk az etikai síkra. Beilleszti rendszerébe a bizalom, a felelősség, a szolidaritás fogalmait, s innentől kezdve nincs pardon, számonkér, követel – és elkeseredik. Elkeseredik, nem általában a világ állapotán, hanem (személyessé téve a tapasztalatokat) azon keresztül, hogy azt látja, a tudomány ajánlásai, sőt vészjelzése is milyen csekély hatásúak. Ez a gondolatkör tükröződik a *Láttele*tben és a *Töprengések*ben is.

*

Kornaiban hallatlanul mélyről jövő tanári késztetések és képességek rejlettek. Soha nem szűnő bánata volt, még élete utolsó időszakában, már túl a Harvardon és megbecsült helyen a Corvinuson, hogy tanári ambícióit élete jelentős részében

nem kamatoztathatta – szakmai krédója, ezt kifejező művei megakadályozták, hogy a szocialista rendszerben katedrát kapjon. Mondhatnánk, kapott elégtételt az élettől, s az oktatási rendszertől, de ez nem vigasztalta az elmaradt tanári évekért. Otthonra talált ugyan a Rajk Szakkollégiumban, ahol már az 1970-es alapítástól kezdve nagy gyakorisággal megjelent (a Rajk most fél évszázados történetében ő volt a leggyakoribb előadó). A hetvenes–nyolcvanas években rendszeresen, mondhatni folytonosan voltak Kornai kurzusok, s nemegyszer ajánlotta fel, hogy még lezárás előtt álló művét előadja a Rajkban, a diákok véleményére várva. Szakmai asszisztensei negyedszázadon át a Rajkból kerültek ki, tartott szemináriumot és szakszemináriumot, ez azonban szűk kör volt számára – a hivatalos egyetemi katedrára vágyott, amelyet oly sokáig megtagadtak tőle. A Harvardon sikeres professzor volt, tanítványai jó hírét vitték szerte a világban, s lehetősége nyílt az amerikai és a globális közgazdász elitel való hétköznapi érintkezésre – de, mint írja, nem vált félig amerikaivá, a budapesti katedra továbbra is vonzotta. Jó, ha viszonylag rövid időben is, de jutott neki valamennyi belőle, a Corvinus mellett a Közép-Európai Egyetemen, a CEU-n is.

Nagyra értékelte a Rajk szerepét (erről többször is hosszabban írt), és számos gesztust is tett a kollégium felé. Elsők között kapta meg a kollégium által 1995-ben alapított, s azóta nagy nemzetközi presztízsre szert tett Neumann János-díjat. A díjhoz fűződik utolsó látogatása a kollégiumban: 2013-ban régi barátja, Kenneth Arrow tiszteletbeli Neumann-díjas lett, s ez alkalommal a kollégium rendezett számukra egy beszélgetést. Nagy esemény volt, számos kollégista tartja meghatározó élményének, amikor a közgazdaságtan e két idős géniusza beszélgett egymással és velük a kollégiumban.

*

Kornai János számtalan díjat és elismerést kapott, a világ minden részéből. S bár nyilván jólesett neki a megbecsülés, ezekről alig beszélt. Voltak köztük magyar állami és tudományos díjak, hat ország akadémiajának tagsága, tucatszámú egyetem díszdoktori címe. Sokszor esett szó arról, hogy Nobel-émlékdíj várományos – talán nemcsak az elfogultság mondatja, hogy megérdemelte volna. (Tudjuk persze, milyen bonyolult szempontok érvényesülnek e díj kiosztásakor, s nem hisszük, hogy elmaradása leértékelné Kornai életművét.)

Ezek az elismerések azt is nyugtázták, hogy Kornai nem zárkózott be kutatásaival. Nemcsak előadásokat tartott szívesen, de részt vállalt a tudományos közéletben is. Számos nemzetközi és hazai tudományos szervezetben töltött be magas (nemegyszer első számú vezetői) pozíciót. Legjelentősebb tudományszervezési eredménye a Collegium Budapest létrehozatalában való meghatározó közreműködés volt. A nemzetközi gyakorlatból ismert *Institute for Advanced Study* típusú intézmény 1992 és 2001 között felbecsülhetetlen értékű szellemi tőkét vonzott Magyarországra. Jómagam (sok éven át a Felügyelő Bizottság elnökeként) is le-

sújtva éltem át, hogyan fojtotta meg az intézményt az egyoldalú politikai értékelés és a csökkenő nemzetközi támogatottság együttese. János saját gyermekeként szerette és támogatta a Collegiumot, nagyon megviselte, hogy elvesztettük a csatát – csakúgy, mint később a CEU esetében. Ezek az események, mellé téve a Magyar Tudományos Akadémia és intézményei szervezeti átrendezését, arra késztették Kornait, hogy visszavonuljon a tudományos közélettől.

*

A fentiekben felvázolt építőkövek remélhetőleg hűen jellemzik Kornai János munkásságát, de persze nem adnak teljes képet róla. Hosszú és gazdag élete nyilván sokunk számára szolgált sokféle tanulsággal. Kiváló ember és nagy tudós volt – nem közhely azzal zárni, hogy baráti közelsége ajándék volt számomra.

KORNAI JÁNOS, A KOZMOPOLITA PATRIÓTA

JÁNOS KORNAI, A COSMOPOLITAN PATRIOT

Szalai Júlia

az MTA levelező tagja

Kornai János halálával nemcsak egy rendkívüli tudóst, hanem egyszerismind egy rendkívüli embert veszítettünk el. Tudományos teljesítményét az életút buktatói okán sokszor megkétszerezve elnyert, nagyszámú kitüntetése jelzi. Elég felsorolnunk a nemzetközi és hazai elismerések hosszú sorát: addigi munkásságáért 1983-ban megkapta a magyar Állami Díjat és a német Alexander von Humboldt-díjat; 1994-ben Széchenyi-díjjal tüntették ki; 1997-ben megkapta a francia Becsületrend tiszti fokozatát; 2001-ben a stockholmi Közgazdaságtudományi Egyetem, majd 2003-ban a várnai Közgazdasági Egyetem, 2013-ban a pozsonyi Páneurópai Főiskola díszdoktorává avatták; 2005-ben Prima Primissima Díjjal tüntették ki; 2007-ben a Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztje a csillaggal polgári tagozata kitüntetést kapta; 2007-ben Akadémiai Nívódíjjal, 2008-ban – 80. születésnapja alkalmából – a Magyar Közgazdasági Társaság Közgazdász Életműdíjával tüntették ki; 2009-ben megkapta a Húszéves a Köztársaság Díjat; 2010-ben a Magyar Köztársasági Érdemrend nagykeresztje polgári tagozata kitüntetést kapta életművéért, a gazdasági rendszerek elméletének és működésének kutatásában elért, világszerte elismert eredményeiért. 2018-ban 90. születésnapja alkalmából tiszteletére egész napos tudományos konferenciát rendezett a Budapesti Corvinus Egyetem. 2018-ban a Széchenyi Irodalmi és Művészeti Akadémia címzetes tagjává választották. Számos külföldi egyetem avatta díszdoktorává. Munkái közel húsz nyelven – köztük japánul és kínaiul – jelentek meg.

A tudományos teljesítményt más oldalról jelzi a hazai és külföldi értelmiségieknek (és nemcsak közgazdászoknak) az a széles köre, amely Kornait tanítómessterének tekinti – függetlenül attól, hogy az illetőnek volt-e szerencséje szoros értelemben vett tanítvánnyá válni a Corvinus Egyetemen vagy a Harvardon, vagy a világ számos országában tartott vendégprofesszori kurzusok valamelyikén. Kornaitól ugyanis nemcsak tényyszerű ismereteket és tudást lehetett szerezni, hanem mindenekelőtt a tudósi habitust meghatározó gondolkodási módszertant lehetett tanulni. A tanítványi kötődés alapja a Kornai egész életútját meghatározó és végigkísérő tudósi habitus volt, melynek lényegét utolsó kötete előszavában így foglalta össze: „Abban biztos vagyok, hogy a fejtegetések témái fonto-

sak. Gyötör azonban a bizonytalanság, mi a helyes válasz... Léteznek emberek, akik teljes határozottsággal felelnek a kor nagy kérdéseire. Válaszaik nekem is eszembe jutnak, de mindjárt az övéikkel ellentétesek is – és habozok. Őszinte kíváncsi lenni az olvasóhoz, és nem titkolom el bizonytalanságomat.” (*Töprengések*, 2021) A kétkedés, a töprengés hallatlan intellektuális nyitottsággal társult: Kornai szemében soha nem a titulus vagy a pozíció volt az igazság forrása, hanem a beszélgetőtárs nyitottsága és kíváncsisága adta a tájékozódás iránytűjét. Művei ebben az értelemben ifjúkorától kezdve dialogikusak, és alapjuk egyfajta párbeszéd a – sokszor közelebbről meg sem nevezett – személyes környezettel, legyen az éppen egy doktorandusz növendék, a közgazdaságtan egy vagy más élő klasszikusa, vagy éppenséggel a reformközgazdászok adott köre. E dialogikus beállítódás teszi, hogy Kornai művei a demokratikus eszmecsere révén mélyen politikusak, miközben a szerző a szó köznapi értelmében jobbra elkerülte a direkt politizálást.

Politikai szerepet azért olykor vállalnia kellett. Nem mert erre bárki felszólította – a direkt felszólítások elől jobbra elhúzódott. Hanem azért, mert a politikai állásfoglalás időről időre megkerülhetetlenül következett a társadalmi és politikai jelenségek, folyamatok kihívásából, a válaszadás imperatívusza pedig Kornai mélyen etikus személyiségéből. Ebből a szempontból az életút két kitüntetett pontja az 1956-os forradalom és az 1989-es rendszerváltás volt. A politikai szerepvállalás mindkét alkalommal finom distinkción nyugodott: teljes és egyértelmű intellektuális elköteleződés a változás mellett, s éppoly egyértelmű távolságtartás mindennemű aktív politikai cselekvéstől. A választás szigorú erkölcsi alapja a jobbító szándék a racionalitás, a tudósi hivatás mozgósításával, amely ugyanakkor erőteljes tartózkodással párosul: fontos érték a hatni akarás, aminek erősen szublimált alanya a nyilvános diskurzus, nem pedig a csatlakozás valamely párthoz vagy más konkrét politikai aktorokhoz. A vékony határmezsgye szem előtt tartása embert próbáló feladat: 1956 után „revizionista” nézeteiért Kornai a Közgazdasági Intézetben betöltött állásának elvesztésével és sűrű rendőrségi kihallgatások három éven át tartó folyamatával fizetett; 1989-ben pedig az akkor már hatvanon felüli tudós szó szerint belebetegedett a munka feszültségébe és felelősségébe. Mindazonáltal, visszapillantva megállapítja: ha újra lepereggethetné a múltbéli eseményeket, ugyanúgy járna el. 2005-ből, életrajzi könyve papírra vetésének évéből így emlékszik vissza 1989-re, az *Indulatos röpirat a gazdasági átmenet ügyében* című munkájára: „Jó érzés arra gondolnom, hogy a *Röpirat* megírásával jelen voltam ezeknél az eseményeknél. Akár helyes volt valamelyik javaslatom, akár hibás, akár megfogadták, akár nem – azt határozottan állíthatom, hogy számottevő hatása volt a közgondolkodásra. Valamennyi kérdés, amiről írtam, benne volt a levegőben Magyarországon... A *Röpirat* jelentőségét abban látom, hogy struktúrát vitt az alaktalan vitatkozásba.” (*A gondolat erejével*, 2005)

Kornai Jánost egész életén át érzelmileg elsősorban az izgatta, ami itt, Magyarországon, a hazájában történik. A nemzetközileg is kiemelkedő tudósnek ajánlhatták állást és állampolgárságot 1956 után vagy 1985-ben Amerikában, hívták a világ számos más országába, külföldi megbízatásait afféle kirándulásoknak tekintette – ezeknek mindenkor azzal a kikötéssel tett eleget, hogy rendszeresen visszatérhet Budapestre. Minden idegszálával ide volt bekötve, a természetes közeget számára a magyar kultúra, a magyar történelem és a magyar jelen jelentette. Intellektuális építkezésének legmélyebb tapasztalati rétege és forrása is a hazai közeg volt. Mint jelentős elméletalkotó, innen merítette a végiggondolásra és általánosításra méltó összefüggéseket, sőt, magukat a kérdésfeltevéseket is. Mindebben semmi provinciális nem volt. Kornai mindenkor nagyra becsülte a meghívó kollégákat és intézményeket, és fontosnak tartotta, hogy magyarul született munkái angol, német vagy éppen japán fordításban a nemzetközi nyilvánosság számára is hozzáférhetőek legyenek. De „otthon” mégiscsak itthon volt. Mélyen megélt lojalitás kötötte a családhoz, a barátokhoz és tágabban, az itt élők közösségéhez, a „nemzethez”. Patrióta mivoltára büszke volt. Soha nem akart emigrálni – 1956 után sem, és a rendszerváltás óta eltelt évtizedek e téren szabad levegőjében sem. Ahogy mondta, bármilyen jól írt és adott elő angolul, bármennyire sok időt töltött is angolszász közegben, mindvégig magyarul számolt és álmodott, arról nem is szólva, hogy a sok barát közül a legközelebbiek magyarok voltak, mert csak magyarokkal adatik a „félszavakból is értjük egymást” elementáris élménye.

Sosem gondolta magát tévedhetetlennek. De volt mire szerénynek lennie. Tisztában volt munkája értékével, azonban amit idővel korábbi munkáiból felülbírált, azt sem írta sohasem újra: új írást szentelt az önkritikának. Így ránk, az őt túlélőkre maradt, hogy műveit, gondolatait a maguk fejlődésében láthassuk. Az intellektuális hagyaték így nemcsak egy nagy hatású életmű, de egy emberi portré is. Nemcsak fogalmakat, ötleteket és szigorú logikával kifejtett nézeteket tartalmaz, hanem erkölcsi bátorságot és tartást is meríthetünk belőle.

Kornai János, nyugodjék békében!

SZEMÉLYES TISZTELETADÁS ALFÖLDI LAJOS EMLÉKÉNEK

A PERSONAL TRIBUTE TO THE MEMORY OF LAJOS ALFÖLDI

Dudits Dénes

az MTA rendes tagja



Alföldi Lajos
(1927–2021)

Nehéz elfogadni, hogy a „Főnök” lelke új világba költözött. A fájdalmas hír feltépi az évtizedekkel ezelőtti emlékek fátyolát, és kétségek gyötörnek, hogy elég hálások voltunk-e, kellően megköszöntük-e kutatási tanácsait, vezetői döntéseit. Nagy-nagy szerepe volt abban, hogy az MTA Szegedi Biológiai Központ nemzetközi hírnevet szerzett már az alapítást követő első évtizedekben. Mint későbbi utóda a főigazgatói székekben, nekem különösen sok köszönnyel van, amiért támogatását élvezhettem, elsősorban az indulás éveiben. Talán most, a gyász közepette érdemes néhány, egyéniségét felidéző személyes történetet megírnom.

A hetvenes évek elején a párt direktívái befolyásolták az SZBK kutatási stratégiáit. Így nyert a búzakutatás kiemelt szerepet. Én a borsómutációs munkáimat, amelyeket korábban Gödöllőn végeztem, akartam folytatni. Ez nem passzolt az elvárásokhoz. Nem volt olyan délutáni intézeti teázás, hogy a Főnök meg ne kérdezte volna, mikor indulnak a búzas kísérletek. Bár barátságosan figyelmeztetett, de éreztem, nincs mese. Hogy valóban legyen újdonság, az *in vitro* szövettényésztési kísérletek és a szomatikus sejtgenetika mellett döntöttem. A búzaszövetekből történő növényregenerációval kezdődött a növényi sejtek totipotenciájának kutatása az SZBK-ban.

Nem titok, hogy az SZBK sem volt kivétel, amikor a párttagokat vagy az ügynőket toborozták. Én is kaptam egy cukrász dai meghívást elbeszélgetésre. A találkozó előtt elmentem a Főnökhöz, és elmondtam neki, hogy hová megyek,

és hogy egyértelmű nemet fogok mondani. Ez kockázatot jelentett nemcsak nekem, hanem az intézetnek is. A Főnök nem kommentálta az információmat, de biztos voltam benne, hogy támogatja döntésemet, és ha kell, megvéd.

Szakmai közös érdeklődésünk különösen megerősödött a protoplaszt fúziós korszakban. Én Kanadából hoztam haza a fúziós módszert, amikor polietilén-glikollal indukálunk membránfúziót. Alföldi Lajos csoportja a baktériumsejtekből izolált protoplasztokat fuzionálta ilyen módon.

Mindkettőnknek szenvedélye volt a kertészkedés és az úszás. Így bőven volt közös témánk.

Talán jó, ha tudatosítjuk, hogy az SZBK biztosan más, és talán szegényebb lenne Alföldi Lajos nélkül.

EMLÉKMORZSÁK Alföldi Lajos (1927–2021)

MEMORY FRAGMENTS Lajos Alföldi (1927–2021)

Raskó István
az MTA doktora

Hetvenes évek... Genetikai Intézet. Nyílik a negyedik emeleti teázó ajtaja.

– *Mi újság, fiatalság?*

– *Szervusz, Főnök! Lesz ma tea?*

– *Természetesen! Ötör!*

Tele a teázó fiatal emberekkel, sokan a földön is ülnek. Bejön ő is, nincs szabad fotel, leül a földre, kezdődik a beszélgetés, tudományról, az intézetről a jövőről...

Elment! Nincs többé! Nagyon sokan, nagyon sokat köszönhetünk Neki.

1961-ben találkoztam vele, amikor orvostanhallgatóként az Ivánovics György akadémikus által vezetett Szegedi Orvostudományi Egyetem Mikrobiológiai Intézetben tudományos diákkörösként kezdtem dolgozni. 1965-ben az egyetem elvégzése után kerültem a csoportjába, én az ismeretségünket onnan számolom. Akkor ismertem meg a családját, gyermekeit, Editet, Pétert.

Fiatal orvosként, akinek kezdetekben sebészi, szülészai álmai voltak, és nem sokat tudott a tudományművelés gyakorlatáról, meghatározó ismereteket szereztem az irányítása alatt. Megtanultam, hogy közleményt csak akkor szabad írni, amikor a benne szereplő kísérleteket addig ismételjük, amíg biztosak nem vagyunk benne, hogy azokat mások is meg tudják ismételni, hasonló eredménnyel.

Rendkívül szerény, talán egy kicsit zárkózott ember is volt. Kerülte a konfrontációt. Amikor az intézetben szóba került a vezetőváltás, ő inkább egy akkor itthon teljesen új tudományterület hazai honosítását kezdte, a József Attila Tudományegyetem Természettudományi Kar genetikai tanszéki munkacsoport megszervezésével. 1970-ben kezdték szervezni az MTA Szegedi Biológiai Központot, és miután Györffy Barna mellett ő volt, aki genetikával foglalkozott, Straub F. Bruno akadémikus meghívta az előkészítő csoportba. Györffy Barna sajnálatos halála után pedig őt nevezték ki az új Központ Genetikai Intézetének igazgatójává.

Hihetetlen jó érzékkel választotta ki azokat a tudományos témákat, amelyek akkor itthon nagyrészt ismeretlenek voltak, és Nyugaton is újdonságnak számítottak. Megvoltak a témák, csak kutatók kellettek, akik elkezdenek dolgozni. Az

intézet kutatógárdája harminc év alatti fiatalokból állt, egy-két idősebb harmincast leszámítva, különböző háttérrel, nagyon sokuk az egyetemeken lettek akadémiai ösztöndíjasok, és végzés után rögtön a „mélyvízbe” kerültek. Ebből a gárdából kellett neki, nagyon rövid idő alatt, nemzetközileg versenyképes intézetet formálnia.

Sajátos vezetési stílusa volt, nem döntött azonnal, véleménye szerint az élet sok mindent megold magától, és ez a filozófiája nagyon gyakran beigazolódott. Soha nem kiabált. Remek pszichológiai érzéke volt az emberi problémák megoldásában (volt egy időszak, amikor pszichiáternek készült). Minden csoportot hagyott dolgozni, csak az eredményt várta. Természetesen neki is voltak melléfogásai. Romantikus, régi vágású kutatóként azt tartotta, hogy nem a tudományos fokozatok, hanem a teljesítmény minősíti a kutatókat. Ezt néhány fiatalember elfogadta, és nem szerzett fokozatot, ami az intézet itthoni megítélésében hátrányt jelentett. Az alakuló rovargenetikai csoport modellállatot keresett, az intézet temperált szobája tele volt afrikai óriáscsótányokkal, mint jövődő kísérleti alanyokkal. Ő pedig, elveitől eltérően, miután akkor itthon a mezőgazdaságnak komoly gondot jelentett, javasolta a krumplibogarat. Ezen később ő maga is jókat derült, amikor a mára már nemzetközi hírű drosophila-genetikusokkal beszélgetett.

Olyan ember volt, aki soha nem volt féltékeny a tehetségekre. Sőt! Segítette őket. Orosz László, Kondorosi Ádám, Dudits Dénes és mi, a „nem akadémikus öregek” sokat tanultunk és kaptunk tőle. Emberséget, vezetői kultúrát, tehetség-gondozást. Azt, hogy miként lehet politikamentesen nemzetközi hírű tudományos kutatóintézetet alapítani. Azt, hogy hogyan lehet különböző előéletű fiatal emberekből egy kiváló tudományos közösséget faragni, egy olyan baráti társaságot, ahova öröm bejárni, dolgozni, élni!

Azzal az idézettel szeretném zárni, amit Orosz László írt nekem a Főnök halálhírére reagálva: „...nekünk azért Ő ül az asztalfőn, ha üres a helye, nem szeretnék ott mást látni.”

Örök példát adott! Kár, hogy már kevesen vagyunk, akik ismertük, szerettük, tiszteltük. Szerencsés vagyok, hogy közöttük lehettem! Nyugodj békében, Főnök!

Könyvszemle

SIPOS JÚLIA GONDOZÁSÁBAN

VÍRUSVADÁSZAT: IZGALMAS KRIMI, ELGONDOLKODTATÓ BESZÉLGETÉSEK ÉS LEHANGOLÓ KONZEKVENCIÁK

Régen olvastam olyan könyvet, amely annyira le tudott kötni, mint Barát József Kemenesi Gáborral írott könyve. Igazán kár, hogy doku, nem *fantasy*. Sajnos fel sem merül, hogy ki játssza majd a főszerepeket a Netflix vagy az HBO megfilmesített verziójában. Ez a könyv az elmúlt két, többé-kevésbé elvesztegetett évünk történéseit elemzi egy újságíró és partnere, egy „vírusvadász” szemszögéből. Bár a világ még a sebeit nyalogatja az elszenvedett csapások után, a leírtakból világosan kiderül, hogy nem lehetünk elég hálásak a sorsnak, hogy egyelőre megúsztuk ennyivel.

A *Vírusvadászat* című könyv részben a járvány kialakulásának, emlékeztetesebb történéseinek tárgyilagos leírását tartalmazza. Rendkívül izgalmas. Bejárja a bolygó számos országát, rávilágít a helyi sajátságokra, intézkedésekre, helyenként azok politikai hátterére is, még egy sikeres politikus portréjával is megismerkedünk. Ezzel párhuzamosan tanúi vagyunk a beszélgetéseknek az újságíró és a vírusvadász között. Lépésről lépésre bontakozik ki előttünk egy rendkívül rokonszenves kutató egyénisége, aki – bár a tudománynak egy elképesztően szűk területére szakosodott, globális ismeretei vannak – kivételesen precíz tünetegyüttest állít fel a világot fenyegető veszedelmekről. A járvány nyomán botcsinálta szakértők serege tűnt fel a médiában, néha tudatosan növelve az átlagember fejében kialakult ismereti káoszt. Kijelentéseik hol tehetetlen dühöt, hol harsány nevetést váltottak ki belőlem. Ezzel szemben – bár két generáció választ el Kemenesi Gábortól – minden, a könyvben leírt gondolatával száz százaléig egyet tudok érteni! A könyvből világos összefüggések bontakoznak ki a denevérek és kistrágcsalók életterét elhódító agresszív emberi tevékenység, az egzotikus vadállatokat luxusból felzabáló „tehetősek” és a kibontakozó éghajlati katasztrófa között. A jelenlegi halálos járvány csak egy kis ízelítő abból, amit várhatunk, ha továbbra is leigázni akarjuk a természetet ahelyett, hogy megpróbálnánk együtt élni vele.

Végigkövethetjük, hogyan lett képes a frászt ráhozni az önelégült, *high tech* 21. század szuperhatalmaira egy alapjában véve kevésbé ártalmas náthavírus, hogyan tudta hathatós emberi segítséggel kialakítani az elmúlt száz év legpusztí-

több pandémiáját. Fejcsóválva olvashatjuk, mennyi emberi felelőtlenség, mennyi ostobaság, mennyi rövidlátó politikusi baklövés segítette a vírust pusztító hullámai során. A más országokban elkövetett, égbekiáltóan hibás döntések mellett megjelenik a hazai járványkezelés hibáinak tapintatos, de egyértelmű kritikája is. Viszonylag keveset foglalkozik a könyv a vírus fáradhatatlan szövetségeseivel, az internet bugyraiban fermentálódó égbekiáltó ostobaságok kiagyaloíval és a felelőtlenül hatásvadász vagy tudományellenes médiaszereplők okozta tetemes károkkal.

A lakosság legműveletlenebb rétegei, az öntudatos ostobák és a fészbukmételylet által megtevesztett okoskodók túsul ejtették a társadalmat. Az élet megbénításával fenyegetőznek, ha a népszerűségahajász politikusok mégis megtennék, amit tenniük kellene, de amit nincs mersük megtenni. Intézkedéseket kellene fogantatósítani, melyek megvédenék az emberek életét. De a gyeplő a lovak között, nem érheti hátrány az antiszociális beoltatlanokat, még a gyermekeket sem kötelező beoltani egy potenciálisan halálos betegség ellen.

Amikor letesszük a könyvet, és meghallgatjuk az esti híradót, rádöbbenünk, hogy az emberiség semmit sem tanult a leckéből. Ha már az oltást nem is lehet, legalább e könyv elolvasását kötelezővé kellene tenni.

(Barát József – Kemenesi Gábor: *Vírusvadászat. A SARS-CoV-2 regénye*. Budapest: Cser Kiadó, 2021, 248 o.)

Duda Ernő

immunológus, professor emeritus

MAGYAR–KÍNAI KAPCSOLATOK A HIDEGHÁBORÚ IDEJÉN

Vámos Péter, a Bölcsészettudományi Kutatóközpont Történettudományi Intézetének tudományos főmunkatársa több évtizedes kutatásai eredményeit adja közre a közelmúltban megjelent, a magyar–kínai kapcsolatok 1949–1989 közötti történetét bemutató vaskos (864 oldalas) dokumentumkötetben. A kötet a hasonló történeti forráskiadványok legjobb hagyományait követve a „kettő az egyben” modellt alkalmazza, így a közreadott 180 irat mellett a szerző terjedelmes, valójában kisonográfának is beillő, mintegy 160 oldalas bevezető tanulmányát is tartalmazza. A kötet sajátossága azonban, miként azt a szerző rögtön az előszóban tisztázza, hogy az csak a magyar levéltárak anyagára épül, noha a hasonló bilaterális kapcsolatokat bemutató művek, mint például a Borhi László által összeállított magyar–amerikai, vagy a Kecskés D. Gusztáv szerkesztette magyar–francia kötet, az általános elvárásoknak megfelelően mindkét állam forrásait közlik. A döntés oka egyszerű: a kínai archívumok anyaga, amely 2012-ig nagyon korlátozott mértékben, de valamennyire mégis kutatható volt, azóta lényegében elérhetetlen lett nemcsak a külföldi, de a kínai kutatók számára is. Így nincs remény rá, hogy belátható időn belül érdemi kínai források felhasználásával lehessen bemutatni a két állam kapcsolatainak történetét. A felhasznált magyar levéltári iratok, így mindenképp a Magyar Szocialista Munkáspárt (MSZMP) és Külügyminisztérium dokumentumai azonban sok tekintetben kárpótolják az olvasót, mivel azok korántsem csupán a bilaterális viszonylatot mutatják be, hanem az egész szovjet blokk, s benne a birodalmi központ, Moszkva Kínával kapcsolatos politikájának vizsgálatára is kiválóan alkalmasak. Így például a kötet bepillantást ad az 1967–1985 között működött „Interkit” működésébe, melynek keretében a blokkhoz tartozó országok központi bizottságainak nemzetközi kérdésekkel foglalkozó képviselői, valamint Kína-szakértők a Kreml gondos felügyelete mellett és persze a legnagyobb titokban rendszeresen egyeztettek álláspontjukat.

Vámos Péter a bevezető tanulmányt és a dokumentumokat hat kronologikus fejezetbe rendezi, ahol a címek az egyes időszakok fő jellemzőit ragadják meg:

1. Ismerkedés, a kapcsolatok kereteinek kiépítése, 1949–1956.
2. Testvéri barátság, szoros együttműködés, 1956–1959.
3. A viszony fokozatos megromlása, 1960–1969.
4. Lassú közeledés, kínai differenciálás, szoros szovjet ellenőrzés, 1969–1982.
5. A kapcsolatok rendezése, 1983–1988.
6. Az azonos társadalmi rendszeren alapuló együttműködés vége, 1989.

Amint a fenti listából kitűnik, a hazai olvasókat talán leginkább érdeklő téma, Kína szerepe az 1956-os forradalom idején, nem szerepel a kötetben. Ennek oka, hogy a szerző 2008-ban egy önálló kötetben tette közzé az erre vonatkozó kínai (!) iratokat (*Kína mellettünk? Kínai*

külgügyi iratok Magyarországról, 1956). Vámos Péternek ugyanis egy 2006-os kutatóútján még sikerült megszerezni ezeket az éppen akkor kutathatóvá vált fontos dokumentumokat, amelyek azóta ismét elérhetetlenek lettek a halandók számára. Jelen kötetben ezért 1956 *utóéletéről* találunk érdekes forrásokat, amelyekből az is kitűnik, hogy a kínai vezetés a megtorlások és főleg a kivégzések tekintetében lényegesen visszafogottabb álláspontot képviselt a kádári vezetésnél, és még Dudás József felkelő parancsnok esetében sem tekintette azt kívánatosnak. Kádár Jánosra ugyanakkor kifejezetten pozitív és meghatározó hatással volt két korai kínai látogatása (1956. szeptember, 1957. szeptember–október), s ez a későbbi viharos időkben is befolyásolta Kínával kapcsolatos magatartását.

A magyar–kínai kapcsolatok alakulása 1956 után lényegében mindvégig a szovjet–kínai viszony függvénye volt, még ha időnként voltak is hangsúlyeltolódások. Így a hatvanas években Kádár, ameddig lehetett, bizalmasan igyekezett Moszkvát türelemre inteni a szovjet–kínai vitában, és próbálta Pekinggel az államközi kapcsolatokat szinten tartani. Később pedig, a nyolcvanas évek elejétől, amikor 1982-től a Szovjetunió is nyitott Kína felé, kifejezetten törekedett nemcsak az állami, hanem a pártkapcsolatok minél teljesebb helyreállítására is. (Itt jegyzem meg, hogy éppen ezért a hatvanas évek elejétől nem tartom helyesnek a „csatlós” ország elnevezés használatát a szovjet blokk tagjainak megnevezésekor, például 99. oldal.) Fontos tehát látni, hogy a kapcsolatok rendezése Kínával nem Gorbacsov eljöveteléhez kötődik, hanem már jóval előbb, Brezsnyev idején megindult. Magyarország kezdettől igyekezett kihasználni a kelet-közép-európai országok számára így megnyíló új lehetőségeket, ezért az 1984-es év nem csak a nyugati nyitás szempontjából volt kiemelkedő jelentőségű. Köztudott, hogy akkor egy év alatt három nyugat-európai kormányfő látogatott Budapestre (Margaret Thatcher, Bettino Craxi, Helmut Kohl), ráadásul éppen abból a három államból, ahová az USA ún. eurorakétákat telepített az előző évben, így Moszkvában feketelistán voltak. Kevésbé ismert viszont a Kína irányába történt nyitás egyenlege: az áttörést jelentő 1984-es évben Kínából egy miniszterelnök-helyettes és négy miniszter látogatott Magyarországra, míg innen Marjai József miniszterelnök-helyettes, két miniszter és Nyers Rezső vezetésével egy közgazdász delegáció utazott Pekingbe. Emellett Kínában magyar napokat rendeztek, Budapesten megnyílt a Szecsuán étterem a Gresham-palotában, a két kormány pedig kulturális munkatervet írt alá. Ettől kezdve dinamikusan fejlődtek az államközi kapcsolatok, 1987-ben pedig sor került a két kommunista párt kapcsolatainak teljes helyreállítására is: a kínai pártfőtítkár budapesti látogatását Kádár pekingi útja követte. A dokumentumokból kitűnik, hogy a kínai vezetés ebben az időszakban Magyarországot tartotta legkomolyabb potenciális partnerének a szovjet blokkban. Ezt a kitüntetett pozíciót nagyban erősítette az 1968-ban indított magyar gazdasági reform példája, amit az 1978-ban kezdődő kínai reformok során mindvégig fontos referenciának tekintettek, így a nyolcvanas évek végére a két ország között egy-

fajta „különleges viszony” jött létre. Ma már ismerjük az MSZMP eredeti terveit az átalakulás kívánatos céljairól, így megkockáztathatjuk, hogy amennyiben a Szovjetunió 1988-tól küszöbönálló összeomlása miatt bekövetkezett rendszerváltás a régióban végül mégsem történik meg, és a szovjet birodalom fennmarad, a kilencvenes évekre Magyarországon is valamilyen a kínai modellhez hasonlatos, vegyes gazdaságon alapuló hibrid rendszer alakult volna ki.

Vámos Péter kötete fontos új forrás Magyarország, illetve a szovjet blokk második világháború utáni nemzetközi kapcsolatainak történetéről, amely a tudományos kutatásban és a felsőoktatásban is kiválóan hasznosítható. Reméljük, hogy a bevezető tanulmány bővített, kiegészített változatát hamarosan önálló monográfiaként is kézbe vehetjük.

(Vámos Péter: Magyar–kínai kapcsolatok, 1949–1989. Budapest: Károli Gáspár Református Egyetem–L'Harmattan Kiadó, 2020)

Békés Csaba

az MTA doktora, kutatóprofesszor
Társadalomtudományi Kutatóközpont Politikatudományi Intézet, Budapest
egyetemi tanár, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest

COURAGE IN POLITICS

A könyv szerkesztői Bódi Ferenc, Andrea Ragusa és Ralitsa Savova. *Bódi Ferenc*, a Társadalomtudományi Kutatóközpont Politikatudományi Intézetének senior tudományos munkatársa. *Andrea Ragusa* (1974–2018) a kortárs történelem professzoraként dolgozott a Sienai Egyetem Nemzetközi és Politikatudományi Tanszéken, valamint a Fondazione di Studi Storici 'Filippo Turati' Intézet igazgatóságának tagja volt. *Ralitsa Savova* a Társadalomtudományi Kutatóközpont Politikatudományi Intézet külső munkatársa, doktorjelölt; a *Storia e Futuro* szerkesztőségi bizottságának és az *Amelio Tagliaferri* folyóirat Nemzetközi Tudományos Testületének tagja.

A Saggistica Kiadó által megjelentetett 200 oldalas könyvben a bemutatkozással együtt tíz tanulmány olvasható kilenc szerzőtől. A kötet alapvetően Andrea Ragusa egyetemi docens tiszteletére és emlékére született. A könyv a politikai bátorság témáját több nézőpontból is vizsgálja, mint a siker, a hit, az erény, a különböző személyiségjegyek vagy a nemek közötti különbségek. Ezek kiválóan érzékeltetik a vitatott téma összetettségét. A tanulmányok kiemelik egy-egy korszak figyelemre méltó szereplőit, akik akkor, abban az időszakban – a szerzők megvilágításában – vakmerően nyúltak a politikához, és merész döntéseket hoztak. Az alapvetően történelmi eseményeket új szempontokból bemutató tanulmányok túllépnek a jelenlegi értelmezés keretein, és a feltárt események egy újfajta olvasatát kínálják fel.

Bódi Ferenc *Courage in Politics* című tanulmánya az 1956-os magyar forradalomra összpontosít. A szerző egyrészt, a bátorság erényének motívumát tanulmányozza, ami a szabadságharcosok feltételezett erkölcsi motivációja, másrészt, a „hamis forradalmár” jelenségét értelmezi. A tanulmány Kádár János személyiségére fókuszál, aki kompromisszumok nélkül vált a „helyreállítás” korszakának vezetőjévé. Bódi Ferenc a következő, *Political Anthropological Interpretation of the 1956 Hungarian Revolution* című tanulmányában szintén az 1956-os magyar forradalom értelmezésével foglalkozik, melyben azt vizsgálja, hogy a forradalomban való részvétel bátorság vagy vakmerőség volt-e. A szerző a „hamisság és megtévesztés” ellentétének szembeállításával kíván reagálni a forradalom magyarázatára. A szerző hangsúlyozza, hogy a magyar forradalom 1956-ban valódi kiegyezés nélkül ért véget, az új rendszer hamis értékrendet emelt a valódi erények fölé, ahol a bátorságot a kompromisszumok, az igazságot pedig a hamisság váltotta fel. Szerinte csak az erények biztosítanak olyan közös nyelvet, amely által jó megállapodások születhetnek, a felek megértik és elfogadják egymást, és nem utolsósorban képesek megtalálni a kölcsönös előnyöket.

Thomas R. Lawson – az amerikai Louisville-i Egyetem professzora és a nemzetközi programok igazgatója – a *The Promised Land. A Mountaintop and Political Courage: A View from the Ground* című tanulmányában kifejti, hogy különböző országokban és kultúrákban időtlen idők óta az elnyomás, a hazugságok és a leigázás ellen fellépőket tekintették bátraknak. A szerző a politikai bátorság érzékeltetéséhez egy metaforát használ, miszerint ahhoz, hogy az emberek feljuthassanak a hegy csúcsára, a helyre, ahol többé már nem számítanak elnyomottnak, leigázottnak, és nem kell hamisságokat követniük, ahol a szellemük élhet és kifejezhetik önmagukat, politikai bátorságra van szükség.

Nuno Morgado a geopolitika és a külpolitika szakértője, az *Eötvös Loránd Kutatási Hálózat* külső munkatársa, a Budapesti Corvinus Egyetem adjunktusa. Az *Anti-communism in Salazar's Portugal and the Hungarian Uprising of 1956* című tanulmányának célja a portugál kormány és társadalom 1956-os magyar felkelésre adott válaszána vizsgálata.

Kávássy János Előd a Rendszerváltás Történetét Kutató Intézet és Archivum tudományos munkatársa. A *From Sound to Square Silence* című tanulmánya középpontjában az 1956-os magyar forradalom és szabadságharc tragédiája áll. A szerző arra törekszik, hogy bemutassa 1956 egyik elfeledett hőjét, Rajki Mártont, aki azt vallotta, hogy a párbeszéd és a konszenzus lényegében az uralkodó kommunista rendszer elnyomásaként és terrorjaként értelmezhető.

Oross Dániel politológus, 2011-től a Társadalomtudományi Kutatóközpont Politikatudományi Intézetének tudományos munkatársa. A *Youth Policy between 1956 and 2016 in Hungary* című tanulmányában azon az állásponton van, hogy az ifjúság fontos szerepet játszott a forradalmi változásokban, de politikai képviselőjük mindig is gyenge volt. A tanulmány a fiatalok szerepét mutatja be az 1956-os magyar forradalomban. Szerinte a magyar ifjúságpolitika elnyúló átalakulása még korántsem ért véget, az napjainkban is tartó folyamat, amelynek új kihívásokkal kell számolnia.

A *Female Courage* című tanulmány szerzői: *Toldi Andrea* nyelvtenár – a Debreceni Egyetem Egészségügyi Kar munkatársa –, *Fábián Gergely* szociológus – a DE Egészségügyi Kar Társadalomtudományi Tanszékének vezetője –, valamint *Thomas R. Lawson* amerikai professzor. A szerzők arra hívják fel a figyelmet, hogy egy férfi lehet király, egy csata vezetője, tábornok vagy lovag, de ahhoz, hogy egy nő politikus legyen, vezető szerepet vállaljon, vagy felemelje a hangját valamiért vagy valakiért, nagy bátorságra van szükség. Hangsúlyozzák, hogy ma egyre több nő vesz részt aktívan a politikai életben, vagy tölt be történelemíró szerepet, és emiatt leginkább furcsának, „másnak” vagy lázadónak tekintik őket.

A kötet utolsó két tanulmányának szerzője *Szécsi Árpád*, aki PhD-jelölt az Eötvös Loránd Tudományegyetem Államtudományi Doktori Iskolájában. A *Pre-history of the Hungarian Democratic Forum as an Intellectual and Political Movement* című tanulmányában az 1990-es szabad választásokat megnyerő párt, a

Magyar Demokrata Fórum (MDF) szellemi és politikai előzményeire fókuszál, áttekintést ad a látens hálózattá válás meghatározó időszakáról. A *From the Tent to the Parliament. The Early Period of the Hungarian Democratic Forum (1987–1990)* című tanulmányában a szerző megállapítja, hogy az MDF gyökerei – mind szellemi, mind erkölcsi dimenziókban – az 1956-os magyar forradalomra nyúlnak vissza, majd az országos méretűvé növekedett szervezet 1989 nyarán politikai párttá alakult. Az MDF – mint a legnagyobb számú mandátummal rendelkező párt – 1990 tavaszán megnyerte a választásokat, és folytatta „a sátortól a parlamentig” tartó történelmi útját.

A tanulmánykötet minden olyan szakember számára hasznos, akik politikatudománnyal vagy történelmi kutatásokkal foglalkoznak. A könyv azoknak ajánlott, akik kritikusan, új nézőpontból kívánják szemlélni a tényszerű történelmi eseményeket.

(*Ferenc Bódi – Andrea Ragusa – Ralitsa Savova editors: Courage in Politics. Pisa: Pacini Editore, 2020*)

Barnucz Nóra

egyetemi tanársegéd

Nemzeti Közszerzői Egyetem Rendészettudományi Kar Idegennyelvi és Szaknyelvi Lektorátus

A MAGYAR INTERNET TÖRTÉNETEI

A Tófalvy Tamás által szerkesztett könyv a második kötete annak a sorozatnak, amely a *Kultúra a digitális forradalom idején* címet viseli, és amely a nagyjából három évtizedes múltra visszatekintő infokommunikációs revolúció és az azóta eltelt idő kis és nagy történeteit igyekszik dokumentálni. A kötet négy tematikus egységében (Információ, társadalom; Web, archiválás; Pop, kultúra; Tartalom, szolgáltatás), összesen tizennégy tanulmányban foglalkoznak a különböző tudományterületeken tevékenykedő szerzők a magyar nyelvű internet különböző vonatkozásaival.

Az első tartalmi egység az információhordozó szöveg rendszerezésével és digitalizációjával két tanulmány erejéig is foglalkozik, bemutatva, hogy a tartalmi szempontból megegyező, de formátumát tekintve eltérő szöveg milyen lehetőségeket hordoz a befogadó számára. A technikai fejlődés következtében a nyomtatott szöveg ismételhetőségét és saját ütemű befogadását a digitális szöveg szintaktikai kereshetősége és másolhatósága váltotta, majd a hipertext linkelhetősége és saját irányú befogadása, hogy az adatbázis-transzformációt követően a szemantikus kereshetőség és következtethetőség lehetőségét nyújtsa. Kétségtelen, hogy a technológiai lehetőségek a pusztán szöveget egyre intelligensebbé teszik, gyorsabb, egyszerűbben hozzáférhető és pontosabb tudással kecsegtetnek, azonban érdemes a fejlődés rohanásából hátra is tekinteni, hogy az út során nem veszítünk-e el valamit. Megőrizzük-e azon kognitív műveletek képességeit, amelyek a keresést, rendszerezést, megértést szolgálták? Megválaszolandó, aktuális kérdések ezek, amikor már nemcsak az internetes mémek figurázzák ki a ma emberének kognitív képességeit, hanem a tudomány művelői is vitáznak arról, hogy az információk mennyisége és befogadásának jellegzetességei milyen nem várt következményekkel járnak. A digitális eszközök és tartalmak közönsége egyre kevésbé szegmentálható egyszerű hozzáférési és használati dichotómiákkal. Ma már alig tapasztalhatunk különbséget az olyan alapvető ismérvekben, mint például a nem. Férfiak és nők közel ugyanolyan arányban használják az internetet, sőt a demográfiai jellegzetességek miatt az internet közönségében már többségben vannak a nők. Amikor a társadalom egyre kisebb részét alkotják a távolmaradók, előtérbe kerülnek a tartalomfogyasztási és a felhasználói tudásból fakadó vélt és valós különbségek.

A magyar internet történeteiben ott van az olvasó saját története is. Én a 2000-es évek elején kezdtem dolgozni a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen működő Információs Társadalom- és Trendkutató Központban (ITTK), és még abban az időben is volt arra példa, hogy a nem *online* média

képviselője egy-egy a világhálózhoz kapcsolódó hír szakértői kommentálása alkalmával őszinte rácsodálkozással kérdezte az ITTK kutatóit az internetről. Így két-három évtizednyi távlatból furcsán hat, ha felidézzük a magyar internet első éveinek mindennapi jellegzetességeit, például az internetről alkotott statikus képet, amikor a nyomtatott lapban rossz szintaktikával vagy egyáltalán, csak külön kérésre jelentettek meg webcímet egy-egy internetes hírrel kapcsolatban. Minden ilyen történet megőrzendő, amelyre a digitális tárolókapacitások lehetőséget is biztosítanak, azonban az eredeti források tanulmányozásának lehetősége mégsem feltétlenül adott. Sokat tehetnek az archiválásért az önkéntesen szerveződő közösségi archívumok, amelyre vonatkozóan találunk jó példákat a kötetben. A digitális információk archiválásának egyszerűsége csak első pillantásra az. A könnyedén másolható és manipulálható digitális információ a hiteles megőrzés lehetőségének kérdéseit veti fel. Az archiválás folyamatos és hiteles kell legyen ahhoz, hogy a jövőben hozzá lehessen férni az eredeti információkhoz és – ahogy Moldován István írja – „ne sötét digitális középkorként tekintsünk jelenünkre, közelmúltunkra”.

A kötet egy-egy villanásként a magyar nyelvű internet és azon belül a magyar nyelvű közösségi média népszerű tartalom-előállítóival és -megosztóival foglalkozik. A tanulmányok között helyet kap a motivációs kultúrát ironizáló, kifordító, ún. demotiváló plakátok elemzése. A közösségi média felületei között képet kaphatunk az Omega-rajongók a zenekarral kapcsolatos sajátos, rivalizáló, a *mainstream* elbeszélésekkel szemben megfogalmazott történeteivel, értelmezéseivel. A TrollFoci történetével, amely kétségtelenül az egyik legsikeresebb magyar közösségi oldal. A nosztalgiát jeleníti meg az olyan retró tematikájú oldalak bemutatása, mint a közösségi szerkesztésű Retronóm és a Szétszedtem project vagy a kilencvenes évek második felében a hazai művészeti és hálózati kultúrát alakító Artpool, a C³ és az Éjjeli Őrjárat oldalak.

A kötet utolsó tartalmi egységében helyet kapnak az online hírmédia ikonikus szereplőit, történeteit bemutató írások. Gálik Mihállyal az Origo hírportál piacra lépését és a Magyar Telekomon belüli életét kísérhetjük végig. Az Origo hírportál 1998-ban startolt a Matáv keretei között, és 2015-ben került ki a Magyar Telekom tulajdonából. A tanulmányból megismerhetővé válnak a telekommunikációs vállalat tartalomszolgáltatói motivációi, a portál létrehozásának és piacra bocsátásának szakmai, pénzügyi és politikai vonatkozásai egyaránt. Hasonlóan átfogó szemlélettel mutatja be Tófalvy Tamás az Index átalakulását és az azt övező diskurzust, illetve foglalkozik Botházi Mária az erdélyi magyar online sajtó jellegzetességeivel és függési viszonyaival.

A magyar internet története nem kívánja az egész magyar internet történetét elmesélni. Ahogy azt a könyv szerkesztője is megfogalmazza a bevezetőben, az internetnek „sokféle, párhuzamosan egymás mellett létező változata, kultúrája van”. És valóban, szemlélve az egymást követő írásokat, az olvasó

különböző nézőpontokat, régi és új történeteket ismerhet meg, amelyek mind értékes adalékként szolgálnak a magyar internet tartalmainak, közönségének ismeretéhez.

(Tófalvy Tamás szerkesztő: A magyar internet történetei. Kultúra a digitális forradalom idején sorozat 2. Budapest: Typotex Kiadó, 2021, 192 o.)

Székely Levente

a Budapesti Corvinus Egyetem Kommunikáció és Szociológia Intézet adjunktusa,
a Mathias Corvinus Collegium Szociológia Műhely vezetője,
az Ifjúságkutató Intézet vezetője

ECSETVONÁSOK LUKÁCS GYÖRGY PÁLYAKÉPÉHEZ

Fekete Éva Lukács Györgyről szóló monográfiája (mely eredetileg 1974-ben készült el) nagyszabású és igen értékes vállalkozás. Ahogy a kötet alcíme is mutatja, egy hátramaradt kézirat gondos szerkesztői munkával sajtó alá rendezett, posztumusz kiadásáról van szó. A kötet számos aspektusból közelíthető meg és elemezhető, de itt elsősorban a mű újszerűségét szeretném bemutatni, az eddig napvilágot látott monográfiákhoz képest.

Mindeddig igen kevés szisztematikus és komplex, Lukács egész életére és munkásságára fókuszáló mű látott napvilágot; s e könyvek esetén is megfigyelhető, hogy inkább Lukács marxista fordulatát követő korszakaira összpontosítanak. (Lásd például Hermann István: *Lukács György élete*, 1985.) Természetesen több magától értetődő érv is felhozható arra vonatkozóan, hogy ez miért alakult így, miközben úgy vélem, legalább ennyi érv szólhat a fiatalkori életmű hangsúlyozása és bővebb tárgyalása mellett is. Vannak olyan Lukács életét és munkásságát taglaló könyvek, amelyek Lukács fiatalkori életművére koncentrálnak (lásd Bendl Júlia: *Lukács György élete a századfordulótól 1908-ig*, 1994; Lendvai L. Ferenc: *A fiatal Lukács – Útja Marxhoz*, 2008), de vannak olyanok is, amelyek a marxista életművet, s ennek az 1945 utáni szakaszát állítják előtérbe (lásd például Zoltai Dénes: *Egy írástudó visszatér*, 1985). Fekete Éva könyve mindezekkel szemben helyezhető el: monográfiája Lukács György egész életének és munkásságának bemutatását nyújtja, és ami talán még hangsúlyosabb: a kötetben remek arányban oszlik meg a fiatalkori és a marxista életmű tárgyalása, oly módon, hogy ez nem jelenti egyik rész háttérbe szorítását sem a másikkal szemben.

A monográfia egyik legnagyobb erénye, hogy Fekete Éva kitűnő érzékkel kezeli az arányokat az életrajzi adalékok, valamint Lukács konkrét műveinek ismertetése és jellemzése között. Ennek köszönhetően a könyv bőven túlmutat egy egyszerű Lukács-életrajzon, bár ki kell mondanunk, hogy Fekete remekül használja a ránk maradt forrásokat – többek között Lukács kortársaival és barátaival folytatott, szerteágazó levelezését –, és az életrajzi mozzanatok alapos, finom, véletlenül sem túlzó bemutatásával egy olyan Lukács-portrét vázol, amely valóban hozzásegítheti az olvasót az életmű egyes részeinek alapos, részletekbe menő tanulmányozásához. Az életrajzi mozzanatok kronológiai sorban történő ismertetése tehát egyúttal megágyaz Lukács esztétikai, filozófiai munkásságának bemutatásához. A szerző egy monográfia terjedelmi lehetőségeihez mérten megvilágító és precíz módon tárgyalja, s értelmezi a filozófus hangsúlyosabb könyveit, esszéit, publicisztikáit. Ezen a helyen külön szeretném kiemelni a *Heidelbergi művészetfilozófiáról és esztétikáról* (110–113.), illetve *A regény*

elméletéről (120–125.) szóló részeket, amelyek több szempontból is kiemelkednek a monográfiában elemzett Lukács-művek közül. Egyrészt tudjuk, hogy Fekete Éva és Karádi Éva voltak azok, akik *először* tanulmányozhatták Lukács Heidelbergből előkerült bőröndjének tartalmát, amely több fiatalkori munkája mellett az előbbi két mű kéziratát is tartalmazta. A bőrönd a monográfia születése tájkán került Fekete Évához, aki hihetetlen tempóban, nagy alapossággal dolgozta fel annak tartalmát, habár az említett művek vizsgálata külön-külön is óriási munkát igényel. Ugyanakkor az általam kiemelt részek (110–113. és 120–125.) jól példázzák azt a módszert is, amelyet a szerző a kötet számos pontján alkalmaz: a művek tárgyalásakor Fekete Éva nem elégszik meg a felszínes, a művek primer tartalmának bemutatásával, hanem a legtöbb esetben igyekszik azokat eszme- és hatástörténeti, valamint egyéb életrajzi adalékokkal még inkább kontextualizálni és árnyalni. A két szálát összekötve így egészen pontos képet kaphatunk arról, hogy mik voltak azok az életrajzi körülmények, amelyek potenciálisan befolyásolták, alakították Lukács György gondolkodását, hogy a filozófusra mely időpillanatban kik gyakorolták a legnagyobb szellemi befolyást, valamint a levelezés alapján az is feltárul, hogy mely kortársai miként járultak hozzá beszélgetésekkel, tanácsokkal, és észrevételekkel a filozófus gondolatainak csiszolódásához, alakulásához.

A könyvben hangsúlyos szerepet kapnak a *korrajzok* (a kortörténeti vázlatok), amelyek legalább két szempontból is a kötet integráns részét képezik. Egyfelől gyakran megvilágító erejük, ami Lukács cselekedeteinek motivációit, elvi elköteleződéseinek alakulását és a kortársak Lukácshoz való viszonyulását illeti. A korszakok rövid, orientáló jellemzései rendszerint messze túllépnek a történeti események pusztá ismertetésén. Másfelől az adott kor szellemi életének bemutatása azt a célt is szolgálja, hogy rávilágítson Lukács különböző közegekben (például Társadalomtudományi Társaság, Galilei Kör, Vasárnapi Kör, Magyar Kommunista Párt) betöltött szerepére, illetve az azokhoz való viszonyára. Ezek alapján egyre erősebben érezzük, hogy Lukács – a maga szellemi teljesítményének és súlyának köszönhetően – már egészen fiatal korától kezdve megkerülhetetlen figurája volt a magyar szellemi életnek, és cikkeivel, előadásaival tevőlegesen is részt vállalt annak alakításában.

A kötet implicit módon ugyan, de állást foglal abban az izgalmas kérdésben, amely újra és újra felmerül a Lukács-kutatók körében: jelesül abban, hogy Lukács életműve koherensnek tekinthető-e, vagy sem. Vagy a másik oldalról tekintve: beszélhetünk-e radikális gondolati törésről Lukács életművében? Vajon Lukács marxizmus felé fordulására olyan módon kell tekintenünk, amely nem következik egyenesen fiatalkori munkásságából, vagy ezzel szemben inkább úgy kellene Lukács gondolkodásának ívét értelmeznünk, mint amelyet egy alapvető folytonosság jellemez? Úgy vélem, Fekete Éva az utóbbi mellett foglal állást; ezt az állítást két fontos szempont kiemelésével támasztom alá. (1) A fiatal Lukács

érdeklődésének középpontjában sokáig a „drámai műfaj esztétikai problémái” (51.) álltak. Fekete kiemeli, hogy a (dráma)elméleti érdeklődése mellett Lukácsnak erős készítése volt arra, hogy tevőlegesen is részt vegyen különféle színházi munkákban. S ebből már következik: „Lukács karakterének mindvégig lényegi jellemzője marad: a teoretikus tevékenység mellett, azzal együtt, a gyakorlati mozgalomban való aktív részvétel” (52.). Ezzel azt állítva, hogy az elmélet és gyakorlat egységére való törekvés már a fiatal Lukács számára is nagyon fontos motívum volt. (2) Lukács gondolkodását alapjaiban áthatotta az etika, illetve mindvégig mereven elutasította az elvek relativizmusát. Természetesen ezek nem olyan szempontok, amelyek alapján azt állíthatnánk, hogy Lukács előtt nem állt más út, és a marxista fordulata elkerülhetetlen volt. Csupán annyit mondhatunk, hogy koherensen képviselhető az az álláspont, miszerint Lukács fiatalkori gondolatvilágában több olyan motívum, illetve elvi elköteleződés is található, amelyek fényében nem kelthet akkora megrökönyödést, hogy Lukács, élete egy pontján a marxizmus felé fordul.

2021-ben, Lukács György halálának 50. évfordulója alkalmából számos megemlékezésre került sor: többek között kerekasztal-beszélgetéseket, konferenciákat rendeztek, cikksorozatokat szenteltek a filozófus életének és munkásságának bemutatására, itthon és külföldön egyaránt. Ebbe a sorba jól illeszkedik Fekete Éva monográfiája, amely ennyi év távlatából is képes rámutatni Lukács György életművének jelentőségére. Azt gondolom, a monográfia megjelenésével egy olyan hiánypótló mű látott napvilágot, amelyet nem csupán a Lukács-kutatók forgathatnak nagy haszonnal, hanem mindenki, aki a magyar eszméletörténet, irodalomtörténet és filozófia iránt érdeklődik.

(Fekete Éva: Lukács György. Késleltetett életrajz. Budapest: Kalligram Kiadó, 2021, 399 o.)

Daradics Boglárka

egyetemi hallgató, Pécsi Tudományegyetem

INFLUENCING BECKETT / BECKETT INFLUENCING

2017. június 15–17. között került sor az International Federation for Theatre Research Samuel Beckett Working Group munkacsoportjának angol nyelvű műhelytalálkozója *Beckett Influencing / Influencing Beckett* címmel. A program a Károli Gáspár Református Egyetem (KRE) és az Ír Nagykövetség támogatásával valósult meg. Három évvel később, az elhangzott előadások anyagából megjelent tanulmánykötet ennek a rendhagyó találkozóknak állít emléket.

Hatását tekintve Samuel Beckett (1906–1989) a 20. század Shakespeare-jének mondható. A színpadi művei okozta sokkhatás alól a mai napig nem ocsúdott fel a színház világa. Nevéhez köthető az az 1950-es évektől kibontakozó színháztörténeti korszak, amelyet Martin Esslin abszurd színháznak (Theatre of the Absurd) nevezett főművében, és amelyben más, Becketthez hasonlóan Párizsban élő és alkotó szerzők, Eugène Ionesco, Arthur Adamov és Jean Genet is szerepet játszottak. A Beckett-kutatók ma különböző iskolákba tömörülnek, akárcsak az egyes Shakespeare-irányzatok. A nemek tudományától a fordításelméletig, a filozófiától a technológiáig, a természet szerepétől az ökokritikáig a konferenciátémák sorát hosszan folytathatnánk. A Beckettről írt szakirodalmak bő választéka egyszerre inspiráló és frusztráló a szerzővel foglalkozó irodalomtudós számára. A róla szóló tanulmányoknak egyik fontos lelőhelye a *JOBS* (Journal of Beckett Studies), a másik a *Samuel Beckett Today / Aujourd'hui*. Mondani sem kell, hogy emellett számos tanulmánykötet és monográfia jelenik meg műveiről minden évben.

Beckett ugyanakkor nem pusztán íróként alkotott maradandót, hanem emberi kvalitásait tekintve is megmarad az utókor emlékezetében. A szintén Nobel-díjas abszurd drámaíró, Harold Pinter (1930–2008) felidézi egy találkozását Beckett-tel, amikor Párizs egy kávézójában ültek és beszélgettek. Estefelé járt, amikor Pinter rosszul lett, olyan hasfájás vett erőt rajta, hogy lefeküdt az asztalra, és félig önkívületbe esett. Elbeszélése szerint Beckett ekkor felállt, és szó nélkül távozott. Néhány óra elteltével azonban visszatért, miután sikerült a többnyire zárt boltok ellenére szódabikarbónát szereznie. Kortárs művészek, barátok, irodalomtörténészek hada számol be hasonló tapasztalatokról vele kapcsolatban. Mindennek fényében egy közvetlen, udvarias és nagylelkű személyiség tárul elénk, aki ugyan nem tűrt meg semmilyen eltérést a szerzői instrukcióitól, ha egy előadásról volt szó (ebben szinte zsarnokként ragaszkodott a legapróbb részletekhez), de civilként készséges segíteni akarás, empátia és előzékenység jellemezte. A rendelkezésre álló információk alapján úgy tűnik, távol állt tőle minden szakmai felsőbbrendűség, sznobéria vagy rivalizálás. Nagy öröm, hogy 2017-ben Budapesten egy olyan konferencia jöhetett létre, amely hű Beckett alkotói és emberi oldalához egyaránt.

Azoknak, akik úgy gondolják, hogy az abszurd dráma egy elavult korszak, a színháztörténet mára meghaladott fejezete, és esetleg értetlenül tekintenek egy ilyen konferenciára a 21. században, szíves figyelmébe ajánlom Tompa Gábor rendező máig érvényes szavait (idézi Rákóczy Anita a tanulmánya bevezetőjében): „Nem tudom, hogy aki azt állítja, lejárt az abszurd drámák kora, hol él és milyen időben, talán már nem is él. Az abszurd kategóriájában éppúgy benne van Shakespeare *Troilus és Cressidája*, Csehov *Három nővére*, *Cseresnyéskertje*, mint Ionesco, Beckett, Mrożek, Gombrowicz művei. Vagyis azoknak az apokaliptikus időknek a szerzői, amelyekben élünk.” Vitatkozni lehet az abszurd ilyen mértékű műfaji kiterjesztésével, amely sajnálatos módon már Martin Esslin alapművében is megfigyelhető, de máig fennálló töretlen relevanciájával aligha.

A Samuel Beckett Munkacsoport (Samuel Beckett Working Group, SBWG) találkozója Budapesten nemcsak önmagában volt öröndetes és bizonyos értelemben példaértékű esemény, hanem szakmai, elsősorban irodalomtudományi és színháztörténeti súlyát tekintve is. Amellett, hogy az SBWG huszonegy éves fennállását hazánkban ünnepelhette a háromnapos konferencia keretei között, az alkalom különlegességét elsősorban nem ez adta. Nem is az, hogy a műhelytalálkozón a világ távoli pontjairól érkező irodalomtudósok oszthatták meg egymással kutatásaik eredményeit. Ez szinte bármelyik nemzetközi konferenciáról elmondható. Különlegessége egyrészt abban állt, amit a könyv előszavában Linda Ben-Zvi az SBWG-találkozó és megbeszélések egalitáriánus és nyitott szellemiségének nevez. Ezeken a *workshop*okon egyrészt ismert, másrészt pályájuk elején járó Beckett-kutatók kaptak lehetőséget nézeteik ütköztetésére, gondolataik megvitatására azonos keretek között, a konferenciákon világszerte tapasztalható szakmai hierarchia nélkül. A találkozó nem hétköznapi jellegét mutatta a konferenciákon megszokott futószalagszerű menetrendtől való látványos eltérés is. A résztvevők előre megkapták egymás írásait, így azok ismertetésére elegendő volt az átlagosnál szűkebb időkeret. A hangsúly az egyes kutatási eredmények termékeny és proaktív tárgyalásán és a *feedback*en volt, amelyre ennél fogva több idő jutott. A könyv ennek az izgalmas közös munkának az eredménye. Meg kell ugyanakkor említeni az egalitáriánus szemlélet árnyoldalát is. Bár egy műhelymunka kétségkívül alkalmat adhat félkész kutatások és még kiforratlan gondolat kísérletek megbeszélésére, pályakezdő doktoranduszok és elismert szakértők eszmecseréjére, a kötetbe végül beválogatott írásokat jobban is meg lehetett volna szűrni. Meglehetősen vegyes színvonalú tanulmányok alkotják a kiadványt, és olykor az az érzése az olvasónak, hogy hallgatóként jobban le volt nyűgözve.

Ugyanakkor a magyar résztvevők és általában véve a hazai szakmai élet számára a találkozó legfőbb kuriózuma abban állt, hogy ez volt az első Magyarországon rendezett nemzetközi Beckett-konferencia. A szervezőknek, Rákóczy Anitának (Károli Gáspár Református Egyetem), Mariko Hori Tanakának (Aojama

Gakuin Egyetem, Tokió) és Linda Ben-Zvinek (professor emerita, Coloradói Állami Egyetem és Tel-Avivi Egyetem) köszönhetően a magyar színházkutatóknak lehetőségük nyílt a Károli Egyetemen, hogy elméleti és gyakorlati téren végzett munkájukat nagyobb nyilvánosság előtt is bemutatthassák, és bekapcsolódhassanak egy kontinenseken átívelő kulturális párbeszédbe. Ennek keretében kiemelt jelentőséggel bírt a magyar résztvevők találkozása az angliai Readingi Egyetem Beckett-kutatóival. Az egyetem nem kizárólag az ott tanító nemzetközi szaktekintélyek miatt fontos bástyája a Beckett-kutatásnak, hanem az ott található Beckett-archívum miatt is, ahol többen is végeztek kutatásokat az előadók közül. Ezenkívül, amint azt a könyv szerkesztői (Rákóczy Anita, Mariko Hori Tanaka és Nicholas E. Johnson) a bevezetőben megjegyzik, az esemény célja további Beckettrel kapcsolatos kutatások és színházi előadások szorgalmazása Magyarországon, valamint Beckett jelentőségének tudatosítása az oktatásban. E missziós tevékenység nélkülözhetetlen eszköze ez a könyv.

A Károli Gáspár Református Egyetem könyvkiadási rendszere 2011-ben megújult. Ekkor indult el az egyetem és a L'Harmattan Kiadó közös sorozata, a *Károli Könyvek*, amely öt alsorozatra tagolódik: *Monográfia*, *Tanulmánykötet*, *Műfordítás*, *Idegen nyelvű sorozat* és *Jegyzet*. A sorozatszerkesztő dr. Sepsi Enikő professzor, a Bölcsészettudományi Kar dékánja. A 2020-ban megjelent Beckett-könyv a *Tanulmánykötet* alsorozat 72. (!) kötete. Dicséretes és példamutató az egyéni és közös kutatások ilyen mértékű felkarolása és megjelenítése.

Mivel a téma meglehetősen tág és nehezen összefogható, a szerkesztők bölcsen három részre osztották a kötetet: az első részben a Beckett művészetére ható különböző elméleti, filozófiai és esztétikai műveket tárgyaló írásokat találjuk. Olvashatunk arról, hogyan formálta Beckett világgépét Marcel Proust; a holland festő testvérpár, Bram és Geer Van Velde, valamint Jean-Paul Sartre, és nem utolsósorban a kínai filozófia és a buddhizmus. A második részben Beckett kortársaira és későbbi szerzőkre gyakorolt hatását elemző tanulmányok sorakoznak. Ezek az írások Beckett szerepét és örökségét vizsgálják Harold Pinter korai drámáinak recepciójában; Caryl Churchill kései darabjaiban; a már említett romániai magyar származású rendező, Tompa Gábor színpadi elképzeléseiben; és Bruce Nauman, a kísérletező amerikai polihisztor művészetében. A tematikus blokk utolsó tanulmánya a csend színpadi megjelenésformáit vizsgálja Beckett, Anton Csehov és Hirata Oriza, 21. századi japán drámaíró színházában. Végül, a harmadik rész a színházi gyakorlatra fókuszáló esszéket tartalmazza. Itt kapott helyet két tanulmány, amelyben magyar dramaturgok és fordítók mutatják be a Beckett kezdeti magyarországi fogadtatását meghatározó tevékenységüket. Ezek az írások a személyes érintettség közvetlensége és a konkrét érzelmi töltés folytán új szint visznek a könyv tudományos diskurzusok által uralt világába. A kötetet három ír szerző közös tanulmánya zárja a technológiai újítások és a digitális kultúra adta lehetőségekről egy Beckett-darab előadása kapcsán.

A KRE és a L'Harmattan Kiadó legfrissebb kiadványa szépen és átláthatóan felépített, a fent megfogalmazott fenntartások ellenére komoly szakkönyv, amely számot tarthat mindazok érdeklődésére, akik szeretnének eligazodni a nemzetközi Beckett-kutatás szerteágazó irányzataiban. Emellett betekintést ad az ír szerző világgképét és művészetét meghatározó esztétikai, filozófiai és irodalomtörténeti hagyományokba, és segít megérteni műveinek maradandó színház- és kultúrtörténeti hatását.

(Anita Rákóczy – Mariko Hori Tanaka – Nicholas E. Johnson editors: Influencing Beckett / Beckett Influencing. Collection of Papers. Collection Károli. Budapest–Paris: KRE–L'Harmattan, 2020, 162 o.).

Nyusztay Iván

egyetemi adjunktus, Eötvös Loránd Tudományegyetem

A VILÁG BIZONYOS SZIMMETRIÁJA

A Typotex Kiadó gondozásában megjelent, *A világ bizonyos szimmetriája* című mű a kora újkori csillagászat tudománytörténeti fejlődését mutatja be, ahogy arról a kötet alcíme – *A kora újkori csillagászat története válogatott források tükrében* – is tanúskodik. A tanulmánygyűjtemény Vassányi Miklós (Károli Gáspár Református Egyetem Szabadbölcsestan Tanszék, docens; filozófus, nyelvész, történész) és Kutrovácz Gábor (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Filozófia és Tudománytörténet Tanszék, docens; filozófus, tudománytörténész) közös munkájának eredménye, melyben a két, filozófiában és tudománytörténetben jártas szerző gondosan válogatott forrásokon keresztül vezeti végig az olvasót a természettudományok, közelebbről a csillagászat fejlődésének nagy tudománytörténeti ívén. A szerzők szakmai felkészültségét nemcsak a szövegközpontúság, hanem a forrásokhoz mellékelt és tudományos gondossággal kidolgozott tanulmányok is szemléltetik, amelyek nemcsak a szakértő közeg, hanem a laikus olvasó számára is érthetővé és élvezhetővé teszik a téma feldolgozását. Szerencsémre alap- és mesterképzésem során is részt vehettem Vassányi Miklós tanár úr *Vallás és természettudomány* címet viselő kurzusán, melyen elsőkézből tapasztalhattam meg a szerzőpáros egyik tagjának téma iránti elhivatottságát és felkészültségét. A könyv azonban nem jöhetett volna létre a csillagász végzettségű Kutrovácz Gábor asztronómiai, fizikatudományi szaktudása nélkül sem, amely a bevezető tanulmányokon kívül a szakszerű jegyzetapparátusban is megnyilvánul. A kötet mások munkáját dicséri. A forrásgyűjteményben ugyanis közreműködött Erdei Ildikó, Nádasdi Nóra és Suszta Laura is.

A világ bizonyos szimmetriája hat fejezetében hat különböző szerző kapott helyet. Ahogy Láng Benedek tudománytörténész fogalmaz a kötet előszavában: „E könyv szereplői a tudomány történetének legismertebb, legtöbbet hivatkozott szerzői közé tartoznak [...]” (7.) Olyan nagy tudósok munkái találhatók a különböző fejezetekben, mint Nicolaus Copernicus, Michael Mästlin, Johannes Kepler, Galileo Galilei, René Descartes és Isaac Newton. Úgy gondolom, hogy a névsor önmagában is jelzi az alkotás tudományos horderejét. Szintén a szerzők alapos felkészültségét dicséri, hogy az adott gondolkodók munkásságát részletes háttértörténeti ismertetés mellett dolgozzák fel, ezzel elősegítve a témán belül való tájékozódást. A *Sidereus nuncius*, a *Principia* vagy a *Narratio prima* elemzése mellett olyan érdekességek ismertetésére is helyet találtak, mint a távcső feltalálásának története. Ezen felül a gyűjtemény függelékei között található egy csillagászati fogalomtár, amelyet maga Kutrovácz Gábor állított össze. Emellett helyet kapott a *Principia mathematica* későbbi kiadásainak részét képező *Scholi-*

um generale teljes latin szövege is, amelyet a kiváló teológus és Newton-szakértő, Erdei Ildikó dolgoz fel, akinek *Kora újkori teológia és filozófia* előadás-sorozatan jómagam is részt vehettem. Szakmailag különösen nagy örömmel láttam, hogy a szerzők nagy hangsúlyt fektettek Newton teológiai munkásságának bemutatására is a természettudományos jelentősége mellett, hiszen Newton ezen oldalát még napjainkban sem teljesen ismeri a tudományos és laikus közvélemény. Ezért is kimagasló *A világ bizonyos szimmetriájának* progresszivitása.

A tanulmány- és forrásgyűjtemény nemcsak a tudománytörténet, de a kutatómódszertan szempontjából is fontos. A kategorizáló gondolkodás tükrében ugyanis hajlamosak vagyunk úgy tekinteni gondolkodókra és tudományágakra, mint statikus jelenségekre. Ennek folyományaként történelemszemléletünkől gyakran kivész a dinamizmus. A fent említett szerzők vizsgálata során Vassányi Miklós és Kutrovácz Gábor kiválóan szemléltetik, hogy a gondolkodás és a tudomány fejlődése nemcsak általánosan, hanem egyénenként is egy hosszas folyamat eredménye. „A történelem nagy gondolkodói és tudósai nem voltak mindig szobrok” – fogalmazott erről egy kedves régi tanárom. A folyamat, melynek során egy tudományos felfedezés létrejön, adott esetben épp olyan jelentős tanulságokkal bírhat, mint maga a gondolat. A kötet szerzői ezt szem előtt tartva dolgozták ki és állították össze ezt a terjedelemben és szakértelemben is bővelkedő művet, amely forrásgyűjtemény szerepkörének eleget téve, nagyban megkönnyítheti a kutatók és a tanulni vágyók munkáját, mivel egy egységes tematika mentén gyűjti össze a kapcsolódó szerzőket. Ilyen módon pedig a különféle tudománytörténeti kurzusok primer és szekunder irodalmának szerves részét képezheti a közeljövőben. Kutatóként mindig örömmel kell fogadnunk a hasonló alapossággal és rendszerességgel kidolgozott forrásgyűjteményeket, amelyek egy adott téma komplex lefedésére törekednek. Nagy öröömre szolgált, hogy a nyár folyamán az elsők között olvashattam *A világ bizonyos szimmetriáját*.

(Vassányi Miklós – Kutrovácz Gábor: *A világ bizonyos szimmetriája. A kora újkori csillagászat története válogatott források tükrében. Tanulmány- és forrásgyűjtemény.* Budapest: Typotex, 2021)

Scheffer Kevin

Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar
Filozófiatudományi Doktori Iskola

Kitekintés

GIMES JÚLIA GONDOZÁSÁBAN

HAZAI KUTATÓK EGY MAGYAR GYÓGYSZERKUTATÁSI VILÁGSIKER MOLEKULÁRIS HÁTTÉRÉNEK NYOMÁBAN

Magyar kutatók olyan új mikroszkópos eljárást dolgoztak ki, amelynek segítségével nanométeres, azaz milliomod milliméteres pontossággal meghatározható, hogy egy gyógyszermolekula az agy mely területén, és milyen receptorokhoz kötődve fejti ki hatását. A módszer segítségével a Richter Gedeon Nyrt. originális gyógyszeréről, a cariprazine-ról megállapították, hogy az agy alsó felszínén található ún. Calleja-szigetek 3-as típusú dopaminreceptoraihoz kapcsolódik a legnagyobb mennyiségben.

Az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat Természettudományi Kutatóközpontja Gyógyszerkémia munkacsoportjának szerves kémikusai, Keserű György Miklós vezetésével, fluoreszcens molekulát kapcsoltak a cariprazine-hoz, amely így az agyban „világított”, és egy különleges mikroszkópos eljárás segítségével láthatóvá vált. A STORM (SzTochasztikus Optikai Rekonstrukciós Mikroszkópia) szuperrezolúciós mikroszkópos eljárás alapján vizsgálatokat a Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetében működő Molekuláris Neurobiológia munkacsoport agykutatói végezték Katona István vezetésével.

A felfedezésnek nemcsak az a különlegessége, hogy az elmúlt harminc–negyven év legsikeresebb magyar gyógyszerfejlesztésének termékéhez kapcsolódik, hanem az is, hogy a Calleja-szigetek nevű agyterület egy alig kutatott része az agynak. Egyelőre nem ismert, hogy sejtjei milyen szerepet játszanak az egészséges agy működésében, illetve, hogy milyen mentális betegség kialakulásában vagy fennmaradásában lehetnek fontosak. Most kiderült, hogy a Calleja-szigetek bizonyos sejtjei sok dopamin 3-as receptort tartalmaznak. Mivel a dopamin az agy jutalmazó rendszerének fontos ideg ingerület-átvivő anyaga, és szerepe van a függőségek kialakulásában, bizonyára sok agykutató elkezdi vizsgálni ezt az egyébként kb. száz éve felfedezett agyterületet.

Azzal, hogy gyógyszermolekulákhoz fluoreszcens csoportot kapcsolva a STORM-mikroszkópia segítségével receptorokon, ioncsatornákon és enzimeken nanométeres pontossággal lehet farmakológiai méréseket végezni, a kutatók egy új gyógyszerhatástani vizsgálati módszert teremtettek. Az új módszert Farma-koSTORM-nak nevezték el.

Katona István és munkatársai a jövőben azt szeretnék megtudni, hogy a Calleja-sziget sejtjei milyen idegrendszeri hálózatok működésében vesznek részt, hogyan változik meg a kísérleti állatok viselkedése, ha a sziget bizonyos sejtjeit ki-be kapcsolják, illetve, hogy ez az agyterület a dopamin 3-as típusú receptora-in kívül milyen egyéb, terápiás szempontból fontos receptorfehérjéket tartalmaz. A cél tehát annak felderítése, hogy ez a terület milyen szerepet játszik az egészséges agy működésében és az idegrendszeri betegségekben.

Az eredmények fontosak a cariprazine pontos hatásmechanizmusának megértése szempontjából. A Richter gyógyszer ma az egyetlen olyan készítmény, amely hatékony a skizofrénia negatív tünetegyüttese ellen. Ennek lényege az ételtel, a tevékenységekkel, az örömmel szembeni közöny. A cariprazine-t bipoláris betegségben mind a mániás, mind a depressziós szakasz kezelésére már törzskönyvezték, és a súlyos, gyógyszerrezisztens depresszióban történő alkalmazással kapcsolatban október végén fejeződtek be pozitív eredménnyel a klinikai vizsgálatok. A cariprazine éves forgalma a világon meghaladja az egymilliárd dollárt.

Prokop S. – Ábrányi-Balogh P. – Barti B. et al.: PharmacOSTORM Nanoscale Pharmacology Reveals Cariprazine Binding on Islands of Calleja Granule Cells. *Nature Communications*, 2021. 12, 6505. DOI: 10.1038/s41467-021-26757-z, <https://www.nature.com/articles/s41467-021-26757-z>

KÉPERNYŐHÖZ RAGADVA

A szórakoztató médiával kapcsolatos fogyasztási szokások az elmúlt évtizedben jelentősen megváltoztak. A televízió hőskorában a nézők kedvenc sorozatuk következő epizódjára akár hetekig is türelmesen (vagy türelmetlenül) vártak. Ezzel szemben manapság a szabadidő eltöltésének egyre népszerűbb formája egy sorozat több részét, akár egy teljes évadát is egyszerre megnézni. Olyannyira, hogy egyre több a kóros sorozatfüggőséggel kapcsolatos publikáció.

A negatív hatások között többnyire megemlítik az egészségtelen étkezési szokások kialakulását, az antiszociális viselkedést és a diákok tanulmányi eredményeinek romlását.

Lengyel kutatók azt vizsgálták, hogy milyen körülmények játszanak közre a sorozatfüggőség kialakulásában. 645 olyan tizennyolc és harminc év közötti fiatal kérdőíves válaszait dolgozták fel, akik saját bevallásuk szerint egy-egy „szériából” több részt szoktak egyszerre megnézni. A kérdések – egyebek között – az impulzivitásukra, érzelmi szabályozásukra, illetve a sorozatok gyors végigpörgetésének motivációira vonatkoztak.

Az eredmények szerint az impulzuskontroll és az előrelátás hiánya jó előrejelzője a problémás sorozatnézési szokásnak. A válaszadók majdnem húsz százaléka

egy-egy alkalommal hattól húsz epizódot szokott végignézni. A kutatók szerint további részletes vizsgálatok kellenek annak eldöntéséhez, hogy vajon a sorozatfüggőség ugyanolyan kockázatos-e, mint más addiktív viselkedésformák.

Starosta, J. – Izydorczyk, B. – Sitnik-Warchulska, K.: Impulsivity and Difficulties in Emotional Regulation as Predictors of Binge-Watching Behaviours. *Frontiers in Psychiatry*, 10 November 2021. DOI: 10.3389/fpsy.2021.743870, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2021.743870/full>

HOGYAN SZÖVIK A PÓKOK A HÁLÓJUKAT?

A Johns Hopkins Egyetem kutatói éjjellátó kamera és mesterséges intelligencia segítségével próbálták felderíteni a pókok hálófonási trükkjeit. Arra voltak kíváncsiak, hogy ezek a pici aggyal rendelkező állatok hogyan képesek ilyen összetett és geometriailag igen pontos szerkezeteket létrehozni.

Andrew Gordus és munkatársai egy, az Egyesült Államok nyugati részén őshonos pici pókfajt vizsgáltak. Éjszakai hálóépítő munkájuk megfigyelésére infravörös kamerákkal és infravörös fényekkel felszerelt „arénnát” terveztek. Minden éjjel hat pók viselkedését regisztrálták, mégpedig úgy, hogy hálóépítés közben minden egyes mozdulatukat rögzítették. A több millió egyedi lábmozdulatot a végtagok mozgásának érzékelésére kifejlesztett gépi látószoftverrel követték nyomon. A mesterséges intelligenciát megtanították a pók testtartásának képkockáról képkockára történő érzékelésére, így a lábak helyzetét, mozgását pontosan dokumentálni tudták. Kvázi meghatározták a hálóépítés teljes koreográfiáját.

A pókok hálóépítési viselkedése olyannyira hasonló, hogy a kutatók pusztán a lábak helyzetéből képesek voltak megjósolni, hogy a pók a háló melyik részén munkálkodik. A projekt folytatásaként azt szeretnék kideríteni, hogy az állatok agyában mely neurális hálózatok felelősek a hálóépítés különböző fázisaiért.

Corver, A. – Wilkerson, N. – Miller, J.: Distinct Movement Patterns Generate Stages of Spider Web Building. *Current Biology*, 2021. 31, 22, 4983-4997. E5, DOI: 10.1016/j.cub.2021.09.030, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982221012707>

„MELÓRA” TERMETTÜNK

A Harvard evolúcióbíológusai most megjelent tanulmányukban azt kívánják bizonyítani, hogy az emberi szervezet úgy fejlődött ki, hogy a szaporodás befejezése után is hosszú ideig fizikailag aktív életet tegyen lehetővé. A kutatók szerint az időskori fizikai aktivitás az élettani folyamatokat az egészséget veszélyeztetőktől

az életet meghosszabbító mechanizmusok felé terelik, védelmet nyújtva olyan krónikus betegségekkel szemben, mint a szív- és érrendszeri betegségek, a kettes típusú cukorbetegség vagy egyes daganatos betegségek.

Úgy vélik, munkájukkal megszületett az első magyarázat arra, hogy a fizikai aktivitás hiánya miért növeli a betegségek kockázatát.

Összehasonlításként a jóval kevésbé aktív majmok példáját említik, melyek a természetben harmincöt–negyven évig élnek, ami arra utal, hogy az emberi evolúció során a fizikai aktivitásra is történt szelekció.

Lieberman, E. D. – Kistner, M. T. – Richard, D. et al.: The Active Grandparent Hypothesis: Physical Activity and the Evolution of Extended Human Healthspans and Lifespans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 14 December 2021. 118, 50, e2107621118. DOI: 10.1073/pnas.2107621118, <https://www.pnas.org/content/118/50/e2107621118>

FÉRFIAS-NŐIES HANG ÉS BESZÉD

Felnőttkorban a nők és a férfiak hangja annyira különbözik egymástól, hogy a beszélő neme könnyen azonosítható pusztán a hangja alapján. A gyerekek hangja serdülőkor előtt akusztikailag nagyon hasonló, mégis, ahogy ez egy most megjelent tanulmányban olvasható, már öt éves kortól elég megbízhatóan azonosítják a beszélők nemét.

A szerzők szerint ebben a korban a nemek között nincsenek a hangképzést befolyásoló anatómiai különbségek, így a felismerést inkább a beszédmódbeli különbségek teszik lehetővé.

A kutatók öt és tizennyolc év közötti gyerekek hangmintáiból állítottak össze egy adatbázist, és elemezték az életkorral bekövetkező változásokat, valamint azt, hogy a hallgatók mi alapján következtetnek a beszélők személyére.

Barreda, S. – Assmann, P.: Perception of Gender in Children's Voices. *Journal of the Acoustical Society of America*, Published Online: 23 November 2021. DOI: 10.1121/10.0006785

B E T E K I N T É S

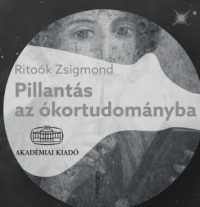
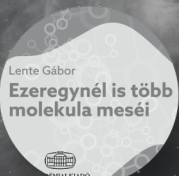
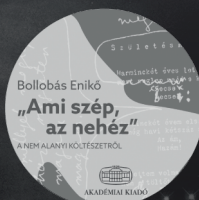
Sorozatszerkesztő: Pomázi Gyöngyi

A sorozat betekintést nyújt különböző tudományágakba, szakterületekbe röviden, tömören, élvezetesen.

Az olvasó megtudja, mivel foglalkozik az adott tudomány vagy terület, és mi a célja, „haszna”.

A szerzők a téma szakértői, akik szeretik a tárgyukat, elkötelezettek, nagy tudással rendelkeznek. A művek célja a megismertetés, a tudás átadása, olykor bizonyos tévképzetek eloszlata megbízható szakemberek kalauzolásában.

A *Betekintés* többféle szakterületet dolgoz fel abban a reményben, hogy a megismerés, a különböző területekbe való bepillantás gazdagítja a gondolkodásunkat.



Féléves
előfizetési díj:
6990 Ft

Digitális kiadás: <https://mersz.hu/betekintes/>


MeRSZ.hu



AKADÉMIAI KIADÓ

www.akademiai.hu

A következő szám tartalmából

- Az irodalomtörténet reszpublikája?
- Biomassza alapú gazdaság: a biomassza termelésének és felhasználásának alakulása, különös tekintettel az energetikai hasznosításra
- Az átlag alkonya

2

0

2

2

Útmutató a cikkek megírásához:

www.magyardudomany.hu/utmutato

A folyóiratra vonatkozó, szerzőknek szóló közlési elvek a fenti hivatkozásra kattintva találhatók.



AKADÉMIAI KIADÓ

Tartalom

■ TANULMÁNYOK

Simai Mihály: A „húszas évek”. A geopolitika és a világjárvány a globalizáció új szakaszában – visszapillantás és előretekintés

Szekanecz Zoltán, Erdei Anna, Falus András: Covid19: vírus, válasz, védetség, vakcina

Füri Péter: Az új koronavírussal való megfertőződés valószínűségét befolyásoló tényezők hatásának vizsgálata numerikus modellezés segítségével

Szántó R. Tibor: Gaia sóhaja

Haszpra László: Fejezetek az üvegházhatás-kutatás történetéből

Holl András: A hazai tudományos eredmények láthatóvá tétele, kiaknázása és megőrzése modern eszközökkel

Ásványi Katalin, Fehér Zsuzsanna, Zsóka Ágnes: „Erősödött bennem a fenntartható életmód iránti igény”.

Hogyan fejleszthető az egyetemisták fenntarthatósági tudatossága egy kurzus által?

Hargittai Magdolna, Hargittai István: Tegldi Bálint, a virtuóz kísérleti fizikus. Centenárium megemlékezés

■ MEGEMLÉKEZÉS

Chikán Attila: Építőkövek egy életműből. Kornai János (1928–2021)

Szalai Júlia: Kornai János, a kozmopolita patrióta

Dudits Dénes: Személyes tiszteletadás Alföldi Lajos emlékének

Raskó István: Emlékmorzsák. Alföldi Lajos (1927–2021)

■ KÖNYVSZEMLE

SIPOS JÚLIA GONDOZÁSÁBAN

Vírusvadászat: izgalmas krimi, elgondolkodtató beszélgetések és lehangoló konzekvenciák – Duda Ernő

Magyar–kínai kapcsolatok a hidegháború idején – Békés Csaba

Courage in Politics – Barnucz Nóra

A magyar internet története – Székely Levente

Ecsetvonások Lukács György pályaképehez – Daradics Boglárka

Influencing Beckett / Beckett Influencing – Nyusztay Iván

A világ bizonyos szimmetriája – Scheffer Kevin

■ KITEKINTÉS

GIMES JÚLIA GONDOZÁSÁBAN

Ára: 980 Ft

