

Magyar Tudomány

BOOLE ÉS SHANNON ÜZENETE A MÁNAK
vendégszerkesztő: Vámos Tibor

Tudományos kommunikáció a XXI. században

Teológia és tudomány

Szifilisz hexameterekben

Intelligenciamodellek

2016•3

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FOLYÓIRATA. ALAPÍTÁS ÉVE: 1840
177. ÉVFOLYAM – 2016/3. SZÁM

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Felelős szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA, SELEANU MAGDALÉNA

Lapterv, tipográfia:

MAKOVECZ BENJAMIN

Szerkesztőbizottság:

BENCZE GYULA, BOZÓ LÁSZLÓ, CSÁSZÁR ÁKOS,
HAMZA GÁBOR, LUDASSY MÁRIA, SOLYMOSSI FRIGYES,
SPÁTH ANDRÁS, SZEGEDY-MASZÁK MIHÁLY, VAMOS TIBOR

A lapot készítették:

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

Szerkesztőség:

1051 Budapest, Nádor utca 7. • Telefon/fax: 3179-524
matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. Hírlap Igazgatóság, Postacím: 1900 Budapest.
Előfizethető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél.

Megrendelhető: e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu • telefonon: 06-80/444-444

Előfizetési díj egy évre: 11 040 Ft

Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők

Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

Nyomdai munkák: Inferno Reklám Kft.

Felelős vezető: Farkas Dóra

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

HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

George Boole és Claude Shannon üzenete a mának

Vendégszerkesztő: Vámos Tibor

Vámos Tibor: Bevezető.....	258
Krámlí András: Csiszár Imre Shannonról és a magyar információelméleti iskoláról	259
Ferenczi Miklós: 200 éve született George Boole	268
Györfi László: Claude E. Shannon (1916–2001)	276
Vajda István: A modern kriptográfia paradigmái	282
Dömölki Bálint: Gondolatok egy „pragmatikus információelméletéről”	291
Vámos Tibor: Az elméleti gondolkodás gyönyörűsége és haszna – Boole és Shannon példáján	303

Tanulmány

Holl András: Tudományos kommunikáció a XXI. században – Open Science	307
Szécsi Gábor: Tudományos kommunikáció az információ korában	317
Kelemen János: Teológia és tudomány Gánóczy Sándor gondolkodásában	326
Forrai Judit: Szifilisz hexameterekben. Modern megelőző pedagógiai módszer a századfordulón	332
Kárpáti László: Intelligenciamodellek történeti áttekintése	340

A jövő tudósai

Bevezető (Kiss Rita)	357
Nézd más szemmel a világot (Czináki Szabina – Szendrő Péter)	357

Kitekintés (Gimes Júlia) 364

Könyvszemle (Sipos Júlia)

A Keynes–Hayek-vita gazdaságpolitikai alapvonalai (Bíró Gábor István)	367
Titkosírás a kora újkori Magyarországon (Tokai Gábor)	370
Pszichológia és társadalom (Somlai Péter)	373
A humán társadalom elmélete – multistrukturális modell alapján (Lükő István)	376
A művészet eredete. Kultúra, evolúció, kogníció (Csordás Hédi Virág)	378
Nők a tudományban (Ferge Zsuzsa)	381

George Boole és Claude Shannon üzenete a mának

BEVEZETŐ

Vámos Tibor

az MTA rendes tagja
vamos.tibor@sztaki.mta.hu

Szabados László csillagász és szerkesztő felné-
zett az informatika firmamentumára, és ott
két éppen aktuális csillagot látott tündökölni:
George Boole-t, aki kétszáz éve született és
Claude Shannon-t, aki egy évszázaddal később.
Mi köti össze e két csillagfényt, és mit világít-
tanak meg számunkra? Ennek néhány spekt-
rálvonalát igyekezünk ebben a válogatásban
szemügyre venni, fontos tanulságokként arra,
hogyan világít a tudomány elmélete évszázá-
dokon át a mai fényességeig.

Kezdjük egy beszélgetéssel, amelyet *Krámlí András*, az SZTE emeritus professora jegy-
zett le *Csiszár Imre* matematikus akadémi-
kussal, a nemzetközi Shannon-díj kitünté-
tettjével.

A folytatás magáról Boole-ról szól, hatásá-
ról, amely messze túlnő azon, ami az informa-
tikus közbeszédben róla ismeretes. Szerzője
Ferenczi Miklós, az MTA doktora és a mate-
matikai logika professzora a Budapesti Mű-
szaki és Gazdaságtudományi Egyetem Algeb-
ra Tanszékén.

Shannonról *Györfi László* akadémikus írt
méltatást halála alkalmából. Ebből idézünk
fontos részleteket, melyek a két tudomány-
történeti fénypont mai nézetéről szólnak.

Vajda István, az MTA doktora, a Buda-
pesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egye-
tem professzora a közvéleményt talán legin-
kább izgató kérdéseknek, az információ ma-
tematikailag bizonyítható átviteli megbízha-
tóságának kutatási problémaköréből emel ki
szellemileg, matematikailag és gyakorlatilag
egyaránt csábító témákat.

Dömölki Bálint, a hazai szoftvertechnoló-
gia máig ható atyja, a shannoni információs
szerepek továbbépítését kíséri meg az infor-
máció nyelvi, pszichológiai, szociológiai prag-
matikájának nagyszabású vázlatával.

Zárásként az elméleti gondolkodás nél-
külözhetetlenségéről igyekezem számot adni,
arról a célunkról, hogy az évfordulók tudó-
mánytörténeti aktualitásai hogyan hatnak
mindarra, amivel az emberiség világlátásának
és életünket meghatározó technikai valósá-
gának megértéséhez igyekezünk hozzájárulni.

SHANNONRÓL ÉS A MAGYAR INFORMÁCIÓELMÉLETI ISKOLÁRÓL¹

Csiszár Imre akadémikussal beszélget Krámlí András professzor

Claude Shannon 1940-ben az MIT-n szerzett
matematikai PhD- és villamosmérnöki MSc-
fokozatot. (Noha az MSc-tézis már 1938-ban
elkészült, a fokozatot csak 1940-ben kapta
meg, mert hiányzott a nyelvvizsgálja.) Miköz-
ben *Vannevar Bush* differenciálegyenlet-meg-
oldó mechanikus analóg számítógépének
fejlesztésén dolgozott, észrevette, hogy a sok
reléből álló, addig *ad hoc* módon konstruált
áramköröket egy akkor már száz éve ismert
kalkulus, a *George Boole* angol matematikus
által kidolgozott és róla elnevezett algebra
felhasználásával áttekinthető módon meg lehet
tervezni. Az erről szóló dolgozat (*Symbolic
Analysis of Relay and Switching Circuits*) 1938-
ban jelent meg a *Transactions of the American
Institute of Electrical Engineers* folyóiratban.
Ezért a dolgozatért elnyerte az American
Institute of Electrical Engineers Alfred Noble-
(nem Nobel!) díját.

Herman Goldstein *A számítógép Pascaltól
Neumannig* című, 1987-ben magyarul is meg-
jelent könyvében minden idők legjobb szak-
dolgozatának nevezi Shannon diplomamun-

káját. Shannon sikerén felbátorodva Van-
nevar Bush azt tanácsolta, hogy PhD-érteke-
zését a mendeli genetika matematikai meg-
alapozásáról írja. Shannon *An Algebra for
Theoretical Genetics* című disszertációját
1940-ben védte meg az MIT-n.

Shannon 1940-ben a princetoni Institute
for Advanced Study munkatársa lett, itt le-
hetősége nyílt arra, hogy olyan kiváló mate-
matikusokkal vitassa meg problémáit, mint
Hermann Weyl és *Neumann János*, de alkal-
manként találkozott *Albert Einstein*nel és *Kurt
Gödel*lel is. Érdeklődése megoszlott a külön-
böző matematikai diszciplínák között, eköz-
ben megalapozta az *információelméletet*. Bo-
lyaihoz hasonlóan „semiből egy új, más
világot teremtett”. 1948-ban közzét *A Mathe-
matical Theory of Communication* c. dolgoza-
tában az elmélet már teljes fegyverzetben je-
lenik meg. Shannon definiálja az információ
mennyiségének – annak tartalmától és fizikai
megvalósításától – független mértékét, az
információ tárolásának és továbbításának
korlátait tökéletesen hibátlan kódolás és zaj-
mentes csatorna, valamint véletlen hibával
terhelt (zajos) kódolás és zajos csatorna esetén.
Ez a mű azért különösen döbbenetes, mert
tisztán matematikai jellegű egzisztenciáté-
leket bizonyít nem konstruktív eszközökkel,
ugyanakkor az általa kiszámolt korlátokat jól
közelítő algoritmusokat lehet konstruálni.
Igaz, erre ötven évet kellett várni.

¹ A cikk szövege nagyrészt Krámlí Andrásnak, az MTA
doktorának Csiszár Imrével, az MTA rendes tagjával
2015. július 30-án folytatott beszélgetésén alapul. A
beszélgetőtárs köszönettel tartozik Ratkó Ilonának,
Korodi Albert lányának, az édesapja életútjáról és
tudományos munkásságáról rendelkezésre bocsátott
értékes információkért, amelyeket terjedelmi okokból
csak részben közölhetünk.

Hasonló jelentőségű az a tény, hogy túlnyomórészt digitális módszereket alkalmazott, ami számos területen (hang- és képrögzítés) szintén csak ötven évvel később érte el a korábbi analóg módszerek minőségét.

Shannon a második világháborúban elsősorban ballisztikával foglalkozott: a V1- és V2-rakéták ellen dolgozott ki a kor technikai lehetőségeihez képest sikeres védelmet. Valójában módszerének lényege itt a zajos adatok szűrése volt. Természetesen kriptográfiával is foglalkozott: az ő eljárását használta a SIGSALY-telefon, amivel Churchill és Rooseveltt biztonságosan tudott beszélgetni. Erre a célra a régóta ismert, egyszer használható kulcsú (*one-time pad*) kódolás folytonos idejű változatát alkalmazta: lakklemezre rögzített zaj szolgált kulcsként. A megvalósításban a két zaj szinkronizálása jelentette az egyik legnagyobb technikai problémát. Shannon erről szóló, nem titkosított dolgozata csak 1949-ben jelent meg: *Communication Theory of Secrecy Systems, a Bell System Technical Journal*-ben.

A műszaki-matematikai közösség tíz évig csak magyarázta Shannon elméletét, ugyanakkor kampánycélból a tényleges alkalmazási területétől távol álló tudományágakban (például esztétika) is hivatkoztak rá mint később a differenciátopológia szerencsétlenül „katasztrófaelméletnek” nevezett egzakt matematikai diszciplinájára.

A kezdeti problémák ellenére az információelmélet azóta a matematika, a fizika és részben a biológia kutatásának adekvát módon használt, fontos eszköze lett.

A matematikai apparátus

Tekintsük át röviden a Shannon által kidolgozott matematikai apparátust, anélkül, hogy elvesznénk a részletekben, és nehézkes mate-

matikai írásmóddal terhelnénk az olvasót. Shannon munkássága viszonylag elemi valószínűség-számításon alapul, nevezetesen a diszkrét, véges állapotterű véletlen folyamatok elméletén. Az $X(t)$ diszkrét (hagyományosan másodpercekben mért) időtől függő véletlen folyamat, amelynek állapottere egy k elemű ábécé betűiből áll.

a) Az információforrás definíciója és jellemzői • Az $X(t)$ véletlen folyamatot információforrásnak (röviden szövegnek) nevezzük. Az egyes betűk előfordulásának valószínűségeit a $P := (p_1, \dots, p_k)$ eloszlás adja meg. Az egyszerűbb tárgyalásmód kedvéért feltesszük, hogy az $X(t)$ folyamat független valószínűségi változók sorozata. Az ilyen forrásokat nevezik emlékezet nélkülieknek, és egyszerűen csak egyetlen betűvel, X -szel jelölik. A továbbiakban szinte kivétel nélkül emlékezet nélküli forrásokkal foglalkozunk.

Mivel az információtároló és -feldolgozó eszközök bináris számokkal dolgoznak, kézenfekvő az információ mennyiségét bitekben mérni: egy adott szöveg annyi információt tartalmaz, ahány biten kódolható egy hibamentesen kódoló szerkezettel. Egy k betűs ábécé egy betűjének fix hosszúságú bitsorozat-való hibamentes kódolásához felső egész rész $\log_2 k$ (azaz a $\log_2 k$ -nál nagyobb legkisebb egész számú) bit szükséges. (Az információelméletben a kódolás bináris volta miatt a logaritmus alapja mindig 2, ezt a továbbiakban nem jelöljük.) Gondoljunk a genetikai kódra: 20 aminosavat kell egy négybetűs ábécé betűivel kódolni, 2 betűvel csak 16 aminosav kódolható, a tényleges genetikai kód hárombetűs (ezzel elvileg 64 aminosavat lehetne kódolni). Az információforrás átlagos kibocsátási sebességét (R rátáját) bit/másodpercben mérjük, feltételezve, hogy a forrás másodpercenként egy betűt bocsát ki.

Heurisztikusan sejthető, hogy R az egyenletes eloszlású (legrendezetlenebb) forrás esetén maximális. Shannon bebizonyította, hogy emlékezet nélküli források esetén R csak a betűk szövegbeli P eloszlásától (relatív gyakoriságától) függ, mégpedig az alábbi módon:

$$R = H(P) := -(p_1 \log p_1 + \dots + p_k \log p_k).$$

A legenda szerint Neumann Jánostól kért tanácsot, hogyan nevezze az általa talált $H(P)$ „bizonytalansági függvényt”. Neumann azt javasolta, hogy nevezze entrópiának (forrásentrópiának), mert egyrészt ezt a függvényt a statisztikus mechanikában Ludwig Boltzmann már hetven éve alkalmazta a korábban a termodinamikában Rudolf Clausius által bevezetett entrópiára, másrészt senki sem érti pontosan az entrópia fogalmát, ezért bármilyen vitában Shannonnak lesz előnye.

A továbbiakban az emlékezet nélküli X források esetén a $H(P)$ függvényt $H(X)$ -szel jelöljük, hogy megkülönböztessük más, emlékezet nélküli források entrópiájától.

b) Az információelméleti entrópia tulajdonságai • A H entrópiafüggvény fontos tulajdonsága, hogy két egymástól független X és Y forrás együttes entrópiája az egyes források (eloszlások) entrópiájának összege: $H(X, Y) = H(X) + H(Y)$. Ha X és Y nem függetlenek, akkor $H(X, Y) < H(X) + H(Y)$. Ennek az a szemléletes oka, hogy ha X és Y függenek egymástól, akkor például Y ismeretében valamennyi ismeretet nyerünk X -ről.

c) Törzstatlan forráskódolás (adattömörítés) • Feladatunk az, hogy egy K hosszúságú X jelsorozatot hibátlanul helyreállítható módon alakítsunk át egy N hosszúságú Y bináris jelsorozattá, és eközben az N/K átlagos kódhossz a lehető legkisebb legyen. Ezt általában az eredeti X jelsorozat k hosszúságú blokkokra osztásával érik el (hosszú szöveg esetén a blokkhosszat növelik) úgy, hogy az átalakítás

eredményeként kapott Y bináris sorozat $n(k)$ hosszúságú blokkokonként dekódolható legyen.

Shannon bebizonyította, hogy N/K nem lehet kisebb, mint a $H(X)$ forrásentrópia, ugyanakkor ez a korlát éles, a k blokkhossz növelésével a bináris kód átlagos hossza tetszőlegesen megközelíti a forrásentrópiát.

Egy k betűs ábécé betűinek gyakoriságát figyelembe vevő Huffman-kód változó hosszúságú, ún. prefix kód, azaz egyetlen kódszó sem kezdőszava egy hosszabb kódszónak. Ez a tulajdonság lehetővé teszi a dekódolást. A Huffman-kód a betűnkénti kódolási eljárások között optimális.

Hosszú szöveg esetén a módszer blokkonkénti alkalmazásával érhető el, hogy a betűnkénti átlagos kódhossz közelítse a forrásentrópiát, de ez az egyszerűség rovására megy. Már kétbetűs blokkok esetén is nagy a kódolandó szimbólumok száma, és az egyes szavak valószínűségeinek becslése sok számolást igényel, különösen az emlékezettel bíró források esetén. Más elven működik a később kidolgozott Lempel–Ziv-kód, amely nem igényli az eloszlás ismeretét, ennek hiányát a kódolás adaptivitásával pótolja.

d) Csatornakódolás • Egy jelsorozat zaj nélküli csatornán való átvitelének feladata azonos a c) pontbeli tömörítési feladattal, hiszen zaj nélküli csatornán tetszőleges jelsorozat hibátlanul átküldhető.

A továbbiakban feltesszük, hogy bitsorozatot kívánunk zajos csatornán minimális hibával átküldeni (ha az üzenet ábécéje több elemű, előbb alkalmazzuk rá a c) pontbeli forráskódolást). A zajos csatornán átküldött szöveg a vevőhöz véletlen hibával terhelten érkezik meg; a zaj mértékét a Shannon által pontosan definiált csatornakapacitással mérjük: minél kisebb a zaj, annál nagyobb a csatornakapacitás. Ezt egy példával illusztrál-

juk. Tegyük fel, hogy a csatorna torzító hatása (zaj) a következőképpen érvényesül: minden bit $q \neq 1/2$ valószínűséggel ellenkezőjére változik. Ekkor a C csatornakapacitás $1 - h(q)$, ahol $h(q) := -q \log q - (1 - q) \log(1 - q)$ az entrópiafüggvény. Ha $q = 1/2$, akkor $1 - h(q) = 0$, összhangban azzal, hogy ilyenkor a kimeneti jelsorozat a bemenettől függetlenül olyan bitsorozat lesz, amelyben a 0 és az 1 valószínűsége $1/2$, tehát semmit nem tudunk meg a bemenetről, ezt a jelenséget használják fel az egyszer használható kulcsú titkosításnál.

Az alábbi példa (Hamming-kód) mutatja, hogyan történik a hibajavítás. Tegyük fel, hogy 16 lehetséges üzenet egyikét akarjuk kiválasztani. Ezek 4 bittel kódolhatók. De a hibajavítás érdekében használjunk 7 bitből álló kódszavakat (azaz $R = 4/7$ átviteli sebességet). A 16 kódszót válasszuk meg úgy, hogy bármely kettő Hamming-távolsága legalább 3 legyen, tehát legalább 3 pozícióban különbözzenek egymástól. Matematikai előismeretek nélkül némi fáradságot igényel 16 ilyen 7 bites sorozatot találnunk, de a lineáris algebra segítségével a feladat egyszerűen megoldható. Ha a továbbítás során a zaj a 7 bites kódszónak csak egy bitjét változtatja meg, akkor ez a hiba javítható. Ekkor ugyanis a ténylegesen elküldött kódszó 1 Hamming-távolságra lesz a vett sorozattól, míg a többi 15 legalább 2 távolságra.

A hibás dekódolás valószínűségének csökkentéséhez a bemenő K hosszúságú bitsorozatot $N > K$ hosszúságú bitsorozattal kell kódolni. A naiv szemlélet azt sugallja, hogy minél hosszabb szöveget küldünk el, annál hosszabb kódot kell továbbítanunk a hibás dekódolás valószínűségének alacsony szinten tartásához. Az $R := K/N$ rátának 0-hoz kell tartania.

Ezért döbbenetes Shannon tétele, amely szerint ha az átvitel R rátája kisebb a C sa-

tornakapacitásnál, akkor bármely 1 -hez tesztölgesen közeli p valószínűségre és elég nagy K -ra van olyan hibajavító kódolás, hogy az üzenet legalább p valószínűséggel helyesen dekódolható. Ha $R > C$, akkor, bármilyen kódolási algoritmust használva K hosszának növelésével a helyes dekódolás valószínűsége 0-hoz tart. A fenti példában a rátának kisebbnek kell lennie, mint $1 - h(q)$.

A tétel bizonyítása nem konstruktív: azon a tényen múlik, hogy az N hosszúságú kódszavak nagy valószínűséggel a hibajavításhoz elegendő nagyságú Hamming-távolságra lesznek egymástól, ha a 2^N lehetséges kódszó közül egyenletesen sorsoljuk ki azokat.

Az olvasót talán meglepi az a tény, hogy a fenti tárgyalásmód alapján a csatornakapacitás nem lehet nagyobb 1-nél, de itt feltettük, hogy a csatorna másodpercenként 1 bitet képes továbbítani. A gyakorlatban az átviteli sebesség ennek sokszorosa (a „széles sávú internet” jelenlegi ajánlataiban van 120 millió bit/másodperces is, nyilván ez távol áll a professzionális célokra használt csatornák kapacitásától).

1993-ig nem sikerült olyan hibajavító kódot konstruálni, amelyik megközelíti a Shannon-kapacitást. 1960-tól az algebrai módszereket alkalmazó – a szerzők nevének kezdőbetűiről elnevezett – BCH-kód volt a legnépszerűbb egyszerű kódolhatósága és dekódolhatósága miatt (ezt használják például a CD- és a DVD-lejátszók kódolásánál). Ez azonban meg sem közelíti a Shannon-határt, sőt a kód hosszának növelésekor csak a ráta 0-hoz tartásával érhető el a kis hiba- valószínűség.

A Claude Berrou, Alain Glavieux és Punya Thitimajshina által 1993-ban kifejlesztett turbó kód, amely az algebrai módszereket, a véletlent és a párhuzamos kódolást használja, már megközelíti a Shannon-határt (Berrou

et al.: *Near Shannon Limit Error-correcting Coding and Decoding: Turbo-Codes*, 1993).

f) *Folytonos idő és állapot* • Shannon eredeti, 1948-as dolgozatában szerepel a zajos csatorna kapacitásának meghatározása abban az esetben, ha folytonos idejű és valós állapotú $S(t)$ jeleket (s mint signal, például: telefon, rádió) továbbítunk. Ha $N(t)$ a zaj, a csatornakapacitás a $\log [(S+N)/N]$ mennyiséggel fejezhető ki. Itt S és N argumentuma azért hiányzik, mert a csatornakapacitás képlete az időtől speciális módon függő jelle és zajra érvényes.

A Shannon-féle ötszögprobléma Lovász-megoldása

A 0 hiba- valószínűség elérése speciális zajos csatornán az alábbi eredménnyel illusztrálható. Meg kell jegyeznünk, hogy a hiba- valószínűség csak akkor lehet 0, ha vannak hibátlanul továbbítható jelsorozatok. A csatornakapacitás csak nagyon speciális esetekben és nehéz kombinatorikai eszközökkel számolható ki.

Tegyük fel, hogy egy ötszög csúcsaira sorban felírjuk az u, v, w, m, n betűket, és a szomszédos betűk összetéveszthetők, az átlók végpontjain lévők (például u, w) pontosan megkülönböztethetők. Két k hosszúságú U és V betűsorozatot (blokkot) akkor lehet összetévesztés nélkül továbbítani, ha az U blokkban van olyan betű, amelyik a V blokk valamelyik betűjével nem téveszthető össze. Ha nem használunk blokk-kódolást, akkor másodpercenként nyilván legfeljebb két betűt lehet hibamentesen továbbítani. Az $\{uu\}, \{vv\}, \{ww\}, \{mm\}, \{nn\}$ öt betűpárból bármelyik kettő megkülönböztethető, tehát két másodpercenként (kettő hosszúságú blokkokon) öt betű küldhető hiba nélkül, azaz másodpercenként 5 betűt lehet hibamentesen továbbítani.

Ezzel látszólag semmit se nyertünk, mert 5 nem egész szám, de 4 másodperc alatt már nyerünk $9 = 25 - 16$ betűt. A tapasztalat szerint a blokkméret növelésével az egy másodperc-re jutó nyereség – ha kicsit is – nő. Lovász László bebizonyította, hogy a kétbetűs blokkot alkalmazó kódolásnál elvileg sincs jobb (*On the Shannon Capacity of a Graph*, 1979). Ez az eredménye szerepelt Wolf-díja (1999) indoklásában is.

Shannon meghatározó szerepet játszott az információelmélet fejlődésében a további években is. 1961-ben megjelent dolgozatának úttörő szerepe volt a modern információelmélet központi kutatási területének, a hírközlési hálózatok elméletének elindításában (*Two-way Communication Channels*, 1961).

A Shannon által kidolgozott információelméletnek számos alkalmazása van a matematika más területein. Itt röviden megemlíjük a statisztikai alkalmazásokat és az információelméletnek az ún. dinamikai rendszerek elméletére gyakorolt hatását.

Statisztikai alkalmazások

Ismeretes, hogy a statisztikai döntések hiba- valószínűségeit (P [elfogadjuk a hipotézist, pedig nem igaz] és P [elvetjük a hipotézist, pedig igaz]) a minta elemszámának növelésével lehet egyidejűleg csökkenteni.

Ha a mintavétel költséges, akkor az előírt kis hiba- valószínűségek eléréséhez minimálisan szükséges mintaelemszám átlagos értékét érdemes optimalizálni. Wald Ábrahám a második világháború alatt lőszerrel selejtarányának vizsgálatára dolgozta ki az ún. szekvenciális mintavételi eljárást (a korábbi minták eredménye alapján döntünk, hogy elfogadjuk vagy elvetjük a hipotézist, vagy új mintát veszünk. Wald az eljárás elméleti alapjait csak 1948-ban közölte).

Az átlagos mintaelemszámra adott felső becslés információelméleti módszeren alapul. A szekvenciális eljárásnak ma elsősorban a gyógyszerek klinikai kipróbálásánál van jelentősége: egy önkéntes kísérleti személyt nagy összeggel kell díjazni.

Csiszár Imre egyik kedvelt alkalmazási területe az eloszlások közötti eltérésnek, az entrópiához hasonlóan megadható mértékszámaira Nyikolaj Csencov által kezdeményezett ún. információs geometria. Ezt sikerrel alkalmazzák a sokdimenziós gyakoriságtáblák elemzésekor a modellalkotásban. Az érdekeség kedvéért megemlítjük, hogy ebben a geometriában érvényes a Pitagorasz-tétel analógja.

Dinamikai rendszerek, Kolmogorov–Színaj-entrópia

Ez a paragrafus matematikai fontossága mellett direkt és közvetett magyar vonatkozásai miatt is érdekes. Kevesen tudják, hogy Andrej Nyikolajevics Kolmogorovnak számos magyar „szellemi unokája” van, közülük négyet az MTA rendes tagjává választottak.

A matematikai fizikában dinamikai rendszereknek nevezzük az ún. mértéktartó leképezéseket; például az emlékezet nélküli források felhasználásával konstruálhatók a leg-egyszerűbb ilyen leképezések.

Neumann János a harmincas évek végén azt sejtette, hogy ezek a leképezések mérték-elméleti szempontból ekvivalensek. Andrej N. Kolmogorovnak (*Az egységnyi időre eső entrópia az automorfizmusok metrikus invariánsa*, 1959) és Jakov G. Színajnak (*A dinamikai rendszerek entrópiájának fogalmáról*, 1959) sikerült általános dinamikai rendszerekre az entrópiát úgy definiálni, hogy emlékezet nélküli források esetén az megegyezzen a Shannon-entrópiával, és bebizonyították, hogy a

különböző entrópiájú rendszerek nem ekvivalensek. 1970-ben Donald Ornstein (*Bernoulli Shifts Are Isomorphic*, 1970) igazolta, hogy az azonos entrópiájú, emlékezet nélküli források alapján konstruált dinamikai rendszerek mértékelméleti szempontból valóban ekvivalensek.

A magyar matematikai iskola jelentősen hozzájárult az információelmélet fejlődéséhez. Noha Shannon 1961-es dolgozatában már foglalkozott a többfelhasználós csatornákkal, ezt az elméletet az 1970-es években dolgozták ki részletesen. Ebben jelentős szerepe volt az MTA Matematikai Kutató Intézete Csiszár Imre által vezetett csoportjának, amely a szakterület nemzetközi élvonalához tartozott. Eredményességüket formálisan is elismert nemzetközi sikerek bizonyítják.

1. Csiszár Imre és Körner János *Information Theory: Coding Theorems for Discrete Memoryless Systems* című könyve a tudományterület alapvető monográfiája (1981, második kiadás 2011).
2. Az 1972 óta az IEEE Information Theory Society (URLI) évenként megrendezett kongresszusán odaítélt Shannon-díjat (ez kezdetben meghívás volt egy kiemelt előadás tartására, később alakult jelentős pénzjutalommal járó kitüntetéssé) eddig három magyar matematikus kapta meg: Csiszár Imre (1996), Marton Katalin (2013) és Körner János (2014).
3. Csiszár Imrét 2015-ben az IEEE Hamming-érmével tüntették ki.

A kutatócsoport további két tagja, Marton Katalin és Körner János foglalkozott közvetlenül a Shannon által kitűzött problémakörrel. Marton Katalin később a valószínűség-számítás egyik legmodernebb ágával, a mértékkoncentrációval foglalkozott. Egyik érdekes eredménye az ún. *blow up lemma*

elegáns információelméleti bizonyítása. Körner János az információelmélet kombinatorikai alkalmazásaiban ért el jelentős eredményeket. A kombinatorikai alkalmazás egyik csúcsteljesítménye az öt magyar szerző dolgozata (Csiszár I. – Körner J. – Lovász L. – Marton K. – Simonyi G.: *Entropy Splitting for Antiblocking Corners and Perfect Graphs*, 1990).

A fentiekben kissé felborítottuk a történeti sorrendet, ugyanis az információelmélet magyar matematikai iskolájának megalapítója kétségkívül Rényi Alfréd, aki korai halála (1970) miatt csak Csiszár Imrének és részben Nemetz Tibornak volt közvetlen mestere. Az 1970-es években az információelmélet már szigorú matematikai alapokon állt, és jelentős matematikai apparátust alkalmazott. A magyar iskola Rényi Alfréd kezdeményezésére Csiszár Imre vezetésével éppen akkor indult, és világviszonylatban is kiemelkedőt alkotott. Az iskolateremtésben így Csiszár Imrének volt jelentős szerepe.

A Rényi-entrópia

Röviden ismertetjük Rényi hozzájárulását az információelmélethez.

A $H(P)$ Shannon-entrópia felfogható az I_j egyedi információk átlagaként, ahol $I_j = -\log p_j$, hiszen $H(P) = -(p_1 \log p_1 + \dots + p_k \log p_k)$.

Rényi az átlag helyett egy általánosabb közép fogalma segítségével egy új entrópia-családot vezetett be, a Rényi-féle alfa-entrópiát, amelyet a $H_\alpha(P) := [\log(p_1^\alpha + \dots + p_k^\alpha)] / (1-\alpha)$ formula definiál. A formulában alfa helyett áll α . Ennek határértéke, ha $\alpha \rightarrow 1$, éppen a Shannon-entrópia.

Belátható, hogy független X és Y (P és Q eloszlású) valószínűségi változókra $H_\alpha(X, Y) = H_\alpha(X) + H_\alpha(Y)$, viszont nem független valószínűségi változókra az együttes entrópia lehet nagyobb is, mint az egyes entrópiák összege

(*On Measures of Entropy and Information*, 1960). Az α -entrópia α nemnövekvő, folytonos függvénye.

A Rényi-entrópia a hetvenes években a statisztikus fizikával foglalkozók körében nagy népszerűsége tett szert, mert jól alkalmazható a nagyközönség által is ismert látványos fraktálok leírásában.

Nemetz Tibor elsősorban a kriptográfiában alkotott jelentőset, emellett fontos mértékelméleti eredményeket ért el, és foglalkozott a magyar nyelv entrópiájának meghatározásával is.

Fritz József tudományos munkásságát szintén az információelmélettel kezdte, majd 1973-ban kiment Moszkvába, ahol a Távközlési Kutatóintézetben Roland Lvovics Dobrusin éppen a statisztikus fizika szigorú matematikai megalapozásában ért el alapvető eredményeket. Ehhez Fritz József is csatlakozott, így bizonyos értelemben visszatért az információelmélet fizikai forrásához. Dolgozataiból ma sem hiányzik az *entropy production* kifejezés.

Gács Péter, az elméleti számítástudomány kiemelkedő kutatója munkásságának kezdetén Körner Jánossal közösen alapvető eredményt ért el az ún. közös információra vonatkozóan, nevezetesen, hogy két korrelált forrás esetén megadható-e az egyiknek és a másiknak olyan kódja, hogy azok nagy valószínűséggel egyenlők (Gács – Körner: *Common Information Is Far Less than Mutual Information*, 1973).

A Budapesti Műszaki Egyetem információelméleti iskolájának megalapítása Csibi Sándornak köszönhető. Tanítványa, Györfi László vált a Műegyetem vezető információelméleti kutatójává, akinek számos, ma már külföldön dolgozó tanítványa ért el jelentős eredményeket.

Végül mindenképpen meg kell emlékezniünk a méltatlanul elfeledett *Korodi Albert* (1898–1995) villamosmérnökről, aki Magyarországon először foglalkozott információelmélettel.

Korodi Albertet sok más műszaki probléma mellett elsősorban a folytonos jelátvitel érdekelt. 1916-ban érettségizett a Markó utcai Főreálban. Ugyanabban az évben megnyerte az Eötvös Loránd matematikaversenyt, valamint (*Jendrassik György* és *Szilárd Leó* mögött) negyedik díjat kapott az akkor induló Károly Irén fizikaversenyen. Beiratkozott a Budapesti Műegyetemre, de Szilárd Leó hívására tanulmányait a charlottenburgi Technische Hochschule-n fejezte be.

1933-ban hazatért, és a Philips gyár főmérnökeként dolgozott, majd annak államosítása (1950) után a Távközlési Kutatóintézet főmunkatársa lett. Eközben információelméletet tanított a Mérnöktoábbképző Intézetben. 1953-ban írta hallgatói számára az első magyar nyelvű információelmélet jegyzetet, amely mindössze ötven oldalon, a mérnökök számára érthető matematikai apparátust használva ismertette az információelmélet minden fontosabb eredményét.

HIVATKOZÁSOK

- Berrou, Claude – Glavieux, A. – Thitimajshina, P. (1993): Near Shannon Limit Error-correcting Coding and Decoding: Turbo-Codes. *IEEE Transactions on Information Theory*. 2, 8. 1064–1070. • <http://reu.dimacs.rutgers.edu/~alexo/turbo.pdf>
- Csiszár Imre – Körner János (1981, második kiadás 2011): *Information Theory: Coding Theorems for Discrete Memoryless Systems*. Akadémiai, Budapest • https://drive.google.com/file/d/oB_NdIXb-e9nUWUZOdKJHWXNOUzg/edit
- Csiszár Imre – Körner J. – Lovász L. – Marton K. – Simonyi G. (1990): *Entropy Splitting for Antiblocking Corners and Perfect Graphs*. 10, 1, 27–40. DOI: 10.1007/BF02122693 • <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02122693#page-1>

Shannon életéből és munkásságából azt a tanulságot vonhatjuk le, hogy ha egy kiemelkedő műszaki és matematikai tehetség észreveszi egy korszaknak az átlagemberek számára is érthető problémáit (áttekinthetetlen áramkörök, túlterhelt, zajos távközlési hálózatok, az ellenség által megfejtendő szupertitkos üzenetek), és széles körű a matematikai érdeklődése, akkor viszonylag egyszerű matematikai eszközök alkalmazásával is képes a problémák lényegét feltáró finom analízisre és ezáltal olyan új elmélet megalkotására, amely a matematika fejlődésére is nagy hatással van. A magyar iskola az 1970-es években kapcsolódott be az információelmélet kutatásába. Ekkor az elmélet már elismert, a modern matematika gazdag eszköztárát alkalmazó diszciplína volt. A Csiszár Imre által vezetett iskola világviszonylatban is a legjelentősebbek közé tartozott. Az iskola fiatalabb tagjai újabban a matematika más területein értek el kiemelkedő eredményeket, amelyekben tetten érhető az információelméleti indíttatás.

Kulcsszavak: *forráskódolás, entrópia, csatornakódolás, csatornakapacitás, folytonos idejű jelek, jel/zaj viszony*

- Gács Péter – Körner János (1973): Common Information Is Far Less than Mutual Information. *Problems of Control and Information Theory – PCIT*. 2, 2, 149–162. • https://www.researchgate.net/publication/268550377_Common_information_is_far_less_than_mutual_information
- Kolmogorov, Andrej N. (1959): *Az egységnyi időre eső entrópia az automorfizmusok metrikus invariánsa*. [orosz nyelven] Dokladyj Akademyii Nauk SZSZSZR, 124, 754–755.
- Lovász László (1979): On the Shannon Capacity of a Graph. *IEEE Transactions on Information Theory*. 25, 1, 1–7. DOI:10.1109/TIT.1979.1055985
- Ornstein, Donald (1970): Bernoulli Shifts with the Same Entropy Are Isomorphic. *Advances in Mathematics*. 4, 337–352. DOI:10.1016/0001-8708(70)

- 90029-0 • <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0001870870900290>
- Rényi Alfréd (1961): On Measures of Entropy and Information. In: Neyman, Jerzy (ed.): *Proceedings Fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, Vol. I. 547–561. • https://projecteuclid.org/download/pdf_1/euclid.bsm/1200512181
- Shannon, Claude Elwood (1938): Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*. 57, • <https://www.cs.virginia.edu/~evans/greatworks/shannon38.pdf>
- Shannon, Claude Elwood (1948): A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*. 27, July, 379–423., October, 623–656. • <https://www.cs.ucf.edu/~dcm/Teaching/>

- COP5611-Spring2012/Shannon48-MathTheoryComm.pdf
- Shannon, Claude Elwood (1949): *Communication Theory of Secrecy Systems*. *Bell System Technical Journal*. 28, 656–715. • <http://web.archive.org/web/20070218075311/http://www.prism.net/user/dcowley/docs.html>
- Shannon, Claude Elwood (1961): Two-way Communication Channels. In: Neyman, Jerzy (ed.): *Proceedings Fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, Vol. I. 611–644. • https://projecteuclid.org/download/pdf_1/euclid.bsm/1200512185
- Szinaj, Jakov G. (1959): A dinamikai rendszerek entrópiájának fogalmáról. [orosz nyelven] Dokladyj Akademyii Nauk SZSZSZR, 124, 768–771. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_Information_Theory_Society



200 ÉVE SZÜLETETT GEORGE BOOLE

Ferenczi Miklós

az MTA doktora, egyetemi tanár,
BMGE Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Matematika Intézet
ferenczi@math.bme.hu

Élete

George Boole 1815-ben született az angliai Lincolnban. Édesapja cipész volt, akinek hobbi a tudomány, különösen fizikai kísérleti eszközök készítése, így George első tudományos leckéit édesapjától kapta. Egyszerű, állami iskolát látogatott, a tanulásra családja is biztatta. Már gyermekkorában rendkívüli intellektuális érdeklődést mutatott, érdekelte a matematika és fizika, a fizikán belül a mechanika, az optika, a csillagászat. Ezeken kívül elsősorban a nyelvek érdekelték. Magas fokon elsajátította a latin és görög nyelvet, valamint németet, franciát és olaszt is tanult. Tizenhat évesen már tanítást is vállalt, és amikor apjának üzlete hanyatolni kezdett, a család eltartójává vált. 1833-tól tanári állást vállalt Lincolnban, majd a Lincoln melletti Weddingtonban, sőt Lincolnban rövidesen magániskolát nyitott, és iskolamesterként működött. Az oktatást odaadón végezte.

A matematika iránt hamar érdeklődni kezdett, és autodidakta módon, intenzíven képezte magát. Diplomát később sem szerzett. Különösen a differenciál- és integrálszámítás, valamint az algebra érdekelt. Felvette a kapcsolatot több híres angliai matematikussal (Edward Bromhead, Duncan Gregory, Augustus de Morgan), akik felfigyeltek tehetségére. De Morgan később jó barátja is lett.

Kutatómunkát először a differenciálegyenletek és a variációszámítás területén végzett. Áttörést ért el az *On a general method of analysis* c. dolgozatával, amelyért 1844-ben megkapta a Royal Society érmét, amit első ízben ítéltek oda matematikai teljesítményért. Ez meghozta számára az ismertséget és elismertséget.

A logika iránti érdeklődését egy korabeli vita keltette fel, amely de Morgan és William Rowan Hamilton között zajlott. Ennek hatására publikálta 1847-ben a *The Mathematical Analysis of Logic* könyvét (*The Mathematical Analysis of Logic, Being an Essay Towards a Calculus of Deductive Reasoning*). A könyv már tartalmazta a fő gondolatokat, amelyek Boole nevét megörökítették. 1849-ben professzori állásra pályázott az írországi Cork-beli Queen's College-ba, és el is nyerte azt. Odaköltözött, és kisebb megszakításokkal élete végéig Corkban élt. E kinevezésével élete konszolidálódott pénzügyileg, idejét a tudománynak, a tanításnak és a közéletnek szentelhette. Sorra kapta a megtisztelő kitüntetéseket. Tagja, később elnöke lett a híres Royal Institute of London írországi megfelelőjének, a Cuvier Társaságnak. 1854-ben publikálta az egyik főművének tekinthető, *An Investigation of the Laws of Thought* című könyvét (teljes cím: *An Investigation of The Laws of Thought on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*). Ebben a *The Math-*

ematical Analysis of Logic tartalmát csiszolta, tökéletesítette.

1855-ben megnősült, a házasságból öt lány született. Közben tudományos pályája töretlenül ívelt felfelé. 1857-ben a Royal Society tagjává választották. 1858-ban megkapta a rangos Keith-díjat az *On the Application of the Theory of Probabilities to the Question of the Combination of Testimonies or Judgements* című munkájáért. 1859-ben jelent meg nagy összefoglaló műve az *A Treatise on Differential Equations*, amelyet a téma kézikönyvének szánt. A könyv hamarosan standard egyetemi tankönyv lett. Hamarosan publikálta a könyv folytatását, *A Treatise on the Calculus of Finite Differences* című művét is.

1864-ben, negyvenkilenc évesen hunyt el, egy megfázást követő tüdőgyulladásban.

Munkássága

Logika (az algebrai logika előzményei). A matematikában jártas olvasó a *Boole-algebra* kifejezés¹ hallatán általában három fogalomra asszociál: a Boole-algebra *axiomatikus* fogalmára, a *Boole-halmazalgebra*ra, valamint a *kételemű* Boole-algebra-ra.

Vegyük sorra ezeket a fogalmakat! Boole korában még nem alakult ki az *absztrakt algebra* mint az algebrainak egy területe. A Boole-algebra *axiomatikus* fogalma jóval később keletkezett (Huntington, 1904). Mint tudjuk, az axiomatikus Boole-algebra fogalmának megfeleltethető a kommutatív, egységelemes, idempotens² gyűrű (azaz Boole-gyűrű) vagy a komplementumos, disztributív háló fogalma. Egy *Boole-halmazalgebra* (röviden, halmazalgebra) valamely halmaz bizonyos részhalmazainak unióra, metszetre, komplemen-

terre zárt, a halmazt is tartalmazó rendszere. Boole logikai munkássága köthető ehhez a fogalomhoz, ám, mint azt rövidesen kifejtjük, nem az ebben az értelemben vett halmazalgebra-fogalomhoz. Boole munkáiban a *kételemű* Boole-algebra, azaz az „igaz” és „hamis” értékek Boole-algebrája is előfordul. Boole tehát konkrét algebraikkal foglalkozott, de mindig koncentráva azok absztrahálható tulajdonságaira, ezzel hozzájárulva az absztrakt algebra és annak jelölései kialakulásához.

Boole a valószínűségi logika vizsgálatát kivéve nem lépett túl az arisztotelészi logika keretein. Célja ez utóbbi logikának csupán egy új tárgyalása volt: e logika algebraizálása, matematizálása, és ezzel áttekinthetőbb tárgyalása. Ezzel előkészített egy később megjelentő tudományterületet, az *algebrai logikát*.

Boole korában az algebra átalakulóban volt. Szemben a konkrét számértékekkel dolgozó „numerikus” algebraival, megjelent a már szimbólumokkal operáló „szimbolikus” algebra, amelynek feltűnése fontos állomás volt a későbbi absztrakt algebra létrejöttének irányában. Boole-t vonzotta a szimbólumok használata. Úgy vélte, hogy a matematika *megszűnt csak a „menyiségnek” tudománya lenni*. Ahogyan meghonosodott a „szimbolikus” algebra, Boole munkássága révén létrejött a kezdeti „szimbolikus” logika, a korábbi logika egy absztraktabb formája.

Boole előtt a *változóknak* számértéket tulajdonítottak. Jelentős újítás volt, hogy Boole változói *osztályokon* (halmazokon) futhattak, a logikai osztályokon. Boole a logikai állításoknak algebrai egyenleteket feleltetett meg, a levezetéseknek pedig ezen egyenletek bizonyos átalakításait. Végül, az átalakított egyenleteket visszafordította logikára. Ezt az eljárást nevezte Boole *General Method*-nak. Megjelenik munkásságában az igazságtábla-módszer

¹ Az elnevezés Henry M. Shaffer-től ered, 1913.

² Az idempotencia az $x^2=x$ tulajdonság elnevezése.

is, úgy, hogy észreveszi, az azonosságok igazolása visszavezethető a kételemű Boole-algebrán történő igazolásra.

Boole „halmazalgebrán” nem a mai értelemben vett halmazalgebrát értette. Ez utóbbinak egy általánosítását használta. Utólagos elemzések szerint (lásd Hailperin, 1986, 2000), ún. *indexezett multihalmazokkal* dolgozott. Ennek lényege: megengedte, hogy egy elem többszörös multiplicitással szerepeljen egy halmazban, az indexezéssel pedig azt jelezzük, hogy mennyi ez a multiplicitás. A metszet a szokásos metszet, az unió azonban a kizáró unió, tehát csak diszjunkt halmazokra értelmezett, azaz parciálisan értelmezett művelet (a „kizáró vagy”-ot modellezi, az algebra pedig egy parciális algebra). Nem teljesül minden halmazra az idempotencia tulajdonság sem. Ez a kissé bonyolult modell azonban lehetővé teszi egyfajta „osztás” bevezetését, valamint az univerzálisan kvantált állítások kezelését. Boole arra is kísérletet tett egy bizonyos μ operátor bevezetésével, hogy egzisztenciális állításokat is kezeljen, ennek precíz kidolgozásával azonban adós maradt. Könnyen belátható, hogy amennyiben az idempotens elemekre korlátozzuk a Boole-féle halmazalgebrákat, akkor megkapjuk a mai értelemben vett Boole-halmazalgebra fogalmát.

Valószínűségi logika. A logika algebraizálásával kapcsolatos eredményeivel együtt Boole rögtön bemutatta azok egy fontos alkalmazását is, a valószínűségi logikai alkalmazást. Két logikai főművét tekintélyes részben ennek az alkalmazásnak szentelte, valamint a Keith-díjat elnyert dolgozatát is.

A valószínűség-számítás állításokhoz rendel valószínűségeket. Boole olyan valószínűség-számításban gondolkodik, ahol a valószínűségek nem közvetlenül az állításokhoz, hanem a hozzájuk tartozó osztályokhoz ren-

deltek. Azt vizsgálja, hogy bizonyos, kiindulásvett valószínűségek hogyan határoznak meg (numerikusan) egyéb valószínűségeket, azaz *valószínűségi következtetéseket* vizsgál. Pontosabban: végesen generált algebrákra szorítkozik, feltételez a generátorrendszer tagjain valószínűségeket, és vizsgálja, hogy ezek miként határozzák meg az egyéb elemeken a valószínűségeket (Hailperin, 1986). Mindehhez a valószínűségekre vonatkozó algebrai egyenletrendszereket használ. Boole modellje tehát előfutára volt a valószínűség-számításban ma használt Kolmogorov-féle modellnek!

Matematika. Rendszeresen publikált matematikai folyóiratokban. Első publikációi a variációs számítással kapcsolatosak, így például az 1841-ben megjelent *On Certain Theorems in the Calculus of Variations* című cikke is. Nagy hatással volt rá *Joseph-Louis Lagrange* munkássága. 1842-ben jelent meg a kétrészes *Exposition of a General Theory of Linear Transformations* című cikke, amelyben lefektette a variációs számítás *algebrai* alapjait.

Intenzíven foglalkozott differenciálegyenletekkel. *Algebrai módszereket* dolgozott ki a differenciálegyenletek megoldására. Ezeket foglalta össze *On a General Method of Analysis* című cikke. A differenciálegyenletek témára rendszeresen visszatért: így két nagy könyvében is (*A Treatise of Differential Equations* és *A Treatise of the Calculus of Finite Differences*) vizsgálta a differencia- és a differenciálegyenletek kapcsolatát, és nemcsak az állandó együtthatós, hanem a változó együtthatós esettel is foglalkozott. Előfutára volt az operátorok absztrakt elméletének, és hozzájárult ahhoz, hogy kialakulhatott az absztrakt analízis.

Hatása

Boole életében elismert és ismert tudós volt. Eredményeit nemcsak sokan elismerték, ha-

nem jelentős tudósok integrálták is saját munkájukba. Ilyen volt *Charles S. Peirce*, vagy Augustus de Morgan. Peirce-nél teljesedett ki az értéktábla-módszer, de Morgan pedig publikálta a nevéhez fűződő híres azonosságokat. *William Stanley Jevons* modellezte először a „megengedő vagy”-ot a halmaz unióval. Számos kérdésben vitatkozott Boole-lal, de maradéktalanul tisztelte. Boole halála után azonban munkássága feledésbe merült, csupán a 20. század 30-as éveiben került előtérbe, akkor viszont rendkívüli fontosságra tett szert. Mára pedig ismertebb lett munkássága, mint *Leibniz*nek a logika algebraizálásában úttörő szerepe, vagy mint a matematikai logikát létrehozó *Gottlob Frege* munkássága (Andréka et al., 2013; URL₁; URL₂).

Mint azt Stanley Burris kifejti (Burris, 2015), munkásságát számos félreértés is övezi. Halála után feledésbe merült, hogy csak parciális „numerikus” algebrákat vezetett be, eredeti megközelítésének helyét az irodalomban átvette a későbbi modern algebrai megközelítés, általában neki tulajdonították a Boole-gyűrűk vizsgálatát. Csak 1986-ban elevenítette fel Theodore Hailperin Boole eredeti, ide vágó munkáját, és írta le azt precízen a korszerű matematika nyelvezetén (Hailperin, 1986).

Matematika. Ami Boole-nak a szűkebb értelemben vett *matematikai kutatásait* illeti, azok legfontosabb hatása a konkrét eredményeken túlmenően az, hogy *algebrai módszereket* honosított meg az analízisben, valamint hozzájárult az *operátorszámítás*, így az absztrakt analízis fejlődéséhez. Utaltunk már ezen munkáira a fentiekben, ezért az alábbiakban logikai életművének hatásaival foglalkozunk.

Számítógép. A később világhírnévre szert tett *Claude Shannon* matematikus és villamosmérnök egy filozófiai kurzus keretében is

merkedett meg a már-már elfelejtett Boole munkáival. Ugyanakkor megbízást kapott egy kombinált, mechanikus-elektronikus számítógép megépítésére. Észrevette, hogy a Boole-féle osztálylogikát elektronikus áramkörökkel lehetséges modellezni, és kifejlesztett egy ilyen gépet (a már létező analóg, *Differential Analyzer* nevű gépből kiindulva). Eredményét 1938-ban publikálta *A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits* címmel. A tudománytörténet fintora, hogy a szovjet *Viktor Ivanovics Sesztakov* csaknem egyidőben jutott hasonló felfedezésre. Sőt ebben bizonyítottan meg is előzte Shannont néhány évvel (1935). Sesztakov halála miatt azonban eredményének publikálására csak 1941-ben került sor. Ma már tudjuk, hogy felfedezésükkel Shannon és Sesztakov új korszakot nyitott a tudományban: a digitális korszakot.

Bár Boole nem foglalkozott számítógép-építéssel, de tudott a korabeli, ide vonatkozó kísérletekről. *Charles Babbage* 1833-ban, sok évtizeddel megelőzve a korát, tervezett egy számítógépet, az *Analytical Engine*-t, amely az egyik első mechanikus számítógépnek tekinthető. Több ezer alkatrészből állt, teljes megépítésére sohasem került sor, csak részei valósultak meg. Boole találkozott Babbage-dzsel, és meg is tekintette a gép terveit az 1862-es Londoni Világkiállításon. Megemlíthetjük, hogy nem sokkal később Jevons már konstruált is egy logikai gépet, a Logic Pianót. A gép működése azonban nem épített Boole munkáira. Érdekes eljátszani azzal a gondolattal, hogy elvileg már Babbage is alkalmazhatta volna Boole elméletét a gépe működésénél (a „szoftverjében”), tehát a modern számítógép több évtizeddel korábban is létrejöhetett volna (először a mechanikus változat, azután az elektronikus).

Algebrai logika. Boole az *algebrai logika* tudományág atyjának tekinthető. A mai értelemben vett *algebrai logika* a matematikának az absztrakt algebra és a matematikai logika határterületén létező területe. A kutatási tevékenység itt abban áll, hogy logikai problémákat lefordítanak absztrakt algebrai problémákká, ezeket az algebrai problémákat igyekeznek az algebraban megoldani, majd a megoldást visszafordítani logikára. De a tevékenység fordítottjára is találunk példát. A *modern értelemben* vett algebrai logikáról attól fogva beszélhetünk, hogy *Alfred Tarski*, a híres matematikus és logicista a 40-es években bevezette a *relációalgebra*, valamint a *cilindrikus algebra* axiomatikus fogalmát. Ezzel együtt kezdeményezte a matematikai logikai fogalmak absztrakt algebrai (univerzális algebrai) kapcsolatainak vizsgálatát.

Az algebrai logika alapjait a Boole-algebrák képezik. A Boole-algebrák úgy viszonyulnak az állításlogikához („nulladrendű” logikához), ahogyan a cilindrikus algebrák viszonyulnak az elsőrendű logikához. Az elsőrendű logika algebraizációja kutatásának másik iránya a relációalgebra vizsgálat. A Tarski-féle definíciót megelőzték de Morgan, Peirce és Ernst Schröder vizsgálatai a 19. században.

Az algebrai logikai kutatásra Tarski kutatócsoportot hozott létre a Berkeley Egyetemen olyan híres matematikusokkal, mint *Leon Henkin*, *J. Donald Monk* vagy *Steve Givant*. A csoport kutatásainak eredményeként átfogó monográfia jelent meg a cilindrikus algebráról (Henkin et al., 1971–198). Az algebrai logika, csakúgy, mint sok más határterületen létező matematikai diszciplína, igen megtermékenyítőnek bizonyult a matematikai logikára és az univerzális algebrára nézve is. Szerzte a világon az algebrai logika további fontos iskolái tűntek fel.

A *hazai tudományban* mind a matematikai logikai kutatásoknak (például Péter Rózsa, Kalmár László, Ruzsa Imre), mind az univerzális algebrai kutatásoknak (pl. *Grätzer György*, *Schmidt Tamás*, *Csákány Béla*) mélyek a hagyományai. Ezért nem előzmény nélküli, hogy létrejött itthon is egy nemzetközi hírű *algebrai logikai iskola*, amelyet többek között *Andréka Hajnal*, *Németi István*, vagy *Sain Ildikó* neve fémjelez (Henkin et al., 1981; Andréka et al., 2013). A magyar származású *Paul Halmos* pedig még az 50-es években kidolgozta a *poliadikus algebrák* elméletét (Halmos, 1962).

Ami speciálisan a Boole-algebrákat illeti, az azokkal kapcsolatos jelentős monográfiát adott közre *Georg David Birkhoff* 1940-ben, később pedig *Roman Sikorski* 1960-ban (Birkhoff, 1940; Sikorski, 1960). Jelentős eredményeket értek el például *Marschall Stone*, *Bjarni Jonsson*, *Alfred Tarski*, *Dana Scott*, *Paul Cohen*. Stone igazolta a Boole-algebrák híres reprezentációtételét, azt, hogy minden Boole-algebra izomorf valamely halmazalgebrával. Tévedés azt hinni, hogy a Boole-algebrák kutatása ma már lezárt terület. Számos új eredményt, könyvet publikáltak Boole-algebráról az utóbbi évtizedekben is.

Számítástudomány, matematikai logika. Általában nem Boole munkásságától fogva beszélünk matematikai logikáról. Boole a logikatudomány akkor még meglévő hézagait az algebra eszközeivel kísérte meg áthidalni. A matematikai logika létrejöttét csak a 19. sz. végéhez, *Gottlob Frege* (1848–1925) nevéhez, a modern bizonyításelmélet megszületéséhez szokták kötni. Boole-nak azonban elévülhetetlen szerepe volt a matematikai logika létrejöttében is. A későbbi matematikai logika már része lesz a matematikának, sőt a 20. század utolsó harmadára jelentős hányadban alkalmazott matematikává vált. A logika tehát

filozófiai logikából (filozófiai logikából) matematikává, sőt alkalmazott matematikává vált – és Boole-nak jelentős hatása volt erre a nagyívű folyamatra.

E folyamatban fontos szerepet játszott a nagy teljesítményű elektronikus számítógépek megjelenése és az *elméleti számítástudomány* létrejötte. Gyorsan fejlődött a mérnöki tudomány, az elektronika, másrészt, főleg *Alan Turing* munkássága révén, bekerült a tudományos köztudatba az univerzális számítógép fogalma, amelyet rövidesen meg is építettek. Az „ideális” számítógép működésének elméleti alapjává pedig a logika vált. Elmondhatjuk, hogy az elméleti számítástudomány „nyelve” a logika. Boole egyik fontos előmozdítója volt annak a folyamatnak, amelynél a matematika a „mennyeségek tudományából” átfogó, univerzális tudománnyá vált. Párhuzamba állíthatjuk ezzel azt a folyamatot, amelynél a *számológépből* (csupán numerikus számításokra tervezett gépből), *számítógép* vált, sőt „univerzális számítógép”.

Sok síkon jött létre a logika és a számítás-tudomány interakciója. Elkezdődött egy tendencia, hogy bizonyos logikai nyelveket, logikákat programozási nyelvként használjanak. Az elsőrendű logika, pontosabban egy részének programozási nyelvként való használatával foglalkozik a *logikai programozás*, míg a (Church-féle) lambda-kalkulus programozási nyelvként használatából nőtt ki a *funkcionális programozás*. Fordítva, az eredetileg programozási nyelvek is indukáltak logikákat, ilyenek például a *programozási logikák*. Fontos szerepet töltenek be a *metanyelvek*, ahol új jelenség, hogy metanyelvek is lehetnek *formális nyelvek*. Ennek a programhelyesség verifikációja területén van fontos szerepe. Míg nemklasszikus logikákkal, logikai modellalkotással régebben főleg a filozófiai logika

foglalkozott, ez a mesterségesintelligencia-kutatásoknak lett tárgya. Lényegessé váltak a különböző modális logikák, a temporális logika, a dinamikus logika stb., amelyek egy-egy fontos szituációt modelleznek, például a robotikában. Kiderült, hogy a rekurzív függvények klasszikus elmélete nélkülözhetetlen a magas szintű programozásban, sőt bizonyos értelemben ez az elmélet ekvivalense az univerzális gépek elméletének. Döntő kérdéssé vált az egyes algoritmusok sebessége, létrejött az algoritmuselmélet, és annak fontos része, a bonyolultságelmélet. Igazolódott, hogy a fontosabb bonyolultsági osztályok logikai problémákkal reprezentálhatóak. Elkezdődött a gépi bizonyítások (automatikus bizonyítások) és a gépi tanulás elméletének kutatása. Megjelentek a logikai módszerek az adatbázis-elméletben is, például bizonyos lekérdező nyelvek elemzése. A fenti folyamat oda vezetett, hogy a matematikai logika bizonyos fejezetei önállósodtak, külön tudományággá terebélyesedtek, így jött létre például a formális nyelvek elmélete vagy a mesterséges intelligencia logikák területe.

Számos nagy tudós munkássága játszott közre abban, hogy a fenti interakció létrejöhessen a számítástudomány és a logika között, ilyenek *Gottfried Leibniz*, *Frege*, *David Hilbert*, *Kurt Gödel*, *Tarski*, *Turing*, *Alonzo Church* és nem utolsósorban *George Boole*.

Amely területekre Boole munkássága sajnálatosan kevés hatással volt. Az egyik ilyen terület a *valószínűség-számítás*. Boole előfutára volt a valószínűség-számítás ma legelterjedtebb modelljének. Boole is halmazokhoz rendelt valószínűségeket, csakúgy, mint a *Kolmogorov-féle* modell több mint 80 évvel később. Annak ellenére, hogy Boole nagy jelentőséget tulajdonított ezzel kapcsolatos munkáinak, ezirányú munkássága kevés

visszhangra talált az utókornál. A másik terület egy filozófiai iskola, a *logikai pozitivizmus* (a Bécsi kör, melyet többek között *Moritz Schlick*, *Rudolf Carnap*, *Kurt Gödel* neve fémjelez). Boole-nál ugyanis már megtalálható a pozitivizmus számos alapelve: a logikus gondolkodás erejének tisztelete, a formalizálás igénye, és az ezeknek tulajdonított kissé idealista, sőt utópisztikus várakozások is.

Néhány Boole-lal kapcsolatos vélekedés cáfolata

- A logika matematizálásának gondolata *nem* Boole-tól ered, hanem Leibniztől.
- A matematikai logika tudományának létrejöttét általában *nem* Boole munkásságától számítjuk (hanem Frege-étől).
- Az axiomatikus Boole-algebra (absztrakt Boole-algebra) fogalmát *nem* Boole vezette be, csak róla nevezték el (Edward V. Huntingtontól ered, 1904).
- Boole ugyan halmazalgebrákat vezetett be, de *nem* a mai értelemben vett (Boole-) halmazalgebrákat (lásd Hailperin, 2000).
- Boole *nem* gondolt algebráinak alkalmazhatóságára a számítógépek építésénél (ez a gondolat körülbelül száz évvel később merült csak fel Shannonban és a szovjet Sesztakovban).
- Boole nem csak az arisztotelészi logikával foglalkozott (hanem például sokat foglalkozott valószínűségi logikával is).
- A valószínűség-számítás korszerű, 20. századi modellje *nem* volt előzmények nélküli, hanem Boole munkásságától származtatható (Boole rendelte a valószínűségeket először halmazokhoz).
- Boole *nemcsak* a logikában alkotott nagyot, hanem a szűkebb értelemben vett matematikában is (a differenciálegyenletek, vagy például a variációszámítás területén).

- Boole elismertsége *nem* volt töretlen, munkássága kb. nyolcvan évig szinte feledésbe merült (Shannon és Sesztakov voltak azok, akik „újából” felfedezték).
- A Boole-algebrák kutatása ma *sem* lezárt terület, számos nehéz, nyitott probléma található itt.

Boole, a polihisztor

Boole életműve zsenialitásán kívül abban is gyökerezik, hogy igazi *polihisztor* volt. Rendkívüli tájékozottság jellemezte a természettudományokban, a logikában, a filozófiában, a nyelvek terén és természetesen a matematikában. Említettük, hogy matematikai tudását autodidakta módon szerezte, diplomája nem volt. A természettudományokon belül elsősorban a fizika érdekelte. Jól ismerte a filozófia és a logika klasszikusait, például Spinozát, Samuel Clarke-ot, Arisztotelészt. Latin és görög műveltséggel rendelkezett, kiválóan ismerte is ezeket a nyelveket. Mélyen hitt az emberi szellem erejében, szenvedélyesen érdekelte az emberi gondolkodás és annak törvényszerűségei. Nagyra tartotta a kreativitást, és éppen azért tartotta fontosnak a logika bizonyos sematikus részei kezelésének technikáját, mert úgy vélte, ez is tehermentesíti a kreatív emberi agyat. Színezte Boole személyiségét, hogy vonzották a művészetek is: zongorázott, kedvelte a költészetet, a szépirodalmat, valamint fantáziát látott a művészi fotózásban is. Szociális érzékenységre jellemző, hogy fiatal korában menedékhontot alapított rászorultak részére.

Gondolkodását csak elmélyültebbé tette, hogy egész életében tanított. Igyekezett továbbadni azokat a legfontosabb értékeket, amelyekben hitt: a nyitottságot az újra, a sokoldalúságot, a gondolkodni tudás képességét. Elítélte a lélektelen magolást. Fontosnak

tartotta az ember egészének nevelését, így például a testedzésre is súlyt helyezett. Nevelési elvei korában nem voltak átlagosak. Ezeket

az *Essay on Education* című művében foglalta össze. George Boole példaképe lehetne minden ma élő tudósnak.

Kulcsszavak: *Boole-algebra, algebrai logika, logikai áramkörök, Boole-háló, Boole-gyűrű, cilindrikus algebra, logika alkalmazása*

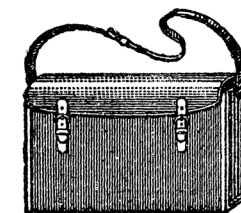
IRODALOM

- Andréka Hajnal – Ferenczi M. – Némethi I. (eds.) (2013): *Cylindric-like Algebras and Algebraic Logic*, Springer
 Birkhoff, Garrett (1940): *Lattice Theory*. American Mathematical Society, New York
 Burris, S. (2015) George Boole and Boolean algebras. *Newsletter of the European Mathematical Society*. 98, 27–31. • <https://www.ems-ph.org/journals/newsletter/pdf/2015-12-98.pdf>
 Czédli Gábor (1995): *Boole-függvények – Polygon jegyzet*. (Polygon Könyvtár) Typotex, Budapest
 Davis, Martin (2000): *The Universal Computer*. Norton, New York–London
 Hailperin, Theodore (1986): *Boole's Logic and Probability*. 2nd ed., North Holland, Amsterdam
 Hailperin, Theodore (2000): Boole's Algebra Isn't Boolean Algebra. In: *A Boole Anthology*. (Synthese Library 291) 61–78.
 Halmos, P. R. (1962): *Algebraic Logic*. Chelsea Pub. Co.
 Halpern, Joseph Y. – Harper, R. – Immermann, N. – Kolaitis, P. G. – Vardy, M. Y. – Vianu, V. (2001): On

the unusual effectiveness of logic in computer science. *The Bulletin of Symbolic Logic*. 2, 7, 213–236. • <http://www.cis.upenn.edu/~val/CIS682/UnusualEffectiveness.pdf>

- Henkin, Leon – Monk, J. D. – Tarski, A. (1971–1985): *Cylindric Algebras*, I–II. North Holland, Amsterdam
 Henkin, Leon – Monk, J. D. – Tarski, A. – Andréka H. – Némethi I. (1981): *Cylindric Set Algebras*. Springer
 Huntington, Edward V. (1904): Sets of Independent Postulates for the Algebra of Logic. *Transaction of the American Mathematical Society*. 5, 3, 288–309. • http://www.jstor.org/stable/1986459?seq=1#page_scan_tab_contents
 Monk, J. Donald (1989): *Handbook of Boolean Algebras*, 1–3. North Holland, Amsterdam
 Ruzsa Imre – Máté András (1997): *Bevezetés a modern logikába*. Osiris, Budapest
 Sikorski, Roman (1960): *Boolean Algebras*. Springer

URL1: <http://plato.stanford.edu/entries/boole>
 URL2: <http://georgeboole.com>



CLAUDE E. SHANNON¹

1916 – 2001

Györfi László

az MTA rendes tagja, professor emeritus,
BME Számítástudományi és Információelméleti Tanszék
gyorfi@cs.bme.hu

2001. február 24-én, nyolcvanöt éves korában elhunyt *Claude Elwood Shannon*, az *információelmélet* megteremtője, a 20. század egyik legeredetibb gondolkodója.

1916. április 30-án született. A University of Michiganon 1936-ban matematikai és villamosmérnöki BSc-fokozatot szerzett, majd 1940-ben az MIT-n villamosmérnöki MSc-t és matematikai PhD-t. Témavezetője szerint a villamosmérnöki diplomaterve ezen a területen a század legnagyobb hatású munkája. Témája: hogyan lehet digitális hálózatot Boole-algebrával leírni és tervezni. A feladat onnan eredt, hogy a témavezető analóg mechanikus számítógéppel oldott meg differenciálegyenleteket, és megkérte Shannont, hogy segítsen neki. Mivel a gép gyakran elromlott, Shannonnak sűrűn kellett azt megjavítania. Ezt a feladatot nagyon unta, és igyekezett a gép részegységeit áramkörökkel kiváltani. Az áramkörök egy része kapcsolóhálózat volt, amelynek tervezésére ekkor még nem létezett módszertan. Az volt az eljárás, hogy *ad hoc* módon megépítették az áramkört, utána pedig kipróbálták, teljesíti-e az előírást. Shannon remek ötlete rögtön azt eredményezte, hogy

az áramkör megépítése és kipróbálása helyett elegendő lett az őt leíró Boole-függvény bizonyos helyettesítési értékeinek a kiszámítása. További előny a tervezés szempontjából, hogy a Boole-függvény optimalizálható olyan értelemben, hogy az adott specifikációt teljesítő digitális hálózatok közül megkereshető a legkevesebb kapcsolót tartalmazó hálózat. Bár ma ez egy villamosmérnök számára trivialis, kevesen tudják, hogy ez is Shannon nevéhez fűződik, de nem ettől lett híres.

1941-től a Bell Laboratóriumokban dolgozott. A második világháború alatt titkosítással foglalkozott, az ő eljárását használta a SIGSALY-telefon, amellyel Churchill és Roosevelt biztonságosan tudott beszélgetni. 1948-ban jelent meg a *The Mathematical Theory of Communication* című cikke (Shannon, 1948; magyarul az OMIKK kiadásában 1986), amellyel megteremtette az információelméletet. Emlékeztetek arra, hogy ugyanebben az évben, ugyanezen a kutatóhelyen találták fel a tranzisztort.

Az információelmélet az információ tömörítésének, átvitelének, tárolásának, védelmének és feldolgozásának természettörvényeit foglalja egységbe. Az információ tömörítésének, forráskódolásának két típusát különböztetjük meg. Az egyik a veszteségmentes – ezt

adattömörítésnek is hívjuk –, a másik torzítást is megengedő reprodukció során.

Az adattömörítés feladata, hogy egy üzenetsorozatot gazdaságosan reprezentáljon, vagyis kódoljon, úgy, hogy a kódsorozatból az üzenetsorozat egyértelműen reprodukálható legyen. Ilyen problémával találkozunk, ha például könyvet, programot, adatsorozatot kell kódolni. A matematikai feladat megfogalmazásához 1948-ban elég kevés tapasztalat állt rendelkezésre. Egyedül a Morse-kód törekedett valamilyen tömörítésre akkor, amikor az abécé gyakran előforduló betűihez rövid, a ritkábban előfordulókhöz hosszabb ti-tá (mai szóhasználatnál bináris) kódszavakat rendelt. A modellezés első lépésőjében a tömörítendő sorozat legkisebb egységét nevezzük betűnek, és tekintsük azt egy véletlen, azaz valószínűségi változónak, az egész sorozatot, az információforrást pedig egy valószínűségi változósorozatnak, tudálékosan sztochasztikus folyamatnak. Ez az egyszerű fogás tette lehetővé, hogy Shannon a valószínűség-számítás módszereivel megfogalmazhatta és megoldhatta a tömörítés feladatát. Az egyszerűség kedvéért nézzük a bináris kódszavak esetét! Shannon első észrevétele az volt, hogy ha egy betűt tömörítünk, egyértelműen dekódolható kóddal kódolunk, akkor az átlagos kódhossz legalább akkora, mint a betű valószínűség-eloszlásához rendelt entrópia, tehát az átlagos kódhosszra talált egy alsó korlátot. Ezt a felismerést ezek után kombinálta azzal az elvvel, hogy egy betű tömörítése helyett több, mondjuk k betűből álló blokkot kódoljunk. Ha most egy blokkot tekintünk információs egységnek, akkor az előzőek miatt az egy betűre jutó átlagos kódszóhossz nagyobb vagy egyenlő, mint a blokk egy betűre jutó entrópiája. A gyakorlatban előforduló összes forrás esetén az egy betűre jutó entrópia a blokkhossz

monoton fogyó függvénye, és az infimumot forrásentrópiának nevezzük. Shannon megmutatta, hogy ez az alsó korlát éles, vagyis alsó határ abban az értelemben, hogy a blokkhossz növelésével megadható egy kód, amelynek egy betűre jutó átlagos kódhossza a forrásentrópiát tetszőlegesen megközelíti, a forrásentrópia tehát az adattömörítés problémájában az elvi határ.

Shannon eredményei felhasználják a forrás eloszlásait, ám gyakorlati feladatokban azok nem ismertek. Ez az univerzális forráskódolás problémája, ahol az ismeretlen eloszlások becslését és a kódolást szimultán végezzük úgy, hogy elvi határként szintén a forrásentrópiát kapjuk. A pkzip, az arj, a compress tömörítő program és a gif képformátum ilyen univerzális forráskódoló algoritmust használ.

Szintén Shannon fedezte fel a tipikus sorozatokat, vagyis azt a természettörvényt, hogy igen általános feltételek esetén egy információforrás hosszú blokkjainak létezik egy majdnem 1 valószínűségű halmaza úgy, hogy ezeknek a blokkoknak a valószínűsége közel egyforma. Ezeket a blokkokat hívjuk tipikus sorozatoknak.

A veszteséges, vagyis torzítást megengedő forráskódolás esetén nem követeljük meg a tökéletes reprodukciót. Mindennapi alkalmazásai a beszéd, zene, kép, videó tömörítése. Mivel ezekben a példákban a forrás eleve nem véges értékű, ezért nyilván minden digitalizálás, véges értékű reprezentálás torzítást okoz. 1948-ban ennek a feladatnak sem volt gyakorlati előzménye, hiszen ekkor csak a PCM létezett, amely a telefonos beszéd digitalizálására (a mintavételezésre és a minták kvantálására) szolgáló eljárás, de technológiai nehézségek miatt ekkor a gyakorlatban azt még nem tudták alkalmazni. Ebben a feladatban két költségfüggvényünk van.

¹ A *Magyar Tudomány* 2001/5. számában megjelent megemlékezés kissé rövidített változata

Az egyikkel mérjük a tömörítést, a másikkal a torzítást. Shannon itt is felfedezte azt az elvi határt, amely megadja a tömörítés éles alsó korlátját, az $R(D)$ -t, ha előírunk a torzítás várható értékére egy maximális D szintet. Az $R(D)$ függvény meghatározásához egy újabb információs mérőszámot vezetett be: a *kölcsönös információt*. A veszteségmentes esettel ellentétben a veszteséges tömörítés elvi határának a bizonyítása nem konstruktív, és azóta sem találtak gyakorlatban is használható kódot, amely az elvi határt megközelítené. További gond lehet az univerzalitás feladata, amikor nem ismerjük a forrás eloszlását. Az elmélet terén ezt a problémát főleg empirikus vektorkvantálókval igyekeznek megoldani, míg a gyakorlatban prediktív kódolást használnak, amelynek az az alapötlete, hogy elég egy értéknek és a predikciójának a különbségét tömöríteni. Ilyen elveket használnak a GSM-ben és a kép- és videokódolásra használt JPEG-, MPEG-szabványokban.

Az információelmélet harmadik alapfeladata a csatornakódolás. Az adótól a vevőbe kell eljuttatni a véges értékkészletű üzenetet egy fizikai közegen (vezeték, rádiós frekvenciasáv stb.) keresztül. A távközlő mérnök is ezzel a feladattal foglalkozik. Nevezetesen az adóba és a vevőbe olyan áramköröket, demodékat tervez, amelyek az adóban az üzenetekhez a közeghez illeszkedő jelalakokat rendelkeznek, illetve a vevőben a torzított jelalakokból döntenek a lehetséges üzenetekre. A közeg tulajdonságai miatt az adóban a modem bemenete és a vevőben a modem kimenete különbözhetnek. A távközlő mérnök feladata az, hogy ennek az eltérésnek a valószínűségét alacsony értéken tartsa. Itt kezdődik az információelmélet feladata, amikor a távközlő mérnök eredményét adottságként tekintjük, amelyen vagy nem tudunk, vagy nem

akarunk javítani. Tudomásul vesszük, hogy adott egy többé-kevésbé megbízhatatlan eszköz, ezt nevezzük csatornának, és ennek segítségével akarunk megbízható átvitelt biztosítani. Az információelméleti modellben a csatornát a kimenet feltételes eloszlásaival adjuk meg, feltéve a bemenetet. Tekintsük a bináris szimmetrikus csatorna esetét, vagyis amikor a csatorna bemenete és kimenete is 0 vagy 1 értékű, és p annak a valószínűsége, hogy a bemenet és a kimenet különbözik. Legyen $p = 0,1$, vagyis egy elég rossz csatornánk van, továbbá legyen az a feladatunk, hogy egy hosszú, például 1000 soros programot akarunk átvinni úgy, hogy igényesek vagyunk: azt kérjük, hogy a teljes átvitel meghibásodásának a valószínűsége legyen akkora, mint mondjuk a lottófőnyereményé. Ha csak egyetlen bit átvitele lenne a feladatunk, akkor eljárhatunk úgy, hogy a 0-t 19 darab 0 küldésével, az 1-et 19 darab 1 küldésével kíséreljük meg, és a vevőben arra szavazunk, amelyik többségben van. Ellenőrizhető, hogy ekkor az átvitel hiba- valószínűsége kielégíti a fentit, de pazaroltunk, mivel a csatornát 1/19-es, azaz kb. 5%-os kihasználtsággal üzemeltettük. Ha a forráskódolásnál sikeres blokk-kódolási elvet alkalmazunk, vagyis nem egy bitet, hanem egy k hosszú blokkot kódolunk n hosszú kódszavakba, akkor nyilván rögzített k/n csatornakihasználtság mellett a dekódolás hiba- valószínűségének van egy alsó határa, és ez az alsó határ a kihasználtságnak monoton növekvő függvénye, vagyis kis hiba- valószínűséget csak kis kihasználtság árán érhetünk el. Ugyanakkor minden realista ember úgy gondolja, adott kihasználtság mellett egy hosszabb üzenet esetén a legkisebb hibavalószínűség is nagyobb, tehát hosszabb programot csak nagyobb hiba- valószínűséggel tudunk átvinni.

Shannon – véleményem szerint – itt volt a legmerészebb, a legzseniálisabb. Felfedezte, hogy az elvi határ szempontjából nem ez az igazság. Nem kell ilyen földhözragadt módon gondolkodni: létezik a kihasználtságnak egy szintje, ezt nevezzük C csatornkapacitásnak, úgy, hogy ha a rögzített kihasználtságot C alatt tartjuk, akkor az üzenethossz növelésével található olyan kód, hogy a dekódolás hiba- valószínűsége tetszőlegesen kicsi legyen.

A mikroprocesszor megjelenése előtt még az egyszerű kódok dekódolása is túl bonyolult volt, csupán katonai, illetve úrtávközlési alkalmazásokban használtak csatornakódolást. Elméleti tanulságokkal is jártak a NASA megrendelése alapján futó projektek, ahol űrszondák méréseit, illetve fotóit kellett a Földre küldeni. Ez ínycsekknek való feladat, mert a szondán csekély az energia, és a nagy távolság miatt a Földre érkező jel amplitúdója kicsi. Továbbá a csatornában a modulált jelhez termikus zaj adódik, amely tökéletesen modellezhető Gauss-folyamattal. A feladat azért érdekes, mert a zajszint jóval nagyobb, mint a jel amplitúdója. A processzorok megjelenésével egyrészt megnőtt az adatátviteli igény, másrészt lehetővé vált a különböző hibajavító kódolási-dekódolási eljárások olcsó megvalósítása. Itt az áttörést a kódolt moduláció jelentette, aminek segítségével a kódolás-moduláció, illetve demoduláció-dekódolás műveletpárokat együtt tervezzük. A mai modemek már ilyen elvet használnak. Napjainkban a csatornakódolás legelterjedtebb alkalmazása a CD, ahol Reed–Solomon-kódot használnak arra, hogy a CD-lemez felületének bizonyos sérülése vagy szennyezése esetén is tökéletesen reprodukálható legyen a rögzített zene.

1970 körül keletkezett az információelmélet egyik modern ága, a többfelhasználós

hírközlés. Ebben a problémakörben vagy több adó használja a közös csatornát (többcsatornás hozzáférésű csatorna), vagy a csatornának több kimenete, több vevője van (adat-szóró csatorna).

Ugyancsak Shannon bizonyította be a titkosítással kapcsolatban, hogy létezik tökéletes titkosság. Sajnos ez igen költséges, mert megmutatta, hogy egy lehallgatható csatornán egy üzenet biztonságos átküldése csak úgy lehetséges, ha előtte egy nem lehallgatható csatornán átküldjük a kulcsot, amely legalább olyan hosszú, mint az üzenet. Ez az eredmény nyilván érdektelen, ha abból indulunk ki, hogy csak nyilvános távközlő hálózatunk, azaz lehallgatható csatornánk van. Ez vezetett a gyakorlati titkosság és a 70-es években a nyilvános kulcsú titkosítás ötletéhez, amelynek nemcsak a védett üzenetküldés a feladata, hanem a hitelesítés (digitális aláírás) is. A nyilvános kulcsú titkosítás viszont már „kilóg” az információelméletből, elsősorban számítástudományi módszereket használ.

Számomra bámulatos Shannon képzelőereje és absztrakciós készsége. A nagy tudományos felfedezésekhez többnyire egy új, az addigi elméletekkel ütköző tapasztalat vezetett, márpedig 1948-ban egyetlenegy példa létezett digitális kommunikációra: a távíró, amelynél viszont nem volt szigorú előírás a hiba- valószínűségekre. Shannon a világ egy olyan részének, a *digitális hírközlésnek* a törvényeit fedezte fel, amely rész akkor még nem is létezett. A szóban forgó jelenségeket neki „fejben” kellett lejátszania. Következésképpen 1948-ban a kutatásban sem társai, sem konkurensei nem voltak. Nyilván történelmi dolog eljárni azzal a gondolattal, hogy hogyan alakult volna ez a diszciplína, ha Shannon meg sem születik. Az entrópiát és a forrásentrópiát idővel valószínűleg felfedez-

ték volna. Szkeptikus vagyok az $R(D)$ függvénnyel kapcsolatban, elsősorban a kölcsönös információ miatt. Meggyőződésem, hogy a csatornkapacitást máig sem találták volna fel, hiába az eddig összegyűlt tapasztalat.

Shannon eredményei rendkívül gyorsan elterjedtek, és több kutató „mozdult rá” a témára. 1951-ben megalakult az IRE Professional Group on Information Theory, mai nevén IEEE Information Theory Society. Első ülésének résztvevői: Shannon, *Norbert Wiener*, *Neumann János*, *Robert Fano*, *Lotfi Zadeh*, *William Tuller* (remek névsor). Periodikusan megrendezett konferenciái (IEEE ISIT) közül az 1991-es Budapesten volt. Egy ideje minden konferencián odaítélik a Shannon-díjat, amelynek 1996-os nyertese *Csiszár Imre* volt.²

1953-ban jelent meg az IRE (ma IEEE) *Transactions on Information Theory* első négy száma. Ma ez a szakma standard folyóirata. Négy szerkesztője is magyar volt: *Csiszár Imre*, *Körner János*, *Linder Tamás*, *Lugosi Gábor*.

Magyarországon *Rényi Alfréd* már az ötvenes években tanította az információelméletet, *Valószínűség-számítás* című tankönyvének bizonyos kiadásában egy külön fejezetet szentelt az információelméletnek. Az ő korai halála után *Csiszár Imre* folytatta ezt a munkát, és létrehozott egy információelméleti iskolát. Az információelmélet egyrészt az információs technológia bizonyos diszciplináris alapjait adta, másrészt jelentősen hozzájárult a matematika (valószínűség-számítás, matematikai statisztika, ergodelmélet, kom-

binatorika stb.) fejlődéséhez. A Csiszár-iskola mindkét területen alapvetőt alkotott. A mikroelektronika elterjedésével az információelmélet eljárásait tömegesen alkalmazzák, ezért 1986 óta a műszaki informatikusok tantervének része az információelmélet.

Visszatérve Shannonra, 1956-ban áttért az MIT-re, és onnan 1978-ban vonult nyugdíjba. Kedves, szerény ember volt. 1985-ben találkoztam vele Brightonban, egy IEEE ISIT konferencián. A szervezők erőltették, hogy szólaljon fel. Mosolyogva mondta, ez neki már „magas”, nem érti, hogy mi az a Shannon-elmélet. Minden róla szóló cikk említi, hogy a Bell Lab folyosóin egykereű kerékpárral közlekedett, és tudott négy labdával zsonglörködni. Számos szerkesztőt, gépet szerkesztett és épített, köztük mechanikai sakkozógépet és olyan egykereű kerékpárt, amelyen stabilan ülni lehetett zsonglörködni. Háza tele volt zeneszerszámokkal, köztük öt zongorával. Igyekezett minden apróságra egy matematikai modellt ráhúzni, például kombinatorikai elméletet dolgozott ki arra, hogy milyen (n, m) számpárra lehet n kézzel és m labdával zsonglörködni. Az ilyen eredményeit leírta, de nem publikálta. Szintén nem publikálta, viszont a tőzsdén sikerrel alkalmazta az empirikus portfólió-stratégiáit. Az IEEE Information Theory Society 1998-ban az MIT-en ünnepelte az információelmélet ötvenéves jubileumát, ahol előrehaladott Alzheimer-betegsége miatt Shannon sajnos már nem tudott megjelenni.

Kulcsszavak: *adattömörítés, hibajavító kódolás, csatornkapacitás, titkosítás, gazdaságos és biztonságos digitális távközlés*

IRODALOM

Akik érdeklődését sikerült felkeltenem, azoknak ajánlom a következő olvasnivalót:

- Cover, Thomas M. – Thomas, Joy A. (1991): *Elements of Information Theory*. Wiley
- Csibi Sándor (szerk.) (1986): *Információ közlése és feloldozása*. Tankönyvkiadó, Budapest
- Csiszár Imre – Fritz József (1986): *Információelmélet*. ELTE TTK jegyzet, Budapest
- Csiszár Imre – Körner J. (1981): *Information Theory: Coding Theorems for Discrete Memoryless Systems*. Akadémiai, Budapest
- Györfi László – Györi S. – Vajda I. (2000): *Információ- és kódelmélet*. Typotex, Budapest <http://www.cs.bme.hu/~gyorfi/infkod.pdf>

- Linder Tamás – Lugosi Gábor (1990): *Bevezetés az információelméletbe*. BME jegyzet, Budapest
- Nemetz Tibor – Vajda István (1991): *Algoritmusos adatvédelem*. Akadémiai, Budapest
- Shannon, Claude Elwood (1948): The Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*. 27, 3, 379–423., 623–656. DOI: 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x • <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6773024> magyarul: Shannon Claude E. – Weaver, Warren (1986): *A kommunikáció matematikai elmélete. Az információelmélet születése és távlatai*. (ford. Füzeséri András) OMIKK, Budapest



² A megemlékezés eredeti közlése óta *Körner Jánost* és *Marion Katalint* is kitüntették Shannon-díjjal.

A MODERN KRIPTOGRÁFIA PARADIGMÁI

Vajda István

az MTA doktora, egyetemi tanár,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki
és Informatikai Kar Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
vajda@hit.bme.hu

Internetes vásárlás vagy banki ügyintézés során már mindenki futtatott kriptográfiai alapú algoritmust az internetes böngészőjét használva. Egészen biztosan mindenki hallott már rejtjelezésről (esetleg titkosítás néven irodalmi olvasmányokból), mindenki naponta használ jelszóalapú hitelesítési algoritmust, illetve akár a napi sajtó technikai rovataiban is olvashattat a digitális aláírásról.

A hétköznapiakban használt módszerek nagy része mögött tipikusan (sajnos) nem áll bizonyított garancia, biztonságukat a tervezők nagy gyakorlati tapasztalata garantálta. Ez azt jelenti, hogy a konstruált algoritmus (kriptográfiai primitív, illetve protokoll¹) analízise a tapasztalatok szerinti, lehetségesnek vélt támadási módszerek „listájával” szembeni, legtöbbször informális ellenőrzést jelenti. Az ún. *modern kriptográfia* formális matematikai modellben történő formális bizonyítást céloz meg. Innen származik ezen irányzat másik neve: *bizonyított biztonságú kriptográfia*. A

formális kezeléshez matematikai modellre van szükség. Ennek a modellnek tudnia kell formálisan leírni többek között azt, hogyan definiáljuk egy kriptográfiai algoritmus biztonságosságát, kapcsolatosan a támadó formális modelljét.

Hetven év Shannontól napjainkig

A bizonyított biztonság úttörője *Claude Shannon* volt. Hetven évvel ezelőtt formalizált, matematikai (információelméleti) modellt adott a szimmetrikus kulcsú rejtjelezés feladatára. Bebizonyította, hogy a *one time pad* rejtjelező tökéletes abban az értelemben, hogy rejtjelezett üzenethez hozzáférő, a kommunikációs csatornát lehallgató támadó zéró információhoz képes csak jutni, bármekkora számítási kapacitással is rendelkezik (de akkor is, ha a világ végezetéig próbálkozhatna a megoldással). Ez a rejtjelező roppant egyszerű, minden egyes továbbítandó üzenetbithez véletlenül sorsolt kulcsbitet adunk *modulo 2*, majd a távoli fél ugyanezt a műveletet végzi el a vett bittel, ahol feltétel, hogy azonos kulcsbiteket használjon a küldő és vevő fél.² A módszer hátránya pontosan ezen utóbbi

feltétel: ugyanis a véletlen kulcsbiteket az egyik fél generálja, és azt biztonságosan el kell juttatni a másik félhez, azaz valamiféle biztonságos csatornának kell léteznie a két fél között. Ha pedig van ilyen csatorna, akkor megkérdezhetnénk, hogy eleve miért nem azon továbbítjuk magát az üzenetet. Egy gyakorlati szcenárió, amely mellett mégiscsak értelmes a feladat, és kihasználható az említett tökéletesség tulajdonság, az, amikor időben szétválík a kulcsmegegyezés és a rejtjelezés feladat: például a két fél találkozik és kulcsot egyeztet, majd valamely későbbi időpontban ezen kulccsal rejtjelezett üzenetváltást végez. Vegyük észre azt is, hogy a kicserélt kulcsbitek számát nem haladhatja meg a rejtjelezetten küldendő üzenetbitek száma, ami nyilván korlátozza a biztonságosan küldhető üzenetbitek számát. Speciális feladatokban használható csak ez a megoldás, kommersziális tömeges feladatokra nem alkalmas.

Sokáig váratott magára, amíg a bizonyított biztonságú kriptográfiai primitívek következő generációja megszületett. Harmincöt év telt el Shannon úttörő munkáját követően (az 1980-as évek kezdetéig), amikor algoritmuselméleti (számítástudományi) alapon megszülettek az új matematikai modellek, amelyek alappillért az egyirányú függvény jelentette. Innen számítjuk a modern kriptográfia indulását. A dolog informális lényegét tekintve arról van szó, hogy Shannon számítási komplexitás korlát nélküli támadója helyett egy realisabb, csak számítási komplexitásában korlátozott támadó algoritmust futtatni képes ellenfelet tételezünk fel. Konkrétan, véletlen elemeket is felhasználható, az adott feladat biztonsági paramétere bitméretében polinomiális futási idejű (PPT – Probabilistic Polynomial Time), de egyébként tetszőleges támadó algoritmusról van szó.

Például a biztonsági paraméter megfelelően nagyra választott értéke mellett kizárjuk, hogy kimerítő keresést végezzen a támadó. A nevezett egyirányú függvény biztosítja (informális megfogalmazásban), hogy a támadó ne tudja megoldani azt a feladatot, hogy a függvény képtere egy tetszőleges eleméhez adjon illeszkedő ösképtérbeli elemet. Ha már van egyirányú függvényünk, akkor arra építkezve konstruálhatunk bizonyított biztonságú *álvéletlen* generátort, álvéletlen függvényt és álvéletlen permutációt, ahol az utóbbi a bizonyítható biztonságú szimmetrikus kulcsú blokk rejtjelező modellje. Itt az *álvéletlen* jelző azt jelenti, hogy a fentiekben említett korlátozott komplexitású algoritmussal vizsgálva az *input–output* viselkedést, az nem különböztethető meg a valódi véletlen algoritmusétól, például az álvéletlen generátor outputja az azonos bithosszúságú pénzfeldobás-sorozattól. A biztonság bizonyítások technikai módszere az algoritmikus redukció, indirekt bizonyításon belül: mindegyik konstrukció egy, a támadó számára feltételezetten „nehéz” feladatra épül, és azt bizonyítjuk be, hogy amennyiben a konstrukciónk támadható lenne, akkor a nehéz feladat is támadható lenne. Ilyen standard feladat például az egész szám faktorizáció vagy a diszkrét logaritmus számítása. A korszak legnevesebb képviselői között megemlíthetjük Andrew C. Yao, Leonid Levin, Oded Goldreich, Shafi Goldwasser, Silvio Micali, Michael Luby, Charles Rackoff és Phillip Rogaway nevét. Valamennyien a számítástudomány világhírű képviselői.

A harmadik hullám a 2000-es évekre és napjainkra tevődik. Az elődök munkájára épül, de alapvetően új megközelítést igényelt a kriptográfiai protokollok bizonyított biztonságú módszertana, az univerzális kompozíciós módszertan (UC – Universal Composability).

¹ A kriptográfiai primitív egy általánosan használt építőelem (például rejtjelező transzformáció vagy digitális aláírás), míg a kriptográfiai protokoll két vagy több résztvevő közti biztonságos párbeszéd valamely biztonsági feladat közös végrehajtására. A protokollok a primitíveket építőelemként használják.

² Modulo 2 a 2-vel való osztás maradéka.

ity Framework) (Pfitzman – Waidner, 2000; Canetti, 2000). Ez a ma ismert legerősebb garanciákat nyújtó technológia a kriptográfiai protokollok moduláris tervezésére és biztonsági analizisére. Ezen módszertan erős támadói környezet mellett kívánja garantálni az adott feladathoz tartozó ideális funkcionális realizálását. A szokásos informális analíziseken értelemszerűen túlmutat azzal, hogy bizonyított garanciát nyújt. Más bizonyításos módszertanokkal szemben pedig alapvetően abban, hogy tetszőleges konkurrens futtatási környezetben garantálja az adott protokollpéldány biztonságos szeparálását, immunitását az „ellenséges”, támadó által vezényelt interakciókkal szemben. És mindezt úgy garantálja, hogy ez egy UC-biztonságosnak bizonyított protokoll, moduláris elemként felhasználható tetszőleges más protokoll konstruálásánál, mondhatni ez egy biztonságos, algoritmikus „plug-in technika”. Ennek a máig is tartó hullámnak világhírű képviselői közül megemlíthjük Ran Canetti, Birgit Pfitzmann, Hugo Krawczyk, Yehuda Lindell, Boaz Barak és Ivan Damgaard nevét.

Hangsúlyozni kívánjuk, hogy a kriptográfia tudománya igen széles terület, és abban egy szelet a bizonyított biztonság témaköre. A kriptográfia teljességét tekintve jeles hazai képviselői közül megemlíthjük *Buttyán Levente* (protokoll konstrukciók), *Csirmaz László* (kombinatorika), *Ligeti Péter* (számítástudomány), *Nemetz Tibor* (információelmélet), *Pethő Attila* (elliptikus görbék) és *Szabó István* (matematikai statisztika) nevét.

E rövid történeti áttekintés után visszakanyarodunk a címben megjelölt témához. Meggyőződésünk, hogy a dolgok közepébe ugrással tudjuk ezt leghatékonyabban megtenni, ebből profitálhat legjobban az olvasó, és hogy egy távoli tudományterületet műve-

lő kutató is megérezze, melyek a modern kriptográfia mozgatórugói. E célból néhány alapprobléma lényegét mutatjuk be tömören és a formalizmus minimumon tartása mellett, amelyekre adott válaszok szorosan kapcsolódtak a nevezett tudományterület fejlődéséhez. A következő problémákat emeljük ki:

- Egyásban nem bízó két távoli fél képes-e megbízható közös számítást végezni egymástól eltitkolt (féltett) információkon, ahol a számítás mindkettőjük által megismerendő végeredménye függ a mindkét fél által birtokolt információtól?
- Lehet-e tetszőleges jövőbeli PPT támadó algoritmus ellen biztonsági garanciát nyújtani?
- Önmagában biztonságosnak minősített – különböző tervezőtől származó – két algoritmus kompozíciójának biztonsága garantálható-e?

A tengernyi fontos referencia közül, inkább csak szemelvényként néhányat emelünk ki, kiindulópontokat adva a mélyebben érdeklődő olvasónak. Nem szerénytelenség miatt szerepelnek a szerző saját, alapvetően alkalmazásorientált friss publikációi (Vajda, 2013a,b, 2014, 2015a,b) talán aránytalanul nagy számban e rövid referencialistán, csak némi jogosítvány kívánt felmutatni arra, hogy a taglalt témában itt megszólaljon.

Lehet-e egymástól titkolt információkon megbízható közös számítást végezni?

A modern (bizonyított biztonság igényű) kriptográfia kiinduló alapeladata a *biztonságos függvénykiszámítás* problémája volt (Goldreich et al., 1987; Goldreich, 2007; Yao, 1982).

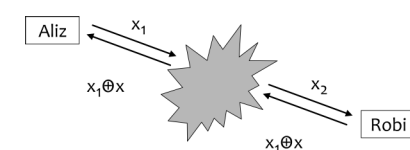
A feladat az, hogy távoli, egymással kommunikációs csatornákon kapcsolatban levő, egymásban meg nem bízó N résztvevő közösen kiszámítson egy $y = F(x_1, \dots, x_N)$ függvényt,

ahol kiindulásképp az i -edik résztvevő és csak ő ismeri az x_i inputot, $i = 1, \dots, N$. Ha a résztvevők támaszkodhatnak egy megbízható harmadik félre, akkor a feladat realizációja arra egyszerűsödne, hogy az egyes résztvevők a megbízható harmadik félnek biztonságos csatornán átadnák titkos információikat, majd a megbízható fél elvégezné a számítást, és a végeredményt kiosztaná a résztvevők között. Talán a legegyszerűbb ilyen függvény két bit XOR-ja,³ azaz $N = 2$, $y = x_1 \oplus x_2 \bmod 2$, $x_1, x_2 \in \{0, 1\}$ (1. ábra). Például két résztvevő közösen szeretne egy y véletlen bitet generálni, saját, független generálású x_1 , illetve x_2 véletlen bitjéből.

Tegyük fel, hogy nem támaszkodhatunk harmadik félre. Képzeljük el, hogy Aliz és Robi válnak, és pénzfeldobással, telefonon keresztül kommunikálva szeretnének dönteni közös vagyontárgyaik sorsáról XOR-alapon. Megállapodnak abban a szabályban, hogy ha $y = 1$ az eredmény, akkor Aliz, ellenkező esetben Robi a nyertes. Kicsit is belegondolva, a probléma az, hogy egyik résztvevő se közölheti a másik féllel elsőként a bitjét, mert akkor a másik hazudhat, hogy a végeredményt a saját javára fordítsa. Például, ha őszinte Aliz pénzfeldobásának eredménye 1, és ezt közli Robival, erre Robi azt hazudhatna válaszként, hogy az ő pénzfeldobásának eredménye is 1, így $y = 1 + 1 = 0 \pmod{2}$ okán Robi biztossá tehetné a győzelmét (ami becsületesége esetén csak 0,5 valószínűségű lehetne).

A feladat bizonyított biztonsággal megoldható. Manuel Blum protokollja az egyik indító alapcikke a modern kriptográfiának (Blum, 1981). A dolog lényegét tekintve, Blum

³ Az XOR „kizáró vagy” logikai művelet, amelyik nem engedi meg, hogy a két állítás logikai értéke egyszerre igaz legyen.



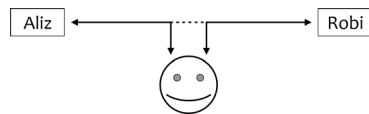
1. ábra • Két bit XOR-jának kiszámítása megbízható harmadik fél esetén

bevezetett egy érdekes részfeladatot, az ún. bitelkötelezés feladatot. Ez azt jelenti a fenti példánkban, hogy Aliz elküld egy bitsorozatot Robinak, amivel elkötelezi magát x_1 bitje mellett anélkül, hogy Robi ebből megtudhatná a kérdéses bitet. Ezután Robi elküldheti nyíltan x_2 bitjét Aliznak, s legvégre Aliz „kinyitja” az elkötelezés információt, anélkül, hogy csalhathatna x_1 értéke felől, s ezzel Robi is megismeri az x_1 bitet. Az eredeti biztonságos XOR-számítás feladatra redukáltuk, amely utóbbira azóta ismerünk biztonságos realizációkat.

Biztonsági garancia tetszőleges jövőbeli támadással szemben?

Ahogy fentebb említettük, a Shannon által analizált one time pad rejtjelező tökéletes védelmet biztosít olyan támadóval szemben, amely lehallgatva a kommunikációs csatornát, olvashatja a rejtjelezett biteket. Ezen feltétel mellett a tökéletes védelem tetszőleges jövőbeli támadó algoritmusával szemben is fennáll. Azonban napjaink hálózati támadója összehasonlíthatatlanul erősebb, mint az egyszerű passzív (lehallgató) típusú támadó.

A támadó a résztvevők közti minden egyes kommunikációs csatornán jelen lehet (MIM – Man-In-the-Middle támadó), lehallgathatja, időlegesen tárolhatja, késleltetheti, aktívan módosíthatja a csatornán haladó valamennyi üzenetet (2. ábra).



2. ábra • Man-in-the-Middle támadó

Támadás azonban nemcsak a kommunikációs csatornát érheti, hanem a résztvevők azon eszközeit (például számítógépét) is, amelyen a biztonsági algoritmusokat (kriptográfiai protokollokat) futtatják. A legerősebb ilyen, ún. korrumpáló támadó a bizánci típusú dinamikus támadó, amely kriptográfiai protokoll futásának bármely pontján dönthet valamely résztvevő (gépe) korrumpálására, és annak eredményeképpen annak pillanatnyi belső állapotát (például titkos kulcsait) megtudhatja, és a korrumpált résztvevő vonatkozásban a protokolltól eltérő tetszőleges algoritmust futtatva vehet részt a protokoll hátralevő lépéseinek végrehajtásában. Ezenfelül a támadó tetszőleges számú protokollpéldányt futtathat a hálózaton a támadásra célba vett protokollpéldánnyal egy időben ugyanabból vagy tetszőleges más, akár ártó szándékú protokollból választva a támadó példányokat.

Lehetséges-e ilyen képességű PPT-támadó esetén bizonyított garanciát adni tetszőleges jövőbeli támadási algoritmus mellett?

Fentebb említettük, hogy biztonsági bizonyításaink nem klasszikus matematikai bizonyítások, hanem algoritmikus redukciók, ahol általánosan elfogadott feltételezésekkel élünk abban a vonatkozásban, hogy léteznek PPT-támadó számára nem végrehajtható számítási feladatok. Ennek megfelelően, amennyiben ezen feltételezések érvényben maradnak a jövőben is, akkor fennállnak a kért jövőbeli garanciák. Példaként itt a kvantumszámítógéppel történő támadás jövőbeli lehetőségére utalok, amely ha való-

ban konkrét veszéllyé válik, az több, jelenleg még nehéznek sejtett feladatot könnyen megoldhatóvá tenne, és végveszélybe sodorná számos, ma használatban lévő kriptográfiai protokollunkat (ilyen feladatok az egész szám faktorizáció, illetve a diszkrét hatványozás).

Részfeladatokra bontás és moduláris építkezés

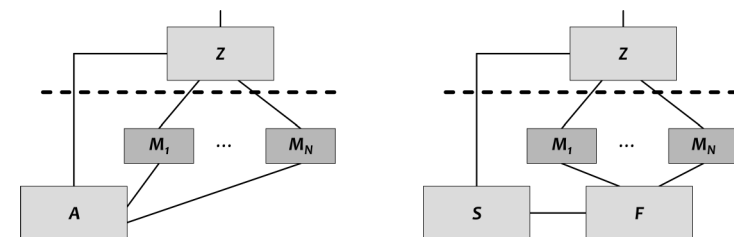
Minél nagyobb méretű egy protokoll (például a protokoll lépéseinek számában), annál nagyobb feladat biztonságának formális bizonyítása. Ezért törekedni kell a részfeladatokra bontásra, azok önálló analizésére. Azt szeretnénk, hogy önmagukban biztonságosnak minősített elemekből építkezve a kompozíció eredménye is biztonságos maradjon. A modulokból összeálló kompozíció lehet alapvetően soros, párhuzamos vagy – általánosan – ezek keveréke. Például klasszikus soros kompozíció a biztonságos csatornát realizáló protokoll esetére a következő: partnerazonosítás → kapcsolatkulcs-csere → rejtjelezett üzenetcsere. Egy másik tipikus példa, amikor egy főprogram szubrutinjaként fut egy modul, jellemzően egy kriptográfiai primitív (például rejtjelező algoritmus, digitális aláíró algoritmus), amelyhez a futás során többször fordul a résztvevő.

Ennek megfelelően fontos igény és tervezési szempont a modularitás. A megközelítés analóg a programtervezésben megszokott modularitással, ahol az egyes modulok programozói interfészének definiálása a kiindulópont, mert ha ez már megvan, ettől kezdve akár független programozók is fejleszthetik a modul tartalmát, ugyanis az egymáshoz való végső csatlakoztatásuk problémamentes lesz. A kriptográfiai modulok interfésze kapcsán kerül elő két alapvető paradigma: az *algoritmikus megkülönböztethetlenség*, valamint a *szimulációs paradigma*.

Az első izgalmas megállapítás az, hogy akár két „durván” különböző eloszlású valószínűségi változó is lehet megkülönböztethetetlen tetszőleges PPT megkülönböztető algoritmus számára. Analóggként képzeljünk el két, apró részleteiben különböző képet, amelyeket távolról nézünk, és nem tudjuk az adott távolságból (a kapcsolatosan adódó „felbontásban”) megkülönböztetni. Az algoritmikus feladatban a felbontás finomságának analógja a megkülönböztetést végző algoritmus komplexitás-korlátja. Konkrét példaként az álvéletlen generátort tekintjük: létezik álvéletlen generátor (PRG), amely egy polinomiális futási idejű determinisztikus algoritmus, és amely egy n bites (valódi) véletlen bináris sorozat inputot (magot) $p(n)$ hosszúságú álvéletlen sorozatra nyújt ki tetszőleges p polinom esetén (Blum – Micali, 1984). Például tekintsünk egy kétszeresen hosszönvelő PRG-t, azaz ahol $p(n)=2n$. Ekkor a pénzfeldobással sorsolt $2n$ hosszú bináris X sorozat algoritmikusan megkülönböztethetetlen lesz a PRG által generált Y $2n$ bites álvéletlen sorozattól. Vegyük észre, hogy az utóbbi az összes $2n$ bites sorozatok 2^{2n} elemszámú halmazának csak egy elenyésző 2^n méretű részhalmazából veszi értékeit (amennyit n bites maggal generálni tudhatunk). Ugyanakkor ezen X és Y változók valószínűségi eloszlásának (statisztikai) távolsága közel maximális ($1-2^{-n}$), azaz az eloszlások teljesen eltérők.

Ha azonos feladat végrehajtására tervezett két kriptográfiai modul az interfészén keresztül vizsgálva egymástól algoritmikusan megkülönböztethetetlennek bizonyul, akkor azokat ekvivalensen felhasználhatónak tekintjük. Az „etalon”, amelytől valamennyi, adott feladatra tervezett biztonságos megvalósításának algoritmikusan megkülönböztethetetlennek kell lennie, az az adott feladat ideálisan biztonságos protokollja. Az ideális protokollban valamennyi résztvevő egy megbízható harmadik félen, az ún. ideális funkcionalitás-on keresztül kommunikál (az 1. ábrán láttunk erre példát). Az egyes megvalósításoknak tehát ezt az ideálisan biztonságos protokollt kell emulálniuk, olyan módon, hogy a kétféle végrehajtás (az ideális, illetve a valós) ne legyen algoritmikusan megkülönböztethető. Így jutottunk el az algoritmikus megkülönböztethetlenségen alapuló szimulációs paradigmához: azt tekintjük biztonságosnak, ami az ideálistól algoritmikusan megkülönböztethetetlen. Egy picit formalizáltabb bemutatáshoz tekintsük a 3. ábrát, ahol a valós és az ideális rendszer sémája látható.

A komponensek a következők: futtató környezet (Z), a protokoll résztvevői ($M_1, \dots, M_N$), a támadó (A , illetve S , a valós, illetve ideális rendszerben) valamint az ideális funkcionalitás (F). Az összeköttetések a kommunikációs kapcsolatokat jelzik. A 3. ábra szaggatott vonala az az interfész, amelyen keresztül



3. ábra • A valós és ideális rendszer: a biztonság szimulációs definíciója

Z futtató környezet látja az alatta futó rendszert (valóst vagy ideálisat), tehát Z a résztvevők outputját, valamint a támadó „közléseit” figyeli. A valós rendszerben láthatjuk a MIM-támadót, azaz a résztvevők közti minden kommunikáció rajta keresztül fut. Az ideális rendszer magja az F ideális funkcionalitás, a támadó csak ennek kontrollján keresztül interferálhat az ideális protokoll futásával. Ezek után a konstruált protokoll biztonságossága azt követeli, hogy Z környezet ne tudja megkülönböztetni, hogy az ideális vagy a valós rendszer fut-e alatta. Kissé formalizáltabban:

Pénzfeldobással sorsoljuk ki, hogy a valós vagy az ideális rendszert futtatjuk-e, amely sorsolás eredményéről Z nem tud. Ezután Z környezet kezdje futtatni a kisorsolt rendszert (a protokoll szerinti inputot adva résztvevőknek, illetve a támadónak is adhat induló információt, például a protokoll múltbeli futtatásaiból származó elemeket). Ekkor, ha tetszőleges valós támadó algoritmushoz (A) létezik olyan ideális támadó algoritmus (S szimulátor), hogy semmilyen Z algoritmus nem tudja megkülönböztetni, hogy melyik rendszert futtatja, a realizációt biztonságosnak tekintjük. Az így definiált biztonságosság mögötti intuíció az, hogy a valós támadó minden támadási „sikere” megkülönböztethetetlenül előállítható az ideális rendszerben is, márpedig ezen utóbbi rendszerben az ideális funkcionalitás definíciója szerint nem lehet sikeres.

A biztonság bizonyítás nem más, mint az S szimulátor algoritmusának a definiálása és annak megmutatása, hogy az sikeresen lefut, azaz bármit is próbál ügyeskedni a valós támadó, azt S utánozni képes az ideális rendszerben. Következésképpen, a kriptográfia ezen területén az alkalmazás feladatok is tétel-bizonyítás alapúak.

Sejthető, hogy az erős támadhatatlansági garanciák, amelyeket az univerzális komponálhatóság is nyújt, nincsenek „ingyen”. A mindennapi racionalitás, hogy ami nagyon jó, általában drága is. Az UC-biztonságosság erős garanciái sincsenek ingyen, ahol a költséget a megnövekedett számítási komplexitás jelenti. Jelenleg még lassúak a kapcsolatos realizációk. Ne felejtjük el, hogy egy gyakorlati feladatnál egy realizáció kapcsán mérlegre kell tenni a garanciák ereje mellett a futási sebességet is. Ezért áll elő ma még legtöbbször a helyzet, hogy egy alkalmazás „eladhatóságának” hatékonyságkényszere kompromisszumra kényszeríti a tervezőt, és végül is az informális igazolási háttérű, de elegendő sebességű realizációt választja, elfogadható kis valószínűségű kockázatnak tekintve azt, hogy esetleg mégiscsak megtöreszre kerül a konstrukció. Éppen ezért, a bizonyítási tervezési módszertanok (így az UC-módszertan) számára az egyik legfontosabb kutatási irány az algoritmikus komplexitás csökkentése (lásd például Lindell, 2011).

Végül is, konkrétan mi az oka a bizonyított biztonságú kriptográfiai elemek (primitívek, protokollok) nagy algoritmikus komplexitásának? A probléma gyökere ott van, hogy a kapcsolatos egyirányú függvényeink még az inputról outputra történő számítás algoritmikus komplexitási osztálya szerint hatékony (PPT) végrehajtása is sok számítás igényel a biztonságosnak tekintett dimenziók mellett. Nem csoda, hogy ez az a pont, amelyen keresztül a kutatók a konstrukciók komplexitásából szeretnének lefaragni. Analóg komplexitáscsökkentés (sebességnövelés) volt a mozgatórugó az elliptikus görbék segítségével generálható algebrai struktúrákra épített kriptográfiai primitíveknél jó egy évtizeddel ezelőtt. Megjelennek nem standard, újabb

keletű, nehéznek vélt feladatokra épített konstrukciók, amelyek jól hangzó komplexitásjavulást hirdetnek, ugyanakkor óvatosságra kell lennünk, mivel még nem eléggé analízáltak a kapcsolatos nehézségfeltételezések. Hétköznapi analógiával élve, a „fürgő páncélozott autó” nehezen megvalósítható. Egy lehetséges természetes kompromisszum jelenleg ott jöhet létre, hogy erős, de költséges megoldásokat elsősorban ott alkalmazzunk, ahol valóban nagy a kockázatot „érték”, és az nem a gyors, tömeges biztonsági szolgáltatások kategóriája. Nos, ha ez a helyzet, mi a gyakorlati jelentősége (haszna) jelenleg a bizonyított biztonságú konstrukcióknak, például az UC-módszertannak?

Általános alapvetésként az, hogy lehetséges biztonság garanciát adni igen erős támadói környezetben, anélkül, hogy bármilyen konkrét feltételezéssel élnénk a támadó PPT-algoritmus vonatkozásában. További sajátos és izgalmas ereje a módszertannak, hogy ebben realizálhatósági (egzisztencia), valamint nemrealizálhatósági tételek is bizonyíthatók tetszőleges kriptográfiai feladatra vonatkozó általánossággal. Egy nemrealizálhatósági tétel tipikus állítása arra vonatkozik, hogy bizonyos feltételek hiányában garantált biztonság-igénnyel nem realizálhatunk kriptográfiai feladatokat. Ilyen feltétel lehet például egy harmadik megbízható fél elérhetősége (például publikus kulcsú infrastruktúra – PKI) vagy a protokoll résztvevői közti előzetes egyeztetés szükségessége. Maga a módszertan

egy tervezési útmutató. Pragmatikus példaként tegyük fel, hogy megtervezzünk egy protokollt bizonyított garanciákkal, azonban egy bizonyítás szerint alkalmazandó kriptográfiai primitív (például egy rejtjelező transzformáció) túl lassú, s ezt a primitívet helyettesítjük a „világon” legbiztonságosabbnak tartott, gyors, de *ad hoc* tervezésű (azaz nem bizonyított) primitívvvel. Ekkor ugyan nem hivatkozhatunk a biztonság bizonyításunkra, de azt várhatjuk, hogy amíg a gyors primitív tartja a biztonsági tulajdonságait, a teljes protokollunk is biztonságos lesz. A gyakorlati hasznok közé sorolhatjuk egy felmerülő kriptográfiai feladat ideális funkcionalitás alapú definiálását, amelyre a módszertan számos példát ad. Helyszűke miatt nem taglalunk további gyakorlati előnyöket.

Reményeink szerint sikerült átadni az olvasónak valamennyi maradandót abból az izgalmas világból, amelyet modern kriptográfiának hívnak. Ez a terület az egyik legszebb példája annak, amikor addig külön fejlődő tudományterületek szintézise gyors fejlődést, mélyebbre hatolást hoz. A modern kriptográfia a klasszikus információelméleti/algebrai megközelítésekkel sikeresen ötvözi a számítástudomány korszerű módszereit.

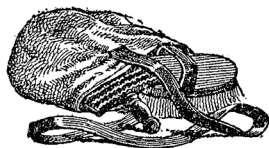
Kulcsszavak: *bizonyított biztonság, protokoll-analízis, algoritmikus megkülönböztethetlenség, szimulációs paradigma, univerzális komponálás*

IRODALOM

Blum, Manuel (1981): Coin Flipping by Telephone. *CRYPTO*. 1981, 11–15. • <http://tinyurl.com/z06zhbn>
Blum, Manuel - Micali, Silvio (1984): How to Generate Cryptographically Strong Pseudo-random Bits. *SIAM Journal of Computing*. 13, 4, 850–863. • <http://tinyurl.com/gwzewcp>

Canetti, Ran (2000): *Universally Composable Security: A New Paradigm for Cryptographic Protocols*. Cryptology ePrint Archive: Report 2000/067 • <https://eprint.iacr.org/2000/067.pdf>
Goldreich, Oded (2007): *Foundations of Cryptography*. Vol. 1–2. Cambridge University Press, Cambridge

- Vol 1: • <http://tinyurl.com/zb8gff2>, Vol 2: • <http://tinyurl.com/z8ksx83>
- Goldreich, Oded – Micali, S. – Wigderson, A. (1987): How to Play ANY Mental Game. In: *Proceedings of the 19th Annual ACM Conference on Theory of Computing*. ACM Press, 218–229. • <http://tinyurl.com/j9ro7uy>
- Lindell, Yehuda (2011): Highly-Efficient Universally-Composable Commitments Based on the DDH Assumption. *EUROCRYPT 2011* • <https://eprint.iacr.org/2011/180.pdf>
- Pfitzmann, Birgit – Waidner, Michael (2000): Composition and Integrity Preservation of Secure Reactive Systems. In: *Proceedings of the 7th Conference on Computer and Communication Security of the ACM*. 245–254.
- Vajda István (2013a): A Universal Composability Framework for Anonymous Communications. *Journal of Computer and Communications Security*. 3, 3, 33–44.
- Vajda István (2013b): Provably Secure On-demand Routing Protocols. *Pioneer Journal of Computer Science and Engineering Technology*, 6, 1–2, 19–39.
- Vajda István (2014): A Proof Technique for Security Assessment of On-demand Ad Hoc Routing Protocols. *International Journal of Security and Networks*, 9, 1, 12–19. DOI: 10.1504/IJSN.2014.059329
- Vajda István (2015a): Can Universally Composable Cryptographic Protocols Be Practical? *International Journal of Computer Network and Information Security*. 7, 10, 1–12. DOI: 10.5815/ijcnis.2015.10.03
- Vajda István (2015b): On the Analysis of Time Aware Protocols in Universally Composable Framework. *International Journal of Information Security*. 14, 4, 1–10. DOI: 10.1007/s10207-015-0300-2
- Yao, Andrew C. (1982): Protocols for Secure Computations. In: *Proceedings of the 23rd Annual Symposium on Foundations of Computer*. IEEE Computer Society Washington, 160–164. DOI: 10.1109/SFCS.1982.88 • <http://research.cs.wisc.edu/areas/sec/ya01982-ocr.pdf>



GONDOLATOK EGY „PRAGMATIKUS INFORMÁCIÓELMÉLETRŐL”

Dömölki Bálint

a matematikai tudományok kandidátusa
bdomolki@gmail.com

Jelen cikkben kísérletet teszünk arra, hogy a modern társadalomban egyre fontosabb szerepet játszó *információ* fogalmának különböző aspektusait absztrakt szinten vizsgáljuk, különös tekintettel az információ minőségének formális eszközökkel való meghatározására, illetve ellenőrzésére. Áttekintjük az információ felhasználásának néhány fontosabb speciális területét az ott előforduló fogalmak egységes modell szerinti tárgyalása céljából, és megvizsgáljuk az egységes modell alkalmazásának lehetőségét a gyakorlatban előforduló néhány területen.

Problémafelvetés

A száz éve született *Claude Shannon* információelméletének lényeges vonása, hogy az információ fogalmát nem önmagában, hanem a *felhasználásán keresztül* vizsgálja. A legfontosabb felhasználás (akkor) az információ átvitele, kommunikálása volt, és ehhez határozta meg Shannon az információ *mennyiségének* fogalmát.

Életmódunk információfüggőségének növekedése, valamint az információfeldolgozás eszközeinek fejlődése vezetett ahhoz, amit ma *információs társadalomnak* nevezünk, ahol az információt különböző, az egyszerű átvitelnél lényegesen *összetettebb* módokon használjuk és hasznosítjuk, és ezáltal az a tár-

sadalmi-gazdasági élet meghatározó tényezőjévé válik. Ez indokolja az információ elméletének az információ *különböző célú* felhasználásaira épülő továbbfejlesztését.

Olyan információelméletre van tehát szükség, amely figyelembe veszi az információ *tartalmát* is, valamint azt, hogy az információ milyen körülmények között születik és hasznosul. Ez is megvalósítható Shannon kétszereplős modelljével (*küldő és fogadó*), csak itt azt is figyelembe kell venni, hogy mind-egyiküknek van valamilyen „világképe” (fogalomrendszer + tudáskészlet), amelyek természetes módon különböz(het)nek egymástól. Továbbá, a dolog úgy működik, hogy

– a *küldőnek* van valamilyen – a saját világképében értelmezett – *szándéka*, amelyet az információ elküldésével el akar érni, és

– a *fogadó* a kapott információt a saját világképe szerint „megérti”, és ennek hatására változtat valamit a „világ”-on, ami az információ *hatásának* tekintendő.

(Megjegyezzük, hogy a szereplők világképének explicit módon való figyelembevétele annak érdekében is szükséges lehet, hogy a modell kezelni tudja azokat a – modern világunkban egyre gyakrabban előforduló – eseteket, amikor a *küldő* vagy a *fogadó* nem természetes személy, hanem például: számítógépes program, robot stb.)

Az információ *megfelelőségét* az határozza meg, hogy ez a *hatás* mennyire felel meg a *küldő* eredeti *szándékának*, valamint az, hogy a kapott információ „megértése” a *fogadónál* mennyi erőforrást igényel. Ezt nevezhetjük az *információ minőségének*. Fontos megjegyezni, hogy az információ valóságtartalma (validitása) a minőségnek csak az egyik összetevője, és a minőség legtöbb tulajdonsága vizsgálható a valóságtartalomtól elvonatkoztatva is – ez az, amivel a továbbiakban elsősorban foglalkozni fogunk.

A fentiek illusztrálására bemutatunk néhány tipikus „minőségrontó hibajelenséget”, amelyekkel gyakran találkozhatunk a mindennapi életben, különböző szövegek olvasásakor vagy az interneten való böngészés során:

1. A *fogadó* számára ismeretlen „nyelv”, zsargon használata • Gyakran előfordul, hogy a laikus olvasónak szánt (például: jogi, pénzügyi, technikai stb.) szövegek tele vannak az adott szakterületen használt szakkifejezésekkel, fogalmakkal. Rosszul honosított programok esetében angol nyelvű üzenetek, hibajelzések is kerülhetnek a felhasználó szeme elé.
2. Nem megfelelően definiált fogalmak használata • Egyes felhasznált fogalmak a *fogadó* által eleve ismertnek vannak feltételezve, vagy bevezetésük és definíciójuk csak a felhasználást követően történik meg. Megfelelő „előrehivatkozások” javíthatnak a helyzeten, túlzott használatuk azonban az áttekinthetőséget ronthatja. Az is zavaró lehet, ha ugyanaz a fogalom többféle módon van definiálva, illetve, ha ugyanaz a szó többféle fogalmat jelenthet.
3. Hivatkozás nem létező dolgokra (ábrára, szövegre, korábban el(nem)mondottakra stb.) • Szövegekben gyakran előforduló hiba, de a mindennapi életben is találkoz-

hatunk hiányzó útmutatótáblákra való hivatkozásokkal, vagy weblapok esetében a „semmibe mutató” linkekkel.

4. A keletkezési időpont megjelölésének elmulasztása • Tipikus példája az ajtókon látható „Rögtön jövök” tábla, amiről nem lehet tudni, hogy öt perce vagy öt órája tették-e ki. Weblapokról is gyakran hiányzik az „időbélyegző”, aminek következtében kétséggé válik az ott közölt információ aktualitása.
5. Hivatkozás a *fogadó* számára ismeretlen (vagy nem szükségképpen ismert) körülményre • Például egyes orvosi rendelési idők aszerint különböznek, hogy páros vagy páratlan hétről van-e szó. Pedig az adott hét sorszáma nem tartozik a minden állampolgár által közkeletűen ismertnek feltételezhető adatok közé.
6. Rövidítések túlzott használata • A betűszavas rövidítések első előfordulásukkor való kifejtése a szövegek írásának általánosan elfogadott – bár gyakorta be nem tartott – illemszabályai közé tartozik. Főként technikai szövegek helytakarékos magyarázatánál sokszor találkozunk a szavak megcsonkításával keletkező rövidítésekkel is, ahol például a „vez. n. hál.” jelsorozatról a laikus olvasó még a kontextus ismeretében is nehezen ismeri fel, hogy „vezeték nélküli hálózat”-ról van szó.
7. Belső ellentmondások a szövegben • A szöveg egyik részében lévő állításokra más részek nyilvánvalóan rácafolnak, ami gyakran a számnevek használatával áll kapcsolatban. Közismert példa „A négy evangélista a következő három: Lukács és Márk” mondat, amelynek hibás volta bibliaismeret nélkül is megállapítható.
8. Túlzott részletezés • Felsorolásoknál gyakran a „teljesség kedvéért” az adott szituá-

cióban nagyon ritkán előforduló esetekkel is találkozunk, ahelyett, hogy elsősorban a leggyakoribbak lennének választási lehetőségként felkínálva (például a világ országai vagy nyelvek kiválasztása az angol összes nyelvjárásait is tartalmazó listából).

9. Felesleges pontosság • A jelenség látványos példájával találkozhatunk azokon a plakátokon, ahol valamely beruházás EU-támogatási összegét közlik, a néhány milliárdos összeget forint (esetleg még fillér!) pontossággal részletezve. (A groteszk megoldásnak nyilván jogszabályi okai vannak.) De például élelmiszerek esetében is találkozhatunk az összetételei adatoknak a laikus vásárló számára érdektelen számú tizedes jeggyel való megadásával.

A lista folytatható, a jelenségek közös tulajdonsága az, hogy a hiba felismeréséhez nincs szükségünk arra, hogy ismeretekkel rendelkezünk az érintett információ témájáról, elegendő a formális kritériumok vizsgálatára szorítkoznunk. Egyeseknél (például 3., 7.) elegendő csak a szöveget önmagában vizsgálni (ezek akár szemantikai hibának is tekinthetők), a hibát azonban legtöbbször a szöveg és a kontextus között fennálló valamilyen ellentmondás okozza, különös tekintettel arra a jelenségre, amikor a szövegben a *küldő* világképe és prioritásai dominálnak, háttérbe szorítva a *fogadó* számára fontos elemeket.

A hibajelenségek listájának „megfordításával” összeállíthatók annak a kritériumai, hogy egy információt mikor nevezünk „*jól formáltnak*” egy adott *felhasználási szituáció* (küldő és fogadó, a világképükkel együtt) szempontjából. Ez tekinthető olyan „helyesírási szabályok” gyűjteményének is, amelyek segítségével egy szöveg (vagy akár egy más formában megjelenő információ) minősége *formális eszközökkel* vizsgálható, az érdemi tartalom

figyelembevétele nélkül, hasonlóan ahhoz, ahogyan egy mondat szintaktikus helyességét a szemantika bevonása nélkül lehet vizsgálni.

Egy ilyen jellegű kritériumrendszer példájának tekinthetők a *pragmatikában* H. Paul Grice „maximái” (Grice, 1989), a társalgási szituációban előforduló információk „jóságára” vonatkozóan:

Relevancia: *Ami mondasz, az legyen releváns, a tárgyhoz tartozó információ.*

Mennyiség: *Ne mondj se többet, se kevesebbet, mint amennyit elvárnak.*

Minőség: *Ami mondasz, annak higgy az igazságában, legyen rá elegendő bizonyítékokod.*

Mód: *Kerüld a homályosságot, a kétértelműséget, ne legyél körülményes, mondanivalód legyen rendezett.*

Célunk az, hogy hasonló célú, de formális eszközökkel jobban ellenőrizhető kritériumrendszereket dolgozzunk ki, amelyek – a társalgáson kívül – az információ felhasználásának a modern életben előforduló egyéb szituációira is alkalmazhatók.

Ha a jól formáltságon túlmenően azt is akarjuk vizsgálni, hogy „mennyire megfelelő” valamely információ, akkor a felhasználói szituáció mellett figyelembe kell vennünk az adott információközlés *rendeltetését* is. Ezt valahogy úgy lehet formálisan definiálni, mint azoknak a cselekvéseknek az eredményét, amelyeket az információ vételének eredményeképpen a *fogadó* elvégez, és ennek következtében az őt körülvevő „világban” valamilyen változások történnek. Meg kell azonban különböztetnünk a

- *szándékolt rendeltetést*, azaz a „világban” bekövetkező azon változások leírását, ame-

lyeknek a *küldő* szándéka szerint a *fogadó* által elvégzendő cselekvések eredményeképpen be kell következniük, valamint a

- *megvalósuló rendeltetés*, azaz a „világban” bekövetkező azon változások leírását, amelyek a *fogadó* által az információ vétele és megértése után elvégzett cselekvések eredményeképpen ténylegesen bekövetkeznek.

Az információ minőségét – az adott felhasználói szituáció szempontjából – az határozza meg, hogy a megvalósuló rendeltetés milyen mértékben tér el a szándékolttól. Itt figyelembe kell venni, hogy a gyakorlatban előforduló esetek többségében ugyanazon információ több *fogadó* számára van elküldve. Ilyenkor a „megvalósuló rendeltetés” meghatározásánál valamiféle „átlagosan elvárható” *fogadói* cselekvéseket kell tekinteni, amelyeket egy olyan minimális világkép határoz meg, amelynek meglétét valamennyi *fogadónál* feltételezzük. Ugyanakkor itt csak azokkal az eltérésekkel foglalkozunk, amelyek a kapott információnak a *fogadó* által történő hiányos megértéséből származnak, figyelmen kívül hagyva az esetleges egyéb okokból (például: lehetetlen kívánságok, objektív akadályok, rosszindulat stb.) származó eltéréseket.

A megvalósuló rendeltetésnek a szándékolttól való fentiek szerinti távolsága mellett az információ minőségét befolyásolja még az is, hogy az információ *megértése* a *fogadó* részéről mennyi *erőfeszítést* igényelt. (Erre valami olyasféle mérőszámot lehetne meghatározni, amely megmondja, hogy a *fogadó* világképében rendelkezésre álló tudás alapján hány következtetési lépésben lehet eljutni a kapott információnak az adott világkép fogalmaiban való értelmezéséhez.)

Ezeknek a fogalmaknak a – fentieknél lényegesen pontosabb – definiálása után juthatunk el az *információminőség* fogalmának

meghatározásához, ahol az – itt nem tárgyalt – validitás szempontjai is szerephez juthatnak.

Elméleti megalapozás

A fenti „gyakorlatias” megfontolásokat az információ (pontosabban az információközlés) olyan absztrakt modelljével kell elméletileg megalapozni, amely mindezeket a szempontokat figyelembe veszi. Ennek alapjául egy „naivan” értelmezett *univerzumfogalom* szolgál, amely a fogalmak egy listájából és a fogalmak között fennálló összefüggések halmazából áll. Ez meghatározza a „világoknak” azt az összességét, amelyben a felsorolt fogalmak előfordulnak, és közöttük fennáll a halmazba tartozó valamennyi összefüggés.¹

A matematika és számítástudomány különböző diszciplínáiban (például: modell-elmélet, cselekvési és multimodális, valamint dinamikus logikák, tudásreprezentáció, ontológiaelmélet stb.) ennek a fogalomnak különböző pontosított meghatározásaival találkozhatunk. Ezekben az alapfogalmak mellett kidolgozásra kerültek az adott „univerzum” különböző foglaimnak és jelenségeinek leírására szolgáló *nyelvek* és az igaznak feltételezett összefüggésekből további állítások levezetésére alkalmas *következtetési szabályok* is.

Az alábbiakban kifejtendő – és a naiv univerzum fogalomra épülő – „metaelmélet” minden konkrét alkalmazásához a fent említett konkrét univerzumfogalmak valamelyikét kell majd kiválasztani, felhasználva az ott definiált nyelvek és következtetési szabályok teljes eszköztárát.

¹ Egzakt definíció adható az Andrka Hajnal, Németi István és Sain Ildikó (2001) által használt fogalmak segítségével, ahol egy „Institution”-hoz tartozó „elméleteket” nevezhetjük univerzumnak, és a közöttük lévő kapcsolatokat az elméletek közti interpretációkként (elméletmorfizmus) definiálhatjuk.

Egy ilyen metaelmélet segítségével a problémafelvetés során előkerült fogalmak az alábbiak szerint definiálhatók:

Felhasználási szituáció

- Egyrészt egy „*alapuniverzum*”, annak behatárolására, hogy az adott információközlés vizsgálatánál milyen fogalmakkal foglalkozunk (és milyenekkel nem), és ezekről a fogalmakról milyen tulajdonságokat, összefüggéseket tételezünk fel,
- másrészt ennek két részhalmaza:
 - az egyik a „*küldői részuniverzum*”, ami azokat a fogalmakat és összefüggéseiket tartalmazza, amelyeket a *küldő* ismer,
 - a másik a „*fogadói részuniverzum*”, ami azokat a fogalmakat és összefüggéseiket tartalmazza, amelyek ismeretét a *fogadó(k)*ról feltételezzük (több *fogadó* esetén a feltételezett ismereteik legnagyobb közös része).

Szándékolt rendeltetés (egy adott felhasználói szituáción belül)

Annak a változásnak a leírása a *küldői részuniverzum* fogalmaival, amelynek az *alapuniverzumban* az elküldött információ hatására a *küldő* szándéka szerint be kell következnie.

Megvalósuló rendeltetés

Annak a változásnak a leírása a *fogadói részuniverzum* fogalmaival, amely az *alapuniverzumban* az elküldött információ hatására ténylegesen bekövetkezik.

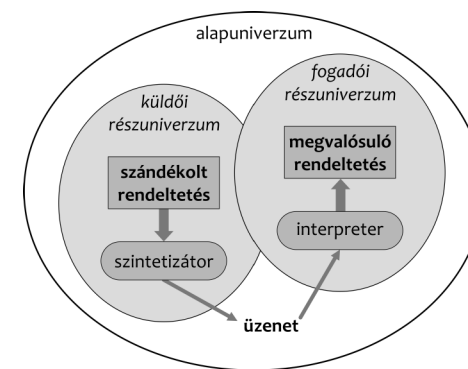
Azt az eszközrendszert, amelynek segítségével ezeknek a változásoknak a leírásai készülnek, *fogalmi nyelvnek* nevezzük.

Az információ közlésének modellje úgy írható le, hogy

- a *küldői részuniverzumban* belül létezik egy olyan (szöveg)*szintetizáló függvény* (vagy algoritmus, eljárás...), amely a *szándékolt rendeltetés*ből előállítja az *üzenetet*, azaz

egy „szöveget” azon a „*kommunikációs nyelven*”, amelyen az információátadás történik. (Az idézőjelek arra utalnak, hogy itt nemcsak karaktersorozatokról álló szövegeket tartalmazó nyelvekről lehet szó).

- a *fogadói részuniverzumban* belül létezik egy olyan *interpretáló függvény* (vagy algoritmus, eljárás...), amely a *kommunikációs nyelven* írt szintetizált szövegből előállítja annak a változásnak a *fogalmi nyelv* segítségével történő leírását, amelyet *megvalósuló rendeltetésnek* fogunk tekinteni.



1. ábra

A fenti definíciók következtében vizsgálatunkból szándékosan kizárunk a gyakorlatban sokszor előfordulható két jelenséget:

1. Feltételezzük, hogy a szintetizálás eredményeképpen kapott szöveg változatlanul kerül interpretálásra, azaz eltekintünk az információátvitel során történő esetleges torzulás figyelembevételétől;
2. Feltételezzük, hogy az interpretálás eredményeként meghatározott változást a *fogadó* ténylegesen meg is valósítja, azaz eltekintünk a változás végrehajtását esetleg megghiúsító objektív vagy szubjektív akadályok figyelembevételétől.

A modell teljességéhez foglalkozni kell még a *változás* fogalmának pontosításával. A változás két fontos fajtája:

- **fizikai változás** – amikor az univerzumba tartozó fizikai objektumok valamelyikének az állapota változik meg. Például a *Gyere ide!* üzenet szándékolt rendeltetése, hogy a *fogadó* úgy változtassa meg tartózkodási helyét, hogy az essen egybe a *küldő* tartózkodási helyével. Ennek az üzenetnek a „megfelelősége” attól fog függeni, hogy a *fogadói részuniverzumban* található-e tudás a *küldő* tartózkodási helyéről. (Azzal viszont – a fenti korlátozás értelmében – nem foglalkozunk, hogy a *fogadó* tartózkodási helyének megváltoztatása nem ütközik-e valamilyen leküzdhetetlen fizikai akadályba.)
- **tudati változás** – amikor az univerzumban jelen lévő tudásban következik be változás. Például az *A fal fehér* üzenet szándékolt rendeltetése az, hogy a *fogadói részuniverzumban* igaznak tekintett állítások közé kerüljön be az, hogy egy *fal* nevű objektumnak az a tulajdonsága, hogy *fehér színű*. A megfelelés itt attól fog függeni, hogy a *fogadói részuniverzumban* található tudás alapján egyértelműen meghatározható-e az a *fal* nevű objektum, amely a *küldő* szándékában szerepelt.

Az alábbiakban néhány kapcsolódó számítástudományi, matematikai vagy társadalomtudományi diszciplínát tekintünk át, amelyeknek releváns fogalmait és eredményeit a fenti modell kidolgozásánál figyelembe lehet venni:

- Az információ valamiféle *általános* (*general*) vagy *egységes* (*unified*) *elméletének* számítástudományi, ill. rendszerelméleti alapon való kidolgozására több kísérlet történt, amelyekről Mark Burgin (2003) és Wolfgang Hofkirchner (1999) ad jó áttekintést.

- A fentiekben már említett *pragmatika* a nyelvészetnek (illetve általánosabban a szemiotikának) az a – viszonylag nem régen kialakult – részterülete, amely valamely közlést nem önmagában vizsgál, hanem figyelembe veszi a keletkezés körülményeit (kontextusát) is, beleértve azt a tudást is, amellyel az egyes szereplők rendelkeznek. A *beszéddaktus-elmélet* a közlésekhez kapcsolódó – szándékolt és/vagy végbement – cselekvéseket vizsgálja. A témakör szakirodalmából több jelentős tanulmány fordítása megtalálható Pléh Csaba és szerkesztőtársai (1997) szöveggyűjteményében.
- A szociológiában a *cselekvésemélet* (action theory) foglalkozik a különböző cselekvések mögötti szándékok és motivációk elemzésével (lásd Szakadát, 2008).
- A filozófiában az *ismeretelmélet* (episztemológia) a tudás különböző fajtáit, megismerésük módjait és a különböző gondolkodási rendszerekre gyakorolt hatásait vizsgálja. Az információ feldolgozását végző eszközök fejlődése mindezeket jelentős mértékben befolyásolja, lásd pl. Vámos Tibor (2010a). Közvetlenül az információ megértésének filozófiai kérdéseit tárgyalja Vámos (2010b).
- A logika világában elsősorban a *multimodális és dinamikus logikák* biztosítanak eszközöket „világok” fogalmainak és összefüggéseinek leírására (beleértve az egyes szereplők tudását, valamint az egyes cselekvések eredményeképpen létrejövő változásokat is). Ez lehetőséget adhat a fentiekben vázolt metaelmélet egy konkrét megvalósításának kidolgozására, figyelembe véve Johan van Benthem és tanítványai eredményeit az információs folyamatok leírására és ezen belül az informá-

ciós ágensek működésének vizsgálatára vonatkozóan (Benthem, 2010).

- Ugyancsak jól használható eszközöket nyújtanak a „világok” leírásához az *ontológiák*, amelyeknek – Szakadát István és szerzőtársai (2006) által idézett – közkeletű definíciója az, hogy „egy fogalmi rendszer konszenzuson alapul, explicit, formális specifikációja”. Így mód van egy-egy konkrét alkalmazás céljait szolgáló fogalomkészlet lehatárolására, a közöttük fennálló összefüggések megadására és logikai következtetések végzésére. Az ontológiák ilyen irányú alkalmazásait mutatják be Szeredi Péter és szerzőtársai (2005).
- Hagyományosan fontos területe az informatikának az *ember–gép-kapcsolatok* (*Human Computer Interactions* – HCI) fejlesztése és ehhez kapcsolódóan az egyes eszközök használhatóságának (*usability*) vizsgálata. A sok jelentős gyakorlati eredmény mögé kiépítendő elméleti megalapozásra tesz kísérletet Vitályos Gábor (2009) egy hierarchikus specifikációrendszer (Usability Reference Model) kidolgozásával, valamint Szöllősi-Sebestyén András és Vitályos Gábor (2012) a fentiekben már többször említett pragmatika fogalmainak és módszereinek a használhatóság vizsgálatába való beépítésével. Ezeket a diszciplínákat is felhasználhatjuk a fentiekben felvázolt metaelmélet konkrétizálásában és pontosításában. Ennek eredményét nevezhetjük *pragmatikus információelméletnek*,² mert

² A szakirodalomban időnként megjelennek ilyen néven definiált fogalmak, ezek azonban nem tettek szert olyan elterjedtségre, amely jelen szóhasználatunkat akadályozná.

- egyrészt a „pragmatikus” szó hétköznapi jelentésének megfelelően az információnak a gyakorlati életben történő sokoldalú felhasználását igyekszik lefedni,
- másrészt mert jelentős mértékben használja a „pragmatikának” mint annak a nyelv-tudományi diszciplínának az eszközeit, amely „a nyelvnek a különböző célok elérése érdekében való használatát vizsgálja”.

A gyakorlati alkalmazás lehetőségei

Az elmondottak alapján kidolgozandó elméleti modellre és a „szándék-hatás” elemzés módszertanára építve „tudományosabb” alapon, megfelelő absztrakciós szinteken lehetne foglalkozni egy sor olyan *gyakorlati* kérdéssel is, amelyek az információnak a mindennapi életünkben betöltött szerepével kapcsolatosak.

Ki lehet dolgozni az információ „*természetrájszát*”, hasonlóan ahhoz, ahogyan Tom Stonier (1992) áttekintette és osztályozta az „intelligencia” különböző fajtáit. Ennek során az információ (absztrakt) tulajdonságai alapján képezhetünk olyan csoportokat, mint például

- tájékoztató jellegű információk, ahol a *szándékolt rendeltetés* kizárólag *tudati változást* irányoz elő (a *fogadók* tudatában).
- jogkövetkezménnyel járó információk, ahol következménye lehet
 - a *küldő* számára valamely információ megadása elmulasztásának vagy a *fogadó* számára nem kellőképpen érthető módon való megadásának (például figyelmeztetések, jogvédelmi nyilatkozatok), illetve
 - a *fogadó* számára a megvalósuló rendeltetés eredményeképpen történő cselekvésnek vagy annak elmaradásának (például határidőre megválaszolandó

levelek, kattintással elfogadandó szabályzatok).

(Mindkét esetben itt csak az információ közlésének következményeivel foglalkozunk, függetlenül annak validitásától.)

- „egyszer használatos” információk – olyan információk, amelyekre a *fogadónak* csak az adott szituációval való első találkozásakor van szüksége (például bevezető útvonalak egy városba, berendezések installálási útmutatói stb.).
- tárgyakban megjelenő információk – valamely tárgy használatát (vagy használatba vételét) segítő információ a felhasználóhoz nem (csak) szöveges formában jut el, hanem a tárgyba (vagy annak csomagolásába) „beépítve” (például kezelőgombok).
- „akadálymentesített” információk – az információ megjelenítésénél figyelembe vétetnek a fogadó érzékelési képességeinek (látás, hallás) esetleges hiányosságai (lásd például a World Wide Web Consortium „accessibility” ajánlásait).

A lista folytatható további olyan tulajdonságokkal, amelyek az információ használatának tárgykörétől függetlenül vizsgálhatók.

Az alábbiakban röviden áttekintjük az információ felhasználásának néhány fontosabb területét, ismertetve az ott használatos információfajták speciális tulajdonságait, különös tekintettel a velük szemben támasztott minőségi követelmények meghatározásának és ellenőrzésének módozataira.

A *jogi* információk között többféle, különböző módokon szabályozott információfajttal találkozhatunk:

- Legfontosabbaknak a különböző szintű *jogszabályok* tekinthetők. Itt az alapvető szabályokat a jogalkotásról szóló 2010. évi CXXX. törvény rögzíti. A jogszabályok

szerkezetét részletesen szabályozó 61/2009. (XII.14.) IRM rendeletben a szövegek minőségére vonatkozó általános előírások („a magyar nyelv szabályainak megfelelően, világosan, közérthetően és ellentmondásmentesen kell megszövegezni”) mellett találkozhatunk konkrét, a bevezetőben felsorolt „minőségrontó hibajelenségekhez” hasonlókat kizáró előírásokkal is. (Például „Nem alkalmazható rövid megjelölésként olyan kifejezés, amelyet a jogszabály szövege a továbbiakban más jelentéstartalommal is alkalmaz.”)

- Fontos jogforrást jelentenek a különböző *bírói ítéletek*, amelyeket például az Európai Bíróság az eseti jog keretében gyakran a törvényekkel egyenértékűeknek tekint. Itt találkozhatunk olyan szabályozással, amely nem a szövegre, hanem a „hatásra” vonatkozik, például „...olyan pontossággal kell megfogalmazni, hogy az állampolgárnak lehetősége legyen [...] ésszerűen előre látnia a meghatározott cselekedetből származó következményeket”.
- A jogszabályokhoz hasonló, de az adott célcsoport sajátosságait figyelembe vevő minőségi igényeik vannak a különböző *szabályzatoknak*, valamely intézmény működését szabályozó belső rendtartásoktól egészen a társasházi SZMSZ-ekig (szervezeti és működési szabályzat).
- A különböző *szerződések* szövegeinek az információminőség szempontjából való vizsgálatánál fontos kritériumot jelent, hogy a szöveg ne csak az egyik fél által ismert fogalmak világában legyen megfogalmazva, valamint az, hogy a részletes megkötéseket tartalmazó „apró betűs” részek kellő láthatósággal legyenek a szövegben prezentálva.

A *kereskedelem és szolgáltatások* világában gyakran találkozunk olyan szituációkkal, ahol valamilyen információ minősége nagy fontossággal bír.

- Leginkább szembevetőnek a *marketing- és rekláminformációk*, amelyeket a minőség szempontjából ideális esetben lehet tekinteni, hiszen az információ rendeltetéséből adódóan az előállítónak alapvető érdeke, hogy annak szándékolt tartalma hiánytalanul eljusson a fogadók tudatába, figyelembe véve a különböző előismeretekkel rendelkező célcsoportokat is. (Probléma itt a validitás környékén lehet, amivel a – jelen témánkon kívül álló – reklámetika foglalkozik).
- A minőség szempontjából az ellenkező végletnek a különböző *használati utasítások* tekinthetők, ahol „állatorvosi lóként” találkozhatunk a minőségrontó hibajelenségek teljes spektrumával, és nem sok nyoma látszik annak, hogy a fogyasztók védelmének különböző formáinál ezek napirenden lennének.
- Rendkívül szigorú és részletes EU-szintű előírások (például 1169/2011/EU és 1924/2006/EK) szabályozzák viszont az élelmiszerek összetételéről és hatásáról a csomagoláson vagy egyéb helyeken megjeleníthető információ tartalmi és formai kérdéseit.
- Különösen az *e-kereskedelem* (és e-szolgáltatások) világában bírnak jelentőséggel a különböző „felhasználási feltételek” jellegű dokumentumok, amelyek minőségi problémái hasonlóak a fentiekben tárgyalt jogi dokumentumokhoz, súlyosbítva azal, hogy elfogadásukról általában „valós időben” egy kattintással kell dönten, ami kevés lehetőséget ad a tartalom megértésére.

A *pénzügyek* világában – tekintettel arra, hogy ott az információ gyakran kézzelfogható értékkel rendelkezik – az egyes információfajtákkal szemben támasztott követelmények általában nagyon gondosan vannak szabályozva.

- Így szigorú előírások szabják meg, hogy egy pénzügyi szolgáltató szövege mikor tekinthető (vagy mikor nem tekinthető) *ajánlattételnek*, egy tőzsdei cégről szóló *prospektus*, illetve *beszámoló* milyen adatokat kell, hogy tartalmazzon stb.
- Egyes esetekben explicit formában is megjelenik az ügyfél „tudásának” figyelembevétele: bizonyos befektetési műveletek elvégzésének feltétele az, hogy az ügyfél *alkalmassági és megfelelési tesztek* (MiFID) kitöltésével adjon számot arról, hogy megértheti-e az adott befektetési ügylet feltételeit és kockázatait.
- Kevésbé látszik szabályozottnak az *ügyfél tájékoztatása* a megkötött ügyletekről: itt gyakran csak a tájékoztatás ténye van előírva, az ügyfél számára kevésbé érthető tájékoztató levélre való reagálás elmaradását viszont néhol az ügylet elfogadásának tekintik.

Az *egészségügyi* információk közül leggyakrabban talán a *gyógyszerek kisérlapjaival* találkozunk. Ezek tartalmi összetétele és szerkezete egységesen szabályozottnak látszik (a 30/2005. (VIII. 2.) EüM rendelet például még az egyes tételek sorrendjét is szigorúan előírja), aminek következtében nem mindig a felhasználó számára elsősorban érdekes információk kerülnek a kiemelt helyekre. A betegek egészségi állapotára vonatkozó információk (kórlapok, leletek stb.) esetében inkább az elérhetőség és adatvédelem kérdései vannak előtérben. Az információ minőségének (érthetőség, megbízhatóság) a különböző *ismeretterjesztő információk* világában van jelen-

tős szerepe, különös tekintettel az internet következtében egyre népszerűbbé váló „ön-gyógyítási” szokásokra. Itt a téves vagy félre-érthető információk – néha rémhírszerűen is terjedve – súlyos, akár emberéleteket is követelő károkat okozhatnak. Ezért indokolt lehet ezen a területen a minőségi kritériumoknak a különböző célközönségeket is figyelembe vevő tudatos vizsgálata, esetleg valamilyen formájú szabályozása.

Áttekintve az információval kapcsolatos különböző szintű és jellegű *előírásokat*, két általános megállapítást tehetünk: Egyrészt, az előírásokat általában a *küldő* (azaz a szolgáltató) szempontjából fogalmazzák meg: azt írják elő, hogy ő mit köteles leírni, és csak kevés vagy nagyon általános utalást tartalmaz arra, hogy ebből a *fogadónak* (azaz az ügyfélnek) mit kell megértenie. Másrészt, a kritériumok leggyakrabban a *kommunikációs nyelv* szintjén vannak megfogalmazva, és csak ritkán tartalmaznak a rendeltetésre vonatkozó, a *fogalmi nyelv* szintjén megfogalmazott állításokat.

Ez utóbbinak a fő oka nyilvánvalóan az, hogy a kritériumok megfogalmazása és ellenőrzése a *kommunikációs nyelven* (ami általában egy természetes nyelv) lényegesen egyszerűbb, míg a *fogalmi nyelv* (ami feltehetőleg valamiféle logika lesz) kezelése nem várható el minden jogalkotótól és alkalmazótól. Ennek megfelelően az előírások általában olyan formális kritériumokat tartalmaznak, amelyek az üzenet szövegén könnyen ellenőrizhetők, például fix szövegrészek előírása (néha a betűtípus és -méret meghatározásával).

Az ilyen szabályozások eredményeképpen megjelenő, mantraszerűen elismételt szövegek (például „A kockázatokról és mellékhatásokról...”³) hatékonysága kétségbe vonható,

mert az emberek annyira megszokják azokat, hogy a tartalmukra már nem is figyelnek oda.

Az egyszerű formális előírásokon túlmenően, a szöveg jól formáltságára és érthetőségére vonatkozó kritériumok ellenőrzése (ma még) általában emberi közreműködést igényel. Ennek egyik eszköze a célcsoport tudásszintjét figyelembe vevő *lektorálás* lehet. (Közismert történelmi példája ennek az Osztrák-Magyar Monarchia hadseregében állítólag³ *normal Hauptmann* néven működő tiszt, akinek feladata az volt, hogy a szabályzatokat az átlagos katona szemével elolvasva megállapítsa azok érthetőségét). Emberi közreműködést igénylő módszer még az információ érthetőségének szervezett tesztelése személyek egy – véletlenül vagy tudatosan kiválasztott – nagyobb csoportjával. A kidolgozandó elméleti modell alkalmazásától remélhetjük objektívebb – és így rugalmasabb szabályozást is lehetővé tevő – ellenőrzési módszerek megjelenését.

A teljesség kedvéért meg kell jegyezni, hogy a szigorúan definiált, „írott” szabályok szerinti működés napjainkban az élet több területén visszaszorulóban van. Ennek néhány megnyilvánulása:

- a szokásjog egyes elemeinek térnyerése a kontinentális jogrendszer országaiban és az Európai Unió gyakorlatában;
- a fogyasztóvédelemben a szigorú szabályokon alapuló szankcionálás helyett a felhasználói visszajelzések összegzése, elemzése és publikálása kerül előtérbe;
- a termékek és szolgáltatások használatánál csökken a tételes használati utasítások szerepe: a szükséges információkat a felhasználó gyakran a használat közben kapja meg („learning by doing”);

³ A szerző hosszabb ideje sikertelenül próbálja ennek az állításnak megbízható írásos nyomát találni.

- növekszik az önszabályozások különböző formáinak szerepe (például etikai kódexek, nem állami szervek által kiadott tanúsítványok, „pecsétek”).

Ezek a jelenségek nem csökkentik a szabályozás alapjául szolgáló információ minőségének jelentőségét, de annak meghatározásánál másféle közelítést tesznek szükségessé, mint a szigorú írott szabályok esetében.

Az elméleti modell fogalmainak ismerete és pontos meghatározása elősegítheti olyan *szoftvereszközök* létrehozását is, amelyek a különböző minőségi jellemzőjű információk feldolgozását támogatják. Ilyenek lehetnek például:

- Eredendően rossz minőségben keletkező szövegek értelmezése: például kórlapok elemzése a *Pázmány Péter Katolikus Egyetemen* (Siklósi et al., 2014), hírek automatikus kivonatolása az MTI-nél. (Visszafor-dítás a kommunikációs nyelvről a fogalmi nyelvre.)
- Garantáltan jó minőségű szövegeket előállító „szintetizáló” programok, meghatározott szakterületek adott célú szövegeire. (A fogalmi nyelven történő leírás készítésének interaktív segítése.)
- A – meghatározott szakterülethez tartozó – szövegek minőségének ellenőrzésére szolgáló „etalon” programok készítése: amit ez megért, azt feltehetőleg meg fogja érteni a terület átlagos felhasználója is.
- „Minőségellenőrző robotok” készítése a különböző termékekben mint tárgyakban megjelenő információkhoz (beleértve a használati utasításokat is): ha a robot ezek alapján rendeltetésszerűen tudja használni a terméket, akkor az elfogadható minőségűnek tekinthető.

Végezetül megemlítünk néhány, a közvetlen információátvitelen túlmutató további terü-

letet, ahol megkísérrelhetjük a fentiekben javasolt elméleti modell felhasználását:

- Egy termék (vagy szolgáltatás) minősége úgy is értelmezhető, hogy használati célját (specifikációját) „szándék”-ként a fogalmi nyelven leírva megvizsgáljuk a termék tényleges működését ugyancsak a fogalmi nyelven leíró „hatás” eltérését az eredeti szándéktól.
- Egy fizikai kísérlet tekinthető olyan „üzenet”-nek, amit a „világ” a megfigyelőnek küld. A *szándék* itt a „valóság” és a *hatás* az, amit az eredményből a kísérletező tudós kikövetkeztet.⁴
- Számítógép-használatnál a felhasználó a *szándékát* az ember–gép-kapcsolat (interfész) nyelvére lefordítva közli a számítógéppel. Az interfész minőségét az határozza meg, hogy a gép viselkedése mennyire egyezik meg a felhasználó eredeti szándékával.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a fentiekben

- az információ minőségével kapcsolatos problémák naiv, a mindennapi életben előforduló szituációkból kiinduló felvetése után
- egy közelítést mutattunk be a felvetett problémákat absztrakt szinten kezelő elméleti (meta-) modell felállítására, röviden áttekintve néhány számítástudományi, valamint nyelvészeti diszciplína kapcsolódási lehetőségeit, és végül
- vázoltuk a modell néhány gyakorlati alkalmazásnak lehetőségét.

Szándékunk általában a problémák felvetése és a fogalmak valamilyen pontossággal való definiálása volt, a legtöbb esetben nem jutva

⁴ Andréka Hajnal és Némethi István ötlete nyomán

el a kérdések teljes megválaszolásáig. Ez a további munkák feladata lesz, számítva ebben azok részvételére, akiknek a téma iránti érdeklődését a jelen írás elolvasása felkeltette.

A szerző köszöni a segítséget, amit Andréka Hajnal és Németi István a logika, Prószék Gábor és Szöllősy-Sebestyén András a nyelvészet, valamint Bárd Petra és Rátai Balázs a

IRODALOM

- Andréka Hajnal – Németi I. – Sain I. (2001): Algebraic Logic. In: Gabbay, Dov M. – Guenther, Franz (eds.): *Handbook of Philosophical Logic*. Springer, 133–247.
- van Benthem, Johan (2010): *Logical Dynamics of Information and Interaction*. Cambridge Univ. Press • <https://books.google.hu/books?id=l89wz6m6lHoC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Burgin, Mark (2003): Information Theory: a Multifaceted Model of Information Entropy. *Entropy*. 5, 146–160. • <http://www.mdpi.org/entropy/html/e5020146.htm>
- Grice, H. Paul (1989): Logic and Conversation. In: Grice, H. Paul: *Studies in the Way of Words*. Harvard Univ. Press, 22–40. • <http://courses.media.mit.edu/2005spring/mas962/Grice.pdf>
- Hofkirchner, Wolfgang (ed.) (1999): The Quest for a Unified Theory of Information. In: *Proceedings of the Second International Conference on the Foundation of Information Science*. Gordon and Breach Publishers • <https://books.google.hu/books?id=GkQaIV8S76MC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Pléh Csaba – Síklaki I. – Terestyéni T. (szerk.) (1997): *Nyelv – Kommunikáció – Cselekvés*. Osiris, Budapest
- Síklósi Borbála – Novák A. – Orosz Gy. – Prószéki G. (2014): *Processing Noisy Texts in Hungarian: A Showcase from the Clinical Domain*. Jedlik Laboratory Reports, Vol. II, No. 3, Pázmány University Press, Bp.

jogi információk világában való eligazodáshoz nyújtottak. Köszönetet mond Szentgyörgyi Zsuzsának a kézirat többszöri gondos átolvasásáért és végül, de nem utolsósorban Vámos Tibornak, aki a cikk megírását kezdeményezte és elkészítésére a szerzőt ösztökölte.

Kulcsszavak: *információ, minőség, logika, pragmatika, szabályozás*

- Stonier, Tom (1992): *Beyond Information: The Natural History of Intelligence*. Springer Science & Business Media
- Szakadát István (2008): *Cselekvésmélet dióhéjban*. Typotex, Budapest
- Szakadát István – Szóts M. – Szaszko S. (2006): *Az ontológia fogalma, építése, kezelése*. MEO-projekt jelentések, Bp. • <http://ontologia.hu/ontologies.pdf>
- Szeredi Péter – Lukácsy G. – Benkő T. (2005): *A szemantikus világháló elmélete és gyakorlata*. Typotex, Budapest (angol kiadás: *The Semantic Web Explained*. Cambridge University Press, Cambridge, 2014)
- Szöllősy-Sebestyén András – Vitályos Gábor (2012): Pragmatics in the Usability Discipline. CogInfo Comm 2012, SzTAKI, Kassa, IEEE Conference Publishing, DOI: 10.1109/CogInfoCom.2012.6422006 • http://www.vitalyos.hu/ICon_project/CogInfoComm2012_Pragmatics_in_HCI_Vitalyos_reviewed_V1_2.pdf
- Vámos Tibor (2010a): *Knowledge and Computing: a Course on Computer Epistemology*. CEU Press, New York
- Vámos Tibor (2010b): A megértés apóriája. *Magyar Tudomány*. 171, 2, 208–214. • <http://www.matud.iif.hu/2010/02/10.htm>
- Vitalyos Gábor (2009): *Usability Reference Model*. kézirat • http://www.academia.edu/15741926/Usability_reference_Model

AZ ELMÉLETI GONDOLKODÁS GYÖNYÖRŰSÉGE ÉS HASZNA – BOOLE ÉS SHANNON PÉLDÁJÁN

Vámos Tibor

az MTA rendes tagja
vamos.tibor@sztaki.mta.hu

Csodáljuk a nagy megsejtőket, azokat, akiket a történelem legendáikkal együtt is joggal kanonizált, olyanokat, akik gondolkodásunk fordulópontjainak nagy elméleteit alapozták meg. Hogy példát is idézzünk, kikre célunk, mai szemléletünk formálásának két ilyen alakja: *Charles Darwin* és *Albert Einstein*. Az elmúlt száz-százötven év csupa olyan kísérleti eredményt produkált, amelyek a maguk idejében vitatott, itt-ott hiányos elméleteiket megtöltötték a bizonyítékok egyre erősödő erejével. A legendák pedig visszanyúlnak *Archimédész* fürdőjéig, *Isaac Newton* almájához, vagy *Szírinivásza Rámánudzsán* matematikai tételálmáihoz. A legendák a kulcsot keresik, hogyan nyílik meg a Nagy Igazságok. Erdős Pál-i könyve a kiválasztottak számára, hol kereshetik a mai és holnapi kutatók annak az ihletnek a pillanatait, amelyek az új, nagy elméleteket ajándékozzák.

Részben ebbe a sorba tartozik a megemlékezések, évfordulók szokásrendje. A kiválasztottak ezek által nem támadnak fel, a nekik szánt hódolat nem jár kártérítéssel, az őket lejjebb soroló leleplezések is inkább a szerzők vélt önjutalmai. Jó esetben a megemlékezés egy-egy szakma, irányzat aktuális megerősödését szolgálja. A leghitelesebb magyarázatunk

erre a szép szokásra, a Titok keresésére például a választott személy életútja, jobb és rosszabb tulajdonságai, a környezet, ami a maradandó alkotást létrehozta, és a megsejtés utóélete; miből mi lett, azokból, amit a kiemelték a maguk idejében már elgondoltak, ahogy a kortársak fogadták, és ahogy mi most visszatekintve értékeljük a hozzájárulást. A hozzájárulással értékeljük magát a folyamatot, az emberi fejlődésnek, a kultúrának, a világ megismerésének azt a rendszerét, amelyben mi is működünk, és amit szeretnénk erőnk-höz mérten jobbá, hatékonyabbá tenni.

Minderre *George Boole* és *Claude Shannon* aktuális példája, a két példa közötti száz év folyamata talán szerencsés választás volt.

A *hol* és a *mikor* általában az első kérdésünk. A választ *Mark Twaint* idézve már sokszor igyekeztem megadni. Stromfield kapitány mennyországi látogatása során keresi a valaha élt legnagyobb hadvezért. Se Hannibál, se Nelson, se Napóleon, hanem egy amerikai vidéki kis helyiség susztere. Melyik csatában diadalmaskodott? Schol, mert egész életében nem volt alkalmja tehetségét kipróbálni, de a mennyország azért az, ami, mert itt a meg nem történtért is igazságot szolgáltatnak.

Nehéz a gondolkodás történetében ilyen példát találni, olyan nagy és akár minden előbbit megkérdőjelező nagy ugrást, amely előzmények, környezeti hatások nélkül született. Boole, az algebrai absztrakció nagy, forradalmi korszakában élt, a filozófiában például *Baruch Spinoza* és *John Locke* után, a matematikában *René Descartes*, *Blaise Pascal*, *Pierre-Simon Laplace* után, akikre maga is hivatkozik. Az első ipari forradalom brit birodalmában, az akkori világ egyik legfontosabb fókuszában, amely összefüggő része volt mindannak, ami ebben az időben, elsősorban Franciaországban és Németországban, az alkotó fejekben történt. Ami ekkor még alakult, az ennek a fókusznak szervesen kapcsolódó perifériája volt, Itáliától Erdélyen és Oroszországon át Norvégiáig.

Igy volt ez végig a gondolkodás történetében, Indiától, Mezopotámiától és Egyiptomtól a mai állomásig, az Amerikai Egyesült Államokig, azaz példázatunkban Shannonig. Sorolhatjuk a fókuszvárosokat is, Athént, Alexandriát, Rómát és Párizst, néhány brit egyetemi várost, vagy most az amerikai keleti és nyugati part tehetségggyűjtő gyűjtőpontjait. *Mutatis mutandis* érvényes ez az internet globális szövetének világában is, érdemes lenne a magyar tudomány erős eredményeinek személyes munkahely-kapcsolati statisztikáját elkészíteni, akár csak az elmúlt évtizedre tekintve.

Shannon esetében, a mára minden más tudományterületet is forradalmasító elektronikus technológia akkori forrásvidékére, az MIT-re, a Bell Laboratóriumokra és a kaliforniai centrumra hivatkozunk.

Tanulságos az is, hogy bármilyen közvetlenek a közvetítő eszközök, a megtermékenyítő gondolatok mögött majdnem mindig jelen van a személyes kontaktus is. Ez bizonyos

mértékig biztató azok ellenében, akik attól tartanak, hogy ez a humán kapcsolat és az ahhoz fűződő, különös emberi szövet elenyészik. Egyelőre és szerencsére az információs kapcsolatóceán csak erősíti a szellemi célú turizmus mindeddig példátlan áradatát.

Ezek a jól körülírható viszonyok. Ide tartozott az a már idézett jelenség, hogy előbb-utóbb felfedezik azokat a történelemben nem kanonizált alkotókat és eredményeiket, akik nagyjából kortársként hasonló vívmányokat gondoltak el, legfeljebb kisebb hatással és ezért elfelejtve. Az emlékezetes nagyok is folytonosan kapnak olyan újraértelmezéseket, amelyek az eredeti jelentőséghez képest tovább növelik, vagy éppen csökkentik a megérdemelt nagyságot. Boole és Shannon utóélete, ahogyan az itt olvasható életrajzaikból kiderül, az utókor számára a kedvezőbb oldalon található: Boole-t ma az absztrakt algebra egyik atyjaként és a kolmogorovi valószínűség-modell megelőzőjeként tartják számon, Shannon öröksége szorosabb tudományterületén túl is állandóan terjed, munkásságának építménye máig nincs lezárva. Boole-lal kapcsolatban *Ferenczi Miklós* írásában szellemesen idézett tévhitek a tanúságok, Shannon mellett feltűnik egy fontos orosz párhuzam. Ez utóbbi a *hely* és *idő* kérdéseinkre is válasz, a nemzetközivé vált gondolkodás egyidejűségeire és az elfogadások és megvalósulások hatalmas helyfüggésére.

Mélyebb és még ma is részben titokzatos probléma a nagy megsejtések eredete és jelentősége. Az elsöre az agykutatás igyekszik válaszolni, a második nagy episztemológiai kérdésünk.

A legutóbbi eredmények utalnak arra, hogy a fogalmi gondolkodásnak biológiai realitása is van, agyunkban működnek olyan neuroncsoportok, amelyek az érzékelések és

egyéb konkrét tevékenységek kapcsolatait gyűjtik és továbbítják az agyban, meglepően távoli egyéb funkcionális csoportok felé. Út-törőként tekinthetjük a nyelvek *Noam Chomsky*-által elképzelt, velünk született strukturális alakzatait, méghozzá annak igen rugalmas, tanuló, alkalmazkodó és gazdagodó formájában. Ezeknek a velünk született és korán kialakuló agyi képességalakzatoknak az előzményei már jelen vannak az állati neurális szerkezetekben, régebben ezeket ösztönökként könyvelték el. Mára a fiziológusok kisértileg is követik ezeket a folyamatokat.

Igy képzeljük el az alkotó emberi gondolkodás agyi képesség-csomópontjait és analógias működésüket. Mennél gazdagabbak és a szokásostól távolibbak, meglepőbbek ezek a folyamatok, annál jelentősebbé válhatnak. A feltételes mód a jelenségből eleve következik, válasz a zseniális tudós és az esetleg fantasztá, sarlatán kérdésre, arra, hogy ugyanaz a távolba tekintő és irányzatokat megalapozó géniusz hogyan lehetett naiv elképzelések rabja. Válasz a tudománytörténet realizmusának szükségletére és a korábbi századok ideáljainak józan szemléletére, a *hypotheses non fingo* newtoni kijelentés sokfajta értelmezésére. Mostani nézeteink szerint, a mi értelmezésünknek megfelelő hipotézis az alkotó gondolkodás nélkülözhetetlen láncszeme, sőt lehet mondani, hogy kevés kivétellel minden tudásunk hipotézisekben rendeződik, amelyek így értelmezve egyben a továbbhaladás kritikai kutatási alapjai is, akár a természettörvényként is nyilvántartott ismereteink tekintetében. Ebben a dolgozatban nem részletezzük a hipotézis, az elmélet és az elfogadott törvényszerűség kapcsolatait, azonosságukat és különbözőségük vitáit.

Ha tovább erősödik és gazdagodik az a plasztikus és dinamikus agyi alakzatok, ame-

lyet itt is körülírtunk, akkor a maga módján értékelendővé válik a nagy elmék szerepe és ezzel az elméleti gondolkodásnak valóságot befolyásoló, alapozó, emberi létünket meghatározó, de folytonos kritikával kísérendő jelentősége. Érthetővé és értékelhetővé válik Boole helye a mai számítógépes világban és Shannoné a még mindig alakuló információs társadalmi korszakban. Érthetővé és értékelhetővé válik mindaz, ami az absztrakció tudományterületein, matematikában, elméleti természetkutatókban, társadalomtudományokban jövőt alapozóan ma folyik, és az emberiség jövője szempontjából elengedhetetlenül kell, hogy folyjék.

A szellemi tevékenység működése a modell szerint kétirányú: alulról felfelé, ahogy a konkrét tapasztalattól vezet a fogalmi általánosság és összeépítés irányában, és felülről lefelé, a fogalmak, a hipotézisek világából a konkrétéhoz. Prózáiban: az elmélet támogathatja a gyakorlatot.

A tudományos gondolkodás fejlődésében jól nyomon lehet követni az evolúciós és bonyolultsági hierarchiák menetét; Boole főművének, az *An Investigation of the Laws of Thought* indítékmagyarázata is erről szól.

A hipotézis episztemológiája rámutat a kritikai folyamatok szerepére is. Maga a számfogalom és ezt követően az alpműveletek fogalmi rendje követi ezt az utat, a számfogalom kiterjesztése szimbolikus fogalmak és műveletek hasonlóan épülő rendszeréig, az absztrakt algebra boole-i kezdeteihez, majd tovább a csoportok elméletéig és ezzel a mai fizika és a csatlakozó tudományterületek számítási gyakorlatáig. Közben szerepelt a szám-misztikák hosszú történelmi sora, bennük lényeges természetmegfigyelésekkel, összefüggés-felismerésekkel. Shannon entrópiafogalma a korábbi évszázadok hőelméleteiből

származott, azokból a még sokszor naiv hipotézisekből, amelyek a hő természetéről szóltak a statisztikus termodinamika XIX. század végi fogalmi absztrakciójáig.

A folyamat, mint az evolúció általában, sokfajta próbálkozáson, tévúton és görbe utakon érvényesül. *Van időm, én várhatok / Elöttem szolgálom, a századok.*¹ Mi az ergod tételbe kapaszkodhatunk: a hosszú idő statisztikája helyett az egyidejű sokaságra, észben tartva, hogy a folyamatok nemstacionárius volta eleve kizárja az egyszerű azonosításokat. A mi megismerési folyamatunk, ami némi bátorsággal mondhatóan emberi lényegünk, megköveteli ezt a természetutazónó sokaságot. *A nincs királyi út* a mai világban lefordítható arra, hogy nincs politikai rendszer- és elhatározás-út, nincs emberfeletti út sem ennek az emberi történelmi feladatnak az áttekintésére. Mint minden egészséges természeti folyamat, csak önszabályozó lehet, ezt segíthetik belülről a hilberti típusú feladatok.

Két szép példánk az előbbiek szerint is támogat abban, hogy milyen mértékben kapcsolható össze a nagy alkotó génusz jelleme és életvitele általános ideáljainkkal. A sokarcú, disztributív agymodell ezeket a merevebb

¹ Babits Mihály: *Jónás könyve*

kapcsolódásokat is gyengíti. Ugyanakkor a többségnél vélhetjük, hogy szerencsés vagy jól tervezett általános egyensúly segíti az alkotási koncentrációt. Boole főművét századának talán legborzalmasabb katasztrófája, a nagy éhínség idején írta, az írországi Cork egyetemén. Csak magánlevelezéséből derül ki, hogy volt benne együttérzés, és a maga szerény módján igyekezett is segíteni, nem lépve túl egy megfontolandó visszafogottság határait. Shannon vidám, furfangos különcként élvezte az életet, de amikor az Egyesült Államok szembeszállt az emberiséget fenyegető náci rémmel, kivételes képességeit latba vetve harcolt, és a maga szellemi eszközeivel támogatta a háborús erőfeszítéseket.

Az egészségesen fejlett disztributív agy viszont lehetőséget ad sokfajta érdeklődésre, képességre, sőt valószínűleg igényli is ezeket a kapcsolódásokat. Zene, nyelvismeret, kitekintés más tudományterületekre, testgyakorlás a mi példáinknál is szerepel, de meglepetésként találkozunk hasonló jelenségekkel az egyébként zártabb, különösebb életvitelű alkotóknál is.

Kulcsszavak: *kreativitás, szellemi földrajz, szellemi kölcsönhatások, tudomány-technika időtávlatai*

Tanulmány

TUDOMÁNYOS KOMMUNIKÁCIÓ A XXI. SZÁZADBAN – OPEN SCIENCE

Holl András

informatikai főigazgató-helyettes,
MTA Könyvtár és Információs Központ
holl.andras@konyvtar.mta.hu

A tudományos kommunikáció korábbi rendszere – amely még ma is elterjedten használt, sok területen meghatározó – a könyvnyomtatáson alapul. A könyvek esetében „csupán” az olvasóhoz eljutó példányok száma növekedett robbanásszerűen Gutenberg után, a folyóiratok megjelenése¹ viszont ennél is nagyobb hatással volt a tudományos kommunikációra. A nyomtatott folyóiratok megjelenésével, mint a könyvek esetében is, megjelent a vállalkozói haszon lehetősége. Henry Oldenburg, a Royal Society első titkára, a *Philosophical Transactions* kiadója esetében talán a motivációk között is szerepelt, még ha nem is realizálódott a reményei szerint. Egy jóval későbbi esetben, Zách János Ferencnél (az *Allgemeine Geographische Ephemeriden* és a *Monatliche Correspondenz* kiadójánál és szerkesztőjénél) az előfizetések begyűjtése inkább szükséges teher volt, mint lehetőség a nyereségre. A folyóiratok előállítási költségeinek nagy részét a nyomdai és terjesztési költségek tették ki –

és ezek a megrendelők számával voltak arányosak. Ennek egyenes következménye volt az előfizetési díjak által történő finanszírozás. A tudományos folyóiratok intézményektől független, üzleti alapon történő működtetése utat nyitott a cikkek független, tárgyilagos bírálatának (*peer review*). A XX. század elejére állt össze teljesen és vált uralkodóvá a tudományos kommunikáció legutóbbi időkig működő rendszere. A kiadók nem mindig üzleti vállalkozások voltak – előfordultak tudományos társaságok is – de a független bírálat kulcsfontosságú tényezővé lett.

A tudományos kommunikáció – a publikációk mennyisége – mint azt Derek de Solla Price felismerte, exponenciálisan nő. Kritikus tényező az információáramlás sebessége. A publikációs ciklus hossza nem csupán a nyomdai-kiadói folyamaton múlik, de ennek rövidítése fontos tartalmakat jelentett a rendszerben. A kommunikációs paradigmaváltást a XX. század végére az informatika tette lehetővé. A tudományos információ kutatói közösséghez való eljuttatásának leghatékonyabb módja a nyomdai sokszorosítás helyett az

¹ 1665-ben szinte egyszerre jelent meg a *Journal des Sçavans* és a *Philosophical Transactions* (URL).

internet lett. Megnőtt a sebesség, és a költségek jelentősen csökkentek. A folyóiratok az 1990-es évek közepétől kezdve fokozatosan elindították internetes kiadásukat, és mostanra elkezdődött a papírváltozatok elhagyásának folyamata, illetve számos újonnan induló lap már eleve csak internetes kiadásban jelenik meg.

A XXI. század elején útjára indult az Open Access (OA) – az elsődleges eredményeket közlő szakcikkhez való szabad hozzáférés az interneten (Holl, 2010). A nyílt hozzáférés terjed – mára az újonnan megjelenő folyóirat-cikkek többsége előbb-utóbb szabad hozzáférésűvé válik (Archambault et al., 2013). A felgyorsult és egyre bővülő tudományos kommunikáció megváltoztatja a kutatás menetét. A gondosan őrzött, adagolva közreadott információk világát az információözőn világa váltotta fel (Holl, 2013a). A kutatási folyamat integritásának fenntartása és a további gyorsulás, a gazdaságosabb és a gazdaságot jobban segítő tudomány lehetősége a tudományos adatok szabadságának igényét is felvetette – a lehetőség informatikailag adott (Holl, 2013b). Az interneten – lehetőség szerint valamennyire szabadon – elérhető információk megtalálása és feldolgozása szöveg- és adatbányászati technológiák kialakítását igényli (Holl, 2015). Jelen cikkünkben a tudományos kutatás teljes(?) rendszerének átláthatóvá tételével, az Open Science-szel foglalkozunk, valamint a tudományos kutatás új, felhőalapú eszközeivel, amelyeken sok kutató osztozik, noha ezek nem feltétlenül nyíltak valójában.

Az Open Science alapja az Open Access, nélkülözhetetlen feltétele az Open Data – a kutatási adatok nyilvánossága. A számítógépes forráskódok nyitottsága – az Open Source – nem tudományos igényből keletkezett, ám a nyílt tudomány fontos összetevője. A kö-

vetkező, gyakran említett összetevő az Open Peer Review – a tudományos bírálat nyílt, továbbfejlesztett, és sok esetben a kiadválatoktól függetlenített rendszere. Az Open Methodology vagy Open Notebook Science a kutatási módszertan, a kísérleti, megfigyelési folyamat átláthatóvá tételét célozza. Az előbbieken túl a kutatási folyamat más elemeinek nyilvánosságát is szokás említeni, illetve a kutatáshoz kapcsolódó területek – a felsőoktatás területéről is szokták említeni például a szabad hozzáférésű tananyagok kérdéskörét (Open Educational Resources). Nézzük végig ezeket a területeket. Amit korábban már tárgyaltunk, onnan inkább csak új fejleményeket, új aspektusokat említünk. Az OECD 2015 októberében megjelent tanulmánya,² valamint Hajnal Ward Judit (2015) foglalkozik a nyílt tudomány témájával.

Az Open Science célja a kutatás teljes folyamatának átláthatóbbá, jobban ellenőrizhetővé tétele. A tudomány expanziójával – sokak szerint inflálódásával – a minőségbiztosítás szerepe nagyobb kell legyen. Ugyanakkor a nyílt kutatási folyamat erősítheti a kollaborációt, tovább gyorsíthatja a fejlődést.

Open Access

A szakirodalomhoz való nyílt hozzáférés az Open Science gyakorlatba leginkább átkerült eleme. Míg a többi elem esetében a szabad hozzáférés alternatívája általában a hozzáférhetlenség, a publikációnak – mint azt a megnevezés is mutatja – publikusnak kell lennie, csak éppen többnyire előfizetési díj ellenében. A díjfizetés azonban jelentős akadály, és az adatbányászati eljárások számára az üzleti alapon működő kiadók tartalmi gyakorta még nehezebben hozzáférhetőek.

² *Making Open Science a Reality*. URL2

Ha egy-egy tudományterületen elég erős az akarat az Open Access elérésére, az meg is valósul. A csillagászatban például a négy legjelentősebb folyóirat³ közül három egyéves késleltetési Open Accesset valósított meg, miközben mind a négy támogatja a kéziratok azonnali repozitóriumi archiválását. A részecskefizika területén a SCOAP3 (*Sponsoring Consortium for Open Access Publishing in Particle Physics*) projekt keretében tíz folyóiratot alakítottak át nyílt hozzáférésűre. A matematika területén nagyszámú Open Access folyóirattal találkozhatunk, és például az Elsevier 2012-ben négy évvel a publikációt követően szabadon olvashatóvá tette matematikai folyóiratainak archívumait. Az arXiv használata elterjedt mindhárom említett tudományban. Az élettudományok területén az Open Access elterjedtsége a National Institutes of Health mandátumának következménye – minden támogatásukkal megjelent cikket el kell helyezni a PubMed Central repozitóriumban.

Az Open Access általánossá válása előtt számos akadály áll. Ezek egyike a bonyolult szabályozás – minden kutatástámogató, minden egyetem, kutatóközpont, minden kiadó más szabályozást alkalmaz. A szabályozások harmonizációjára jött létre a PASTEUR4OA FP7-es projekt, melynek hazai résztvevője az MTA Könyvtár és Információs Központ (KIK). Másik fontos akadály az üzleti model-

lek átalakításának szükségessége. Van a jelenlegi rendszerben is annyi pénz, amennyi a közlési díjas (*Article Processing Charge*) rendszerre való áttállást lehetővé teszi (Schimmer et al., 2015), az előfizetési díjak átcsoportosításával. Mindazonáltal egyre nagyobb szükség van arra – és egyre inkább megvalósíthatóvá is válik –, hogy a tudományos közösség visszavegye a könyv- és folyóirat-kiadást az üzleti vállalkozásoktól. Az egyetemek és a kutatóközpontok saját kiadói tevékenységére számos példa van szerte a világon és itthon is. Az Egyesült Királyságban a University College London most alapított saját Open Access kiadót.⁴ A vilniusi Mykolas Romeris University kiadványai – könyvek és folyóiratok – nyílt hozzáférésűek. Amióta az internetről szabadon letölthetőek, a pénzért árult nyomtatott változatok forgalma is megnőtt. Új publikálási modellek kialakításának szükségességéről beszélt Bernard Rentier, a Liege-i Egyetem emeritus rektora a PASTEUR4OA projekt budapesti konferenciáján. Egyre növekszik a felháborodás a nagy üzleti kiadválalatok gátlástalanságával szemben – a League of European Research Universities legutóbbi, *Christmas Is Over* kiáltványa a példa (LERU, 2015).

A szürke irodalom (kereskedelmi forgalomba nem kerülő jelentések, dokumentációk, disszertációk) hozzáférhetősége is fontos eleme a tudomány átláthatóságának. A 2014-ben kiadott *Pisai Deklaráció* tizenöt javaslatot fogalmaz meg a szabályozás és gyakorlat javítására.⁵ Mi a disszertációk nyilvánosságát emeljük ki. Magyarországon az MTA doktorainak disszertációi 2010-től nyilvánosak a REAL-D repozitóriumban, viszont a PhD-

⁴ UCL Press

⁵ *Pisa Declaration on Policy Development for Grey Literature Resources*

dolgozatok esetében, a felsőoktatási törvény által a felsőoktatási intézményekre rótt kötelezettség ellenére a kép vegyes. Az MTMT-ben való bejegyzést és a DOI (Digital Object Identifier) használatát, valamint a hosszú távon biztosított (repozitórium) elhelyezést nem csupán néhány nagyobb egyetem biztosítja, hanem a REAL–PhD-ben való elhelyezéssel a legkisebbek némelyike is. Az MTA KIK mind a REAL–PhD használatát, mind a DataCite DOI-azonosítót térítésmentesen biztosítja az igénylők számára.

Open Data

A kutatási adatokhoz való nyílt hozzáférés alapján változtathatja meg egy-egy tudományterület helyzetét, korábban nem látott felpozícióhoz hozhat. A digitális asszirológia jó példát mutat az adatok kezelésének változására (Zólyomi, 2015). A technológia csak a lehetőséget teremti meg, az adatok nyilvánosságának változása inkább tudományszociológiai kérdés.

Az adatok nyilvánosságát esetenként a technológiai fejlődés kényszeríti ki. A csillagászat területén az elmúlt három évtizedben az adatszegény kutatási környezet adatgazdaggá alakult – elsősorban a minél több megfigyelési adatot termelő űrcsillagászati eszközöknek köszönhetően (bár a földfelszíni nagy felmérési programok, vagy éppen a kisméretű automata adatgyűjtő teleszkópok szerepe sem hanyagolható el). Annyi adat keletkezik, hogy az eszközt létrehozó és finanszírozó kutatók és intézmények nem tudják megoldani a teljes feldolgozást. Ahol korábban külsősök nehezen juthattak hozzá a megfigyelési adatokhoz, ott ma nehezen tudnak elég kutatót toborozni a feldolgozáshoz. A Kepler űrtávcső adatainak kiértékelésében részt vevő hazai kutatók jelentős eredményeket értek el annak

ellenére, hogy az űrtávcső elkészültekor Magyarország nem volt az Európai Űrügynökség tagja. Sok nagy csillagászati programnál a lázas kezdeti adatfeldolgozás oka az adatok meghatározott idő után való felszabadítása.

Az Open Access és az Open Data egyik találkozási pontját a kiterjesztett funkcionális folyóiratok (enhanced journals) jelentik. Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Csillagászati Intézetében (CsFK CsI) kiadott *Information Bulletin on Variable Stars* (IBVS) számainak több mint feléhez mellékeltek a szerzők megfigyelési adatállományokat az elmúlt négy évben (azokat az eseteket itt nem számoljuk, amikor a cikkhez kevés adat tartozik, amelyeket a cikkben belül, táblázatokban közölnek). A szerzők azonban többnyire csak akkor mellékelik az adataikat a cikkhez, ha a szerkesztőség valamilyen nyomást gyakorol, vagy nem is közli a kéziratot az adatok nyilvánosságra hozatala nélkül. Az MTA KIK repozitóriumában, a REAL-ban is helyeztek már el adatállományt ilyen okból. Közreadásra ösztönző tényező lehet a kutatási adatok és adatbázisok és az ezekre kapott idézetek figyelembevétele a tudományos teljesítmény értékelése során. Az MTMT már biztosítja a nyilvántartás lehetőségét.

Mint az Open Science többi területén, vagy talán még hangsúlyosabban merül fel az Open Data esetében a költségek kérdése. Mennyibe fog kerülni a hosszú távú adatmegőrzést, adatnyilvánosságot megteremtő infrastruktúra? Meggyőződésünk, hogy az adatkezelésre, adattárolásra a kutatócsoportok jelenleg is nagy összegeket fordítanak. Egy jól szervezett, központosított, felhőalapú megoldás nem feltétlenül drágább a jelenleginél. További fontos tényező az exponenciális növekedés (mind az adatok mennyisége, mind

a tárolókapacitás tekintetében). Ameddig ez fennmarad, a korábbi korszakok összes adatának archiválása megoldható lesz, ha az új adatok tárolását meg tudják oldani.

Open Software

Az Open Source – a szabad forráskódú, ingyenes szoftverek használata – nem korlátozódik a tudományra. Korábban jelent meg az Open Access-nél, sőt az internetnél is: már az 1970-es években is közöltek nyomtatott folyóiratokban számítógépes programokat vagy programrészleteket.

A forráskód megosztásának a tudományos területen nemigen érvényesülnek az akadályai – a tudományos programok piaca eleve kisebb, a nagyon specifikus kódokat el sem lehetne adni. Az előnyök viszont jelentkeznek: a nyílt kód fejlesztésében többen részt vehetnek, a hibákat jobban megtalálják, és ha egy szűk tudományterület ugyanazt a programot használja, az eredmények összehasonlíthatóbbak lesznek.

A tudományos közösségekben a szoftver megosztása inkább praktikus, mint ideológikus alapokon állt – a csillagászatban az 1990-es évek elején is számos, szabadon hozzáférhető nagy programcsomag volt, melyek licence csak az utóbbi időben tisztázódott (a National Optical Astronomy Observatory *Image Reduction and Analysis Facility* programcsomagja csak 2012-ben került egészében az MIT licence alá).

A nyílt forráskódú szoftverek fejlesztését, létező szoftverek összegyűjtését, a tudományos kutatás elosztott modelljének propagálását⁶ tűzi célul az OpenScience projekt. Hon-

lapjukon kiemelt fejlesztési projektjeik közül az *OpenMD* és a *Jmol* molekula-dinamikai szimulációkra szolgáló kód, a *JChemPaint* pedig kétdimenziós molekula-struktúra szerkesztő/rajzoló program.

Open Peer Review

A nyílt hozzáférésről elterjedt tévképzetek egyike, hogy elmarad a szakmai bírálat, a *peer review*. A vélekedés oka talán a parazita folyóiratok (*predatory journals*) jelenségében gyökerezhet. Ezek azonban nem a tudomány részei, hanem kártékony élősködők. A nyílt tudomány mozgalmához sorolható viszont az Open Peer Review. Nem a bírálat elhagyásáról, ellenkezőleg, annak javításáról, átláthatóvá tételéről van szó. Nem csupán a tévedés, az elfogultság kizárása a feladat; sokkal nagyobb probléma a szerkesztőségek számára a megfelelő bírálók megtalálása. Bár a cikkek bírálatát a tudományos folyamat kulcsfontosságú eleme, a bíráló fizetséget nem kap, a bírálat csak az idejét rabolja. Több kiadó vezetett be ösztönzési rendszereket – de áttörést valószínűleg csak az jelenthet, ha a bírálati tevékenység megjelenhet a kutatói karrier értékelésében. Sok folyóiratnál a nyílt bírálat a bíráló nevének nyilvánosságra hozatalát, esetenként magának a bírálatnak a nyilvánosságra hozatalát jelenti. Az Open Peer Review nem csupán sikeres próbálkozások sorozata (mint az Open Science többi komponense sem az) – a *Nature* 2006-os kísérlete lehet a példa.⁷ A sikeres esetek azóta szaporodnak.

Az *Atmospheric Chemistry and Physics* folyóirathoz beküldött cikkek közül a szerkesztők által arra érdemesnek ítélték a folyóirat diszkusszió részében (*ACPD – ACP*

⁶ A tudományos kutatás eleve elosztott – de ez esetben az átlagosnál sokkal kollaboratívabb, az eszközöket, szoftvereket szinte Lego-szerűen összerakó tudományos gyakorlatról beszélnek.

⁷ *Nature's Peer Review Trial*. URL³

Discussions) megjelennek. Ez hasonlít a fizikusok *arXiv*-jához – láthatóvá teszi és megőrzi a kéziratot. A nyilvánosságra hozatal mellett azonban lehetőséget ad a bírálatra és kommentálásra is – a megjegyzések és átfogó bírálatok is nyilvánosak lesznek, legyen a szerzőjük nyilvános vagy névtelen. A bírálat után van esélye a cikk végleges változatának a folyóirat törzsszállományában megjelenni (Pöschl, 2004).

A *Peerage of Science* vállalkozás a kiadóktól független, a bírálat lebonyolítására szakosodott szervezet. Ehhez a központi helyzetű szervezethez nyújtják be a kutatók a kéziratokat. A bírálók maguk döntenek el, melyik kéziratot bírálják, és a bírálat maga is értékelés tárgya. (Nem bírálhatnak szerzővel azonos intézménynél dolgozók vagy az elmúlt három évben vele társszerzőként publikálók.) Három mutatót alkalmaz a rendszer: egy a bírálatokat értékeli, további kettő a cikket – megadva a cikk minőségét és a bírálatok számát. A rendszer használata a szerzőknek ingyenes, a vállalkozás bírálati szolgáltatását igénybe vevő kiadók fizetnek. A bírálók a bírálatuk minőségéből származó reputációt élvezhetik. Ha egy cikk sikeresen átmegy a bírálaton, egyrészt a folyóiratok tehetnek közlési ajánlatot, másrészt a szerzők is felajánlhatják azt az általuk választott, a *Peerage of Science*-al szerződött folyóiratnak.

Egy másik új vállalkozás – a *Publons* – a bírálókat próbálja ösztönözni, tevékenységüket honorálni. A kiadókkal együttműködve és a bírálat anonimitását megőrizve összegzi a kutatók bírálati tevékenységét (lásd Van Noorden, 2014). A bírálati tevékenységet egyetlen mérőszámmal (*merit*) is jellemzi, de rendelkezésre áll a bírálói profil is, felsorolva mindazokat a folyóiratokat, melyeknek a kutató bírál.

Meggyőződésünk, hogy a publikálás utáni kommentálás nem válthatja ki a publikálás előtti – az ACP metódusát nem soroljuk e kategóriába. Folyóirat-független, megjelenés utáni kommentálási rendszer a PubPeer. Ez utóbbi szolgáltatás esetében a kommentek anonimitása számos kritikát kapott.

Open Methodologies / Open Notebook Science

A kutatási módszerek, protokollok, laborjegyzőkönyvek nyilvánossága igen fontos az eredmények ellenőrzése szempontjából. A legnagyobb akadályt valószínűleg az jelenti – éppúgy, mint az Open Data esetében –, hogy az amúgy tisztességesen eljáró kutató is követ-het el apróbb, kifogásolható lépéseket a mérés, megfigyelés, adatfeldolgozás során. A labornaplók tartalmazhatnak odavetett, csak a szerző által ismert „gyorsírással” lejegyzett részeket, szerepelhetnek benne zsákutcák, később hibásnak bizonyult, és megismételt vagy kihagyott lépések. És biztosan minden mérési jegyzőkönyvből kimarad egy-két momentum, ami csak a kutató memóriájában van meg. A naplók tisztázása fáradságos munka, a cikkírástól és a következő feladattól veszi el az időt.

Mindazonáltal előnyei is vannak a nyitottságnak. Mint a szabad szoftvernél, a közösséggel való megosztás segíthet a hibák felderítésében, és az együttműködés által a kutatók gyorsabban haladhatnak. A megfigyelési, kísérleti, adatfeldolgozási munkafo-lyamat egyre inkább számítógépesített, a fo-lyamat egyes elemei kód formában mind könnyebben oszthatók meg. Olyan erősen számítógépesített tudományokban, mint a fizika vagy csillagászat, már az 1990-es években előfordult, hogy egy-egy hosszabb folya-matot gépesített a kutató. A szerző az *Institu-te Astrophysique de Paris*-ban vezetett olyan

munkanaplót, ami tartalmazta a végrehajtott számítógépes utasításokat – ha egy először lépésként végrehajtott eljárást meg kellett ismételni (ami igen gyakran előfordult), csak a naplózott parancsokat kellett újrafuttatni, a szükséges változtatásokkal. Ami először órákba tellett, az megváltoztatott paraméte-rekkel percek alatt újra lefutott. Az elektro-nikus munkanapló vezetése megtérülő be-fektetés volt. Ugyanitt hallott egy princetoni PhD-hallgatóról, akinek a dolgozata mögött egy gigantikus shell-szkript állt. Ahogyan a gépészmérnök-hallgatók életét megváltoztat-ta a CAD (a tanár által óhatatlanul megtalált, és piros tollal a rajzon megjelölt kis hiba kor-rigálása nem háromnapos megismételt rajzo-lást jelentett, hanem az ötperces korrekció után csupán a nyomtatást kellett kivárni), elképzelhető az is, hogy a kinyomtatott dol-gozat egyik ábrájában levő felirathiba, egy képletben lévő rossz paraméter javítása csu-pán két percbe kerül – és amennyiben a hiba a konklúziót nem befolyásolja, az összes szá-mítás megismétlése, a dolgozat LaTeX forrás-kódjának újragenerálása automatikusan megtörténhet az *Enter* billentyű megnyomá-sa után.

Érdemes a csillagászat területéről egy ré-ges-régi szabványt megemlíteni: ez a FITS, a Flexible Image Transport System. Valójában fájlformátum, de egyes tulajdonságai ma is követésre méltóak (Wells et al. 1981). Témánk szempontjából a FITS azon tulajdonsága ér-dekes, hogy az adatállomány metaadatai strukturált formában az állomány részei, és a leíró adatok között megjelenhet az adatrö-gzés és -feldolgozás története is. Már a CCD-kamera vagy spektrográf is a kép fejlécében naplózza a fontos paramétereket: a megfigye-lő nevét, a távcső és a kamera paramétereit, az expozíció idejét és tartamát, több más in-

formáció mellett. Amennyiben az adatfeldol-gozó szoftver erre alkalmas volt, a képfeldol-gozás minden lépése is naplózásra került az eredményfájlban. Mivel megérte alkalmas szoftvert használni – ilyen volt a már említett IRAF: ingyenes és általánosan elfogadott – a tudatos hamisítás lehetőségétől eltekintve az adatfeldolgozás dokumentálása nagyrészt biztosított volt.

A nyitott laborjegyzőkönyveket népsze-rűsíti az Open Notebook Science Network. A protokollok, módszerek megosztásának jó példája az Open Source Malaria.

Open Educational Resources

Az Open Educational Resources vélemé-nyünk szerint nem tartozik a nyílt tudomány témakörébe, még ha vannak is kapcsolatok. Az Open Science esetében a profit lehetősége, szerepe kisebb. A felsőoktatásban több a ma-gánegyetem, melyek inkább az oktatási tevé-kenységből tartják fent magukat, mint állami támogatásból. Azt gondolhatnánk, az egye-temek mind gondosan őrzik, csak a beirat-kozott hallgatóknak teszik elérhetővé tan-anyagaikat, tudásvagyonukat. De ebben a vélekedésünkben csatlakozunk – vannak más működési modellek is, a bevételi érdekelt-ség és a bevételek megtartása mellett is.

Röviden említjük a MOOC (*Massive Open Online Course*) gyakorlatát.⁸ Nem biztos, hogy a tananyagot kell elzárni, csupán egyet-len papírt, a diplomát kell tandíjfizetéshez kötni. Az University College London már említett Open Access kiadója lehet a példa arra, hogy oktatási intézmények lemondhat-nak a könyvkiadás bevételeiről, sőt, jelentős pénzeket költhetnek reprezentatív kiadvá-

⁸ A MOOC a 21. század katedrálja? Kiss-Tóth Lajos, NETWORKSHOP 2015, URL4

nyok elérhetővé tételére. Az egyetem presztízs-növekedése – a több jelentkező hallgató –, a több elnyert pályázati támogatás nagyobb nyereséget kínál a kiadványokból realizálható bevételnél.

Szabadon használható elektronikus egyetemi jegyzetekre itthon is szükség van, ezeket megtalálhatjuk a Digitális Tankönyvtárban.

Különböző tapasztalat, szakértelem hiányában a nyílt oktatás területén csak aggodalmunkat jelezhetjük: vannak-e, lesznek-e a parazita folyóiratokhoz hasonló vadhajítások? Garantálható lesz-e a megszerzett tudás, a diplomák minősége?

Citizen Cyberscience

Egyszerre szolgálja a tudomány népszerűsítését és tudományos kutatási feladatok elvégzését számos kezdeményezés, melyek az érdeklődő polgároknak, amatőröknek is lehetővé teszik a kutatás világába való bekapcsolódást. A témával foglalkoztunk a *Természet Világa* hasábjain (Holl, 2011). Itt csak a *GalaxyZoo*-ból kinőtt *Zooniverse* platformot emeljük ki. A civil tudományról ajánljuk a *GalaxyZoo* vezető kutatója, Chris Lintott és társszerzői gondolatait (Marshall et al., 2015). Természetesen a civilek bevonása az adatok nyilvánosságával jár. A téma kulturális örökség vetületével foglalkozik a *Civic Epistemologies* projekt, melynek az országos Széchenyi Könyvtár (OSZK) is résztvevője.

Szolgáltatások a kutatóknak – felhő alapon

A tudományos kutatók munkája annál eredményesebb lehet, minél fejlettebb szolgáltatásokat, eszközöket vehetnek igénybe, minél jobban koncentrálhatnak tényleges feladatokra. A kutatás sok esetben nélkülözhetetlen eszközei a kutatócsoport által birtokolt berendezések és szoftverek, de egyre inkább elter-

jednek a számítógép képernyője előtt ülve, a hálózaton keresztül igénybe vehető felhőszolgáltatások. Ezen a területen a tudományos kiadók is versenybe szállnak. A kiadók akkor kerülhetnek a tudományos berendezéseket gyártó cégekkel azonos helyzetbe, a tudományos folyamatot segítő szolgáltatók közé, amennyiben OA-folyóiratokat adnak ki, pénzért kiadói szolgáltatásokat kínálva. (Senkiben nem merül fel, hogy a kutatáshoz használt mikroszkóphoz ingyen lehessen hozzájutni – de a műszergyártó cég nem is szerzi meg a jogokat a mikroszkóp segítségével készített felvételekhez.) Üzleti vállalkozások kínálnak irodalomjegyzék-kezelő rendszereket, tárhelyet, cikkszerkesztő szolgáltatást, közösségi platformokat a kutatók számára. De ez nem az üzleti vállalkozások kizárólagos territórium. A versenybe szálltak a multinacionális cégek, és találkozhatunk számos *start-up* céggel, melyek ingyenes szolgáltatást nyújtanak – csak spekulálhatunk, így marad-e ez hosszú távon. Vannak vállalkozások, melyek a kutató számára ingyenesek – a bevételeiket reklámfelületeik értékesítéséből szerzik. Ám vannak olyan közösségi vagy egyetemi rendszerek, melyek mindenkinek – vagy csupán a kampuszon belül – szabadon elérhetőek. Közös jellemzőjük, hogy felhőalapúak: mindenünnen elérhetőek, ahová az internet elér.

Kiemeljük a tudományos kommunikáció szövetét alkotó háttérszolgáltatásokat. Ilyenek a Digital Object Identifier azonosítók – a Data Cite DOI-jai főképp adatállományok elérhetőségét és idézhetőségét biztosítják, a CrossRef DOI-k pedig a folyóiratcikkek közötti átjárhatóságot, és az idézettségeken keresztüli cikkhálózat felépítését segítik. További fontos szolgáltatás a szerzők azonosítása – erre az ORCID szolgál. Ezek a szolgáltatások non-

profit alapon működnek, és a mögöttük álló szervezetek tagjai között megtalálhatóak mind multinacionális vállalkozások, mind tudományos kutatást végző intézmények.

Nem foglalkozunk részletesen azokkal a rendszerekkel, amelyek mögött nagy multinacionális cégek állnak – ilyen a *Mendeley* (Elsevier), a *figshare*, *Altmetric*, *labguru* (mind egyik Macmillan – Digital Science). Nem tárgyaljuk azokat a rendszereket, amelyek csak most kezdenek a felhő felé nyújtózni, mint a *RefWorks* (ProQuest) és az *EndNote* (Thomson Reuters). Olyan nagy közösségi rendszereknek sem kívánunk propagandát csinálni, mint a *ResearchGate* és az *Academia.edu* – agresszíven és alkalmanként etikátlan módszereket alkalmazva terjeszkednek amúgy is. A tudomány világában is használnak olyan általánosabb felhasználású rendszereket, mint a hazai *Prezi* vagy a *Dropbox*, vagy éppen a Google különböző szolgáltatásai.

Röviden említjük viszont az *Authorea*-t (URL5), ami egy felhőalapú cikkszerkesztő, olyasmi, mint a GoogleDocs, csak éppen tudományos szakcikkekre szakosodva. Vannak más, hasonló szolgáltatások is: az *Overleaf* vagy a *ShareLaTeX* (Perkel, 2014). Üzleti vállalkozás mindahány. Lehet úgy érvelni, hogy az üzleti nyereség kilátása nélkül ezek a szolgáltatások meg se jelentek volna, vagy nem tudnának fejlődni. A kutatást elősegítő szol-

gáltatásokat valakinek meg kell fizetni, az üzleti alapon működő szolgáltatásoknál legfeljebb az lehet a kérdés, megvan-e a verseny, ami biztosítja a megfelelő ár-érték arányt? Amennyiben szolgáltatásokról van szó, a helyzet egyszerű: a kutató eldöntheti, megéri-e igénybe venni? A tartalommegosztó funkcióval is rendelkező közösségi rendszereknél viszont kérdés, nem hátráltatják-e a nyílt hozzáférésre való átállást (Academia.edu, Research Gate), vagy nem a valódi Open Access akadályozása éppenséggel a cél (Mendeley)?

A tudományos publikációk megosztásának legjobb útját az Open Access folyóiratok és a repozitóriumok biztosítják. Sajnos a repozitóriumok ritkán nyújtanak a feltöltött művek elérhetővé tételén és archiválásán túl többletszolgáltatásokat a szerzőknek. Szerencsére nem küldözgetnek automatikus leveleket a társszerző nevében, de annak tudta nélkül – ám nem is terjed a használatuk olyan gyorsan, mint a gátlástalan közösségi rendszereké. Azonban e szolgáltatások a mieink, itt biztosak lehetünk abban, mi motiválja a szolgáltatókat. A hazai kutatóknak ajánljuk, használják egyetemük, kutatóintézetük repozitóriumát, használják az MTA KIK által üzemeltetett REAL-t!

Kulcsszavak: *könyvtártudomány, információ-tudomány, tudományos kommunikáció*

IRODALOM

- Archambault, Eric – Amyot, D. – Deschamps, P. – Nicol, A. – Rebout, L. – Roberge, G. (2013): *Proportion of Open Access Peer-Reviewed Papers at the European and World Levels – 2004–2011. Science-Matrix Report to the European Commission.* • <http://tinyurl.com/l2l23bc>
Hajnal Ward Judit (2015): Nyitott tudomány, nyitott könyvtár. *Orvosi Könyvtár*. 12, 2, 18–29. • http://lib.semmelweis.hu/moksz/hirlevel/ORVOSI_KONYVTAR_2015_2szam.pdf

- Holl András (2010): Nyílt hozzáférés a tudományos szakirodalomhoz, *Magyar Tudomány*, 171, 1, 58–61. • <http://www.matud.iif.hu/2010/01/11.htm>
Holl András (2011): Amatőr kibertudomány. *Természet Világa*. 142, 12, 571. • <http://tinyurl.com/jqkx4np>
Holl András (2013a): Információáradat és hullámlövágás. *Magyar Tudomány*. 174, 473–478. • <http://www.matud.iif.hu/2013/04/13.htm>
Holl András (2013b): Adatok, lehetőségek, feladatok. *Magyar Tudomány*. 174, 10, 1208–1212. • <http://www.matud.iif.hu/2013/10/09.htm>

- Holl András (2015): Szövegbányászat, adatbányászat, ismeretfeltárás. *Magyar Tudomány*, 176, 6, 680–685. • <http://www.matud.iif.hu/2015/06/05.htm>
- LERU (2015): *Christmas Is Over: Research Funding Should Go to Research, Not to Publishers!* LERU Statement for the 2016 Dutch EU Presidency. • <http://www.leru.org/index.php/public/extra/signtheLERUstatement/>
- Marshall, Philip J. – Lintott, C. J. – Fletcher, L. N. (2015): Ideas for Citizen Science in Astronomy. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*. 53, 247–278. DOI: 10.1146/annurev-astro-081913-035959 • <http://arxiv.org/abs/1409.4291v1>
- Perkel, Jeffrey M. (2014): Scientific Writing: The Online Cooperative. *Nature*. 514, 7520, 127–128. • http://www.nature.com/polopoly_fs/1.16039!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/514127a-1.pdf
- Pöschl, Ulrich (2004): *Interactive Journal Concept for Improved Scientific Publishing and Quality Assurance. Learned Publishing*. 17, 105–113. • http://www.atmospheric-chemistry-and-physics.net/pr_acp_interactive_journal_concept.pdf



- Schimmer, Ralf – Geschuhn, K. K. – Vogler, A. (2015): Disrupting the Subscription Journals' Business Model for the Necessary Large-scale Transformation to Open Access. Max Planck Gesellschaft • <http://dx.doi.org/10.17617/1.3>
- Van Noorden, Richard (2014): The Scientists Who Get Credit for Peer Review. *Nature*. • <http://dx.doi.org/10.1038/nature.2014.16102>
- Wells, Donald C. – Greisen, E. W. – Harten, R. H. (1981): FITS: A Flexible Image Transport System. *Astronomy & Astrophysics*. 44, 363–370. • <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1981A%26AS...44..363W>
- Zólyomi Gábor (2015): Digitális ókor? Az asszirológia és az internet, *Magyar Tudomány*, 176, 4, 425–429. • <http://www.matud.iif.hu/2015/04/09.htm>
- URL1 <http://blog.scielo.org/en/2015/03/05/350-years-of-scientific-publication-from-the-journal-des-scavans-and-philosophical-transactions-to-scielo/>
- URL2 <http://dx.doi.org/10.1787/5jrs2f963zst-en>
- URL3 <http://dx.doi.org/10.1038/nature05535>
- URL4 <https://mobil.nws.niif.hu/presentation.php?eid=136>
- URL5 <https://www.authorea.com/>

TUDOMÁNYOS KOMMUNIKÁCIÓ AZ INFORMÁCIÓ KORÁBAN

Szécsi Gábor

CSc, Dr. habil,

MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont Filozófiai Intézet,
Pécsi Tudományegyetem Kultúratudományi, Pedagógusképző és Vidékfejlesztési Kar
szecsi.gabor@btk.mta.hu

Miután a tudományos közösségek által elfogadott és alkalmazott konvenciók, módszerek, terminológiák nagymértékben függenek az információ, a tudás megőrzésének és átadásának technikáitól, az új kommunikációs technológiák használatát kísérő kulturális változások erőteljes hatást gyakorolnak magára a tudományra, annak fogalmára és szerkezetére, a tudomány társadalmi szerepével kapcsolatos elvárásainkra. A tudomány ugyanis, miként arra napjainkban több tudománysszociológiai elmélet is rávilágít, lényegét tekintve olyan információtermelő és -továbbító rendszer, amelynek legfontosabb alapegysége a közlés, a különböző formában megjelenő közlemény (Latour – Woolgar, 1979). A tudományos kommunikáció tehát ilyen értelemben elválaszthatatlan az információk előállítását, hitelesítését, ellenőrzését magában foglaló tudományos tevékenység más elemeitől, hovatovább, a tudomány lényegét tekintve maga is kommunikációs intézmény. A különböző közösségi formák médiaközpontú szerveződéséhez, mediatiszációjához vezető és a tudástermelés és -átadás technikáit erőteljesen befolyásoló kommunikációtechnológiai változások ezért gyakorolhatnak jelentős hatást a tudományos közösségek, és ezáltal a

tudomány szerkezetére is. A közvetített kommunikáció új technológiáinak megjelenésével a tudomány is mediatiszálódik.

Ennek a mediatiszációs folyamatnak a lényege a tudományos kommunikáció két alapvető irányából kiindulva, két aspektusból ragadható meg. A tudomány kommunikációs pozícióját egyrészt kutatási együttműködésekre és rendszerekre, szakmai nyilvánosságokra és információs bázisokra hivatkozva, azaz a tudományon belüli kommunikációs alkalmazások keretében lehet meghatározni. Ennek jegyében a tudomány mediatiszációját a tudományos közösségek mediatiszációjának következményeként írhatjuk le, rámutatva azokra a tudományos gondolkodás természetét, a tudomány szerkezetét, a kutatói munka módszereit általában is érintő változásokra, amelyek az információ korának tudományképét alapozzák meg. A tudományos kommunikáció másik alapvető irányát a tudomány „kifelé”, azaz a laikus érdeklődők társadalmi csoportjai felé való megjelenítése jelenti. Ebből a nézőpontból a tudomány mediatiszációja a nem szakemberekből álló célcsoportokkal a tömegkommunikáció új csatornáin kommunikáló tudomány gyakorlatának megváltozását jelenti.

A tudomány mediatisálódásának két aspektusát jellemző folyamatok egymással kölcsönhatásban formálják az információ korának tudományképét, ami mindinkább eltávolodik a modernitás korában kiérlelt tudománykonceptióktól. A mediatisált közösségeket felölelő, új kommunikációs hálózatokhoz köthető tudományosságot az egységes tudásba vetett hit és a diszciplináris nyitottság eszméje táplálja, míg a könyvnyomtatás kultúrájára épülő, szöveg alapú társadalmak hagyományos tudományfelfogása a fragmentált tudás és a zárt diszciplínák elvében gyökerezik. Ez utóbbi tudománykonceptió a nyomtatásos írásbeliség elterjedésének két lényeges ismeretelméleti következményével hozható összefüggésbe. Egyfelől azzal, hogy a nyomtatott anyagok mennyiségének megsokszorozódásával és ebből adódóan a tudás komplexebbé válásával a tudás egységes eszméje mindinkább elhalványul. Másfelől pedig azzal, hogy a nyomtatott szövegek formai és tartalmi lezártaságából fakadóan egy nyomtatásban megjelent tudományos művet a hagyományos felfogásnak megfelelően mindig valamilyen zárt, más művektől elkülönülten, önmagában fennálló egységnek tekintették. Az előbbi fejlemény azt az álláspontot erősítette az új, elektronikus kommunikációs technológiák megjelenéséig és elterjedéséig, hogy a tudás világa túlságosan is terjedelmes ahhoz, hogy a különböző tudományterületek kooperációja révén, átfogó módon megragadható legyen. Az utóbbi pedig az eredetiség és kreativitás romantikus eszményének megszületéséhez vezetett, aminek következtében egy eredetét és jelentését illetően minden külső hatástól függetlennek tartott, egyéni tudományos mű még erőteljesebben elkülönülhetett más munkáktól. Az új kommunikációs technológiák – főként az internet – használatával

napjainkra kifejlődő informális hálózat azonban egyre inkább hozzájárul ennek a tudományképnek és az erre épülő klasszikus formális szervezeti rendszernek a felbomlásához. Az új médiatérben kibontakozó fogalmi, módszertani konvergenciák, folyamatos informális kooperációk eredményeként ugyanis egyre határozottabb formában jelenik meg az egységes, átfogó elméletek megalkotása és a diszciplináris határok ezzel együtt járó megnyitása iránti igény.

Tanulmányomban arra kívánok rávilágítani, hogy az új kommunikációs technológiák használatára, az új (közösségi) médiára épülő tudományos kommunikáció belső (szakemberekből, kutatókból álló) és külső (laikus érdeklődőket magában foglaló) célcsoportjai által alkotott közösségek mediatisálódása egyaránt hozzájárul a tudomány rendszerének átalakulásához, egy új tudománykép megszületéséhez. A tudomány mediatisálódása a tudományos célcsoportok mediatisálódására visszavezethető folyamat, amely azon túl, hogy megváltoztatja a tudomány jellegét, a tudományos kommunikáció különböző médiumait jellemző nyelvhasználat konvergenciáját is feltételezi. Azaz, az információ korát jellemző társadalmi és kulturális változások a tudomány új rendszerének és nyelvének kialakulásával járnak együtt.

1. Tudománykép és mediatisáció

Az információtovábbítás és -megőrzés új technikáinak elterjedése, az együttműködés eddig ismeretlen formáinak megjelenése tehát átalakítja a tudomány belső és külső kapcsolatrendszerét. Az új médiumok használatával a tudomány belső, azaz egyes tudományterületek, szakmai műhelyek és kutatók közötti és külső, azaz a laikus érdeklődők által képviselt nyilvánosság felé irányuló kommu-

nikációja mind összetettebbé, de egyúttal nyitottabbá is válik. Vagyis az új médiateret jellemző interaktív hálózottság, az informatív eszmecserék előtt megnyíló kommunikáció-technológiai lehetőségek egy időben teremtik meg a feltételeit az interdiszciplináris tájékozódás és kooperáció felerősödésének, a szak tudományi határok átjárhatóságának, valamint a szélesebb nyilvánosság felé irányuló tudományos kommunikáció hatékonyabbá tételének. Ezzel együtt az alkalmazás szerepének növekedésével jól érzékelhetően csökken az alap- és alkalmazott kutatások közötti módszertani távolság. Az alap- és alkalmazott kutatási programok illetén közeledésével a diszciplináris tagoltság képe helyett mindinkább az egységes elmélet élménye határozza meg a kutatók munkáját.

Így magának az egységes tudománynak a perspektívája sem olyan illuzorikus már, mint amilyen az új kommunikációs technológiák használatát megelőzően volt a tudományos gyakorlatban. Az információs forradalom eredményeként megszülető kommunikációs kultúra egy transzdiszciplináris tudományos rendszer megerősödéséhez kínál fogalmi, terminológiai, nyelvi, módszertani lehetőségeket, és járul hozzá annak a modernitás korát jellemző tudománykép megváltozásához, amely ott boltosul a Charles Percy Snow által „két kultúra” elméletnek nevezett felfogás hátterében is (Snow, 1965). Snow a modernitás korában kiérlelt tudományrendszer egyik sajátosságának tekinti azt az áthidalhatatlan törésvonalat, amely két, egymással nem érintkező szakterület, a természettudományok és a humántudományok között húzódik. Snow ezt a szakadékot a klasszikus tudományfelfogás szimptomatikus jelenségeként értelmezi. Ez a tudományfelfogás felel az ún. akadémiai tudomány formális szerve-

zeti rendszerének megszilárdulásáért, amit a szakterületi fragmentáció mellett mindenekelőtt az alap- és alkalmazott kutatások közötti távolság növekedése jellemez. Snow hatvanas években készített látóleletét a későbbiekben számos tudós egészítette ki olyan tudományelméleti adalékokkal, megfigyelésekkel, amelyek újra és újra rávilágítottak a tudományos szakterületek (kultúrák) egységességének fontosságára és időszerűségére. A kérdéskörben állást foglaló kutatók munkájuk során folyamatosan szembesültek az új kommunikációtechnológiai lehetőségek következtében megváltozó tudománykommunikációs gyakorlattal, az inter- és multidiszciplináris megközelítések iránti kutatói igény növekedésével. Így például az amerikai biológus, Edward Osborne Wilson is, aki átfogó munkájában, a *Consilience: The Unity of Knowledge*-ben a tudás és tudomány egységességének eszméjéből kiindulva hangsúlyozza a különböző szakterületekhez kötődő tudományos közösségek folyamatos kooperációjának szükségességét (Wilson, 1999). Wilson szerint az új típusú tudományos együttműködések fontosságára és növekvő szerepére utal az a fejlemény is, hogy a diszciplináris korlátok eltűnőben vannak a természettudományon belül, hogy olyan „hibrid tartományoknak” adjanak helyet, amelyeket az együttműködés-egyetértés implicit formái jellemeznek. Ezek a „hibrid tartományok” (például: kémiai fizika, molekuláris genetika, kémiai ökológia, ökológiai genetika) bár különböző komplexitásúak lehetnek, lényegüket tekintve „nem többek a kutatás új fókuszainál.”

A tudományos kommunikáció és együttműködés új formáira épülő korszakváltás lehetőségére azonban már jóval az internethasználat általánossá válása előtt felfigyeltek azok a természettudósok, akiknek a tudománnyal

kapcsolatos vízióját a nagy tudomány (Big Science) koncepció jeleníti meg a hatvanas évek eleje óta (Price, 1965). A második világháborút követően szerveződő nagyszabású kutatási projektek ugyanis túl azon, hogy mindinkább felülírták a hagyományos, tagolt tudományrendszeren alapuló módszereket, új kommunikációs csatornák megnyitásával erősítették a tudományos kutatások gazdasági, társadalmi beágyazódását is. Az új tudomány kommunikációs retorikájában ezért mind nagyobb hangsúlyt kapnak a tudományon kívüli, gazdasági, társadalmi célok és érdekek. Emellett erősödik a kutatás intézményi központosítása is; egyre kevesebb intézményben alakul ki nagyfokú költségvetési koncentráció, és mind hangsúlyosabb szerepet kap a tudományos kutatást végző intézmények gazdasági, társadalmi kapcsolatainak menedzselése. Az ilyen intézményekben kiemelt feladatként jelenik meg a tudományos kutatás gazdasági, társadalmi beágyazódásának elősegítése, ami viszont egy, a korábbiakhoz képest nyitottabb és erőteljesebb kutatói kooperációra épülő tudományrendszert feltételez. Az új kommunikációs technológiák, mindenekelőtt az internet használata a nagy tudomány természetén alapuló tudományos korszakváltás folyamatát gyorsítja fel az informális hálózatokban összekapcsolódó tudományos közösségek mediatizációja révén. E korszakváltás egyik legfőbb ismérve, hogy a tudomány mediatizációjának következményeként az informális hálózatokban folyó tudományos tevékenység mindinkább közösségivé válik (Laki – Palló, 2001). Nemzeti határokon átívelő, folyamatos diskurzus alakul ki a különböző szakterületek képviselői között, mind több nemzetközi műhely születik, ami hozzájárul az eredményes kutatómunka közös módszereinek kifejlesztéséhez.

2. A kutatói közösségek mediatizációja

Az egymással hálózati kapcsolatba kerülő kutatói közösségek közös fogalomrendszert, módszertani normákat és adatbázist hoznak létre, ami azon túl, hogy megteremti a folyamatos globális tudományos kommunikáció feltételeit, megakadályozza a tudás és a tudomány további fragmentálódását. Annak a kutatónak, aki valamely tudományos közösség tagjaként be akar kapcsolódni az informális hálózat keretein belül zajló szakmai diskurzusba, el kell fogadnia és sajátítania ezeket a közös fogalmi, módszertani standardokat. Ezzel lehetősége nyílik arra, hogy folyamatos résztvevője legyen az informális szakmai eszmecseréknek, amelyek jól használható anyagokkal és erőteljes inspirációval segítik kutatásai folytatásában. A különböző szakmai fórumokon, vitacsoportokban, vagy épp magánlevelekben megfogalmazott gondolatokat, érveket, szempontokat áttemelheti publikációra szánt munkáiba. A tudományos teljesítmény így egyre inkább a mediatizált tudományos közösségek alapjain szerveződő informális kutatói csoportok kollektív produktumává válik. Ez pedig jelentős mértékben felértékeli az ún. *prepublikációs* fázis szerepét a tudományos tevékenységben, hisz az újonnan születő és megerősödő kutatói hálózatok révén az informális diskurzusok, fórumok által közvetített szakmai visszajelzéseknek, értékeléseknek a tudományos munka folytatása szempontjából ugyanolyan jelentősége van, mint a már publikált munkákra irányuló tudományos reflexióknak. Ezt a tudományképet némiképpen árnyalják azok a vizsgálatok, amelyek az informális hálózatok keretében szerzett információkkal kapcsolatos kutatói attitűdökre világítanak rá. Miként arra Ellen Collins is felhívja a figyelmet, a kutatók

egy része ma is fenntartással viseltetik az olyan információkkal szemben, amelyek nem estek át formális lektoráláson, azaz fontos szempontnak tekintik a folyóiratok és kiadók által nyújtott minőségbiztosítást (Collins, 2013). Az új kommunikációs technológiák nem felváltják, hanem kiegészítik a hagyományos kommunikációs csatornákat. Ezért jut Collins is arra a megállapításra, hogy az új média nem változtatta meg alapvetően a tudományos kommunikáció természetét, csupán az információk megtalálását és megosztását teszi könnyebbé és kiterjedtebbé. Azt viszont még a Collinshoz hasonló skeptikusok is elfogadják, hogy az újabban született szakterületeken belül nagyobb a hajlandóság az átalakuló publikációs gyakorlatra, mint a nagyobb hagyományokkal rendelkező tudományterületeken. Különösképpen igaz ez a humán és társadalomtudomány kisebb hagyománnyal rendelkező szakterületeire, amelyeken belül jelentős mennyiségű digitális információ halmozódott fel a kulturális, társadalmi folyamatok kutatásához.

Bármilyen irányból is közelítjük meg az új kommunikációs technológiák tudományos tevékenységre gyakorolt hatását, tény, hogy a hálózott kommunikáció minden korábbinál gyorsabb, hatékonyabb, nyitottabb informális eszmecserékre kínál lehetőséget. Enyhíti a tudományban évszázadokon át épülő hierarchikus viszonyok terhét, a kikristályosodott diszciplináris normák nyomását. Az interneten tájékozódó és eszmecserét folytató tudós minden eddiginél hatékonyabban ismerkedhet meg más diszciplinák módszereivel, megközelítéseivel, fogalmi és terminológiai készletével. Ez a fajta interdiszciplináris tájékozódás és az ebből fakadó nyitottság, a kutatási téma többirányú feldolgozására való fogékonyság jelentős mértékben növeli a tu-

dományos kreativitást, problémaérzékenységet. Egyszóval: az új médiaterben kibontakozó tudomány nyitott tudomány, amelynek alapját a mediatizált tudományos közösségeket egyfajta bizalmi folyamatban feloldó permanens kommunikáció, együttműködés jelenti. E nyitottságnak ugyanakkor létezik egy másik lényeges aspektusa is: a nem szakemberekből álló, külső célcsoportok felé irányuló, ismeretterjesztési kommunikáció változó gyakorlata.

3. A tudományos kommunikáció új célcsoportjai

A tudomány és a laikus célcsoportok viszonyának átalakulása éppúgy hozzájárul a diszciplinák egységének újraformálódásához, mint a tudományos közösségek új típusú kapcsolatrendszerének megszületése. Ehhez, persze, szükség volt a tudomány hálózatosodásának folyamatát felgyorsító internethasználat általánossá válására is. Az új médiumok tudományos kommunikációban való megjelenése új tartalmi és formai kereteket kínál a tudomány és a tömegmédia viszonyának, ami jelentős mértékben enyhítette a tudományos körök tömegmédiában való megjelenéssel kapcsolatos ellenállását is. Az 1980-as és főként 90-es évektől nagy lendületet kapó tudomány-popularizációs kísérletek eleinte a jogosnak tűnő aggodalommal töltötték el a kutatókat, hogy a tömegkultúra felé nyitó és ezáltal leegyszerűsített tartalmakkal kommunikáló tudomány kiszolgáltatja magát a tömegmédiákban egyre nagyobb teret kapó áltudományos, illetve tudományellenes mozgalmaknak. Mára azonban nyilvánvalóvá vált: az új médiumok kínálta lehetőségeket megfelelően kihasználó tudósok képesek arra, hogy a valódi tudományos értékek közvetítésére és feldolgozására alkalmas,

új közösségeket hozzanak létre a laikus célcsoportokkal folytatott tudományos kommunikáció gyakorlatában is. Az interaktivitás új formáinak megjelenésével a tudományos kérdések előkészítési szakaszában a tudomány immár nem egyszerűen a kutatások megismertetésére vállalkozik, hanem bizonyos értelemben be is vonja a laikusokat a kutatásról folyó szakmai konzultációkba, sőt, magába a kutatási folyamatba is. A laikus célcsoportokkal így kialakított értékközösségek sikeresen vehetik fel a versenyt a tömegmédiában elsekélyesedett tartalommal jelentkező áltudományos vagy tudományellenes programokat meghirdető csoportokkal.

Ahhoz azonban, hogy a tudomány maximálisan ki tudja aknázni az új médiumok kínálta lehetőségeket a tudomány népszerűsítés során, figyelemmel kell lennie a nem szakemberekből álló célcsoportok jellemzőire, s mindenekelőtt arra a tényre, hogy ezeket a jellemzőket erőteljesen formálja a célcsoportok tagjainak gondolkodására, nyelvi világára és társadalmi viszonyaira egyaránt ható tömegkommunikáció. Az új kommunikációs technológiák kiterjedt használata révén mára a tudomány és a társadalom, illetve a tudomány és a politika kapcsolata elsősorban a tömegmédiák közvetítésén alapul. A tudomány társadalmi pozíciói szempontjából kulcskérdéssé vált, hogy a tudomány mennyire képes hatékonyan felhasználni az új kommunikációs csatornákat a tömegmédiák fogyasztóiként tájékozódó társadalmi csoportok megszólításakor. Azaz a tudomány médiahasználatának versenyképessé kell válnia azon célcsoportok körében is, amelyek nyelvi kultúrájára, gondolkodására mind nagyobb hatást gyakorolnak az új médiumok által közvetített tömegkommunikációs tartalmak. Márpedig e célcsoportok száma folyamatosan nő: a tudó-

mányos kommunikáció célközönségének médiakörnyezete teljessé válik az új kommunikációs technológiák révén, ami a médiahasználattal eltöltött idő drasztikus növekedését, a mindennapi életvitel és informális tanulási szokások médiaközpontú átrendeződését vonja maga után.

Elég, ha a tudományos kommunikáció egyik legfontosabb célközönségére, a fiatal korosztályra gondolunk. Donald Roberts, Ulla Foehr és Victoria Rideout *Generation M²* című tanulmányukban egy 2009-ben végzett felmérés nyomán hívják fel arra a figyelmet, hogy a 8–18 éves korosztály napi médiahasználata akár a 10–11 órát is elérheti, aminek nagy részét a televízió és a számítógép előtt eltöltött idő teszi ki (Roberts et al., 2010). Ez a felmérés természetesen számol azzal a mind általánosabbá váló és a szakirodalom által *multitaskingnak* nevezett jelenséggel, hogy ennek a korosztálynak a tagjai a napi kommunikációs tevékenységük során gyakran egyszerre több médiumot is használnak. A tanulmány emellett a médiumhasználattal eltöltött idő folyamatos növekedéséről is beszámol, ami a 2004 és 2009 közötti időszakban különösen látványos volt a televízió és a számítógép előtt eltöltött órák számát illetően. A tömegmédiák által közvetített tartalmak, illetve a médiahasználatához, különösképpen a digitális technológiák alkalmazásához kötődő nyelvi, képi kultúra ebből adódóan egyre jelentősebb mértékben befolyásolja ennek a célközönségnek a gondolkodását, kommunikációs szokásait. Mindennapi kommunikációjuk lényegi mozzanatává válik a különböző kommunikációs technológiák gyakori váltogatását, nemegyszer egyidejű alkalmazását feltételező, sokcsatornás kommunikáció. Ennek során az egyes kommunikációs technológiák használata más és más

(fizikai vagy virtuális) közösségi formához való tartozás élményével jár együtt. Ez a célcsoport már a hibrid (fizikai-virtuális) közösségek világában érzi igazán otthon magát. Tagjai szabadon vándorolhatnak a sokcsatornás kommunikáció folyamatában megszülető és egymásra kölcsönösen ható közösségek világában. Számos közösség életébe tudnak bekapcsolódni akár egyidejűleg is a különböző kommunikációs technológiák alkalmazásával, és persze számos olyan közösséget hagyhatnak el, amelynek belső viszonyai, normái, konvenciói elfogadhatatlanná váltak számukra. Az új kommunikációs technológiák használatával, sajátos nyelvi és képi eszközeinek alkalmazásával könnyedén átléphetnek egyik közösségből a másikba, s ennek során újabb és újabb érzelmi kötődéseik alakulnak ki a meglévő közvetlen társadalmi kötelekeik mellett. Különösképpen igaz ez az 1990-es évek végén születettekre és az annál fiatalabbakra, akik az ún. Z generáció tagjaként, a digitális kor bennszülöttjeiként szövegetik közösségi kapcsolataik hálóját. Ezek a fiatalok már nem szólíthatók meg a hagyományos ismeretátadás nyelvén és eszközeivel, számukra a tradicionálisan átörökölt tudás használhatatlan, korszerűtlen információkat közvetít. Új típusú közösségi kötődéseiket egy új, a multimédiális kommunikáció által formált nyelvi világ határozza meg, aminek a segítségével az információk gyors befogadására és párhuzamos feldolgozására válnak képessé. A játéknak és a hálózatban végzett munkának pedig mindinkább kitüntetett szerep jut tanulási folyamataikban.

4. Műfaji konvergenciák a tudománykommunikációban

A tudományos kommunikáció tehát csak akkor válhat versenyképessé a mediatizált

közösségek tagjaiként kommunikáló, tájékozódó célcsoportok körében, ha ráhangolódik az új célcsoportokat jellemző nyelvi, gondolkodásbeli sajátosságokra. Azaz, a rendelkezésre álló médiumok (tematikus televíziós csatornák, internet, közösségi oldalak, blogok stb.) kínálta lehetőségeket kiaknázva olyan nyelven szól a célcsoportokhoz, amely megfelel a médiakonvergencia közegeiben mind nagyobb teret kapó képesség kritériumának, és ezáltal a mediatizált közösségek tagjai által elfogadott nyelvhasználati szokásoknak. Emellett kellően interaktív, és jól gazdálkodik a tömegmédiák kínálta látványos, gyors, lüktető, a komolyabb témákat, ismeretterjesztő tartalmakat fogyasztható, szórakoztató formában közvetítő, ún. „kevert” műfajokkal is.

Ez a tudományos kommunikáció külső célközönségeinek megnyerésére irányuló törekvés ugyanakkor nem hagyja érintetlenül magának a tudománynak a nyelvét sem. A webalapú média egyre elterjedtebb használata ugyanis felgyorsította a tudománykommunikációs szférák között korábban kialakult határok erózióját. Amint több, a kérdéskört kutató szerző is rámutat, az internethasználatnak a tudománykommunikációra gyakorolt talán legérdekesebb és bizonyos értelemben legellentmondásosabb hatása a szakmai és nyilvános kommunikációs szférák mind erőteljesebb összefonódásában rejlik (Bucchi, 1998; Gregory – Miller, 1998; Trench, 2007). A fontosabb információk megosztásakor ma már számos tudományos intézmény él azzal a nyilvános kommunikációs modellel, amelyet a tömegmédiák keretében átalakuló újságírói gyakorlat fejlesztett ki. Különösen érdekessé teszi ezt a fejleményt az a Brian Trench által megfigyelt jelenség, hogy a tudományos intézmények nem csupán a kutatási eredmények, felfedezések laikus célközönség számára

ra való bemutatásakor alkalmazzák a tömeg-média keretében kiérlelt újságírói stílust, de akkor is, amikor szakmai forrásokból származó információkat szakmai közönséghez kívánnak eljuttatni (Trench, 2008). Nem véletlen, hogy mind több kutatóintézet, tudományos központ, egyetem és más felsőoktatási intézmény alkalmaz olyan professzionális tudománykommunikátorokat és tudományos szerzőket, akik képesek hozzáférhető, laikusok számára is érthető és ezáltal a tömegkommunikációs csatornákon – főként az interneten – eredményesen közvetíthető összefoglalásokat készíteni a kutatási eredményekről, tudományos felfedezésekről. Ily módon a tudományos intézmények disszeminációs tevékenységük során bizonyos mértékig átveszik a tömegmédiában dolgozó újságírók értelmező szerepét. Ez az internethasználat révén egyre általánosabbá váló tudománykommunikációs gyakorlat tehát mindinkább a szakmai és nyilvános kommunikáció közötti műfaji határvonalak elmosódásához vezet, és új megvilágításba helyezi azt a Jürgen Habermas által már az 1970-es évek elején megfigyelt jelenséget, hogy a tudományos közösségek az egymással folytatott kommunikációjuk során is felhasználják az általános hírmédiát (Habermas, 1971).

Ez a tudományos kommunikáció eszközeit meghatározó műfaji konvergencia is jelzi tehát, hogy az internethasználat miként teszi mind általánosabbá azt a televíziózással kibontakozó jelenséget, amit a tudomány mediatisálódásaként írunk le. Mint láttuk, az interneten folytatott kommunikáció két alapvető irányból járul hozzá a mediatisáció folyamatának felgyorsulásához a tudományos kom-

munikáció gyakorlatában. Egyrészt a kutatási együttműködések és rendszereken, szakmai nyilvánosságokon és információs bázisokon belül, az egymással kommunikáló tudományos közösségek mediatisálódásának fokozásával; másrészt a tudománykommunikáció laikus célközönségével az új média révén kialakított, tágabb közösségek mediatisációjának felerősítésével. Azaz, a tudomány mediatisálódásának az ad lendületet az új média korában, hogy a tudományos kommunikáció célcsoportjai maguk is mediatisált közösségek tagjaiként fogadják be és dolgozzák fel a tudományos eredményekkel kapcsolatos információkat. A mediatisáció eredményeképp körvonalazódó tudománykép a mediatisált közösségek közötti együttműködés új formáinak megszületésével halványítja el az egyes diszciplínák határait, illetve fűzi szorosabbra a tudomány és a társadalom közötti kötelékeket. Az új médiatek kínálta lehetőségek kihasználása a közvetített ismeretek újszerű összekapcsolásával eddig ismeretlen támpontokat kínál a tudományos kommunikációban érintett közösségek inter- és multidiszciplináris érdeklődésének elmélyítéséhez, a tudománnyal kapcsolatos új szemléleti módok és társadalmi elvárások megszületéséhez. Az elektronikus médiumok összehangolt használatával új közösségi formákat teremtő tudományos kommunikáció így válhat a tudomány társadalmi, gazdasági és kulturális pozicionálását alapvetően meghatározó tevékenységgé az információ korában.

Kulcsszavak: *tömegmédia, internet, tudományos kommunikáció, mediatisáció, interdiszciplinaritás*

IRODALOM

- Bucchi, Massimiano (1998): *Science and Media – Alternative Routes to Science Communication*. Routledge, London
- Collins, Ellen (2013): Social Media and Scholarly Communications: The More They Change, the More They Stay the Same? In: Shorley, Deborah – Jubb, Michael (eds.): *The Future of Scholarly Communication*. Facet, London, 89–102.
- Gregory, Jane – Miller, Steven (1998): *Science in Public*. Plenum Trade Press, New York
- Habermas, Jürgen (1971): *Toward a Rational Society – Student Protest, Science and Politics*. Heinemann, London
- Laki János – Palló Gábor (2001): Projektilvilág és informális hálózat a tudományban. In: Nyíri Kristóf (szerk.): *A 21. századi kommunikáció új útjai*. MTA Filozófiai Kutatóintézete, Budapest, 173–193. • http://21st.century.phil-inst.hu/2001_dec_konf/LAKI_PALL.pdf
- Latour, Bruno – Woolgar, Steven (1979): *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Sage, London • <http://home.ku.edu.tr/~mbaker/CSHS503/LatourLabLif.pdf>
- Price, Derek de Solla (1965): *Little Science, Big Science*. Columbia University Press, New York • <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED527859.pdf>
- Roberts, Donald F. – Foehr, U. G. – Rideout, V. (2010): *Generation M²: Media in the Lives of 8- to 18-Year-Olds*. A Kaiser Family Foundation Study, Menlo Park • <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED527859.pdf>
- Snow, Charles Percy (1965): *The Two Cultures: and a Second Look. An Expanded Version of the Two Cultures and the Scientific Revolution*. Cambridge University Press, Cambridge • <https://books.google.hu/books?id=RtYYTDKil6gC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Trench, Brian (2007): How the Internet Changed Science Journalism. In: Bauer, Martin – Bucchi, Massimiano (eds.): *Journalism, Science and Society: Science Communication between News and Public Relations*. Routledge, London, 133–142. • <https://books.google.hu/books?id=7VBRDQNABEMC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Trench, Brian (2008): Internet-Turning Science Communication Inside-Out? In: Bucchi, Massimiano – Trench, Brian (eds.): *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Routledge, London-New York, 185–198. • <http://doras.dcu.ie/14807/>
- Wilson, Eward Osborne (1999): *Consilience: The Unity of Knowledge*. Vintage Books, New York • <http://wtf.tw/ref/wilson.pdf>



TEOLÓGIA ÉS TUDOMÁNY GÁNÓCZY SÁNDOR GONDOLKODÁSÁBAN

Kelemen János

az MTA levelező tagja, professor emeritus,
Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar Filozófia Intézet
kelemen.janos@btk.elte.hu

A gondolkodás történetét szinte a kezdetektől fogva végigkíséri az a manapság is meg-megélénkítő vita, hogy milyen kapcsolat van a teológia és a tudományok, a teológia és a filozófia között, s hogy tudomány-e egyáltalán a teológia, és milyen értelemben az. A teológia és a filozófia (ezzel együtt a tudományok) viszonyáról folytatott eszmecsere a nagy skolasztika korszakában, a XIII. században érte el egyik csúcspontját, amikor az újrafelfedezett Arisztotelész tanításai behatoltak az egyetemekre és magába az egyetemi világ fellegrárába, a Sorbonne-ra. Sok más nagynevű tudós, filozófus és teológus mellett olyan gondolkodók játszották ebben a főszerepet, mint Albertus Magnus, Aquinói Szent Tamás vagy éppen a Tamás által averroistának minősített és ekképpen bíralt Brabanti Sigerius. Az eszmecsere az utóbbi évtizedekben a második vatikáni zsinat állásfoglalásai, majd II. János Pál történeti jelentőségű kijelentései adtak új lendületet, melyek a tudományos megismerést és a tudománytörténet néhány nagy fordulópontját illetően új alapokra helyezték a katolikus egyház álláspontját.

A vita világszerte ismert szereplője Gánóczy Sándor, aki alapvető művekkel járult hozzá

a teológia, a filozófia és a tudományok közötti dialógushoz, s elkötelezett szószólója a tudományként művelt keresztény teológiának.

Az alábbiakban – néhány lényeges problémát kiemelve – az ő hozzájárulását szeretném bemutatni.

Kezdjük a következőkkel. Bármennyire jogos arra hivatkoznunk, hogy a teológia, a filozófia és a tudományok viszonyának problémája a középkori gondolkodás középpontjában állt, s hogy a racionális argumentáció szabályait követő skolasztikus teológusok munkássága valóban tudományosan értékelhető, nem tekinthetünk el attól, hogy ma természetesen egészen másról van szó, mint amiről a modern kor tudományos forradalmát megelőző időkben szó lehetett.

Nem létezik ugyanis az a kérdés, hogy *általában véve* mi a tudomány és a teológia viszonya. Nem e diszciplínák általános és elvont fogalmából kell kiindulnunk, hanem abból, hogy ma mit értünk rajtuk. Erre figyelmeztet Gánóczy, amikor leszögezi, hogy ő „konkrétan és pontosítva”, *a modern fizikáról, biológiáról és agykutatásról* óhajt beszélni, s ezekhez méri – a felekezeti különbségektől elvonatkoztatva – a keresztény hittudományt.

Csakis ebben az evidensen történeti megközelítésben lehet termékeny módon megvitatni egyrészt a tudományok és a teológia viszonyára, másrészt a teológia tudományos státuszára vonatkozó kérdést. Hogy a teológia tudomány-e, azt nem egyszerűen az dönti el, hogy mennyire elégíti ki a racionális diskurzus hagyományos követelményeit, hanem az, hogy alkalmazhatók-e, és mennyiben alkalmazhatók rá a tudományosság adott történeti korszakban (így tehát a mi korunkban) érvényesülő kritériumai, melyeket a tudományos közösség túlnyomó része jóváhagyott.

A tudományfilozófusok az itt jelentkező problémát nevezik „demarkációs problémának”. Ennek a megválaszolása a teológia esetében, mint néhány más esetben is, nehézségekkel jár. Ahhoz, hogy más területekről hozzunk példát, nem kell messzire mennünk: gondoljunk a filozófiára, melynek tudományos értéke sokak szemében mindig is bizonytalan volt. Éppen ez a bizonytalanság a magyarázata annak, hogy már a pozitívizmus első, XIX. századi formája napirendre tűzte a tudományos filozófia (vagy ahogyan Edmund Husserl mondta, a filozófia mint „strenge Wissenschaft”) megalkotását, ami aztán elvezetett a XX. századi tudományfilozófiák, így a neopozitívizmus és a különféle posztpozitívista elképzelések megszületéséhez. Attól függetlenül, hogy a tudományos filozófia programja az egyik vagy a másik iskola révén hogyan teljesült, s hogy a filozófiának valaha is sikerült-e a tudomány eszméjét önmagára alkalmaznia, a tudományfilozófiai vizsgálódások egyik fő téje az elmúlt több mint száz év során az volt, hogy mit is racionális a valóság megismerésére irányuló vállalkozásban a tudományosság kritériumaként („verifikálhatóság”, „falszifikálhatóság” stb.) elfogadni. A kritériumok változásainak és

különböző értelmezéseinek függvényében több esetben is elmozdulni látszott a határ a tudomány, a nem-tudomány és az áltudomány, illetve az értelmes és az értelmetlen között: jusson eszünkbe, hogy a verifikációs elmélet (Bécsi kör) hogyan rostálta ki a metafizikát vagy az etikát az értelem köréből, vagy hogy Karl Popper és követői a falszifikációs kritériumra hivatkozva hogyan törtek pálcát a marxizmus és a pszichoanalízis fölött.

Az utóbbi példák azt mutatják, hogy a szűkebben vett metodológiai szabályokhoz és jelentéselméleti tételekhez való ragaszkodás túl szigorú demarkációs vonalat eredményez, mely valódi kognitív értékkel bíró területeket is kizár a tudományból. Ennek ellenére szükségünk van bizonyos általánosabb szintű, de persze nem tetszés szerint tágítható demarkációs kritériumokra.

Gánóczy pontosan ezt az elvet követve válaszolja meg a kérdést, melyet a *Magyar Tudományban* néhány éve megjelent cikkében így tesz fel: „milyen értelemben lehet tudomány a keresztény teológia?” (Gánóczy, 2012). E körültekintő megfogalmazás némi óvatosságot tükröz, melyet az indokol, hogy egyszerre kell tekintettel lennie a teológia különleges célkitűzéséből fakadó tartalmi követelményekre és azokra a kritériumokra, melyek teljesülése esetén egy diszciplína – Gánóczy metaforájával élve – helyet és „felszólalási jogot” kaphat a tudományok parlamentjében.

Mielőtt ezekről szót ejtenénk, feltétlenül ki kell térni arra, hogy Gánóczy mint gondolkodó és szerző, az interdiszciplináris együttműködés híve. Ahogyan maga mondja: „Számomra az interdiszciplináris eszmecsere napjainkban lényeges teológiai követelmény” (Gánóczy, 2012). A természettudományokkal foglalkozva folyamatosan együttműködött

– időnként társszerzőként (Gánóczy – Jeannerod, 2013), máskor vitapartnernként, de véleményükre mindig támaszkodva – e területek mérvadó képviselőivel. Így a teológia és a tudományok viszonyának, illetve a teológia tudomány voltának a problémáját nem is lehet az ő esetében szétválasztani, hiszen a teológus csak egy tudományos igénnyel fellépő diszciplína képviselőjeként tud részt venni az interdiszciplináris együttműködésben és a többi tudóssal folytatott dialógusban. Vajon – teszi fel Gánóczy a retorikus kérdést – a teológiának „a tudományok parlamentjében birtokolt »szavazati joga« nem azon a hajlandóságán alapul-e, hogy ennek megfelelően viselkedjék?” A kérdés megfordítása is igaz: „Az a teológia, amelyik visszautasítja a dialógust, diszkvalifikálja magát mint tudományt” (Gánóczy – Jeannerod, 2013, 22.).

De aki belép a tudományos dialógusba, kiteszi magát a vélemények ütközésének, a tévedés kockázatának, a tudomány fallibilitásának. A tudományként értett teológia ezért eleve osztozik a „tudomány elégtelenségében”. E megfontolások fényében teljesen érthető tehát, hogy Gánóczy a teológusoknak ahhoz a növekvő táborához csatlakozott, akik „alapvető fontosságot tulajdonítanak a vélemények és a kontextuális interpretációk pluralitásának”, s elfogadják az elvet, melyet Karl Rahner úgy fejezett ki, hogy minden dogma előrefelé nyitott (Gánóczy – Jeannerod, 2013, 22.).

A rahneri formula alapját alkotja annak az antidogmatizmusnak, mely leszállítja a dogmát „a teológiai értékek legmagasabb fokáról”, és visszahelyezi az igazság kutatásának normális keretei közé. S ezzel tulajdonképpen adva van a tudományosság fő ismérve, mellyel összhangban vannak a Gánóczy által tárgyalt további kritériumok. Ezek közül csak a következőket emelem ki.

Elsőként említendő az axiomatikus módszer elvetése, hiszen valóban tévednek azok, akik a formális tudományokra jellemző következtetési és bizonyítási módokban látják a tudományosság garanciáját. A teológia nem formális tudomány, persze nyilvánvaló, hogy a szó megszokott tudományelméleti értelmében nem tartozik az empirikus tudományok körébe sem, bár valamilyen értelemben a tapasztalati valóságra kell támaszkodnia. A kérdésnek ehhez a részéhez itt nem tudok hozzájárulni. Amit hangsúlyozni szeretnék, az az axiomatikus gondolkodásmód kizárása és a hipotetikus módszer preferálása. Gánóczy ezen a ponton Wolfhart Pannenberg, az utóbbi évtizedek nagy teológusát idézi, aki szerint „a keresztény hagyomány tudományos teológia keretében csakis mint hipotézis juthat érvényre” (Gánóczy, 2012). „A keresztény teológia – teszi hozzá Gánóczy – csak akkor tarthat igényt sajátos tudományosságra, ha nem axiómákkal, hanem hipotézisekkel dolgozik” (Gánóczy, 2012). Kétségtelen, hogy a modern tudomány szempontjából minden azon áll vagy bukik, vajon hipotéziseként vagy vitathatatlan igazságokként terjesztjük elő állításainkat.

A Gánóczy által felsorakoztatott kritériumok közül másodsor a történeti kritika és a hermeneutika eddig felhalmozódott eredményeinek módszeres felhasználását kell említeni, melyek lehetővé teszik a keresztény teológia alapjául szolgáló szöveg, a *Biblia* történeti-kritikai olvasatát: egy olyan olvasatot, amely az interpretáció végtelenségének elvét tükrözve kielégíti a mindenkor jelen igényeit. Ez ma már magától értetődő követelmény, de a teológia tudományos igényének a meghatározása szempontjából felvet egy tulajdonképpen banális tudomány-rendszertani kérdést: végül is a tudományok melyik nagy csoport-

jába tartozik a teológia? Gánóczy válasza az, hogy „a két nagy tudománytábor, tehát a »Geistes- és Naturwissenschaft«-ok között” foglal helyet, „mindkettő felé nyitva, mindkettő nyelvét értve, mindkettő szempontjai iránt érdeklődve” (Gánóczy, 2012). A válasz érthető, de nem mond, vagy nem fejez ki többet, mint, amiről már eddig is szó volt: az interdiszciplináris párbeszéd követelményét. Úgy vélem, a tudományos igényű teológia problémátlanul besorolható a humántudományok („szellemtudományok”) körébe, hiszen nem tudomány-rendszertani kérdés, hanem a hermeneutikai tudatosság kérdése az, hogy milyen dialóguspotenciál rejlik benne.

A teológia tudományosság-igényére vonatkozó metodológiai reflexiói mellett Gánóczy számos művében kifejtett egy saját teológiai elméletet, melyet sokszor alkalmazott az egyes természettudományok, mint például az idegtudományok, a pszichológia, az evolúciós elmélet vagy a fizika által felvetett mai problémákra (Gánóczy, 1992; Gánóczy, 1995; Gánóczy, 2008). Teológiája, mely a zsinati előkészületek során megindult teológiai megújulás része, merész és újszerű. Sok tekintetben olyan teológusok inspiráló hatását tükrözi, mint Yves Congar, Teilhard de Chardin, Karl Rahner és Wolfhart Pannenberg. Teilhard de Chardinról egy helyen azt írta, hogy – bár az övénel kritikusabb bibliaértelmezésre törekszik – „lényegében hasonló célokat követ” (Gánóczy, 2009b, 185.); más helyen pedig úgy fogalmazott, hogy az anyagi valóság komolyan vételét illetően „Teilhard de Chardin kritikus követőjének valom magamat” (Gánóczy, 2009c, 237.).

Annak, hogy gondolatai teológiai szempontból mennyire merészek, annak maga is tudatában van, s néhol kifejezésre is juttatja. A káoszelmélet értelmezésére vonatkozó ja-

vaslatait például úgy kommentálja, hogy „tudatában vagyok annak, hogy merész gondolatokat fogalmaztam meg” (Gánóczy 2009c, p. 216).

Válogatott tanulmányainak magyar nyelvű kiadása azt a címet viseli, hogy *Határon innen, határon túl*. Ezt a sok lehetséges asszociáció mellett úgy értelmezhetjük, hogy a teológus szerző és a természettudósok párbeszédére, illetve a párbeszédük során óhatatlanul bekövetkező határátlépésekre vonatkozik (melyek – jegyezzük meg – az ő esetében sohasem vezettek a határok negligálásához). De a címet úgy is értelmezhetjük, hogy Gánóczy teológiájának ökumenikus szellemiségét fejezi ki, melynek egyik kézzel fogható megnyilvánulása a munkásságában oly nagy szerepet játszó Kálvin-kutatás. Itt csak utalni tudok arra, hogy ma Gánóczy számít katolikus részről Kálvin egyik legjelentősebb értelmezőjének (lásd Gánóczy, 1964; Gánóczy, 1966; Gánóczy, 1968; Gánóczy, 2009f).

E határokon átnyúló vizsgálódás egyik legfontosabb témája az ember értelmezése, a tudományos, filozófiai és teológiai emberképek szembesítése. A szembesítés terepe nem lehet más, mint a filozófia, vagyis a különböző eredetű emberképeknek egy közös keretben, a filozófia nyelvén való megfogalmazása. Gánóczy ezt így írja le: először meghallgatja a különböző kutatókat, s megállapítja, milyen filozófiát vallanak magukénak, majd kifejti a keresztény gondolkodás bibliai alapú emberfogalmát, végül pedig ennek olyan filozófiai megfogalmazását keresi, „amely a természet- és a szellemtudományok mai állásában párbeszédképesnek mutatkozik” (Gánóczy, 2009d, 228.). Amit a javasolt filozófiai megfogalmazás révén képvisel, az a filozófiatörténet dualista hagyományával szembeállított „holisztikus emberfogalom”, melyet

szerinte „a modern tudomány éppúgy megkövetel, mint a két-három ezer évvel ezelőtt létrejött Szentírás” (Gánóczy, 2012).

Érdemes a mondottak mellett néhány vitakérdést kiemelni, melyek manapság világszerte érdeklődésre tarthatnak számot. Ezek bizonyos vallási csoportokban merültek fel, s bár a természettudósok körében is jelentkeznek, elsősorban filozófiai és teológiai állásfoglalást követelnek. A kreacionizmusról és az értelmes tervezés elméletéről van szó. De ide sorolhatjuk az időnként szintén felmerülő „antropikus elvet” is, amely szerint az univerzum kifejezetten úgy van felépítve, hogy létrejöhesse és létezhessen benne az ember. Gánóczy mindezeket az elméleteket elveti, ami teológiai koncepciójának egészéből következik. Leszögezi: keresztény értelmezés szerint a teremtés nem egyszerűen „csoda” és nem is „értelmes tervteljesítés”, hanem „lényegesen történelem” (Gánóczy, 2009e, 267.). Isten lehetőséget teremt, és a lehetőségre remtő Istenbe vetett hit „felment egy előre meghatározott és az okkal vele adott végcél aggályos keresése alól” (Gánóczy, 2009e, 270.).

Gánóczy munkásságának egyik kutatója *A szeretet fenomenológiája mint a szabadság fenomenológiája* címen írt róla könyvet (Lorenz, 2007). De Gánóczy teológiáját leginkább a „bizalom teológiájának” lehetne nevezni, hiszen a „bizalom” széles értelemben vett fogalma és a bizalom jelensége fontos szerepet játszik gondolkodásában. Marc Jeannerod-val közösen írt, főntebb idézett könyvében (Gánóczy – Jeannerod, 2013) részletesen elemzi a bizalom pszichológiai, pszichoterápiái, pedagógiai, társadalmi és politikai problematikáját. A fogalom teológiai értelmezését a hit egy olyan fogalmi elemzésére alapozza, amely szerint a bizalom a hit egyik formája. Elemzésében tanulságos mó-

don tesz különbséget a között, amit a hit episztemológiai és nem-episztemológiai formájának nevezhetünk, az előbbit a *belief*, az utóbbit a *faith* értelmében vett hitnek feleltetve meg.

Hadd tegyem hozzá: ezt a különbségtevést logikailag jól alá lehet támasztani a „hinni” és a „tudni” ige elemzésével (lásd Kelemen, 2012). Csak a „hinni”-nél maradva: más jelentést rendelünk egyfelől a „hinni valamit” vagy „hinni, hogy” („*believe that*”), másfelől a „hinni valamiben” („*believe in*”) típusú mondatokhoz. Az előbbieket a kisebb vagy nagyobb mértékkel bíró bizonyosság kifejezései, és a tudással egy skálán helyezkednek el, ahol Kant szerint a *Meinen*, *Glauben* és *Wissen*, azaz a *vélekedés*, *hívés* és *tudás* fokai különböztethetők meg (Kant, 2004, B 848, 638.). Az utóbbiakat ellenben a legalábbis szubjektív értelemben vett abszolút bizonyosság kifejezésére használjuk, melynek nincsenek fokozatai.

Mindez a hit episztemológiájának elemzéséhez tartozik. Bizonyos pontokon azonban a „hinni valamiben” túlmegy a megismerés körén, s ekkor már nem helyezhető a tudás jellegű bizonyossággal egy szintre. Kant ebben az összefüggésben *monális hívésről*, *moralischer Glaube*-ről beszél (a *die Glaube* és a *der Glaube* közti különbségnek megfelelően), melynek a *monális bizonyosság*, azaz a *moralische Gewissheit* felel meg (Kant, 2004, B 856, B 857, 644.). A „hiszek neked” formulának úgyszintén nem-episztemológiai jelentése van. S itt nyílik meg a bizalom tere, ahogyan ezen a ponton Kant is a *bizalomra* (*Zutrauen*) hivatkozik (Kant 2004, B 855, 643.). Mindezek után hadd idézzem Gánóczy tömör formuláját, mellyel megragadja a bizalom lényegét: „a bizalom hit és nem bizonyosság” (Gánóczy, 2012).

Befejezésül illik megjegyezni, hogy a fenti kommentárok egy nem hívő filozófus tollából származnak, aki ugyanakkor messze-mően elfogadja azokat a megfontolásokat, melyek a bizalom teológiájának megalapozá-

sára is szolgálnak. Hadd legyen ez is hozzájárulás ahhoz a párbeszédhez, melyet Gánóczy Sándor a tudományos igényű teológia nevében évtizedek óta folytat a természettudósokkal és a más nézeteket valló filozófusokkal.

Kulcsszavak: *bizalom teológiája, demarkációs probléma, emberkép, filozófia, hit, interdiszciplinaritás, keresztény teológia, teremtés, tudomány, tudományosság kritériumai*

IRODALOM

- Ganoczy, Alexandre (1964): *Calvin: théologien de l'Église et du ministère*. CERF, Paris
- Ganoczy, Alexandre (1966): *Le jeun Calvin: genèse et évolution de sa vocation réformatrice*. Steiner, Wiesbaden
- Ganoczy, Alexandre (1968): *Calvin et Vatican II: L'Église servante*. CERF, Paris
- Ganoczy, Alexandre (1992): *Suche nach Gott auf den Wegen der Natur: Theologie, Mystik, Naturwissenschaft*. Patmos, Düsseldorf
- Ganoczy, Alexandre (1995): *Chaos, Zufall, Schöpfungsglaube. Die Chaostheorie als Herausforderung der Theologie*. Grünewald, Mainz
- Ganoczy, Alexandre (2008): *Christianisme et neurosciences*. Odile Jacob, Paris
- Gánóczy Sándor (2009a): *Határon innen, határon túl. Teológiai párbeszéd*. Szent István Társulat, Budapest
- Gánóczy Sándor (2009b): *Evolúció, folyamatos teremtés, üdv történelem*. In: Gánóczy: *Határon innen, határon túl. Teológiai párbeszéd*. Szent István Társulat, Budapest, 185–195.
- Gánóczy Sándor (2009c): *Kaoselmélet – kihívás a teológia számára*. In: Gánóczy: *Határon innen, határon túl. Teológiai párbeszéd*. Szent István Társulat, Budapest, 204–218.

- Gánóczy Sándor (2009d): „Mi az ember? Határkérdések az agykutatás, a teológia és a filozófia között”. In: Gánóczy: *Határon innen, határon túl. Teológiai párbeszéd*. Szent István Társulat, Budapest, 228–240.
- Gánóczy Sándor (2009e): A „kreacionizmus” és az „értelmes tervezettség” a teológiai kritika mérlegén. In: Gánóczy: *Határon innen, határon túl. Teológiai párbeszéd*. Szent István Társulat, Budapest, 254–273.
- Gánóczy Sándor (2009f): Gondolatok Kálvin hermeneutikájához. In: Gánóczy: *Határon innen, határon túl. Teológiai párbeszéd*. Szent István Társulat, Budapest, 129–131.
- Gánóczy Sándor (2012): „Milyen értelemben lehet tudomány a keresztény teológia?” *Magyar Tudomány* 173, 10, 1256–1268. • <http://www.matud.iif.hu/2012/10/10.htm>
- Ganoczy, Alexandre – Jeannerod, Marc (2013): *Confiance par-delà la méfiance*. CERF, Paris
- Kant, Immanuel (2004): *A tiszta ész kritikája* (fordította Kis János). Atlantisz, Budapest
- Kelemen János (2012): *A hitaktus episztemológiája*. Kézirat. A Regina Apostolorum pápai egyetem a Hit éve alkalmából rendezett konferenciáján 2012. november 22-én tartott előadás.
- Lorenz, Dominik (2007): *Phänomenologie der Liebe als Phänomenologie der Freiheit*. Lit Verlag, Berlin–Münster–Wien

SZIFILISZ HEXAMETEREK BEN MODERN MEGELŐZŐ PEDAGÓGIAI MÓDSZER A SZÁZADFORDULÓN

Forrai Judit

az MTA doktora, egyetemi tanár,
Wesley János Lelkészképző Főiskola, Semmelweis Egyetem
forrai.judit@med.semmelweis-univ.hu

Az ember szexualitása magában hordozza a biológiai, a pszichikai, a szociológiai és a kulturális szféra pluralizmusát, amelyek jellegzetes szkriptek/beíródások szerint alakulnak, s tükrözik a kort, korszakot, társadalmat (Heberle, 1996). A legtöbb emberi kultúra a múltban is és ma is keresi a módját, hogy a fiatalabb nemzedéknek miként adja át a tudást, mindazon információkat, értékeket és normákat, amelyek az emberi nemiségre, szexualitásra vonatkoznak. Ez nem mindig sikerül, sőt inkább sikertelennek mondható, mert – túl a tudományos, szakmai magyarázatokon – sok tényező befolyásolja az adott kornak megfelelő információk átadását, és mert a politikai, egyházi, általános közgondolkodás és akarat irányítja a véleményformálást.

A mai napig is sok országban problémás az állam, a közintézmény és az egyén közötti hivatalos párbeszéd a szexualitásról, még mindig nehézséget okoz a szexualitás társadalmi diskurzusa, mint ahogy fellelhető e hiány és a deficit hazánkban is. A mai aktuális helyzetünk sem jobb, mint száz évvel ezelőtt – habár a Nemzeti Alaptantervbe bekerült (jómagam kidolgoztam egy ilyen, ún. „konzerv” tantervet 1994-ben, egri gyakorlóiskolai ki-

próbálással), azonban a kivitelezés hatékonysága még mindig alacsony, mint ahogy a száz év előtti nagy tervek hatásai sem voltak mérhetőek a nemi betegségek visszaszorulásában. Bár a mostani közbeszéd másképpen zajlik, a módszerek változtak, és természetesen a nemi betegségeket okozó kórokozók is mások lettek, és többet is tudunk róluk. Már nem okoznak olyan jelentős gondot a bakteriális fertőzések, kellő gyógyszerek segítségével kordában tarthatók; ma inkább a virális fertőzések dominánsak, különösen a fiataloknál, szexuális életük első próbálkozásai idején. Az alapprobléma, úgy tűnik, örök: a célcsoporthoz nem időben és nem elég hatékonyan jut el a megelőzés és a védekezés üzenete, nem csökken a kockázatos magatartás. A legújabb statisztikai adatok szerint a fiatalok körében emelkedő tendenciát mutat detektált SZTF (szexuális úton történő fertőződés vagy STI – *sexually transmitted infections*), valamint alig csökken az elmúlt évtizedekhez képest az abortuszok száma. Mindez fenyegető indikátora annak a jelenségnek, hogy országosan nem működik a szexuális felvilágosítás.

A szexuális nevelés sikertelenségének oka nemcsak az unos-untalan a „szégyen és az

erkölcs” álarcá mögé bújás, de az is nehézséget okoz, hogy a társadalomtudomány számátalan területét érinti egyszerre. Nem önálló pedagógiai probléma, hanem ütközik az egyén és a társadalom, a magánélet és a közélet érintkezésének számos pontján, sokszor antagonisztikus kérdéseket vet fel. Gondoljunk például történeti aspektusból tekintve a szexualitásra, a magánéleti kultúra, a kételműség, kettős morál, nőkérdés, koedukáció, onánia, prostitúció, erőszak, családtervezés, születésszabályozás, védekezés, abortusz, a szexuális úton terjedő betegségek régi és mai (szifilisz, AIDS, HPV, hepatitisz B, C,) kriminális, medikális és pedagógiai vonatkozásaira.

A 18. századtól kezdve – részben a szekuláris ideológiák előretörésével, részben az állam közegészségügyi szerepvállalásának növekedésével – szaporodtak az arra utaló információk, hogy valamennyire már közügynek tekintik a szexuális nevelést. A korszak vezető gondolkodói (Jean-Jacques Rousseau, Johann Bernhard Basedow, Christian Heinrich Wolke, Christian Gotthilf Salzmann, Joachim Heinrich Campe) e téma kérdéseivel foglalkozva a szexuális nevelést mint az egyik legfontosabb pedagógiai feladatot jelölték meg, de csak két témakört kiemelve: az onániát és a nemibetegséget.

A 19. század végén elindult a reformpedagógiai mozgalom. A mozgalomban fontos szerepet jutott a feministáknak, célkitűzéseik közt szerepelt a gyermekek, a nők felszabadítása, ami számos társadalmi szokás megváltozását vonta maga után. A nők munkába állása, tanulási lehetőségei, önállósodása, a házasság válsága, a válás lehetősége, a kettős erkölcs módosulása, a szerelem és házasság kapcsolatának változása, a prostitúció tiltásának megszüntetése, később az abolícionizmus stb. mind hatással voltak az újkori pedagógiai elvekre is.

A reformpedagógia fő célja a koedukáció megteremtése volt. E mozgalom képviselője, Ellen Key svéd író, aki a szexuális nevelés alapjának az önmagunkkal és a partnerrel szembeni felelősségtudat kialakítását tekinti, s ugyanezt vonatkoztatja az anyaságra is.

Nemzetközi szakmai megmozdulások, konferenciák és az azokon hozott irányelvek kidolgozása segítették elő a nemzetközi, majd a hazai szexuális nevelés megkezdését, mint például az 1902-ben tartott brüsszeli II. Vene-reás Nemzetközi Értekezlet, melynek összegzése az volt, hogy az ifjúságot fel kell világosítani, különösen a szüzesség megtartásának és a nemi absztinenciának kiemelkedően fontos témáiban (Kemény, 1903; Surkis, 2006, 205.). Az 1904-ben Nürnbergben megtartott I. Nemzetközi Iskolaegészségügyi Konferencia (Means, 1962, 90.) szintén ezekkel a kérdésekkel foglalkozott.

Ettől az időszaktól kezdve három nagy területe volt a szexuális nevelésnek és az ehhez kötődő társadalmi nyilvánosságnak:

- a családi nevelés és az erre vonatkozó nevelési tanácsadó könyvek stb.,
- az iskolai tevékenység,
- a közegészségügyi tevékenység.

Mindhárom szférában jelentős szerepet játszanak a történelmi egyházak, a világi értelmiség – írók, orvosok, újságírók, tanárok – és az államgépezet. Gazdasági-politikai érdekek miatt demográfiai tényezővé válik a házasság, a termékenység, a szaporodás, a halálozás és a különböző szexuális úton terjedő betegségek megakadályozása, ezek intézményes háttérének kialakítása (orvosképzés, egyetem, kórház, szakellátás, gyógyszerkutatás, biztosítás, megelőzés stb.). Mindezeket törvényi és morális előírások szabályozzák.

„A nemiség immár nemcsak a morális ítéletek tárgya, hanem az ügyintézés. A sze-

xualitást, amely a közhatalomnak van alárendelve és a gazdaságirányítási eljárások alkalmazási területe, az elemző diskurzusok veszik birtokukba. A nemiség a 18. században »igazgatási« ügyvé válik. A 18. században »igazgatáson« nem is annyira a rendbontás elfojtását értették, mint inkább a kollektív és egyéni erők sajátos rend szerinti megszervezését.” (Foucalt, 1996, 27.)

Közegészségügyi szempontból a három legelterjedtebb népbetegség (TBC, trachoma és szifilisz) közül a 19. század végén a szifilisz volt az, melynek populációs szintű megelőzését már az iskolai oktatás keretében is elindították. Az oktatás alapját az az erkölcsi szemlélet motiválta, hogy a kivárára, a nemi hússégre való buzdítás kellően megvédi a tanuló ifjúságot a fertőződés ellen. E nemi betegség terjedésének megakadályozása Európaszerte az egészségügy egyik legnagyobb egészségi problémája volt.

Nem csupán orvosi problémaként, mert már rég túllépte azt, össztársadalmi – az akkori erkölcsöket igencsak sértő, olykor azokkal szemben álló – kérdéssé vált. A megoldására többen többféle megoldást javasoltak: testi-lelki egészségnevelés fejlesztése volt a cél főleg orvosoknak és haladó szellemű pedagógusoknak, a feministáknak, akik a társadalom megváltoztatásában és annak hatásában bíztak (Gecsei, 1999). A konzervatívok az erkölcs megszilárdításának álarcá mögé bújva a nemiség társadalmi diskurzusának teljes elutasításában látták a megoldást, valamint a vallás jellemformáló erejében gondolkodtak e latin mondás szellemében: *ignoti nulla cupido*: amit nem ismerünk, arra nem vágyunk, vagy más képp, a tudatlannak nincsenek vágyai.

Am egyre többen másként, reformer módon gondolkodtak, mint például a kor egyik kiemelkedő pedagógusa, Kemény Ferenc

reáliskolai igazgató, az olimpiai eszmét újjáélesztő Pierre de Coubertin barátja és maga is elkötelezett sportszerető ember, a Nemzetközi és a Magyar Olimpiai Bizottság alapító tagjainak egyike. Könyvek, cikkek, tervek sokaságát írta és tette közzé, és iskolájában bevezette az akkor korszerűnek tartott szexuális felvilágosítást.

Jelen írásban iskolai oktatás keretén belül egy speciális pedagógiai módszert szeretnénk bemutatni. 1902-ben az *Orvosi Hetilap Gyermekgyógyászati* címmel megjelenő mellékletében (1902) látott napvilágot az a tárcsa, amelyben az író részletesen beszámol a tanulóifjúság nemi felvilágosításának kérdéséről. Hamburgban – a nagy kikötővárosban, ahol megnövekedett a szifilisz betegek száma – 1901-ben egy orvosnő előadást tartott leányoknak „ezen kényes témákról”. A hamburgi polgármester az előadásban kifejtett eszméket rosszalotta, sőt, a tanítónők, akik az előadásokat szükségnek tartva azokat lelkesen támogatták, fegyelmi eljárásban részesültek. Az ügy nagy vihart kavart a sajtóban, több cikk és ellencikk jelent meg. Egyesek szerint a felvilágosítás nem az iskola feladata lenne, hanem a családé, pontosabban az anyáé, de az egyik hozzászóló sajnálattal állapította meg, hogy a legtöbb anya „nem rátermett erre a feladatra”. A felháborodás a fegyelmi eljárás miatt oly nagy volt, hogy társadalmi összefogásra hívták fel az érintetteket: „Ha a felettes oktatásügyi hatóság a felvilágosítást fegyelmi vagy más úton akarja megakadályozni, akkor tanfőfiak, szülők, polgárok, gyermekbarátok álljanak össze, hogy ezen eljárást megakadályozhassák”. Időközben a hamburgi oktatásügyi hatóság kissé enyhítette álláspontját. 1901. május 14-én a következő határozatot hozta: „Tanítás közben kerülendő az iskolás lányoknak a nemi viszonyokról való felvilágosítása:

amennyiben e viszonyokat a tanítás keretében okvetlen érinteni kell, annak a legfinomabb módon [*in dezentester Weise*] kell történnie”, végül megtiltják a tanítóknak, hogy leánytanulóknak ajánlják a nemi viszonyokat tárgyaló előadásokon való részvételt. Rohden evangélikus lelkész is kiállt amellett, hogy a felvilágosítás – bár ez a család feladata lenne – a tanítóra hárul. Annak érdekében, hogy a család képes legyen e feladatnak eleget tenni, higiénikus kurzust ajánlott nekik.

A nemi felvilágosítás ábécéjét a kor nagy szifidológusa, Alfred Fournier (1904) meleg, baráti hangú könyvecskéjében kínálta *Tizennyolcz éves fiainknak, Egy néhány orvosi tanács* alcímmel. A magyar fordításban dr. Lobmayer Géza középiskolai közegészség-tan-tanár és iskolaorvos a jól érthetőség kedvéért még hozzátette: *Átmenet a gyermek és felnőtt korhoz* címet. Fournier ezt írja: „Egy új gondolat foglalkoztat titeket. Egy tiszta, avagy tisztátalan vágy űz, egy kíváncsi nyugtalanít. Beszéljünk őszintén, a nő bírása utáni vágy ébred fel bennetek. Ne mentsetek, ne vádoljátok, és ne védjétek magatokat, mert így kívánja ezt a természet hatalmas törvénye, amelynek ti csak engedelmeskedtek ebben a pillanatban”.

Ezután az igazán rövid, tömör és őszinte baráti hang után, amelyben az akkori kor nemi életének erkölcsi megítélése is benne van, rátér a nemi betegségek orvosi ismertetésére; a lágyfekély (*sankér*), a kankó (*gonorrhoea*) és a szifilisz leírására.

A szifilisz tárgyalásánál részletezi a betegségek az egyénre háruló bajait. Ezek:

1. a feleségre háruló baj: városi vizsgálatok alapján 100-ból 19 női beteg méltéyzett meg házassága folyamán, tehát a fertőzési arány 1:5. „Hajmeresztő, de egyúttal szívet tépő” – fogalmazza meg a szerző a szomorú valóságot;

2. az előbbi baj következménye: a válás. A férj által átadott betegség nagyon sok házasságot annyira tönkretesz, hogy az a házasságot széthulláshoz, váláshoz vezet;
3. anyagi tönkretétel: a betegség egyenes következménye a keresetképtelenség, amely pénz hiányában teljes zülléshez vezet;
4. öröklődő következmény: ez sajnos nagymértékű gyermekahalandóságot, meddőséget, és a megfertőzött szülőktől öröklődően beteg, új nemzedékeket jelent.

„Egyetlen szerencsétlen közönség elegendő arra, hogy létrehozza a syphilit összes utóbjával, s reménytelen jövőjével egyetemben. Mentsük meg elsősorban az életben még tapasztalatlanokat, akik még nem ismerik azt. Óvva intsük gyermekeinket a nemi betegségek veszélyétől s ez lesz a legbiztosabb óvszer. Ne szorítkozzunk azonban egy egyszerű, mindennapi erkölcsprédikációra, hanem cselekedjünk többet és helyesebbet, s indokoljuk meg felszólamlásunkat, írjuk le nekik ezen veszedelmet szakorvosi szempontból, hogy önmaguk képezhessenek ítéletet arról, hogy minő veszélynek teszik ki magukat”.

Fournier így folytatja: „Ti felnőtt fiatal emberek vagytok. Ezen oknál fogva legyetek elkészülve, hogy a nő csábítás úgy zúdul rátok (ez idézet! itt nyilván a nőtől eredő csábításra gondol / női csábítással érthetőbb lenne), mint könnyen megszerezhető zsákmányra. Tudjátok meg, hogy a csábítás mindenhol jelen van, s a legkülönbözőbb alakban mutatkozik. Nemcsak estefelé s éjjel az utcákon fogtok vele találkozni, hanem észlelni fogjátok nappal is, s minden helyen, példának okáért; akár előkelően öltözött s a főbb utcákon sétáló hölgy, akár ál-munkásleányok alakjában, akik csomaggal hónuk alatt látszólagosan munkahelyük felé sietnek, de min-

denek felett csapszékekben, színházak előcsarnokában, nyilvános táncmultságokon, cukrászdákban, zenés kávéházakban, bizonyos kesztyű-, illatszer, vagy csecsebecsüzetekben, zug boltocskákban, amelyek a legkülönbébb ipar számára vannak rendelve, s végre a bordélyházakban, amelyek a legváltozatosabb alakban találhatók fővárosunkban, szerteszórva. Bárcások, és legveszélyesebbek a titkos prostituáltak, akik kivonják magukat az orvosi ellenőrzés alól.”

A betegség felismerése viszonylag egyszerű volt, a primer fertőződés hatására pár hetes lappangási idő után jellegzetes akut elváltozások, olykor nedvedző, folyadékkal teli fekélyek alakultak ki, melyek pár hét múlva eltűnnek. A betegség később, a második és harmadik stádiumában kezd generalizálódni. Az August von Wassermann által fejlesztett teszt majd csak 1906-ban készül el, és lesz képes a szifilisz megbetegedés vérből való kimutatására; a tesztet a mai napig kötelezően minden kórházban levett vérmintán elvégzik.

Fournier vizsgálatai alapján száz titkos prostituált közül huszonöt-negyvennyolc lueszes, így három érintkezésből egy biztosan betegséget terjeszt; a bárcával rendelkezők is ugyanolyan veszélyesek. Hiszen részben még nincs egységes kimutatási vizsgálat, részben a havi egyszeri vizsgálat negatív eredménye esetén is ugyanúgy továbbadhatja a fertőzést. A védekezés lehetőségét az erkölcsben, a vallásban, a nő iránti tiszteletben látja. „A szifiliszről való félelem a bölcsesség kezdete” – írja, ha azonban mindezek nem segítenek, és elkerülhetetlenné válik a fertőzés, azonnal orvoshoz tanácsolja a fiatalokat.

A századfordulón Európa egyetemén az új igényeknek megfelelően reformterveket dolgoztak ki az orvosképzéssel kapcsolatban. Ausztriában 1889. december 14-én, majd 1892

áprilisában módosított formában, a német birodalomban 1901. május 8-án új szigorlati rend lépett életbe. Hazánkban a tanterv módosításához Nékám Lajos (1900), a Bőr- és Bujakórtani Klinika igazgatója a következőket írta: „A tantervnek olyan mozgékonynak kell lennie, mint a visszhangnak. Ha felhangzik egy panasz, azonnal felelnie kell rá egy intézkedésnek. Ha a belügyminiszter jelenti a parlamentnek, hogy a trachoma, typhus, a diphtheria, hogy ma a syphilis, holnap a gyermekhalandóság, a gyermekágyi láz pusztít, ha újra hallunk a pellagráról, ha rendezetlen az elmebeteg ügy, ha rossz az orvosi szakértők működése, ha kevés a higiénias drill a kórházakban; a tantervben 24 óra alatt ott lehetne a válasz, az orvosság; továbbá intézkedésig kötelező egyik vagy másik tárgyból a colloquium, felemeltetik ennek vagy annak a gyakorlatnak heti óraszámát.”

Az új tantervet 1901-ben vezették be Magyarországon. Az új szigorlati rend értelmében azonban – bár égető szükség volt a bőr- és bujakórtan mint új tárgy felvételére – a reformmal lemaradtunk, mert amíg a császárvárosban kötelező III. orvosi szigorlatot írtak elő, nálunk ez csupán szabadon választható tárgy lett, az elmekórtan és a gyermekgyógyászat mellett. Pedig egyértelműen kimutathatóvá vált a századfordulón az a nagyarányú megbetegedés, amely a prostitúció elterjedésével és növekedésével, már mint népbetegség fordult elő, 7%-os morbiditással. A betegek számának növekedéséhez nagyban hozzájárult a milleniumi ünnepség, mivel a nagy létszámú, népmozgalmi esemény miatt a fertőzések száma kiugróan magassá vált abban az évben.

Míg 1894-ben 1115 bejegyzett prostituált volt Budapesten, a *Főváros Statisztikai évkönyve 1895* alapján számuk 1896-ban 1331-re nőtt

(Thirring, 1896). A titkosakat persze nem lehetett nyilvántartani, de belátható, a nagy rendezvényre való tekintettel számuk és a betegségekkel fertőzöttek száma meredeken emelkedett. Becslések szerint ez a szám 13 310-re tehető (Bíró, 1933), tehát a bejegyzettek tízszeresére. A felderített titkos prostitúció miatt előállított budapesti nők statisztikai adatain (Doros–Melly, 1930) láthatjuk, hogy milyen mértékben voltak fertőzöttek szifilisszel.

A fertőződés szempontjából szinte mindegy volt, hogy hol fertőződtek meg, nyilván a nagyobb létszámú, ún. titkos kéj nők nagy valószínűséggel több alkalommal kerültek kapcsolatba a fiatal fiúkkal. A betegség gyógyítására évszázadokon keresztül rengetegféle gyógymódot, folyadékot, kenőcsöt, diétát találtak ki, az Ehrich-féle mágikus golyókat, a csodának hitt, ám kérészerűtlen Salvarsant csak 1909-ben dobják majd piacra (Forrai, 2011). Magyarországon e betegség végső megoldását a második világháború után forgalomba került penicillin hozza el, mindaddig a megelőzés az egyetlen hatékony módszer.

Nem véletlenül szaporodnak a századforduló táján a fiatalokat óvni akaró javaslatok. Kiemelkedik közülük Szatmári Imre (1909) a veronai természettudós, Girolamo Fracastoro (1478–1553 orvos) tankölteményéhez írott tanulmánya. Szatmári szerint nemcsak elégtelenek a bujakór ellen addig meglévő intézke-

dések, de a hatóságok óvintézkedéseit is igen hiányosnak ítéli meg Európaszerte. „A mai hypocrisis a nemi kicsapongást minden úton és módon elősegíti, de hajótörötteire rásüti a Káin-bélyegét – s szerinte – vérbetegségről társaságban, vagy nyilvános előadáson beszélni nem fair. Pedig hazánk a dáridók, a lakomák, a nemi élvezetek modern Pheakjainak e klasszikus földje erősen, a nyugatnál nagyobb arányban fertőztetett ország, hol az óvatosság, az önvédelem s az erre vezető utak és módok ismerete nagyon is szükséges. Az iskola sok mindenre megtanítja a fiatalokat, csak azt nem tárgyalja előtte, amire az ifjú kornak a társadalmi kényszer miatt való coelibatusa idejében legnagyobb szüksége volna: a nemi élet egészségtanára.”

Majd rátér Fracastoro művére: „A nemi élet ismertetésére nincs alkalmasabb munka Fracastoro tankölteményénél, amely azon kívül, hogy a középkori syphilis járványt, az akkori tudományos nézeteket, a divatos kúrákat tüzetesen ismerteti, s hogy a középkori orvosi tudásnak valóságos kincsesháza, egy vergiliusi költemény összes szépségeivel ékes. Ezért azt javasolnám, hogy e mű a gimnasiunok VII. és VIII. osztályainak latin olvasmányai közé felvéssék egy-egy vergiliusi vagy horatiusi óra rovására. Az ifjúság vergiliusi dictiót s nemi egészségtant tanulna belőle: duplex li belli dos esset, azaz a hasznos egyesítettnek a kellemessel.”

Fracastoro megfigyelései pontosak: nagy tudással, remek meglátással, részletesen és művészi fokon írja le a kór lappangási idejét, ami kb. négy hét), a fertőzés első helyének megjelenését, külső jeleket-jegyeket, majd fokozatosan a generalizált betegséget, ahogy az a testben elterjed. A betegség kórokanak, etiológiájának elve szerint a testben lévő nedvek-folyadékok patológiás elváltozását okolja

	megbetegedés (%)
varróleányok	43,3
pincérnők	42,5
gyári munkásnők	38,2
cselédek	31,8

1. táblázat • A különböző foglalkozású dolgozó nők nemi betegségekkel való fertőzöttsége

a diszkrázia, vagyis a humorálpatólogiai szemlélet alapján: a testnedvek elromlanak, tunyává válnak, és elöntik a szervezetet, míg végül a rossz nedvek a bőr felületén jeleznek, elgennyedtek, felhányt szélű makulák-papulák keletkeznek, elcsúfítva a bőr teljes felszínét, magas hőmérsékletek, ahogy a test „kifőzi” a betegséget (coctio), majd a vég felé haladva szétrágja a testet a gyilkos kór:

Bámulatos vala, hogy ha fogant immár e ragadvány,

*Négszer telt a hold és ismét elfogya négszer,
Míg a baj biztos jeleit felszínre vetette.*

...

*Eltűnt a szemiből az előbb vidám elevenség
Arcáról a pír és homlokra rózsaderűje.*

Nemzőszervén nyilvánula baj először

S ép környék, lágyék lassan-lassan lemaródik.

A kórság jele most mindinkább szembeszökő lesz.

...

A testhő, amely éjjel bensőnkbe törekszik,

A külső részről elszállván s nem melegítvén

A tunya nedvekkel teli vétagokat: izületben

Kar, váll s lábszárbán kinoknak kinja nyilallik.

...

A fertő a test valamennyi erében bejutván

S megrontva minden nyirkunk, megrontva

leendő

Táplálékunk is, lassan felszínre kerültek

A betegült részek, kórt és épet szétkülönítvén

A természetelő, a test sűrű anyagában

Lomhán és tapadón hömpölyögteti a súly

iszapját,

Majd ocsmány ótvár borítja a testet egészen

A mell undok lett, a beteg arc eltorzula tőle

Később új alakok jöttek, tüszők tele gennyel.

...

A test nyomorult módon pusztítja: nem egyszer

A hústól fosztott tagokat, kérges csúnya csontot

S tátongó száját láttam rúttul kirepedve.

*Élete szép tavaszán, szép ifjúság mulásán
Sóhajtozva s borús szemmel torz testire nézve
Jajgat sok nyavalyás: mi kegyetlen az isten
íránta.”*

A mai, legmodernebbnek tartott versek megrázó, naturalista képei sem versenyezhetnek ezzel a remekművel.

1911-ben újabb kis füzet lát napvilágot. Iványi Ernő (1911) műve, *Hasznos tudnivalók ifjak számára* címmel. Közvetlen hangon, olvasóját tegezve, egyszerűen kezdi a lényegnél: „Kedves Barátom!

Nem megfélemlíteni, csak felvilágosítani akarlak. Amikor a serdülő korból a fiatalember korába lépünk, tulajdonképpen megérünk a nemi életre” (itt már többes számot használ, mintegy célozva arra, hogy a szerzőnek is hasonló problémái voltak, ő is átesett mindezen a nehézségeken: atyai, baráti hozzáállás ez a közös problémához).

„A nemi élet kezdete azon korba esik, mikor az ivarérettség teljessé válik, mikor az ifjú önként kezd érdeklődni a nő iránt, azt nézi, szép-e? Kedves-e? Arra törekszik, hogy az a szép, kedves nő őt észrevegye, sokat foglalkozik gondolatban a neki tetsző nővel: megkívánja, módot keres a közeledésre, addig meszterkedik, míg eléri célját. Csakhogy azon nők, kiknél az ifjú hamarosan célt ér, nem tartoznak a kifogástalan erkölcsű nők közé sem, hanem nemi betegségben szenvednek és róluk ragad a betegség az ifjúra. Itt a veszély, ettől kell óvakodnunk. A természet által belénk oltott vágygal csínján kell bánni, az érznek uralkodni kell vágyaink, szenvedélyeink felett.”

Ezután – a szinte ma is helytálló – bevezető után, orvosi leírását adja a három nemi betegségnek. Amiben ez a kis brosúra újat nyújt, az a harmadik rész, amely részletesen tárgyalja a védekezés lehetőségeit:

1. tartózkodás, ez nehéz, – írja – mert a fiataloknak csak későn van módjuk nőszülni,
2. korai eljegyzés – ez a tartózkodást segíti elő,
3. alkohol mértéktelen fogyasztásának elkerülése,
4. kondom használata,
5. vagy vaselinnel kenjük be nemzőszervünket (4. és 5. már orvosi segédeszközök használatára hívja fel a figyelmet),
6. közösülés utáni első negyedórán mosakodást ajánl (mint tudjuk, ezzel a kórokozót nem lehet lemosni!),
7. közösülés utáni vizelet fontosságát hangsúlyozza (ez a belső [húgyutak] tisztítását jelenti),
8. végül, ha mindezen óvintézkedés ellenére valamilyen bajt észlel az ifjú, orvoshoz kell fordulnia.

IRODALOM

- Bíró Béla (1933): *A prostitúció*. A M. kir. Rendőrség országos szaktanfolyamainak kiadványa, Budapest • <http://tinyurl.com/h6ff69gg>
- Doros Gábor – Melly József (1930): *A nemi betegségek kérdése Budapesten*. (Budapesti Statisztikai Közlemények 61/1) Budapest Székesfőváros Házinyomdája, Budapest • <http://tinyurl.com/jtp2g6k> • <http://tinyurl.com/zk8otwz>
- Forrai Judit (2011): History of Different Therapeutics of Venereal Disease Before the Discovery of Penicillin. DOI: 10.5772/24205 In: Sato, Neuza S. (ed.). Syphilis – Recognition, Description and Diagnosis. InTech, Rijeka, 37–58. DOI: 10.5772/840 • <http://tinyurl.com/zz4ztdh>
- Foucault, Michel (1996): *A szexualitás története*. (ford.: Ádám Péter) Atlantisz, Budapest
- Fournier, Álféd (1904): *Tizenhatsz éves fiainknak*. (ford. Lobmayer Géza) Dobrowsky és Franké, Budapest
- Gecsei Kolos (1999): A nemi nevelés a századelőn. *Iskolakultúra*. 6–7, 118–124. • <http://tinyurl.com/hyw2v4u>

Ezek az utasítások korszerűek, álszeméremtől mentesek, és legfőként: a szerző felnőttként kezeli olvasóit. Természetesen nem tud a kor szak erkölcsi ítéleteitől elszakadni, és szellemileg még erősen feudális hagyományokat őriz, így nem csoda, hogy az ifjúság védelme kizárólag a fiúk védelméből áll, hiszen egy erkölcsös leánynak ezek nem lehetnek problémái.

Megállapíthatjuk, hogy bár korábban az erkölcsök kötöttebbek, zártabbak, szigorúbbak voltak, mégis nyíltabban, nagyobb odafigyeléssel próbálták az elkerülhetetlen fertőző nemi betegségtől fiaikat megóvni, talán jobban, hatásosabban, szervezettebben, mint ahogy hazánkban ezt ma tesszük a mi gyermekeinkkel az AIDS, a HPV, a hepatitisz ellen.

Kulcsszavak: *szifilisz, szexuális felvilágosítás, pedagógia*

Heaberle, Erwin J. (1996): Az emberi szexualitás fejlődésének régi és új modelljei. *Szenvedélybetegségek*. IV, 3, 180–188.

Iványi Ernő (1911): *Hasznos tudnivalók ifjak számára*. Budapest

Kemény Ferenc (1903): Az érzéki ösztönök korai ébredésének lekiűzdésére szolgáló elvek. *Egészség*. febr. 18.

Means, Richard K. (1962): *A History of Health Education in the United States*. Lea & Febiger

Nékám Lajos (1900): Magyar orvosi viszonyaink. *Orvosi Hetilap*. 1, 10.

Gyermekgyógyászat. Az Orvosi Hetilap melléklete (1902): 4, 48

Surkis, Judith (2006): *Sexing the Citizen: Morality and Masculinity in France, 1870–1920*. Cornell University Press, Ithaca–London • <http://tinyurl.com/ju3mewt>

Szatmári Imre (1909): *Facastoro Jeromos tankölménye a francia kórságról*. I. füzet. (ford., [bev., magy. [ell.] Szatmári Imre) Franklin Ny., Budapest

Thirring Gusztáv (szerk.) (1897): *Budapest Székes Főváros Statisztikai évkönyve 1896*. Grill Károly kir. udvari könyvkereskedés, Budapest

INTELLIGENCIAMODELLEK TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE

Kárpáti László

doktorandusz,

Eszterházy Károly Főiskola Neveléstudományi Doktori Iskola
karpati.laszlo@yahoo.com

Jelen írásban egy olyan pszichológiai fogalomról, illetve az ezen fogalomhoz kötődő modellekről lesz szó, amely számos tudományághoz, elsősorban a társadalomtudományokhoz köthető. Ez a fogalom az intelligenciahányados, röviden IQ (Intelligence Quotient). A fogalom nem kevés szakkönyv és előadás tárgya, emellett jó néhány tudományos és szakmai vita alapja is egyben. Vajon mi gyakorol nagyobb hatást az egyén intelligenciaszintjére: a környezet vagy a nevelés (a klasszikus, *nature versus nurture* kérdés néven ismert gondolat)? Befolyással vannak-e az általános szellemi képességre a speciális szellemi képességek és *vice versa*? Milyen megközelítések léteztek a jelenlegi modelleket megelőzően?

A fenti kérdésekre kínáltak, illetve kínálnak válaszokat a különböző intelligenciamodellek és kutatóik. Az ezek mögött meghúzódó elméleti háttér és a hozzájuk kapcsolódó kutatási eredményeket mutatjuk be a következőkben.

Elsőnek egy olyan modellt ismertetünk, amely az intelligencia fogalmának egységeségből indult ki.

Földrajzi modell

A földrajzi szemléletű modellek az emberi intelligencia olyan meghatározására törekse-

nek, mint amilyen területi meghatározást egy térkép tesz lehetővé az azt olvasó számára. A legkorábbi ilyen modellnek tekinthető – noha tudományos mivolta erősen megkérdőjelezhető volt – a 18. század végén jelent meg, Franz-Joseph Gall frenológus „tudományos munkásságának” hála (Boring, 1950). A frenológusok elképzelése szerint az emberi koponya felületén kitüremkedő apró dudorok, valamint a koponyadomborulat sikeresen meghatározza az illető szellemi képességeit (értsd: *intelligenciáját*). Noha a frenológia nem vált tudományosan elfogadott irányzattá, öröksége, – a mentális kartográfia – minden modern és megbízható intelligenciaelmélet alapjává vált.

Az első valóban tudományos modellt követő eljárás a minden egyénben jelenlévő alapvető intellektuális képességek feltárását célozta meg. Ezeket az alapvető intellektuális képességeket úgynevezett *képességfaktorokba* igyekeztek csoportosítani a kutatók. Az ezen a megközelítésen alapuló kutatások során úgy gondolták, hogy az egy teszten elért magas pontszám rávetíthető más képességekre, illetve azok pontszámaira is, így generalizálva egy egyszeri eredményt: vagyis, aki jól teljesített az egyik mérés során, az nagy eséllyel hasonlóan jól fog teljesíteni egy, az előzőtől teljesen

eltérő profilú mérés-értékelés során is. (Ez a kijelentés azonban erőteljesen eltúlzott, és egy pusztán egyszeri mérésen alapuló eredményt általánosít, ahelyett, hogy más, eltérő tárgyú vizsgálatokon demonstrálná a kijelentés helytállóságát.) Az ilyen típusú mérési eljárásban szereplő faktorok száma igen eltérő képet mutat: némely eljárásban kizárólag egy faktor szerepelt, míg más eljárások akár 180 faktorig is elmentek (Cianciolo – Sternberg, 2007).

Hogy hogyan alakult ki ez a sokszínűség, azt az alábbiakban mutatjuk be.

Egy- és többfaktoros intelligenciamodellek

Az intelligenciaelméletekben kitüntetett szerepe van *Charles Spearman* brit pszichológusnak, aki megalapozta az intelligenciának mint általános (*g* faktor, angol *general*), illetve speciális (*s* faktor, angol *special*) szellemi képességek összességének elméletét, noha alapvetően elvetette a speciális szellemi képességek jelenlétét, mondván, hogy különféle mérések során „a tesztpontszámokban jelentkező lényeges különbségek kizárólag egyetlen szellemi képességre, a mentális energiára vezethetők vissza.” (Cianciolo – Sternberg, 2007, 15.)

Spearman elméletének egyik legfőbb kritikusa Louis L. Thurstone volt, aki – szemben Spearman egyfaktoros modelljével – egy hét faktorra épülő variációt dolgozott ki. Elméletében az alábbi elemek kaptak szerepet: verbális értés, verbális kifejezőkészség, számolás (matematikai műveletvégzés), emlékezet, észlelési gyorsaság, következtetési képesség és térbeli viszonyok feldolgozása. Megjegyzendő, hogy az az észrevétel, miszerint többféle intellektuális képesség létezik, amely alapján egyes emberek e kategóriáik valamelyikében jobban, másokban rosszabbul teljesítenek, egyáltalán nem új keletű: gyökerei egészen a 16. századig nyúlnak vissza.

A fenti elméletekkel ellentétben J. P. Guilford szerint az intelligencia több mint száz-hús képességre tagolható (Guilford, 1956). Ezek a képességek különböző tartalmakra (vizuális, szimbolikus, jelentésbeli vagy viselkedésbeli), kognitív eredményekre (egységek, osztályok, rendszerek), valamint mentális műveletekre (felismerés, konvergencia [összetartó] és divergencia [széttartó, szerteágazó] gondolkodás) oszthatók. Az elmélet később átdolgozásra került, ahol előbb százötven, majd száznyolcvan különálló képességet regisztráltak (Guilford, 1982). Bár ezek az elméletek számos kritikát kaptak az egyes faktorok közötti átjárhatóság és átfedés miatt, Guilford munkásságának három kategóriája (tartalom, eredmény és művelet) mind a mai napig használatos a különféle pszichológiai tesztek tervezése során.

Hierarchikus modellek

A huszonegyedik századi intelligenciakutatás két legmeghatározóbb hierarchikus elméleti modelljét John L. Horn és Raymond B. Cattell, illetve John B. Carroll dolgozta ki 1966-ban, illetve 1993-ban. Ezen modellek közös vonása, hogy nem egyetlen általános képesség alá rendelik a különböző képességfaktorokat, sokkal inkább egy gondosan felépített piramisszerkezetbe integrálják azokat.

Horn és Cattell kilenc faktort különített el egymástól. Ezek közül a két legismertebb elem a kristályos, illetve a fluid/folyékony intelligencia. Az előbbi intelligencia felelős a már tanult ismeretek és készségek szintetizálásáért és alkalmazásáért, míg fluid társa inkább a gondolkodás rugalmasságának fokmérője, az elvont gondolkodás részese.

A fenti modellel ellentétben Carroll elméletében egy háromrétegű rendszer található, amelynek alkotóelemei között elsőként (a pi-

ramis csúcán) szerepel az általános intelligencia faktora. Ezt követi a második réteg, amely magában foglalja az olyan képességeket, mint a fluid intelligencia, a tanulás és a memória, illetve az észlelés feldolgozása (Carroll, 1993). Később a Carroll, ill. Cattell–Horn-modellek ötvözeként született az ún. CHC- (Cattell–Horn–Carroll) modell (McGrew, 2009).

Említést érdemel még a Louis Guttman által 1954-ben publikálásra kerülő radex modell, amelyet később Brachia Marshalek, David f. Lohman és Richard E. Snow fejlesztett tovább (Marshalek et al., 1983). A radex modell lényege, hogy a szellemi képességeket egy kör alakú ábrán helyezi el, amelynek középpontjában az általános képességeket jelölő *g* faktor helyezkedik el. A *g*-hez közelebb eső képességek, mint például a szóbeli analógiás érvelés, sokkal nagyobb szellemi energiát igényelnek az egyéntől. Ezzel szemben a *g*-től távolabbra eső képességek, mint a rövid távú memória, értelemszerűen jóval kevesebb szellemi erőforrás mozgósítását igénylik. A modell alapján az olyan egymáshoz hasonló képességek, amelyek egy kategóriába sorolhatóak, (például a verbális képességekhez tartozó szókincs és szövegértés) jóval közelebb helyezkednek el egymáshoz az őket mérő tesztek alapján, mint az egymástól merőben eltérő képességek (lásd: matematikai műveletmegoldás és szövegalkotás). A modellt Philip L. Ackerman úgy módosította a későbbiekben, hogy figyelembe vette a vizsgálat során az egyes tesztek kitöltéséhez szükséges időt is, amelyet a saját kidolgozású, henger alakú modelljében annak megfelelően helyezett el, hogy éppen milyen gyorsasággal történt a tesztek kitöltése. Így a kisebb kitöltési sebességet igénylő tesztek a henger tetején, a nagyobb kitöltési sebességet igénylők pedig a henger alján helyezkedtek el.

A fenti leírásokból kitűnik, hogy a földrajzi modellek kutatói számára fontos volt annak meghatározása, hogy pontosan milyen szellemi képességekkel rendelkeznek az egyes vizsgálati személyek, és ezen képességeknek mennyire vannak birtokában. Ugyanakkor, ezek a modellek egyike sem tisztázza például a mentális energia fogalmát, ami együtt jár azzal, hogy nem lehet még csak megközelítőleg sem megjelölni a kutatás pontos tárgyát (Cianciolo – Sternberg, 2007).

Ezen alapvető hiányossága ellenére a földrajzi szemlélet elméletei mind a mai napig érvényes elemekkel rendelkeznek, amelyeket a soron következő, az úgynevezett számítógépes modellek során sikeresen átvettek, továbbfejlesztettek vagy éppen elvetettek.

Számítógépes modell

A számítógépes modell alapja az a fajta emberi kíváncsiság, amely szeretné megérteni, továbbá meghatározni, hogy pontosan mi is az intelligencia. Az e modellek mentén gondolkodó tudósok arra törekedtek, hogy definiálják az intelligenciát, hogy azután felismerhessék a szellemi fogyatékoságok különböző változatait, majd ezen ismereteiket felhasználva fejlesztési eljárásokat dolgozzanak ki ezekre az eltérésekre. Munkájuk éppen e szemlélet folytán erősen összefonódott a pedagógiával, amint azt később látni fogjuk.

A számítógépes modell alapja az *információfeldolgozás*, célja pedig az, hogy az e folyamat során jelentkező eltérések hátterében meghúzódó okokat felderítse.

A számítógépes modell *kognitív tréninges* irányzatának képviselői (Campion et al., 1982) kizárólag olyan feladatok megoldását gyakoroltatták a leendő tesztalanyokkal, amelyek – feltevéseik szerint – hozzásegítik őket a teszteken való sikeres teljesítéshez. Ezen

vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy bizonyos kognitív folyamatok tanulhatóak, míg mások kevésbé, vagy egyáltalán nem. Alapfeltevéjük, miszerint minden ember azonos kognitív eljárással kezd bele egy adott feladat megoldásába, alapjaiban hibás, hiszen minden egyén másképp érzékelheti ugyanazt a kihívást, *ergo*, más módon reagál rá. Emellett – mint látni fogjuk – Howard Gardner (2006) többszörös intelligencia elmélete alapján nem is azonos képességszintekkel rendelkezünk az egyes intelligenciák terén, így ugyanaz a feladatelvégzés más és más megoldási módokat indukál az egyéneknél.

A fenti teóriával szemben Robert J. Sternberg 1977-ben kidolgozta a *kognitív komponenseket* az intelligenciakutatás élvonalába emelő elméletét (Sternberg, 1977), amely az egyes mentális komponensek közötti összhangot vizsgálta a végeredmény során.

A kognitív tréninges irányzathoz hasonlóan szerepeltek a *kognitív korrelációkat* vizsgáló álláspontot képviselő Earl Hunt és munkatársai is, akik az elemi kognitív folyamatok, mint a betűk vagy számok emlékezetből történő felidézése és az intellektust mérő teszteken mutatott teljesítmény közötti korrelációt kutatták. Kutatásaik eredményei nem találtak egyértelműen kimutatható korrelációt a fenti faktorok között, ugyanakkor Hunt elég jelentős eredményeket ért el a verbális gondolkodással kapcsolatban (lásd Posner-feladat).

A fenti, kevésbé sikeres vállalkozásokat egy jóval gyümölcsözőbb vizsgálat követte: Patrick Kyllonen és Raymond Christal kutatásai egyértelmű korrelációt találtak a munkamemória és az általános intelligencia között, amit a legfrissebb kutatások (lásd Conway – Kovács, 2013) szintén igazolnak. A két faktor közötti korreláció azért is lényeges, mert a hatékonyabb munkamemóriával rendelkező

személyek jóval ellenállóbbak az információ-felvétel során jelentkező interferenciával szemben, így a későbbi információfeldolgozás is nagyobb intenzitással működik. Hasonló korrelációt sikerült kimutatnia Arthur Jensennek az adott ingerre kapott válaszreakció, illetve Ian Dearynek a két inger közötti hasonlóság és/vagy különbség megfigyelési idejének esetén.

Összegezve: a számítógépes modell kutatásai alapján egyértelmű kapcsolat áll fenn az egyén munkamemóriája és általános intelligenciája, valamint az inger-válasz helyzetben tapasztalt reakcióideje között. És bár ezek az eredmények valóban kedvezően hatottak a későbbi kutatások előmenetelére, mégsem sikerült egyértelmű választ felmutatniuk azon kutatási kérdésekre (Mi az intelligencia? Milyen jellemzőikben különböznek az egyes emberek kognitív képességeik terén?), amelyek megválaszolását célul tűzték ki. Mind ezek ellenére, a számítógépes modell kutatói örökökül hagytak a jövőendő szakembereknek egy rohamos tempóban fejlődő tudományágat: a mesterséges intelligencia tudományát, amely később (többek között) Alan Turing nyomán ért el mai szintjére.

Biológiai modell

Minden eddig bemutatott kutató számtalan eljárást és mérőeszközt dolgozott ki annak érdekében, hogy egzakt módon meghatározza az egyes emberek mentális teljesítménye közti különbségek mibenlétét, ám az egyes modellekhez tartozó elméleti rendszerek sokszor élesen támadhatóak voltak. Erre jó példát jelentenek a biológiai modell kezdeti szakaszában jelentkező eljárások, mint a fej méretének vizsgálata, amely a 19. században jelent meg, és bár azóta ez a konkrét eljárás eltűnt a tudomány porondjáról, máig létezik az

agyméret MRI-vel történő vizsgálata, amely összefüggés mutat az IQ-val (van der Maas et al., 2014). A fejméret vizsgálatához hasonlóan alacsony korrelációt mutattak ki az agytömeg és az intelligencia között fennálló kapcsolatot kutatók (Vernon et al., 2000). Napjainkra azonban számos olyan orvosi eljárás fejlődött ki, amely sokkal megbízhatóbb eredményekkel szolgál a téren. Ilyen eszközök az elektroencefalogram (EEG), a pozitronemissziós tomográf (PET), továbbá a funkcionális mágneses rezonancia alapú képalkotó vizsgálat (fMRI).

Az agykéreg elektromos aktivitását vizsgáló kutatások elsősorban arra irányulnak, hogy az egyes teszteredmények és a specifikus agykérgi elektromos aktivitás (a P300) sebesége között milyen összefüggés tapasztalható. A P300 jellemzően az észlelést, felismerést és kategorizálást kívánó feladatok során jelentkezik, például amikor egy új márkával találjuk szemben magunkat a boltok polcain (Vernon et al., 2000). A vizsgálatok azt mutatták ki, hogy az észlelés és a P300 megjelenése közötti idő között erőteljes korreláció mutatható ki. A két jelenség közötti kapcsolat azt jelzi, hogy a gyorsabb neurológiai aktivitás és reakció igen gyakran magasabb szintű intelligenciával párosul. Sajnálatos módon azonban a tesztek tanúságai szerint az eljárás eddig nem produkált konzisztens eredményeket, így hatékonysága komoly kétségeket vet fel. Ezzel ellentétben az Aljoscha Neubauer és Andreas Fink nevéhez kötődő elektrofiziológiai vizsgálatok eddigi eredményei alapján úgy tűnik, hogy a nagyfokú agykérgi aktivitásnak köze van a magasabb intelligenciaértékhez.

Ít jegyezzük meg: hasonló eredményeket talált Richard J. Haier az agyi véráramlás és a glükózmétabolizmus viszonyának kutatása során: az eredmények szerint a következte-

tésen alapuló feladatok végzése alatt a jobb teljesítményt nyújtó tesztalanyok alacsonyabb szintű agyi véráramlást és glükózfogyasztást produkáltak, mint kevésbé optimálisan teljesítő társaik. Ám az előbb bemutatott eredmény sem teljesen egységes, mivel nem egy esetben a jobban teljesítő agyi glükózsztintje olyan magasra emelkedett, mint a korábban gyengébben teljesítő társaik esetében.

A fenti eljárások pontosságán nem sokat javított az agyi aktivitás szintjének és az agyműködés lokalizálásának elemzése sem, viszont néhány apró részletet Silvia Bunge és munkatársai sikeresen feltártak. Például a homlokleány aktivitásának szintje összefüggésbe hozható azzal, hogy mekkora erőfeszítést igényel a külső ingereknek való ellenállás azokban az esetekben, amikor a munkamémória használata a cél. Hasonló összefüggés figyelhető meg a bal oldali homlokleány emelkedő aktivitása és az elvont fogalmak tanulása során: azok a vizsgálati alanyok, akiknek ilyen fogalmakat kellett megtanulniuk, megnövekedett aktivitást produkáltak.

Episztemológiai modell

Az episztemológiai (ismeretelméleti) irányzat képviselői a megismerés határaival, a folyamat természetével, illetve annak komponenseivel foglalkoztak. Mivel fő érdeklődési körük magának az ismeretszerzésnek a folyamata, szükségük tartották annak vizsgálatát, hogyan fejlődik az egyén intelligenciája megszerzett és feldolgozott információ birtokában.

A mozgalom szellemi szülőatyja a francia pszichológus, Jean Piaget volt, akinek munkássága szorosan kötődik a gyermekek szellemi fejlődéséhez, illetve logikus gondolkodásuk alakulásához. Fejlődéslélektani elmélete szerint a mentális érés a csecsemőkorban indul meg, majd elérve a tinédzser kort (nagy-

jából tizenhat évesen) teljeseedik ki. Ezt a folyamatot négy szakaszra osztotta: az első a *szenzomotoros*, vagy *érzékszervi-mozgásos* periódus, amikor is a csecsemő megismeri saját reflexeit – például fogó-, kúszó-, kapaszkodóreflex –, majd ezeket finomítja, javítja, illetve *trial and error* (próba-szerencse) alapon kitapasztalja, hogy mozgásos megnyilvánulásainak milyen következményei vannak.

A második szakasz a *preoperacionális* vagy *művelet előtti* periódus. Ekkor kerül elsajátításra a nyelv és annak grammatikai struktúrája, ugyanakkor a gyerekeket körbevevő világgal kapcsolatos természeti ismeretek eléggé pontatlanok, jellemző rájuk az animisztikus gondolkodás (élettelen dolgok felruházása emberi vagy állati tulajdonságokkal). Jó példa erre Anna T. Cianciolo és Robert J. Sternberg által idézett „a tűz fára éhes” típusú mondatok (Cianciolo–Sternberg, 2007, 28.).

A *konkrét műveleti* szakasz jellemzője, hogy a gyerekek képessé válnak a tárgyak fizikai jellemzőik (szín, méret, forma, súly) szerinti kategorizálására és rendezésére. Jellemző továbbá a megmaradás elvének elsajátítása, ami által meg tudják különböztetni egymástól a látszólagos és a tényleges mennyiségváltozást, illetve a mennyiség megmaradását.

Az utolsó, a *formális műveleti* szakasz sajátossága az absztrakt gondolkodás kiteljesedése és alkalmazása a hétköznapi életben jelentkező problémák megoldására. Továbbá megjelenik az adott helyzetnek a több szemszögből történő elemzése; a világhoz fűződő viszonyban előretör a jelenségek és események tudományos és szisztematikus elv szerinti vizsgálata, valamint a hibafelismerés és javítás processzusa minden kognitív téren (tervezés és megvalósítás) jelentkezik.

A fentieken túl Piaget elméletében szerepel további két ismeretszerzési mód is: az

asszimiláció, vagyis hasonlítás, illetve az *akkomodáció*, azaz idomulás. Amíg az első folyamat során a környezetből kinyert új információt bekerül a már meglévő és megszilárdult mentális képek világába, addig utóbbi esetben egy teljesen új mentális modell kidolgozása valósul meg. Ezt követően rögzülnek ebben a mentális modellben az újonnan megszerzett ismeretek. Az asszimiláció folyamatára példaként felhozható, amikor a kisgyermek először eszik banánt: ilyenkor a már meglévő ismereteinek világába illeszti be az új elemet (egy eddig még nem ismert gyümölccsel van dolga), míg az akkomodáció folyamán a gyümölcsökről alkotott lehetséges korábbi ismeretek („a legtöbb érett gyümölcs piros”, „a gyümölcsök általában kerek/gömbölyű alakúak”) kerülnek átalakításra.

Piaget követői, a neo-piagetianusok, némiképpen módosítottak az eredeti elképzeléseken. Robbie Case megállapította, hogy a környezeti és kulturális befolyás nem negligálható a tanulás folyamatában, míg Graeme S. Halford kutatása alapján, az olyan információfeldolgozási folyamatok, mint a rövid távú memória vagy a figyelem által válik lehetségessé a későbbi fejlődési szakaszokban az intellektuális viselkedés elsajátítása és gyakorlása. Ezeken kívül Juan Pascual-Leone (1995) arra a megállapításra jutott, hogy a gyerekek intellektuális fejlődése elsősorban a bennük lezajló fiziológiai változásokból következik. Ezek a fiziológiai változások a figyelemmel korrelálnak, és lehetővé teszik a célirányos tevékenységek alkalmazását, amellet, hogy a gyerekek képessé válnak az egyre növekvő információ befogadására, manipulálására és raktározására. A fenti elméletekkel szoros kapcsolatban áll a neo-piagetianusok által elfogadott elv, – ami Piaget kutatási eredményeivel szemben kimondja – hogy a gyermeki kognitív fejlődés

nem bontható egymástól elkülöníthető konkrét szakaszokra, hiszen a fluid intelligencia dinamikus fejlődési modellt követ (Cianciolo – Sternberg, 2007, 29.).

Bár az epiztemológiai modell kidolgozása során az egyes neo-piagetianusok eljutottak annak felismeréséig, hogy a környezet és a kultúra is befolyással van az egyéni intelligencia fejlődésére és méretére, ez a szemlélet igazán csak a következőként tárgyalt szociológiai modellben bontakozott ki.

Szociológiai modell

Manapság magától értetődőnek tekintjük, hogy az egyéni fejlődés menetére a társadalmi tényezők is hatással vannak, legyen szó akár a személyiségről, akár az intellektus fejlődéséről. A gyermeki fejlődésben fontos szerepet játszik a nyelvszajátítás és a nyelvhasználat, hiszen általuk válik lehetségessé a korábban másoktól készen kapott ismeretek átadása, azok ütköztetése mások gondolataival, szükség esetén pedig revidálása. A szociális hatásokban azonban nem pusztán a kimondott szavakra korlátozódnak, hanem más cselekvések, megnyilvánulások is ide tartoznak, így például a megjelenésünk, szimbólumrendszerünk, sőt az általunk képviselt attitűdök is.

A szociológiai modell kidolgozása szintén egy pszichológus – Lev Vigotszkij – munkásságának eredménye. Vigotszkij kutatásai során kiemelte a kultúra emberformáló hatását, amikor is rájött, hogy az általunk használt fizikai eszközöknek léteznek mentális megfelelői, amelyeket *pszichológiai eszközöknek* nevezett el. Ide sorolja a *nyelvet* mint elsődleges eszközt, továbbá az *ábrázolás minden lehetséges módját* (fénykép, film, festmény, zene stb.), valamint az olyan *kultúrspecifikus egyéb eszközöket*, amelyek fejlődést generálhatnak a közösség tagjaiban. A fizikai eszközökhöz

hasonlóan ezen szerszámok is az emberi fejlődés kedvéért születtek, ám míg előbbieket a fizikai adottságok fejlesztését célozzák, addig az utóbbiak a mentális állapot megváltoztatását eredményezik. A pszichológiai eszközök alkalmazására egy példa: egy kiváló képességű asztalos elősegítheti egy fiatal és kevésbé gyakorlott társa szakmai fejlődését azáltal, hogy elmagyarázza, bemutatja, illetve gyakoroltatja vele az a specifikus mozgólatsort, amelyet például a tölgyfa megmunkálása kíván. A tanulási folyamat eredményeként (optimális esetben) létrejön az ügyetlenebb asztalosban a saját maga által (külső segítséggel) kidolgozott terminológia és eljárás módja a tölgyfa megmunkálásához, amelyet lehetőség szerint továbbadhat az utána következőknek.

Ám Vigotszkij nem csak a tanítás, a rávezetés, a példamutatás és a mintaállítás jelenségét tárta fel, hanem bevezette a *legközelebbi fejlődési zóna* fogalmát is. Ezt a fogalmat olyan esetekre alkalmazta, amikor eltérés mutatkozik meg egy gyermek aktuális, illetőleg potenciális fejlettségi szintje között. Ahhoz, hogy ezt a fejlődési különbséget áthidalja, a gyermek az utánzás során lemásolja ugyanazt a mozgólatsort, beszédmódot vagy más megnyilvánulást, amelyet az idősebbektől (más gyerekektől, felnőttektől) lát. Amikor például kisgyermekként hallja szülei telefonbeszélgetését, s később a kezébe kap egy telefont és ő maga is kipróbálhatja azt, igen nagy eséllyel felhasználja a szüleitől hallott mondatokat a társalgás során. Noha a fenti példában nem szerepel a felnőtt közvetlen segítsége és útmutatása, a közvetett társas és társalgási minta így is érvényesül. Egy másik példa a felnőtt közvetlen hatására: az óvoda megpróbál lerajzolni egy lovat, de nem sikerül neki. Az óvónő megfogja a kezét, és vezeti a vonalon, vagy megmutatja neki a rajzolás helyes módját. Ez

után az addig megfigyelőként (és értelmezőként) működő óvoda megpróbálja lemásolni az előbb látott mozgólatsort. Ha ez sikerül, megerősítést nyer az új minta, amelyet a gyerek elraktároz, és a továbbiakban kifejti hatását, valahányszor a gyermek ismerős helyzetben találja magát. Ily módon a gyerek aktuális és potenciális fejlettségi szintje közt tátongó szakadék befedésre kerül. Ez a fajta újonnan megszerzett ismeret a későbbiekben absztrahálódhat, amikor a mozgólatsort más, hasonló minták rajzolásánál hasznosítja.

Hasonlóságokat mutat Vigotszkij elméletéhez Reuven Feuerstein elgondolása, amelyben ugyanezt a jelenséget *közvetített tanulási tapasztalatnak* nevezi el. Megfigyelései szerint a gondosan kialakított tanulási környezet, amelynek gondolata már Vigotszkijnál is jelentkezik, nélkülözhetetlen a sikeres tanulási folyamat során. Ilyenkor a hozzáértő személy, a *közvetítő* igyekszik befolyásolni, rávezetni fiatalabb és tanulatlanabb társát a helyes megoldási mód nyitjára. Ezt a folyamatot rendszerint olyan altruisztikus motivációk vezérlik, mint a „szándék, kultúra és érzelmi érintettség” (Cianciolo – Sternberg, 2007, 31.).

A fenti két elméleti megközelítés egyike sem alkalmazza a már korábban bemutatott intelligenciamodelleket, sőt, egyáltalán nem vonultat fel ilyen irányú rendszert, ám ennek ellenére a bemutatott elemek nem hagyhatók figyelmen kívül. Ezek az elemek és hatásaik leggyakrabban a családi és az iskolai környezetben érhetők tetten, éppen ezért a következő pontban ezekről szólnunk.

Családi és iskolai hatások az intelligencia fejlődésében

A külföldi kutatások mind megerősíteni látszanak azt a tényt, hogy rendszerint éles elhatárolás áll fenn a család és az iskola – azon

belül is a tanárok – között az intelligenciáról, illetve az intelligens viselkedésről alkotott nézeteket illetően. A fenti kutatások rámutattak arra is, hogy számos esetben a tanárok által intelligensnek minősített diákok azon családokból kerülnek ki, akik maguk is a tanárokhoz hasonlóan középosztálybeliek, és az ehhez tartozó értékrendet követik. Ezért is van az, hogy számos, az Egyesült Államokban végzett kutatásban a latin-amerikai családoknál a kiemelkedő szociális kompetencia jelentette az intelligensséget, míg a fehér középosztály képviselői inkább az iskolai helytállás során szükséges kompetenciákat tekintették mérvadónak. Ebben a folyamatban kulcsszerepet tölt be a szülőktől látott minta, az azonos családhoz tartozókkal (családtagok, rokonok) érzett kötelek, a családi mintaátvétellel, az identifikáció, illetve az érték és normarendszer, amely mind a szocializáció folyamatában kerül a felnövekvő gyermek látóterébe.

Annak vizsgálata, hogy mi módon hidalják át ezt a fajta nézeteltérést az egyes csoportok az intelligencia kapcsán alkotott nézeteikről, további kutatásokra vár. Amit azonban leszögezhetünk: az intelligencia szociológiai értelmezése egyértelműen a környezettel fennálló interakciós folyamatot tartja alapvető fontosságúnak, és mint ilyen, kulcsszerepet tulajdonít ennek az interakciónak az egyének szellemi fejlődésében. Mindez azonban nem ad magyarázatot arra, hogy a modell alapján ki tekinthető intelligensnek. Ahhoz, hogy közelebb kerülhessünk a környezet által definiált intelligencia fogalmához, vizsgáljuk meg most az antropológiai modellt.

Antropológiai modell

A szociológiai modellhez hasonlóan az antropológiai megközelítés is a külső tényezőknek az intelligenciára gyakorolt hatását hangsú-

lyozza, ám amíg a szociológiai álláspont a közösség szerepét emelte ki, addig az antropológiai nézőpont behozza a kultúrát is az elemzésbe. Ez azért lényeges eleme a későbbi ilyen irányú vizsgálatoknak, mert sok kutató és laikus körében még mindig makacsul tartja magát az az elképzelés, amely az intelligencia jellemzőinek univerzalitását hirdeti. Ezzel szemben az antropológiai modell elméletalkotói szerint ez egy teljességgel fals állítás, hiszen nem azonos intellektuális képességeket tekintenek az egyes kultúrák tagjai egyformán fontosnak (lásd a szociális modellben bemutatott szociális kompetencia kontra iskolai intelligencia kérdést).

Az antropológiai modell a 19. század végi kultúrafelfogás ellenében jött létre. Az addigi korszellem szerint a magas intellektuális kapacitással rendelkező népek (a darwinista szemlélethez hasonlóan) evolúció útján alakultak ki, és kizárólag a magas fejlettségi szintű népek (fajok) hozhattak létre magas kultúrát, míg a primitívebb népek esetében semmifajta úgynevezett *magas kultúráról* nem beszélhetünk. Mivel az akkori gondolkodás remekének az európai és amerikai, röviden a nyugati gondolkodást tekintették, így nem volt kétséges, hogy mihez mérik majd minden más csoport értelmi képességeit.

Az első kutató, aki kétségbe vonta a fenti állítást és vele együtt az ilyen fajta közvélekedés megalapozottságát, Franz Boas antropológus volt. Őt számos más kutató követte a sorban, mint John Berry, Michael Cole és munkatársai, valamint Ype Poortinga és Fons van de Vijver (Poortinga – Vijver, 2004). Mindannyiuk egybehangzó álláspontja a kérdés kapcsán, hogy nem lehet kizárólag a nyugati kultúrához és annak gondolkodásmódjához mérni más kultúrákat, azokat saját kontextusukban kell megvizsgálni.

A fentieknek megfelelően kijelenthetjük, hogy az intelligencia kulturális befolyását nem lehet túlhangsúlyozni, és erre a tesztek tervezése során különös tekintettel kell lenni, hiszen az egyes kultúrában eltérő kép él az emberek fejében arról, hogy ki az „értelmesebb, intelligensebb” és ki az, aki kevésbé az. Más tanulmányok megerősítik a tényt, miszerint az intelligencia fogalma kulturálisan kötött. A kezdeti intelligenciatesztek igyekeztek uniformizálni az emberek szellemi teljesítményét (kultúrájuktól függetlenül), de ma ez a megközelítés már kevésbé elfogadott.

Érdemes megfigyelni az egyes nem nyugati közösségek által kiemelten kezelt kompetenciákat is: amíg a nyugati gondolkodásban kardinális szerepe van az iskolai sikerességhez és a gyors alkalmazkodóképességhez, flexibilitáshoz szükséges intellektuális elemeknek, addig a malájok meglátása szerint a gyakorlati készségek, a (döntéshozatali) gyorsaság és a kreativitás nagyobb prioritást kell, hogy élvezzenek. Az afrikai chewa törzs tagjai számára elengedhetetlen a közösség fennmaradásához szükséges társadalmi felelősségtudat, az együttműködés képessége, illetve a feljebbvalókkal, idősebbekkel szembeni alázat. Az ázsiai kultúrákban – elsősorban Kína és Japán esetében – a folyamatos tanulás és a társadalmi felelősségvállalás az, ami igazán számít. E csoportok vizsgálata esetében tehát könnyen beazonosíthatóak a nyugati intelligencia értelmezéstől egyértelműen eltérő jelek.

Bár az antropológiai modell kibővíti a korábbi szociológiai modell látókörét, azáltal, hogy immár nemcsak a személyközi kapcsolatokkal, hanem a kulturális effektusokkal is számol, mégis elmulasztja bemutatni a különböző kultúrákhoz köthető elemek figyelembevételét a tesztelés szakaszaiban, azonfelekül, hogy nem ad magyarázatot az adott kul-

turális közegen belül élők közötti kognitív képességbeli eltérésekre.

Az utolsónak bemutatandó modellek egyértelműen a legkomplexebbek a listán, mivel nem pusztán az intelligencia egy-egy aspektusát vizsgálják, hanem azt egészében és rendszerben szemlélik.

Rendszer modellek

A világban fellelhető összes rendszer – legyen szó a matematikai műveletek sorrendjéről, a beszédben megjelenő elemek összefonódásáról vagy éppen a számítógépek belső struktúrájáról – alrendszeréből épül fel, amelyek mindegyike hozzájárul a főrendszer biztos működéséhez, meghibásodás esetén pedig annak zavarához. Az intelligenciát mint főrendszert eddig három ismert modell dolgozta fel: Gardner többszörös intelligencia, Sternberg hármas, illetve Stephen J. Ceci bioökológiai elmélete. Az alábbiakban ezeket a modelleket ismertetjük röviden.

Gardner és a többszörös intelligencia • Howard Gardner többszörös intelligencia modelljében sikeresen ötvözi egymással a földrajzi, biológiai, illetve az antropológiai modell elemeit. Louis L. Thurstone-hoz és J. P. Guilfordhoz hasonlóan nem egy szinguláris egységként tekint az intelligenciára, hanem nyolc különálló almechanizmus összjátékaként. Az általa leírt intelligenciákat az alábbi kategóriákba sorolta: nyelvi, logikai-matematikai, térbeli-vizuális, zenei, mozgási-kinesztézis, interperszonális (személyközi), intraperszonális (saját személyre irányuló), és természeti intelligencia. A fenti listát esetlegesen kiegészíti egy kilencedik kategóriával, amelyet egzisztenciális intelligenciának nevezett el. Mindezen intelligenciacsoportok egy-egy részét jelentik magának az intelligenciának, és összjátékuk eredménye, hogy bármilyen em-

beri műveletet (legyen szó akár egy zenemű komponálásáról, egy újságcikk megírásáról vagy éppen egy meghatározott mozdulatsor kivitelezéséről) sikeresen megtervezzük és végrehajtsunk.

Sternberg hármas modellje • A sternbergi háromrétegű elmélet egybeforrasztotta a földrajzi, a számítógépes, valamint az antropológiai megközelítést, amikor is Sternberg úgy ragadta meg az intelligencia esszenciáját, mint az analitikus, kreatív és gyakorlati(as) képességek harmonikus egyensúlyát, amely konstans interakcióban áll az egyént körülvevő társadalmi közeggel. Mindezt egy sikeres élet és a siker elérése érdekében teszi. A három képesség szorosan kapcsolódik egymáshoz, hiszen az *analitikus képességekkel elemezzük, értékeljük, teoretizálunk* a körülöttünk zajló események kapcsán; az előző művelet eredményeit *kreatív képességeinkkel „keltjük életre”, alkotunk, kimunkálunk* valamit; végül a *gyakorlati képesség révén valósítjuk meg mindazt, amit elméletben megtanultunk*, legyen szó az autónk javításáról vagy éppen egy doktori disszertáció megírásáról. Mivel a fenti három csoport aránya ritkán egyenletes egy emberen belül, így a domináns elemek ismeretében célszerű annak megfelelő életpályát, szakmát, tanulmányt választani.

A hármas modell sikeressége annak három alappillére épül, amelyek leírják: (1.) a sikeres intelligencia feltételeit szolgáltató szellemi folyamatokat, (2.) az egyes emberek által végrehajtott használati módot, amely rendszerint igazodik az adott környezethez és annak feltételeihez, végezetül (3.) a tapasztalatok szerepét a tanulás folyamatában.

A sternbergi modell tehát sikeresen prezentálja azt a három faktort (elemző, kreatív és gyakorlati), amelyek nélkülözhetetlenek a sikeres egyéni és csoportos működéshez. Ám

nem pusztán leírja ezt a három képességet, de egyben bemutatja az alkalmazásukhoz szükséges kognitív folyamatokat, illetve a problémamegoldó stratégiákat is. Ezeken túlmenően kritikus szerepet szán a tanulásnak és a tapasztalatoknak az individuuum életében, így egy valóban kiegyensúlyozott és dinamikus modellnek tekinthető.

Ceci bioökológiai intelligencia modellje • Bár a fentiekben bemutatott sternbergi hármas modell igen jól körülhatárolta mindazon képességeket, amelyekkel egy egyén a boldogulás útján biztos léptekkel haladhat, mégis Stephen J. Ceci bioökológiai modellje képes még az előző teórián is túlmutatni, amennyiben is sikeresen integrálta magába az összes eddig bemutatott megközelítést.

Ceci álláspontja szerint minden ember rendelkezik bizonyos *kognitív potenciálokkal*, amelyek önmagukban semmire sem képesek, a megfelelő támogatás (értsd: ingerben gazdag környezet, valamint megfelelő erősségű, lehetőleg belső motiváció) hiányában ugyan is nem, vagy csak részlegesen fejlődnek ki. Mivel a környezet erőteljesen befolyásolja a kognitív potenciálok fejlődését, ezért rendszerint a társadalmi miliő által támogatott potenciálok fognak előtörni, lévén azokkal szemben lép fel az igény („a társadalmi kereslet”). A környezet hatását jól példázza a Ceci és Antonio Roazzi által hozott példa, mely szerint a matematikai ismeretek a hétköznapi életben (például a piacon) is elsajátíthatók, ám ez esetben könnyen fennáll annak a veszélye, hogy egy korábban jól begyakorolt műveletsort az illető képtelen elvégezni, ha „számára ismeretlen teszthelyzetben tárják elé” (idézi Cianciolo – Sternberg, 2007, 38.).

Az ezidáig bemutatott modellek mind ugyanarra a célra születtek: közelebb vinni a kutatókat és szakembereket az intelligencia

pontosabb meghatározásához, egy lehetséges egységes és egzakt modell létrehozásához. És noha mindezidáig nem született olyan megközelítés, amely egyértelműen meghatározta volna az intelligencia kutatásában az összes kognitív képességet és faktort vagy azok pontos struktúráját és arányát, így is jelentős előrelépések történtek a kezdeti *g*- és *s*-modellekhez képest. Mielőtt azonban befejeznénk az intelligenciamodellek világban tett utazásunkat, még egy olyan jelenséggel kell foglalkoznunk, amely szorosan kötődik az intelligenciamodellek felhasználásához: ez az intelligenciatesztek és azok neuropszichológiai, illetve klinikai felhasználása.

Intelligenciatesztek az orvoslásban

Mielőtt az intelligenciatesztek klinikai felhasználására rátérnénk, tegyünk egy rövid kitérőt a jelenséggel kapcsolatos szóhasználat okán. Azokat, akiket sokszor csak a „szerényebb képességű”, „butácska” vagy hasonló megfogalmazásokkal emleget a hétköznapi ember, a klinikai szakirodalom inkább az *értelmi fogyatékos* vagy a *demencia* szavak használatával írja le, miközben mindig megjelöli annak súlyossági fokát. Noha ez a megnevezés sokkal jobban körülhatárolhatóvá teszi magát a betegséget, közel sem pontosan teszi azt. Szakács Ferenc megjegyzi a téma kapcsán, hogy az *intelligenciadeficit* fogalmának bevezetésével egyidejűleg kialakítható egy olyan szóhasználat, amely „szabatosabb, egyértelműbb megjelölése lehet az intelligenciatesztekkel mérhető jelenségeknek” (Szakács, 1995, 10–14.). A fenti megnevezés valóban hitelesebben adhatja vissza a betegség lényegét, lévén – mint azt már korábban is hangsúlyoztuk –, az intelligencia nem egy egységes konstruktum, hanem többfajta intelligencia együttese (lásd Gardner, 2006). Ezen rövid kitérő után tér-

jünk most át az intelligenciatesztek orvosi alkalmazására.

A mentálisan egészséges, illetve beteg emberek csoportjának körülhatárolására hazánkban igen kevés standardizált intelligenciateszt kínálkozik, állítja Szakács az Ozsváth-féle, illetve a Wechsler-féle intelligenciatesztekre hivatkozva (Szakács, 1995, 18.). Kutatásában a David Wechsler által készített tesztet tekintti elsősorban mérvadónak, kiemelve annak azon vonását, miszerint az emberi mentális tevékenység egész jelenségvilágát egységes rendszerként gondolja el, amely az ember számára lehetővé teszi, hogy: „...*célszerűen cselekedjék, hogy ésszerűen gondolkodjék, és hogy beilleszkedve eredményesen bányájkörnyezetével*” (Wechsler, 1939, idézi: Szakács, 1995, 18., a kiemelések a könyv szerzőjétől származnak – K. L.).

Ezt a szemléletet az adott tesztre alkalmazva a következőképpen határozza meg az intelligenciadeficit fogalmát: „*intelligenciadeficitről beszélünk minden olyan esetben, amikor a (Wechsler-teszttel) mért intelligenciateljesítmény elmarad az elvárható szinttől.*” (Szakács, 1995, 18. – a kiemelések a könyv szerzőjétől származnak – K. L.) A fogalmat figyelembe véve *elvárhatónak tekinthető* az a teljesítményszint, amely az „élethelyzet, foglalkozás, iskolai végzettség és az életkor” szerinti megoszlás alapján egy standard mintára alkalmazva ezeket a paramétereket, olyan övezetbe esik a mért eredmény, melyet a vizsgálati személy korábban már elért.

Az intelligenciadeficitnek négy lehetséges variációja különíthető el: terjedelem tekintetében beszélhetünk *általános* deficitről, amikor minden mért eredmény egyformán elmarad az elvárható teljesítményszinttől; *részleges* deficitről beszélünk, amikor csak néhány intelligenciatípusban azonosítható ez

a fajta elmaradás a normális szinthez képest. Eredetét tekintve a deficit lehet *vele született*, illetve *következményes*, amikor is például egy súlyos feji vagy agyi sérülés következtében felbillenhet a korábban stabilnak tekintett intelligenciaszint. Utóbbi becslésére jelenleg nem ismert általánosan elfogadott módszer.

A fenti deficitek kategóriák mérésére Szakács az alábbi lehetséges eljárásokat javasolja (Szakács, 1995):

A következményes intelligenciadeficit esetében az iskolai végzettség és a foglalkozás kapcsolata a mérvadó, például egyetemi végzettségűeknél, ha az IQ 109-nél kevesebb, deficitállapotról beszélhetünk, míg általános iskolás diákoknál ez a szám a 79-nél alacsonyabb érték esetén érvényes. A módszer hátránya, hogy kizárólag tájékoztató jellegű, mivel nem adja meg az érintett deficit terület pontos típusát.

Egy kissé leegyszerűsítő értelmezés szerint, minden olyan esetben, amikor az elvárható szintnél alacsonyabb, ugyanakkor az életkori szintnek megfelelő standard kategóriájába tartozik a mért érték, deficites teljesítményről beszélhetünk. Mint ismert, az IQ az életkori átlaghoz viszonyított érték, így ezt a fajta definíciót elsősorban a részleges vagy relatív deficit esetén alkalmazzák a szakértők.

Általános deficit leírásánál a jelenleg mért IQ-értéket össze lehet vetni a korábban mért intelligenciatesztek eredményeivel, lévén a tesztek ismételt elvégzésével azok reliabilitása (megbízhatósága) rendszerint közel azonos eredményeket mutat.

Tetszőleges érték kiválasztásával beállíthatjuk a vélt „eredeti színvonal” szintjét a vizsgálati személy esetében, azonban ez a módszer könnyen tévútra viheti az elemzőt, hiszen ha ehhez az értékhez viszonyítjuk a többi részértéket, akkor azokat könnyen tekinthetjük

deficiteseeknek, még ha azok nem is felelnek meg ennek a kategóriának. Ennek ellenére ez az eljárás lehetővé teszi a többi intelligencia-érték relatív deficitértékének meghatározását.

Részleges intelligenciadeficit (vagy annak gyanúja) esetén a vizsgálati személy átlagos IQ-értékét összevethetjük az egyes részképességek mutatóival, ám ez az eljárás csak akkor tekinthető megbízhatónak, ha az IQ-értékkel azonos skálát alkalmazunk rá.

A fentiek fényében most tekintünk át azon lehetséges eljárások, illetve módszerek listáját, amelyek az intelligenciamérés során felhasználhatók.

Az intelligenciamérés néhány hagyományos eljárása

Az intelligenciamérés kapcsán a korábban említett Wechsler-teszten kívül az alábbi eljárások jöhetnek szóba: az IQ-érték, intelligenciastruktúra, szubsztanalízis, profilanalízis, demenciaindex, valamint a deviációsindex. Ezekről az eljárásokról szólunk röviden a következő pontban.

Az IQ-érték mint mérőszám önmagában nem tekinthető mérvadónak egy személy teljes szellemi kapacitására vonatkoztatva, lévén nem egyformán méri a Gardner által feltérképezett intelligenciátípusokat. Egy intelligenciateszt (ha csak nem speciális célra tervezték és dolgozták ki) általában egy személy matematikai-logikai, valamint téri intelligenciáját méri fel annak általános műveltsége mellett, ám nem tér ki az egyén inter- és intraperszonális, verbális és kognitív intelligenciájára, noha az érzelmi intelligencia mérésének tekinthető az arcról történő érzelmeleolvasás vagy a tekintet alapján történő érzelmi azonosítás (lásd Szakács, 1995, 36–63.).

Az intelligenciastruktúra elnevezés alatt általában a következőket értjük: verbális, azaz

szóbeli kifejezéshez kötődő, illetve performációs, végrehajtói, cselekvő intelligencia együttese (Szakács, 1995, 26.); az intelligenciateszt-ményeket, illetve a különféle mentális műveleteket lehetővé tevő, azok előfeltételét jelentő faktorok szerkezeti felépítése. Megjegyzendő, hogy amíg a performációhoz kötődő képességek az életkor előrehaladtával fokozatosan romlanak (lásd: reakcióidő növekedése, pszichomotoros funkciók lelassulása), addig a verbális képességek egyértelműen kultúrafüggőek, így egy aktív kulturális életet élő személy (például a rendszeresen olvasó, színházba, moziba és/vagy múzeumba járó) vélhetően sokkal fejlettebb verbális intelligenciával rendelkezik, mint az a társa, aki ezekből az élményekből kimarad.

A szubsztanalízis eljárása során az egyén által produkált résztesztményeket használják fel a pszichodiagnózisra. A vizsgálatok eredményei statisztikusan rendezésre kerülnek, miközben az eredmények az átlagos intelligenciaszint megnyilvánulásainak tekinthetők. Ennek megfelelően egy – elvi alapon – homogén minta alakulhat ki, azonban a művelet ellenére a mintában még így is lehetnek kiugró eredmények, amelyeknek szükséges a magyarázata. Ezt a magyarázatot két lehetséges módon lehetett megadni: statisztikai-matematikai elemzéssel vagy az egyes részesztek eredményeinek a saját faktorátlagukhoz való viszonyításával.

A mentális képességek mérése és értékelése során a kutatók és orvosok rendszeresen elkészítik a vizsgálati személy „pszichológiai profilját”: az eljárás keretében mért és kapott pontszámokat és értékeket grafikonokon ábrázolják. Ez lesz az egyén *teljesítményprofilja*. A teljesítményprofil hátránya azonban, hogy annak elemzésénél pusztán a kinyert statisztikai adatokra támaszkodhatunk, így szület-

hetnek meg az olyan megállapítások, mint *logikus gondolkodása kevésbé fejlett, megfigyelőképessége magas szintű, vagy gondolkodása rugalmas, a mindennapi élethelyzetekben jól tud alkalmazkodni*. E kijelentések legfőbb hibája, hogy a bennük szereplő *kevésbé, magas, jól* szavak önmagukban semmitmondóak, és alkalmazásukkal az intelligencia minőségét adjuk meg. Ráadásul bizonyos kórképekhez, tünetegyüttesekhez még a szakértők is hajlamosak meghatározott diagnózis rendelni, például neurotikusok és pszichopáták magasabb IQ-val rendelkeznek, szemben a pszichotikusokkal és agykárosodást elszenvedettekkel szemben (Szakács, 1995, 23.). Fenti jelenségek tükrében a profilanalízis módszere is átgondolást és átdolgozást igényelt.

Az elbutulás vagy demencia mérése során a kutatók a demenciaindex nevű eszközt alkalmazzák annak kimutatására, hogy mekkora mértékű mentális hanyatlás mutatható ki a vizsgálati személynél. Azonban itt érdemes megjegyezni, hogy a demencia mértéke és az életkor között nem mutatható ki egyenes arányosság: fiatalok is mutathatják a demencia különböző jeleit (kellően erőteljes önromboló életmód és ingerszegény környezet mellett). Érdemes továbbá figyelembe venni, hogy „az öregkori mentális romlás jellege nagymértékben függ a személy iskolai végzettségétől és élethelyzetétől”, továbbá kisebb mértékű elbutulás jellemzi azokat, „akik ingergazdag környezetben, magasabb civilizációs szinten élnek” (Szakács, 1995, 67.). Noha valóban kézenfekvő, hogy az ingergazdag környezetben élő idősök – akik rendszerint városiak – jóval kisebb mértékben szenvednek az elbutulástól, mint vidéken élő társaik, mégis az aktív „elmeélménynek” és szellemi kihívásoknak (például: sakk, rejtélyfejtés), a rendszeres magas szintű közösségi

tevékenységekben való részvétel (táncestek, kórusok) hasonlóan jótékony hatással vannak a mentális hanyatlás megfékezésére, ehhez pedig nem szükséges, hogy valaki városi lakó legyen. Összességében tehát kijelenthető, hogy az időskori szellemi épség fenntartásában a szociális tényezőknek alapvető jelentőségük van.

Az utolsó hagyományos mérési eljárás a deviáció(s)index: az eljárásban nem szerepelt a korábban Wechsler által felállított korállandó és korváltozó dimenzió, helyette olyan részpróba-kombinációk kaptak helyet, melyek a korábbiakhoz képest a legnagyobb fokú diszkriminációs hatékonysággal bírtak. A végeredmény egy pszichológiai jól értelmezhető eredményeket produkáló eljárás lett, amely a diagnosztikai értékeket pusztán a statisztikai gyakorisággal kötötte össze. Az eljárás hibája, hogy nem tud számot adni az életkor és az iskolázottság hatásáról az adott mintában.

Mindeme tényezőket figyelembe véve, Szakács számtalan vizsgálatot és elemzést végzett a Wechsler-teszt felhasználásával, amivel párhuzamosan feltárta ennek az eljárásnak a kapcsán a releváns szakirodalmat. Ezek alapján új mérési-értékelési módszereket dolgozott ki, melyek pontosabb (rész)intelligencia-meghatározást tettek lehetővé. Kutatásai alapján az alábbi észrevételeket és következtetéseket vonta le a korábbi mérések kapcsán:

Mivel a Wechsler-teszt alkalmazásával nyert pszichológiai adatok nem voltak kielégítőek, ezért az eljárás korrekcióra szorult.

Az életkor és az iskolai végzettség meghatározó szerepét ki kell küszöbölni a leendő vizsgálatok során, lévén ez torzíthatja a mérések pontosságát, és előnyhöz juttathatja az idősebb és/vagy magasabb iskolai végzettséggel rendelkezőket bizonyos feladattípusokban

(lásd: műveltségi kérdések, verbalitást értékelő tesztek).

Tisztázást igényel annak eldöntése, hogy a MAWI-standard, valamint a Szakács által végzett vizsgálatok alapján ténylegesen szükséges-e két faktorcsoporthoz alkalmazása a tesztekben nyújtott részteljesítmények besorolására.

A fent megfogalmazott korrekciós felvetések kapcsán adott válaszokat, illetve az újonnan kidolgozott mérési eljárásokat a következőkben mutatjuk be.

Új eljárások az intelligenciamérésben

A Wechsler-tesztben jelentkező, az életkor és az IQ-érték közötti korrelációt Szakács a standard Q-érték bevezetésével sikeresen kiküszöbölte. A hatékony eljárás kidolgozásához vezető úton azonban számolni kellett két akadállyal: az egyik, a nagyméretű mintán történő mintavétel esetleges hiánya, míg a másik, az időskorú vizsgálati személyek esetében a nem megfelelő IQ-értékek alkalmazása (közelítő értékek a pontosak helyett). Az utóbbi lépést az az elgondolás indokolta, hogy a hanyatlási görbe a hatvan éves kor feletti idősakra vetítve a „folytatása lenne a 60 éves kor előttinek” (Szakács, 1995, 70). Ez utóbbi megállapítás nem nyert megerősítést. Fentiek fényében Szakács egy korábbi kutatást (Kun – Szegedi, 1971) felhasználva elérte, hogy a standardizált részteljesítmények értékei nem mutattak együttjárást az életkorral. Ez a fajta megközelítés közelebb vitte a szakembereket is a kórformák közötti különbségek pontosabb feltérképezéséhez, mivel immár további számítások elvégzése nem volt szükséges. A fentieken túl az eljárás további két előnye, hogy általa egyidejűleg összehasonlíthatóvá válnak az IQ és a faktor Q-értékei, valamint, hogy teret enged a reális méréseknek a szembeötlően alacsony IQ-pontszámmal rendel-

kező egyének esetében. Egyszóval: meghatározható az egyes intelligenciadeficit foka és azok befolyása az illető alkalmazkodási, adaptívási képességeire nézve.

Szakács sikertelenül próbálkozott az iskolai végzettség hatásának kiküszöbölésével, mivel az ehhez vezető változtatás megkívánta volna a magyar eredményekben szereplő, az egyes életkori szakaszoknak megfelelő iskolai végzettségek szerinti részpróbák teljesítmény-átlagának és azok szórásának ismeretét. Ezek hiányában kizárólag az életkori korreláció hatásának megszüntetése vált elérhetővé.

Az intelligenciafaktorok mérésében számos vizsgálat, illetve teszt típus látott már napvilágot, ám 1939 óta ezeknek a száma jelentősen megnőtt. A korábban bemutatott kétfaktoros általános modelltől kiindulva az 1970-es évekig olyan tesztek alakultak ki, mint például Jacob Cohen tizenegy részpróbát felállító modellje, amelyben minden egyes elemet – beleértve a szókinccet is – öt faktorra vezet vissza. Cyril Burt rendszere a forma és a tartalom kettősének kapcsolatára épít a faktorcsoporthoz megállapítása során: e hierarchikus modell egyik szokatlan vonása, hogy különválasztja egymástól a szó- és a nyelvfaktort (*word factor* és *language factor*), noha az előbbi inkább az utóbbinak alárendelhető elemnek tekintendő. Megemlítendő még Guilford intelligenciastruktúrája (Guilford, 1967), amelyben nem egy hierarchikus osztályozásban szerepelnek a különféle faktorok, hanem három egymástól elkülöníthető szinten futnak: *műveleti szint* (a képesség alkalmazásához szükséges mentális tevékenység), *tartalmi szint* (milyen információkra támaszkodik a mentális folyamatvégzés) és *eredmény szint* (milyen terméket eredményez a [sikeres] folyamatvégzés). Rendszere egyik sajátossága, hogy a Wechsler által kidolgozott

tesztnél lényegesen több képességfaktor meglétét feltételezi, ám azzal ellentétben nem kizárólag néhány képességet vizsgál. Ugyanakkor, más szakemberek szerint az intelligenciastruktúra ténylegesen két részre (verbális és performációs) osztható fel, így indokolt kizárólag ezekre összpontosítani a figyelmet (Wallbrown et al., 1974).

Szakács a faktorok értelmezése során a következő észrevételt tette: minden korábbi intelligenciavizsgálat abból a téves alapelvből indult ki, hogy az egyes részteljesítmények közötti együttjárás a hozzájuk kapcsolódó képességek szintjének felel meg. Vagyis: a részteljesítmények mutatói a hozzájuk tartozó képesség magas, illetve alacsony szintjének tudhatók be. Azonban ez a valóságban közel sem igaz. A Szakács által lefolytatott szubtesztanalízis egyértelműen kimutatta, hogy „egy részpróbán belül *többféle* képességre is szükség lehet a jó teljesítményhez.” (Szakács,

1995, 84.) A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a korábbi egydimenziós modellek helyét át kellett, hogy vegyék a többdimenziós megközelítések, mivel csak így kaphattak a kutatók pontosabb, érdemi eredményeket a vizsgálati személyek tényleges mentális képességeiről, noha – mint azt már korábban hangsúlyoztuk – az iskolai végzettség hatását nem lehet egyértelműen kiküszöbölni a vizsgálati eredményekből. Érdekes, hogy amíg az iskolázottsági szintben mutatkozó különbségeket mind a mai napig nem sikerült egyetlen intelligenciatesztnel sem egyértelműen kizárnia – ez ugyanis sem elméletileg, sem gyakorlatilag nem lehetséges – addig a kulturális különbségek tompítására John Raven progresszív matricáit mind a mai napig eredmény-nyel alkalmazták.

Kulcsszavak: *intelligencia, intelligenciamodellek, történeti áttekintés*

IRODALOM

- Boring, Edwin G. (1950): *A History of Experimental Psychology*. Appleton-Century-Crofts, New York
- Campione, Joseph C. – Brown, A. L. – Ferrara, R. A. (1982): Mental Retardation and Intelligence. In: Sternberg, Robert J. (ed.): *Handbook of Human Intelligence*. Cambridge University Press, New York
- Carroll, John B. (1993): *Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-analytic Studies*. Cambridge University Press, New York
- Cianciolo, Anna T. – Sternberg, Robert J. (2007): *Az intelligencia rövid története*. Corvina, Budapest
- Conway, Andrew R. A. – Kovács Kristóf (2013): Individual Differences in Intelligence and Working Memory: A Review of Latent Variable Models. *Psychology of Learning and Motivation*. 58, 233–270. • <https://static1.squarespace.com/static/54063547e4b0feb6e5dbcf8/t/543be05ce4boee40c60614f4/1413210204346/Conway.Kovacs.2013.pdf>
- Gardner, Howard (2006): *Multiple Intelligences. New Horizons*. Basic Books, New York • <https://books.google.hu/books?id=qEEC8lyAwWoC&printsec=frontcover#v=onepage&q&cf=false>

- Guilford, J. P. (1956): The Structure of Intellect. *Psychological Bulletin*. 53, 267–293. DOI: 10.1037/h0040755
- Guilford, J. P. (1967): *The Nature of Human Intelligence*. McGraw-Hill Inc., New York
- Guilford, J. P. (1982): Cognitive Psychology's Ambiguities: Some Suggested Remedies. *Psychological Review*. 89, 1, 48–59. DOI: 10.1037/0033-295X.89.1.48
- Kaufman, Alan S. – Kaufman, Nadeen L. (1983): *Kaufman Assessment Battery for Children (KABC)*. American Guidance Service, Circle Pines, MN
- Kun Miklós – Szegedi Márton (szerk.) (1971): *Az intelligencia mérése*. Akadémiai, Budapest
- Marshalek, Brachia – Lohman, D. F. – Snow, R. E. (1983): The Complexity Continuum in the Radex and Hierarchical Models of Intelligence. *Intelligence*. 7, 107–127. DOI: 10.1016/0160-2896(83)90023-5
- McGrew, K. S. (2009): CHC Theory and the Human Cognitive Abilities Project: Standing on the Shoulders of the Giants of Psychometric Intelligence Research. *Intelligence*. 37, 1, 1–10. • <http://tinyurl.com/jxaf93t>
- Pascual-Leone, Juan (1995): Learning and Development as Dialectical Factors of Cognitive Growth.

- Human Development*. 38, 6, 338–348. DOI:10.1159/000278340
- Poortinga, Ype H. – Vijver, Fons J. R. Van de (2004): Culture and Cognition: Performance Differences and Invariant Structures. In: Sternberg R. J. – Grigorenko, E. L. (eds.): *Culture and Competence*. American Psychological Association, Washington, DC DOI: 10.1037/10681-006
- Sternberg, Robert J. (1977): *Intelligence, Information Processing, and Analogical Reasoning: The Componential Analysis of Human Abilities*. Erlbaum, Hillsdale, NJ
- Szakács Ferenc (1995): *Intelligenciadeficit-típusok*. Medicina, Budapest
- van der Maas, Han L. J. – Kan, K.-J. – Borsboom, D. (2014): Intelligence Is What the Intelligence Test Measures. Seriously. *Intelligence* 2, 1, 12–15. DOI: 10.3390/jintelligence2010012 • <http://www.mdpi.com/2079-3200/2/1/12/html>
- Vernon, Philip A. et al. (2000): The Neuropsychology and Psychophysiology of Human Intelligence. In: Sternberg, R. J. (ed.): *Handbook of Intelligence*. Cambridge University Press, New York DOI: 10.1017/CBO9780511807947.013
- Wallbrown, Fred H. – Blaha, J. – Whery, R. J. (1974): The Hierarchical Factor Structure of the Wechsler Adult Intelligence Scale. *British Journal of Educational Psychology*. 44, 1, 47–56. DOI:10.1111/j.2044-8279.1974.tb00765.x



A jövő tudósai

Tisztelt Olvasó!

2015-ben került megrendezésre a XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia. 2015 novemberében negyvenöt fiatal vette át a Pro Scientia Aranyérmet, és további két fiatal művészeti tevékenységéért a Pro Arte Aranyérmet. Ezen az ünnepségen kerültek átadásra a Mestertanár Aranyérmek is.

A közel egy év eseményeit Cziráki Szabina, az Országos Tudományos Diákköri Tanács

(OTDT) titkára és Szendrő Péter professzor, az OTDT elnöke foglalja össze.

Kérjük, ha a nők tudományban betöltött helyzetével vagy az ifjú kutatókkal kapcsolatos témában bármilyen megjegyzése vagy javaslata lenne, keresse meg a melléklet szerkesztőjét, Kiss Ritát az alábbi e-mail címen.

Kiss Rita

az MTA doktora, egyetemi tanár, BME
Mechatronika, Optika Gépészeti Informatika
Tanszék • rikiss@mail.bme.hu

Cziráki Szabina – Szendrő Péter NÉZD MÁS SZEMMEL A VILÁGOT

A sikeres XXXII. Országos Tudományos
Diákköri Konferencia, 2015

Nézd más szemmel a világot – az Országos Tudományos Diákköri Tanács ezt az üzenetet választotta a 2015-ben megrendezett XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia (OTDK) mottójául, azzal a céllal, hogy felhívja a részt vevő hallgatók figyelmét a kutatói lét egyik legnagyobb örömére, a felfedezés élményére. Hiszen a hallgatók azzal, hogy olyan kutatásokban vettek részt, amelyek eredményeként eljutottak „az országos döntőbe”, a XXXII. OTDK-ra, eredményes alkotókká, felfedezőkké váltak. A felfedezéshez pedig nyitottság kell, a másik meghallgatásának képessége, a megszerzett tudás szintetizálása, alázat, de nem megalkuvás a téma és más emberek gondolatai iránt, a szakmai

ismeretek elsajátítása. Türelem, kitartás, és persze még sorolhatnánk a többi szükséges összetevőt, amelyek birtokában megélhető a felfedezés élménye, az alkotói siker.

Az Országos Tudományos Diákköri Konferencia a magyar felsőoktatás legnagyobb tudományos rendezvénysorozata, amely a hallgatókról szól, a hallgatókért van, emellett pedig minden második évben áttekintést ad az egyetemeken és főiskolákon zajló kutatásokról, a tudományos műhelyekben folyó munkáról is. A 2015. évi XXXII. OTDK jubileumi, az első országos konferenciát ugyanis Tudományos Diákkörök Országos Konferenciája néven 1955-ben rendezték meg az ELTE-n. Akkor 109 pályamunkát mutattak be (Anderle, 2011, 26.). Azóta eltelt hatvan év, a felsőoktatás sok változáson ment keresztül, jelentősen nőtt a fiatalok érdeklődése a TDK, a tudományos és művészeti diákkörök iránt. Egyre többen kapcsolódtak és kapcsolódnak be a tehetséggondozás ezen formájába, azzal a céllal, hogy kutatási tevékenységet, a köte-

lező elajánítandókon túli önképzést folytat-sanak, tanári segítségével.

OTDK, OTDK, Pro Scientia Aranyérem

Az OTDK a tudományos diákköri konferen-cia rendszer második fordulója. Azok a hall-gatók vehetnek rajta részt, akik saját intézmé-nyük TDK-konferenciáján eredményesen szerepeltek, és ott a zsűri javasolta a pályamun-kájuk OTDK-n történő bemutatását. Az elismerés első szintje tehát az intézményi tudományos diákkör, a második az OTDK-n való részvétel, a harmadik pedig a Pro Scientia Aranyérem (PSA), amelyre az OTDK tago-zati első helyezettei pályázhatnak

A XXXII. OTDK-t megelőző intézményi TDK-konferenciák

Az intézményi TDK-konferenciák célja, hogy az egyetemeken és főiskolákon folyó diáktu-dományos tevékenység eredményei számára bemutatási fórumot biztosítson. A hallgatók első alkalommal itt méretik meg magukat, és itt kapnak visszajelzést kutatásaikról. A XXXII. OTDK-ra öt félévben lehetett jogosultságot szerezni, összesen 1886 intézményi TDK-konferencián.

Az öt félévben a bemutatott pályamunkák száma 13 301 volt, amelyek közül 7291-et ja-vasoltak a XXXII. OTDK-ra. A tendencia hagyományosan olyan, hogy a legtöbb házi TDK-konferenciát az OTDK-t megelőző félévben rendezik. Ekkor vesznek részt rajtuk a legtöbben.

Az intézményi TDK-konferenciák elsőd-leges szerepe a visszajelzés. Emellett fontos feladat az előválogatás (az OTDK-ra való je-lölés). Minőségi szűrő szerepük több szem-pontból is lényeges. A konferenciák hiteles-ségét az adja, ha valóban a legjobbakat ismer-rik el, és számukra teszik lehetővé az OTDK-

részvételt. A hitelesség pedig egyaránt fontos a TDK-nak, az oktatóknak és a hallgatóknak is. Emellett kiemelendő, hogy az intézmények tehetséggondozó munkáját is minősíti, kik és hogyan képviselik az országos fordulóban.

XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia

Az OTDK stabilitását az (is) erősíti, hogy előre tervezhetően és kiszámíthatóan műkö-dik. A rendező intézményeknek már évekkorábban be kell jelentkezniük, az Országos Tudományos Diákköri Tanácsnak és szakmai bizottságainak pedig dönteniük kell a követ-kező helyszínről, helyszínekről. Így történt ez a XXXII. OTDK esetében is, 2012 végén el-dőlt, hogy hova kerül majd a XXXI. OTDK szekcióüléseit követően a rendezés jogát szimbolizáló staféta.

A kiválasztott intézmények számára közel két év állt rendelkezésre. Magát a XXXII. OTDK-t 2013. november 18-án a Magyar Tudományos Akadémia Dísztermében hirdet-te meg az OTDT elnöke a XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia kitün-tetésátadó ünnepi záróülésén.

félév	intézményi TDK-konfe- renciák száma
2012/2013. tanév, II. félév	123
2013/2014. tanév, I. félév	434
2014/2015. tanév, II. félév	479
2015/2016. tanév, I. félév	767
2015/2016. tanév, II. félév	83
összesen	1886

1. táblázat • Az intézményi TDK-konferen-ciák félévek szerinti megoszlása (Forrás: OTDT Titkárság, 2015. december 15.)

Az OTDK megrendezése nagyszerű, ugyanakkor nehéz feladat is. A fiatal tehetsé-gek bemutatkozási lehetőségeinek megterem-tése olyan szakmai cél, amelyért megéri dol-gozni azzal együtt, hogy a finanszírozás megteremtése, a bírálókat és a tagozati zsűrit meg-szervezése rendkívüli kihívást jelent. Az OTDT minden eseményen kiemeli, hogy az OTDK elsősorban fórum, és csak másodsor-ban verseny, ahol a legfontosabb az, hogy a résztvevők a tudományos élet jeles képviselőitől írásbeli és szóbeli értékelést kapnak. Az írásbeli bírálat, valamint a 10–15 perces előadás és az azt követő vita a legfontosabb része az OTDK-nak. Általában egy hallgató ugyanis egy pályamunkával csak egyszer vesz részt az OTDK-n. Azok az élmények pedig, amelye-ket ennek során szerez, döntő fontosságúak lehetnek a számára.

Az OTDK sok szempontból olyan, mint egy hagyományos tudományos konferencia: vannak előadások, értékelések, viták. Amiben más, az a résztvevők köre (elsősorban a fiatal tehetségek), továbbá az írásbeli bírálat és a szóbeli értékelés funkciója. Ez az, amit a ren-dezőknek is tudatosítaniuk kell saját maguk-ban és az értékelést végzőkben egyaránt. A

OTDK	év	bemutatott pálya- munkák száma
XXVII.	2005	3143
XXVIII.	2007	3089
XXIX.	2009	3705
XXX.	2011	4169
XXXI.	2013	4612
XXXII.	2015	4602

2. táblázat • Az elmúlt tíz év OTDK-in bemutatott pályamunkák száma (Forrás: OTDT Titkárság, 2015. december 15.)

versenyjelleg is hangsúlyos, ahol valóban a legjobbak kapják az elismerést.

További nehézséget jelent, hogy a bemuta-tott pályamunkák száma az elmúlt évtizedben dinamikusan nőtt (2. táblázat).

A táblázatból kitűnik, hogy az elmúlt tíz évben az OTDK több mint másfélszeresére nőtt. Az ezzel járó nehézségek kezelése sok energiát emésztett fel, hiszen a növekedésből származó logisztikai és finanszírozási problé-mákat kezelni kellett, csak így maradhatott sikeres az országos konferenciasorozat.

A nehézségek leküzdésében komoly támo-gatást jelentett a Nemzeti Tehetség Program, amelynek keretében bővülő források álltak rendelkezésre. Az állami támogatás a többsző-rősére emelkedett. Elsőként a rendező intéz-mények részesültek ebből (a XXX. Jubileumi OTDK idején), majd 2013-tól a nevező és részt vevő intézmények számára is nyílt olyan pályázati lehetőség, amely segítette a hallgatók utazási és részvételi költségeinek megterem-tésében. A XXXII. OTDK előtt ismételtlen meghívásos pályázat keretében kaphattak támogatást a szervezők, és nyílt pályázati lehe-tőség állt rendelkezésre a delegáló intézmé-nyek számára. (Emellett a Nemzeti Tehetség Program keretében az egyetemeken és főiskolák számára rendszeresen biztosítanak nyílt pályá-zati úton elnyerhető szerény forrást az intéz-ményi TDK támogatására.)

A méretbeli növekedés azonban nem csu-pán a gazdasági részt érintette: a több részt-vevő számára a szállás és az étkezés, valamint a bemutatáshoz a termék megszervezése sem egyszerű. Mindez a legfontosabb szakmai elemekre, a bírálókatra és a zsűriekre is kihat. A több pályamunkához ugyanis több bíráló és több zsűritag szükséges.

Az OTDK bírálói és zsűritagkénti mun-káiért nincs anyagi ellentételezés. Azok, akik

vállalják, térítésmentesen végzik ezt a tevékenységet, ami óriási munka, hiszen a dolgozatok általában 20 és 100 oldal közötti terjedelműek, amelyeket ahhoz, hogy érdemi bírálat készülhessen, figyelmesen, értő szemmel kell elolvasni. A bírálók általában nem egy dolgozatot bírálnak, hanem többet. Ez az önkéntes vállalkozás tehát nagy feladat és felelős-

ség, amelynek megszervezése az OTDK legfontosabb szakmai része. 2015-ben összesen 3204 bíráló dolgozott, akik 9064 írásbeli bírálatot készítettek, a zsűritagok száma pedig 1712 volt.

A XXXII. OTDK-n 4603 pályamunkát mutattak be, amelyek a 3. táblázat szerint oszlottak meg a szekciók között:

	szekció	bemutatott pályamunkák száma	I. helyezett pályamunkák száma	II. helyezett pályamunkák száma	III. helyezett pályamunkák száma	különdíjas pályamunkák száma
1	agrártudományi	327	31	35	36	62
2	állam- és jogtudományi	289	30	37	30	53
3	biológiai	217	26	29	16	38
4	fizikai, földtudományi és matematikai	331	49	51	11	56
5	had- és rendészettudományi	135	16	16	12	30
6	humán tudományi	443	46	51	45	13
7	informatikatudományi	127	14	13	15	17
8	kémiai és vegyipari	232	20	20	37	6
9	közgazdaság-tudományi	424	43	51	47	89
10	műszaki tudományi	540	54	62	64	90
11	művészet és művészettudományi	347	36	46	26	20
12	orvos- és egészségtudományi	501	78	89	2	95
13	pedagógiai, pszichológiai, andragógiai és könyvtártudományi	211	22	24	16	42
14	tanulás- és tanításmódszertani – tudástechnológiai	123	13	14	14	3
15	társadalomtudományi	261	24	28	29	24
16	testnevelés- és sporttudományi	95	12	14	5	10
	összesen	4603	514	580	405	678

3. táblázat • A XXXII. OTDK-n bemutatott pályamunkák és a kiosztott helyezések szekciók szerinti megoszlása (Forrás: OTDT Titkárság, 2015. december 15.)

A legnagyobb szekció 2015-ben a Műszaki Tudományi volt, összesen 640 bemutatott dolgozattal. Az előző OTDK-kon rendszeresen a Közgazdaság-tudományi Szekcióban vettek részt a legtöbben, ez a tendencia most megszakadt, ez a szekció a pályamunkák számát tekintve a negyedik legnagyobb volt.

A szekciókon belül tagozatokban történik a bemutatkozás. A tervezett tagozatokat előzetesen meghirdetik, ezekbe jelentkezhetnek a nevezés során a hallgatók. A végleges tagozatok kialakítása a beérkezett nevezéseket követően történik, attól függően, hogy egy-egy téma iránt mekkora az érdeklődés. A tagozatok mellett azt is mutatják, hogy milyen új területek jelennek meg a tudományágban, vagy mely területen vannak nagy változások.

Az Agrártudományi Szekció tagozatai például azt mutatják, hogy milyen sok szemből lehet közelíteni az agráriumhoz: műszaki, közgazdász stb. Az Állam- és Jogtudományi Szekcióban négy polgári jogi tagozat volt (2013-ben lépett hatályba az új *Polgári Törvénykönyv*). A Biológia Szekcióban például új tagozatként megjelent a taxonómia, filogenetika, populációgenetika, míg a Fizika, Földtudományok és Matematika Szekcióban a Részecskefizikai és nukleáris detektorok, a Had- és Rendészettudományi Szekcióban pedig a Védelmi elektronika és infokommunikáció. A Humán Tudományi Szekcióban a XX. századi magyar irodalom volt a legkedveltebb téma, amelyen belül négy tagozatot is indítottak. Az Informatika Tudományi Szekcióban rendszeresen vannak *mainstream* témák, az idei évben például az Informatika Orvosi Alkalmazásai, vagy az Intelligens Informatikai Rendszerek tagozatok. A Közgazdaság-tudományi és a Műszaki Tudományi Szekcióban egyaránt több témában is előfordult, hogy két vagy három tagozatnyi dolgo-

zat gyűlt össze. A Művészeti és Művészettudományi Szekció a létezése óta egészen különleges színfoltját képviseli az OTDK-nak, így volt ez most is, olyan különleges tagozatokkal, mint a Craft, a Design, vagy az Intermédia, akcióművészet. Az Orvos- és Egészségtudományi Szekció 78 tagozatából is látszik, hogy mennyire sokrétű ez a tudományág. A Pedagógiai, Pszichológiai, Andragógiai és Könyvtártudományi Szekcióban a legtöbb tagozat a pszichológia témakörében volt. A Tanulás- és Tanításmódszertani – Tudástechnológiai Szekció tagozati listája sokszínű, illetve a két évvel ezelőtti OTDK tagozati listájával összevetve pedig megállapítható, hogy nagyon sok új téma merült fel ezen a területen az elmúlt időszakban. A Társadalomtudományi Szekcióban a szociológia volt a legnépszerűbb, négy tagozattal, a Testnevelés- és Sporttudományi Szekcióban új tagozatként megjelent a Fittségi és antropometriai vizsgálatok is.

Az OTDK tudományos rendezvénysorozat, amelynek keretét ad az ünnepélyes meghirdetés, az ünnepélyes megnyitó és az ünnepélyes zárórendezvény. A meghirdetés mindig az előző OTDK zárásán történik a Magyar Tudományos Akadémián. Az ünnepélyes megnyitó helyszíne az a szekciómegnyitó, amelyik időrendben az első. Az ünnepélyes nyitórendezvény helyszíne az Óbudai Egyetem volt, 2015. március 25-én itt kezdődtek meg a szekciók rendezvényei. Az Óbudai Egyetem kiváló házigazdának bizonyult. A megnyitón a rendező intézmény, a Magyar Tudományos Akadémia, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, valamint az Országos Tudományos Diákköri Tanács vezetői szólaltak fel. Mindannyian személyes hangvételű beszédet tartottak, ezzel is erősítve a TDK családias hangulatát. Itt került bemutatásra első alka-

lommall az OTDT XXXII. OTDK-ra készített bagolyszemüvege, rajta a bevezetőben ismertetett idézettel.

A szekciók zárása Szegeden történt, a Szegedi Tudományegyetemen, az Informatika Tudományi Szekció díjkiosztó rendezvényén, 2015. április 18-án.

TDK Határok Nélkül (HTDK)

Az OTDK jubileumi évében, hosszas előkészítést követően első alkalommal rendeztek OTDK-t határon túli városban. A Fizika, Földtudományok és Matematika Szekció esetében az egyeztetések már jóval korábban megkezdődtek erről Weiszbürg Tamásnak, az OTDT általános alelnökének, határon túli felelősének irányításával.

A szekció szervezője a Babeş–Bolyai Tudományegyetem, szakmai társszervezője a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, szervezője a Kolozsvári Magyar Diákszövetség volt. A szekció lebonyolítása nagyon jól sikerült, a részt vevő hallgatóknak és oktatóknak egészen különleges élményt jelentett.

A határon túl rendezett szekció mellett ismét jelentős számban vettek részt határon túli hallgatók és oktatók a XXXII. OTDK-n. Az Országos Tudományos Diákköri Tanács ennek szervezésére (illetve a határon túli területeken folyó TDK-munka erősítésére) elindította a TDH Határok Nélkül Programot (HTDK), amelynek lebonyolításához 2015-ben a Sapientia Hungariae Alapítvány nyert támogatást a Nemzeti Tehetség Programból. Az előző OTDK-hoz hasonlóan a szervezett részvétel komoly eredményeket hozott, összesen 177 pályamunkát neveztek be a határon túlról, emellett 89 oktató, kutató zsűritagként volt jelen. Ismét jöttek megfigyelő hallgatók (46-an) és oktatók (45-en). Az ő jelenlétük azért különösen értékes, mert részvételük so-



A XXXII. OTDK ünnepélyes megnyitóján részt vevők bagolyszemüvegben

rán bepillantást kaptak abba, hogy milyen is egy OTDK. Megismerkedhettek magyarországi vagy más határon túli hallgatókkal és oktatókkal, és ezzel az élménnyel térhettek haza, ahol elmesélik tapasztalataikat, és bekapcsolódnak a TDK-munkába, vagy ha már korábban bekapcsolódtak, akkor újult lelkesedéssel folytathatják eddigi tevékenységüket.

Pro Scientia és Pro Arte Aranyérem, Mestertanár Aranyérem

Az OTDK évében az Országos Tudományos Diákköri Tanács kitüntetéssel jutalmazza a legjobb teljesítményt nyújtó hallgatókat, valamint a TDK-zó hallgatókat hosszú időn keresztül eredményesen segítő oktatókat.

A Pro Scientia Aranyéremre az OTDK-t követően azok pályázhatnak, akik az aktuális, vagy az egyvel korábbi OTDK-n első helyezést értek el, utóbbiak csak akkor, ha az adott évben is eredménnyel szerepelnek. Az OTDK első helyezés a belépő feltétel, emellett egy nyelvvizsga szükséges a pályázáshoz. A kitüntetés odaítélése többlépcsős eljárásban, a teljes hallgatói életpályát figyelembe véve történik. Az OTDK-n részt vevő hallgatók közül a folyamat végén negyvenöt fiatal nyerheti el a Pro Scientia Aranyérmet, valamint további két fiatal művészeti tevékenységéért a Pro



Kitüntetésátadó ünnepi ülés a Magyar Tudományos Akadémián

Arte Aranyérmet. A kitüntetettek teljesítményét mutatja, hogy többségük idegennyelvű publikációval, tudományos előadással is rendelkezik az OTDK helyezése mellett, illetve többen közülük tekintélyes szakmai szervezetek munkájában is részt vesznek.

A Mestertanár Aranyéremre az intézmények és karok tehetnek felterjesztéseket, a feltétel a legalább tízéves TDK-s tevékenység. A beérkezett javaslatokat az OTDT szakmai bizottságai rangsorolják, és kiválasztják közülük a legjobb ötöt. Az odaítélés automatizmus-sal történik: ahány Pro Scientia Aranyérmet nyer el egy szekció, annyi Mestertanár Aranyérem kitüntetettje lesz. Az így kitüntetettek mellett az OTDT Elnöksége is odaítélhet Mestertanár Aranyérmeket, legfeljebb nyolcat.

A kitüntetések átadására a Magyar Tudományos Akadémián kerül sor, minden alkalommal, az OTDK ünnepi zárójelében. A Pro Scientia Aranyérmeket az OTDT elnöke a Magyar Tudományos Akadémia elnökével, a Mestertanár Aranyérmeket pedig a felsőoktatásért felelős miniszterrel/államtitkárral közösen adja át. A Pro Scientia Aranyérmesek

főtámogatója a Csányi család, 2015-ben Csányi Attila bejelentette, hogy már ebben az évben és a jövőben is a Bonafarm Zrt. biztosítja a pénzdíjat, amelynek összegét 100 000 Ft-ról 200 000 Ft-ra emeli.

XXXIII. OTDK – a jelen és a jövő

Az OTDK évében hagyományosan már folyik a felkészülés a következő OTDK-ra. Így van ez most is, tavasz óta zajlanak azok az intézményi TDK-konferenciák, amelyeken a hallgatók jogosultságot szerezhetnek. A Központi Felhívás elfogadása nyáron, a szekció felhívások elfogadása pedig decemberben megtörtént. A rendező intézmények képviselői (az ügyvezető elnökök és titkárok, valamint a hallgatói képviselők) már át is vették megbízóleveleiket. E folyamatosságban nagy szerepe van az OTDT vezetőségének, Elnökségének, valamint az OTDT Titkárság munkatársainak.

Mindig és mindenhol elmondjuk, hogy a TDK-t a tehetséges hallgatók és az őket segítő oktatók éltetik. Ők azok, akik lehetővé teszik, hogy a TDK folyamatosan működhessen. Ennek a záloga a fiatalokban rejlő kíváncsiság, illetve az őket támogató oktatók, kutatók elhivatottsága. Nekik köszönhető, hogy hatvan év után is elmondhatjuk: „ATDK ÖRÖK”.

Kulcsszavak: *TDK, OTDK, Pro Scientia Aranyérem*

HIVATKOZÁS

Anderle Ádám (szerk.) (2011): *A magyar tudományos diákköri konferenciák története (1951–2011)*. Oktatás-kutató és Fejlesztő Intézet, Budapest

Kitekintés

LÁTTÁK AZ EDDIG LÁTHATATLAN HULLÁMOKAT

Kísérletileg igazolták az Albert Einstein által elméleti úton száz éve megjósolt gravitációs hullámok létezését. A több mint ezerszeres közlemény a fizikában az elmúlt évtizedek legszenzációsabb tudományos eredményét tárta a szakemberek elé február 11-én.

Einstein szerint – következtetését az általános relativitáselmélet egyenleteinek megoldása alapján vont le – a gyorsuló testek mozgásukkal fénysebességgel haladó hullámokat keltenek a téridő hálójában. Minél nagyobb a gyorsuló test tömege, és minél nagyobb a gyorsulása, annál nagyobb az általa keltett gravitációs hullám.

A kutatók két fekete lyuk összeolvadásakor keltett gravitációs hullámot észleltek a LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*) nevű berendezéssel, amely két egyforma, egymástól 3000 kilométerre lévő detektorból áll. Az egyik a Louisiana állambeli Livingstone-ban, a másik Washington államban, Hanfordban található. Mindkettő két, egymásra merőleges, 4 km hosszú csőből áll, amelyek végén tükrök helyezkednek el. A légüres térben elhelyezett két tükrő között ide-oda pásztázó lézersugár segítségével azt észlelték, hogy a gravitációs hullámok hatására a csövek hosszúsága kicsit megváltozott. A változás parányi: kb. 10^{-18} méter.

Az esemény, a két fekete lyuk összeolvadása több mint egymilliárd évvel ezelőtt történt.

Ennyi ideig tartott, míg a gravitációs hullámok elérték a LIGO detektorait. A kéttized másodpercig tartó jeleket a két távoli érzékelő hétezred másodperces különbséggel észlelte.

A számítások szerint a 0,2 másodperces jel ideje alatt az egymástól 200 kilométeres távolságban keringő fekete lyukak nyolc kört írtak le, majd összeolvadtak. Az így keletkező objektum tömege három naptömeggel kevesebb lett, mint az összeolvadók tömegének összege. A tömegkülönbséghez tartozó energia, amely Einstein $E=mc^2$ egyenlete alapján kiszámolható, gravitációs hullámok formájában hagyta el a fekete lyukat. A LIGO ennek az energiának a hatását tudta kimérni.

A LIGO-projekt egymilliárd dollárba került. A nemzetközi együttműködés 1998-ban kezdődött. A programban magyar kutatók (ELTE, Szegedi Tudományegyetem, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, MTA Atomki munkatársai) is részt vesznek. A technológia új fejezetet nyithat a csillagászatban, az asztrofizikában is, hiszen ha a gravitációs hullámok észlelése rendszeressé válik, sok új ismeretet hozhat a fekete lyukak és más objektumok tulajdonságairól, viselkedéséről, az Univerzum fejlődési folyamatairól.

B. P. Abbott et al.: Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) *Physical Review Letters*. (Received 21 January 2016, published 11 February 2016). 116, 061102 (2016)
DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.061102

ÚJ, LYME-KÓRT OKOZÓ BAKTÉRIUMOT TALÁLTAK

Lyme-kórt okozó, eddig ismeretlen baktériumot azonosítottak amerikai kutatók. A CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) a baktériumnak a *Borrelia mayonii* nevet adta, jelezve, hogy közeli rokona a kór egyetlen, ismert kórokozójának, a *B. burgdorferi*-nek.

Az új baktériumot olyan betegekben mutatták ki, akiknél feltételezhető volt, hogy Lyme-kórban szenvednek, de a diagnózisra szolgáló laboratóriumi teszt furcsa eredményt adott. Vérmintáikon emiatt további genetikai elemzéseket végeztek, így jöttek rá, hogy betegségüket egy újfajta baktérium okozza.

A *Borrelia mayonii* fertőzést követően is megjelenik a kiütés, a láz, a fej- és nyakfájás, majd későbbiekben az ízületi gyulladások. Ez a baktérium azonban émelygéssel és hányingerrel is tetézi a tüneteket, és elveszi a kapascódót, ami fontos volt ahhoz, hogy egyáltalán felmerüljön a Lyme-kór lehetősége: a kulancscsípés körül megjelenő és növekvő vörösfolt. Ez a fertőzés diffúz, több helyen jelentkező kiütésekkel is járhat.

A kórokozót egyes kullancsokban egyelőre Minnesota és Wisconsin államok területén mutatták ki. Egy most induló hároméves kutatási programban a kórokozó elterjedtségét fogják vizsgálni. Harmincezer olyan kullancsot szeretnének összegyűjteni és a bennük lévő mikroorganizmusok örökítő anyagát elemezni, amelyek csípése Lyme-kórt okozott.

Pritt, Bobbi S. – Mead, Paul S. – Johnson, Diep K. Hoang et al.: Identification of a Novel Pathogenic *Borrelia* Species Causing Lyme Borreliosis with Unusually High Spirochaetemia: A Descriptive Study. *The Lancet Infectious Diseases*. Published Online: 05 February 2016. DOI: 10.1016/S1473-3099(15)00464-8

ÚJ AKKUMULÁTOR, ÚJ KIHÍVÁS

Az egyre több akkumulátor egyre jobban fenyegeti az élő környezetet. A mobil elektronikai eszközök robbanásszerű szaporodása és az elektromos autók elterjedése egyre olcsóbb, stabilabb és nagyobb teljesítményű elektromosenergia-tárolók kifejlesztését eredményezte. De, míg az elektromos autók sokat javíthatnak a városok levegőjének minőségén, az elhasznált akkumulátorok tömege új környezeti problémákat generálhat.

A korszerű lítium-ion akkumulátorok elektródjai nanorészecskék felhasználásával készülnek. Egy kisebb elektromos autó akkumulátoraiban körülbelül 38 kg nanoméretű katódanyag van, és az ilyen eszközöket újrafeldolgozó infrastruktúra a hagyományos ólomakkumulátorokéhoz képest meglehetősen fejletlen. Egy közelmúltbeli kutatás szerint a lítium-ion akkumulátorok katódanyaga (nikkel-, mangán-, kobalttartalmú) súlyosan károsít egy fontos szerepet betöltő talajbaktériumot. A Földön mindenütt megtalálható *Shewanella oneidensis* MR-1 baktérium környezetvédelmi vizsgálatokban gyakran szerepel modellrendszerként. A részletes elemzések alapján készült, most közölt eredmények szerint lítium-ion akkumulátor-elektrod környezetében, főleg a vizes közegben, az elektródból kioldódó nikkel és kobalt miatt szaporodása, növekedése jelentősen lelassul.

Hang, M. N. – Gunsolus, I. L. – Wayland, H. et al.: Impact of Nanoscale Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (NMC) on the Bacterium *Shewanella oneidensis* MR-1. *Chemistry of Materials*. Article ASAP. Publication Date (Web): 22 January 2016. DOI: 10.1021/acs.chemmater.5b04505 • <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.chemmater.5b04505>

MODELL A HIRSCH-INDEX BECSLÉSÉRE

A kutatás és a kutatók eredményességének értékelésére a huszadik század utolsó harmadában saját tudományterület alakult ki. A tudománymetria sokat vitatott módszerei, a különböző mutatók és faktorok, amelyek megpróbálják néhány számba sűriteni egy-egy kutató vagy intézmény teljesítményét, mára általánosan elterjedtek, minősítés vagy pályázat már nem fordulhat elő nélkülük.

A sokféle mutató között viharos gyorsasággal vált népszerűvé a h-index (vagy Hirsch-index), melynek alkalmazását az argentin származású amerikai fizikus, Jorge Hirsch 2005-ben javasolta. Népszerűségét az is jelzi, hogy már a mutató becslésére is módszereket dolgoztak ki. Lengyel matematikus, fizikus, informatikus és rendszerkutatók most publikált tanulmányukban egy olyan korábbi szimulációs modellt fejlesztettek tovább, amely a publikációk és az összes hivatkozás számából becsülhető a h-index.

A szerzők modelljük teljesítőképességét Hirsch saját h-indexének becslésével is demonstrálták. (Hirsch Hirsch-indexe 52, amit a most publikált modell pontosan eltalált.) Ezen kívül, egy publikációs adatbázisból száz véletlenszerűen kiválasztott szerző becsült és valódi h-indexét is összehasonlították.

Żogała-Siudem, Barbara – Siudem, Grzegorz – Cena, Anna – Gagolewski, Marek: Agent-based Model for the h-index – Exact Solution. *European Physical Journal B*. 2016. 89, 21, DOI: 10.1140/epjb/e2015-60757-1 • <http://www.epj.org/images/stories/news/2016/10.1140-epjb-e2015-60757-1.pdf>

A VEZETŐK KÉT ARCA

Főnöki viselkedést kutató amerikai pszichológusok arra a megállapításra jutottak, hogy ha egy vezető etikusan viselkedik, akkor a következő nap nagyobb valószínűséggel gorombásodik, pizskálódik a beosztottakkal. A szakirodalomban korábban főként a vezetők etikus viselkedésének a beosztottakra gyakorolt pozitív hatásairól lehet tanulmányokat találni, a mostani kutatás során azonban azt vizsgálták, hogy a korrekt magatartás magára a vezetőre milyen hatással van. A programban hosszabb ideig figyeltek 172, különböző területen – kereskedelem, oktatásban, iparban, egészségügyben – dolgozó, vezető beosztású résztvevőt.

Az eredmények azt mutatják, hogy a vezetők saját jóindulatuk rossz hatással van. Ahogy egy inga az egyik oldali kitérés után átlendül a másik oldalra, a főnök jó napja után rossz következik. Az etikus viselkedés mentális fáradtságot okoz, és morális fellazuláshoz vezet. A kutatók szerint az etikus viselkedés után a főnökök némiképp elengedik magukat. Valószínűleg úgy érzik, hogy a beosztottakkal szembeni korábbi pozitív hozzáállásuk feljogosítja őket a keményebb, kíméletlenebb fellépésre; mintegy jogosítványt szereztek az alárendeltek zaklatására.

Lin, Szu-Han (Joanna) – Ma, Jingjing; Johnson, Russell E.: When Ethical Leader Behavior Breaks Bad: How Ethical Leader Behavior Can Turn Abusive via Ego Depletion and Moral Licensing. *Journal of Applied Psychology*. online first publication, Feb 11, 2016, DOI: 10.1037/apl0000098

Gimes Júlia

Könyvszemle

A Keynes–Hayek-vita gazdaságpolitikai alapvonalai

Nicholas Wapshott *Keynes és Hayek: Az összecsapás, amely meghatározta a modern közgazdaságtant. A nagy válságtól a nagy recesszióig* című könyve három évvel az első kiadást követően, 2014-ben jelent meg magyarul Felcsuti Péter fordításában. A magyar kiadás előszavában a fordító megjegyzi, hogy a mű „életrajzi, de még inkább tudománytörténeti és ismeretterjesztő” (9.) könyvnek tekinthető, mely állítása több szempontból is vitatható. Egyrészt, bár Wapshott köszönetét fejezi ki több levél-tár vezetőjének és munkatársainak, a hivatkozások között néhány tételtől eltekintve csak másodlagos irodalommal találkozunk, ami a tudománytörténeti kutatás mélységét erősen megkérdőjelezhetővé teszi. Másrészt a könyv műfaja sem egyértelmű. Egyes fejezetek finom szemcsézettsége és életrajzi jellege mikrotörténeti leírásra utal, ugyanakkor ezekben a fejezetekben is jellemző a szerző által javasolt egyetlen, egységes makronarratívába való beágyazottság, tehát nem tekinti kiemelt fontosságúnak, hogy többféle értelmezési lehetőségre is rávilágítson. A kötet alapos elmélet-történeti műnek is kevésbé tekinthető, hiszen meglehetősen durva szemcsézettséggel közelít a mikro- és makroökómia közti különbségtételhez. Wapshott állítja, hogy Keynes „egy egészen új közgazdasági területet fedezett fel: a makroökonomiát”, s hogy *A foglalkoztatás, a pénz és a kamat általános elméletének*

(a továbbiakban *Általános elmélet*) megjelenéséig „a közgazdaságtant »mikroökonómiának« tekintették, amely a gazdasági tevékenység különböző mozzanatait lépésenként vizsgálja” (192.). Wapshott – úgy tűnik – nem vesz tudomást arról, hogy Adam Smith, David Ricardo, James Mill, John Stuart Mill, Thomas Robert Malthus, Walter Bagehot, William Whewell és még sok más gazdasági gondolkodó egyáltalán nem mikroökonómiai perspektívát alkalmazott. Utóbbi a közgazdasági elmélettörténetben marginalista forradalomként ismert szemléletváltással, néhány, egymástól többé-kevésbé elkülönült párhuzamos felfedezéssel az 1870-es évektől vált meghatározóvá. Az új perspektíva termékenyítően hatott a később neoklasszikus iskolának nevezett irányzatra, melynek egyik vezéralakja Alfred Marshall volt. Marshall és John Maynard Keynes alapvető megközelítése között valóban nagy a különbség, és kétségkívül két, a diszciplína fejlődésére jelentős befolyással bíró közgazdászról van szó, ám a mikro- és a makroperspektíva gazdasági elemzésekre való első alkalmazása nem az ő nevékhöz köthető. Kérdéses hát, hogy a könyv mennyire alkalmas arra, hogy abból elmélet-történeti szakmai ismereteinket bővítsük. Mire használható akkor ez a kötet? Kinek ajánlható, s milyen érdemei emelhetőek ki? Utóbbiak megválaszolásához érdemes részletesebben megvizsgálnunk a könyv mondanivalóját.

A könyv elején a szerző az I. világháború alatti és annak lezárását közvetlenül követő

gazdasági, társadalmi és politikai helyzetet mutatja be, meglehetősen színes képet festve Keynes személyes és szakmai háttéréről. Lát-hatjuk, ahogyan Alfred Marshall, a neoklasszikus iskola egyik kulcsfigurája hatására Keynes, a cambridge-i génusz, a matematikát elhagyva a közgazdaságtan felé fordul, majd pacifista nézetei ellenére csatlakozik a háborús gépezet költségvetési szárnyához, s végül az első világháborút lezáró béketárgyalások hatására végleg kiábrándul a nemzetközi politikából. Bosszantó és keserű tapasztalatai arra indítják, hogy megírja *A békeszerződés gazdasági következményei* (1920) című, rendkívül szellemes, kétségtelenül gúnyos és szókimondó művet, mely azonnal jelentős népszerűséget hozott számára az átlagemberek között, egyúttal kihúzta a nevét néhány igen előkelő és befolyásos társaság vendéglistájáról. A szerző hangúlyozza, hogy az *Általános elmélet* óriási sikert aratott. Keynes bölcsen használta fel az idejét, és kijavította korábbi hibáit. Amíg ő az Egyesült Államokba utazott előadókörútjára, aminek során egyre befolyásosabb lett, Friedrich August Hayek elhanyagolta a küldetést, melyre eredetileg Lionel Robbins kiszemelte, s nem kezdett el recenziót írni az *Általános elméletre*. Helyette saját fő művét kezdte el dolgozni, ami igen nehéz feladatnak bizonyult számára. Hajlamos vagyok elfogadni Wapshott érvelését, mely szerint Hayek *Pure Theory of Capital* (1940) című műve azért nem volt olyan népszerű, mint Keynes *Általános elmélete*, mert nehézkes és száraz olvasmány, és hiányzik belőle mindenfajta optimizmus, amire viszont az embereknek szükségük volt háborús körülmények között. A közgazdaságtan és a közgazdászok szerepének megítélésében sem egyeztek nézeteik. Hayek szerint „a közgazdász kötelessége és előjoga, hogy azokat a hosszú távú folyamatokat tanulmányoz-

za, amelyek a hozzá nem értők számára rejtve maradnak. A közvetlen teendőket a közgazdász hagyja meg a gyakorlati embereknek” (*The Pure Theory of Capital*, 1941, 452.). Keynesnek homlokegyenest ellentétes elképzelése volt arról, hogy mi a közgazdász feladata, mint Hayeknek. Keynes rádióműsorokban lépett fel, és napilapok hasábjain népszerűsítette gazdasági gondolatait. Ezek fényében nem meglepő, hogy a keynesi közgazdaságtan követőinek száma napról napra nőtt, míg Hayek jóval elméletibb és szárazabb gazdasági gondolatainak terjeszkedése minduntalan falakba ütközött. Hayek számára a már-már reménytelen helyzetet politikai filozófiájának kifejtése, és az átlagemberek meggyőzésének merőben új hangvételét megütő *Út a szolgálathoz* (1944) megjelenése mentette meg.

A könyv vége felé láthatjuk, ahogy Hayek egy maréknyi társadalomtudós vezetője lesz, és megalapítja a *Mont Pèlerin Társaságot*, ahol a hasonló gondolkodású tudósoknak lehetőségük nyílik eszmét cserélni, távol a politikától. A társaság tagja volt Ludwig von Mises, Lionel Robbins, Frank Knight, George Stigler, Milton Friedman, Fritz Machlup, John Jewkes, Polányi Mihály és Karl Popper is. Ezen a ponton egy megjegyzést kell tennünk. Ahogy arra Wapshott is rámutatott, Keynes magát liberálisnak tartotta, és néhány gondolata kétségkívül – még annak tradicionális értelmében is – valóban liberális volt. Ennek ellenére temérdek különbséget lehetne felsoportolni a klasszikus, *laissez-faire*-alapú liberális politikai gazdaságtan és a között, amit Keynes és követői a közvélemény tüzének oly serény felszításával kovácsoltak.

A Keynes és Hayek közötti nagy vita alapvetően az emberekhez való különböző hozzáállásukból eredt, ahogy azt Wapshott éleslátóan megjegyezte. Szerinte Hayek jóval pesszi-

mistábban állt az emberekhez, és kétségbe vonta, hogy az önérdékkövető egyénekből álló állami bürokrácia képes nagyobb felelősséget vállalni, míg Keynes alapvetően optimista volt az emberek képességeit, jellemét és az állami beavatkozás hatékonyságát illetően. A keynesiánus gazdasági gondolatok diadalmenete Keynes 1946-ban bekövetkezett halálát követően is folytatódott több állam, köztük az Egyesült Államok és az Egyesült Királyság gazdaságpolitikáinak befolyásolásával 1946 és 1980 között. Ahogy Wapshott könyve végén jelezte, a hayekiánus gazdasági gondolatok leginkább a Thatcher- és a Reagan-adminisztrációban befolyásolták a gazdaságpolitikát. A könyv utolsó négy fejezete inkább gazdaságpolitikával, mint közgazdaságtannal foglalkozik, s bár érdekes és színes betekintést engednek a 20. század második felének politikatörténetébe és gazdaságpolitikájának dinamizmusába, nélkülözik az elméleti közgazdaságtan továbbfejlődésének legalább alapvonalak mentén történő bemutatását. Az utolsó fejezetek olyan narratívát vázolnak fel, amely az 1930-as években kibontakozó Keynes–Hayek-vita utóhatásaként értelmezi az elméleti gazdaságtan és a gazdaságpolitika máig tartó fejlődését, és nem hagyja nyitva a lehetőséget más értelmezések előtt. Olyan értelmezések előtt, melyek talán kevésbé polarizált, jóval árnyaltabb összetettebb képet festenének a közgazdasági elmélettörténet egyik meghatározó epizódjáról. Egyetlen példa: Wapshott mindössze egyszer, a Walter Lippmann *The Good Society* c. könyve köré szervezett, 1938-as konferencia egyik résztvevőjeként említi meg Polányi Mihály nevét (206.). De mégis, hogyan vihetne közelebb minket egy magyar származású vegyész és filozófus munkássága a 20. század egyik legmeghatározóbb közgazdasági vitájának megértéséhez?

Kevésbé ismert, de Polányi Mihály kémiai és filozófiai munkássága mellett több évtizeden keresztül foglalkozott gazdasági és gazdaságelméleti kérdésekkel is. A keynesi közgazdaságtan elkötelezett, bár korántsem feltétel nélküli híve volt, s egyszersmind Hayek jóbarátja és a *Mont Pèlerin Társaság* oszlopos tagja. Wapshott azt állítja, hogy „Hansen 1953-ban kiadott, *A Guide to Keynes* című vaskos kötete lett a keynesi forradalom első tankönyve” (167.), és könnyelműen megelégedezik arról, hogy Polányi Mihály *Full Employment and Free Trade* című kötetét nyolc évvel ezt megelőzően, 1945-ben publikálta. Könyvében Polányi egyértelművé teszi, hogy széles olvasóközönség számára adja ki művét, mellyel célja a keynesi eszmék ismertségének és elfogadottságának előmozdítása. Akárcsak 1940-es *Unemployment and Money: The Principles Involved* című filmjével, könyvével is a gazdasági jelenségekről szóló tudás és különösen a keynesi eszmék átlagemberekhez való eljuttatását tűzte ki céljául. Ugyanarról a gazdasági gondolkodóról beszélünk, akiről Friedrich A. Hayek a következőképpen nyilatkozott James Buchanannek egy 1978-as interjú alkalmával: „Én személy szerint igen kedveltem őt. Úgy gondolom, némileg mellőzött figura volt. Mi több, úgy gondolom, hogy a szokásos problémától szenvedett: ha az ember elhagyja a saját területét, a többiek amatőrként kezelik abban, amiről beszél. De ő valójában nagyon is kompetens volt. Majdnem elmennék addig, hogy azt mondjam: ő volt az egyetlen olyan nem közgazdász, akit ismerek, és jó könyvet írt a közgazdaságtanról.” (28 October 1978, Center for Oral History Research, UCLA Library, saját fordítás)

Úgy tűnik, hogy Wapshott döntései mind a vizsgálódási tárgykör szűkítésében, mind a háttérkutatásban, mind a narratíva szemcsé-

zetségének kiválasztásában vitathatóak. Ki nek szól akkor ez a kötet, és miért érdemes elolvasni? A szerző kétségkívül rendkívül olvasmányos, érthető és élvezetes stílusban vezeti be az olvasót két igen jelentős közgazdász életébe, és mutatja be azt a társadalmi, gazdasági és politikai kontextust, amelyben a kettőjük közötti elmélyült gazdaságelméleti vita az elmúlt több mint nyolcvan év során felületesebb gazdaságpolitikai diskurzusá alakult. A kötet mindazoknak ajánlható, akik kíváncsiak arra, hogy a gazdasági elméletek hogyan és milyen tényezők hatására alakulnak gazdaságpolitikává, vagy szeretnének könnyed, rövid bevezetést kapni a Keynes–Hayek-vita vélt vagy valós politikai utóhatásai. A könyv élénk, lendületes stílusával kiválóan alkalmas lehet arra is, hogy a köz-

gazdaságtan vagy a gazdaságpolitika iránt kevésbé érdeklődők figyelmét megragadja, és további hasonló könyvek olvasására ösztönöze. Kevésbé javaslom ezt a könyvet azoknak a közgazdasági elmélettörténettel foglalkozó szakembereknek, akik szakmai ismereteik elmélyítésének szándékával forgatnák, ugyanakkor elmélettörténet oktatásával foglalkozó kollégáknak igen hasznos lehet a száraz elméleti vita bemutatásának érzékletesebbé tételében. (*Nicholas Wapshott: Keynes és Hayek: Az összecsapás, amely meghatározta a modern közgazdaságtant. A nagy válságtól a nagy recesszióig. Budapest: Napvilág Kiadó, 2014*)

Bíró Gábor István

PhD-hallgató, BME Gazdaság- és
Társadalomtudományi Kar Tudományfilozófia
és Tudománytörténet Doktori Iskola

Titkosírás a kora újkori Magyarországon

Az ismertetést rendhagyó módon a könyv utolsó fejezetével kezdeném (*A titkolózás tere*), mert a téma komplex feldolgozása szempontjából ez a könyv egyik legjelentősebb – de mindenképpen a leginkább újszerű – része, amit a szerző már rögtön a (szélesebb értelemben vett) kutatástörténeti bevezetőjében is nyilvánvalóvá tesz (*Fehér foltok a szakirodalomban*). Titkosírásokról bizonyára mindenki hallott már életében (bár arról, hogy van egy külön diszciplína, a kriptológia, amely ennek a vizsgálatával foglalkozik, valószínűleg már jóval kevesebben), de hogy kialakult egy nagyon fiatal tudományág is, amely a „titok” természetével foglalkozik (*secrecy*; tulajdonképpen még magyar megfelelője sem létezik – a szerző a „titokkutatás”, „titkolozáskutatás” fogalmakat használja), arról bizonyára szinte senki, mivel Magyarországon a témának még

alig van szakértője (a szerző az áttekintésében legalábbis nem utal hazai szakirodalomra; a recenzió írója is csak véletlenül hallott egyszer egy interjút egy magyar „pletykakutatóval”, amit első hallásra abszurd szóösszetételnek vélt, az interjúalany intellektuális felkészültsége azonban meggyőzte arról, hogy itt valamilyen új, tudományos alapú megközelítésről lehet szó – nos, valószínűleg részben éppen ahhoz a tudományterülethez kellene kapcsolnunk ezt a kutatást is, mint amit Láng Benedek a könyvében most összefoglal).

Az említett bevezetőből ugyanis az az első pillantásra meglepő tény derül ki: van két speciális tudományág, amelynek a témája a „titok” (a *kriptológia*, azaz „titkosítástudomány”, és a *secrecy*, azaz „titkolozáskutatás”), de a két terület nem tud egymásról, nem veszi egymást figyelembe, stílszerűen: gyakorlatilag egymás számára is „titok” a másik létezése, kutatási eredményei... A közeledés azonban nyilván csak idő kérdése, hiszen a „titokkutatás”

rendkívül fiatal tudományág, a szerző által idézett tanulmányok tanúsága szerint jobbra csak a 90-es évektől indult virágzásnak. Az azonnali „egymásra találást” egyelőre még nyilván az is nehezíti, hogy míg a „titokkutatás” társadalomtudományi terület, a kriptológia szakértői sokkal inkább természettudományos, matematikai érdeklődésű elméleti szakemberek (de sokszor kizárólag gyakorlatias „kódfejtők”). Láng Benedek könyve ebből a szempontból feltehetőleg még a nemzetközi tudományos életben is úttörő munkának tekinthető – azonban a magyar kriptológiai irodalomban feltétlenül.

De rögtön folytathatjuk is az ismertetést a könyv végén található két hatalmas táblázattal, hogy az olvasó lássa, milyen hatalmas kutatómunkára, gyűjtésre alapozza a szerző megállapításait. Ha jól számoltam, 50 oldalt és mintegy 280 tételt számlál a fellelhető titkosíráskulcsok, és majdnem pontosan a dupláját – 97 oldalt – és 795 tételt (1583 darabot) a rejtjelezett levelek repertórium. Mindkét táblázat időrendben (a szimbolikus 1526-os és 1711-es dátumok jelölik ki a rejtjelezés használatának különösen kedvező, zűrzavaros időszakot, amelyet visszamenőlegesen a századéka szerint a teljesség igényével, előre felé viszont csak esetlegesen lép túl a szerző) tárgyalja az emlékeket, melyeknek minden lényeges paramétere megtalálható a rovatokban. A repertóriumot Láng Benedek a szakirodalom beható ismeretében állította össze, kiegészítve az abban fellelhető adatokat saját kutatásaival, 170 újabb tétellel (340 levéllel). A két táblázat a szerző által a kézirat lezárásáig ismert összes emléket listázza, amely becslése szerint mind a titkosíráskulcsok, mind a közölt emlékek esetében a tényleges szám mintegy 80%-át jelentheti. A közöletlen forrásanyagban azonban még rengeteg levél lehet,

a teljes korabeli forrásanyag mintegy 1%-a.

A repertórium 72 tétele (234 levél) máig megfejtetlen, de ebből tizenhárom tétel (166 levél; kérdőjelesen plusz négy) esetben azonban ismert a hozzá tartozó jelkulcs (azaz éppen csak a dekódolást kellene elvégezni). Ez a statisztika ugyan elsősorban csak a potenciális olvasóközönség elhanyagolható hányadának (a gyakorlati kódfejtőknek) lehet érdekes; a téma szempontjából azonban mégis kiemelkedő jelentőségű, mivel azt mutatja a speciális olvasótábor számára, hogy a közölt emlékek között a mai ismereteink szerint mindössze 68 (esetleg csak 64) – azaz teljesen belátható mennyiségű – kora újkori levél vár megfejtésre ahhoz, hogy (legalábbis pillanatnyilag) ne maradjon semmilyen titok a korszak magyarországi rejtjelezésének a történetében. Nem lehet tudni, milyen iramban fog haladni a jövőben a még közöletlen emlékek felkutatása, de kíváncsot volna, ha a közülük megfejtésre várókkal a kódfejtők már szinkronban tudnának dolgozni.

A szerző tudománytörténeti tájékozottsága (amelynek alapossága révén ma őt tarthatjuk a téma egyik magyar szakértőjének) miatt „borítékolható”, hogy a mű nemcsak a kriptológia, de a kora újkori történelem- és művelődéstörténet-tudomány alapművévé fog válni. Láng Benedek azonban emellett a gyakorlati kódfejtésben is járatos, így kivételes érzékletességgel – amelyet alátámaszt a gazdaságosan megválogatott huszonnyolc fekete-fehér, és hét színes képmelléklet is – képes megvilágítani a laikus olvasó számára is a rövid, de alapos és közérthető titkosítástörténeti bevezetője révén (amelyet egyetlen olvasónak sem érdemes átugrania), hogy a kódfejtés – de ahogyan azt a későbbi fejezetek számos, emberközelivé hozott idézetéből kiderül, még az egyszerű dekódolás is – még

a mai hihetetlenül bonyolult kódolás viszonylatában sem egy egyszerű, pusztán a mindenkori általános intelligencia által könnyen elvégezhető tevékenység. Az említett 68 levél megfejtése tehát így is hatalmas energiabefektetést fog kívánni a gyakorlati kódfejtőktől.

A tudománytörténész szerzőnek nemcsak a szakterületéből adódó elhivatottsága van a tudomány népszerűsítésére, de különleges képessége is a látszólag mindenkit zsigerileg izgalomba hozó, de tudományos megközelítésben nagyon is száraz, és leginkább egyhangúnak mondható témák (mint az alkímia, mágia és a titkosírások) élvezetes előadására. A könyvben is megpróbálja fenntartani a lakadni készülő figyelmet (nyilvánvalóan egy tudományos munka esetében nem feltétlenül szükséges kritérium az olvasmányosság, azonban valószínűleg egyetlen olvasó sem fogja bánni, ha ez mégis így van – és különösen az a laikus olvasótábor nem, amelyet a téma izgalmas volta készített majd a könyv elolvasására), például a fejezetek témáinak tudatos váltakoztatásával. Amikor az olvasó esetleg már kezdene fáradni a rejtjelezés történetének, majd a fennmaradt rendszerek elemzésétől (*A rejtjelezés elmélete és gyakorlata Nyugat-Európában, Titkosírások Magyarországon: a forrásanyag jellemzése*), váratlanul és üdítően – ugyanakkor teljesen logikus felépítésben – eleinknek (többek között olyan közismert személyiségekről van szó, mint Balassi Bálint, Zrínyi Miklós, Pázmány Péter, Thököly Imre, II. Rákóczi Ferenc vagy Vak Bottyán) az esendő, emberközeli, ízes és sokszor humoros levélidézeteivel megspékelt titkosírás-használati gyakorlatába csöppen (*A rejtjelezés működése*). Mikorra pedig már lassan „elkopik” a régies nyelv varázsa, és az olvasó kezdi fárasztónak érezni, hogy szinte minden idézetet újra el kell olvasnia ahhoz, hogy megértse,

hogyan is kapcsolódik az a témához, újra egy titkosírás-történeti fejezet következik, immár azonban általánosabb szinten (*A tudásátadás útjai*). Amikor pedig éppen eleget megtudtunk erről is, következik egy újabb „emberközeli” fejezet arról, hogy konkrétan mit is titkoltak el eleink... (*A titkolózás terei*)

Kriptológiai szempontból a legfontosabb (már persze ha a könyv mintegy felét kitevő hatalmas repertóriumot – mint alapvetést – most figyelmen kívül hagyjuk) az az izgalmas nyomozásnak is beillő fejezet (*A tudásátadás útjai*), amelyben a szerző megpróbálja felderíteni a magyar kriptográfia eredetét. Végigbongéssza például a rejtjelezést is használó főúri családok rekonstruált könyvtárait, hogy a korszak meghatározó tudományos kriptográfiai munkáira bukkanjon (elsősorban *A kriptográfia tudományának kézikönyvei* című alfejezetben). Ez a kutatása azonban legalább annyira alapvetőnek tűnik egy új szempont alkalmazásában, mint a fentebb említett szociológiai jellegű elemzései (egyáltalán: a szerző olyan sokoldalúan és átgondoltan elemzi a fantáziát egyébként alig megmozgató, többnyire száraz tényanyagot, hogy az olvasó emlékezetében az egész könyv egyetlen izgalmas nyomozásként marad meg). A fejezet bevezetőjében egy bekezdés erejéig ugyan kitér ennek az ugyancsak új kutatási területnek az ismeretetésére (magyar szakirodalmat sajnos itt sem tud említeni), azonban a megközelítés alkalmazásának az újdonságát itt kevésbé teszi nyilvánvalóvá. A kriptológia tudományának tekintetében azonban nyilvánvalóvá válik (mivel hasonló vizsgálatokra nem tud példát felhozni a nemzetközi szakirodalomból), hogy ismét csak úttörő kutatásokkal állunk szemben. Sajnos azonban a fejezet mindegyik feltevése negatív eredménnyel zárul...

A kriptológiai szempontú megközelítés

azonban valójában az egész könyvön végigvonul (de tulajdonképpen az elsősorban a „titkokutatás” szempontjai szerint megírt záró fejezet egyfajta felvezetéseként jelen lévő utalások révén ugyanez mondható el ez utóbbi megközelítésről is, azaz a szerző a könyvben végig tudatosan törekszik a két tudományág nézőpontjainak egymáshoz való közelítésére). Fontos adalékokkal szolgál ebben a tekintetben (is) a *Titkosírások Magyarországon: a forrásanyag jellemzése* és *A rejtjelezés működése* című fejezetekben, továbbá *A titkolózás terei* fejezet *Politikai kommunikáció* alfejezetében. Nem tudom megítélni, hogy a magyar *secrecy* kutatás milyen új szempontokból fogja tudni még vizsgálni a kérdést, az azonban nyilvánvaló, hogy a kriptológiai megközelítés tekintetében maradtak még „fehér foltok”. Mivel *A tudásátadás útjai* fejezetben felvetett lehetőségek vizsgálata nem hozott eredményt, alighanem megkerülhetetlenné válik a későbbi kutatás számára a rejtjelezés merőben technikai alapú, szisztematikus elemzése, azaz maguk a rejtjelek térben és időben kibontakozó „családfájának” összeállítása. Az így kialakult, merőben kriptológiai szempontú, térbeli és időbeli diagramnak azonban nyilván csak akkor lenne értelmezhető magyarázata, ha ezzel párhuzamosan a rejtjelhasználatnak az a szociológiai jellegű vizsgálata – amelynek

az alapvetését a szerző a könyvében már meg is tette – is hasonló térbeli és időbeli hálózatot eredményezne. Ebben az esetben pedig „csupán” egy olyan tudósra lenne szükség, aki mindkét területet átlátja, és a diagramokat képes „fedésbe hozni” (vagy ideális esetben a két elemzést eleve koordinálná, hogy azok egy közös kutatómunka keretében valósulhassanak meg). Nyilvánvaló azonban, hogy egy ilyen jellegű komplex kutatás esetén is maradnának még elvarratlan szálak, kifelé mutató „vektorok”, mivelhogy a titkosítás technikája sajnos Magyarországról egyértelműen külföldre mutat. Ezeket a pontokat csak akkor lehetne teljes bizonyossággal az eredetükkel összekapcsolni, ha ott is ilyen megalapozott vizsgálatokra támaszkodhatnánk. Egy ilyesféle komplex kutatásnak a rejtjelezés nagy múltú (valószínűleg átláthatatlan gazdagságú) területein azonban a józan becslések szerint jóval kevesebb esélye van. A könyvben bemutatott többszempontú vizsgálat azonban bizonyára hatással lenne a nemzetközi kutatásra is. Azonban már Láng Benedek alapvetése is nemzetközileg elérhető változatért kiált... (*Láng Benedek: Titkosírás a kora újkori Magyarországon. Budapest: Balassi Kiadó, 2015, 335 p.*)

Tökai Gábor

művészettörténész, Szépművészeti Múzeum – Magyar Nemzeti Galéria

Pszichológia és társadalom

A L'Harmattan Kiadó *Pszichológia és társadalom* című könyvsorozatában új kötet jelent meg. Bodor Péter, a kötet szerkesztője egy fontos és jellegzetes témakörbe gyűjtött tanulmányokat hazai szerzőktől: pszichológustól, nyelvésztől, irodalomtörténésztől, esztétától, szociológustól, politológustól. A témakört az identitás és kommunikációs médiumok, az

emlékezés és diskurzus fogalmi csomópontjai feszítik hálózattá.

Eredetileg *interdiszciplinárisnak* nevezték az ilyen vizsgálódásokat és köteteket, ma inkább a *transzdiszciplináris* jelzőt használják rájuk. A két elnevezés különbsége világosan megfogalmazható. A diszciplínák élesebb határainak idején *inter-*, vagyis határt bontó, átjáró és ágazatközi tanulmányok születtek, csakhogy, ezek a határok a 20. század utolsó

negyedétől homályosak, töredezetek lettek, s ma már alig érvényesek. A tudományágak régebbi megkülönböztetésein és érvényességükön ezért mutatnak túl a jelenkori „transz-nemű” vizsgálódások és értelmezések.

Nemcsak a tudományági keretek változtak meg, hanem a vizsgálandó jelenségek körök, tárgyak és módszerek is. Az újabb tudományfilozófiában *paradigmaváltásnak* nevezett folyamat során érvénytelenek lettek fogalmak, eltűnedezték tárgykörök és elemzési szempontok, egyidejűleg viszont új fogalmak és új kutatási irányok alakultak ki, illetve új jelentést kaptak a régebbiek.

Ilyen változás figyelhető meg például a szociológiában. Ez a tudomány az *identitás* fogalmát a 80-as évekig nem is használta. Jellemző módon inkább *pszichikumról* vagy *énről* írtak még a „szimbolikus interakcionizmus” hívei is, miként híres könyvében tette az irányzat klasszikusa, George Herbert Mead. Később szociálpszichológusok felfedezték, és számosan kommentálták az identitás problémáit, de szinte kizárólag a társas világ szintjén értelmezték azt. Így hosszú ideig nem merült fel, hogy az identitásnak a személyes és társas világon túli, makroszociológiai vagy szociokulturális jelentőségük és fontos társadalomelméleti kontextusuk lehet. Azt a kifejezést pedig, hogy „narratív identitás”, aligha értették volna szociológusok, mielőtt a *nyelvészeti fordulat* (*linguistic turn*) a társadalomelméletben is bekövetkezett.

Jól látható ez a tudásszociológia történetében. Mannheim Károly az 1920-as évektől írta ilyen tárgyú munkáit, de nem foglalkozott sem az identitás, sem az emlékezés problémáival. Négy évtized múlva híres könyvükben (*A valóság társadalmi konstrukciója*) Peter Berger és Thomas Luckmann már egész fejezetet írtak internalizációról és identitásról, de egyet-

len mondat sem esik diszkurzív elméletekről, hiszen a 60-as években ilyet még nem ismertek a társadalomtudományokban.

Miért nem foglalkoztak korábban ilyen kérdésekkel szociológusok? Miért szorult korábban marginális helyre az identitás problémája a szociológiában? Szerintem azért, mert a szociológia a társadalmi modernizáció tudománya volt. Művelői abból indultak ki, hogy a beleszületés jelentősége háttérbe szorul a modernizáció folyamatában, és a modern társadalmakat – melyeknek horizontját a jövő formálja – olyan fogalmak segítségével kell vizsgálni, mint a haladás és a fejlődés. Ennek megfelelően fontos módszernek vélték például a „társadalmi tervezést”, viszont a régebbi idők csökevényeihez sorolták az etnikai, nemzeti, vallási hovatartozást és a belőlük fakadó feszültségeket. A szociológusok többsége úgy gondolta, hogy az ilyen feszültségek, konfliktusok történelmi korszaka véget ért, hiszen „nincs visszaút” a modernizációból. Aligha hihették volna, hogy az unokák nemzedékében majd *identitáspolitikák* alakulnak ki.

Az 1970-es évek második felétől változott meg a „korszellem”. Az új szellemiség tartalmait már nem a jövő iránya, nem a társadalmi és kulturális megújulás eszméi, hanem neokonzervatív értékek és a posztmodern kultúra szempontjai határozták meg. Sokan lettek bizalmatlanok a haladás ígéreteivel szemben, a kollektív jövő pedig elhalványult a horizonton. Ezt fogalmazta meg 2011-es, *A varázsát veszített jövő* című könyvében a szociálpszichológus Pataki Ferenc.

A korszellem változásának megfelelően kapott új jelentést és erős kontúrokat az *identitás* fogalma, s így került előtérbe a társadalmi emlékezet témája is. A téma szociológiai alapmunkája Maurice Halbwachs műve (*La mémoire collective*), ami eredetileg 1925-ben

jelent meg, de alig ismerték akkoriban. Csak 1992-ben fordították le angolra, és ezt követően vált szélesebb körben ismertté. Az emlékezet kutatása mindaddig a pszichológiára tartozott, más tudományágak művelői alig foglalkoztak vele. Újabban viszont transzdiszciplináris vizsgálódások sokasága irányult az ide vágó és már másként megfogalmazott kérdésekre. A megváltozott korszellem jegyében nyitnak újabb és újabb múzeumokat, emlékeznek meg sűrűn régebbi eseményekről. „Az ezredvégen az európaiak, különösen a franciák egy új kultusz, az emlékezet kultuszának megszállottjaivá lettek” – olvashatjuk Tzvetan Todorov egyik, magyarul 2003-ban megjelent tanulmányában. Ezért keresik az „emlékezet helyeit”, ezért tölti meg a nyilvánosságot és a médiát az emlékezésre érdemes múlt. Így kerül előtérbe az „emlékezetpolitika” s az olyan fontos projektek, mint például az „Eleven emlékmű” Magyarországon. A jövőre irányuló modernizációs elvárások helyébe mostanra az emlékezés kultúrája, az identitás és a múlt értelmezése került. Ezért helyezhető el jelenünk korszellemének tengelyében ez a kötet. Tanulmányai a személyest értelmezik a személytelen általános szerint, szerzői élettörténeteket elemeznek a történelem háttere előtt, s a diskurzust magyarázzák a szabályok és modellek kereteiben. Illetve megfordítva: az identitást, a tipikust úgy próbálják felfogni, mint az önéletrajzokból, az életrajzi beszámolókból és emlékezésekből konstruálható alakzatot. E bonyolult témakört, a történelmi és személyes síkok megkülönböztetésének módszertani problémáit érteti meg e tanulmánykötetben Kovács Éva alapos elméleti munkája az emlékezet „dinamikus modelljével”.

A kötetben 14 tanulmány olvasható. Témájuk és szerzőik speciálisabb érdeklődése

szerint a legtöbb az életúttal és önéletrajzzal foglalkozik. *Gács Anna* az önéletrajzi megnyilatkozások kortárs formáiról ír, *Vajda Júlia* viszont narratív élettörténeti interjúkat használt nemzeti és – mint kiderült (?) – nem létező európai identitások elemzésére. *Schleicher Nóra* egy osztálytalálkozón elhangzott beszélgetésekből értelmezi „az élet mint út” és „az élet mint művészet” metaforáinak tartalmait, *Németh Krisztina* pedig olyan életvilágot rekonstruált, a sárbogárdi zsidókét, amely már csak emlékekben és az emlékezetben él tovább.

Többen elemeztek nyelvi és vizuális médiumokat, illetve általuk létrehozott alkotásokat. *Illés Anikó* kollázsokat vizsgált egy fókuszcsoportban, hogy pontosabban érthessük Európáról létező és vágyott sztereotípiáink különbségeit. Nyelvi kísérletükről számol be *Halász Erna* és *Király Ildikó*. A kísérlet eredményei megerősítik azt a gondolatot, hogy a narratív fogalmazás az utánzásnál erősebben formálja az epizodikus emlékezetet. Nyelvi konstrukciók „emblematis” gyakorlatát, a Berlinben élt, emigráns orosz és zsidó írók irodalmi névadását vizsgálta *Hetényi Zsuzsa*. *Kontra Miklós* viszont a „lingvicizmus” eseteit és intézményes eljárásait kutatja tanulmányában; azt, ahogyan a nyelvhasználat megkülönböztet, s gyakorta társadalmi megkülönböztetésekre, diszkriminációkra is vezethet. Ez történik, amikor pedagógusok vagy más szereplők elítélik nyelvi normák és szabályok megsértését – például a „sukuközés”-t. *Csabai Márta* a test fogalmi és képi értelmezésének változásait elemzi, *Düll Andrea* pedig környezetpszichológiai szempontokból, az átélt terek felől közelít az identitás problémáihoz. Módszertani kérdéseket, a kvalitatív kutatások érvényességének problémáit feszegeti a partikultúráról szóló beszámoló kapcsán *Kaló Zsuzsa* és *Rácz József*.

Emlékezésünket maradandóan befolyásolják tömegmédiák is. *Fokasz Nikosz és Kopper Ákos* a hírfolyam működését állította egy érdekes kutatás fókuszába. Beszámolójukban kimutatják, hogy hírek miként jelennek meg és maradnak fenn egy darabig szennációk-

ként, majd hogyan halványulnak és tűnnek el, s válnak az emlékezet helyévé. (*Bodor Péter szerkesztő: Emlékezés, identitás, diskurzus. Budapest: L'Harmattan, 2015*)

Somlai Péter

szociológus, Eötvös Loránd Tudományegyetem

A humán társadalom elmélete – multistrukturális modell alapján

Tojásból könnyen lehet rántottát készíteni, de fordított eljárásra kevesen vállalkoznának. Ezzel a példával szemléltetik a szerzők, hogy a strukturális tulajdonságból könnyen lehet metrikát (kvantitatív távolságot) képezni, ám fordítva ez nem lehetséges. A *Bevezetésben* leírt előző gondolatig a társadalomtudományok 20. században felszínre kerülő problémájából kiindulva jutnak el, mivel még nem született meg az a „nagy elmélet”, amely a társadalomtudományt szintetizálja. Ez a könyv azonban jóval több, mint „sóvárgás valamely iránytűnek tekinthető fogalomrendszer után” (16.). Az ismertetésben szinte képtelenség minden fontos részletére kitérni, ezért csak válogatásra vállalkozom.

Vámos Tibor az *Előszóban* a következőket írja: „Ez a kötet a társadalomról való strukturális gondolkodás alkalmazásával, a következetesen egzakt, koherens elméletépítéssel új perspektívát mutat a társadalomelméletben. [...] A hitekkkel párosuló ideológiák csődjének százada után, a válságok globalizálódását kísérő krízisekkel terhelt időkben nagy szükségünk van a hasonló úttörő szellemű kezdeményezésekre” (14.).

Az úttörő jelleg több vonatkozásban is megragadható. Az egyik, hogy ötvözik az egzakt matematikai, rendszerelméleti alapokra épülő elemeket a társadalmi gondolkodás

valós és virtuális rendszerével, illetve jelenség-leírásainak keverékével. A könyvben ez a két „megközelítés” a második, *Elméleti előzmények* című fejezetben kapcsolódik egybe. A szociológiában és az emberi–társadalmi kapcsolatokkal foglalkozó tudományokban már elég régtől érzékelhető volt a társadalmak teljességre törekvő, mindenre kiterjedő egységes leírhatóságának problematikája. Két, eltérő tudományterületeket művelő, mi több, uráló tudós fogott össze, hogy ezt a problémát közelítse egy közös modellben. Az, hogy a társadalmi jelenségeket valós és virtuális rendszer keverékének tekintik, amelyben a hatalom az anyag $\equiv$ energia $\equiv$ információ ekvivalencia triád szerkezetarányaival vezérli a társadalmat, meghatározóan fontos a könyv elméletépítése szempontjából.

A másik újdonság, hogy a könyv túllép a gondolati, elvi-elméleti levezetéseken, több formában és ponton is valós, praxisbeli példákat hoz. A szerzők szerint még hiányoznak a vizsgálati bizonyítások, de a kötet *tíz év gondolati áldott állapot, két-három év szellemi vajúdás utáni megszületése* jó alapot kínál az e témában érdeklődők és kísérletezők számára.

A könyv 369 számozott oldal terjedelmű, öt fő fejezetre tagolódik, és a szokásos tartalmi részek mellett két *Mellékletet* is tartalmaz. Az egyikben *Farkas János konspektusait* olvashatjuk 48 témakörben, illetve szerző szerint leírva. A másikban a *Matematikai alapdefiníciók és tételek gyűjteménye* található, amely mintegy elméleti alapját és hátterét is képezi

a gráfokra és kombinatorikai elemekre épülő multistrukturális modellnek.

Auguste Comte-tól Darwinon, Barabási Albert Lászlón, Borhidi Attilán, Ludwig von Bertalanfyn, Csepeli Györgyön, Émile Durkheimen, Marx Károlyon, Pólya Györgyön át Max Weberig összesen 387 szerző munkájára hivatkoznak, amely egy ilyen nagy munkánál biztos alapokat ad, valamint a szerzők széles körű és sokrétegű, multidiszciplináris gondolkodását is mutatja.

Az egyik leggyakrabban használt fogalom, a Multistrukturális Memória (MsM) – amelyet Dénes Tamás munkásságához köthetünk – a tárgymutató szerint összesen nyolcvanegy oldalon nyer említést. Nem véletlen, hiszen ez a könyv egyik kulcsfogalma, amelynek segítségével az élettelen és az élő rendszerek – köztük a társadalom – törvényei is egységes modellben kezelhetők. A matematikai formalizmust túllépve Seth F. Henriett fogalmazta meg világunk multistrukturális lényegét, amelyet a 47. oldalon olvashatunk.

A könyv szerzői nagyon fontos társadalomlekepezési problémára hívják fel a figyelmet, nevezetesen, hogy a mérendő objektumok nem homogének. Ennek ellenére a kérdőívekkel egyetlen tulajdonságvektorba, vagyis egy metrikus térbe kényszerítjük be a különböző mutatókat, változókat és indikátorokat. Ez a kérdés, illetve problémakör a *Metrikus versus Multistruktúra tér* című alfejezetben nyer részletes kifejtést.

A matematikán kívül az élettelen természettudományok apparátusát is felhasználják a struktúramodell felépítéséhez. Erre példa a kémiai kölcsönvett periódusos rendszer, amelynek alapján alkották meg a Társadalmi Mozgások Periódusos Rendszerét (TMPR). Ezt a 4.10.5. ábrán láthatjuk mátrixszerű elrendezésben, ahol az oszlopok a struktúra

méretét (terjedelmét), a sorok pedig a struktúra viszonyát (differenciáját) jelölik.

Ám a fizika kulcsfogalmait (tömeg, energia, sebesség, gyorsulás, munka, mező stb.) ugyanígy felhasználják a multistrukturális modell kiterjesztésére a társadalmi jelenségek, folyamatok dinamikájának szemléltetésénél. A tudás tömege és a tömeg tudása, a *Társadalmi egyenlőtlenségek, társadalmi energia, a Társadalmi sebesség és gyorsulás, és a Társadalmi munka és teljesítmény* című alfejezetek egzakt és szemléletes kifejtése bizonyítja ezt.

A szerzők leszögezik, hogy bár alapvetően a humán társadalomról lesz szó, de az emberi közösségeken kívüli élő rendszerek társadalmairól is olvashatunk szakirodalmakkal alátámasztott kifejtést. A növényi társadalmakról írva Borhidi Attilára, az állati társadalmakról írva Gustav Ratzenhoferre hivatkoznak. Az állati társadalmak vizsgálata során juthatunk el a társadalmi mintázatokhoz, amelyek az emberi társadalomnál a kultúra létrejöttéhez vezetnek el. A kultúra több mintázat, hagyomány együttese, mint például az oktatás, a ruházkodás, az étkezés, az utazás stb. Kiemelném az oktatást, a nevelést, amely korunkban kihívás elé állítja a pedagógusokat, a szülőket, a gyerekeket, és a társadalom irányítóit is, mivel a mában kell a múltból a jövő igényei felé haladva orientáltan átszarmaztatni/elsajátíttatni a kultúrát.

A kultúra fogalma tehát elsősorban a humán társadalmak alapvető komponense, társadalmi intézmény, amely értékek, normák, együttélési szabályok összessége.

A Farkas-féle társadalom- és kultúrafelfogás jól illeszkedik a multistruktúra-modellbe. A szerzők végigvezetik, hogy az MsM-modell alapvetően működik az evolúciós problémák (véletlenek, mutációk) esetén is. Mindezt a kultúrateremtés struktúraszintjeinek blokk-

sémája, az ún. kétvértörös társadalmi modell szemlélteti legjobban. Stílusos színekkel is elkülönül a kis és a nagy „vértör””. Az 1.1.1 ábrán mindezek jól követhetők, a visszacsatolások a magyarázatok segítségével pedig könnyen értelmezhetők. Az egyén az egyenlőtlenségek felől lép be a vonatkoztatási struktúra blokkjába, vagyis az információ → ismeret → tudás visszacsatolás körfolyamatába. Mindez tovább vezetődik a társadalmi tér blokkjába, amelyben eldől a jelen és a jövő társadalmi struktúrája. A 6. blokkban alakulnak ki az egyedi és a társadalmi kognitív sémák. A magasabb multistrukturális szinten a kultúra „jelenik” meg, amely az új értékrendhez csatlózik vissza, illetve kapcsolódik „tovább”.

Az e-társadalmakban már mobil, hálózati, kollaboratív stb. tanulásról beszélhetünk, amelyben ezek a tevékenységek, illetve folyamatok már nem írhatók le a hagyományos pedagógiai terminológiákkal. Elsősorban azért nem, mert a tanulás tér- és idődimenziói nagyon szituatívak és megfoghatatlan

szekvenciájúak, a tanításnak már egészen átalakult és visszaszorult szerepe van. Másrészt az idődimenziók is feszítő hatással bírnak, hiszen az iskola – mint hagyományos kultúraközvetítő és tudáselosztó hely – egy nagyon gyors változásokkal teli gyorsuló/„valós idejű” környezetben működik, miközben a tananyag-feldolgozás egy „lassított tempójú/lassuló idejű” módon történik.

Bizonyára nagyon jól lehet használni ezt a könyvet és modelljét számos tudományterület több szintjén – különösen a jelzett oktatási problémák mélyebb feltárásához, megoldásához, illetve a reziliencia (rugalmas ellenállási képesség) mélyebb vizsgálatához. Hasznos lenne ez a könyv a mérést abszolútizáló neveléstudósok paradigmaváltásához is. (Dénes Tamás – Farkas János: *A humán társadalom elmélete – Multistrukturális modell alapján*. Budapest: Gondolat, 2015)

Lükő István

ny. egyetemi magántanár,
a HERA Környezetpedagógiai Szakosztály Elnöke

A művészet eredete

Kultúra, evolúció, kogníció

Horváth Márta 2014-ben megjelent, *A művészet eredete. Kultúra, evolúció, kogníció* című könyve a Typotex Kiadó *Az evolúciós gondolat* sorozatának kilencedik kiadványa. Ahogyan a cím is utal rá, a kötet a művészi alkotás és befogadás, valamint az esztétikai problémákról való gondolkodás biológiai aspektusait állítja a fókuszba.

A 2000-es évektől egyre erőteljesebben jelentkező biológiai kultúratudomány, mely Karl Eiblől származik, szakít a korábban elfogadott szellemtudományok azon nézetével, miszerint kulturális meghatározottságunk kizárólag az emberi viselkedésformák társa-

dalmi-kulturális szimbólumrendszerének megnyilvánulásként értelmezhető. A korábbi állásfoglalás legnagyobb hibája abból eredeztethető, hogy a kulturális jelenségek biológiai gyökereit teljes mértékben figyelmen kívül hagyja. Kiemelendő, hogy azon képességek, készségek és hajlamok melyek „a történetmesélés, verselés, hangszeres zene, ének vagy képi ábrázolás” viselkedési mintázatait lehetővé teszik, kognitív algoritmusok alapján működnek. (9.) Ebből kiindulva megállapítható, hogy a szelekciós nyomás nem feltétlen a művészetre irányult, hanem sokkal inkább egy ma művészinak tartott magatartásformára. A nemzetközi szakirodalom legismertebb teoretikusainak írásai a fentebb idézett témaköröket dolgozzák fel.

A biológia és kultúra kapcsolatának egyik legismertebb metaforája Richard Dawkins, *Az önző gén* című könyvében tárgyalt mém modell, mely a kultúra fejlődését az evolúció elméletének fogalmával írja le. Tézise értelmében a kulturális átadás folyamata megfeleltethető a genetikai átadásával, ám 1986-os érvelését ma már csak pontosításokkal együtt fogadhatjuk el. A válogatás első írásának szerzői Peter Richerson és Robert Boyd, akik kimondják, hogy a kulturális mintázatok átadását nem lehet egy az egyben megfeleltetni a gén általi öröklődésnek, ugyanis ebben az esetben figyelmen kívül hagyjuk a pszichológiai tényezőket. Rámutatnak arra, hogy ezen összefüggés ignorálásával nem tudunk választ adni arra, hogy bizonyos kulturális egységek miért érzünk nagyobb vonzerőt. A válogatás szerkesztőjét dicséri, hogy a *Nem csak gének által* című fejezettel lefekteti a könyv egész struktúrájára vonatkozó alapvető fogalmakat és elméleteket.

A kumulatív kulturális fejlődés alapjai az információátadás és -tárolás meglétéhez kötöttek. Az előző fejezetet átvezető tézis ebből kifolyólag a nyelv kialakulásának eredetére ad egy alternatív magyarázatot, miszerint ezt a folyamatot a természetes szelekció termékeként ugyanúgy tekinthetjük, mint a kulturális felfogás eredményének. Karl Eibl, az előbbi naivista felfogást hátrahagyva, az adaptív funkció tézise felől közelíti meg a nyelv kialakulását. Csatlakozva Karl Bühler elméletéhez, a nyelv háromfunkciós jellemzéséből (a kommunikáció célja lehet a kifejezés, a felhívás és az ábrázolás), az ábrázoló funkciónak tulajdonít jelentőséget. Tanulmányában azt hangsúlyozza, hogy amennyiben az állatvilág és az emberiség kommunikációja között éles határvonalat akarunk húzni, valószínűleg erőfeszítéseink hiába valók lesznek, ugyanis

a nyelvünk előzetes változatai minden esetben már fellelhetőek. Eibl szerint a vázolt problémára a „kiválasztódás” és az ábrázolás kapcsolata adhat magyarázatot, ugyanis az állatvilág a nyelvvel kizárólag a környezetükben lévő tárgyakra tud utalni (ábrázolni), míg az emberek „az érzékileg nem adott világról” is tudnak nyilatkozni.

A könyv struktúráját tekintve a harmadik tanulmány főbb tézisei az esztétika evolúciós kialakulásának kérdésével foglalkoznak. Leda Cosmides és John Tooby központi kérdése arra irányul, hogy bizonyos, a túléléshez effektíve hozzá nem járuló tevékenységek miként válhattak általánosan elfogadottá. Ilyen kultúraformáló viselkedésként említik a fiktív történetek mesélését, a verselést és az éneklést. Elméletük szerint az emberekben kialakult az esztétikai preferenciarendszer, amely azon tevékenységeket jutalmazza örömmérettel, melyek az egyén kognitív fejlődése érdekében hasznosnak bizonyultak.

Winfried Menninghaus a szépség definícióját az idealista filozófia és az evolúciós esztétika elméletén keresztül közelíti meg. Darwin gondolatmenetét követve azt mondhatjuk, hogy az egyedfejlődés során a szépségnek adaptív előnye volt, mindez viszont szembemegy a kanti felfogással, miszerint „szép az, ami érdek nélkül tetszik”. A szerző párhuzamot állít fel a két gondolkodó elmélete között, rámutatva Darwin elméletében a változatosságért felelős mutációra, illetve Kantnál a szépségérzet kognitív és érzelmi működéstől való függésére.

Kis kitekintő után a kötetben szereplő ötödik tanulmány újból a történetmesélés evolúciós gyökereihez kapcsolódik. Katja Mellman figyelme a fikció paradoxonára épül, tézise szerint nem szükséges hinnünk egy dolog létezésében ahhoz, hogy érzelmeket

fűzzünk hozzá. Úgy látja, hogy a valós és a képzeletbeli alakok is valamilyen jól azonosítható tulajdonságuknak köszönhetően hatnak a lelkiállapotra. A tulajdonságok mint indikátorok egyfajta ingeret váltanak ki a szemlélőben, melyre automatizált válaszként megszületik az érzélem, ez a folyamat az állatokra ugyanúgy jellemző. Azonban mégis vannak olyan helyzetek, amikor a testi reakció vissza-szorul, ekkor átgondoljuk, mérlegeljük a minket ért impulzusokat, és visszatérünk normál fizikai állapotunkba, ezért a késleltetési fázis felel. Mellman szerint tehát az érzelmek kiváltódása fikatív és valós körülmények között is megtörténik, a lényegi különbség a cselekvés bekövetkezésében, avagy be nem következésében keresendő.

A következő fejezetben Lisa Zushine, a *Miért olvasunk kitalált történeteket? Elmetória és a regény* című publikációja mintha az előző fejezet folytatása lenne. A szerzőnek az az elképzelése, hogy a fikcionális szövegek olvasásának elsődleges funkciója az elmeolvasás és az empátia fejlesztése. A képzeletbeli karakterek helyébe behelyezkedve folyamatosan elméleteket gyártunk arról, hogy viselkedésük hátterében milyen emóciók, döntési struktúrák találhatók meg. Számos alkalommal úgy érezhetjük, hogy a regények jellemábrázolásai által mintha ismernénk a főhőst, ezt a folyamatot akár a való életre való felkészítő tréningnek is tekinthetjük.

Friedrick Turner és Ernst Pöppel az időmértékes verselés temporális érzékelésre vonatkozó univerzális voltát kutatták. Megállapították, hogy ezen irodalmi forma minden kultúrában megtalálható, ennek alapja az agyműködéssel, a hallással és az időtartammal áll összefüggésben. Az emberi agy számára a három másodperces verssorok befogadása azt a küszöbértéket jelenti, mellyel még fel is

tudja dolgozni a hangzó információt. Ezen intervallum az ember számára az idegi jelen. Az időmértékes verselést azért tartjuk szépnek, mert az időtartamok összhangban állnak az idegi jelen három másodperces hosszával.

Az ábrázolás múltjára visszatekintve azt láthatjuk, hogy a természet adta modelleket az emberek absztrahálták és szimbolikus módon örökítették meg, csak később alakult ki a valósághű grafika. Christina Sütterlin ezen tézisére a fejlődépszichológia, a neuropszichológia és humánológia diszciplínái segítségével válaszolt *Jel, séma, ikonikus reprezentáció. Az ábrázoló művészet evolúciós esztétikája* című munkájában. A leleteken látható egyszerűsített rajzjelek arról tanúskodnak, hogy egy konceptuális fejlődés eredményeként jöhetett csak létre napjaink művészete. Azonban ezen egyszerűsítő ábrázolásmódnak biológiai, perceptuális okai vannak, a külvilágról alkotott képünket az agyunk úgy alakítja ki, hogy az megbízható reprezentációja legyen a valóságnak. Éppen ezért észlelésünk nem a tökéletes mását képezi le a látottaknak, hanem mérlegelve, elemelve készít egy felülírt másolatot. Ehhez kapcsolódik a szépségről alkotott eltérő fogalomképünk, ugyanis a szerző megállapítása szerint a teljesen szabálytalan, értelem nélküli ábrák nem keltik fel az érdeklődésünket, míg a szándékosságot sugalló alkotások tetszetősek a szemlélőnek, hiszen így könnyebben tulajdonítanak az obszerváltaknak jelentést.

A könyv zárófejezetét tanácsosabb lett volna *Az időmértékes verselés, az agy és az idő* című tanulmányra felfűzni, ugyanis W. Tecumseh Fitch *A zene evolúciója összehasonlító szemszögből* című munkája szervesen kapcsolódik a hallás, a ritmusérzékelés fejlődéstörténetéhez, így a verselés univerzális voltához is. A zene, hasonlóan a nyelvhez, minden

kultúrában megtalálható, éppen ezért számos kutatás (madárdalok vizsgálata) feltárta a legösszetettebb vokalizációs rendszerük genetikai alapjait. Azonban nem szenteltek ez idáig elég figyelmet a dobolás és a hangszerez zene között húzódó homológia feltárására, pedig a zene adaptív funkciójára és a törzsfejlődési múltjára vonatkozó elméletek sokban hasonlítanak a nyelvre vonatkozóakra. E tanulmány felvázolja azokat a még megválaszolatlan problémákat, melyek kutatása még várat magára.

A szerkesztett kötet hazánkban kurióznak számít, hiszen nem jelent meg ilyen specifikus témákat feldolgozó válogatás, ezért a lektorálást feltehetően azon érdekek motiválták, hogy koherens képet adjon a diszciplínáról, viszont ebből kifolyólag a benne szereplő tanulmányok többségét régen publikál-

Nők a tudományban

Hargittai Magdolna és Hargittai István a tudományos élet kiemelkedő egyéniségei. Nem tudom, az általuk sokat vizsgált és kedvelt szimmetriák melyik típusával lehetne őket jellemezni, de mindketten kémikusok, egyetemi tanárok, kutatók, akadémikusok (az MTA és az Európa Akadémia tagjai), Széchenyi-díjasok, külföldi egyetemek díszdoktorai, egy kisbolygó névadói – mondjam még? Aztán először a férjet, majd a feleséget (és végül a hasonló karriert befutni látszó fiukat, Balázst is) hobbiként elkezdte vonzani a kutatás és a kutatók kutatása. Szakmai munkáikat (sajnos) nem ismerem, de ezeket az írásokat valamilyen öröm hatja át. Az új felfedezésének, nagyszerű emberek megismerésének, a szépség és harmónia keresésének öröme.

A *Nők a tudományban* is örömkönyv. A szerzőt a tudósokkal folytatott, férjével együtt

ták. A legújabb kutatási eredményeket Winfried Menninghaus írása közli. A gyűjtemény több fordító munkája, ennek ellenére stílusát tekintve koherens, könnyen olvasható mű. Olvasóként néha joggal érezhetjük úgy, hogy az állítások nem kellően megalapozottak, esetleg csak egy lehetséges kutatási irányt vázolnak. Horváth Márta erre reflektálva ajánlóját a következő gondolattal zárja „mindez azonban nem kell, hogy elriasszon bennünket attól, hogy rálepjünk erre az új, a kultúratudományokat immár a természettudományokkal is összekötő interdiszciplináris útra.” (26.) (*Horváth Márta: A művészet eredete, Kultúra, evolúció, kogníció. Budapest: Typotex Kiadó, 2014*)

Csordás Hédi Virág

doktorandusz, BME Tudományfilozófia
és Tudománytörténet Doktori Iskola

készített interjúk százai után egyszerre csak elkezdte érdekelni, hogy miért is volt köztük olyan kevés nő. Az utolsó tizenöt évben vagy száz „tudós nőt” keresett fel, hogy életükről, pályájukról, munkáikról, gondjaikról, sikereikről beszélgessenek. Közülük válogatta e könyv szereplőit, illetve a kört kiegészítette néhány, személyesen már nem elérhető Nobel-díjassal vagy nagyszerű kutatóval. Marie Curie nélkül végül is nagyon hiányos lenne a kép. A merítés széles. A szereplők négy kontinens tizenhét országában élnek. Többségük Európában vagy az Egyesült Államokban dolgozik, a többiek meg Ázsiában vagy Ausztráliában. Ez a földrajz úttörően szokatlan. Szerzőnek és olvasónak egyaránt örömet okoznak az Indiából és Törökországból származó híradások. Noha minden szereplő szakmai kiválóság, a tudományos pálya nagyon sok fokozatát képviselik a helyi egyetemi tanárságtól a Nobel-díjasokig. Női Nobel-

díjasból ugyanis olyan kevés van (ebben a szakmai körben tizenhat), hogy csak egy rövid fejezetet tölthetnek volna ki. Széles a választott tudományok köre is. A klasszikus szentháromság, a fizika, kémia és matematika művelői mellett szerepel többek között orvos, biológus, neurológus, genetikus, csillagász és mérnök. Itt azonban egy percre meg kell állnom. Az angol könyv címe *Women Scientists*. Ebből egyértelmű, hogy csak természettudósokról van szó. A *scientist*-nek nincs egyszavas magyar megfelelője. A *Nők a tudományban* cím sokkal szélesebb kört sejtet, mint akikről tényleg szó van. Vagyis az a benyomás keletkezhet, mintha más tudományokban nem léteznének nők, vagy mintha nem is lenne más tudomány. Ez főleg azért nem szerencsés, mert a globális piac amúgy is fokozatosan leértékeli a humaniorákat és társadalomtudományokat. Ha lesz másik kiadás, örülnék, ha a cím kicsit változna. Mondjuk lehetne „Tudós nők a természettudományokban.” Csúnya, hosszú, de legalább pontos. Addig pedig maga a szerző teszi világossá, hogy ő nem így gondolja. Ha ugyanis valaki még nem vette volna észre, ez a könyv (és megannyi másik, amit az utolsó években férjével közösen írtak) társadalomtudományi mű.

A szerző empátiás érdeklődése maga is szinte határok nélküli, de soha nem tapintatlan. Nincs előre megírt forgatókönyv. A beszélgetés igazodik a kérdezett személyiségéhez, a szerző és a kérdezett épp akkori hangulatához. A beszélgetésben a partnerek egymást inspirálják. Persze, a témák jó része valamilyen módon mindenütt visszatér. Olyan emberekről van szó, akiknek életét szinte betölti a munkájuk. Erről nem lehet itt nem beszélni. Minden tisztelem a szerzőé, aki értő módon igyekszik közel hozni hozzánk a tőle is gyakran távol eső szakterületeken

dolgozók munkájának lényegét. Ezért is kellett ehhez a munkához természettudós. Ha aztán mégsem értünk meg mindent, az nem az ő hibája. Az én természettudományos műveltségem olyan satnya, hogy alig értek többet, mint a témát, esetleg a problémát, és az elért sikert. Ez elég a könyv megértéséhez és értékeléséhez. Csak nekem maradt hiányérzetem. Esetenként igencsak bosszant a tudatlanságom, és előbb-utóbb csak igyekszem majd közelebbről megérteni, miről is van szó. Vagyis Magdolna – tán nem is szándékoltan – egy sajátos, provokatív természettudományi ismeretterjesztő munkát is írt. Ez maga is öröm.

A szakmán túl visszatérő témák a családi háttér, az iskolázás, kivált a felsőfokra bejutás gyakran nehéz útja, a kutatói elhivatottság olykor nem is korai felismerése, a munkához jutás akadályai és sikerei, és persze a család és a hivatás kibékíthető vagy kibékíthetetlen ellentmondása. Minden mögött ott húzódik a diszkrimináció léte és hatása, amely országonként is, de főleg a történelemmel változik. A könyvben természetesen elsősorban a nőkel szembeni diszkrimináció a fő szereplő. Börszín szerinti diszkriminációról azért nincs szó, mert India külön fejezet, a többi vizsgált országban pedig mintha a színes bőrű kisebbségek még nem jutottak volna el oda, hogy ezt a hegyet is megmásszák. Az Egyesült Államokban már biztos vannak kiváló fekete kutatók, de a „csúcsokon” még a láthatatlanságig alulreprezentáltak. Ám a zsidókkal szembeni megkülönböztetés markánsan átiűt. A háború előtti időkben szinte „természetes” volt az antiszemitizmus Európa- és Amerikaszerte egyaránt, még ha a következmények nem voltak is egyformán végzetesek. Ami feltűnő, hogy a könyv kiemelkedő tehetségű szereplői közül a II. világháború után és egészen a hatvanas évekig többeket zsidóságu-

miatt utasítottak el egyetemek vagy munkahelyek, immáron főleg az Egyesült Államokban. Azután a polgárjogi küzdelmek, a feminizmus radikálisan véget vetettek ott is, Európaszerte is a nyilvánosan tettenérhető diszkriminációknak. Tudjuk persze, hogy a politikai korrektség mögött a mélyben, a civilizációs páncél alatt sok minden forttyog, és sosem tudhatjuk, mennyire erős a páncél.

Mindezek a történetek szociológiai-szociálpszichológiai értelmezésekre, általánosabb következtetésekre megfogalmazására várnak. Ezeket a szerző másokra, részben talán szociológus lányára hagyja. Nem állhatom meg azonban, hogy ne érzékeltessem, hogyan merül fel az egyes beszélgetőtársaknál a nőkel szembeni előítélet alapforrása, család és hivatás konfliktusa. A munkahelyek és kollégák megértése véges. Az interjúalanyok számottevő részét – főleg az idősebb generációkhoz tartozókat – rendszerszerűen utasítják el az egyetemek és kutatóhelyek, esetleg fizetetlen vagy töredékmunkát kínálnak fel. Ha már megvan a munkahely, akkor sincs béke. A neves amerikai egyetem nem bírja elviselni, hogy a kutató rendszeresen fél órát késik, mert másképp nem tudja reggelenként útnak indítani a négy gyermekét. A férfi kutatók sem különösebben megértőek. A DNS-kutató James Watsonnal beszélgetett erről a szerző 2002-ben. „Úgy gondolja, kérdezte Magdolna, hogy a tudományos karrier és a család reménytelenül összeegyeztethetetlen a nők esetében?” A válasz: „...az igazán komoly tudományos munkához eszméletlen megszállottság kell. Egyszerre pedig nem lehet kétféle dolgot megszállottan csinálni; az ember vagy a családja, vagy a munkája iránt elkötelezett. Ezzel csak azt akarom mondani, hogy az ember megpróbálhat kedvező arányokat kialakítani egy tanszéken, és alkalmazhat

például feleannyi nőt, mint férfit. Néhányan képesek lesznek megszervezni az életüket, és a személyiségük is alkalmas a munkára; a többiek majd belátják, hogy nem megy.” (Észre kell vennünk, hogy a „feleannyi” itt abszurd maximumként szerepel.)

A családokon belüli viszonyok számtalan hagyomány mélyhűtői. Ez a Nobel-díj árnyékában sincs másképp. Talán csökkenő mértékben, de a férfi elsőbbsége a norma. „Nekem a Nyugati parton kínálkoztak a legjobb lehetőségek, neki a Keleti parton. Persze, hogy keletre mentünk” mondja Yvonne. Ha már megvannak a gyerekek, két „eszméletlenül megszállott” nem lehet, de talán egy is sok. A háromgyerekes Mildred mondja: „ha megkértem valamire, a férjem azt mondta: »Vegyd fel valakit.« Soha nem vett részt a házi munkában [...] a gondolatok világában érezte jól magát.” A büntudat sokuknál megjelenik. Éva, akinek a férje szintén kivonta magát minden házimunkából, utólag úgy érzi, hogy amikor a gyerekei kicsik voltak, valószínűleg megsínylették az ő intenzív tudományos munkáját.

A világ lassan változik. A statisztikák szerint a nemek közti egyenlőtlenségek politikai és civil erőfeszítések hatására egy bizonyos szintig csökkentek, olykor meg is szűntek. A kép földrajzilag változó, de van ország, ahol a gimnáziumokban, sőt, az egyetemeken is már többségben vannak a lányok. Ám ettől még az üvegplafon megmaradt, még ha sokkal magasabban van is, mint valaha volt. (Mellesleg a politikai hatalom világában még ennyit sem emelkedett.)

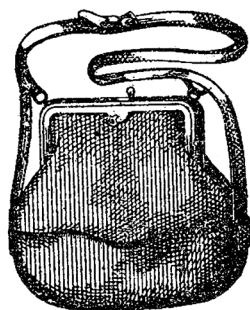
Hargittai Magdolna könyvével a tudományos pálya felé szeretné terelni az elhivatott és okos fiatalokat. Részben a kutatás társadalmi haszna és fontossága miatt, részben meg azért, mert a tudomány ilyen szintű művelé-

se igazi örömszerző, a nagy intellektuális gyönyörök közé tartozik. Legföljebb annyit tennék hozzá, hogy az intellektuális öröm érzése nem kutatói monopólium, ahogy ezt a könyv néhány szereplője (akár Watson is) sugallja, alkalmasint lebecsülve a nem kutatók munkáját. Az intellektuális öröm a legtöbb munkának velejárója lehetne, ha a társadalom eltűné, hogy eljusson idáig a szerzősámlakatos, az ápolónő, meg a tanár is; vagyis ha mindenkit emberszámba vennénk. Ám ez itt nem az én világmegváltó utópiáim helye. Mert azért a kutatói pálya csodálatos. Hargittai Magdolna nem titkolja nehézségeit, de azt sem, hogy beszélgetőtársai közül többeknek sikerült a legnagyobb akadályokat leküzdeni, a kettős elköteleződést megvalósítani. A tortasütés, takarítás és gyereknevelés

ellenére a több évtizedes áldozatos munka a Nobel-díjat is meghozta Ada Yonathnak és néhány társának. Az is igaz, hogy a választott egyedüllét is sokaknak teljes életet jelentett. Az ő ragyogó példájuk a művésznek, írónak, tudományt védő civilnek is kiváló *Rita Levi-Montalcini*, fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjas. A villódzó valóság ilyen sokrétű felvillantása biztosan jól szolgálja a szerző eredeti célját, a nők kutatásra ösztönzését és csábítását. (*Hargittai Magdolna: Nők a tudományban határok nélkül. Bp., Akadémiai Kiadó, 2015. 412 p., Eredeti angol kiadás: Magdolna Hargittai: Women Scientists: Reflections, Challenges, and Breaking Boundaries. New York: Oxford University Press, 2015. 363 p.*)

Ferge Zsuzsa

az MTA rendes tagja, professor emerita



CONTENTS

Message for the Present from Boole and Shannon

Vendégszerkesztő: Tibor Vámos

Tibor Vámos: Introduction	258
András Krámlí: Imre Csizsár on Shannon and Research on Information Theory in Hungary	259
Miklós Ferenczi: George Boole's Bicentenary	268
László Györfi: Claude E. Shannon (1916–2001)	276
István Vajda: Paradigms of Modern Cryptography	282
Bálint Dömölki: Thoughts on a "Pragmatic Information Theory"	291
Tibor Vámos: Beauty and Benefit of Theoretical Thinking – Exemplified by Boole and Shannon	303

Study

András Holl: Modern Scholarly Communication – Open Science	307
Gábor Szécsi: Science Communication in the Information Age	317
János Kelemen: Theology and Science in Alexandre Ganoczy's Thought	326
Judit Forrai: Syphilis in Hexameters. A Modern Preventive Teaching Method at the Turn of the 20 th Century	332
László Kárpáti: Models of Intelligence: A Historical Approach	340

The Scientists of the Future

Introduction (<i>Rita Kíss</i>)	357
See the World from an Other Viewpoint. The Successful 32 nd Conference of the National Scientific Students' Associations, 2015 (<i>Szabina Cziráki – Péter Szendrő</i>)	357

<i>Outlook (Júlia Gimes)</i>	364
------------------------------------	-----

<i>Book Review (Júlia Sipos)</i>	367
--	-----

Ajánlás a szerzőknek

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni, ezért főleg olyan dolgozatokat közöl, amelyek a tudomány egészét érintik, vagy érthetően mutatják be az egyes tudományterületeket. Lapunk nem szakfolyóirat, ezért a szerzőktől közérthető, egy-egy tudományterület szaknyelvét mellőző cikkeket várunk.

2. A terjedelem ne haladja meg a 30 000 leütést (szóközökkel együtt), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat is tartalmaz, kérjük, arányosan csökkentse a szöveg mennyiségét. Beszámolók, recenziók terjedelme ne haladja meg a 7–8000 leütést. A kéziratot.doc vagy .rtf formátumban, e-mailen vagy CD-n kérjük a szerkesztőségbe beküldeni.

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

4. Kérünk a cikkhez 4–6 magyar kulcsszót és az írás angol címét, valamint a szerző nevét, tudományos fokozatát, munkahelye pontos nevét, s ha közölni kívánja, e-mail címét. Külön kérjük azt a levelezési és e-mail címet, telefonszámot, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

5. Kérjük, hogy a cikkben mindig jelöljék az idézetek forrásait.

6. Idegen nyelvű idézetek esetében kérjük azok lábjegyzetben vagy zárójelben való fordítását is.

7. Kérjük, az irodalomjegyzékben adják meg az idézett cikkek DOI (Digital Object Identifier) kódját, s ha a cikkhez, könyvhöz ismernek szabad, ingyenes elérést, akkor azt is.

8. A szövegben emlegetett, hivatkozott személyek vagy intézmények teljes nevét kérjük kiírni azok első előfordulásakor.

9. Kérjük, az idegen nyelvű ábrák szövegét fordítsák le, vagy mellékeljenek egy szöveget.

10. Ha a szerző nem saját illusztrációit használja, akkor fel kell tüntetni azok forrását. A szerző dolga, hogy kiderítse a copyright tulajdonosát, és amennyiben nem szabad felhasználású, engedélyt szerezzen a közléshez.

11. Szövegtörzsi kiemelésként *dőlt*, vagy *félkövér* formázást alkalmazunk; ritkítást, VERZÁLT,

KISKAPÍTÁLIST és aláhúzást nem. A jegyzeteket lábjegyzetként kérjük megadni.

12. Az ábrák érkezhetnek papíron, lemezen vagy e-mail útján, bármilyen vektoros vagy pixeles formátumban; utóbbi esetben jól olvasható, finom felbontásban és min. 10×10 cm-s tényleges méretben. Kérjük, hogy ne a Word-dokumentumba ágyazottan, hanem külön küldjék őket. Készítésüknél vegyék figyelembe, hogy lapunk **nem** színes, és a tükörméret 125 mm. A szövegben tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

13. A hivatkozásokat mindig a közlemény végén közöljük, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve) pl. (Balogh, 1957). Ha azonos szerző(k)től ugyanazon évben több tanulmányra hivatkoznak, akkor a közleményeket az évszám után írt a, b, c jelekkel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Kérjük: csak olyan és annyi hivatkozást írjanak, amilyen és amennyi elősegíti a megértést. Számuk ne haladja meg a 10–15-öt.

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

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

- Könyvek: Rokkan, Stein – Urwin, D. W. – Smith, J. (eds.) (1982): *The Politics Identity*. Sage, London

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

15. Ha internetes írásra hivatkozik a szerző, ennek formája a szövegben (URL₁), (URL₂) stb., az irodalomjegyzékben URL₁: Magyar Nemzeti Bibliográfia <http://mn.b.hu/>

16. A Magyar Tudomány kefelevonatokat nem küld, de elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát.