

FIZIKUSOK, BÉLYEGGYŰJTŐK, EMBERJÁRÁS-JELENTŐK

SZÁNTÓ ZOLTÁN - SYI

Barabási Albert-László:

Villanások – a jövő kiszámítható

Fordította: Kepes János, Nyitott Könyvműhely,
Budapest, 2010. 300 oldal, 3980 Ft

Akét recensens egyike a középiskolában sokáig fizikusnak készült. Végül más lett belőle, de a fizika iránti csodálata megmaradt. A másik recensens sosem akart fizikus lenni, de néha feltette a kérdést magának, miért is nem lett az. Most mindketten szociológusok, akik e tudományt cselekvéseméleti alapon művelik, és hisznek abban, hogy a társadalmi cselekvések világában léteznek szabályszerűségek, amelyek leírhatók, megérthetők, megmagyarázhatók, sőt, amelyek alapján előrejelzéseket is tehetünk.

Barabási Albert-László világhírű fizikus, aki 2010-ben könyvet írt az emberi viselkedés törvényszerűségeiről.¹ „Előrelátható-e az emberi magatartás?” – ismétli meg Barabási a már oly sokszor feltett kérdést. Sokan úgy vélik, mivel nem tudjuk pontosan leírni az emberi cselekvéseket, prediktív állításokat sem tehetünk rájuk vonatkozóan. Barabási szerint viszont „a jövő kiszámítható”. Kinek van igaza? Barabási válasza egyértelmű: annak a szava számít, aki számol. A fizikusé.

„A sejt észvesztő bonyolultságával szembesülő biológusok, az ideghálózatok rejtélye előtt megszegyenülten álló agykutatók, a társadalmi és gazdasági folyamatok, jóléti buborékok és válságok labirintusában tévelygő társadalomtudósok és közgazdászok sokszor vélekedtek úgy, hogy az ő területükön talán nem is léteznek alapvető törvények. Így tehát, amikor a fizikus kitaratóan keresi az univerzális törvényeket, tevékenységét jobb esetben energiapocsékolásnak, rosszabb esetben garantált kudarcnak értékelik.” (62–63. old.)

A biológusok tehát eszüket veszítik, az agykutatók megszegyenülnek, a társadalomtudósok tévelyegnek – és feladják a küzdelmet, mondván, az ő szakterületükön nincs remény sem arra, hogy „az emberi viselkedést olyan pontossággal le tudjuk írni, mint

az anyagi valóságot” (63. old.), sem általánosítható szabályszerűségek azonosítására. S ekkor jön a fizikus, aki megtalálja az univerzális törvényeket. Azért képes erre, mert a digitális korszakban rengeteg adatot tudunk összegyűjteni és elemezni az emberek viselkedéséről. Egyben választ ad egy másik, régóta vitatott kérdésre is: egy vagy két kultúra, egy vagy két tudomány létezik-e? Barabási itt Rutherfordot idézi: „a tudomány kizárólag fizika: minden más csupán bélyeggyűjtés.” (62. old.)

Hát... Kicsit merész. Kicsit provokatív. Kicsit talán megalapozatlan. Ilyenkor illik kicsit megsértődni. Mi mégsem tesszük. Azért nem, mert lényegét tekintve egyetértünk e sarkos véleménnyel. Igaza van Barabásinak: valóban korszakváltáshoz érkeztünk, és innentől kezdve nekünk, társadalomtudósoknak (és egyéb bélyeggyűjtőknek) arra kell törekednünk, hogy meginduljon a közös gondolkodás, a közös munka. Mert az alap jó, de az irány nem mindig. Barabási nem társadalomtudós, de Barabási nélkül tovább már nem érdemes társadalomtudományt csinálni. Nem kell feltétlenül követni őt, de megérteni muszáj.

A KÖNYVRŐL – KICSIT BŐVEBBEN

A *Villanások* vélhetően követi majd a siker útján Barabási korábbi kötetét, amely magyarul *Behálózza*. A *hálózatok új tudománya* címmel látott napvilágot 2003-ban.² Abban hálózatelméleti kutatásainak eredményeit foglalta össze könnyed és közérthető stílusban. Elemzése középpontjában a skálafüggetlen hálózatok állnak. Bemutatja ezek sajátos topológiáját, felépítését, valamint széles körű elterjedtségét. A korábbi elképzelések szerint a különböző típusú (fizikai, kémiai, biológiai és társadalmi) hálózatok véletlenszerűen alakulnak ki. Barabási viszont az elsők között ismerte fel a kilencvenes években, hogy ez nem így van: a különböző típusú hálózatok felépülése mögött sok esetben szigorú és egyetemes szabályszerűségeket fedezhetünk fel, ráadásul ezek ugyanolyan mintázatot, mégpedig hatványeloszlást mutatnak. Új könyvében izgalmas és – főleg a társadalomtudományok művelőinek körében – sok vitát kiváltó irányban viszi tovább korábbi gondolatait.

A *Villanások*at Barabási a bevezetőnkben már említett, a társadalomkutatók számára igencsak provokatív, a klasszikus pozitívizmus szellemét idéző kérdéssel indítja: „Lehetséges, hogy a cselekvéseinket irányító szabályok a maguk egyszerűségében felérnek a gravi-

1 ■ *Bursts. The Hidden Pattern Behind Everything We Do.* Dutton Adult, New York, 2010.

2 ■ *Linked. How Everything Is Connected to Everything Else, and What it Means for Science, Business, and Everyday Life.* Penguin Group, 2002. A könyv igazi tudományos bestsellerré vált.

táció newtoni törvényének prediktív erejével?” (18. old.) Határozott igennel válaszol, majd megfogalmazza végső következtetését:

„ha egész életünket számok, képletek és algoritmusok segítségével fejezzük ki, kiderül, hogy valójában sokkal jobban hasonlítunk egymásra, mintsem gondolnánk. Elismerem, mindenki azt teszi, amit a legjobbnak tart, és akkor, amikor tudja, meg amikor a legalkalmasabbnak érzi az időt rá. Az egyik ember talán Los Angelesben él, én pedig Bostonban. Ő ázsiai, én meg magyar vagyok, ő mondjuk éttermet vezet, én viszont kutatók, tanítók és időnként könyvet írok. Mindez valóban fontos, nem is tagadta soha senki. Ha azonban a cselekvéseinket és azok időzítését vesszük szemügyre, olyan mintázatokra bukkanunk, amelyek nemcsak nálam vagy nála figyelhetők meg, hanem több milliárd másik embernél is. Egyidejűleg villanások és szabályosságok jellemeznek minket. Látszólag véletlenszerű, mégis alapvetően kiszámítható vonások. Persze teljesen véletlenszerű eseményekkel is találkozunk. Ám azok között is egészen univerzális módon evickélünk át.” (278. old.)

Hogy megértsük, miért is gondolja így, röviden bemutatjuk azokat a tudományos eredményeket, empirikus és elméleti vizsgálódásokat, hétköznapi megfigyeléseket, amelyekre támaszkodva Barabási kísérletet tesz – az általa *humán dinamikának* elnevezett – új tudományterület megalapozására.

A könyv elején leszögezi: „Az emberek kiszámíthatóságát meghatározni hivatott algoritmusainkat több millió emberen teszteltük, és mindössze egy ember esetében vallottunk kudarcot. Az illetőt Haszan Elaninak hívják.” (11. old.) Elani, a médiaművész története végigvonul a könyvön. Barabási éppen azt akarja illusztrálni vele, hogy ő igazi *kivétel* abban az értelemben, hogy nem illeszkedik azokba a szabályos és kiszámítható mintázatokba, amelyeket az emberek többségének mozgása mutat. Pontosabban fogalmazva: ő az egyik szemléltető példa arra, mit képviselnek a villanások az emberi mobilitás jelenségén belül. Sajátos története, amelynek érdekes részletei újból és újból felbukkannak a könyv későbbi fejezeteiben, éppen azt példázza, hogy néhány, kivételes mobilitással jellemezhető ember előfordulása éppúgy törvényszerű, mint a mozgásukban nagyfokú kiszámíthatóságot mutató embertömegeké. Még akkor is, ha a kivételek ritkák, sőt éppen ezért. Ezt az összefüggést Barabási a „minél nagyobb, annál kevesebb” közérthető fordulattal érzékelteti (196. old.), ami a konkrét esetben azt jelenti, hogy a sokat és sokféle utazók (mint például Elani) kevesen, a keveset és kevés helyre utazók viszont sokan vannak. Az emberek mozgása pontosan leírható és megjósolható a hatványeloszlás segítségével.

A könyvben egy másik – a magyar történelemből vett, de a nem magyar olvasók többsége számára

ra vélhetően ismeretlen – villanással is találkozunk. A kötet páros sorszámú fejezetei ugyanis – első halálra meglepő módon – a Dózsa-féle parasztfelkelés előzményeit, lefolyását és kimenetét írják le történeti alaposággal. Ezekben a fejezetekben átfogó képet kapunk erről a történelmi eseményről – Bakócz Tamás pápai ambícióinak kudarcától kezdve a keresztes hadsereg szerveződésén, Telegdi István jóslatán, az apátfalvi mézszárláson, a kolozsvári és a temesvári csatán keresztül az utolsó leszámolásig, az izzó vastrónra ültetésig. Maga a szerző is megfogalmazza a jogosan felvethető kérdést: „mit keres Székely György³ [...] egy humán dinamikával foglalkozó könyvben?” (278. old.) Válasza az, hogy a részletes történelmi esettanulmány nem pusztán ékesen bizonyítja a villanások jelentőségét a történelemben, hanem azért is érdekes gondolatmenete szempontjából, mert az események éppen úgy zajlottak le, ahogyan azt Telegdi gróf előre megjósolta. Ebből kiindulva fogalmazódik meg az általános kérdés: előre jelezhető-e a történelmi események? Barabási vitatja Karl Popper széles körben elfogadott álláspontját, amely szerint elvi akadályai vannak a társadalmi, gazdasági és politikai folyamatok bármiféle előrejelzésének, és azt állítja, „nincs rá szilárd bizonyíték, hogy a társadalmi rendszereket nem lehet előre jelezni” (281. old.). Fejtegetése szerint:

„noha egyetlen fizikusnak sem sikerült még előre jelezni 10²³ gázmolekula pályáját, ez mégsem akadályozott meg bennünket abban, hogy előre jelezzük a gáz nyomását és hőmérsékletét – és ez, mondhatni, sokkal fontosabb az egyes molekulák pályájánál. Ugyanez a helyzet a humán dinamikával kapcsolatban. A mi mélyen gyökerező kiszámíthatatlanságunk a társadalom szintjén nem adódik össze. Ha a véletlenszerű és előrejelezhető eseményeket gondosan elválasztjuk egymástól, a társadalom szövetének sok lényeges fodrozódását előre láthatjuk.” (Uo.)

Érvelése során egy másik analógiára is hivatkozik. Napjainkban a rövid távú (3 napos) meteorológiai előrejelzések megbízhatósága közel 95%-os. Ezzel szemben a XX. század elején, az időjárás-előrejelzés úttörője, Lewis Fry Richardson úgy próbálta megjósolni a másnapos időjárást, hogy keresett egy korábbi napot, amelyen közel azonos volt az időjárás, s azt jóslta, hogy másnap olyan időjárás várható, mint amilyen a rákövetkező napon volt. Ezt az előrejelzést rendkívüli erőfeszítések árán, hosszú idő alatt és igen pontatlanul tudta megtenni. Barabási szerint Richardson kudarca egyáltalán nem az időjárás-előrejelzés lehetetlenségét, hanem az akkoriban rendelkezésre álló időjárás adatok és számítási kapacitás korlátozottságát mutatja. Az előrejelzés módszertana

3 ■ Barabási Dózsaára Székely Györgyként hivatkozik.

4 ■ A könyv végi jegyzetekben található meg a hivatkozásokat azokra a szakfolyóiratokban megjelent cikkekre, amelyek megalapozzák Barabási gondolatmenetét.

na ugyanis nem változott meg lényegesen, ám azóta sokkal több adatot tudunk az elemzésekbe bevonni, a számításokhoz pedig sokkal nagyobb kapacitás áll rendelkezésre.

A kérdés itt az, vajon joggal feltételezi-e Barabási, hogy a társadalomtudományi kutatások számára éppen az elmúlt években következett be az a fordulat, mind az egyre inkább felhalmozódó adatforrásoknak, mind pedig az egyre fejlettebb számítógépes elemzési technikáknak köszönhetően, amelyek eredményeképpen immár alaposabban feltárhatók a humán dinamika törvényszerűségei, s ezért jobban ki tudjuk számítani a jövőt az emberi mobilitást illetően. Szerinte erről van szó:

„Manapság jóformán mindannak, amit teszünk, marad digitális lenyomata valamilyen adatbázisban. E-mailjeinket megőrzi a szolgáltatók naplófájljai, telefonbeszélgetéseink pontos időponttal ellátott adatai ott nyugszanak a telefonszolgálatok hatalmas merevlemezein. Hogy hol, mikor, mit vásárolunk, milyen az ízlésünk és a fizetőképességünk, kategóriákba rendezve megtalálható a hitelkártya-kibocsátónknál. Weboldalaink, MySpace és Facebook profiljaink, blogjaink tartalmát számos szolgáltató tárolja és listázza. Pillanatnyi tartózkodási helyünk elérhető mobiltársaságunknál. Arcunkat és öltözködésünket a bevásárlóközpontoktól az utcasarokig számtalan helyre felszerelt biztonsági kamerák rögzítik. [...] ezekből a gomba módra szaporodó adatbázisokból a legapróbb részletekig rekonstruálható az egész életünk.

[...] a történelemben először lehetőség nyílik arra, hogy ezek az eddig ismeretlen részletességgel bíró adatbázisok egy sor kísérleti laboratóriumba is eljussanak, és ott számítógéptudósok, orvosok, matematikusok torzítatlan adatokat szerezzenek nem egy, hanem sok millió egyénről. Az elmúlt néhány évben szociológusok, pszichológusok és közgazdászok elemezték az állományt nagy teljesítményű számítógépek és a legkülönbözőbb új technológiák segítségével. És lélegzetelállító következtetésekre jutottak: meggyőző bizonyítékot szereztek arra, hogy legtöbb tevékenységünket olyan törvények, mintázatok és mecha-

nizmusok vezérlik, amelyek nagyon hasonlatosak a természettudomány törvényeihez.” (22. old.)

A könyv páratlan sorszámú fejezeteiben Barabási közérthető stílusban – a hivatkozásokat és forrásokat a könyv végi jegyzetekben közölve – bemutatja, milyen empirikus kutatási eredményekből jutott a fenti következtetésekre.⁴ A továbbiakban – a teljesség igénye nélkül – ezeket a vizsgálatokat vesszük szemügyre.



1. Az emberről emberre terjedő fertőző betegségek terjedését vizsgáló kutatóknak tudniuk kell, hogyan mozognak és érintkeznek az emberek. Ennek kiderítéséhez aranybányának tűnt a wheresgeorge.com website, amely egy sajátos össznépi játék formájában több millió dollárbankjegy útját követi az Egyesült Államokban. Ennek elemzése alapján állították fel az emberi mozgás véletlenszerű jellegére vonatkozó hipotézist a jelenséget vizsgáló természettudósok: a bankjegyek mozgása többnyire véletlenszerű, s mivel oda mennek, ahova az emberek viszik őket, tehát mi is véletlenszerűen mozognak. Az eredményeket elsőként egy fiatal német fizikus, Dirk Brockmann és munkatársai tették közzé 2006-ban a *Nature* hasábjain *The scaling law of human travel* címmel, komoly tudományos visszhangot kiváltva.

A hipotézisben rejlő várakozás ráadásul összhangban állt Albert Einstein és Baptiste Perrin szuperdiffúziós törvényével, amely a folyadékokban mozgó apró részecskék dinamikáját jelzi előre, s „mellesleg” bebizonyította az atomok létezését, meghozva Perrin számára a fizikai Nobel-díjat 1926-ban. Néhány bankjegy mozgása azonban nem illeszkedett ehhez a véletlenszerű mintázathoz, sőt az elvárt diffúziós mintához képest egészen más pályát követett. Az emberi mozgás véletlenszerűségére vonatkozó hipotézis ezzel szertefoszlatni látszott ugyan, de maga a vizsgálat lavinát indított el: számtalan további izgalmas kutatás kiindulópontjául szolgált.

2. 2003-ban Barabásinak a Collegium Budapest vendégeként alkalma nyílt arra, hogy hozzáférjen az origo.hu portál látogatóinak böngészési szokásaira

vonatkozó adatbázishoz, természetesen a személyes azonosíthatóságot lehetővé tévő információk nélkül. Ez akkoriban a teljes magyarországi internetes forgalom mintegy 40%-át tette ki, körülbelül 6,5 millió látogatást jelentett havonta. Barabási kutatócsoportjának két fiatal tagjával kezdte vizsgálni az adatbázist, és ők is – bizonyos értelemben – negatív eredményre jutottak. Analógiaként az elemek véletlenszerű alakulásának hipotézisére (az Ernest Rutherford nevéhez fűződő „átváltási törvényére”) támaszkodó vizsgálatuk során azt tapasztalták, hogy az egyes cikkek potenciális olvasóinak száma – várakozásaikkal ellentétben – nem csökken gyorsan, nem követi azt az exponenciális pályát, amelyet Rutherford átváltási törvénye alapján várnánk. Kutatási beszámolójuk 2006-ban látott napvilágot a *Physical Review* hasábján *Dynamics of information access on the web* címmel.

3. A fenti kutatások – legalábbis természettudományos szempontból vett – kudarcá mindazonáltal két szempontból is elgondolkodtató: a) soha nem vizsgáltak még tudósok ilyenfajta emberi viselkedésre vonatkozóan ekkora méretű adatbázisokat, b) a vizsgálati szempontok és hipotézisek mindkét esetben természettudományi analógiákon alapultak. Mivel azonban mindkét esetben az előzetes várakozásoknak szögesen ellentmondó eredmények születtek, jogosan merülnek fel kételyek. Mennyire termékeny a természettudományok eredményeire támaszkodni a társadalomtudományi vizsgálódások során? Valóban hiábavaló próbálkozás-e hasonló elvek mentén elemezni egymástól ennyire különböző tudományágak hatáskörébe tartozó jelenségeket? Mégiscsak azoknak a társadalomkutatóknak volna igazuk, akik amellett érvelnek, hogy az ő vizsgálódási területükön nem léteznek egyetemes törvények, s hiú ábránd abban reménykedni, hogy valaha is képesek leszünk pontos előrejelzéseket megfogalmazni? Barabási nem adta fel, további bizonyítékokat keresett.

4. Az időjárás-előrejelzés úttörőjeként már említett Richardson a *Statistics of Deadly Quarrels* (1953) című könyvében az 1820 és 1949 között lezajlott háborúk és konfliktusok statisztikai elemzését végezte el. Ennek során egyértelműen kimutatta, hogy az áldozatok száma szigorú matematikai összefüggést mutat: a kevés áldozatot követelő konfliktusból sok, míg hatalmas emberáldozattal járó háborúból kevés volt.

5. Hasonló megfigyelést tett korábban Vilfredo Pareto, olasz közgazdász és szociológus is a vagyon megoszlásával kapcsolatban: a sok szegény ember mellett, viszonylag kevesen rendelkeznek hatalmas jövedelemmel és vagyonnal. Sőt a gazdagok jóval gazdagabbak annál, mint amit a jövedelmek véletlenszerű megoszlása indokolna.⁵ Mindkét utóbbi esetben hatványeloszlást figyelhetünk meg, vagyis „néhány kivételesen nagy esemény mellett számos apró létezik” (117. old.). Másképpen: mindkét esetben kizárhatjuk

azt a véletlenszerűséget, amelyet a vizsgált események Poisson-eloszlása tükrözne.

6. A weboldalak népszerűségét vizsgálva Barabási hasonló hatványszerű mintázatot fedezett fel 1999-ben. Az e-mailezési szokások elemzéseiből ugyanez az összefüggés rajzolódik ki: az e-mailezők nem véletlenszerűen leveleznek, hanem időnként rendkívül aktívak, majd hosszabb-rövidebb szüneteket tartanak. Vagyis az elküldött levelek megoszlása szintén hatványeloszlást mutat valamennyi vizsgálati alany esetében. Az emberi viselkedés több hasonló empirikus vizsgálatának áttekintése után Barabási így általánosít:

„Akármilyen emberi tevékenységet vizsgáltunk, ugyanezzel a villanásszerű mintázattal találkoztunk. A nyugalom hosszú időszakai váltakoznak rövid, intenzív aktivitással [...] Villanások a világon mindenütt fellelhetők: a Wikipedia egyéneinek bejegyzéseitől a valutabörökerek ügyleteit, valamint az emberek és állatok alvási szokásain át egészen azokig az apró mozdulatokig, amelyek segítségével a zsonglőr a levegőben tartja a pálcáit. Már régen nem az e-mailt vagy a webböngészést tanulmányoztuk, inkább csak megfigyeltünk valamit, ami mélyen összefügg az emberi tevékenységekkel, és a napnál is világosabban jelzi, hogy viselkedésünk sohasem véletlenszerű. Ez önmagában nem is meglepő, hiszen senki nem gondolja önmagáról, hogy a véletlen irányítaná. Mindnyájan szabad akarattal rendelkezünk, ez pedig csak még tovább bonyolít mindent [...] És mégis, bármit teszünk, öntudatlanul ugyanazt a szabályos hatványeloszlást követjük. Elméletben egyszerű, mégis rendkívül meglepő.” (120. old.)

7. Az emberi viselkedés különböző típusaiban tapasztalható villanások eredetét Barabási a fontossági sorrendek felállításában véli felfedezni. Képtelenek vagyunk egyszerre sok feladatot elvégezni, ezért általában valamilyen sorrendet állítunk fel közöttük, s ennek alapján tevékenykedünk. Felidézi például Charles Michael Schwab történetét, aki a világ első milliárddolláros vállalatkomplexumának vezetője volt

5 ■ Paretonak ezt a gondolatát Barabási a *Behálózva* c. munkájában (71. old.) az ún. „80/20-as szabály”-ként írta le. Pareto ugyanis lelkes kertészként, borsó-betakarítás közben figyelte meg, hogy a borsószemek 80%-a a borsóhüvelyek 20%-ában terem. Később ehhez hasonló arányokat figyelt meg gazdasági jelenségek kapcsán is: például az olasz termőföldek 80%-át a lakosság 20%-a birtokolta. Ennek a ma már Pareto-törvényként ismert szabálynak az érvényesülését azóta több területen kimutatták. Például a vállalati profit 80%-át az alkalmazottak 20%-a termeli, a szervezeti döntések 80%-a a megbeszélések 20%-a alatt születik. Barabási hasonló arányokat tapasztalt a világhálón a linkek egymáshoz kapcsolódásának, a tudományos hivatkozásoknak, sőt a hollywoodi színészek ismeretségi kapcsolathálóinak vizsgálata során is.

6 ■ Pusztán a hatványkitevő nagyságában mutattak ki eltérést Barabásiék, ami a különböző korok kommunikációs technológiáinak eltéréseit tükrözi.

7 ■ Az elnevezés Paul Lévy, XX. századi francia matematikus nevére utal.

a XX. század első évtizedeiben. Schwab rendkívül egyszerű módszerrel számottevő mértékben fokozta a különböző munkahelyek termelékenységét: arra kérte a munkavállalókat, hogy állítsák fontossági sorrendbe másnapi teendőiket, s ennek megfelelően dolgozzanak. Az elvégzett feladatokat húzzák át, folytassák a következővel, s amire nem maradt idő, azt vigyék át másnapra. Ma már ez az egyszerű megoldás a legtöbb időkezeléssel foglalkozó kézikönyv alapja. Ezt a gyakorlatot alkalmazta ráadásul a könyvben többször hivatkozott, híres XIX. századi francia matematikus és fizikus, Siméon Denis Poisson is: kis jegyzetfüzetébe beírta új ötleteit, s csak akkor fogott újabb feladathoz, ha a korábbi már megoldotta. Az új ötletek megvalósításának sorrendjét pedig a problémák prioritása adta meg számára. Barabási mindezek fényében aprólékosan elemezte a fontossági sorrendek felállításának hatását az emberi viselkedésre, és arra a következtetésre jutott, hogy a fontossági sorrendbe állított feladatok várakozási idejének megoszlása a jól ismert hatványeloszlást követi.

8. Barabási arra is kíváncsi volt, vajon a villanások pusztán az elektronikus kor termékei, vagy esetleg korábbi időszakokban is kimutathatók. A választ Albert Einstein, valamint Charles Darwin levelezésének tanulmányozása során találta meg. A *Nature*-ben 2005-ben publikált *Darwin and Einstein correspondence patterns* című, társszerzős tanulmányában kimutatta, hogy a két szellemóriás levelezési szokásai kísértetiesen hasonló mintázatot mutatnak, mint amelyet az e-mailezés.⁶ Ennek alapján pedig nyilvánvalónak tűnik, hogy az emberi viselkedésben tapasztalható hatványeloszlás és villanások jóval megelőzik a modern infokommunikációs technológiák általánossá válását. Vagy talán az emberi tevékenységek egyetemes törvényszerűségeit tükrözik? Sőt lehet, hogy még ennél is többről van szó?

9. Időközben a biológusok igazolták, hogy az állatok mozgása, főleg táplálékszerzés során, hasonló mintázatot mutat. Például a Föld legnagyobb madaraként ismert albatroszokra szerelt detektorokkal sikerült részletesen elemezni repülési szokásaikat – és kiderült, hogy halászási szokásaik a jól ismert mintázatot követik. A pókmajmoktól a rénszarvasokon, a dongókon és gyümölcslegyeken át a szürke fókákig ugyanazokat az univerzális mozgási sémákat találták. Barabási e kutatások ismertetése során kezdi el használni a Lévy-repülésnek a hatványeloszlás koncepciójához szorosan kapcsolódó fogalmát.⁷ A fizikában a véletlen bolyongásnak több válfaja ismert:

a) szabályos random bolyongás esetén a véletlenszerűen mozgó tárgy minden ugrásnál azonos távolságot tesz meg, ekkor az ugrások hossza Gauss-eloszlást követ (pl. az Einstein által tanulmányozott atomi pályák esetén, amelyekről már volt szó);

b) Lévy-repülés esetén viszont szeszélyes mozgást tapasztalunk, az ugrások hossza hatványeloszlásszerű,

azaz sok apró lépés és időnkénti nagy ugrások véletlenszerű kombinációjaként írható le.

10. A Lévy-repülés gondolata újabb tudományos lavínát indított el, s az elmélet ma már messze túlmutat az állatok viselkedésének kutatásán. A sejtbiológiában például a legújabb elemzések szerint a génjeink aktivitását irányító fehérje is ilyen módon kapcsolódik a DNS-szálhoz. Az emberi memóriában tárolt információkat szintén hasonló módon hívjuk elő. Sőt a szemünk is Lévy-repülést végez, amikor új látvánnyal szembesül: az egyszerre nem befogadható, nagyméretű képeket úgy „tapogatjuk le”, hogy egy-egy részletet apró szemmozgásokkal körbejárunk, majd nagyot ugorva a kép egy másik, távolabbi pontjára, újra apró szemmozgást végzünk. Barabási mindezek alapján úgy fogalmaz, hogy vélhetően „a természet takarékos módon a legkülönbözőbb összefüggésekben ugyanazokat a megoldásokat alkalmazza” (179. old.). Mindazonáltal ha az emberi viselkedés valóban Lévy-repüléshez hasonló mintázatot mutatna, akkor az emberek sohasem, vagy csak véletlenül jutnának haza. Ez a paradoxon további vizsgálatokat ösztönzött.

11. A *Behálózva* élénk érdeklődést váltott ki a mobilszolgáltatókból is. Az egyik cég meg is bízta Barabásit, hogy kutatócsoportjával térképezze fel a mobilhívási kapcsolathálókat, és rájuk bízta sok százmillió telefonhívás anonim adatait. Eredményeik szerint szoros összefüggés van a mobilhasználók viselkedési szokásai és társas kapcsolathálói között. Az adatbázis azonban arra is lehetőséget kínált, hogy nyomon kövessék a telefonálók tartózkodási helyét, hiszen tartalmazta azt az információt is, hogy melyik adótorony körzetéből történtek a hívások, azaz hol tartózkodik a hívó fél. Barabási és kollégái az adatok egy részének elemzésével ismét alátámasztották, hogy az emberi mobilitás sajátos mintázatot mutat: a legtöbb telefonáló csak néhány kilométert tett meg két hívás között, de voltak néhányan, akik több százat. A távolságok hatványeloszlást követtek. Miközben azonban egyre több adatot sikerült feldolgozni, újabb kételyek merültek fel a Lévy-paradigma emberi viselkedésre vonatkozó érvényességét illetően.

12. A kételyeket erősítette az a felfedezés 2007-ben, hogy az albatroszok vándorlásában kimutatott Lévy-pálya csak egy sajnálatos mérési hiba következménye volt, habár az 1996-os beszámoló, a mérési hiba ellenére, igen termékenyen bizonyult, több száz tudományos publikáció megjelenését inspirálta. Ezekben az állati táplálékgyűjtő magatartás Lévy-jellegét újabb fajoknál (cápák, csontos halak, tengeri teknősök, pingvinek stb.) sikerült kimutatni.

13. A fenti kételyeket a dollárbankjegyek mozgásának újraértelmezése során sikerült némileg eloszlatni. A bankjegyek mozgása ugyanis nem egyes személyek mobilitását tükrözi. Így abból a tényből, hogy a bank-

jegyek Lévy-repülési pályát követnek, nem következnek, hogy maguk a személyek is ilyen módon mozognának. A mobilhívási adatok további elemzése pedig arra az eredményre vezetett, hogy a legtöbb ember mozgása néhány jól behatárolható helyre korlátozódik. Barabási és kollégái azt is megmérték, milyen sugarú körökben mozognak a mobilfelhasználók. Itt is hatványeloszlást tapasztaltak. Megerősítést nyert az a tétel is, hogy törvényszerűen várható a kivételek, esetünkben a hatalmas sugarú körökben mozgó néhány személy előfordulása. A dollárjegyek pedig éppen azért követik a Lévy-pályát, mert van néhány kivételes mobilitású egyén, akik időnként messzire viszik a bankjegyeket. Mi magunk viszont nem a Lévy-repülés pályáját követjük, tehát jó eséllyel hazatalálunk.

14. Az elmúlt években az Egyesült Államokban több kutatás is vizsgálta az egyetemi hallgatók mozgását teszten viselhető számítógépek és okostelefonok segítségével. 2004-ben például egy éven keresztül gyűjtöttek ilyen jellegű adatokat az MIT száz önként jelentkező diákjának mobilitásáról. 450 000 óranyi információ feldolgozásának eredménye hajmeresztő: a múltbeli adatok birtokában a diákok napi mozgása 90–96%-os valószínűséggel volt megjósolható. Barabási maga is alávetette magát hasonló kísérletnek: hónapokig GPS-t viselt, és társai pontosan követték és rögzítették tényleges mozgását. Hallgatói egy idő után 80%-os valószínűséggel jelezték előre aktuális tartózkodási helyét. Ezeknek az eredményeknek az értelmezéséhez a fizikus az entrópia (rendezetlenség) és a redundancia (felesleges többlet) fogalmára támaszkodik. A fizika (vagy információelmélet) nyelvén a nullafokú entrópia a tökéletes kiszámíthatóságot és előrejelezhetőséget jelenti: ha például valakinek a mozgását mindig teljesen pontosan meg tudnánk jósolni, akkor az ő entrópiája nulla lenne. A másik végletet azok képviselik, akiknek a mobilitása maximális fokú entrópiájuknak köszönhetően teljesen kiszámíthatatlan. A mozgásunkat jellemző villanások, amelyeket a korábban vázolt kutatások több területen is kimutattak, úgy tűnik, alaposan megnézzük viselkedésünk pontos prognosztizálását. Másféppen fogalmazva: entrópiánk ugyan nem nulla, de ha pontosan meg tudnánk határozni rendezetlenségünk fokát, akkor tisztában lennénk kiszámíthatóságunk mértékével is. Barabási egyik posztdoktori tanítványa, Chaoming Song – a mobiltelefonos adatbázis elemzésével – a redundancia fogalmára támaszkodva dolgozta ki azt az eljárást, amellyel pontosan meg lehet becsülni az egyes személyek tényleges entrópiáját.

15. Mivel az emberek többségének az entrópiája nem nulla, több-kevesebb kiszámíthatatlanság jellemzi mozgásunkat. Mivel már elég sok bizonyíték áll rendelkezésünkre arról, hogy különböző típusú aktivitásaink hatványeloszlást követnek, Barabásiék azt várták, hogy a cselekedetek előreláthatóságában is lényeges eltérések lesznek. A mobiltelefonos adatbázis újabb elemzése azonban ismét meglepetéssel szol-

gált: az összes felhasználóra vonatkozóan ugyanis a kiszámíthatóság átlagosan 93%-os volt. Találtak igen alacsony entrópiájú felhasználókat, akiknek a kiszámíthatósága közel 100%-os volt. Ugyanakkor – eléggé meglepő módon – a vizsgált embertömeg egyetlen tagjának sem volt 80%-nál alacsonyabb a kiszámíthatósága. Ennek a felfedezésnek a jelentőségét Barabási így foglalja össze:

„alapvető különbség áll fenn aközött, hogy *mit* teszünk, és mennyire vagyunk *kiszámíthatók*. Ami a cselekvéseinket illeti – hogy mekkora távolságokat utazunk, hány e-mailt küldünk, milyen sokszor telefonálunk –, ott hatványeloszlással találkozunk, ami azt jelenti, hogy egyesek lényegesen aktívabbak, mint mások. [...] Ez azt is jelenti, hogy mindig vannak kivételes esetek [...] Cselekedeteink előrejelezhetőségében azonban nagy meglepetésünkre, a hatványeloszlás helyett Gauss-eloszlással találkozunk. Ez azt jelenti, hogy akár egy három kilométeres körzetre korlátozzuk életünket, akár naponta több tucat kilométert vezetünk, gyorsvonattal vagy éppen repülőgéppel járunk munkába, ugyanúgy előre kiszámíthatóak vagyunk, mint bárki más. És amikor egy problémában a Gauss-eloszlás dominál, a kivételes esetek ki vannak zárva, ahogy Poisson kockadobásos univerzumában sem találkozunk villanásokkal. [...] Minden különbözőségünk ellenére tartózkodási helyünket illetően mindannyian ugyanolyan kiszámíthatóak vagyunk, és a statisztika rendíthetetlen törvényei kizárják az olyan egyének létezését, akik szembemennének ezzel a trenddel.” (218–219. old.)

16. A jövő kiszámíthatóságát a múlt ismerete alapozza meg. Ezt a közhelyszerű megállapítást Barabásiék vizsgálati eredményei mindenestre jól alátámasztják. Ha eléggé pontosan és részletesen ismerem korábbi tartózkodási helyeidet, továbbá az entrópiád fokát, akkor adott megbízhatósági szint mellett meg tudom jósolni, hol leszel a jövőben. Így tehát a viselkedések előrejelzéséhez a múlt alapos feltárása visz közelebb. Minél több és megbízhatóbb adatunk van a múltbeli cselekedetéről, annál inkább számíthatunk előrejelző képességünk javulására. A múlt feltárása és a korábbi viselkedésekre vonatkozó adatbázisok előállítása azonban igen nehéz feladat. A múltbeli viselkedéseinkre vonatkozó részletes adatbázisok csak korlátozottan állnak rendelkezésre, még ha az elmúlt időszakban számuk jelentősen emelkedni kezdett is. Ezek a korlátok azonban nem az emberi jövő kiszámíthatóságának és megjósolhatóságának elvi akadályaira, hanem gyakorlati nehézségeire hívják fel a figyelmünket. Barabási szavaival:

„Ha nem ismerjük a múltat, nagyon nehéz előre látni a jövőt. És mi a helyzet, ha a múlt egyszer csak átláthatóvá válik? Jövönk – egyéni és társadalmi értelemben – sem lesz annyira titokzatos. Ezért, ha a jövőt akarjuk ismerni, előbb vissza kell mennünk a múltba.” (225. old.)

17. A különböző típusú betegségek orvosi tanulmányozása egy sor érdekes és az eddigi fejtegetésekhez jól illeszkedő felfedezést szült az elmúlt években. Kezdve attól, hogy az idős házastársak közül sokan gyorsan elhaláloznak párjuk elvesztése után („özvegyjelenség”), egészen odáig, hogy az elhízás kockázatát jelentősen befolyásolják társadalmi kapcsolathálóink. Az adatelemzés megdöbbentő eredményei szerint, ha valamelyik barátunk meghízik, ez közel 60%-kal növeli annak kockázatát, hogy 2–4 éven belül magunk is hasonló sorsra jutunk. Legjobb barátunk túlsúlya pedig több mint 170%-kal növeli jelentős súlygyarapodásunk kockázatát. Egy másik vizsgálat betegségek időzítését vette górcső alá. Kétmillió, 65 évesnél idősebb beteg tízéves időszakot átfogó orvoslátogatási adatait vizsgálva Barabási csoportja kimutatta, hogy a vizsgált személyek betegségeit egyáltalán nem véletlenszerű. A villanások itt is jelentkeznek: a betegségek előfordulása, pontosabban az orvoshoz fordulás időzítése ugyanolyan mintázatot mutat, mint mondjuk webböngészési vagy e-mailezési szokásaink. Vajon mi lehet ennek az oka? A prioritásaink – ahogy a korábbi jelenségek esetében? Könnyű lenne rávágni, hogy semmiképpen. Az adatok mindenesetre azt mutatják, hogy az orvoshoz fordulásban is szerepet játszik a fontossági sorrend felállítása: a legtöbb ember ugyanis enyhe tünetek esetén nem fordul rögtön orvoshoz, prioritási listáján a rendelő felkeresése lejjebb csúszik. Ha viszont erősödnek a tünetek, jelentősen megnő az esélye, hogy hamarabb felkeresi az orvost. Ez pedig – mint korábban bemutattuk – maga után vonja a villanásszerű mintázat megjelenését.

18. Az emberi mozdulatokat tanulmányozó japán kutatók testre erősített gyorsulásmérők adatai alapján kimutatták, hogy az emberi mozgásban, beleértve a legfinomabb csuklómozdulatokat is, szintén vannak villanások, és a mozdulatlan nyugalmi időszakok hossza mindenkinél hatványeloszlást követ. A kísérleti alanyok egy része súlyos depresszióban szenvedett, s az ő nyugalmi periódusuk átlagos hossza az egészséges társaiknál mértnél több mint kétszer hosszabb volt. Ezzel a módszerrel ma már viszonylag egy-

szerűen lehet diagnosztizálni a depressziót. Hasonló következtetésekre jutottak a sejtek működését vizsgáló biológusok: a gének, fehérjék, metabolitok és RNS-molekulák aktivitása nem véletlenszerű, időről időre bekövetkező villanások jellemzik őket. Barabási végül az evolúcióról és a tudás fejlődéséről is kijelenti, hogy „villanások révén halad előre...” (263. old.). Végül levonja összegző következtetését:

„Azok a jelenségek, amelyekkel a korábbi fejezetekben találkoztunk, az e-mailezéstől az utazási szokásokig, arra utalnak, hogy a villanások mélyen összefüggenek az emberi akarattal és intelligenciával. A prioritások felállítása csak erősíti ezt a benyomást, mert a fontossági sorrend határozza meg, hogy melyik cselekvést hajtjuk végre azonnal, és melyiket halasztjuk el beláthatatlan ideig. Ez mintha arra utalna, hogy a villanásokhoz szükséges a prioritások felállításának képessége. Ebből a szempontból a fent említett eredmények meglehetősen szerénységre intenek. Arra utalnak, hogy a villanásokat nem mi, emberek találtuk ki, hanem jóval azelőtt megjelentek, hogy a tudatos élet kialakult volna a földön. Az élet megnyilvánulási formáiban semmi nem sima vagy véletlenszerű, sejteinkben milliszekundumoktól órákig, cselekvéseinkben óráktól hetekig, betegségekben hetektől évekig, az evolúciós folyamatokban évezredektől évmilliókig terjedően mindenféle időskálán a villanások dominálnak. A villanások az élet csodájának elválaszthatatlan részét képezik, jellegzetes jegyei az alkalmazkodásért és fennmaradásért folytatott küzdelemnek.” (263. old.)

Barabási Albert-László új könyvében tehát feladja a leckét – leginkább a társadalomkutatóknak, akik többnyire nem ismerték az itt bemutatott, elsősorban természettudományos kutatási eredményeket. Nem beszélve arról, hogy ilyen hatalmas méretű adatbázisok kvantitatív elemzésével az empirikus társadalomtudományok művelői még nem próbálkoztak. Barabási részletesen és lebilincselően számol be ezekről a szerteágazó, interdiszciplináris kutatásokról, ráadásul épp akkor, amikor a társadalomtudósok többsége számára evidens, hogy az emberi viselkedésnek nincsenek univerzális törvényszerűségei, amelyek magyarázattal szolgálnának a társadalmi, gazdasági vagy politikai rendszerek működésére. Az előrejelzések lehetőségéről pedig nem, vagy csak igen korlátozott értelemben értekeznek. Ha egyáltalán a magyarázatot tekintik a társadalomtudományi kutatás feladatának, a társadalmi mechanizmusok szerepét hangsúlyozzák, amelyekkel legfőljebb jól azonosítható viselkedési minták gyakori együttjárását lehet kimutatni.⁸ Ezzel szemben Barabási Auguste Comte vagy Karl Marx álmának valóra váltásával kecsegtet: ha kellő mennyiségű és minőségű adattal rendelkezünk a múlttól, olyan univerzális törvényt fedezhetünk fel, amelyen alapján akár az emberi viselkedések területén is kiszámíthatjuk a jövőt.⁹ Igaz, hogy egyelőre

8 ■ Ennek az álláspontnak a részletes kifejtéséhez lásd többek közt: P. Hedström – R. Swedberg (eds.): *Social Mechanisms. An Analytical Approach to Social Theory*. Cambridge University Press, Cambridge, 1998. és P. Hedström – P. Bearman (eds.): *The Oxford Handbook of Analytical Sociology*. Oxford University Press, Oxford, 2009.

9 ■ Comte *A pozitív szellem* c. könyvében, amely eredetileg 1844-ben jelent meg, például így fogalmaz: „a politikában – ugyanúgy, mint a csillagászatban, a fizikában, a kémiában és a fiziológiában – a múlt megfigyelése feltárhatja számunkra a jövőt.” (Magyar Helikon, Bp., 1979. 51. old.) Marx *A tőke* 1867-es előszavában pedig a társadalom mozgását természeti törvényként aposztrofálja: „Álláspontom [...] a gazdasági társadalomalakulat fejlődését természettörténeti folyamatként fogja fel.” (MEM 23. Kossuth, Bp., 1967. 9. old.). Mindketten a XIX. századra jellemző tudományelméleti naturalizmus álláspontját képviselik, amely szerint – durván – a természettudományok és társadalomtudományok módszerei azonosak („módszertani monizmus”).

nem társadalmi, hanem „pusztán” humán dinamikáról beszél. No de ne feledjük el, hogy már Comte is úgy érvelt a XIX. század derekán, hogy „[a] társadalmi fejlődés egyetlen törvényét sem fogadhatjuk el anélkül, még ha a történeti módszer a lehető legnagyobb tekintéllyel rögzíti is létét, amíg nem vezettük vissza racionálisan [...] az emberi természet pozitív elméletére.”¹⁰

Barabási következtetései derült égből villámcsapásként – vagy legyünk stilszerűek: villanásként – érik a társadalomkutatót, de legalábbis vitára ingerlik. Az ellenérveket azonban alaposan össze kell szedni és mélyen át kell gondolni, mert igen jelentősnek tetsző fordulat előtt állunk. Ezt a fejleményt maga a szerző így jellemzi: „a humán dinamika megértésének vágya nem pusztán szellemi torna. A tudomány végső tartóbstálya ez, és valamikor kiderülhet, hogy éppoly jelentős, mint a huszadik század fizikája, vagy a genetika napjainkban lezajló forradalma.” (282. old.)

Barabási könyvét mindenképpen érdemes alaposan megismerni, gondolatmenetére érdemes átgondoltan reflektálni. Mert lehet, hogy aki pusztán kézlegyintéssel intézi el a *Villanásokat*, éppen a XXI. századi tudományfejlődés legfontosabb fejleményeinek nyomon követéséből marad ki.

AMI SÚLYOS TÉVEDÉS

Mielőtt a könyv számunkra legfontosabb gondolatainak kritikai értékelésébe kezdenénk, túl kell esnünk egy igen kellemetlen bírálaton. Barabási újra és újra visszatér ahhoz, hogyan értékeljük a Dózsa-felkelés egyik szereplőjének, Telegdi grófnak a jóslatát a keresztes hadjárat parasztfelkelésbe torkollásáról. Barabási erre az „előrejelzésre” hivatkozva feszegeti azt a kérdést, vajon előre láthatjuk-e a társadalmi jelenségek menetét. Szembeszáll Poppernek a társadalmi jelenségek előrejelvezhetlenségéről szóló tézisével:

„Karl Popper tekintélye minden súlyával azt mennydörögte, hogy »szigorúan logikai okokból lehetetlen előre megmondanunk, hogyan alakul a jövő története«. A jövő előrelátása tehát nem egyszerűen nehéz vagy elmosódó, hanem kifejezetten lehetetlen. Nos, Sir Karl, akkor Telegdinek hogyan sikerülhetett?” (285. old.)

Hogy hogyan? Telegdi jóslata egyfajta naiv-laikus, hétköznapi ember- és társadalomismereten alapult. Láta a jövőt, ahogy – valamilyen mértékben mi valamennyien. „Kés, villa, olló, gyerek kezébe nem való!” Miért mondják ezt szerte a világon ezek és milliók? Mert hétköznapi tapasztalataink alapján érvényes előrejelzéseket tudunk tenni a jövőre: ha a gyerek kezébe éles szerszámot adunk, előbb-utóbb megvágja vele magát. Sokszor tapasztaltuk ezt a múltban, ezért ezt a tudást kiterjeszthetjük a jövőre. Ennek a predikciónak azonban alapvetően más a minősége, mint a Barabási által bemutatott előre-

jelzéseknek. Teljesen megalapozatlan ilyen alapon összevetni Telegdi jóslatát Popper tézisével. Ettől persze még el lehet vetni Popper állítását, de nem azon az alapon, hogy, lám-lám, Telegdi előre látta az események alakulását, tehát Popper tévedett. A Telegdi példájára hivatkozás egy kicsit (bár nem teljesen) olyan, mint a lottónyertesé, aki miután megnyerte a lottót, azzal hencög, ő tudta előre, hogy egyszer kihúzzák a számait. És mindegy is, mivel indokolja, mert nyilván csak a véletlennek köszönhetette a szerencséjét. Telegdi kortársai között lehetnek olyanok, akik hozzá hasonlóan gondolkodtak a „Dózsa-ügyben”, és voltak sokan, akik másként. Ez mindig így volt, mindig így is lesz. Voltak és lesznek, akik pontosabban látták, látják előre a jövőt másoknál. Politikusok, közgazdászok, társadalomtudósok, demográfusok tudtak és tudnak igaz „jóslatot”, előrejelzést mondani a „jövőre” vonatkozóan.

Érthetetlen, miért volt szüksége Barabásinak erre a Telegdi-szálra. Mondanivalóját nem támasztja alá, és önmagában véve a Telegdi-tézis – szerintünk – tartathatlan.

A „Telegdi-ügy” ellenére azonban minden elismerésünk a szerzőé a gondolatmenetébe szőtt Dózsa-szál miatt. Méltányolható, hogy tudományos ismeretterjesztő művében nemcsak tudományos tételeket népszerűsít, hanem a magyar-székely történelem egyik fontos állomására is ráirányítja az érdeklődő tudományos közvélemény figyelmét. Országimázs-ápolás ez a javából. Barabási a saját hírneve által sok más magyar tudós ismertségét növelte az elmúlt években azzal, hogy magyar társszerzőkkel publikált. Igazán tiszteletre méltó dolog. A *Behálózva* című könyvét számos nyelvre lefordították, valóságos bestseller, vélhetőleg ez vár a *Villanásokra* is. Barabási könyvében fognak sokan először olvasni magyar történelemről, székelyekről, Dózsa Györgyről, Bakócz Tamásról. Köszönjük meg neki.

És akkor lássuk, mit mondhat két bélyeggyűjtő egy fizikusnak az emberjárás-előrejelzésekről.

ADATROBBANÁS ÉS ELŐREJELZÉS

A könyv alaptézisének középpontjában a számítógép, pontosabban az ember számítási-elemzési lehetőségeinek kiteljesedése áll. Két okból is. Egyrészt a számítógépek és egyéb digitális eszközök széles körű elterjedésével egyre több és egyre többféle adatot tudunk rögzíteni és összegyűjteni életünk legkülönbözőbb jelenségeiről (például az emberek mozgásáról, cselekvéséről, de persze sok minden másról

10 ■ Az idézet Auguste Comte: *Cours de philosophie positive* c. művéből (1930-1942) származik, a szemelvény magyarul itt: Bertalan László (szerk.): *Szociológiatörténeti szöveggyűjtemény*. Kézirat, 1996. 16. old.

11 ■ David Lazer, Alex (Sandy) Pentland, Lada Adamic, Sinan Aral, Albert Laszlo Barabási, Devon Brewer, Nicholas Christakis, Noshir Contractor, James Fowler, Myron Gutmann, Tony Jebara, Gary King, Michael Macy, Deb Roy, Marshall Van Alstyne: *Computational social science*, *Science* 323 (5919. szám), 721–723. old. (6 February 2009).

is). Másrészt a fejlett számítógépek a nagy tömegben keletkező adatok feldolgozásához szükséges, nagy számításgépi műveletek elvégzésére is képesek. Két fontos feltétel teljesül egyszerre: van mit és van mivel elemezni. Ám van egy harmadik előfeltétel is: az adatok feldolgozásához szükség van megfelelő – a vizsgált terület szabályszerűségeit releváns módon megragadó – elméleti modellekre és elemzési technikákra.

Az adatrobbanásnak (vagy másik nézőpontból: szenzorforradalomnak) köszönhetően a nagy bonyolultságú rendszerek is elemezhetővé és ezáltal előre jelezhetővé váltak. Legjobb példa az időjárás-előrejelzés története. Az elméleti modell, a számítási technológia már régóta rendelkezésre állt, de megfelelő mennyiségű adat, illetve számítási kapacitás hiányában az előrejelzés hosszú ideig sikertelennek bizonyult. Amint lettek adatok, illetve elég erős számítógépek, az előrejelzések pontossága, megbízhatósága egyre jobb lett.

Ennek analógiájára kézenfekvőnek tűnik Barabási következtetése, hogy a napjainkban zajló adatrobbanás kiteljesedésével, amikor a szenzorok már az emberekre is képesek adatokat gyűjteni, esély nyílik arra, hogy előrejelzéseket tegyünk az emberi viselkedésre vonatkozóan is. Ezzel valóban új korszak küszöbén állunk. Hogy a *computational social science*, a számítógépes társadalomtudomány időszaka jön-e majd el, ahogy ez programadó cikkekben¹¹ már meg-megjelenik, vagy humán dinamika lesz-e az új tudomány neve, hogy találunk-e majd valamilyen más címkét (esetleg meghagyjuk a régieket), az most nem annyira érdekes. Barabási tézise fontos és igaz, az általa megragadott, leírt változás jelentős. Nekünk, bélyeggyűjtőknek is rá kell lépünk arra az útra, amelyen a fizikusok elindultak. És át kell tudnunk adni azt az elméleti, modellezési tudást, amelyet eddig felhalmoztunk az emberi cselekvésekről, a társadalmi kapcsolathálókról, a társadalmi csoportokról és szervezetekről, az intézményekről, a társadalmi rendszerekről és alrendszerekről.

AKKOR MIT IS VIZSGÁLUNK?

Az első fontos feladat, hogy pontosan rögzítsük, miről akarunk adatokat gyűjteni, mit akarunk elemezni, és miről is akarunk majd előrejelzéseket tenni. Másképpen: miben, hogyan és miért keresünk szabályszerűségeket. Ebben a kérdésben Barabási igen pongyola. Van, hogy az emberi cselekvést vizsgálná:

„Minél alaposabban vesszük szemügyre az emberek cselekvéseit, annál nyilvánvalóbbá válik, hogy egyszerű, rekonstruálható mintázatokat követnek, amelyeket átfogó törvények uralnak.” (22. old.),

Máskor az emberi mozgás szabályairól beszél:

„Dirk munkássága viszont igazi reményt adott arra, hogy valamikor meghatározhatjuk az emberi mozgás törvényeit.” (46. old.)

Az is előfordul, hogy az emberi viselkedést akarja megérteni:

„engem az zavart, hogy [...] nem jól értjük az internetes látogatási folyamatok természetét. Mi több, kifejezetten rosszul. Ez pedig azt jelenti, hogy az emberi viselkedés megértésében is súlyos korlátaink vannak.” (62. old.)

Emberi mozgás, viselkedés, cselekvés, társadalmi cselekvés – váltakoznak a fogalmak, mintha felcserélhető lennének. Szórszálhasogatásnak tűnhet, mégis azt állítjuk, a társadalmi cselekvések elemzésében igenis pontosan el kell különítenünk egymástól ezeket a fogalmakat. Az emberi viselkedés nem csak mozgásból áll, illetve vannak olyan emberi mozgások, amelyeket nem tekintünk viselkedésnek. Ha valaki egy balesetet látva csak áll, és nem csinál semmit, nem segít a rászorulóknak, akkor mozdulatlanságát bizony cselekvésnek tartjuk (amiért az illető akár büntethető is). Olykor látjuk, ahogy egy ember kidagadó ereiben pulzál a vér, ahogy minden levegővétellel emelkedik és süllyed a mellkasa, az ilyen mozgásokat mégsem soroljuk az emberi viselkedés körébe. Nem kérdezzük meg tőle, „Miért mozogtad a vért az ereidben?” vagy „Miért veszel levegőt?”. Azt viszont adott esetben megkérdezzük tőle, hogy „Miért fogtad meg a vállamat?”. Ettől még igaz és fontos is, hogy bármelyik mozgásunkban felfedezhetünk szabályszerűségeket. Gondoljunk csak arra a felismerésre, amelyet Barabási is idéz, hogy a depressziót megelőzi a páciens lelassult testmozgása. Ez detektorokkal ma már megfigyelhető, így ezt a tudást hasznosítani lehet a megelőzésben. De vannak más példák is. Kamionsofőröknél alkalmazzák helyenként azt a megoldást, hogy a szemmozgásukat követő érzékelők az elalvás előtt jellemző mozgásmintázat feltekinthető jelzéseket adnak, amellyel ébren tartják a vezetőt, esetleg leállítják a motort, hogy ne vezethessen tovább. Japán kutatók pedig olyan technikát fejlesztettek ki a mobiltelefonok „titkosítására”, hogy a billentyűzárak ne egy betűkombináció beírásával lehessen kioldani, hanem legyen elég megrázni az eszközt. Kiderült ugyanis, hogy minden ember másként, teljesen egyedi módon (utánozhatatlanul) rázza a kezét. Ha ezt az egyedi mozdulatsort „megtanulja” a mobil eszköz, akkor csak a gazdája férhet hozzá a benne tárolt információkhoz: mielőtt használná, megrázza az eszközt. Nyilván lesz még több (és olykor még meglepőbb) felfedezés az emberi mozgás szabályszerűségeinek feltárásában. Bármennyire fontosak is a rájuk alapozott, új technológiákkal egyetemben, látnunk kell, hogy az emberi cselekvés nem szűkíthető le pusztán mozgásra. Ha a mozgás speciálisan emberi sajátosságát akarjuk megérteni, akkor a viselkedésünk *intencionalitását, szándékolt értelmét* is meg kell ragadnunk, hiszen csak ebben az esetben beszélhetünk emberi *cselekvésről*. A cselekvés olyan viselkedés, amelyhez szándékolt értelem kapcsolódik. Ezért nem cselekvés a légzés mint olyan általában, mert a hétköznapi esetekben min-

denfajta értelemadás, szándékoltság nélkül lélegzik az ember. Előfordulhat persze olykor, hogy a légzésünk módjához valamilyen szándékot kapcsolunk, gondoljunk csak a sportoló vagy az énekes tudatosan szabályozott lélegzetvételére vagy a színész kommunikatív sóhajára, de a légzésre mint viselkedésre tipikus módon a szándék hiánya jellemző. Ettől persze még nyugodtan vizsgálhatjuk a légzés szabályszerűségeit az emberi viselkedés egyik altípusaként, csak nem keressük a hozzá kapcsolt értelmet. Még tovább mehetünk a fogalmi pontosításban, ha a cselekvésen belül elkülönítjük a társadalmi cselekvés, azon belül pedig a társadalmi kapcsolat kategóriáját. A *társadalmi cselekvés* szándékoltság értelmében egy másik ember viselkedésére (vigyázat: nem cselekvésére) irányul. Amikor az orvos gyógyszert ad be a betegnek, hogy a légzését rendbe tegye, akkor cselekvésének szubjektív értelme a gyógyítás szándéka, és mivel meg akarja gyógyítani páciensét, társadalmi cselekvésről beszélünk. A társadalmiság magasabb fokát állapíthatjuk meg abban az esetben, amikor legalább két társadalmi cselekvő kölcsönösen egymáshoz igazítja cselekvését. Ekkor társadalmi kapcsolatról beszélhetünk. Mindezek alapján már felvázolhatunk egy kissé elnagyolt, de hasznosnak tűnő tipológiát, amely elkülöníti egymástól az alábbi fogalmakat, szinteket: a) emberi mozgás, emberi viselkedés; b) emberi cselekvés; c) társadalmi cselekvés; d) társadalmi kapcsolat. Ezeknek a Max Webertől eredő fontos és termékeny megkülönböztetéseknek az elmélyítéséhez fontos eredményekkel járult hozzá a XX. század analitikus cselekvésemélete, beleértve a racionális döntések és játékok elméletét is.¹²

A szóban forgó distinkció értelme és szempontja az intencionalitás megragadása. A jelenségek tudományos vizsgálata a leírástól tovább lép a magyarázat/megértés (majd később az előrejelzés) felé. A cselekvéseknél fontos figyelembe vennünk azt a kettősséget, amely a „szándékoltság értelmének megértésének” weberi fogalmában rejlik. Weber kétféle megértésről beszél, melyek egyaránt fontosak a cselekvések vizsgálatában. *Közvetlen megértésnek* nevezi azt az esetet, amikor a jelenségeket „önmagukban”, a maguk egymásra hatásában, egymásra következésében tudjuk leírni. Valaki fut egy másik ember után – ezt látjuk, és le tudjuk írni, miként megy végbe. A dolgok „puszta” leírása ilyen minden tudományterületen. Ilyen esetekben akár találhatunk ismétlődő, tipikus mintázatokat (például hatványeloszlásokat) is a vizsgált jelenségekben, ahogy ez a *Villanásokban* számtalanszor előfordul. A cselekvés megértésének másik szintje a *motiváció szerinti megértés*, amelyen a cselekvés oksági (vagy intencionalis) magyarázata alapul. Az ember fut a másik után, mert versenyeznek, vagy mert az egyik kergeti a másikat. Amikor a cselekvéseket, de különösen a társadalmi cselekvéseket elemezzük, a szándékoltság értelmének feltérképezése, interpretálása miatt szükség van a motivációszerű megértésre.

A *Villanások* nem „törődik” a fenti megkülönböztetésekkel. Egyszerűen talán még nincs is szükség rá. Amíg egy új tudományterületen a tudásfelhal-

mozás a fontos, addig a magyarázatokkal lehet még várni. Van így is elég meglepődnie az, hogy a mintázatok feltárásában oly gyakran előkerülnek a villanások (hatványeloszlások). A gépi mintázatteljesítésben hatalmas potenciál rejlik, de tudnunk kell, hogy interpretáció, értelmezés, magyarázat – egyelőre – nem származhat géptől, csak embertől.

És a mintázat felismerése önmagában keveset ér, ha nincs valamilyen magyarázat hozzá. Egy kreált példán szeretnénk ezt érzékeltetni. Az egyikünk felfedezte, hogy a *Villanások* páros, illetve páratlan fejezetei szorosabban kapcsolódnak egymáshoz, míg a másikunk megszámlolta, hány oldalból állnak a könyv páros és páratlan részei. Kiderült, hogy szignifikáns eltérés mutatkozik a könyv oldalszám-eloszlásában.

A páros fejezetek (amelyekben a Dózsa-felkelés történetéről van szó) átlagos terjedelme 7 oldal, a páratlanoké 14. Mintázatnak mintázat, talán még meglepőnek is mondható, de lássuk be, a felismert mintázat vajmi kevésbé használható vagy érdekes. Hiába tehát a felismert mintázat, amíg nem tudunk meg többet a szerző motivációjáról, a felismert szabályossággal nem tudunk semmit kezdeni.¹³

Nem véletlen, hogy amikor Barabási a keresztes háború valódi indokairól értekezik, akkor a pápa és Bakócz bíboros hatalmi harcát állítja a középpontba. Mintázat ide vagy oda, a társadalmi cselekvéseket a motivációszerű megértésen keresztül tudjuk érvényes módon leírni, megmagyarázni. A jelzett példában Barabási is ezt teszi – ösztönösen. A továbbiakban pontosan erre kell törekednünk, tudatosan, reflektált módon.

A társadalmi cselekvések világában is szabályszerűségeket különíthetünk el, ha figyelembe vesszük az intencionalitást. Vagy azért alakulnak ki szabályszerűségek az életünkben, mert a) megszokunk bizonyos cselekvésformákat (rutin, bevésődés vagy érdekkövetés miatt), vagy azért, mert b) társadalmi normákat írunk elő magunk és mások számára, és ezekhez igazodó cselekvéseket hajtunk végre. Ha cselekvéseink mintázatait feltártuk, s kíváncsiak vagyunk a lehetséges magyarázatokra is, akkor a mintázatok mögött például szokásokat, érdekeket, normákat kell keresnünk. Ha észre vesszük, hogy a nyugdíjas odahaza, a rab a börtönben, a katona a kaszárnyában vagy az őstermelő a tanyáján mindennap 5 órakor kel fel, a közös mintázat mögött nagyon eltérő értelmeket, cselekvéseket találhatunk. A nyugdíjas megszokásból, a rab kényszerből, a baka kötelességtudatból, az őstermelő érdekből teszi ugyanazt. Ugyanaz és mégis más.

Azokban az emberrel kapcsolatos jelenségekben és mintázatokban, amelyeket a *Villanások* bemutatott, a motívumok ma még nehezen ismerhetők fel, sőt bizonyos esetekben hiányoznak. De azt is meg kell

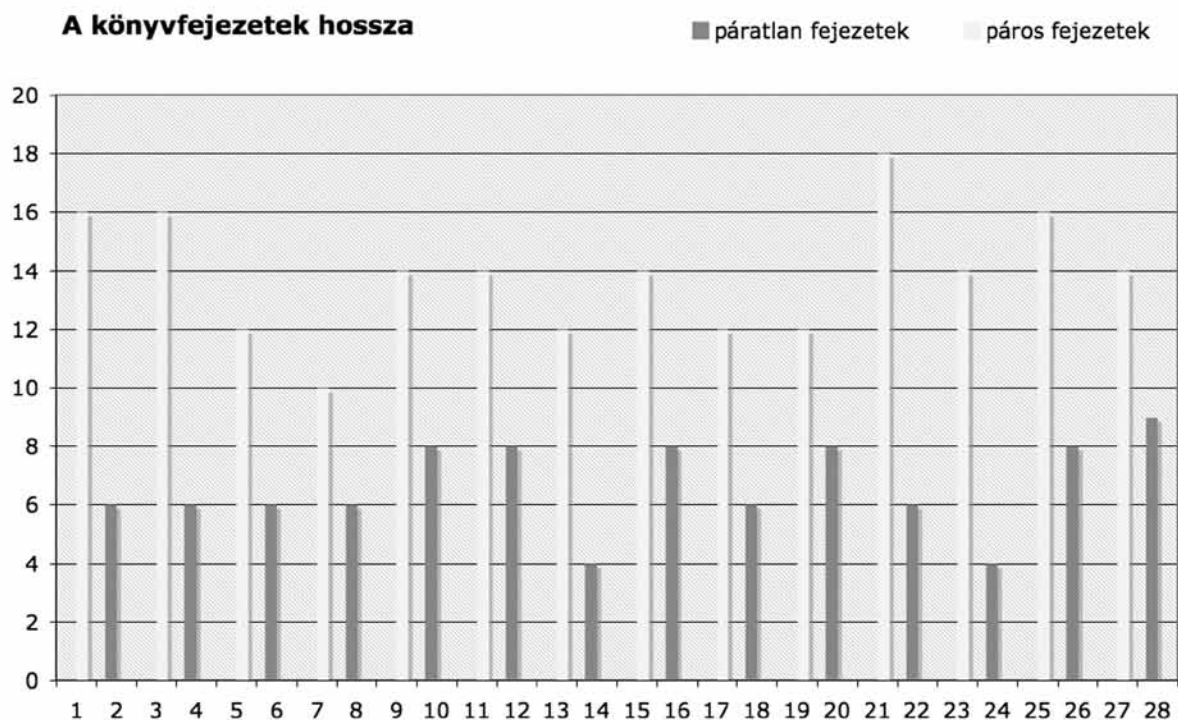
12 ■ A cselekvéseméletről rövid áttekintése: Syi: *Cselekvésemélet dióhéjban*. Typotex, Bp., 2008.

13 ■ Ettől még kereshetnénk olyan oksági magyarázatot, amelyben nem jutna szerep a szándékoltságnak, de ezzel a lehetőséggel most nem foglalkozunk.

jegyeznünk, hogy Barabási példái többnyire az ember mozgásával vagy viselkedésével, nem pedig cselekvésével kapcsolatosak. Éppen ezért mi is kihasználjuk Barabási időjárás-jelentés analógiáját: miért ne nevezhetnénk az emberi mobilitás előrejelzését „emberjárás-jelentésnek”?

A VIZSGÁLÓDÁS SZINTJEI

Korábban idéztük már Barabási azon érvét, hogy a fizikus nem tudja ugyan megjósolni az egyes gázmolekulák pályáját, de a molekulákból álló gáz nyomását, hőmérsékletét már képes előre jelezni. Amikor



ezt analógiaként alkalmazza az emberi cselekvésre, azt sugallja, hogy az emberi viselkedésben is csak a társadalom szintjén találhatók szabályszerűségek. Bár ennek némileg ellentmondani látszik, hogy az egyes ember viselkedésében (pl. Darwin levelezésében) éppúgy hatványeloszlást fedez fel, mint mondjuk több millió ember e-mailezési szokásaiban.

„Ugyanez a helyzet a humán dinamikával kapcsolatban. A mi mélyen gyökerező kiszámíthatatlanságunk a társadalom szintjén nem adódik össze. Ha a véletlenszerű és előrejelezhető eseményeket gondosan elválasztjuk egymástól, a társadalom szövetének sok lényeges fodrozódását előre láthatjuk.” (281. old.)

Nem lévén társadalomtudós, Barabási nem reflektál a társadalmelemzés vizsgálati szintjeinek különbségeire, ezért példáiban keverednek a társadalomtudósok szerint egymástól elválasztandó dolgok. A társadalmi jelenségek vizsgálatában meg szoktuk különböztetni a módszertani individualizmus és a módszertani kollektívizmus szemléletét. Ennek klasszikus példaként hivatkozhatunk a mikro- és a hagyományos makroökonomia egymást feltételező, de egymástól

élesen elváló szakterületére. Az individualista szemlélet a makroszintű gazdasági vagy társadalmi jelenségek magyarázatában a cselekvő egyénekre hivatkozik, a kollektívista a „szupraindividuális” jelenségek közötti oksági kapcsolatokat keresi. Mindkettő lehet új tudás forrása, arra azonban ügyelni kell, hogy az elemzési szintek ne keveredjenek. A makroszintű gazdasági és társadalmi jelenségek magyarázatában nem kerülhető meg a mikro- és makroszint közötti kapcsolatot megteremtő hatásmechanizmusok feltárása. Ez a reflexió a *Villanások*ban nem jelenik meg, pedig szükség lenne rá – kiváltképp ha az egymástól olyannyira különböző jelenségekben megfigyelt mintázat, a hatványeloszlás lehetséges magyarázatát keressük. Nem igazán róható fel a *Villanások*nak ez a hiány, ez a reflektálatlanság. A könyv igazi erénye az azonos mintázatok felismerése a különböző jelenségekben, a magyarázatok majd ezután következnek. Amikor háborúról, gazdasági válságról, járványról van szó, akár állhatunk a módszertani kollektívizmus talaján, amikor levelezésről, e-mailezésről, utazási szokásokról van szó, a választott szempontunk inkább individualisztikus, amikor pedig a látás (szemletapogatás) vagy a kézmozgás mintázatairól beszélünk, nem is igazán

társadalmi jelenségeket vizsgálunk. Ettől még mindegyik esetben előfordulhatnak a hatványeloszlás mintázatai, de a magyarázatokat vélhetőleg más és más módon lehet majd megtalálni.

MÁS ELŐREJELZÉSEK

Anélkül, hogy a *Villanások* érdemeit csökkenteni akarnánk, meg kell jegyeznünk, hogy némiképp igazságtalan és félrevezető azt sugallni, miszerint most érkezünk el ahhoz a történelmi pillanathoz, amikor esélyünk nyílik a társadalmi jelenségek általános szabályszerűségeinek feltárására. Régóta léteznek ugyanis olyan megalapozottnak tekinthető előre jelző rendszerek, amelyek az emberi, társadalmi viselkedés szabályait írják le és jelzik – sokszor nagyon pontosan – előre.

A demográfia már régóta nagy megbízhatósággal képes előre jelezni a népességmozgalmi adatok várható alakulását, még ha olykor tévednek is a demográfusok. A közvélemény-kutatások reprezentatív mintákból származó adatai alapján már évtizedek óta képesek vagyunk előre jelezni a teljes népességre vonatkozó véleménymegoszlásokat. A mintázatfelismerés régóta ismert és alkalmazott eszköze a szomszedsági viszonyok kifejezésére alkalmas térinformatikai elemzés. A térinformatika, a földrajzi térben topológiailag egyenlőtlenül eloszló erőforrások, adatok elemzése képes a térben szegmentált gazdasági, politikai, kulturális, fogyasztási mintázatok előrejelzésére. Az evolúciós játékelmélet pedig olyan elemzési apparátusokat alkalmaz társadalmi viszonyok változásainak szimulálására, amelyek előre jelezhetik cselekvési és értékelési stratégiák – tanuláson, társas követésen keresztül megvalósuló – kiválasztó-dást és elterjedését.

A digitális univerzumon belül is találhatunk olyan elemzéseket, amelyek jóval a humán dinamikai kutatások előtt jelentek meg. Az adatbányászat a nagyméretű adatbázisok „rejtett” mintázatait fedi fel, és már sok éve sikeresen alkalmazott technika a banki, telekommunikációs, pénzügyi adatbázisok elemzésében. A rejtett összefüggések keresésének mások a módszerei (például klaszterezés), és persze nemcsak hatványeloszlásokat fedez fel, de az adatbányászat „logikája” és termékenysége a *Villanásokban* bemutatott módszerekéhez hasonlós.

A web elterjedésének viszonylag korai szakaszában megjelentek az ún. ajánlórendszerek, közösségi (kollaboratív) szűrő rendszerek, amelyek a hálózaton keresztül végzett emberi tevékenységek (olvasás, megtekintés, vásárlás, szavazás) adataira támaszkodva az azonos értékvilágú emberek klasztereit, izléscsoportokat, felhasználói profilokat képesek előállítani, és a csoport tagjainak sokszor nagyon megbízható előrejelzéseket tenni. Ezek az ajánlórendszerek az érintettek korábbi értékeléskötelezettégeit kifejező események, cselekvések (kattintások, vásárlások, megtekintések, szavazások stb.) adatai-

nak elemzése alapján képesek olyan ajánlatokat tenni a „jövőben”, amelyeket a látogatók, a címzettek nagy valószínűséggel elfogadnak. Az Amazon könyv-áruház, a LastFM online rádióadó így működik. Mi ez, ha nem jövőbe látás?

MIÉRT HATVÁNYELOSZLÁS?

A *Villanásokban* végig kiemelt szerepe van a hatványeloszlásnak.¹⁴ Valóban lenyűgöző, milyen „sok helyen” található meg a hatványeloszlás mintázata, szabályszerűsége. A kráterek méretében, a települések nagyságában, a szavak gyakoriságában, a szemmozgásban, az állatok táplálékszerzésre irányuló mozgásában, a sejtek, molekulák világában, a kommunikációs cselekvéseinkben, utazási szokásainkban – s még sokáig folytathatnánk a sort. A társadalomtudós számára azonban talán még ennél is izgalmasabb Barabásinak az a felvetése, miszerint a hatványeloszlások (vagy legalább egy részük) megjelenéséhez, kialakulásához szükséges valamilyen prioritás érvényesítése.

„Ez mintha arra utalna, hogy a villanásokhoz szükséges a prioritások felállításának képessége.” (263. old.)

A levelezések, e-mailezések, a megbetegedések eloszlásainak vizsgálatokor Barabási magyarázóerőt tulajdonít a prioritások kialakításának, de ezt a szálát nem viszi tovább, nem bontja ki teljesen. Pedig érdemes lenne, még akkor is, ha tisztában van vele, sőt hangoztatja is, hogy sok természeti, társadalmi jelenség – például a kráterek, települések mérete vagy a betűk gyakorisága – esetében nehéz lenne a jellemző hatványeloszlásban a prioritásoknak valós magyarázóerőt tulajdonítani.

Mégis, a *Villanások* elolvasása után a társadalomtudós számára az egyik leginspirálóbb kérdés az, hogy a társadalmi jelenségek villanásos mintázatainak elemzésekor mennyire fogadhatjuk el és hogyan interpretálhatjuk a prioritások (a mi nyelvünkön: a preferenciák) központi szerepét, magyarázó potenciálját. Izgalmas és ma még megválaszolatlan kérdés. Könyve egyik pontján Barabási – inkább megérzésből, mint tudatosan, de ez most mindegy – „elrejt” néhány olyan fogalmat, amelyek közel állnak a – nekünk oly kedves – weberi cselekvésemélet alap kategóriáihoz:

„Az ember nem is olyan nagyon különbözik a vízben lebegő virágporszemcsétől. Éppoly rejtélyes okokból, mint a pollenek, az idő nagy részében mi is mozogni akarunk. Bennünket nem apró, láthatatlan atomok taszigálnak, hanem idegsejtjeink észrevehetetlen, finom villódzásai, amelyek aztán feladatok, kötelességek, motívumok képében jelennek meg a számunkra.” (41. old.)

A cselekvés magyarázatakor a legalapvetőbb kategóriák a vágyak és lehetőségek, a szándékok, a vélekedé-

sek, a preferenciák, az akarat, a motívum, amelyekből olyan további fontos kategóriák vezethetők le, mint érték, hatalom, uralom, rend, norma, szervezet, intézmény és így tovább. Barabási jó helyen kapiskál. Akkor kezdjünk el ásni.

TÁRSADALMI TÉNYEZŐK

Ha azonban munkához látunk, mindent vegyünk figyelembe. Azt, amit talán a fizikus lát a legjobban: a tényeket. Ha már tonnaszámra gyűlnek az adatok, hát elemezzünk úgy, ahogy kell. De vegyük figyelembe, hogy társadalomról, emberekről van szó, tehát emeljük be az elemzésekbe a társadalmi tényezőket is.

„El kell tűnődnünk, hogy az emberek a maguk alkototta szabályokon kívül vajon milyen rejtett törvényszerűségeknek engedelmesskednek.” (18. old.)

Barabási ebben a könyvében azt mutatta meg, hogy vannak rejtett törvényszerűségek az emberi mozgásban, viselkedésben, amelyek feltárhatók, előre is jelezhetőek. Nagy tanulság ez nekünk, bélyeggyűjtőknek. De mi, filatelisták tudjuk azt is, hogy Barabási mit nem kezel a súlyának megfelelően. Pedig tud róla, meg is nevezi: az ember életében ugyanolyan fontosak a maga alkototta szabályok. Biztosan lehet ezen a terepen is adatokat gyűjteni, számolni, mintázatokot keresni. De arra is szükség van és lesz, hogy megértsük és megmagyarázzuk, hogyan és miért engedelmesskedik az ember a maga alkototta szabályoknak. Barabási azt javasolja: „Gondoljunk magunkra úgy, mint automata vezérlésre kapcsolt, álmodó robotokra, és sokkal közelebb kerülünk az igazsághoz.” (22. old.) Ebben szerintünk nincs igaza. Emberként – legalább részben a magunk alkototta szabályok miatt – reflexív módon vagyunk képesek cselekedni a világban. Kultúrát teremtünk magunk köré. Ez tesz emberré és ez tart meg akként minket. □

14 ■ Nemcsak a társadalomtudományok, a fizika világában is vannak lényegében ugyanarra a problémára vonatkozó, versengő fogalmak és elméletek. A könyv egyik központi fogalma a „hatványeloszlás, a villanások matematikai megfelelője” (140. old.), amely helyett Barabási – és mások, máshol és máskor – a skálafüggetlen megjelölést is használja, de ugyanerre máshol használatos még a Zipf-törvény, a Pareto-eloszlás, Pareto-elv, a Levy-repülés, a 80/20-as szabály, a hosszú farkok elnevezés is, sőt, ide sorolhatjuk a kaoszelmélet fraktáljait is.

15 ■ M. E. J. Newman: Power laws, Pareto distributions and Zipf's law. *Contemporary Physics* 46 (2005), 323–351. old.

