

Magyar Tudomány

JÁTÉKELMÉLET

Vendégszerkesztő: Simonovits András

Gothard Jenő (1857–1919)

Madárevolúció

Válság és rendszertudomány

Interjú az MTA elnökével

2009•5

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Vezető szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA

Szerkesztőbizottság:

ÁDÁM GYÖRGY, BENCZE GYULA, BOZÓ LÁSZLÓ, CSÁSZÁR ÁKOS, ENYEDI GYÖRGY,
HAMZA GÁBOR, KOVÁCS FERENC, KÖPECZI BÉLA, LUDASSY MÁRIA,
NIEDERHAUSER EMIL, SOLYMOSI FRIGYES, SPÁT ANDRÁS, VAMOS TIBOR

A lapot készítették:

GAZDAG KÁLMÁNNÉ, HALMOS TAMÁS, HOLLÓ VIRÁG, JÉKI LÁSZLÓ, MATSKÁSI ISTVÁN,
PERECZ LÁSZLÓ, SIPOS JÚLIA, SPERLÁGH SÁNDOR, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR

Lapterv, tipográfia:

MAKOVECZ BENJAMIN

Szerkesztőség:

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

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

Előfizetési díj egy évre: 8064 Ft
Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők
Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

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

TARTALOM

Játékelmélet

Vendégszerkesztő: Simonovits András

Simonovits András: Előszó	514
Forgó Ferenc: Mivel foglalkozik a játékelmélet?	515
Mérő László: Többszintes fogolydilemma	528
Csekő Imre: Szavazásméletek és mechanizmustervezés	538
Solymosi Tamás: Kooperatív játékok	547
Tasnádi Attila: Az internet játékelméleti modellezése	559
Vincze János: Játékelmélet és gazdasági intézmények	568

Tanulmány

Vincze Ildikó: Gothard Jenő, a mérnök-tudós (1857–1909)	578
Kessler Jenő: Madárevolúció: fajképződés, fajöltő, kihálás vagy változás?	586

Tudós fórum

Csak szellemi erőforrásaink mozgósítása jelenthet kitörési pontot a válságból Interjú az MTA egy éve megválasztott elnökével	596
Kertész János: A Hirsch-index második deriváltja – avagy új távlatok a tudományos minősítés előtt	602

Vélemény, vita

Szentes Tamás: Megjegyzések a válság gyökereiről és a kiutakról – a leegyszerűsítő nézetek és politikák ellenében	604
Vámos Tibor: Válság és rendszertudomány	628

<i>Kitekintés (Jéki László – Gimes Júlia)</i>	634
---	-----

Könyvszemle (Sipos Júlia)

Időhorizontok harca. Adalék a gazdasági világválság értelmezéséhez (Varga Károly)	638
---	-----

Játékelmélet

ELŐSZÓ

Simonovits András

a közgazdaság-tudomány doktora,
MTA Közgazdaságtudományi Intézet, BME TTK Matematikai Intézet, CEU ED
simonov@econ.core.hu

A *játékelmélet* lényege: legalább két játékos akarja a saját célját minél inkább megvalósítani, de az eredmény függ a másik játékos döntésétől is. Ma már mindenki tudja, hogy a játékelmélet nem annyira a társasjátékokról: sakkról vagy bridzsről, mint inkább általános többszereplős döntési helyzetekről szól: a fegyverkezési versenytől az OPEC árkartelléig. A játékelmélet eredetileg az elméleti matematika kicsiny részterülete volt, amely – mindenekelőtt *Neumann János* tevékenysége nyomán – a közgazdaságtan, a szociológia és a pszichológia egyik központi területévé vált.

A *Magyar Tudomány* játékelmélettel foglalkozó tematikus cikkgyűjteményének szerzői matematikusok és közgazdászok, szakterületük elismert művelői. Az első két cikk bevezető jellegű, az őket követő négy cikk pedig a játékelmélet egy-egy részterületét tekinti át.

Forgó Ferenc bevezető cikkében áttekinti a játékelméletet, ezzel segítséget nyújt a specializáltabb területek modelljeinek megértéséhez. Talán a legjellegzetesebb játékelméleti példa az ún. fogolydilemma, amely az emberi együttműködés lehetőségeit és korlátait két

egymástól elzárt fogoly vallatásán szemlélteti. *Mérő László* cikkében először bemutatja a fogolydilemma néhány kevésbé közismert érdekességét, majd egy olyan általánosítást ismerteti, amelynek segítségével a kooperáció és a versengés együttes megjelenése is vizsgálhatóvá válik. *Csekő Imre* a demokráciák életéből jól ismert választások néhány elméleti alapproblémáját ismerteti a játékelmélet, illetve az azon alapuló mechanizmustervezés segítségével. *Solymosi Tamás* tanulmányában az eddig vázolt nem kooperatív játékelmélettől elszakadva, az ún. kooperatív játékokat mutatja be, ahol a játékosok a játék megkezdése előtt olyan ígéreteket tehetnek egymásnak, amelyeket a játék folyamán be kell tartaniuk. *Tasnádi Attila* írásában a játékelmélet segítségével azt vizsgálja, hogy miképp lehet az internetező társadalom számára olyan szabályokat kidolgozni, amelyek kordában tartják az egyének és intézmények önzését. Végül *Vincze János* két fontos közgazdasági példával (versenyszabályozás és monetáris politika) szemlélteti, hogy játékelméleti megfontolások hogyan befolyásolják ma életünket.

MIVEL FOGLALKOZIK A JÁTÉKELMÉLET?

Forgó Ferenc

egyetemi tanár,
Budapesti Corvinus Egyetem
ferenc.forgo@uni-corvinus.hu

Egyetlen tudományág esetében sem könnyű röviden, világosan megfogalmazni, hogy mivel is foglalkozik. A művelőik között sincs általános egyetértés; még olyan egzakt tudományok, mint a fizika és a kémia esetében is elmosódnak a határok. Nincs ez másképpen a játékelmélet esetében sem. Mielőtt megpróbálnánk definíciót adni, nézzünk néhány olyan szituációt, amellyel a játékelmélet foglalkozik.

Mindenki ismeri a sakkjátékot és elég sokan az ulti kártyajátékot. Közös vonás bennük, hogy minden játékos számára lehetőségek állnak rendelkezésre a játék egyes fázisaiban, és ezek közül úgy kell választani, hogy senki nem ismeri a többiek terveit, de mindenki számára világosak a szabályok és a játékosok motivációi. A sakk esetében elvben semmi sem függ a véletlentől, míg az ultiiban, mint csaknem minden kártyajátékban, a véletlen is szerepet játszik azért, hogy az induló lapok kiosztása keverés után történik meg. A sakkban két játékos játszik, míg az ulti egyes fázisaiban két játékos együttműködése is szükséges. A sakkról még érdemes elmondani, hogy nagy szerepe volt a *játékelmélet* elnevezés elterjedésében és általános elfogadottságában.

Sokat tanulmányozott a következő, végletekig leegyszerűsített helyzet, amit *fogolydilemmának* szokás nevezni. Két gyanúsítottat szeretne az ügyész rávenni, hogy valljanak az állítólag közösen elkövetett komoly bűntényben. Elkülönítve tartják őket, és így nem tudnak arról, hogyan vall a másik. Ha egyikük sem vallja be a súlyos bűntényt, akkor bizonyítottság hiányában mindegyik kap két év börtönt apró vétségekért (például engedély nélküli lőfegyvertartásért). Ha az egyik vall, de a másik nem, akkor, aki vallott, vádalku keretében nem kap büntetést, míg a másik tíz év börtönt kap. Ha mindketten vallanak, akkor mindegyik kap öt évet, amibe enyhítő körülményként beszámítják a hatóságokkal való együttműködést.

Talán még egyszerűbb az alábbi primitív játék, amit *érmepárosításnak* is szokás nevezni. Albert és Benedek játszanak, és mindegyikük egy százforintosot tart a kezében, amelynek vagy a fej, vagy az írás oldalát fordítják felfelé, úgy, hogy a másik ne lássa. Ha a két pénz azonos fele van felfelé (mindkettő írás vagy mindkettő fej), akkor Albert elnyeri Benedek 100 forintosát, ha különbözők (egyik fej, másik írás), akkor Benedek nyeri el Albert 100 forintosát.

Ez egy zéró összegű játék, mert a játékosok kifizetéseinek összege 0, amit az egyik nyer, azt veszíti a másik, ellentétben a fogolydilemmával, amely nyilván nem zéró összegű.

A vásárcsarnokban az almaárusoknak egy nappal korábban kell feladniuk a rendelést a nagykereskedőknél. Az almát homogén árunak tételezzük fel. Egy adott nap az alma ára csak attól függ, hogy mekkora a piacon az összes alma kínálata, ami az előző napi rendelések összege. Rendelésével minden kereskedő akár egyedül is befolyásolni tudja az alma árát. Az egyes kereskedőknek eltérő költségeik vannak, és ez függ a rendelt alma mennyiségétől (a költségeket növeli például, hogy nagyobb mennyiség esetén több eladó, nagyobb terület kell). A kereskedők abban érdekeltek, hogy a nap végén az almaeladásból származó árbevétel és a költségek különbsége (röviden haszon) minél nagyobb legyen. Megjegyezzük, hogy ha az egyes kereskedők súlya olyan kicsi, hogy a volumenre vonatkozó egyedi döntéseikkel (a rendelés nagyságával) nem tudnak hatni az alma árára, vagyis „árelfogadók”, nem pedig „ármeghatározók”, akkor nem játékelméleti problémával van dolgunk, hanem a klasszikus versenyzői piaccal.

Többen licitálnak egy értékre (festmény, olajmező, sugárzási jog). Mindenki egy zárt borítékban nyújtja be az ajánlatát, az a győztes, aki a legtöbbet ígérte, és az ígért összeget kell érte kifizetnie. Mindenki tudja, hogy ő maga mennyire értékeli a tárgyat, de nem ismeri pontosan a többiek értékelését, erről csak valamilyen vélekedése van. Minden résztvevő szeretné megszerezni az értékes tárgyat úgy, hogy lehetőleg minél nagyobb legyen a saját értékelése és a kifizetett összeg közötti különbség. Senki sem licitál többet a saját értékelésénél.

Egy tó partján három gyár van, amelyek valamilyen mértékben szennyezik a tó vizét. Legolcsóbb az lenne, ha közösen építenének egy víztisztítót, de megvan a lehetőség arra, hogy egyenként vagy ketten összefogva építsenek. Elhatározzák, hogy közösen építenek. Hogyan osszák fel egymás között a költséget?

Ezekből a példákból azonnal látszik, hogy mindegyikük egy olyan döntési helyzet, amelyben több szereplő (játékos) van a maguk többé-kevésbé eltérő érdekeivel, és az, hogy a játékosok cselekvéseinek eredménye nemcsak egy játékos döntésétől függ, hanem mindegyikétől. Az összes példánkban jelen van a konfliktus és/vagy a kooperáció lehetősége. Nem mindegy azonban, hogy milyen eszközökkel vizsgáljuk az adott konfliktushelyzetet. Ha egy jogi problémát, például egy válópert, csak a jog vagy a pszichológia hagyományos módszereivel elemzünk, akkor még kívül maradunk a játékelmélet területén. A hiányzó elem a matematikai modell. A matematikai modell egyrészt szolgáltatja a matematika tömör, világos fogalomrendszerét és nyelvezetét, másrészt olyan elemzési eszközöket nyújt, amelyekre a csupán szöveges kifejtés nem képes.

Most már adhatunk a következőkben bátran használható definíciót: *A játékelmélet matematikai modellek olyan rendszere, amelyet többszereplős konfliktushelyzetek elemzésére használunk.*

Az *elemzés* szó azonban elég tág fogalmat takar, így itt is szűkíteni fogunk. A játékelmélet normatív tudomány. Nem azt vizsgálja (például statisztikai eszközökkel), hogy a játékosok mit tesznek a valóságban egy adott helyzetben, hanem azt, hogy mit kell tenniük, ha a helyzetre és a viselkedésükre bizonyos feltételek teljesülnek. Ez egyébként a döntés-

elméletben is így van, ahol általában egyetlen döntéshozóval (játékos) foglalkozunk. Ha valakinek arról kell döntenie, hogy minden egyébben azonos két bank közül melyikbe tegye a pénzét: abba, ahol a kamat 8 %, vagy ahol 9 %, és a döntéshozó előnyben részesíti a több pénzt a kevesebbel szemben, akkor a döntéselmélet válasza egyértelmű: a 9 %-os kamatot adó bankot kell választani. Ezen mit sem változtat, hogy a valóságban esetleg nem mindenki dönt így.

Általában egy játékost racionálisnak nevezünk, ha a saját hasznosságát maximalizálja. Teljesen informálisan: a játékos a saját lehetőségei közül, a többi játékos választását adottnak véve azt választja, ami neki a legjobb, és ezt a legjobb cselekvést meg is tudja határozni, akármilyen bonyolult is ez a feladat. Ezt úgy is szokás mondani, hogy a játékos racionalitását semmi sem korlátozza. Ez a feltevés is azt mutatja, hogy a modellekben és így a játékelméletben is egy ideális világban mozgunk. Ennek az ideális világnak egyik fontos eleme a köztudás feltételezése. Ismét csak informálisan: ha minden játékos tud valamit (például azt, hogy minden játékos racionális döntéshozó), akkor azt is tudja, hogy a többiek tudják róla, hogy ő tudja ezt a valamit, sőt azt is tudja, hogy a többiek tudják róla azt, hogy ő a többiekről tudja, hogy tudják és így tovább a végtelenségig. Ennek a pontos megfogalmazása nemcsak e bevezető írás, de a legtöbb játékelméleti könyv keretein is túlmegy. Így a köztudást ebben a köznapi formájában értelmezzük. A racionalitás köztudása a játékelméletben általános feltételezés.

Most, hogy már tudjuk, hogy mivel és milyen eszközökkel foglalkozik a játékelmélet, nézzük, hogy milyen kérdésekre keres választ. Egyetlen döntéshozó esetében, legalábbis elvi szinten egyszerű a kérdés: a lehetséges dön-

tések közül melyiket (melyeket) válassza a döntéshozó, hogy a hasznossága maximális legyen? Több szereplő esetében azonban a helyzet bonyolultabb. Azonnal adódik két különböző megközelítés. Az egyik, amikor azonosítjuk magunkat egy játékosal, és arra vagyunk kíváncsiak, hogy figyelembe véve a többi játékos lehetőségeit és motivációját, valamint a játékosok viselkedésére tett feltételeket, mit kell ennek a játékosnak tennie? Ezt úgy is lehet értelmezni, hogy a játékot mintegy „alulnézetből” szemléljük. A másik megközelítéssel egy külső szemlélővel azonosítjuk magunkat, aki a saját érdekeit érvényesíteni akaró játékosok látszólag koordinálatlan cselekvéseiben valami rendet szeretne felfedezni, és magáról az egész játékról akar valami lényegeset megtudni. Ilyenkor a játékot felülről, „madártávlatból” szemléljük, és általában valami stabil, egyensúlyi állapot elérhetőségét, létezését és tulajdonságait vizsgáljuk. Bizonyos esetekben a két megközelítés ugyanoda vezet, de általában ez nem mondható el.

A következőkben megpróbáljuk a játékokat különböző szempontok alapján kategorizálni. Az egyik nagyon lényeges felosztás megkülönböztet *nem kooperatív* és *kooperatív játékokat*. Az elnevezések azt sugallják, hogy az első esetben a játékosok egymástól függetlenül hozzák meg döntéseiket, míg a másodikban összehangolják cselekvéseiket a kedvezőbb kimenetel elérése érdekében. Ennél azonban egy kicsit pontosabbak leszünk. A nem kooperatív játékok esetében egyedül azt zárjuk ki, hogy a játékosok csoportjai (koalíciók) elkötelező szerződéseket kössenek, amelyek előírják, hogy a koalíció érdekében melyik játékosnak mit kell tennie. Megengedett azonban, hogy „hallgatólagosan” működjenek együtt, egyéni érdekek által vezérelve. Tegyük

fel, hogy a vásárcsarnokban két almaárus rendszeresen 200 Ft-ért kínálja az alma kilóját, és ezáltal mindegyik tisztességes haszonhoz jut. Ha valamelyik árat csökkentene, növelni tudná a hasznát, de ezt nem teszi, mert attól fél, hogy a másik is ezt teszi, és akkor mindketten rosszabbul járnak. Ennek a helyzetnek a tanulmányozása a nem kooperatív játékok körébe tartozik. Ha viszont a két árus árkar-tellt hoz létre, és írásos szerződésben kötelezik magukat, hogy az alma kilóját 200 Ft-ért adják, akkor olyan helyzettel van dolgunk, amelynek elemzése már a kooperatív játékok területére esik. A továbbiakban, hacsak ezt külön nem említjük, a nem kooperatív játékokkal foglalkozunk.

A nem kooperatív játékok körében a játék matematikai megfogalmazásának formája szerint megkülönböztetünk normál (stratégiai) formát és extenzív formát. Vegyük először a normál formát. Tegyük fel, hogy a G nem kooperatív játékot n játékos játssza (n -személyes játék). Minden játékos esetében megadjuk a játékosok lehetséges cselekvéseit (ezeket szokás stratégiáknak vagy akár akcióknak is nevezni). Ha az n játékos egy-egy cselekvéséből (stratégiájából) összeállítunk egy cselekvésegységet, akkor azt cselekvésprofilnak (stratégiaprofilnak) nevezzük. Minden cselekvésprofil, amely meghatározza a játék egy kimenetelét, minden játékos szempontjából egy számmal értékelünk, amely a „hasznosságot”, vagy játékelméleti terminológiával a „kifizetést” jelenti. Minden játékosnak van tehát egy *hasznosságfüggvénye* (kifizetőfüggvénye). A játékosok cselekvéshalmazait és a kifizetőfüggvények együttesét *normál formában* adott játéknak nevezzük. A játék lefolyását úgy kell elképzelnünk, mintha minden játékos egy külön szobában ülne, előtte a lehetséges cselekvései, és belőlük kiválaszt

egyét. Egy játékvezető aztán összeszedi a kiválasztott cselekvéseket, összeállítja belőlük a cselekvésprofil, és megállapítja a kifizetőfüggvény segítségével a kifizetéseket, amelyeket „átad” a játékosoknak. Persze a hasznosságok átadását képletesen kell érteni.

Nézzük meg, hogyan lehet a 2. példában szereplő fogolydilemmát normál formában megfogalmazni. Itt két játékosunk van (a foglyok), nevezzük őket Andrásnak (A) és Bélának (B). Mindkettő számára két cselekvési lehetőség van: Vall (V) vagy Nem vall (N). Kifizetésnek tekintjük a börtönben eltöltendő évek számának -1 -szeresét. Így megfelelünk annak az elvárásnak, hogy a játékosok hasznosságmaximalizálók. Ezt a játékot az alábbi két táblázattal tudjuk megadni normál formában:

András kifizetési:

	BV	BN
AV	-5	0
AN	-10	-2

AV: A vall, AN: A nem vall,

BV: B vall, BN: B nem vall

Béla kifizetési:

	BV	BN
AV	-5	-10
AN	0	-2

A cselekvésprofilok: (AV, BV), (AV, BN), (AN, BV), (AN, BN). A táblázat számai maguktól értendőek.

Persze nem mindig ilyen egyszerű a normál forma felírása, és a lehetséges cselekvések száma sem mindig véges. Ez a helyzet a 3. és 4. példában.

A normál forma meghatározása után következhet az elemzés. Képzeljük magunkat András helyébe. Bármit csinál is Béla, András

mindenképpen akkor jár jobban, ha vall, hiszen a -5 és 0 kifizetések jobbak, mint a -10 és -2 . Ezt úgy szoktuk mondani, hogy az AV cselekvés szigorúan dominálja az AN-et. Béla, minthogy tudja, hogy András racionális (jobban szereti a kevés büntetést, mint a többet) azzal számol, hogy András vallani fog, akkor pedig neki is vallani kell, mert ő is racionális és jobban szereti a két év börtönt, mint az öt évet. Eljutottunk odáig, hogy a szigorúan dominált (irracionális) cselekvések fokozatos (itt két lépésben) való kiküszöbölésével marad az (AV, BV) cselekvéspáros, amit a játék megoldásának tekintünk.

A helyzet azonban általában nem ilyen egyszerű, mivel a legtöbb esetben nem tudjuk egy kivételével az összes cselekvéspárt kiküszöbölni pusztán a racionalitás köztudására apellálva. Nézzük ismét a fogolydilemmát, és tegyük fel, hogy az ügyész felkeresi külön-külön mindkét foglyot a cellájában, és azt tanácsolja, hogy valljanak. Azt nem mondja meg nekik, hogy a másik mit döntött, csak azt, hogy mindenkinek azt tanácsolta, hogy valljon. Ekkor, mint azt a számokból láthatjuk, egyik fogolynak sem érdeke, hogy más csináljon, mint amit tanácsoltak neki, feltéve, hogy a másik megfogadta az ügyész tanácsát. Ezt az állapotot, az (AV, BV) cselekvésprofil, joggal lehet egyensúlyi helyzetnek tekinteni, hiszen senkinek sem érdeke egyedül eltérni ettől, ha a másik nem tér el. Ezt az állapotot nevezzük *egyensúlypontnak*, vagy manapság már felfedezőjéről, *John Nash* közgazdasági Nobel-díjas amerikai matematikusról, Nash-egyensúlypontnak. Egyszerű a definíció kiterjesztése többszemélyes játékokra: egy cselekvésprofil Nash-egyensúlypontnak nevezzük, ha egyetlen játékosnak sem érdeke a saját cselekvését megváltoztatni, feltéve, hogy a többiek nem változtatnak. Más megfogal-

mazásban: Nash-egyensúlypontban bármely játékos egyensúlyi cselekvése a legjobb felelet (maximálja a saját hasznosságát) a többi játékos egyensúlyi cselekvésprofiljára. Ha egy Nash-egyensúlypontban a játékosok cselekvése a legjobb felelet a többiek bármely (nemcsak az egyensúlyi) cselekvésprofiljára, akkor domináns Nash-egyensúlypontról beszélünk. A fogolydilemmában az (AV, BV) cselekvésprofil domináns Nash-egyensúlypont.

Az egyensúly magát a helyzetet nem minősíti a játékosok közössége szempontjából, vannak nagyon rossz egyensúlyi állapotok és jó (akár minden játékos számára jobb) nem egyensúlyi állapotok. A fogolydilemmában az (AN, BN) nem egyensúlyi kimenetel mindkét játékos számára jobb, mint az egyensúlyi (AV, BV). Az előnytelen Nash-egyensúlyra számos példát mutat be és elemez Hankiss Elemér *Társadalmi csapdák* című, kitűnő könyvében.

Kis túlzással azt lehet mondani, hogy a nem kooperatív játékok elmélete a Nash-egyensúly körül forog. Ilyen kérdéseket vizsgálunk például:

- Milyen feltételek mellett létezik Nash-egyensúlypont? A fogolydilemmának van Nash-egyensúlypontja, míg az érmepárosításnak nincs, amit a négy kimenetel megvizsgálásával egyszerűen ellenőrizhetünk.
- Milyen feltételek mellett van csak egyetlen Nash-egyensúlypont?
- Ha több (esetleg igen sok) Nash-egyensúlypont van, milyen kritériumok alapján lehet ezekből kiszűrni azokat, amelyek intuícióellenesek, más szóval élesen ellentétesek tapasztalatainkkal és sokszor a józan paraszti ésszel?
- Hogyan lehet eljutni egy nem egyensúlyi állapotból egyensúlyi állapotba?

- Milyen eljárásokkal, algoritmusokkal lehet kiszámolni a Nash-egyensúlypontot az alapadatokból (a normál formából)?
- Milyen tulajdonságai vannak a Nash-egyensúlypontnak egyes speciális játékosztályokban?
- Hogyan lehet a Nash-egyensúlypontot úgy általánosítani, hogy figyelembe lehessen venni az egyes játékosok különböző informáltságát?
- Hogyan lehet a Nash-egyensúlypontot úgy általánosítani, hogy olyan kimenetek is megjelenhessenek egyensúlyként, a játékosok önrédeke által vezérelve, amelyek egyértelműen kedvezőbbek bármely Nash-egyensúlypontnál?
- Milyen speciális tulajdonságai vannak a Nash-egyensúlypontnak az egyes alkalmazási területeken (közgazdaság, biológia, informatika, sport stb.)
- Hogyan lehet egy „kívánatos” kimenetelhez egy olyan játékot szerkeszteni, amelynek egyetlen (domináns) Nash-egyensúlypontja éppen ezt a kimenetelt realizálja?

Ezeknek a kérdéseknek némelyikére az ebben a válogatásban található tanulmányokban feleletet is kapunk.

Most egy ideig tétélezzük fel, hogy minden játékosnak csak véges számú cselekvési lehetősége van. Mint azt korábban megjegyeztük, ekkor nincs semmi garancia arra, hogy mindig létezzék Nash-egyensúlypont. Próbáljuk azonban keverni a cselekvéseinket, ami azt jelenti, hogy a játékosok nem a cselekvési lehetőségeik közül választanak, hanem azt határozzák el, hogy milyen valószínűséggel választják egyes cselekvéseiket. Az érmepárosításban dönthet például az egyik játékos úgy, hogy $1/3$ valószínűséggel fejet, $2/3$ valószínűséggel pedig írást fordít felfelé. Mikor tehát választani kell írás és fej között, akkor beletesz

egy kalapba három cédulát, egyre fejet, ketőre írást ír, és véletlenszerűen választ. Tőle függetlenül megteszi ugyanezt a másik játékos is. Mondjuk, úgy dönt, hogy $1/4$ valószínűséggel fejet és $3/4$ valószínűséggel írást fordít felfelé, és hasonló módszerrel sorsolja ki az aktuális választását. Ha a játékot nagyon sokszor játsszák le, akkor a játékosok már nem abban érdekeltek, hogy egy lejátszás során hogy járnak, hanem abban, hogy hosszú idő átlagában mennyi lesz a kifizetésük, amit úgy is szoktunk mondani, hogy a kifizetésük várható értékét igyekeznek maximalizálni. Ily módon egy új játékot definiáltunk, amelyben a játékosok lehetséges cselekvései (stratégiái) az eredeti véges számú cselekvéseken értelmezett összes valószínűség-eloszlás, kifizetési pedig a várható kifizetésük. Ezt a játékot kevert bővítésnek nevezzük, és ugyanúgy értelmezzük benne a Nash-egyensúlypontot: olyan valószínűség-eloszlás-profil, amelyet egyoldalúan egyik játékosnak sem érdeke megváltoztatni, mert a várható kifizetése nem növekszik, ha ezt megteszi. Igen figyelemre méltó, hogy így a játékok talán legfontosabb osztályára van egzisztenciátétel, Nash tétele 1950-ből: Minden véges játék kevert bővítésének van Nash-egyensúlypontja.

Nash tételének van magyar vonatkozású előzménye. *Neumann János* 1928-ban bebizonyította, hogy minden véges, kétszemélyes, zéróösszegű játék (például az érmepárosítás) kevert bővítésének van egyensúlypontja. Ebben a speciális esetben az egyensúly másképpen is létrejöhét. Vegyük az érmepárosítás játék kevert bővítését. Itt Albertnek az a feladata, hogy válasszon egy x számot 0 és 1 között, ami azt jelöli, hogy mekkora valószínűséggel választ fejet. Nyilván $1-x$ az írás választásának valószínűsége. Ugyanezt Benedeknél jelöljük y -nal. A várható kifizetést Albert

számára jelöljük $E(x,y)$ -nal. Nyilván Benedek kifizetése $-E(x,y)$. Albert mint racionális játékos a következőképpen gondolkodik: ha az x valószínűséget választom, akkor méltán számíthatok arra, mivel Benedek az $E(x,y)$ -t minél kisebbnek (ami ugyanaz, mint $-E(x,y)$ -t minél nagyobbak) szeretné, ezért olyan y -t fog választani, amely minimalizálja $E(x,y)$ -t. Az x megválasztása csak rajtam múlik, így még a legrosszabb esetben is biztosítani tudok magamnak $\max \min E(x,y)$ várható kifizetést, ahol a maximalizálás x , a minimalizálás y szerint történik. Fontos látni, hogy előbb y szerint minimalizálunk, majd x szerint maximalizálunk. Benedek ugyanígy gondolkodik, és kiszámítja a saját biztonsági szintjét $\min \max E(x,y)$ -t, ahol először x szerint maximalizálunk, majd y szerint minimalizálunk. Ez az a várható kifizetés, amennyinél többet Benedek nem veszíthet, bármit csináljon is Albert. Neumann János tétele szerint a két biztonsági szint egyenlő egymással, és Albert biztonsági szintjét maximalizáló x stratégiája és Benedek saját biztonsági szintjét minimalizáló stratégiája Nash-egyensúlypontot alkot. Ebben az esetben van tehát garancia arra, hogy a játékosok saját érdekei által vezérelt optimalizáló stratégiák és az egész játék egységes szemléletét megtestesítő egyensúly egybeessenek.

Érdekes még egy momentumot megemlíteni. A Nash-egyensúly definíciójában minden játékos csak a saját kifizetését hasonlítja össze egyensúlyban, illetve az attól való egyoldali eltérés esetén, tehát nincs szükség arra, hogy más játékosok hasznosságával mérje össze. Egy zéróösszegű játékban azonban „elrejtve” jelen van a hasznosságok összehasonlíthatósága. Amikor azt tesszük fel, hogy amit Albert nyer, azt veszíti Benedek, akkor összehasonlítjuk a hasznosságokat. Ha például

pénzről van szó, akkor egy adott összeget mindketten ugyanúgy értékelnek, függetlenül saját anyagi helyzetüktől. A kétszemélyes, zéróösszegű játékok „kellemes” tulajdonságai többek között a hasznosságok összehasonlíthatóságára vezethetők vissza.

A normál formában adott játékoknál feltettük, hogy a játékosok egyidejűleg, egymástól függetlenül hozzák meg döntéseiket. Sokszor kell elemeznünk azonban olyan helyzeteket, amelyekben lényeges az egyes döntések időbelisége és egymásra következése. Vegyük például a jól ismert sakkjátékot. A szabályok szerint az első lépést világos teszi meg (húsz lehetősége van), majd sötét következik (ugyancsak húsz lehetőséggel), és így következnek felváltva a lépések, a sakkjáték szabályainak megfelelő lehetőségekkel. Szintén a szabályok biztosítják, hogy véges számú lépés után véget ér egy játszma, és vagy valamelyik játékos nyer, vagy döntetlen lesz.

Nagyon hasznos megjelenítési formája egy ilyen játéknak, ha a játékot a gráfelméletből ismert speciális gráffal, egy gyökérral rendelkező véges fával ábrázoljuk. Gondoljunk egy valódi fára, amelynek a tövéből (ez a gyökér) ágak indulnak el felfelé, majd bizonyos pontokból (csomópontok) újabb ágak indulnak ki, és így tovább, mindaddig, amíg elérkezünk egy olyan ághoz, amelyből már nem indul ki másik ág. Ezeknek az ágaknak a végpontjait leveleknek nevezzük. A levelekben (a játék végén) megtörténnek a kifizetések. Azokat a pontokat, amelyek nem levelek, döntési pontoknak hívjuk. Ennek a fának a felépítésével a játékot extenzív formában adjuk meg.

Bővítsük a játékosok halmazát egy speciális játékkal (nevezzük „Véletlennek” és jelöljük V -vel), míg hívjuk a többieket valódi játékosoknak. Rendeljünk hozzá minden

döntési ponthoz egy játékos, aki abban a pontban „lép”, ami azt jelenti, hogy ha ez a játékos V, akkor egy adott valószínűségeloszlás szerint véletlenszerűen választ egy továbbhaladási irányt, ha pedig valódi játékos, akkor tudatosan teszi ezt. Ha a V több döntési pontban is lép, akkor a sorsolásokról ezekben a pontokban feltesszük, hogy egymástól függetlenek. Mivel a fa véges, és minden lépéssel haladunk egy levél felé, véges számú lépésben elérünk egy levelet, ahol megtörténnek a kifizetések, minden valódi játékoshoz hozzárendelünk egy valós számot, ami azt a hasznosságot mutatja, amennyit neki „ér” a levél által reprezentált végső helyzet (kimenetel). Tegyük fel, hogy ketten sakkoznak, és pénzfeldobással döntik el azt, hogy ki melyik színnel van. Ennek a játéknak, a fával való ábrázolás esetén, a gyökeréhez V van rendelve, és $1/2$ valószínűséggel halad tovább a játék abban a két irányban, amikor A játékos világos, illetve B játékos világos. Utána már csak valódi játékosok lépnek a szabályok adta lehetőségek választásával. Ha elérnek egy levelet, akkor kapjon a győztes 1 pontot, a vesztes -1 -et, döntetlen esetében pedig mindkettő 0 -át. (Így zéróösszegűvé tettük a játékot).

Hogyan definiáljuk egy valódi játékos stratégiáját egy ilyen játékban? A köznapi szóhasználatban a stratégia egy hosszabb távra szóló, nagyvonalú terv. Itt is lényegében erről van szó, a terv azonban az egész játékra vonatkozik, és nem nagyvonalú, hanem minden részletre kiterjed. Kicsit pontosabban: egy stratégia egy játékos teljes magatartásterve, amely minden olyan döntési pontban, ahol az illető játékosnak kell lépnie, megmondja, hogy merre menjen, ha odáig jut a játék. Elképzelhetjük úgy is, hogy egy nagy papírlapon fel van sorolva az összes olyan döntési pont, ahol, mondjuk, az A játékosnak kell döntenie,

és melléírjuk azt a lépést, amit akkor tenne, ha ehhez a ponthoz jutna a játék. Ez tényleg egy teljes terv, még olyan pontokban is megmondja, hogy mit kell tenni, ahová a játék éppen ennek a játékosnak egy korábbi lépése következtében el sem juthat. Egy ilyen papírlap birtokában bárki, vagy akár egy számítógép is helyettesíteni tudja a játékos, csak követni kell az utasításokat. Ha csak egy döntési pontban is más lépés van írva a papíron, akkor az már egy másik stratégia. Világos, hogy a játék vége miatt véges számú stratégia van, és az ezeket tartalmazó papírlapokból összeállíthatunk egy könyvet, a játékos lehetséges stratégiáinak a könyvét. Ha ezt megtesszük minden játékos esetében, akkor az extenzív formában adott játékot normál formájú véges játékká alakítottuk át. A lehetséges cselekvések halmaza egy könyv, egy cselekvés a könyv egy lapja, ha minden könyvből veszünk egy lapot, akkor egy cselekvésprofilunkat kapunk. Egy cselekvésprofil birtokában bárki le tudja játszani a játékot, csak követni kell a papírlapokon lévő utasításokat, és sorsolni kell, amikor a Véletlen lép. Végül eljutunk a fa egy leveléig, amelyhez meghatározott kifizetések tartoznak. Ha a Véletlen is szerephez jut, akkor a játékosokat itt is a várható kifizetések érdeklik. Egy levélhez való eljutás valószínűségét a gyökértől a levélhez vezető út mentén elhelyezkedő valószínűségek szorzata adja, mert hiszen feltettük, hogy a Véletlen sorsolásai egymástól függetlenek.

Az így nyert normál formájú játékot most már úgy játszunk le, hogy a játékosok egymástól függetlenül választanak egy lapot a könyvükből, ezt egy játékvezető összegyűjti, és lejátsza a játékot az utasítások szerint (sorsol, ahol kell), majd a végén megtörténik a kifizetés. Így az intellektuális teljesítmény, például a sakkban, a papírlap (stratégia) kiválasz-

tása. A többi mechanikus, a játékosok megbízottai vagy egy játékvezető lejárhatja a játszmat.

Vegyük észre, hogy az ilyen típusú játékokban, amelyeket tökéletes információjú játékoknak nevezünk, legalábbis elvben, minden játékos tudja, hogy a fa melyik pontjában vagyunk, és a játék minden elemét ismeri. Ha ehhez még azt is hozzávesszük, hogy a játékosok racionalitása is köztudott, egy speciális módszerrel, amit visszafelé görgetésnek vagy visszafelé indukciónak nevezünk, meg is tudjuk határozni a játék egy Nash-egyensúlypontját. Vegyünk egy olyan döntési pontot, amelyből kiinduló lépések már a fa leveleihez vezetnek. Ilyen biztosan van, kivéve azt a triviális és érdektelen esetet, amikor a fa csak egyetlen pontból, a gyökérből áll, ami egyúttal az egyetlen levél. Ha ebben a döntési pontban egy valódi játékosnak (nem a Véletlennek) kell lépnie, akkor racionalitására hivatkozva mondhatjuk azt, hogy abban az irányban lép, amely a számára legnagyobb kifizetést adja. A racionalitás köztudott, tehát mindenki tudja, hogy ha a játék ehhez a ponthoz ér, mi fog történni, és milyen kifizetések lesznek. A fának ezeket az ágait levágjuk, és a döntési pont lesz az új, csökkentett méretű fa egy levele. Az eljárást megismételjük, és tesszük ezt mindaddig, amíg el nem jutunk a fa gyökeréhez. Be lehet bizonyítani (nem nehéz!), hogy így egy Nash-egyensúlypontot kapunk, az egyensúlyi stratégiákat a visszafelé görgetés során az egyes pontokban meghatározott kifizetés maximalizáló lépések adják. Hasonlóan lehet kezelni azt az esetet, amikor a Véletlen lép egy döntési pontban, ám ennek részleteivel itt nem foglalkozunk.

A visszafelé görgetéssel konstruktívan bizonyítjuk, hogy egy véges fával ábrázolható tökéletes információjú játéknak van Nash-

egyensúlypontja. Minthogy a sakk is ilyen játék, így játékelméleti szempontból determinált: a következő három eset pontosan egyike fennáll:

- Világosnak van olyan stratégiája, amely minden esetben biztosítja a győzelmet, csináljon sötét bármit is.
- Sötétnek van olyan stratégiája, amely minden esetben biztosítja a győzelmet, csináljon világos bármit is.
- Világosnak és sötétnek is van olyan stratégiája, amely alkalmazásával legalább döntetlent érnek el.

A sakk azért továbbra is érdekes játék marad, mert ezek elvi lehetőségek. A valóságban a stratégiák száma csillagászati, és még a leggyorsabb számítógépek számára is reménytelen feladat egy Nash-egyensúlypont meghatározása.

A Nash-egyensúlypont visszafelé görgetéssel való meghatározásának van még egy sajátossága: a részjáték tökéletes Nash-egyensúlypontot határoz meg. Ez azt jelenti, hogy az egész játékra vonatkozó egyensúlyi stratégia továbbra is az marad, ha bármely döntési pontból kiinduló részjátékokra szűkítjük le. Az így meghatározott egyensúlyi stratégiákat nem kell tehát útközben megváltoztatnunk a játék lejárása folyamán. Nem minden egyensúlypont ilyen. Jó példát szolgáltatnak azok a játékok, amelyek nem hihető fenyegetéseket tartalmaznak.

Híres példa az „áruházlánc” játék. Egy áruház fontolgatja, hogy belépjen-e egy áruházlánc uralta piacra. Ha belép, akkor az áruházláncnak kell döntenie, hogy árharcot indít-e, vagy belenyugszik az új helyzetbe. A preferenciák a következők:

A belépőnek a legkedvezőbb, ha belép, és az áruházlánc nem harcol ellene, a legrosszabb, ha belép, és az árharc következtében

tönkremegy. Az az eset, amikor nem lép be, a kettő között helyezkedik el.

Az áruházláncnak a legkedvezőbb, ha nincs új belépő, a legrosszabb, ha van belépő, és harcolnia kell, ami sok plusz költséggel jár. A közbülső eset az, amikor belép az új szereplő, és az áruházlánc ebbe belenyugszik.

Ennek a játéknak két Nash-egyensúlypontja van:

- Az áruház belép a piacra, és az áruházlánc nem harcol.
- Az áruház nem lép be, de ha belépne, akkor az áruházlánc harcolna.

Az első részjáték tökéletes (ezt kapjuk a visszafelé görgetéssel), a másik viszont nem az, hiszen ha már az áruház belépett, akkor az áruházláncnak nem érdeke a harc. Itt az a fenyegetés, hogy harc lesz, ha az áruház belép, nem hihető, mivel ez ellentmond az áruházlánc racionalitásának.

Nem minden extenzív játékban van azonban minden játékosnak tökéletes információja. Gyakran előfordul, hogy egy játékos nem tudja pontosan, hogy hol tart a játék a fában, és mégis döntést kell hoznia. Ez a helyzet a legtöbb kártyajátékban. Ismerjük a saját kártyáinkat, de arról, hogy milyen kártyáik vannak a többieknek, csak részleges információnk van. Ugyanez a helyzet, ha egy extenzív játékban nemcsak egymást követő döntések vannak, hanem egyidejűek is. Ezeket a játékokat nem tökéletes információjú játékoknak nevezzük. Leírásukra továbbra is a gráfelméleti modellt, a véges fát használjuk, azzal a kiegészítéssel, hogy a valódi játékosok döntési pontjait információhalmazokba csoportosítjuk. Ha a játék ebbe az információhalmazba ér, akkor a játékos csak azt tudja, hogy ebben a halmazban van, de nem tudja, melyik pontjában. Minden pontból ugyanannyi él indul ki, amelyeket meg lehet úgy je-

lőlni, hogy azonos indexszel jelöltek után ugyanaz a játékos következik majd. Egy információhalmazon a pontok nem lehetnek élekkel összekötve. A tökéletes információjú játék az a speciális eset, amikor minden információhalmaz egy pontból áll.

Ezeknél a játékoknál hasonlóan értelmezzük a stratégiát, mint tökéletes információ esetén: egy stratégia egy utasításrendszer, amely megmondja minden információhalmaz esetében, hogy az ott sorra jövő játékos mit lép, ha a játék oda jut. Az egyensúlypontot és a részjáték tökéletes egyensúlypontját is hasonlóan értelmezzük, kivéve, hogy minden részjáték csak egy pontból álló információhalmazzal kezdődhet (a többieket nem tekintjük részjátéknak). Van azonban két lényeges különbség a tökéletes és a nem tökéletes információjú játékok között:

A nem tökéletes információjú játékoknak nem feltétlenül van Nash-egyensúlypontjuk. Példa erre az érmepárosítás, amit megfogalmazhatunk nem tökéletes információjú játékként a következőképpen. Először Albert lép, vagy fejet, vagy írást. Utána lép Benedek, akinek egy információhalmaza van: Albert két lehetséges lépése, ebben az információhalmazban lehet két irányban, fej vagy írás, lépnie anélkül, hogy tudná, Albert mit lépett. Ennek a játéknak nincs egyensúlypontja.

Ha átalakítjuk a játékot normál formára, akkor viszont már tudjuk, hogy a kevert bővítésnek van Nash-egyensúlypontja.

Nem tökéletes információ esetén nem működik a visszafelé görgetés. Ez nemcsak az egyensúlypontok kiszámítását nehezíti, hanem elveszítjük azt a tisztán csak a racionalitás köztudására épülő forgatókönyvet, amelynek alapján meg tudjuk magyarázni a Nash-egyensúly spontán, bármiféle játékvezetés nélküli létrejöttét.

Abból az idealizált világból, amit a játék minden elemének teljes ismerete jelent, jelentős lépést tett a realitás felé *Harsányi János* 1967-ben, amikor megalkotta a nem teljes információs játékok máig is leggyakrabban használt modelljét. Ennek feltevése, hogy minden játékos többféle „típusú” lehet, de mindenki csak a saját típusát ismeri, a többiek típusának csak a valószínűségeloszlását, amit vélekedésnek nevezünk. Alapvető feltétel, amit szokás Harsányi-doktrínának nevezni, hogy van a típusúterén (a típusprofilok összességén) egy elsődleges (a priori) eloszlás, és a játékosok vélekedései a saját típusukra mint feltételre vonatkozó feltételes eloszlások. Ha például van két játékosunk, és mindkettő típusa balkezes vagy jobbkezes, akkor mindketten tudják a saját típusukat. Van ugyanakkor egy a priori eloszlás a négy lehetőségén (jobbkezes, jobbkezes), (jobbkezes, balkezes), (balkezes, jobbkezes), (balkezes, balkezes), amelyből lehet származtatni a vélekedéseket:

- Feltéve, hogy én balkezes vagyok, mi a valószínűsége, hogy a másik is az?
 - Feltéve, hogy én balkezes vagyok, mi a valószínűsége, hogy a másik jobbkezes?
- A játékosoknak vannak cselekvési lehetőségeik, és a kifizetésük nemcsak a választott cselekvésprofilról, hanem a típusprofilról is függ. Ha két ökölvívóra gondolunk, akkor az ütés eredményessége nemcsak attól függ, hogy milyen ütést választottak, hanem a bal- és jobbkezeségüktől is.

A játékosok várható kifizetésük maximalizálásában érdekeltek. A játékot jól lehet értelmezni nem tökéletes információjú játékként, felhasználva a Harsányi-doktrínát. A játék a Véletlen lépésével kezdődik, aki a köztudott a priori valószínűségeloszlás szerint kisorsolja a típusokat. Mindenki megtudja a

saját típusát, ami kijelöli az információhalmazokat. Ezek után a játékosok cselekvéseket választanak, majd megtörténnek a kifizetések. Ebben a játékban egy stratégia: a játékos minden típusához hozzárendel egy cselekvést, más szóval egy típus–cselekvés függvény. A Nash-egyensúly, amit ebben az esetben bayesi egyensúlynak neveznek, olyan típus–cselekvés függvényprofil, amelytől egyoldalúan nem érdemes egyik játékosnak sem eltérnie.

Az 5. példában a típusok az egyes licitálók értékelései (mennyire értékeli a festményt), a cselekvések a licitek, a kifizetés pedig 0, ha valaki nem nyeri meg a festményt, és az értékelés és a licit közötti különbség, ha megnyeri. A típusok eloszlására a legegyszerűbb feltevés, hogy egymástól független, egyenletes eloszlásúak egy adott intervallumon. A stratégiák pedig a licitek a saját értékelés függvényében. A bayesi egyensúlyban egyetlen játékosnak sem érdemes a licitfüggvényét megváltoztatnia, ha a többiek nem változtatnak.

Szóljunk néhány szót a kooperatív játékokról is. A legtöbb modell és elemzés átruházható hasznosságot tételez fel, így mi is élünk ezzel az egyszerűsítéssel. Az átruházható hasznosság helyett beszéljünk egyszerűen pénzről, és ekkor csak azt kell feltennünk, hogy minden játékosnak azonos a pénzre vonatkozó hasznossága. Ez lehetővé teszi, hogy pénzzel lehessen kompenzálni játékosokat bizonyos áldozatokért, amelyeket a közjóért hoznak.

Itt is alapvető az a matematikai forma, ahogy a játékot megadjuk. Legelterjedtebb a Neumann János és *Morgenstern Oskar* (1944) által bevezetett karakterisztikus függvényforma. Tegyük fel, hogy $N = \{1, 2, \dots, n\}$ az n játékos véges halmaza és S ennek egy tetszőleges részhalmaza, amit koalíciónak nevezünk. A v karakterisztikus függvény minden S ko-

alícióhoz hozzárendel egy $v(S)$ valós számot (hasznosságot), amit a koalíció értékének nevezünk, és úgy értelmezünk, mint az a hasznosság, amit az S koalíció mindenféleképpen tud magának biztosítani tagjai kooperációjával, függetlenül attól, hogy a többi játékos mit csinál. A matematikai absztrakció ezen szintjén nem érdekes, hogy ezt miképp tudják az S koalíció tagjai elérni.

Tegyük fel, hogy megalakul az N nagykoalíció, és megszerzi a $v(N)$ hasznosságot. A leggyakrabban vizsgált kérdés az, hogy hogyan osszák fel a koalíció tagjai ezt egymás között. Természetesen sokféle felosztási elv lehetséges. Hogy csak két szélsőséges esetet említsünk:

Az egyenlő felosztás, amikor mindenki $v(N)/n$ -et kap.

A diktatórikus felosztás, amikor egy játékos, a „diktátor” kap mindent ($v(N)$ -et), és mindenki más semmit.

Mind a két felosztás olyan, amely nem veszi figyelembe az egyes játékosok szerepét, erejét a potenciálisan kialakítható koalíciókban. Nem szívesen egyezik például bele két játékos olyan szétosztásba, amely szerint ketten összesen kevesebbet kapnak, mint amennyit kettejük koalíciója el tudna érni, ha kiálnának a nagykoalícióból.

A 6. példában három játékos a három gyár, A, B és C. A lehetséges koalíciók (A), (B), (C), (AB), (AC), (B,C), (A,B,C). Minden S koalícióhoz hozzárendeljük azt a $c(S)$ költséget, amennyibe kerülne az S tagjai által okozott szennyezés megszüntetése. A karakterisztikus függvény a költségfüggvény -1 -szere. A feladat a $c(A,B,C)$ összköltség szétosztása a játékosok között.

A kooperatív játékoknál is központi kérdés a stabilitás. Itt egy szétosztás vagy a szétosztások egy halmazának stabilitását vizsgál-

ták a legtöbbet. Ezt sokféleképpen lehet megtenni. Ha egy szétosztás olyan, hogy egyetlen koalíció sem tud a tagjainak összesen többet biztosítani, mint amennyit összesen a szétosztásban kapnak, akkor ezt a stabilitás egy formájának tekinthetjük, mert egyetlen koalíciónak sincs meg az ereje a nagykoalícióból való kiválás fenyegetésével a szétosztást destabilizálni. Az összes, ilyen értelemben vett stabil szétosztás halmazát nevezzük a játék magjának. A mag lehet üres is, tartalmazhat túl sok szétosztást is, és így ebből a szempontból hasonló ahelyzet a Nash-egyensúlyponthoz a nem kooperatív játékoknál. Szerencsére sok közgazdasági eredetű játékban a mag bizonyíthatóan nem üres (például cserepiaci játékokban vagy a lineáris termelési játékokban).

Gyakorlati szempontból, például a 6. példában, egyetlen szétosztást szeretnénk, amely minden esetben létezik. A költségeket valahogyan szét kell osztani. Itt két lehetséges megközelítés van arra, hogy egy szétosztási elvet el tudjunk fogadtatni az érdekeltekkel: választunk egy intuitíven vonzó szétosztási elvet, amelynek kimutatjuk előnyös tulajdonságait.

Felsorolunk olyan előnyös tulajdonságokat mint követelményeket egy szétosztással szemben, amelyekkel remélhetőleg minden játékos egyetért. Utána kimutatjuk, hogy csak egyetlen szétosztás van, amely mindezeket a követelményeket kielégíti. Érdekes, hogy ha egyenként teljesen elfogadható, szinte megkérdőjelezhetetlen követelményekből túl sokat kívánunk meg, akkor előfordul, hogy semmilyen szétosztási elv nem teljesíti azokat egyszerre.

A leghíresebb szétosztás a Shapley-érték (lásd Solymosi Tamás tanulmányát). Itt minden játékos az egyes koalíciókhoz való egyéni hozzájárulásainak átlagát kapja. Számos

egyéb szétosztási elv van még, ezekkel még az említés szintjén sem foglalkozunk. Ugyancsak nem érintjük a nem átruházható hasznosságok problémakörét sem.

Abban a reményben hagyjuk itt abba ezt a rövid bevezetőt, hogy az olvasó kedvet kap

a többi, a játékelmélet egyes részterületeivel alaposabban foglalkozó tanulmány elolvasásához.

Kulcsszavak: *játék, stratégia, extenzív forma, egyensúly, fogolydilemma, koalíció*

IRODALOM

- Hankiss Elemér (1979): *Társadalmi csapdák*. Budapest, Magvető
- Harsányi, J. C. (1967): Games with Incomplete Information Played by “Bayesian” Players. I–III. *Management Science*. 18, 159–182., 320–334., 486–502.
- Nash, John (1950): Equilibrium Points in N-Person Games. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 36, 48–49.

- Neumann, John von (1928): Zur Theorie der Gesellschaftsspiele, *Math. Ann.* 100, 295–320.
- Neumann, John von – Morgenstern, Oskar (1944): *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton
- Shapley, Lloyd S. (1953): A Value for N-Person Games. in: Kuhn, H. W. – Tucker, A. W. (eds.): *Contributions to the Theory of Games*. II. Princeton University Press, Princeton, 307–317.



TÖBBSZINTES FOGOLYDILEMMA

Mérő László

egyetemi tanár,
ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar Döntés- és Gazdaságpszichológiai Szakcsoport
mero@darwins.hu

Bevezetés

Forgó Ferenc bevezető tanulmányában a 2. példaként bemutatott fogolydilemma a játékelmélet zászlóshajója, amely talán a leglátványosabban jeleníti meg, miféle kérdésekkel foglalkozik a játékelmélet, és miféle válaszokat tud adni. Másfelől, a fogolydilemma a játékelmélet „gumicsontja”: matematikusok, pszichológusok, politikusok, közgazdászok ezrei vizsgálták, próbáltak rá megoldást találni, mégis ma éppoly rejtélyes és elképesztő, mint 1950-ben, amikor Merrill Flood és Melvin Drescher, a RAND Corporation kutatói először felvetették. A nevét Albert W. Tucker-től kapta, aki 1951-ben írta róla az első cikket, és aki először fogalmazta meg abban a „minikrimi” formában, ahogyan Forgó Ferenc is ismertette, és amit azután ahány szerző átvett, annyiféleképpen színezett ki.

Bő fél évszázad és több ezer publikáció után a fogolydilemma ma sem veszítette el az érdekességét, és tanulmányozása még ma is eredményez újabb és újabb felismeréseket. Ebben a cikkben először bemutatjuk a fogolydilemma néhány kevésbé közismert érdekességét, majd egy olyan általánosítást ismertetjük, amelynek segítségével a kooperáció és a versengés együttes megjelenése is vizsgálhatóvá válik.

Fogolydilemmák a mindennapi életben

Két benzinkút áll egymás mellett az úton. A tulajdonosoknak minden hónap elején dönteniük kell a következő hónapi árról, és az állam törvényei nem engedik meg, hogy hónap közben árat változtassanak. A következő havi árat a hó első napján éjfélkor ki kell írni.

Az egyik kút tulajdonosa így morfondíroz: a múlt havi áron volt egy kis nyereségem, de nem túl sok. Ha a másik kút vevőit el tudnám csábítani, akkor már hatalmas nyereséget kaszálhatnék. Mi lenne, ha egy kicsit csökkenteném az árat? Ezzel ugyan kevesebbet nyernék egy-egy liter benzinen, de a forgalmam csaknem megduplázódna, s így a jelenlegi 1 egységnyi nyereségem 4 egységnyire nőne. Felmerül azonban benne a kétely: mi történne, ha a másik kút tulajdonosa is ugyanígy gondolkodna, és ő is csökkentené az árat. Ebben az esetben a forgalma semmivel sem nőne, és a csökkentett áron ugyanilyen forgalom mellett a következő hónapban a kútja nullszaldós lenne. Sőt, ha ő megtartja a múlt havi, magasabb árat, és a másik benzinkutas mégis úgy dönt, hogy árat csökkent, akkor a kisebb forgalom mellett még akkor is erősen veszteséges lenne a kútja, ha a magasabb áron adja a benzint; a veszteség 3 egység.

Közeledik az éjfél, ki kell tennie az új árat, ha változtatni akar. A biztonság kedvéért elkészíti az új táblát a csökkentett árral, hogy ha azt látná, hogy a szomszéd árat csökkent, akkor gyorsan ő is csökkenthessen. Kiballag a táblával éjfélkor a kúthoz, és látja, hogy a másik kutas is gondterhelten ballag a kútja felé, hóna alatt egy kis táblával. Már épp szólni akarnának egymásnak, amikor látják, hogy szemben ott áll az állam rettegett ellenőre, aki azt vizslatja, mi a helyzet az árakkal éjfélkor. Tárgyalásokra nincs idő, azonnal dönteni kell mindkét kutasnak: kiteszi-e az új táblát az alacsonyabb árral, vagy otthagyja a régit. A döntő pillanatban, éjfélkor nem látják, mit csinál éppen a másik: anélkül kell dönteniük az új árról, hogy tudnák, mit tesz a konkurencia.

A helyzetet összefoglaló *1. táblázatból* kiolvashatjuk, hogy a helyzet logikája pontosan azonos a fogolydilemmáéval: bármit is tett a „másik” kutas, az „egyik” mindkét esetben jobban jár az árcsökkentéssel. Ha a másik kutas csökkentett, akkor az egyik kutas elkerülheti a veszteséget, ha pedig a másik kutas nem csökkentett, akkor az egyik megnégyeszeresítheti a nyereségét. Ott, éjfélkor tehát a mohóság és a veszteségtől való félelem egyaránt az árcsökkentés mellett szól, de ha mindketten ezt teszik, mindketten elvesztik az összes nyereségüket.

Fogolydilemmára vezethet egy egyszerű adásvétel is, főleg zugárustól, ahol nincs garancia arra, hogy holnap is megtaláljuk egymást. Sok ellenőrzésre nincs idő: én fizethetek

hamis pénzzel, ő adhat hamis árut. Ha már egyszer kezünkben a cucc, akármi is az, jobban járunk, ha hamis pénzzel fizettünk. Ha már partnerünk kezében a pénz, akár igazi, akár hamis, jobban jár, ha hamis árut adott. De ha mindketten így teszünk, akkor senki nem nyer semmit, holott a tisztességes üzlet mindketten nyerhettünk volna.

Tipikus fogolydilemma-helyzetet ábrázol Puccini *Tosca* című operája. Tosca szerelmét, Cavaradossit a korruprt rendőrfőnök, Scarpia halálra ítéli. Scarpianak azonban nagyon tetszik Tosca, és azt az ajánlatot teszi neki, hogy ha az övé lesz, akkor cserében ő, Scarpia megparancsolja a kivégzőosztagnak, hogy vaktölténnyel lőjenek. Tosca kijelenti, hogy csak akkor kapja meg Scarpia, ha visszavonhatatlanul kiadta a parancsot a vaktöltény használatára. Tosca azonban a nem kooperatív megoldást választja: ölekezés közben leszúrja Scarpia. Nyomban kiderül azonban, hogy Scarpia sem a kooperatív stratégiát játszotta: parancsa álparancs volt, eldördül a sortűz, és Cavaradossi holtan rogy össze. Mi más is történhetne egy operában: konkrét számok nélkül is a fogolydilemma logikája érvényesül.

Tipikusan fogolydilemmára vezet a fegyverkezési verseny logikája is. Két szembenálló hatalom között kialakulhat valamiféle egyensúly úgy is, hogy mindkét fél állig fegyverkezik, de úgy is, hogy mindketten csak aránylag keveset költenek a fegyverkezésre. Az olcsó egyensúly nyilván mindkét félnek jobb, mint a drága.

		A másik kutas	
		árat csökkent	nem csökkent
Az egyik kutas	árat csökkent	0, 0	4, -3
	nem csökkent	-3, 4	1, 1

1. táblázat • A benzinkutasok fogolydilemmája

		a másik hatalom stratégiái	
		fegyverkezik	nem fegyverkezik
az egyik hatalom stratégiái	fegyverkezik	2,2	4,1
	nem fegyverkezik	1,4	3,3

2. táblázat • A fogolydilemma általános szerkezete

Az ezt összefoglaló 2. táblázatban a számok már csak sorrendet jeleznek: 1 pontot ér a helyzet legrosszabb lehetséges kimenetele, 4-et a legjobb. A drága egyensúly jobb, mint a kiszolgáltatottság, a fölény jobb, mint az olcsó egyensúly. Ez az értékrend ugyan vitatható és vitandó is, de kétségtelenül gyakori, főként ha a fölény könnyen közvetlen gazdasági előnyökre váltható.

A játékelmélet feltételezi, hogy a játékosok pontosan tisztában vannak saját (legalábbis vélt) érdekeikkel, értékrendjükkel. Ezen változtatni nem a játékelmélet feladata, viszont a játékelmélet éppen tiszta absztraktsága révén különösen élesen hívhatja fel a figyelmet a változtatás szükségességére, például azzal, hogy egyértelműen kiderül, ha egy adott értékrend óhatatlanul fogolydilemmához vezet, annak összes következményével.

A fogolydilemma elsősorban a kooperációról szól, annak nyilvánvaló szükségességéről és sokszor elkerülhetetlen nehézségeiről. Mindegyik példánkban a két stratégia egyike kooperatív, a másik nem. Kooperatív a fogoly, ha nem vall, a benzinkutas, ha nem csökkenti az árat, a hatalom, ha nem fegyverkezik. Ezzel a viselkedéssel lehetővé teszik, hogy ha mindkét fél hasonlóan gondolkodik, akkor jobb eredmény születhessen. A nem koope-

ratív stratégiát *versengőnek* fogjuk nevezni, bár ez a szó nem mindig fedi a lényegét, Toscana például nem igazán szerencsés kifejezés.

A megfogalmazás szerepe

A szociálpszichológusok főként abból a célból végeznek fogolydilemma-kísérleteket, hogy kiderítsék, mi módon lehet az embereket a legeredményesebben kooperációra készíteni. A kísérleti feltételek számtalan variációja közül messze leghatékonyabbnak a helyzet alkalmas átfogalmazása bizonyult. A fogolydilemma például így is megfogalmazható:

Mindkét játékos a következő instrukciót kapja: „Ha az egyik gombot nyomod meg, akkor ezzel a partnerednek adsz 2 egységet, magadnak 1-et. Ha a másik gombot nyomod meg, azzal magadnak 2 egységet adsz, a partnerednek pedig nullát.” Az egyik gomb tehát a kooperációnak felel meg, a másik az önző versengésnek. Ezt foglalja össze a 3. táblázat.

Mostani játékunk logikája egészen pontosan megegyezik a fogolydilemmával, ha a 2. táblázat számait egyszerűen csak konkrét pontértékeknek tekintjük. Például ha az egyik játékos kooperál, a másik pedig verseng, akkor az egyik játékos magának ad 1 pontot, a másiknak pedig kettőt; a másik játékos pedig magának ad két pontot, az egyiknek viszont

	magadnak	a másiknak
kooperáció	1	2
versengés	2	0

3. táblázat • A fogolydilemma más megfogalmazásban

nullát. Összességében tehát az egyik játékos 1 pontot kap, a másik pedig 4-et, akárcsak a 2. táblázatban. Könnyen átlátható, hogy a többi esetben is hasonló a helyzet.

A fogolydilemmának ez az átfogalmazása nagyon más módon láttatja pontosan ugyanazt a játékot. Azt is mondhatjuk, hogy a két játék logikailag izomorf, azaz a logika szempontjából nem különböztethető meg, mivel ha egy logikus gondolatmenet az egyik játékban kooperálásra (vagy versengésre) vezet, akkor szükségképpen a másik játékban is arra fog vezetni. Attól azonban, hogy a két játék a logika eszközeivel nem különböztethető meg egymástól, pszichológiailag még lehet erősen különböző; lehet, hogy az egyik lényegesen több kooperatív választ vált ki az emberekből, mint a másik. Mielőtt erre rátérünk, még nézzük meg ugyanennek a játéknak egy harmadik változatát. Most a helyzet a 4. táblázat szerinti.

Könnyen utánaszámolhatunk, hogy ez a játék is pontosan ugyanannak a fogolydilemma-helyzetnek egy másik megfogalmazása. Ez is logikailag izomorf a fogolydilemmával.

A pszichológiai kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a játéknak ez a legutóbbi formája lényegesen több kooperatív választ vált ki a játékosokból, mint a fogolydilemma eredeti megfogalmazása, az előbbi, 3. táblázat szerinti változat viszont kevesebbet. Az eredmények értelmezése már ízlés dolga. Valószínű, hogy a 4. táblázat szerinti megfogalmazás azért olyan hatékony a kooperáció elősegítésében, mert ez a forma világítja meg igazán élesen azt, hogy *csakis* akkor nyerhetünk so-

kat, ha azt a másik adja, azaz ha a másik kooperál. Úgy tűnik, ez a helyzetnek az a találási módja, amely mellett a játékosoknak nehezebb a maguk számára kibúvót találni a kölcsönös kooperáció szükségessége alól.

Többszemélyes fogolydilemma

Forgó Ferenc bevezető tanulmányában megemlíti Hankiss Elemér *Társadalmi csapdák* c. könyvét, amelyben magyarul először jelent meg a *Közlegelők tragédiája* névre keresztelt csapda. Ez a fogolydilemma egyik általánosítása többszemélyes játék esetére.

A helyzet itt a következő: Egy falunak van egy közös legelője. A faluban tíz gazda tart tehenet, és mind a tíz tehen jól ellegelészik a közös réten, szép kövérre meghíznak, és közben nagyjából le is legelik a mezőt. A gazdák szépen gazdagodnak, és idővel egyik-másik megengedheti magának, hogy két tehenet is tartson. Amikor az első gazda beküldi a második tehenét a rétre, még alig érezhető valami változás, legfeljebb egy árnyalattal kevesebb fű jut egy-egy tehenre, és egy picivel kevésbé lesz kövér mindegyik tehen. Amikor a második-harmadik gazda is beküldi második tehenét, még akkor sem történik semmi különös baj. A tehenek ugyan érezhetően szikárabbakká válnak, de még mindegyik jóllakott, egészséges. Amikor azonban a hetedik gazda is eljut oda, hogy megvegye második tehenét, a tehenek már szemmel láthatóan mind éheznek. Mire mind a tíz gazda megteheti, hogy két tehene legyen, minden tehen éhen pusztul. Mindeközben végig az a helyzet, hogy két tehen többet ér,

	magadnak	a másiknak
kooperáció	0	3
versengés	1	1

4. táblázat • A fogolydilemma ismét más megfogalmazásban

mint egy, úgyhogy végig mindenkinek érde-
mes megvennie a második tehenét, mindad-
dig, míg mindegyik jószág éhen nem hal.

Ez a játék is szemmel láthatóan a fogoly-
dilemma logikája szerint működik, de azért
legyünk óvatosak: nem minden társadalmi
csapda fogolydilemma. Az 5. táblázatból meg-
győződhetünk arról, hogy ez a csapda is
tényleg ugyanerre a srófra jár.

Ebben a táblázatban is csak az eredmé-
nyek kedvezőségi sorrendjét jeleztük: legjobb
eset 4 pontot kap, a legrosszabb 1-et. A tá-
blázat második számai azt jelzik, hogy a töb-
biek az adott helyzetben mennyire járnak jól
átlagosan. A játék teljesen egzakt elemzéséhez
egy ennél sokkal bonyolultabb táblázatot
kellene készíteni, amelyben minden egyes
gazdára figyelembe vesszük, hogy ő koope-
rál-e vagy verseng. Ennek a nagy táblázatnak
a tartalmát azonban jól összefoglalja az 5.
táblázat, ahol csak egy gazda viselkedését
emeltük ki külön. A táblázatban szereplő
számok pontosan megegyeznek a 2. táblázat-
beli számokkal, tehát az alaphelyzet logikája
valóban a fogolydilemmaét követi. Ez a
táblázat érvényes mindaddig, amíg a tehenek
mind éhen nem halnak. Amikor ez bekövet-
kezik, akkor a táblázat számai már nem így
alakulnak, de addigra már késő felismerni,
hogy valójában nem történt más, csak a fo-
golydilemma működött.

Többszemélyes fogolydilemmára jelleg-
zetes példa a pánikhelyzet, például amikor
tűz üt ki egy helyiségben, ahol sokan vannak,
és a helyiség ajtaja befelé nyílik. Nyilván
mindenki elindul az ajtó felé, amelyet azon-
ban éppen ezért nem lehet kinyitni. A ko-
operatív viselkedés az lenne, ha mindenki
tenne két-három lépést visszafelé. Így könnyen
ki lehetne nyitni az ajtót, és mindenki
megmenekülhetne. Általában azonban nem
ez történik, hanem az ajtó felé indulnak az
emberek, és így mindnyájan bennégnék.

Hankiss Elemér könyvének megjelenése
óta igen érdekes további fejlemény követke-
zett be a kutatásokban. Tegyük fel, hogy
minden gazda, aki beküld egy újabb tehenet
a legelőre, köteles megtéríteni a közösség
kárát, azaz befizetni a közkasszába annyit
(mondjuk annyi kiló tehenet), amennyivel a
tehenek összsúlya csökken az akciója követ-
keztében. Kiderült, hogy ebben az esetben is
érdemes az első néhány gazdának versengenie,
azaz beküldenie a második tehenét, mert ő
személyesen még így is jobban jár. Ilyen kö-
rülmények között ugyan már nem hal minden
tehen éhen a végén, de a tehenek össz-
súlya sokkal kevesebb lesz, mint ha senki sem
küld be második tehenet. Ebből is látszik,
mennyire termékeny modell a fogolydilem-
ma: egyértelműen rámutatott, hogy az ilyes-
fajta csapdahelyzetek megelőzésére még az

		A többiek	
		vesznek második tehenet	nem vesznek második tehenet
én	veszek második tehenet	2,2 – van két nagyon sovány tehenem	4,1 – van két eléggé kövér tehenem
	nem veszek második tehenet	1,4 – van egy szem sovány tehenem	3,3 – van egy szép kövér tehenem

5. táblázat • A közlegelők tragédiájának szerkezete

sem elegendő, ha mindenki teljes mértékben
megtéríti a közösségnek okozott kárt.

Többszintes fogolydilemma

A fogolydilemma-modell alkalmazásának
fontos korlátja, hogy a modell csakis kétféle
viselkedésmódot tartalmaz: egy-egy játékos
vagy teljes mértékben kooperál, vagy teljes
mértékben verseng. A valódi világban azon-
ban rendszerint nem ez a helyzet. A legtöbb
ember valamiféle közbülső viselkedésre hajlik
leginkább, amely egyszerre tartalmaz vala-
mennyi kooperáció-, illetve versengéselemet.
Például időnként beengedi maga elé a mel-
lékutcából a főútvonalra kanyarodni akaró
autóst, időnként meg nem.

Ezt a viselkedésmódot még eléggé ponto-
san modellezzük a kevert stratégiák, de azt már
nem, amikor például valaki jövedelme egy
részét eltitkolja az adóhivatal elől (ami nyil-
vánvalóan versengő stratégia), más részét meg
nem (ami kooperatív stratégia). Ilyenkor
ugyanis általában nem arról van szó, hogy az
adózó minden egyes jövedelméről külön
döntést hoz, hogy eltitkolja-e vagy sem (amit
a kevert stratégiák jól modelleznének), hanem
arról, hogy egyetlenegy döntést hoz arról,
hogy jövedelmének mekkora részét titkolja
el, s így összességében mennyi adót fizet.

Ezt a helyzetet egy másik játékkal model-
leztük, amelyet *hadvezér-játéknak* nevezünk
el. Egyelőre csak két játékos legyen: X és Y. A
játékszabály: Mindkettő beküld néhány
pozitív egész számot, amelyek összege 12 – ez
lesz a „hadserege”. A két hadsereg küzdelmé-
nek eredményét a következő szabályok szerint
értékeljük ki:

Először is összehasonlítjuk az első helyen
álló számokat. Akié nagyobb, az kap 5 pontot,
akie kisebb, az itt nulla pontot kap. Ha a két
szám egyenlő, mindkét játékos 2-2 pontot az

első helyen. Ezután összehasonlítjuk a máso-
dik helyen álló számokat ugyanilyen szabály
szerint, majd a harmadik, negyedik stb. he-
lyen álló számokat. Ha valamelyik helyen az
egyik hadseregben már nem szerepel szám, a
másikban viszont igen, akkor ott a másik
hadsereg 1 pontot kap, függetlenül attól, hogy
mekkora szám maradt ellenfél nélkül. Példá-
ul ha

X serege: 6 2 1 3

Y serege: 1 2 3 3 2 1,

akkor az első helyen X kap 5 pontot, a má-
sodikon 2-2 pontot kapnak, a harmadikon
Y kap 5 pontot, a negyedikon ismét 2-2 pon-
tot kapnak, az 5. és 6. helyen pedig Y kap 1-1
pontot. Így összességében az X sereg 9 pontot
nyert, az Y sereg pedig 11-et.

Ha több játékos van, mindegyik serege
megküzd mindegyik másik játékos seregével
a fenti szabályok szerint. Ezután minden já-
tékosnak összeadjuk, összesen hány pontot
nyert. Nem az számít tehát a végeredmény-
ben, hogy ki hány meccset nyert meg, hanem
az, hogy összesen ki hány pontot szerzett.

A játék előnye (legalábbis a pszichológiai
kísérletezés szempontjából), hogy első ráné-
zésre egyáltalán nem üvölt róla, hogy valójá-
ban fogolydilemma-szerkezetű. Arra hamar
rájönnek a játékosok, hogy sok pontot akkor
szerezhetnek, ha sok viszonylag kis számból
állítják össze a hadseregüket, mivel ilyenkor
szerezhetnek sokszor 5 pontot. Ugyanakkor
ez esetben kiteszik magukat annak, hogy az
ellenfél az elején néhány nagy számmal sok-
szor 5 pontot nyer ellenük, amit a fennma-
radó néhány helyen levő egységeik 1-1 pont-
ja alig kompenzál. A sok kis számból álló
sereg tehát kooperatív stratégiát jelképez, a
kevés nagy számból álló sereg pedig versengő
stratégiát testesít meg, mivel a legtöbb ellen-
felét legyőzi.

		Az ő stratégiái	
		A	B
Az én stratégiáim	A	2,2	10,1
	B	1,10	4,4

6. táblázat • Az A és B stratégia összevetése

Most nézzük meg, mi a helyzet néhány különböző szinten kooperatív stratégia egymás elleni viszonylatában. Vizsgáljuk meg például a következő öt stratégiát:

A: 6, 6

B: 4, 4, 4

C: 3, 3, 3, 3

D: 2, 2, 2, 2, 2, 2

E: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1

Ez az öt stratégia öt különféle kooperációs szintet képvisel. Emellett számtalan olyan stratégia is van, amelynek kooperációs szintje valahol ezek közül kettő között van, például a (3, 3, 2, 2, 2) stratégia kooperációs szintje

C és D közötti. Rengeteg stratégia (például az 1, 4, 5, 1, 1) nem vehető közvetlenül össze kooperációs szint szempontjából ezekkel, de hamarosan látni fogjuk, hogy ezekről is megállapítható, milyen szinten kooperatívok, illetve versengőek.

Ha valaki elhatározza, hogy számára csak az A és B stratégiák jönnek szóba, a többi valamiféle gondolatmenettel eleve kizárja, és már csakis e kettő közül akar dönteni, akkor kiszámíthatja e két stratégia esetére azt a táblázatot, amely a nyereségeket mutatja egy hasonlóan gondolkodó, azaz hasonló dilemmát fontolgató ellenfél ellen (6. táblázat).

		Az ő stratégiái	
		B	C
Az én stratégiáim	B	4,4	15,1
	C	1,15	6,6

		Az ő stratégiái	
		C	D
Az én stratégiáim	C	6,6	15,1
	D	1,15	8,8

		Az ő stratégiái	
		D	E
Az én stratégiáim	D	8,8	20,1
	E	1,20	12,12

		Az ő stratégiái	
		A	E
Az én stratégiáim	E	4,4	10,10
	B	10,10	24,24

7. táblázat • További stratégiák összevetése

Megállapíthatjuk, hogy a 6. táblázatban szereplő számok nagyságrendi viszonyai pontosan megfelelnek a 2. táblázatnak, tehát ez a dilemma is foglydilemma szerkezetű, amelyben az A stratégia felel meg a versengésnek, a B pedig a kooperációnak. Most nézzük meg, mi a helyzet akkor, ha valaki csakis a B és C stratégiák közül akar dönteni, a többi már valamilyen megfontolásból kizárta. Majd nézzük meg ugyanezt a C, illetve D, és a D, illetve E dilemmák esetére is. Sőt, az érdekesség kedvéért vessük össze az A és az E stratégiát is! (7. táblázat)

Látható, hogy a B és C stratégia összevetése is foglydilemma-táblázatot eredményez, csak itt már a B játssza a versengő és a C a kooperatív stratégia szerepét. A C és D összevetése is foglydilemmát mutat, de itt már a C a versengő és a D a kooperatív stratégia. A D és E összevetéséből pedig az derül ki, hogy ebben a kontextusban már a D a versengő stratégia és az E a kooperatív. Ezért mondhatjuk, hogy ez a játék valójában egy többszintes foglydilemmát modellez, amelyben a kooperativitás különböző szintjei egymással rendre foglydilemma-kapcsolatban állnak.

A 7. táblázat negyedik részében, amikor az A és az E stratégiákat hasonlítottuk össze, már nem foglydilemma-táblázatot látunk – ha valaki csakis e szélsőségek között hajlandó választani, az már másfajta dilemma előtt áll, s ez esetben a Nash-egyensúly már egyértelműen a kooperációt írja elő. Am közben ott a sokféle közbülső szint, amelyek mégis megkérdőjelezik a maximális kooperáció értelmét; mindezeket figyelembe véve már az A stratégia lesz a Nash-egyensúlyi stratégia.

Ez a hadvezér-játék jól mutatja azt az esetet, amelyet Forgó Ferenc bevezető tanulmányában így jellemezett: „Az egyensúly magát a helyzetet nem minősíti a játékosok

közössége szempontjából, vannak nagyon rossz egyensúlyi állapotok és jó (akár minden játékos számára jobb) nem egyensúlyi állapotok.”

Kísérleti eredmények

A kísérletező pszichológusok általában azért vették nagy örömmel használatba a játékelmélet kutatói által elemzett játékokat, mert kíváncsiak voltak arra, hogy a gyakorlatban mennyire alkalmazzák az emberek a kutatók által felfedezett hatékony és tisztán racionális stratégiákat. Az eredmények meglehetősen vegyesek voltak: néha meglehetősen jól alkalmazzuk az egyensúlyi kevert stratégiákat úgy is, hogy akár nem is tudunk a létezésükről, máskor lesújtóan távol vagyunk tőlük. A pszichológiai kutatások egyik fő célja éppen annak kiderítése volt, hogy miképpen lehet javítani a kooperáció esélyeit – erre mutattak példát a korábban említett, egymással logikailag tökéletesen ekvivalens, pszichológiailag mégis erősen különbözőeknek bizonyult foglydilemma-megfogalmazások.

Az imént bemutatott hadvezér-játék esetében más volt a pszichológiai kísérletezés célja. Ebben a játékban (éppen azért, mert itt a kooperációnak, illetve a versengésnek több szintje is van) a legtöbb játékos eleve kizárta a rossz Nash-egyensúlyt eredményező A stratégiát, és valójában a kooperáció követendő szintjén gondolkodott, ugyanakkor a maximális kooperációt (a tizenkét darab 1-es bekielődését jelentő E stratégiát) is hamar kizárta a játékosok túlnyomó többsége.

A játékot lejátszottuk tizenöt egyetemista csoporttal (14–30 fős csoportok), és egy alkalommal az *Élet és Tudomány* című lap olvasói számára is meghirdettük.

Az *Élet és Tudomány* versenyén összesen 242 pályázó vett részt. Holtverseny született:

három pályázó küldte be a D stratégiát (2, 2, 2, 2, 2, 2), és ők nyertek. Kielemeztük az eredményt abból a szempontból is, hogy a beküldött pályázatok ismeretében lehetne-e olyan hadsereget konstruálni, amely (243. versenyzőként hozzávéve a mezőnyhöz) győztesen került volna ki a játékból. Az eredmény: ilyen stratégia nem létezett, a három győztes pályázó tehát az adott mezőnyben abszolút nyerő hadsereget küldött be.

A kics csoportos játékok esetében is nagyon hasonló eredményeket kaptunk:

Amikor volt olyan játékos, aki a D stratégiát írta (hét csoportban volt, mindegyikben csak egy), akkor mindegyik esetben ő nyert.

Három csoportban, ahol nem volt olyan játékos, aki a D stratégiát játszotta, szintén nyert volna a D stratégia, ha bármelyik játékos (vagy egy plusz játékos) azt játszotta volna.

A maradék öt csoportban ugyan nem nyert volna a D stratégia, de mindegyikben nyerni lehetett volna egy öt számból álló hadsereggel (például: 3, 3, 3, 2, 1), igaz, nem volt olyan öt számból álló sereg, amelyik mind az öt ilyen csoportban nyert volna.

Abban a nyolc csoportban, amelyekben senki sem játszotta a D stratégiát, négy esetben öt számból álló hadsereg nyert, két esetben négy számból álló, egy esetben hat számból álló (de nem a D), egy esetben pedig a (2, 2, 2, 2, 2, 1, 1) stratégia győzött.

Megállapíthatjuk, hogy mindegyik kísérletben (a tizenöt csoportban és az *Élet és Tudomány* esetében is) a játékosok együttes kooperációs, illetve versengési szintje meglehetősen hasonló volt, és a nyerő (vagy elméleti nyerő) hadseregek is erősen hasonlóak voltak. Nem a maximális kooperáció bizonyult nyerőnek, de nem is rendkívül versengő a Nash-egyensúlyi állapot, hanem egy közbülső, meglepően stabil szintű kooperáció.

Konklúzió

Pusztán ebből a kísérletből nemigen lehet messzemenő következtetéseket levonni a magyar népesség (vagy az egyetemisták, vagy az *Élet és Tudomány*-olvasók, vagy akár a pályázni hajlamos, játékos kedvű olvasók) kooperációs szintjére. Ezzel együtt az eredmények stabilitása figyelemre méltó.

Hasonló helyzet az életben is gyakran adódik. Például nagyon kevesen vannak, akik tökéletesen teljes mértékben betartják az adótörvényeket, és minden fillér jövedelmük után szigorúan adóznak, s ugyancsak nagyon kevesen kerülnek ki teljes mértékben az adózást. Például kevés olyan tanár lehet, aki a pedagógusnapi virágot vagy bonbont is beleírja az adóbevallásába, és lerója utána az adót, ahogy a törvény szerint kellene, vagy aki a szomszédal egymásnak kölcsönösen megtett szívességek után is akkurátusan adózik. Ez játékokban az E stratégiának felelne meg, s azt ott is csak nagyon kevesen választották.

Valamivel többen (de még mindig csak kevesen) küldtek be mindössze két nagyobacska számból álló hadsereget (amely az A stratégiát közelíti), mint ahogy a legtöbben nem kerülnek el maximális mértékben az adót – talán még annyira sem, amire az Adóhivatal még nagy eséllyel nem ugrana azonnal. Az eredmények alapján nem biztos, hogy az adóelkerülés valóban annyira ösztönözi a sport Magyarországon, mint hisszük, legalábbis a hajlandóság meglehetősen bizonyos mértékű ésszerű kooperációra.

Ez a példa tipikusan mutatja a játékelmélet alkalmazásának lehetőségeit mind az elméleti, mind a kísérleti kutatásokban. A játékelmélet nagyon absztrakt matematikai modellekkel dolgozik, de modelljei épp absztraktságuknál fogva a jelenségek mélyén meg-

bújó érdekes és értékes egyensúlyok, viselkedésmódok lehetőségére hívják fel a figyelmet. Ezzel sok esetben nagyon alkalmas keretet biztosít ahhoz, hogy megtaláljuk, milyen úton juthatunk el olyan állapotokhoz, amelyekben mindenki, vagy legalábbis a nagy

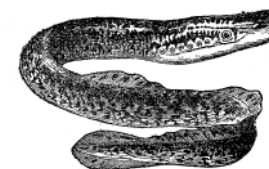
többség jobban jár, mint ha ugyanazt az energiát más szemlélettel fekteti bele jólétnek emelésébe.

Kulcsszavak: *fogolydilemma, többszintes fogolydilemma, kooperáció szintjei*

IRODALOM

- Hankiss Elemér (1979): *Társadalmi csapdák*. Magvető, Budapest
 Kaminski, Marek M. (2004): *Games Prisoners Play*. Princeton University Press
 Lacey, Nicola (2008): *The Prisoners' Dilemma: Political*

- Economy and Punishment in Contemporary Democracies*. Cambridge University Press, New York
 Mérő László (1996): *Mindenki másképp egyforma. A játékelmélet és a racionalitás pszichológiája*. Tericum, Bp.
 Poundstone, William (1992): *Prisoner's Dilemma*. Doubleday, New York



SZAVAZÁSELMÉLET ÉS MECHANIZMUSTERVEZÉS

Csekő Imre

egyetemi docens,
Budapesti Corvinus Egyetem
cseko@uni-corvinus.hu

Egy emlék a közelmúltból, Magyarországról: ismert közíró fejtegeti a televízióban, hogy az országgyűlési választásokon „megosztotta a szavazatát”, nem arra a pártra szavazott listán, mint amelyik jelöltjére az egyéni szavazatát adta. Elmondása szerint ezt azért tette, mert remélte, hogy ezzel hozzájárul a listás szavazatát élvező párt parlamentbe jutásához, és végső soron ahhoz, hogy a számára rokonszenves politikai oldal kerüljön kormányra.

Ugyanezen a választáson egy budapesti választókerületben az első forduló eredménye alapján három párt jelöltje jut a második fordulóba, rendre a szavazatok 40, 32, illetve 27 %-ával. Ha feltételezzük, hogy a szavazók nem változtatják meg véleményüket a két forduló közt eltelt két hétben, és ugyanúgy szavaznak, joggal gondolhatjuk, hogy a 40 %-os jelölt válik képviselővé. Nem így történt: a 32 %-os jelölt visszalépése után, a korábban 27 %-os jelölt szerzi meg a szavazatok többségét és így az országgyűlési mandátumot. Egy másik választókerületben az első fordulóban legtöbb szavazatot kapott három párt jelöltje (48 %, 44 % és majdnem 5 %) mind elindult a második fordulóban, ahol rendre 51, 47 és 2 %-ot kaptak (kerekítve). Itt azt tapasztaljuk, hogy a választók pártoltak el az esélytelen jelölttől.

Egy másik eset a nem is olyan közeli múltból, az Amerikai Egyesült Államokból: 1908-ban az addigi republikánus elnök, Theodore Roosevelt nem indult a választásokon, szinte tálcán nyújtva át az elnökséget hadügyminiszterének, W. Taftnak. A következő évek során azonban az addig szorosban együttműködő két republikánus politikus között komoly nézeteltérés alakult ki, ezért az 1912-es előválasztások során mindketten harcba léptek a republikánus jelöltségért. A párt Taft mellett tette le a voksát. Rooseveltt új választási pártot alapított, és elindult az elnökségért. Az elnök a demokrata Woodrow Wilson lett az országos (tehát nem az elektori) szavazatok mindössze 42 %-ával, megelőzve Rooseveltet (27 %) és Taftot (23 %) is. A republikánus érzelmi szavazók nyilvánvaló többségük ellenére csak a fejüket foghatták: ha felsorakoznak erősebb jelöltjük mögé, megnyerik a választásokat. Esetleg nem magukat, hanem a választási rendszert szidhatták: ha lett volna második forduló, bizonyára republikánus elnök került volna hatalomra 1912-ben is.

Vajon ezek a példák egyediek? Csak ilyen bonyolult választási rendszerekben, mint a magyar vagy az amerikai, érdemes a nem hozám legközelebb álló jelöltre szavazni? Csak ilyen rendszerben van értelme a visszalépés-

nek? Vajon létezik-e olyan választási szisztéma, amely kiküszöböli ezeket és az ezekhez hasonló jelenségeket?

A választ messziről, egy általános modell megfogalmazásával kell kezdenünk, és sajnos csak egy viszonylag egyszerű szerkezetű választási problémával van módunk és helyünk foglalkozni. Az üzenet azonban egyértelmű lesz: nincs – elméletileg nem létezik – olyan választási rendszer, amelyben nem léphetnek fel hasonló jelenségek.

A társadalmi választás modellje

Modellünkben I számú választó (szavazó) véges sok, N jelölt közül választ pontosan egyet. A jelöltek halmaza legyen az X halmaz. Minden választó rangsorolja a jelölteket. Az egyszerűség kedvéért végig tételezzük fel, hogy ez a rangsor szigorú, azaz nincs két „egyformán jó” jelölt egy választó számára sem. Azt is feltételezzük, hogy a választás eredménye csak ezen egyéni rangsorok függvénye.

Különböztessük meg a választókat az $i = 1, \dots, I$ index segítségével. Az i -edik szavazó rangsorát jelölje az R_i szimbólum. Ha ezeket a rangsorokat egymás mellé írjuk, akkor az ún. preferenciaprofilunkat kapjuk, jelölése (R_1, R_2, \dots, R_I) . Egy ilyen preferenciaprofil alapján a társadalmi választási függvény (TVF) segítségével határozzuk meg a kívánatos eredményt. Azért szerepeltetünk függvényt és nem egy konkrét kiválasztott jelöltet e helyütt a modellben, mert noha egy választónak egy időben természetesen csak egy rangsora lehet, de ennek a pontos mibenlétéről csak ő tud. Éppen ezért több profil is szóba jöhet egy-egy konkrét választás esetében, és az összes elképzelhető profilon ki kell tudnunk számítani az eredményt. Ha például három jelöltünk van, akkor hatféle rangsor létezhet, és ha a választók száma is három, akkor a $6 \times 6 \times 6 = 216$ lo-

gikailag lehetséges profil adódik. Az f társadalmi választási függvény tehát minden preferenciaprofilhoz egy jelöltet rendel, ő a választás győztese.

A kérdés ezután az, hogy milyen tulajdonságai legyenek ennek a társadalmi választási függvénynek. Néhány természetesnek tűnő kívánalom a következő:

- legyen anonim, azaz ne különböztesse meg a választókat. Ha két tetszőleges választó rangsorát felcseréljük, az eredmény ne változzon;
- legyen semleges, azaz ne különböztesse meg a jelölteket. Amennyiben minden választó rangsorában két tetszőleges jelölt helyét felcseréljük, akkor, ha előbb az egyiket választottuk, akkor most a másik legyen az eredmény. Ha ez teljesül, akkor szükségképpen fennáll a választók szuverenitása, azaz minden jelölt ténylegesen megválasztható;
- legyen Pareto-hatékony. Ha egy jelöltet mindenki jobban szeret egy másiknál, akkor a választás ne lehessen ez a második jelölt;
- legyen monoton. Ha egy profil mellett választott jelölt egy másik profilban egy választó rangsorában sem kerül lejjebb, akkor továbbra is őt válasszuk.

A legismertebb két társadalmi választási függvényt még a XVIII. század végén javasolta és elemezte két francia tudós, Condorcet márki, illetve Jean-Charles de Borda. Mi itt egy egyszerű példán vizsgáljuk meg működésüket.

Egy képzeletbeli országban a kormány válságba kerül. Lemondott a pénzügyminiszter. A hatályban lévő alkotmány és a koalíciós szerződés szerint az új minisztert a jelöltek közül választják ki a koalíciós egyeztető tanács tagjai. Egyenként elbeszélgetnek a jelöltekkel, majd mindannyian leadják a jelöltek alkal-

masságára vonatkozó rangsorukat. A Condorcet márki által javasolt *abszolút többségi szabály* a következő: vessünk össze párban minden jelöltet minden másik jelölttel; egy összevetésben, ha egy jelölt több szavazónál előzi meg a rangsorban a másikat, akkor legyőzte őt; ha valaki mindenkit legyőz (senki nem győzi le őt), legyen ő a társadalmi választás. Nyilvánvaló, hogy ha a választók száma páratlan, akkor ez a társadalmi választási függvény egyidejűleg teljesíti az előbbi négy kívánalmat, azaz anonim, semleges, Pareto-hatékony és monoton. Páros esetben fellép az a probléma, hogy döntetlen alakulhat ki egyes összevetésekben a jelöltek között. Emiatt elképzelhető, hogy több olyan jelölt lesz, akit senki nem győz le. Közöttük ekkor egy alkalmas, jó esetben véletlentől függő *tie-break* (döntetlen helyzetben döntő) szabállyal választhatunk. Ha szigorúan vesszük a definíciókat, akkor ez most elronthatja a választási függvény anonimitását vagy semlegességét, sőt a monotonitást is, de ha a véletlen okozza a tulajdonságok sérülését, akkor ez talán nem tekinthető túl nagy hiányosságnak. Ráadásul, ha a választók száma igen nagy, akkor annak valószínűsége, hogy ilyen szituáció előfordul, csekély. Ennél sokkal nagyobb baj azonban az, hogy e társadalmi választási függvény nem minden esetben működik, ha a jelöltek száma meghaladja a kettőt. Tekintsük ugyanis az alábbi példát! Legyen négy jelöltünk (jelöljük őket x, y, z, w szimbólumokkal), és a koalíciós tanácsot alkossa hat politikus, három-három (A, B, C és D, E, F) a két koalíciós párt részéről! Az ő rangsoruk legyen a következő:

A	B	C	D	E	F
x	y	z	x	y	z
y	z	x	y	w	x
z	x	w	w	z	w
w	w	y	z	x	y

Vegyük észre, hogy ebben a példában nincs olyan jelölt, aki mindenkit legyőzne, hiszen x legyőzi ugyan y -t és w -t, de kikap z -tól. Hasonlóképpen y legyőzi z -t és w -t, de kikap x -tól, z legyőzi x -et és w -t, de kikap y -tól. A leggyengébb jelölt w , ő mindenkitől kikap. Az ilyen helyzetet, amelyben körbeverés van, szavazási paradoxonnak hívjuk. Ha megengedjük, hogy az egyéni rangsorok tetszőlegesek legyenek, és vajon milyen alapon tilthatnánk ezt meg, akkor a szavazási paradoxon elkerülhetetlenül fellép, és nem lesz Condorcet-győztesünk. Ez a társadalmi választási függvény ilyen szituációkban nem jól definiált, nem működik.

A Jean-Charles de Borda által javasolt rangsoros szavazás azonban nem szenved ettől a hibától. Ebben a rendszerben az, aki egy szavazólapon a legelső, kap $N = 4$ pontot, a második $N - 1 = 3$ -at, és így tovább. Végül a jelöltek így szerzett pontjait összeadják. Azé lesz a bársonyszék, aki a legtöbb pontot gyűjtötte. E módszer is Pareto-hatékony, további feltétlen előnye, hogy inkább figyelembe veszi a pályázók közti különbségeket, mint a többségi szavazás, és működőképes, akárhogy alakulnak is a tanács tagjainak preferenciái. A mi fenti példánkban például x jelölt 17 pontot gyűjtött, a többiek legfeljebb 16-ot, így van győztes. Persze e társadalmi választási függvénynél még páratlan számú szavazó esetén is előfordulhat, hogy két jelölt ugyanannyi pontot szerez. Ebben az esetben most is sorolással dönthetjük el, ki kerül ki győztesen a küzdelemből. Sajnos elképzelhető az, hogy ez a *TVF* – jó tulajdonságai ellenére – még akkor sem eredményezi a Condorcet-győztest, ha az létezik. Ennél is sokkal nagyobb probléma, hogy olyan esetekben is sérülhet a monotonitás elve, ha nincs pontegyenlőség és véletlentől függő kiválasztás. Tegyük fel ugyan-

is, hogy valamilyen okból az E tag rangsora megváltozik. Legjobban a z jelöltet kedveli, őt követi y és w , majd a sor végén marad x . Ebben az esetben a rangsoros szavazás diktálta társadalmi szavazás győztese a z jelölt, noha x senki sorrendjében sem veszített teret.

A társadalmi választás manipulálhatósága

Ennél a pontnál fel kell tennünk a kérdést: miért is baj az, hogy megsérül ez a fránya monotonitás? Kit érdekel ez? Lényeg, hogy a módszer működik, anonim, semleges és Pareto-hatékony. Ha elfogadjuk is ezt az álláspontot, akkor is felmerül azonban egy nagyon súlyos probléma, amire a korábbiakban már utaltunk. Említettük, hogy egy egyéni rangsor csak az adott egyén számára ismert, privát információ. Bármilyen rangsort jelent is be valaki, legyen az a valódi vagy egy hamis sorrendje, el kell fogadnunk, mert nem tudhatjuk, igazat mondott-e. A társadalmi választási függvénynek nyilván a bejelentett preferenciaprofilon kell eredményt hoznia, mert az természetesen akár az igazi is lehet, és más támpontot a döntéshez nem tudunk felhasználni. A választók – ezt tudván – olyan rangsort fognak bejelenteni, amely elősegíti, hogy a számukra legkedvezőbb eredmény szülessen. Ha egy választó által bejelentett hamis rangsor – a többiek adott sorrendje mellett – jobb eredményre vezet a választó számára, mint a valódi, akkor azt mondjuk, hogy manipulálja a választást (pontosabban annak eredményét). Miért probléma ez? Nem természetes, hogy mindenki igyekszik a számára lehető legjobb eredményt biztosítani? Miért ne lódíthatna, ha ez számára kedvező? A következő példa választ ad erre a kérdésre.

Az előző példában szereplő négy jelölt közül kettő, x és y , igen markáns személyiség, képzettségük kiváló, nemzetközileg is tisztelt,

elfogadott szakteknitvények, de külön-külön igen erősen kötődnek a koalíciót alkotó egyik párthoz, sajnos, nem ugyanahhoz. A másik két jelölt – z és w – is tehetséges, de a koalíciós tanács tagjai mindannyian tisztában vannak azzal, hogy az előző két jelölt alkalmasabb. A preferenciaprofil lehet tehát a következő:

A	B	C	D	E	F
x	x	x	y	y	y
y	y	y	x	x	x
z	z	w	w	z	w
w	w	z	z	w	z

A tagoknak jó okuk van feltételezni, hogy mindenki elsősorban a saját pártja jelöltjére szavaz, ezért a következőképpen okoskodhatnak. „Legokosabb, ha a koalíciós partner jelöltét az utolsó helyre sorolom, így veszélyeztetni legkevésbé a mi emberünk esélyét. A második helyre pedig z -t írom, mert ő – hölgy lévén – jótékony hatással lehetne a kormányülések hangulatára.” A bejelentett profil tehát:

A	B	C	D	E	F
x	x	x	y	y	y
z	z	z	z	z	z
w	w	w	w	w	w
y	y	y	x	x	x

A szavazás elkeserítő eredménye: a pénzügyminiszter z lesz 18 ponttal, második helyre fut be vállalva x és y , mindketten 15 ponttal, míg w csupán 12 pontot szerez, és ezzel utolsó. Az eredmény lesújtó hatással van a tanács tagjaira, egymást hibáztatják azért, hogy nem a legalkalmasabb jelöltek közül került ki a poszt jövőbeni birtokosa. Pedig kár egymásra mutogatniuk, nem tehetnek semmit. E választási szabály mellett – persze, amíg betartják – egyszerűen nincs mód jobb eredmény elérésére. Bárhogy okoskodnak is, ha újabb titkos szavazásra kerülne sor, ismét ez az eredmény születne. A manipulálás

lehetősége a Pareto-hatékonyságot is elrontotta. Az eredeti rangsorokban a tanács minden tagja előrébb sorolta mind x , mind y jelöltet, mint z -t, mégis utóbbi a bársonyszék.

A rangsoros szavazás tehát egyrészt manipulálható, másrészt nem monoton. Vajon az abszolút többségi szabály nem volt ilyen? Nem egészen. Az abszolút többségi szabály egyrészt biztos monoton volt, ha a szavazók száma páratlan, sőt ebben az esetben az is megmutatható, hogy ha nem lép fel a szavazási paradoxon, akkor nem manipulálható. Nagyon úgy tűnik, hogy a manipulálhatóság és a monotonitás hiánya között valamiféle kapcsolat van. Ezt a kapcsolatot érdemes egy kicsit bővebben boncolgatnunk.

Ha egy társadalmi választási függvényt egy profilban sem tud egy választó sem manipulálni, akkor azt mondjuk, hogy a függvény nem manipulálható, vagy más szóval csalásbiztos. Egy ilyen csalásbiztos függvényről pedig könnyű belátni, hogy monoton. Legyen ugyanis egy profilban a társadalmi választás az x jelölt. Változtassuk meg a profilt úgy, hogy az első szavazó rangsora változzon meg, oly módon, hogy x nem kerül lejjebb egy olyan jelölttel szemben sem, akit eddig az első szavazó rangsorában megelőzött. Tegyük fel, hogy a társadalmi választás is megváltozik, legyen most az y jelölt. Ám ez vagy azt jelenti, hogy a második profilban az első szavazó manipulálhat azáltal, hogy az előző sorrendjét jelenti be, vagy azt, hogy az eredeti profilban manipulálhat azáltal, hogy ezt a másik rangsort jelenti be. Ez azonban ellentmond a csalásbiztosságnak. Ha tehát a függvényünk nem manipulálható, akkor x marad a társadalmi választás. Változtassuk meg hasonló módon most a második szavazó rangsorát, most azt kapjuk, hogy ő sem tudja megváltoztatni így a társadalmi döntést. Miután

véges sok szavazónk van, ezért e gondolatmenetet mindegyikükre végigkövetve kapjuk, hogy a TVF szükségképpen monoton.

Ebből következik: minden olyan TVF , amely nem monoton, az manipulálható. Felmerül tehát a kérdés: létezik-e egyáltalán csalásbiztos TVF ? A válasz persze igenlő, bár egyáltalán nem lelkesítő. Három ilyen is említünk. Az első – mint már halványan utaltunk rá – az abszolút többségi szavazás, ha a jelöltek száma nem több mint kettő, és a szavazók száma páratlan. A második esetben bárhogy alakulnak is a szavazók rangsorai, a társadalmi választás legyen mindig ugyanaz a jelölt. Ekkor nyilvánvalóan senki sem tud manipulálni, mert megváltoztatni sem tudja a végeredményt. Ez a TVF azonban nem semleges, még a szavazók szuverenitásának feltétele sem teljesül, és nem is hatékony (igaz, anonim és monoton). A harmadik nem manipulálható TVF a diktatúra, amikor minden profilban egy azonos, előre kijelölt személy – a diktátor – rangsorában első helyen lévő jelölt a választás. Ő nyilván nem manipulál, a többi szavazó pedig nem tud. Ez a TVF magától értetődően nem anonim, noha semleges, hatékony és monoton. Ezeknél sokkal jobbat ajánlani azonban nem tudunk. Igaz ugyanis a következő tétel, amelyet egymástól függetlenül fogalmazott meg *Alan Gibbard* és *Mark Satterthwaite* még a hetvenes évek első felében.

Tétel (*Gibbard–Satterthwaite*): Ha a jelöltek száma legalább három, és teljesül a szavazók szuverenitása-feltétel, valamint minden logikailag elképzelhető profil megengedett, akkor az egyetlen nem manipulálható TVF a diktatúra.

Mechanizmustervezés és a szavazási eljárások

Vegyük észre, hogy a manipulálással megjelenik a szavazók stratégiai megfontolásainak,

lépéseinek lehetősége. Mindenki arra törekszik, hogy a többiek feltételezett szavazatának függvényében a lehető legjobban járjon. Úgy adják le rangsorukat, hogy ezt a célt minél jobban teljesítsék. Ez az a pont, ahol a mechanizmustervezés, illetve annak egy alterülete, az implementációelmélet belép a képbe.

Az implementációelmélet – a legelvonhatóbb meghatározása szerint – a társadalmi választások elméletét és a játékelméletet összekapcsoló tudományterület. Általános formalizált változata a következő. Tekintsünk egy olyan döntési problémát, ahol véges sok, i -vel indexelt ($i = 1, 2, \dots, I$) egyén közössége egy X döntési halmaz elemeiből választ egy részhalmazt (esetleg egy elemet). Ez a választás attól függ, milyen *világállapotban* vagyunk, a világállapotok halmaza legyen R . Egy állapotban az egyéneknek a döntési alternatívákra vonatkozó preferenciáinak együttesét, a preferenciaprofilját az $R \in R$ paraméterrel indexeljük. A választást az f társadalmi választási szabály (függvény) adja: minden $R \in R$ -ra, $f(R) \subset X$. Kitéüntetett szerepet játszik az az eset, amikor az f szabály képe egyértelmű (egyelemű halmaz). A legtöbb alkalmazásban – így a szavazáselméletben is – nyilvánvalóan ragaszkodnunk kell ehhez a megkötéshez, noha igen kellemetlen következményekkel járhat. Egy g mechanizmus minden egyénhez egy stratégiahalmazt és minden, az egyének által megjátszott stratégiaegyütteshez (stratégiaprofilhoz) egy kimenetet, egy X -beli alternatívát rendel. (Vegyük észre, itt már ragaszkodunk az egyértelműséghez!) A kérdés az, hogy amennyiben f adott, vajon találunk-e olyan g mechanizmust, amelyre minden R esetén a lejátszott játék egyensúlyi stratégiaegyütteseihez rendelt kimenetek halmaza éppen $f(R)$. Ha igen, akkor azt mondjuk, hogy a g mechanizmus implementálja, megvaló-

sítja az f társadalmi választási szabályt (függvényt). Az igazi nehézség az, hogy *ex ante* kell megadnunk a mechanizmust, így az nem függhet a világállapottól, hanem mindegyik állapotban egyformán működni kell.

Két megjegyzés kívánkozik ide. Az első: az általánosságnak ezen a szintjén egyelőre nem foglalkoztunk azzal, hogy ezt az f szabályt miképpen kapjuk, milyen tulajdonságokkal bír. Csupán feltesszük létezését. Később erre a kérdésre röviden visszatérünk. A második megjegyzés: e helyütt nem definiáltuk, pontosan milyen egyensúlyfogalmat használunk. Az olvasó tetszőleges egyensúlyi koncepciót (lásd később) behelyettesíthet a fenti mondatba. Természetesen a konkrét eredmények ismertetésekor már döntő szerepet játszik e választás.

A koalíciós tanács korábbi példája jó szolgálatot tesz számtalan fontos fogalom bevezetésekor. A példabeli „világállapotok” R halmaza a tanács tagjai szóba jöhető preferenciaprofiljainak összessége, az f társadalmi választási függvénytől pedig most csak annyit követeljünk meg, hogy „kifejezi a szavazók akaratát”. Igen ám, de ennek a célnak az elérését csak akkor tudjuk garantálni, ha biztos, hogy mindenki az igazi rangsorát jelenti be. Ha ugyanis ez nem biztosítható, akkor a hamis rangsorokon a szavazók akaratát legjobban kifejező kimenet nem feltétlenül jellemezhető ezzel a tulajdonsággal az igazi rangsorokon. Felmerül a kérdés, hogy tudunk-e megfogalmazni egy olyan g mechanizmust, amely ennek ellenére *implementálja, megvalósítja az f társadalmi választási függvényt?*

Lássunk most néhány fogalmat! Mint tudjuk, egy g mechanizmus két összetevőből áll: a minden játékoshoz rendelt stratégiahalmazokból, illetve a stratégiaegyütteseken (stratégia-profilokon) értelmezett kimeneti

függvényből. A szabályok ismeretében a játékosok stratégiáik közül nyilván preferenciáik alapján választanak. Egy játékos domináns stratégiája számára a legkedvezőbb lehetőséget nyújtja, akármilyen stratégiát választ is a többi játékos. Egy stratégiaegyüttes *domináns egyensúlyi* stratégiaegyüttes, ha benne minden játékos domináns stratégiáinak egyike szerepel. Ez az egyensúlyfogalom igényli a legkevesebbet arra vonatkozóan, hogy a játékosoknak mit kell tudniuk egymás preferenciáiról és stratégiáiról. Ha egy lépésem a legjobb, függetlenül attól, hogy mit lépnek a többiek, nem kell törődnöm velük. Sajnos a domináns egyensúlyi stratégiaegyüttes létezése igen erős követelmény, legtöbb esetben nem számíthatunk teljesülésére.

Egy stratégiaegyüttes akkor *Nash-egyensúlyi*, ha minden játékos benne szereplő stratégiája a legjobb válasz a többiek megjátszott stratégiáira. (Részletesebben lásd Forgó Ferenc bevezető tanulmányát a 387. oldalon.)

Ha a mechanizmusban szereplő stratégiahalmazok mindegyike a logikailag lehetséges preferenciarendezések halmaza, azaz egy játékos egy stratégiája egy (nem feltétlenül valódi) rangsor bejelentését jelenti, akkor a mechanizmus *közvetlen*, ellenkező esetben *közvetett*. Általában a jelölésben is utalunk a mechanizmus közvetlen voltára, ekkor a *h* szimbólumot használjuk.

Ha egy *h* közvetlen mechanizmusban az „igazság”, azaz a valódi *R* preferencia-rangsor bejelentése egyensúlyi stratégia, és a *h* kimeneti függvény szerinti képe megegyezik a társadalmi választási függvény képével, azaz minden $R \in R$ esetén $h(R) = f(R)$, akkor *igazságúen implementálja* azt.

A *Gibbard–Satterthwaite-tétel* ezek szerint azt mondja ki, hogy amennyiben a jelöltek száma legalább három, és teljesül a szavazók

szuverenitása, valamint minden logikailag elképzelhető preferenciaprofil megengedett, akkor az egyetlen *TVF*, amit domináns stratégiákban igazságúen implementálni lehet, a *diktatúra*.

Vajon ez az eredmény ténylegesen fontos számunkra? A valóságban ugyanis nagyon ritkán alkalmazunk olyan szavazási eljárást, amelyben a szavazók a teljes rangsorukat jelentik be. Gondoljunk csak meg, micsoda munka lenne a szavazatok összeszámolása és kiértékelése egy országgyűlési választáson, ahol a jelöltek száma meglehetősen magas, nem is beszélve a szavazók számáról. Képzeljük el, amint egy szavazóköri szavazatszámoló bizottság a több száz rangsor alapján kiszámítja a Condorcet-győztest (ha van) vagy a rangsoros szavazásban diadalmaskodót a körülbelül tíz potenciális jelölt közül. Nagyon hosszú időbe telne, amíg a választás eredményét megismernénk, a költség pedig az egekbe szökne. Épp ezért a gyakorlatban más szavazási eljárásokat alkalmaznak. Egy ilyen szavazási eljárással szemben természetes elvárás, hogy – mint az előbb – kifejezze a választók akaratát, és lehetőség szerint a legolcsóbb legyen. Most három ilyen viszonylag olcsó eljárást említünk: a relatív többségi eljárást, ahol a szavazók egy jelöltre szavaznak, és a legtöbb voksot megszerző jelölt a győztes, a kétfordulós relatív többségi eljárást, ahol a szavazók mindkét körben egy jelöltre szavaznak, de a második fordulóban csak az a két jelölt indulhat, aki az első fordulóban az első két helyen végzett, végül az ún. *jóváhagyó szavazást*, amelyben minden szavazó annyi jelöltre szavaz, amennyire csak akar, és a legtöbb voksot megszerző jelölt a győztes. E három eljárás – az előbbi szóhasználat szerint – közvetett mechanizmus. A relatív döntési szabályban például a szavazók stratégiahalmaza a jelöltek halma-

za, a jóváhagyó szavazásban a jelöltek tetszőleges részhalmazainak halmaza. A kimeneti függvények pedig mindkét eljárásban a legtöbb szavazatot kapott jelölteket adják.

Ennyi előkészítés elegendő ahhoz, hogy a számunkra most fontos eredményeket összegezhessük (lásd például Dasgupta et al., 1979; Maskin, 1985; Moore, 1992). Először az ún. *kinyilvánítási elv* eredeti alakját említjük meg (Gibbard, 1973). Ennek az elvnek több formája van, most mi a domináns egyensúly-stratégiákra vonatkoztatjuk. Az elv alap gondolata az, hogy ha egy mechanizmus implementálja az *f* társadalmi választási függvényt, akkor mindig létezik olyan közvetlen mechanizmus, amely igazságúen valósítja azt meg (ugyanabban az egyensúlyfogalomban). Ez most számunkra azért igen kellemetlen, mert ebből a Gibbard–Satterthwaite-tétel értelmében azonnal következik az, hogy egy tetszőleges *g* mechanizmus által domináns stratégiákban megvalósítható, implementálható társadalmi választási függvény szűkségképpen diktatórikus. Szavazási eljárásainkra vonatkozóan ez azt jelenti, hogy domináns egyensúlyuk, ha létezne is, „nem fejezi ki a választók akaratát”. Másképpen: van olyan preferenciaprofil, amely mellett legalább egyvalakinek megéri olyan jelöltre, jelöltekre szavazni, aki(k) nem az első a rangsorukban. Az első bevezető példánkban így cselekedett az ismert közíró. Az amerikai elnökválasztási példában, ha feltesszük, hogy a republikánus érzelmű szavazók mind Taftot, mind Rooseveltet jobbnak tartották, mint Woodrow Wilson, akkor megérte volna a republikánus szavazóknak egységesen szavazniuk. Kicsit általánosabban: a relatív többségi szavazás „manipulálható”, bizonyos preferenciaprofilokban érdemes olyan jelöltre szavazni, aki nem első a rangsorban. Természetesen igaz ez a kétfordulós re-

latív többségi eljárásra is. Ha úgy gondoljuk, hogy a rangsorunkban második jelöltnek nagyobb az esélye a második fordulóban a harmadik ellen, mint az elsőnek, akkor érdemes órá szavaznunk már az első fordulóban. A jóváhagyó szavazás esetében kicsit más a helyzet. Ha a jelöltek száma pont három, akkor minden szavazónak érdemes vagy a rangsorában első, vagy a rangsorában első két helyezettre szavaznia. Ha a jelöltek száma meghaladja hármat, akkor már érdekében állhat „hazudnia”.

Fordítsuk most figyelmünket a Nash-implementálhatóságra! Annak sajnos nincs esélye, hogy egy nem diktatórikus függvényt egy közvetlen mechanizmus igazságúen Nash-implementáljon, mert igen könnyen belátható, hogy ekkor ugyanez a mechanizmus domináns stratégiákban is igazságúen valósítja meg azt. A Gibbard–Satterthwaite-tétel értelmében ez utóbbi nem lehetséges. Marad tehát az a lehetőségünk, hogy egy közvetett mechanizmussal próbálkozzunk. Ahhoz, hogy egy társadalmi választási függvényt Nash-egyensúlyban megvalósítsunk, szűkségképpen monotonnak kell lennie (Maskin, 1999). Bizonyítható e mellett azonban az is, hogy amennyiben minden logikailag elképzelhető (szigorú) preferenciaprofil megengedett, akkor az a *TVF*, amelyet egy *g* mechanizmus Nash-egyensúlyban implementálni képes, igazságúen implementálható Nash- és így domináns egyensúlyban is (Dasgupta et al., 1979). Ezek szerint megint csak a diktatórikus társadalmi választási függvény implementálhatóságát sikerült igazolnunk.

Ha tehát a szavazók rangsorai tetszőlegesen alakulhatnak, és legalább három, ténylegesen megválasztható jelölt van, valamint meg akarjuk tartani demokratikus elveinket, nemigen kell törnünk a fejünket új játékszabá-

lyokon. Bele kell törődnünk a megváltoztathatatlanba: a szavazás bizonyos világgállapokban, azaz néhány preferenciaprofil mellett szükségképpen vezet rossz eredményre, ha egyensúlyfogalomként ragaszkodunk a domináns, illetve Nash-egyensúlyhoz.

Két irányban indulhatnánk tovább, hogy negatív eredményeink mellett pozitívakat is kapjunk. Az egyik a *TVF* értelmezési tartományának szűkítése, azaz korlátozzuk a szóba jöhető preferenciaprofilok tartományát. A második az új egyensúlyfogalmak bevezetése. Noha mindkét irányban ígéretes eredmények születtek, nincs e helyütt módunk ezek részletes ismertetésére. Annál is inkább, mert az összképet csak árnyalják, de alapvetően nem

változtatják meg. Nincs szavazási eljárás, amely minden szempontból elfogadható lenne.

Végezetül arra is érdemes felhívni a figyelmet, hogy a stratégiai viselkedés nemcsak a szavazókat, hanem a jelölteket is jellemzi. Ahogy játékelméleti eszközökkel elemeztük a választókat, hasonlóképpen megtehetnénk ezt a jelöltekkel (Cox, 1987). Roger B. Myerson és Robert Weber (1993) modelljükben az összes szereplő, jelöltek és szavazók, stratégiai viselkedését és azok egyensúlyát egy általános modellbe helyezve vizsgálják.

Kulcsszavak: *implementációelmélet, manipulálhatóság, mechanizmustervezés, szavazáselmélet, társadalmi választási függvény*

IRODALOM

- Brams, Steven – Fishburn, Peter (2007): *Approval Voting*. 2nd ed. Springer Science+Business Media LLC., New York
- Cox, Gary (1987): Electoral Equilibrium under Alternative Voting Institutions. *American Journal of Political Sciences*. 31, 82–108.
- Dasgupta, Partha S. – Hammond, P. – Maskin, E. (1979): The Implementation of Social Choice Rules: Some General Results on Incentive Compatibility. *Review of Economic Studies*. 46, 181–216.
- Gibbard, Allan (1973): Manipulation of Voting Schemes. A General Result. *Econometrica*. 41, 587–601.
- Maskin, Eric (1985): The Theory of Implementation in Nash Equilibrium. In: Hurwicz, Leonid – Schmeidler, D. – Sonnenschein, H. (eds.): *Social Goals and Social Organizations. Essays in Memory of*

- Elisha Pazner*. Cambridge University Press, Cambridge, Mass., 173–204.
- Maskin, Eric (1999): Nash Equilibrium and Welfare Optimality. *Review of Econ. Studies*. 66, 23–38.
- Moore, John (1992): Implementation, Contracts and Renegotiation. In: Laffont, Jean-Jacques (ed.): *Advances in Economic Theory. VIth World Congress*. Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, Mass. 182–282.
- Myerson, Roger B. – Weber, Robert (1993): A Theory of Voting Equilibria. *American Political Science Review*. 87, 102–114.
- Nurmi, Hannu (1987): *Comparing Voting Systems*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland
- Satterthwaite, Mark (1975): Strategy-Proofness and Arrow's Conditions: Existence and Correspondence Theorems. *Journal of Econ. Theory*. 10, 187–207.



KOOPERATÍV JÁTÉKOK

Solymosi Tamás

egyetemi docens,
Budapesti Corvinus Egyetem
tamas.solymosi@uni-corvinus.hu

Amint az Forgó Ferenc bevezető tanulmányából is kiderül, a játékelméletet szokás két fő (egymástól szigorúan el nem választható) területre osztani attól függően, hogy az érdekeiket és a helyzet adta cselekvési lehetőségeiket felismerni képes racionális döntéshozók közötti konfliktus, avagy a hatékonyabb érdekérvényesítés által motivált együttműködés a vizsgálat tárgya. A másodiknak említett terület, a *kooperatív játékok* az olyan többszereplős döntési helyzetek matematikai modelljei, amelyekben a szuverén döntéshozók (játékosok) együttműködhetnek egymással, sőt erre vonatkozóan (valamilyen külső erő által számon kérhető) kötelezettséget is vállalhatnak. Ilyenkor a szereplők érdekei között fennálló ellentétek másodlagosak az együttműködésre készítő érdekazonosságokhoz képest. A nemkooperatív játékokban a játékosok közötti (teljes vagy részleges) konfliktuson van a hangsúly, a kooperatív modellekben viszont a kölcsönös előnyök kiaknázása sokkal fontosabb a játékosok számára, mint az együttműködésük hozadékának elosztásakor közöttük fellépő szembenállás.

A kooperatív modellek sajátossága, hogy nem részletezik a játék időbeli lefolyását, a szereplők döntési lehetőségeit, az információk elérhetőségét, az alkufolyamatokat, hanem csak az egyes társulások (koalíciók) által

elérhető kimeneteleket adják meg. A játékelméleti modellek közül a kooperatív alaptípus a legkevésbé részletező, ebben tekintünk leginkább „madártávlatból” a döntési helyzetre. Ez gyakran szükségszerű is ahhoz, hogy elemezhető modellt kapjunk. Ha „alább szállnánk”, a nagyobb felbontásban kirajzolódó részletek hamar kezelhetetlenül bonyolulttá tehetnék a modellt, „nem látnánk a fától az erdőt”. Például, ha egyébként konkurens vállalatok egy új technológia közös kifejlesztését fontolgatják, akkor az egyes társulások által és ezeken belül a számukra elérhető előnyök meghatározásán alapuló elemzés még megvalósítható feladat lehet, de a képlékeny helyzet miatt egy részletesebb stratégiát eredményező, strukturáltabb modell felépítése már nehezen elképzelhető.

Az idézett dolgozatban arról is szó esett, hogy a kooperatív modellek két alapkategóriába sorolhatók, aszerint, hogy létezik-e vagy sem egy olyan, az összes szereplő számára közös értékmérő („pénz”), ami lehetővé teszi az egyéni hasznosság-skálák közötti egy egybeni átválthatóságot, és ezáltal egyrészt egy koalíció „értékének” meghatározhatóságát, másrészt ennek az elérhető összhazonnak a tagok közötti tetszőleges eloszthatóságát. Amint az a nemkooperatív játékoknál is igaz, a hasznosságok összehasonlíthatósága itt is

nagymértékben leegyszerűsíti a modellt, és megkönnyíti az elemzést. Az *átváltható hasznosságú* (transferable utility) kooperatív játékokban az egyes koalíciók által elérhető kimeneteleket egy-egy számmal jellemezhetjük. Amennyiben viszont nincs egy ilyen értékmérő, a helyzet leírásához az elérhető hasznosint-vektorok halmazának koalíciónkénti megadására van szükség. Itt is igaz tehát, hogy „a pénz nem boldogít, de megkönnyíti az életet”. A továbbiakban csak átváltható hasznosságú kooperatív játékokkal foglalkozunk, és (kooperatív) játék alatt mindig egy ilyen modellt értünk.

Az alapmodell és néhány példa

A Neumann János és Oskar Morgenstern (1944) által bevezetett alapmodell két részből áll: a játékosok nem üres, véges $N = \{1, 2, \dots, n\}$ halmazából és egy v *karakterisztikus függvényből*, amely az N minden S részhalmazához (*koalíció*) hozzárendel egy $v(S)$ valószínű számot, és amelyre az egyetlen (a közös hasznosság-skála kezdőpontját rögzítő) kikötés az, hogy az üres koalícióhoz a 0-t rendelje. A $v(S)$ számot az S koalíció értékének nevezzük.

Egy kooperatív játék tehát megadja a különböző lehetséges koalíciók értékét, amit legtöbbször úgy értelmezünk, mint a koalíció tagjai által (a koalícióban részt nem vevő játékosok döntéseitől függetlenül) elérhető hasznosságok összegének legnagyobb értékét, ezáltal mintegy (pénzben) mérve az összefogás lehetőségének hasznosságát. Például, ha egy termelési folyamatban az erőforrások különböző döntéshozók ellenőrzése alatt állnak, egy koalíció értékének tekinthetjük az együttműködésbe bevitt erőforrásokból kitermelhető legnagyobb hasznót.

Nézzünk néhány olyan döntési szituációt, amelyet kooperatív játékként vizsgálhatunk.

Lóvásár

(Neumann–Morgenstern, 1944 alapján)

Hárman vannak a vásárban. A -nak van egy eladó lova, amit 200 tallérnál olcsóbban nem hajlandó eladni. B és C mustrálgatja a lovat, B legfeljebb 280 tallért, míg C legfeljebb 300 tallért hajlandó a jószágért adni. Most felteszszük, hogy a tallér tényleg „pénz”, vagyis eggyel több vagy eggyel kevesebb tallér ugyanazt „jelenti” bármelyik szereplőnek. A kezdeti állapotot tallérban kifejezve kapjuk, hogy $v(A)=200$, míg $v(B)=280$ és $v(C)=300$, hiszen az eladónál lévő tényleges pénzmennyiség nyilván éppúgy érdektelen az esetleges üzlet megítélése szempontjából, mint a vevőknél lévő, a vételárplafonjukat meghaladó pénzmennyiség. Ha A és B meg tud egyezni abban, hogy a ló p tallér fejében gazdát cserél, akkor együttműködésük eredménye egy olyan helyzet, amely $v(AB)=p+(280+280-p)=560$ tallért ér, függetlenül az átadott vételártól. Ha A a C -nek adja el a lovat p tallérért, akkor együtt egy $v(AC)=p+(300+300-p)=600$ tallért érő helyzetbe jutnak, a koalíción belüli tényleges pénzmozgás megint nem számít. A két vevő viszont legfeljebb pénzt adhat át egymásnak, de abból többletérték nem keletkezik, vagyis $v(BC)=280+300=580$ tallér a legtöbb, amit elérhetnek. Hárman együttműködve sem tudnak többet kihozni a helyzetből, mint $v(ABC)=880$ tallér, hiszen többletérték csak a ló eladásából származhat, ez pedig maximálisan 300 tallér (amennyiben a ló a C -é lesz), az üzletre szánt összesen $280+300$ tallér újraelosztása ehhez hozzáadni semmit nem tud.

Egyszerűsíthetjük a modellt, ha a kezdeti vagyoni helyzeteket tekintjük azoknak a kiindulópontoknak, amelyekhez viszonyítják majd a szereplők az egyes kimeneteleket.

Ilyenkor a szereplőkhöz hasonlóan minket is csak az érdekel, hogy mennyi az együttműködés hozadéka (tallérban kifejezve), aminek elosztásán aztán lehet majd vitatkozni. Ezért a továbbiakban *lóvásár játékon* a következő *normalizált* játékot értjük:

S	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
$v(S)$	0	0	0	80	100	0	100

Kesztyűpiac (Shapley, 1959 alapján)

A névadó helyzetleírás szerint az ivóban az aranyások közül egyeseknek egyetlen balkezes kesztyűjük van, míg másoknak egyetlen jobbkezes kesztyűjük. Értéke viszont csak egy pár kesztyűnek van, mégpedig egy üveg whisky. Ha mindegyik aranyásó azonosan értékkel eggyel több vagy eggyel kevesebb kupica whiskyt, akkor a nedűt tekinthetjük az általános értékmérő „pénz”-nek. Egy koalíció értékét a tagjai által birtokolt kesztyűkből összeállítható párok száma adja meg, ennyi az összefogásuk által elérhető összhaszn (üveg whiskyben kifejezve). Képlettel, $v(S)=\min\{|S \cap B|, |S \cap J|\}$, ahol B jelöli a balkezes, míg J a jobbkezes kesztyűvel rendelkező szereplők halmazát. Egy csupa balkezes kesztyűvel rendelkező társulás értéke például ugyanúgy nulla, mint önmagában bármelyik aranyásóé. Viszont, ha csatlakozik hozzájuk egy jobbkezes kesztyűs társuk, értékük rögtön 1-re ugrik, azon már lehet osztozkodni.

Csődeljárás

(Aumann–Maschler, 1985 alapján)

A babilóniai Talmud több mint kétezer éves következő, nagyon is ismerős döntési helyzet annak meglehetősen különös megoldásával együtt. Szét kell osztani E pénzegységnyi vagyont három hitelező között, akik rendre

$d_1=100$, $d_2=200$, $d_3=300$ pénzegységnyi (jogilag egyformán érvényes) követeléssel állnak elő. Gond (*csődhelyzet*) akkor van, ha $E < d_1 + d_2 + d_3$, vagyis a vagyon nem elegendő az összes adósság teljes kiegyenlítésére. A Talmud szerint egy Nathan nevű rabbi ítéletei $E=100$, $E=200$, $E=300$ esetekre a következők:

	$d_1=100$	$d_2=200$	$d_3=300$
$E=100$	$33\frac{1}{3}$	$33\frac{1}{3}$	$33\frac{1}{3}$
$E=200$	50	75	75
$E=300$	50	100	150

Az első esetben a döntés megfelel az egyenlő elosztás elvének, a harmadik esetben viszont mintha a követelések nagyságával arányos elosztás elvét alkalmazta volna. Már ez a váltás is elgondolkodtató, mert a rabbi vélhetően ugyanazt az „igazságtételt” elvet követve hozta meg döntéseit. Az igazi fejtorést azonban az $E=200$ eset jelenti már önmagában is, a feltételezett egységes világképbe illesztése pedig különösképpen, hiszen a Talmud ezen döntések magyarázatára vonatkozóan még utalásokat sem tartalmaz. A sok évszázados talányt a játékelmélet két neves „úttörőjének”, Robert Aumann-nak és Michael Maschlernek sikerült megoldania (már amennyire egy ilyen „régészeti” probléma egyáltalán megoldottnak tekinthető) kooperatív játékelméleti eszközök segítségével. Barry O’Neill (1982) ötletét követve a fenti három csődhelyzet mindegyikéhez meghatároztak egy-egy kooperatív játékot, és észrevették, hogy ezeknek a játékoknak a nukleolusz szerinti megoldása mindhárom esetben visszaadja a Talmudban leírt elosztásokat. A nukleolusz játékelméleti tulajdonságait a csődhelyzetre „visszavetítve”, és ezeket a Talmudban egyéb helyeken fellelhető hasonló jellegű helyzetekben hozott döntésekhez, illetve az azokhoz fűzött magyarázatokhoz kapcsolva Aumann és Maschler rögtön

három hihető választ is tudott adni arra vonatkozóan, hogy milyen elv vezérelhette Nathan rabbit döntéseiben. Ezekről – hely hiányában – még röviden sem szólunk, csak a modellt ismertetjük. O’Neill (1982) nyomán egy n -szereplős ($E; d_1, d_2, \dots, d_n$) csődhelyzetben az $\{1, 2, \dots, n\}$ -beli hitelezők egy S csoportjának „értékén” a $v(S) = \max\{0, E - d(N \setminus S)\}$ számot értjük, ahol $d(N \setminus S)$ jelöli az S -be nem tartozó adósságok összegét. A modell alap gondolata az, hogy a vagyont értékéből az S -beliek kizárólagosan csak $v(S)$ -nyire tarthatnak igényt, miután a többiek teljes egészében visszakapták hitelük értékét.

Költségmegosztás

(Straffin – Heaney, 1981 alapján)

Az 1930-as évekbeli nagy gazdasági világválság után az USA Kongresszusa létrehozta a Tennessee Valley Authorityt (TVA) a Tennessee-folyó medencéjében végrehajtandó nagyszabású gát- és tározórendszer-építések előkészítésére és lebonyolítására. Az elérendő célokat három fő csoportba sorolták: hajózás (1), árvízvédelem (2), elektromos áram termelése (3). A TVA-t létrehozó törvény előírta, hogy a beruházási költségeket e három célcsoport között kellett felosztani. A feladat nehézsége abban állt, hogy az egyes célok elérésének a költségekre gyakorolt hatása összekeveredik, mivel egy adott vízszabályozási megoldás egyszerre több célkitűzésnek is megfelelt. A TVA munkatársai által kidolgozott elvek és módszerek mintegy előrevetítettek bizonyos kooperatív játékelméleti fogalmakat és megoldásokat. Például, az egyes célcsoportok költségkihatásának számszerűsítése érdekében meghatározták egy sor olyan gátrendszer megépítésének költségét, amelyek a célcsoportok közül maradéktalanul csak egyeseket valósítanak meg. Az egyes kombinációkra a költ-

ségek (millió akkori dollárba kerekítve) a következők voltak:

S	1	2	3	12	13	23	123
$C(S)$	164	141	250	302	379	367	414

A csak hajózási célokat szolgáló gátrendszer tehát $C(1) = 164$ millió dollárba került volna, a hajózásnak és az árvízvédelemnek is megfelelő megoldás $C(12) = 302$ millió dollárba stb. A mindhárom fő cél elérésére alkalmas (a ténylegesen megvalósítandó) gát- és tározórendszer költségét $C(123) = 414$ millió dollárba becsülték, ennek szétosztása volt tehát a feladat. A TVA munkatársai végső javaslatukat a fenti költségfüggvényre alapozták, ami gyakorlatilag egy kooperatív játék, azzal a különbséggel, hogy itt a preferenciák fordítottak (a kisebb a jobb). Ráadásul konkrét javaslatokat olyan elvek mentén határozták meg, amelyek megfelelnek bizonyos kooperatív megoldási koncepciók alapelveinek.

A hasonló költségelosztási problémák kooperatív játékelméleti eszközökkel való elemzésekor a költségek helyett használhatjuk a célcsoportok közötti „összefogás” értékét jobban kifejező költségmegtakarításokat is. Ha $C(S)$ adja meg a célok egy S csoportját kiszolgáló többfunkciós megoldás költségét, akkor a csak egy-egy célra alkalmas egyedi megoldások költségeinek összegéhez képest $v(S) = \sum_{i \in S} C(i) - C(S)$ pénzegységnyi költségmegtakarítás érhető el. Ilyen módon a TVA fenti költségfüggvényéből az alábbi (normalizált) koalíciós függvényt kapjuk:

S	1	2	3	12	13	23	123
$v(S)$	0	0	0	3	35	24	141

Erre a játékra a különféle kooperatív megoldási koncepciókat alkalmazva már nemcsak a TVA által kidolgozott megoldásokat kapnánk vissza, hanem egyéb elveket megtestesí-

tő elosztásokat is. Az újabb keletű elemzésekben gyakran élnek ezzel a megközelítéssel. Ezzel kapcsolatban kezdetnek H. Peyton Young (1994) áttekintő tanulmányát ajánljuk.

Már ebből a néhány példából is látszik a kooperatív alapmodell sokrétű alkalmazási lehetősége. Az utolsó történetben például a „szereplők” már nem is racionálisan cselekvő „hús-vér” döntéshozók, mint az első két esetben (vagy a nemkooperatív modellekre vezető tipikus helyzetekben), hanem „személytelen” célok. A probléma a Talmud-beli csődhelyzetekben és a TVA költségmegosztási feladatában is igazából egy igazságos döntőbíró problémája, aki a konkrét helyzetektől függetlenül megfogalmazott és általánosan elfogadott elvek szerint javasol semleges megoldásokat az „ügyfelei” között fennálló részleges konfliktusokra. Ilyen alkalmazásokban a „pénz” minden szereplő általi azonos megítélésére tett feltevésünk nemcsak, hogy nem problematikus, sőt inkább követelmény, hiszen például egy kizárólag a „fogyasztás függvényében” megállapítandó költségelosztásnál a pénz egyénenkénti hasznosságát befolyásoló egyéb (például anyagi helyzetre vonatkozó) szempontok nem vehetők figyelembe.

Megoldások

Egy kooperatív játékkal modellezett döntési helyzetben két egymással szervesen összekapcsolódó alapkérdés van:

- milyen koalíciók jönnek létre,
- mennyi lesz az egyes szereplők kifizetése.

Egyrészt egy társulás létrejöttéhez nyilván elengedhetetlen, hogy a részt vevők meg tudjanak egyezni az együtt elérhető összhason mindegyikük számára elfogadható elosztásban. Másrészt egy szereplő kifizetését nyilván befolyásolja, hogy kikkel működik együtt, és mekkora lesz a torta, amelyből ő is részesül.

Az ismertetett kooperatív helyzetek mindegyike olyan, hogy bármely két, közös szereplőt nem tartalmazó koalíció egyesüléséből csak előny származhat. A kapcsolódó játék tehát mindegyik esetben *szuperadditív*, azaz tetszőleges, diszjunkt S és T koalíciók esetén $v(S) + v(T) \leq v(S \cup T)$ teljesül. A *Lóvásár* és a *Kesztyűpiac* példákban ez nyilvánvaló, a csődhelyzetekre ezt általánosan sem nehéz igazolni, a TVA költségmegtakarítási játékban pedig azért teljesül, mert az adott költségfüggvény *szubadditív*, azaz $C(S) + C(T) \geq C(S \cup T)$ áll fenn bármely két, közös elemet nem tartalmazó S és T célkombináció esetén.

Szuperadditív játékkal modellezhető helyzetekben megvan a készlet arra, hogy egyre nagyobb koalíciók jöjjenek létre, és végső soron megvalósuljon az összes játékost magában foglaló nagykoalíció. A játékosok koalíciókba szerveződésének modellezése ennél persze jóval összetettebb probléma, mert akár egy egyébként szuperadditív játékként megfogható helyzetben is felmerülhetnek olyan szempontok, amelyek miatt a nagykoalíció esetleg mégsem jön létre. Vegyük észre például, hogy a *Lóvásár* példában a nagykoalíció értéke már nem több mint az AC koalíció értéke, mégis a gyengébb vételi pozícióban lévő B vevő jelenléte nagyon is befolyásolja a másik két szereplő tárgyalási pozícióját.

Egy szuperadditív koalíciós függvényvel modellezhető helyzetben tehát bármilyen társuláskonfigurációhoz képest előnyösebb (vagy legalábbis nem előnytlenebb) a nagykoalíció, már ami az elérhető legnagyobb összhasonnot illeti. De nézzük annak elosztását. Természetesen mindegyik szereplő a saját részesedését kívánja növelni, ami persze csak a többiek kárára történhet. Ugyanakkor a többi szuverén szereplő együttműködése nélkül nincs miből részesedni, ezt pedig csak kellő

önkorlátozással lehet elérni. E két egymással ellentétes cél közül most tehát az együttműködést lehetővé tevő kellő mértékű visszafogottság az elsődleges fontosságú, a relatíve legkedvezőbb részesedés megszerzése pedig csak másodlagos motiváló tényező lehet.

A továbbiakban végig feltesszük, hogy létrejön az N nagykoalíció. Ekkor a fő kérdés már csak az, hogy az N által elérhető $v(N)$ -ből miként részesedjenek az egyes szereplők. Jelölje x_i az i játékos *kifizetését*. Ekkor az (N, v) játék által leírt kooperatív döntési helyzet egy kimenetelét (a játék egy megoldását) egyszerűen a játékosok kifizetéseit tartalmazó (x_1, x_2, \dots, x_n) vektorral adjuk meg. (Általánosabb modellekben a létrejövő koalíció-struktúra és a kifizetés-vektor együtt írja le a kimenetelt.)

Nézzünk olyan tulajdonságokat, amelyeket a megoldásoktól a legtöbb esetben „joggal” elvárhatunk. Először is a kimenetelnek megvalósíthatónak kell lennie, azaz a kifizetések összege nem haladhatja meg az elérhető összhasznot: $x_1 + x_2 + \dots + x_n \leq v(N)$. A teljes összegnél kevesebbet szétosztani viszont nem racionális megoldás, hiszen van olyan megvalósítható megoldás is, ami mindenki számára előnyösebb. Ugyancsak valószerűtlen egy olyan kimenetel, amelyben valamelyik szereplő kevesebbet kap, mint amennyit egyénileg (senkivel sem együttműködve) el tud érní. Ezen érvelések alapján Neumannt és Morgensternt követve az (N, v) (szuperadditív) játék megoldását (megoldásait) eleve csak az alábbi két feltételt teljesítő kifizetés-vektorok között fogjuk keresni:

1. $x_1 + x_2 + \dots + x_n = v(N)$ (Pareto-hatékonyság)
2. $x_i \geq v(i)$ minden i játékosra (egyéni elfogadhatóság).

A Pareto-hatékonny kifizetés-vektorokat *szétosztásoknak*, a minden szereplő számára elfogadható szétosztásokat pedig *elosztásoknak*

fogjuk hívni. Elosztások minden olyan (N, v) játékban léteznek, amelyben $v(N) \geq v(I) + v(2) + \dots + v(n)$. A szuperadditív játékok nyilván ilyenek. Amennyiben a nagykoalíció értéke éppen egyenlő az egyénileg elérhető hasznok összegével, akkor egyetlen elosztás van, mégpedig $x_i = v(i)$ minden i játékosra. Ha az együttműködésnek nincsen hozadéka, a helyzet kimenetele egyértelmű, a modell az elemzés szempontjából érdektelen. Az ún. *lényeges* játékokban a $v_o(N) = v(N) - (v(I) + v(2) + \dots + v(n))$ többlet pozitív, és ilyenkor annyi különböző elosztás van, ahányféleképpen ezt a többletet a szereplők el tudják maguk között osztani. Könnyen belátható: egy lényeges játékban az elosztások pontosan az $y_1 + y_2 + \dots + y_n = v_o(N)$ egyenlet nemnegatív megoldásainak segítségével képzett $x_i = v(i) + y_i$ alakú kifizetések álló vektorok. Például, a *Lóvásár* játékban az összes elosztás előáll mint az $(x_A = 100, x_B = 0, x_C = 0)$, $(x_A = 0, x_B = 100, x_C = 0)$ és $(x_A = 0, x_B = 0, x_C = 100)$ „diktatórikus” elosztások valamilyen (nemnegatív) súlyozott átlaga.

A mag

Jóllehet, rögzítettük a nagykoalíció megalakulását, de ennek hatékonysági okai voltak, a kisebb társulások létrejöttének lehetősége ettől még nem szűnt meg. Éppen ezért, ha egy elosztás összességében kevesebbet juttat egy koalíciónak, mint amennyit tagjai együttműködve (a többiekől függetlenül) el tudnak érní, akkor a nagykoalícióból való kiválásuk reális veszély, ezzel való „fenyegetésüket” a többi szereplőnek komolyan kell vennie. A mag az olyan elosztások halmaza, amelyeknél ilyen megalapozott fenyegetése egyetlen koalíciónak sem lehet. A *mag* tehát az

1. $x_1 + x_2 + \dots + x_n = v(N)$ (Pareto-hatékonyság)
2. $x(S) \geq v(S)$ minden S koalícióra (csoportos elfogadhatóság)

feltételeket kielégítő kifizetés-vektorok halmaza, ahol $x(S) = \sum_{i \in S} x_i$ jelöli az x -nél az S -nek jutó összkifizetést. Az összes elképzelhető társulás általi elfogadhatóság jóval szigorúbb követelményt jelent a szétosztandó $v(N)$ nagyságára nézve, mint a csak az egyszemélyes koalíciók általi. A magot meghatározó lineáris feltételrendszer megoldhatósága elvileg könnyen eldönthető (például egy lineáris programozási feladat megoldásával), az egyedüli nehézséget a feltételek nagy száma jelentheti. A mag szuperadditív játékokban is lehet üres, habár konkrét példáink egyikében sem az. Nézzük őket.

A *Lóvásár* játékban a magot meghatározó feltételek között szereplő $x_A + x_B + x_C = 100$, $x_A + x_C \geq 100$, $x_B \geq 0$ feltételeknek csak az $(x_A = p, x_B = 0, x_C = 100 - p)$ alakú kifizetések felelnek meg. Az $x_A + x_B \geq 80$ miatt az eladási ár $p \geq 80$, az $x_C \geq 0$ miatt pedig $p \leq 100$. Az $x_B + x_C \geq 0$, illetve $x_A \geq 0$ feltételek ugyanakkor már semmilyen további megszorítást nem jelentenek. A magbeli elosztások kifejezik a helyzet versenyjellegét. A gyengébbik vételi pozícióban lévő B vevő üres kézzel megy haza, mivel bármilyen legfeljebb 80 talléros ajánlatára C vevő rá tud ígérni. Ugyanakkor éppen B érdeklődése miatt tud A eladó legalább 80 talléros árat kialkudni C vevőtől, hiszen C bármilyen 80 tallér alatti vételi ajánlatával szembe tud állítani egy picit magasabb árajánlatot B -től.

A *Kesztyűpiac* játék magjában ez a jelenség még szembetűnőbb. Ha a balkezes, illetve jobbkezes kesztyűt birtokló aranyásók egyenlő számban vannak jelen (a piac kiegyensúlyozott), akkor a mag az olyan elosztások halmaza, amelyben mindegyik balkezes kesztyűs szereplő kifizetése p , míg mindegyik jobbkezes kesztyűs szereplő kifizetése $1-p$, valamilyen 0 és 1 közötti p -vel. A mag tehát egyformán jutalmazza az ugyanolyan típusú kesz-

tyűvel rendelkezőket, de nem mond semmit a két kesztyűtípus egymáshoz viszonyított értékével kapcsolatban. Ugyanakkor ha akár csak eggyel is több balkezes kesztyű van a piacon, mint jobbkezes, a játék magja egyedül a $p=0$ -hoz tartozó előbbi típusú elosztást tartalmazza. A túlkínálatban lévő áru teljesen leértékelődik.

A Talmudból vett csődhelyzetekhez tartozó csődjátékokban sem üres a mag. Könnyen ellenőrizhető, hogy például a rabbi által javasolt elosztás mindhárom esetben a magba tartozik. Hamarosan látjuk majd, hogy ez nem véletlen.

A TVA megtakarítási játék magja sem üres, például az egyenlő $(x_1 = 47, x_2 = 47, x_3 = 47)$ elosztás magbeli. Ez persze egyáltalán nem szükségszerű, ebben a játékban azért teljesül, mert a $v(N)$ értéke kimondottan magas a többi koalíció értékéhez képest. Magbeliek ugyanakkor a $(0, 3, 138)$, $(0, 106, 35)$, $(3, 0, 138)$, $(117, 0, 24)$, $(35, 106, 0)$ és $(117, 24, 0)$ elosztások is. Most a mag pontosan azon elosztások halmaza, amelyek előállnak mint e hat elosztás valamilyen (nem negatív) súlyozott átlagai. A mag most túl sokféle elosztást tartalmaz, nem nagy segítség a költségmegosztási probléma megoldásában. Megragad ugyanakkor olyan fontos alapelveket, amelyeket már a TVA munkatársai is hangsúlyoztak.

Az egyik a „csináld magad”-elv, amely kimondja, hogy egyetlen célcsoport se fizessen többet annál, mint amennyibe egy az ő céljait megvalósító megoldás kerülne. A megtakarításokra átfogalmazva ez éppen a csoportos elfogadhatóság követelménye. Az esetleges különválással való fenyegetés a TVA-esethez hasonlóan sok költségmegosztási problémában pusztán gondolat kísérlet, mert eleve rögzített, hogy az összes célra alkalmas megoldást kell megvalósítani. A hatékonyság-

ra apellálni ilyenkor kevésbé meggyőző. Az ilyen helyzetekben az „igazságosság” fontosabb szempont. Egy ilyen jellegű elv a „fizess magad”, amely kimondja, hogy összességében mindegyik célcsoport fizessen legalább annyit, mint amennyi kizárólag az ő céljaik megvalósítása miatt jelenik meg a teljes költségben. Az S célcsoport igényei nélkül egy $C(N \setminus S)$ költségű megoldás is megfelelne, a $C(N)$ összköltségből tehát kimondottan az S számlájára írandó $C(N) - C(N \setminus S)$. Ha összességében legalább ennyit nem rónak ki az S elemeire, akkor bizonyos fokig a többi cél „szubvencionálja” az S -beli célok elérését. Ha a teljes költséget a célok között kell felosztani (a megtakarításokra átfogalmazva ez éppen a Pareto-hatékonyság), akkor a „csináld magad” és a „fizess magad” elvek ekvivalensek, a hatékonysági és az igazságossági szempontok tehát erősítik egymást.

A nukleolusz

A mag egy intuitíven nagyon természetes stabilitási követelményeket megfogalmazó megoldási koncepció, de vagy túl sok elosztást tartalmaz, vagy egyet sem. Példáinkhoz hasonlóan sok alkalmazásban a játék magja nem üres, de nem is egyértelmű. Van tér tehát további kívánalmakat támasztani a megoldással szemben anélkül, hogy feladnánk a stabilitást. Egy ilyen koncepció a David Schmeidler (1969) által bevezetett *nukleolusz*. Ez mindig egy magbéli elosztást ad, ha a mag nem üres. Sőt ilyenkor a nukleolusz a mag „legbelsőbb” pontja, elnevezése is ebből a tulajdonságából származik (a mag magja). A nukleolusz egyébként akkor is létezik, ha a mag üres, ilyen játékokban a nukleolusz a (mag által képviselt) stabilitást „legjobban közelítő” elosztás.

A nukleolusz az egyetlen az elosztások között, amelyik mindegyik koalíciónak olyan

összkifizetést biztosít, ami úgy haladja meg a lehető legnagyobb mértékben a koalíció értékét, hogy ezzel egyetlen, az adott koalíciónál kevésbé túlfizetett koalíció túlfizetését sem csökkenti. Ezen elv szerint mindig azoknak a legrosszabb helyzetben lévő koalícióknak a helyzetén akarunk javítani, amelyekén még lehet segíteni úgy, hogy ezzel egyetlen náluk rosszabb helyzetben lévő koalíció helyzetén se rontsunk. Ez a (lexikografikus) optimalitási elv egyben módszer is ad a nukleolusz kiszámítására. Nézzünk egy példát.

A Talmud-beli $E=200$ -as esethez tartozó csődjátékban $v(123)=200$, $v(23)=100$, az összes többi koalíció értéke 0. Az $x=(0, 0, 200)$ szétosztás elfogadható mindegyik koalíció számára, tehát magbéli. Igen ám, de az x szerint az (1), (2) és (12) koalíciók éppen csak annyit kapnak, mint amennyit önmaguk is el tudnak érni, míg a többi koalíció *túlfizetésben*, azaz az értékét meghaladó összkifizetésben részesül. Az x -nél a legkisebb túlfizetésben részesülő (1), (2) és (12) koalíciók helyzetén egyszerre tudunk javítani, például a mag „belsejében” lévő $y=(50, 50, 100)$ elosztással. Ekkor már mindegyik koalíció legalább 50-nel többet kapna, mint az értéke (kivéve persze a minden elosztásban az értékével megegyező összkifizetésben részesülő nagykoalíciót, lásd Pareto-hatékonyság). Az (1) és (2) koalíciók az y -nál is a legkevésbé (a pontosan 50-nel) túlfizettek közé tartoznak (az (12) koalíció túlfizetése 100-ra nőtt), lecsúszott viszont hozzájuk a (23) koalíció. Mivel az (1) koalíció összkifizetését csak a többi játékost tartalmazó komplementer (23) koalíció összkifizetésének terhére tudnánk növelni, és fordítva; látjuk, hogy 50-nél magasabb túlfizetést ennek a két koalíciónak egyszerre semmilyen elosztás sem tud garantálni. A túlfizetésüket (s így az elosztással való „megelége-

dettségük szintjét”) ezért tovább már nem tudjuk emelni. Rögzítsük tehát, hogy az (1)-nek 50-et, a (23)-nak összesen 150-et, a többi koalíciónak pedig az értéküket legalább 50-nel meghaladó összkifizetést kell kapnia. Az y mellett ezeknek a feltételeknek sok más elosztás is megfelel, a keresés tehát folytatódik, de már a leszűkített elosztáshalmazon. A „versenyben” maradó (2), (3), (12) és (13) koalíciók mindegyikének legalább 75-ös túlfizetést nyújt a leszűkített elosztáshalmaz „belsejében” lévő $z=(50, 75, 75)$ elosztás. Ekkor a második legrosszabb helyzetben lévő (a pontosan 75-tel túlfizetett) koalíciók a (2) és a (3). Tovább már rajtuk sem segíthetünk, mert különben együtt már 150-nél többet kapnának, ami viszont a náluk rosszabb helyzetben lévő (1) helyzetét rontaná. Rögzíteni kell tehát ezeket a követelményeket is. A z -n kívül azonban nincs másik olyan elosztás, amelyik az (1)-nek 50-es, a (2)-nek 75-ös, és a (3)-nak 75-ös túlfizetést biztosítana. A keresésnek vége, a z elosztás a csődjáték nukleolusza. Érdekes ellenőrizni, hogy Nathan rabbi döntései a Talmudban szereplő másik két esetben is megegyeznek-e a megfelelő csődjátékok nukleoluszaival.

Lássuk röviden a másik három példánkat is: A *Lóvásár* játékban a nukleolusz az $(x_A=90, x_B=0, x_C=10)$ elosztás, pontosan a magon belül az eladó számára legkedvezőbb $p=100$ talléros eladási árhoz tartozó (100, 0, 0) és a tényleges C vevő számára legkedvezőbb $p=80$ talléros árhoz tartozó (80, 0, 20) elosztások egyenlő súllyal vett átlaga.

A *Kesztyűpiac* játék nukleoluszában mindegyik B -béli játékos kifizetése $p=0$, ha $|B|>|J|$; illetve $p=1$, ha $|B|<|J|$, hiszen a kiegyensúlyozatlan esetekben ezek az egyetlen magbéli elosztások. A kiegyensúlyozott kesztyűjátékokban viszont a nukleolusz mindegyik játékos-

nak $p=1/2$ kifizetést ad, ami itt is a magbéli két extrém elosztás egyenlő súllyal vett átlaga.

A TVA költségmegtakarítási játék nukleolusza az egyenlő $(x_1=47, x_2=47, x_3=47)$ elosztás. Ez a Talmud-beli $E=100$ esethez hasonlóan azért van így, mert a kétszereplős koalíciók értéke jóval közelebb van az egyszereplősökhöz, mint a nagykoalíció értékéhez. A megtakarításoknak a nukleolusz alapján történő elosztása esetén a költségek allokációjára tett javaslat tehát a következő lett volna: $C(1)-x_1=117$ M \$ (hajózás), $C(2)-x_2=94$ M \$ (árvízvédelem) és $C(3)-x_3=203$ M \$ (áramtermelés).

Szembevetendő, hogy a nukleolusz nem veszi figyelembe a koalíciók nagyságát, azonos összegű túlfizetés (költségmegosztási problémákban a megtakarítás) azonos mértékű ösztönzésnek minősül kis- és nagyméretű koalíciókra egyformán. Emiatt egyébként a nukleoluszra nem feltétlenül teljesül egy intuitíven elvárható monotonitási tulajdonság. Nevezetesen, ha változatlan egyéb körülmények között a nagykoalíció értéke megnő, előfordulhat, hogy a nukleolusznál egy játékos kifizetése csökken. Költségmegosztási alkalmazásokban ez azt jelenti, hogy ha a projekt tényleges végösszege meghaladja a tervezettet (amire bizony bőven akad példa), de a költségfüggvény többi értékén nem változtatnak, akkor előfordulhat, hogy a nukleolusz-allokáció bizonyos célokra a tervezettnél kisebb hozzájárulást ró ki. Az egy főre jutó túlfizetést a fenti lexikografikus értelemben maximalizáló *per capita* nukleolusz már teljesíti az említett monotonitási elvárást. Megsértheti viszont a nukleolusznak azt a tulajdonságát, hogy egy *sallangjátékos* (aki bármelyik koalícióhoz való csatlakozásával a saját értékével azonos értékváltozást idéz elő) kifizetését mindig a játékos értékével egyenlőnek határozza meg. Ezzel és egyéb nukleolusz

változatok tulajdonságaival is foglalkozik Young (1994) tanulmánya.

A Shapley-érték

A kooperatív játékok egyértelmű megoldását eredményező koncepciók közül kétségkívül a legismertebb a Lloyd Shapley rövid, de nagy hatású PhD-dolgozatában bevezetett (és már róla elnevezett) Shapley-érték. Ebben minden játékos az egyes koalíciókhoz való egyéni hozzájárulásainak átlagát kapja. Ez így első látásra elég esetlegesnek tűnhet, ám Shapley (1953) megmutatta, hogy ha egy megoldási koncepciótól megköveteljük az alábbi négy tulajdonságot, akkor csak az általa javasolt szétosztást alkalmazhatjuk, és ez szuperadditív játékokban biztosan egyénileg elfogadható is lesz.

A *Pareto-hatékonyság* axiómája előírja, hogy a játékosok kifizetéseinek összege egyezzen meg a nagykoalíció értékével. Az *anonimitás* axiómája megköveteli, hogy egyetlen játékos kifizetése se függjön a nevéől, „érdemei” megállapításakor csak a játékban betöltött szerepe számítson. A *sallangmentesség* axiómája szerint bármelyik sallangjátékos pontosan a saját értékével megegyező kifizetésben részesüljön. Az *additivitás* axiómája előírja, hogy ha szétválasztható komponensekből álló helyzetet vizsgálunk, akkor a játékosok kifizetését is a komponensekben külön-külön, a kölcsönhatást kizárva állapítsák meg.

Shapley (1953) nemcsak azt mutatta meg, hogy e négy axiómának csak egyetlen értékelési függvény felel meg, hanem expliciten meg is adta ezt a függvényt, sőt rögtön két ekvivalens alakban is. Itt csak a könnyebben értelmezhető változatot ismertetjük, bár a kiszámítás szempontjából ez a kevésbé hatékony.

Tegyük fel, hogy a játékosok sorban egymás után érkeznek egy szobába, ahol az együttműködési megbeszélések folynak. Ha

mindegyik érkező játékos pontosan akkora kifizetést kap, mint amekkora értéknövekedést előidézett a szobában (azaz a már a szobában lévő koalíció értékéhez való *határhozzájárulását*), akkor az érkezési sorrend nagyon is számít. Amennyiben a játékosok bármelyik érkezési sorrendje egyformán valószínű, akkor egy játékos várható kifizetése egyenlő az összes lehetséges sorrendre vett határhozzájárulásának az átlagával. Éppen ez a várható kifizetés az adott játékos Shapley-értéke.

Lássuk példáinkat:

A *Lóvásár* játékban a három szereplő hat különböző érkezési sorrendjéhez tartozó határhozzájárulások, illetve azok átlagai, azaz a szereplők Shapley-értékei a következők:

Sorrend	x_A	x_B	x_C
ABC	0	80	20
ACB	0	0	100
BAC	80	0	20
BCA	100	0	0
CAB	100	0	0
CBA	100	0	0
Átlag	$63\frac{1}{3}$	$13\frac{1}{3}$	$23\frac{1}{3}$

Az egyes játékosok Shapley-értékéből álló elosztás nincs a magban, hisz *B* vevő kifizetése most nem 0, mert ha hamarabb ér a vásárba, mint *C*, és rögtön meg is köti az üzletet *A*-val, akkor *C* vevő már csak vele tud üzletet kötni, így *B* üres kézzel már biztos nem megy haza.

A Shapley-érték anonimitásából következik, hogy tetszőleges méretű *Kesztyűpiac* játékban az azonos típusú kesztyűvel rendelkezők azonos kifizetést kapnak. Nem számít tehát a testsúly vagy a hangerő, csak az értéknövelő képesség. Kiegyensúlyozott esetben ez az egységes kifizetés mindkét típus esetén $1/2$, a Shapley-érték és a nukleolusz szerinti elosztás ilyenkor tehát egybeesik. Nem kiegyensúlyozott esetben viszont a Shapley-

elosztás különbözik az egyetlen magbeli elosztástól (azaz a nukleolusztól), mert a túlliknálattal rendelkező aranyásók szerepét is jutalmazza valamennyire. Ha valaki úgy érkezik az ivóba, hogy kesztyűjével rögtön egy újabb pár keletkezik és azt rögtön whiskyre váltva nyomban el is fogyasztja, akkor a nap végén a jutalma már nem lehet 0.

A Talmud-beli $E=100$ -as esethez tartozó csődjátékban a Shapley-érték is az egyenlő ($33\frac{1}{3}, 33\frac{1}{3}, 33\frac{1}{3}$) elosztást írja elő. Szintén a Talmud-belivel (és a nukleolusszal) megegyező, a követelésekkel arányos (50, 100, 150) elosztást kapjuk az $E=300$ -as esetben. Az $E=200$ -as esetre a Shapley-érték a ($33\frac{1}{3}, 83\frac{1}{3}, 83\frac{1}{3}$) elosztást adja, amely jellegében ugyan csak hasonlít a Talmud-belihez. A $d_2=200$ és $d_3=300$ követelések különbözősége a csődjátékban nem jelenik meg, mert az $E=200$ feletti követelésrész úgyszólván reménytelen. A két nagyobb hitelezőnek ezért felcserélhető a szerepe a játékban, az anonimitás miatt tehát kifizetésüknek azonosnak kell lennie. A $d_1=100$ -as hitelező ugyanakkor csak a vagyontól való különbözőségét a Shapley-érték viszont a Talmud-belitől eltérően ítéli meg.

Ebben a három csődjátékban a Shapley-érték szerinti elosztás magbeli. Ez egyébként minden csődjátékra igaz, mert tetszőleges csődhelyzethez tartozó csődjáték *konvex* (azaz tetszőleges *S* és *T* koalíciók esetén $v(S)+v(T) \leq v(S \cup T)+v(S \cap T)$ teljesül), és mint Shapley (1971) megmutatta, tetszőleges konvex játékban a Shapley-érték magbeli. O'Neill (1982) vizsgál olyan szintén a Talmudban előforduló eljárásokat, amelyek jellegükben a Shapley-értékhez hasonló elosztást eredményeznek.

A TVA költségmegtakarítási játékokra a Shapley-érték a magnál felsorolt hat elosztás átlagát, az ($x_1=45,33, x_2=39,83, x_3=55,83$) elosz-

tást adja. Ezen elv alapján a költségek allokációjára tett javaslat tehát a következő lett volna: $C(1)-x_1=118,67$ M \$ (hajózás), $C(2)-x_2=101,17$ M \$ (árvízvédelem) és $C(3)-x_3=194,17$ M \$ (áramtermelés). Ez az allokáció megfelel a „fizess magad”-elvnek, egyik célcsoport sem szubvencionálja a másikat. Ez egyébként minden olyan esetben igaz, amikor az adott költségfüggvény *konkáv* (azaz $C(S)+C(T) \geq C(S \cup T)+C(S \cap T)$ áll fenn bármely két *S* és *T* célkombináció esetén), mivel ilyenkor a megtakarítási játék konvex, és ezért a szereplők bármilyen sorrendjéhez tartozó határhozzájárulás-vektor, valamint ezek átlaga, a Shapley-elosztás is magbeli. Amennyiben a megtakarítási játék nem konvex, a Shapley-értékre alapozott költségalkotás esetleg megsérti a „fizess magad”-elvet. Ez kétségkívül hátránya lehet bizonyos alkalmazásokban. A Shapley-érték ugyanakkor eleget tesz különféle monotonitási elvárásoknak.

A Shapley-értéknek az ismertetett eredeti jellemzésen kívül számos egyéb axiomatizációja is létezik. Itt csak H. Peyton Young (1985) eredményét említjük, aki az additivitás és a sallangmentesség helyett az ún. erős monotonitást követeli meg a Pareto-hatékonyság és az anonimitás axiómák mellett. Az erős monotonitásból következik például, hogy egy játékos kifizetése csak a határhozzájárulásaitól függ. Young (1985) bizonyította azt is, hogy a legalább öt játékot tartalmazó játékokon nincs olyan megoldási koncepció, amelyik egyrészt mindig magbeli elosztást ad, ha a mag nem üres, másrészt teljesül rá az ún. koalíciós monotonitás (egy, az erős monotonitásnál valamivel gyengébb tulajdonság). David Housman és Lori Clark (1998) igazolták, hogy ez már a legalább négy szereplős játékokra is igaz, de a legfeljebb három szereplős játékokon a magbeliség és a koalíciós monotonitás ösz-

szebékíthető, például a nukleolusz és különböző variánsai teljesítik mindkét követelményt.

Abban a reményben fejezzük itt be írásunkat, hogy sikerült bepillantást nyújtani a kooperatív játékok „klasszikus” elméletébe, a

példákon keresztül pedig az alkalmazási lehetőségeibe.

Kulcsszavak: *kooperatív játékok, mag, nukleolusz, Shapley-érték*

IRODALOM

- Aumann, R. J. – Maschler, M. (1985): Game Theoretic Analysis of a Bankruptcy Problem from the Talmud. *Journal of Economic Theory*. 36, 195–213.
- Housman, David – Clark, Lori (1998): Core and Monotonic Allocation Methods. *International Journal of Game Theory*. 27, 611–616.
- Neumann, John von – Morgenstern, Oskar (1944): *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton
- O'Neill, Barry (1982): A Problem of Rights Arbitration from the Talmud. *Mathematical Social Sciences*. 36, 195–213.
- Schmeidler, David (1969): The Nucleolus of a Characteristic Function Game. *SIAM Journal on Applied Mathematics*. 17, 1163–1170.
- Shapley, Lloyd S. (1953): A Value For N-Person Games. In: Kuhn, Harold William – Tucker, Albert William et al. (eds.): *Contributions to the Theory of Games*. II. Princeton University Press, Princeton, 307–317.

<http://books.google.hu/books?id=ulrGpTmQ8wQC&hl=en>

- Shapley, Lloyd S. (1959): The Solutions of a Symmetric Market Game. In: Tucker, Albert William – Luce, Robert Duncan (eds.): *Contributions to the Theory of Games*. IV. Princeton University Press, Princeton, 145–162. <http://books.google.hu/books?id=9lSVFzTGW5C&client=firefox-a&hl=en>
- Shapley, Lloyd S. (1971): Cores of Convex Games. *International Journal of Game Theory*. 1, 11–26.
- Straffin, Philip D. – Heaney, James P. (1981): Game Theory and the Tennessee Valley Authority. *International Journal of Game Theory*. 10, 1, 35–43.
- Young, H. Peyton (1985): Monotonic Solutions of Cooperative Games. *International Journal of Game Theory*. 14, 65–72.
- Young, H. Peyton (1994): Cost Allocation. In: Aumann, Robert J. – Hart, Sergiu (eds.): *Handbook of Game Theory with Economic Applications*. II. Elsevier, Amsterdam, 1193–1235.



AZ INTERNET JÁTÉKELMÉLETI MODELLEZÉSE

Tasnádi Attila

egyetemi docens
Budapesti Corvinus Egyetem
attila.tasnadi@uni-corvinus.hu

Az internet korai szakaszában nem számoltak azzal, hogy az interneten megjelenő szereplők (szolgáltatók, felhasználók stb.) saját érdekeiket szem előtt tartva cselekszenek, és ezzel jelentős mértékben rontják az erőforrások hatékony felhasználását. Ennek a nagyvonalúságnak egyik oka, hogy a katonai, illetve tudományos célokat szolgáló hálózatok szereplői követték a számukra előírt magatartást, azaz nem önérdékkövetően, hanem központilag előírt szabályokat betartva viselkedtek. Az internet egy későbbi szakaszában belépő újabb szereplők, a technika bővületében, jellemzően altruista magatartást követtek. Ezért a kezdetben kialakított internetes forgalmat szabályozó protokollok biztosították a hálózat hatékony működését. Ez az ideális helyzet már régóta megváltozott, mivel az interneten jelenlévő profitorientált szolgáltatók, valamint a különböző fájlokat fel- és letöltő felhasználók önérdéket követő szereplőkként viselkednek.

Az interneten megjelenő szereplők tulajdonképpen, e cikkgyűjtemény Forgó Ferenc által írt játékelméleti bevezetőjében ismertett fogalom meghatározás szerint, egy sokszereplős játékban vesznek részt. Mivel az internet működése során számos zavarral – például túlszűfoltással, az erőforrások pazarló

felhasználásával, a költségek igazságtalan felosztásával stb. – szembesülünk, ezért a jelenlegi Border Gateway Protocol (BGP) által teremtett játékszabályok távolról sem optimálisak az internetező társadalom számára. E problémák kezelésére alkalmas eszköznek bizonyul az ugyancsak e számban Csekő Imre által ismertett mechanizmustervezés, melynek éppen az a célja, hogy a közösség számára egy valamilyen értelemben jónak mondható eredményt érjen el, az egyének önérdékkövető magatartása alapján, a megfelelő játékszabályok kialakításával. Ez az internet esetében az alkalmas protokollok megválasztását jelenti. A mechanizmustervezés eredendően közgazdasági irodalma azonban nem foglalkozik a mechanizmusok számításigényével, ami meggátolja az eredmények közvetlen alkalmazását az internet modellezésére. E hiányosságot oldja fel az algoritmikus mechanizmustervezés, amely az algoritmusok elmélete és a mechanizmustervezés ötvözeteként született meg Noam Nisan és Amir Ronen (2001) úttörő munkájának köszönhetően.

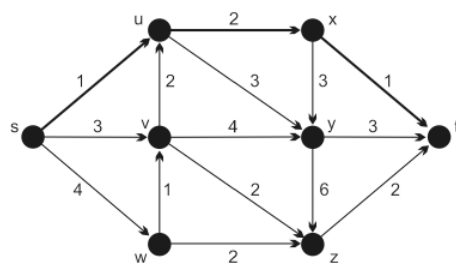
Tanulmányom az algoritmikus mechanizmustervezés irodalmának néhány problémáját mutatja be. Egyrészt megvilágítja a játékelmélet hálózatokon történő alkalmazását, másrészt rámutat a mechanizmusok

bonyolultságelméleti oldalról jelentkező nehézségeire. Az első problémánk egy csomagnak a feladótól a címzettig minimális költséggel történő eljuttatása egy olyan hálózaton keresztül, amelyben az egyes összeköttetéseket biztosító szolgáltatók valóságos költségeit csak az adott szolgáltató ismeri. Tehát a cél egy minimális költségű útvonal meghatározása önérdelmet követő szolgáltatók mellett, amelyek példája mechanizmustervezési környezetben Nisan és Ronen (2001) cikkében jelent meg. A második problémánál az interdomain routing már nemcsak két szereplő közötti csomagküldéssel, hanem a teljes hálózat forgalmával foglalkozik. A világháló méretéből adódóan a forgalomirányítás kezeléséhez egy decentralizált modell alkalmazása célszerű. A harmadik részben egy, a hálózaton belüli zsúfoltság vizsgálatára is alkalmas modellel ismerkedünk, amely már nem az internetező társadalom számára optimális megoldást célozza meg, hanem az önérdelkkövetésből eredő jóléti veszteséget igyekszik behatárolni. A negyedik rész a tudományterülettel kapcsolatos záró gondolatokat tartalmaz.

Minimális költségű útvonalak

A hálózatot a $G = (V, E)$ irányított gráffal reprezentáljuk, ahol a V csúcshalmaz az internet szereplőit, az E élek halmaza pedig a csúcsok közötti kapcsolatokat reprezentálják. Ha az u szereplő közvetlenül továbbíthat egy csomagot a v szereplőnek, akkor ezt $(u, v) \in E$ -vel jelöljük. Továbbá egy csomag továbbításának közvetlen költségei a $C: E \rightarrow R_+$ függvénnyel adóttak. Ilyen hálózatot mutat az 1. ábra.

Feladatunk, hogy a hálózat egy $s \in V$ csúcshalmazból a $t \in V$ csúcsába egy csomagot juttassunk el a lehető legkisebb költséggel. Az 1. ábrán jelzett hálózatban a minimális költségű útvonal a vastagon jelzett s, u, x, t útvonal,



1. ábra

amely összesen 4 egységnyi költséggel jár. A két pont közötti legrövidebb útvonalat gyorsan megkapjuk például Edsger Dijkstra algoritmusával (lásd Rónyai et al., 1999). A problémát az okozza, hogy az élek költségei az összeköttetést biztosító szereplők privát információi, és ezért Dijkstra algoritmusát csak a közölt és nem feltétlenül valós költségekre futtathatjuk le. A mechanizmustervezés eszköztárát használva el szeretnénk érni, hogy a szereplők (az egyes élek, illetve összeköttetések birtokosai, a továbbiakban játékosok) a valós költségeiket önként közöljék egy játék segítségével, és ezáltal a csomag valóban a legkisebb költségű útvonalon jusson s -ből t -be. A játékosok tehát az élek birtokosai és a stratégiálmazuk az általuk birtokolt él lehetséges költségeinek halmaza, jelen esetben a nem negatív valós számok halmaza. A közölt költségek alapján a mechanizmus meghatározza a minimális költségű útvonalat, a csomagot a legrövidebb útvonalon keresztül juttatja el s -ből t -be, a legrövidebb útvonalon szereplő játékos megkapja a bemandott költségeit, a többi játékos pedig nem részesül kifizetésben. Mivel a játékosok csak saját költségeiket ismerik, előfordulhat, hogy például az (s, u) él birtokosa – röviden (s, u) játékos – a valóságos 1 költsége helyett 5-öt közöl profitjának növelése érdekében. Ekkor azonban a mechanizmus az s, v, z, t útvonalat határozza meg, feltéve, hogy a többi szereplő

az ábrában látható valós költségét közli. Ha az (s, u) játékos csak 2-re emelte volna állítólagos költségét, akkor továbbra is a minimális költségű útvonalon maradna, és profitot realizálhatna, a többi szereplő változatlan viselkedését feltételezve.

Vázoltunk tehát egy hálózat felett értelmezett játékot, és feledezzünk meg egyelőre arról, hogy milyen egyensúlyi koncepció (például Nash-egyensúly, domináns egyensúly stb.) mellett kívánjuk meghatározni a játék kimenetelét. Tegyük fel, hogy a tervező azt kívánja elérni, hogy a csomag mindenképpen a valódi – de számára ismeretlen – költségek mellett minimális költségű útvonalon jusson el a feladótól a címzettig. Ha esetleg több minimális költségű útvonal is létezne, akkor ezek egyikén haladjon a csomag. A tervező céljai elérése érdekében transzferkifizetésekkel él, azaz a kinyilvánított költségek függvényében eltérő összegeket juttathat, illetve vonhat el a játékosoktól céljának elérése érdekében. Ezért a tervező „értékeket” rendel a hálózat egyes éleihez. Ha például az 1. ábrában kieszne az (s, u) él – ami úgy is reprezentálható, hogy az (s, u) él költségét végtelenül nagyra vesszük –, akkor ezzel az s, v, z, t útvonal válna minimális költségű útvonallá, méghozzá 7 összköltséggel, ami 3-mal több a teljes hálózat minimális összköltségénél. Tehát (s, u) a valódi 1 költségén felül legfeljebb további 3 egységet tudna elismertetni, és így összesen 4 egységet kinyilvánítani úgy, hogy még továbbra is egy minimális költségű útvonalon maradjon. Ezt a 4 egységet nevezzük az (s, u) játékos marginális hozzájárulásának, amellyel a tervező honorálja az (s, u) játékos jelenlétét.

Általánosan az $E = (u, v) \in E$ játékos $MC_E(e)$ marginális hozzájárulását a $\tilde{c}: E \rightarrow R_+$ kinyilvánított költségek – azaz a játékosok stratégiaprofilja – alapján úgy határozzuk

meg, hogy kiszámoljuk a $\tilde{c}|_{c(e)=\infty}$ minimális összköltségű útvonal költségét az e játékos hálózatból történő kiiktatása esetén, majd kiszámoljuk a $\tilde{c}|_{c(e)=0}$ minimális összköltségű útvonal költségét abban az esetben, ha az e játékos élköltsége nulla volna. Így megkapjuk az e játékos által maximálisan elkérhető összeget, feltéve, hogy minimális összköltségű útvonal mentén kíván maradni, ha ez számára egyáltalán lehetséges a $\tilde{c}: E \rightarrow R_+$ kinyilvánított költségek mellett. Végül a marginális hozzájárulása a két érték különbségeként adódik. A minimális összköltségű útvonalon nem szereplő játékosok marginális hozzájárulásait nullának tekintjük. A tervező céljának érdekében az egyes játékosoknak a kinyilvánított $\tilde{c}: E \rightarrow R_+$ költségek alapján számított marginális hozzájárulásukat juttatja. Vegyük észre, hogy a tervező által kitalált mechanizmus mellett a játékosok bevételei nem függenek a saját költségeiktől. Egy, a minimális összköltségű útvonalon elhelyezkedő játékos nyeresége a transzferkifizésként kapott összeg és a csomag továbbításával járó költségének különbségeként adódik. A csomag továbbításában részt nem vevő játékosok profitjai mind nullák. Tegyük fel: a játékosok egymástól függetlenül szimultán módon közlik a tervezővel a kinyilvánított költségeiket.

Tétel. A fenti módon definiált hálózati játékban a szereplők a valódi költségeik kinyilvánításában érdekeltek.

A tétel bizonyítása nagyon egyszerű. Gondoljuk meg, hogy mi történne, ha egy e játékos valódi költségénél kisebb értéket adna meg. Ekkor a többi játékos költségeit és kinyilvánított költségeit nem ismervén megkockáztatja, hogy egy minimális összköltségű útvonalon elhelyezkedve a transzferkifizései nem fedezik a valódi költségeit. Ez a helyzet akkor állhat elő, ha a kinyilvánított $\tilde{c}: E \rightarrow R_+$

költségek mellett e csak a túl alacsonyan megállapított $\bar{c}(e)$ költségének köszönhetően vehet részt a csomag továbbításában, és a (többiek által kinyilvánított költségektől függő) marginális hozzájárulása kisebb a valódi költségénél, azaz $MC(e) < c(e)$. Ha pedig egy e játékos valódi költségénél nagyobb értéket ad meg, akkor elképzelhető, hogy a megtevésze miatt lekerül egy neki előnyös minimális összköltségű útvonalról. Tehát bármely játékosnak a valódi költségét érdemes megadnia.

Az eddigiek alapján könnyen ellenőrizhető, hogy minden játékos domináns stratégiája az igazmondás, azaz a valódi költségek kinyilvánítása, amely a többi játékos költségkinyilvánításaitól függetlenül optimális, és ennek következtében a mechanizmus domináns stratégiákban implementálja a bemutatott minimális összköltségű útvonaltervezés problémát.

A probléma domináns stratégiákban való implementálhatósága az internet tekintetében nagyon kedvező, mivel a hálózat nagy és egyben változó mérete miatt nem várható el, hogy a szereplők ismerjék egymás költségeit. Viszont a mechanizmus kellemetlen tulajdonsága a transzferek igénye. Nézzük meg, hogy az 1. ábrán látható hálózat esetében mennyibe kerül a tervezőnek a kitűzött cél elérése. Az (s,u) játékosnak, mint már megállapítottuk, 4 egységet kell juttatni, míg az (u,x) és (x,t) játékosoknak hasonló megfontolásból rendre 5 és 4 egységet kell juttatni. Tehát a mechanizmus fenntartása 13 egységet igényel, amelyet a mechanizmus tervezőjének vagy a csomag küldőjének kell viselnie.

Megjegyzendő, hogy az ismertetett mechanizmus az úgynevezett *Vickrey–Clarke–Groves-mechanizmusok*, röviden VCG-mechanizmusok (lásd például Mas-Colell et al., 1995, 879.) családjába tartozik, amely pénzben ki-

fejezhető hasznossági függvényű játékosokat, továbbá a mechanizmus és a játékosok között pénzügyi transzfereket igényel. Pontosabban a VCG-mechanizmusok úgynevezett *kvázilineáris* hasznossági függvények alkalmazását teszik szükségessé, melyek $u(a,m) = v(a) + m$ alakúak, ahol $v(a)$ a társadalmilag megvalósuló a alternatíva pénzbeni értéke és m a játékos pénzösszege. Jelölje A az alternatívák és $\{1, 2, \dots, n\}$ a játékosok halmazát. Ekkor a VCG mechanizmus egy $(f; p_1, p_2, \dots, p_n)$ struktúra, ahol $f(v_1, v_2, \dots, v_n)$ egy, a $v_1(a) + v_2(a) + \dots + v_n(a)$ kifejezést maximalizáló alternatíva – azaz az f társadalmi választási függvény egy olyan a alternatívát választ, amely maximalizálja a játékosok által az alternatíva pénzben kifejezett értékeinek összegét –, p_i pedig a mechanizmus által az i játékosnak jutott transzfer (lehet negatív is), amely független az i játékos hasznossági függvényétől. A VCG-mechanizmusok segítségével a tervező domináns stratégiákban igazságúen implementálhatja céljait. Érdemes az olvasó figyelmét felhívni arra, hogy a Gibbard–Satterthwaite-tétel (lásd e számban Csekő Imre szavazáseméleti és mechanizmustervezési ismertetőjét) szerint legalább három alternatíva és tetszőleges preferenciasorrendek esetén az igazságú domináns implementálhatóság csak a diktatúrát jellemzi. Ilyen értelemben a hasznossági függvények kvázilinearitása egyfajta menekvést jelent a Gibbard–Satterthwaite-féle lehetlenségi tétel alól. Ráadásul az internet példáját tekintve egy elfogadható feltevésről van szó, mivel a szereplők a bevételeiket és költségeiket pénzben fejezik ki. Ezért az algoritmikus mechanizmustervezés területén előszeretettel használnak VCG-mechanizmusokat. Az algoritmikus szempontokat egyelőre figyelmen kívül hagyva a minimális összköltségű útvonal-problémánál és általában a

VCG-mechanizmusoknál is gondot okoznak a transzferrendszeren keresztüli többletkifizetések a játékosok részére (emlékeztetőül a példánkban ez $13 - 4 = 9$ egységet jelentett). Az internet-gráfra vonatkozóan megnyugtató, hogy mérete miatt léteznek közel azonos összköltségű útvonalak, és ezért a többletkifizetések mértéke a minimális összköltségű útvonal-problémánál nem jelentős (Karger – Nikolova, 2006).

A minimális összköltségű útvonal problémája algoritmikus szempontból jól kezelhető, mivel a játékosok saját típusaikát és optimális stratégiáikat könnyen meghatározhatják, valamint stratégiájukat a tervezőközpont felé gyorsan (az élek számában lineáris időben) továbbíthatják. Végül a beérkezett információk alapján a központ, például Dijkstra algoritmusával, gyorsan meghatározhatja az eredményt.

Interdomain routing

Az előző részben közölt minimális költségű útvonal meghatározása feltételezi egy központi tervező jelenlétét, aki képes a hozzá beérkező információ alapján a transzferek kiszámítására. Mivel az internet önszerveződő hálózat, ilyen erős szerepkörrel felruházott központi csomóponttal nem számolhatunk. Ráadásul egy esetleges központi tervező beiktatása bonyolultsági szempontból lehetetlen az internetgráf méretéből adódóan. Ezért a mechanizmustervezőnek céljait egy decentralizált elosztott rendszeren keresztül kell megvalósítania.

Az internet egy primitív modelljének bemutatása előtt szükségünk lesz néhány fogalomra. Az internet autonóm rendszereket – például egyetemi hálózatokat, államigazgatási szervek hálózatait, vállalati hálózatokat – köt össze, amelyek belső adatforgalmát vezérlő

protokolljait az autonóm rendszerek saját maguk alakíthatják ki, míg az autonóm rendszerek közötti kommunikáció szabványa az ún. *Border Gateway Protocol* (BGP). Az autonóm rendszeren belüli forgalomirányítást *intradomain routingnak*, az ilyen rendszerek közötti forgalomirányítást *interdomain routingnak* nevezik. A továbbiakban kizárólag az interdomain routinggal foglalkozunk.

Mielőtt továbbhaladunk, vázlatosan ismertetjük a BGP-t. Ehhez az internetet egy $G = (V, E)$ irányítatlan gráffal reprezentáljuk, amelynek a csúcsai az autonóm rendszerek és az élei az autonóm rendszerek közötti összeköttetések. Tegyük fel, hogy egy $t \in V$ csúcsba kívánunk egy csomagot eljuttatni, és jelölje P_v a v csúcsból a t -be vezető körmentes útvonalak halmazát. A protokollnak az összes lehetséges utak halmazából kell egy lehetséges $p_v \in P_v$ utat választania. A rendszer robusztussága, mérete és változó szerkezete miatt elvárjuk, hogy egy protokoll segítségével az útvonalak meghatározását decentralizált módon az autonóm rendszerek maguk végezzék. A számítások egyszerűsítése érdekében pedig a protokoll szerint a v csúcs a t -be vezető útvonalon található, valamilyen szempont alapján választott szomszédjának továbbítja a csomagot, amely ettől kezdve átveszi a csomag továbbításának további feladatait, és maga választ következő szomszédot. A protokollnak természetesen az idő, a kommunikáció és a tár szempontjából erőforrás-hatékonynak kell lennie. A BGP – amely kielégíti az interdomain routing protokollokkal szemben támasztott felsorolt elvárásokat – a szomszédok egymás közötti információcseréje révén határozza meg, és változás esetén frissíti a t -be vezető útvonalakat. Kicsit pontosabban: a v csúcs egy szomszédtól kapott információ alapján frissíti az útvonal táblázatát, amely akár több t -be veze-

tő útvonalat is tartalmazhat. Ezek után, ha v a frissítéskor jobb útvonalat talált, akkor az erre vonatkozó információt továbbítja a szomszédjainak. Az információcsere során teljes útvonal-információt továbbítanak egymásnak a csúcsok a körmentesség biztosítása érdekében. A v csúcs egy csomag továbbításakor valamilyen meghatározott szempont alapján választ egy legjobb útvonalat a saját útvonaltáblázata alapján. Itt megjegyzendő, hogy a minimális költségű útvonal egy lehetséges választási kritérium, azonban a BGP több választási kritériumot is megenged (például bizonytalanok tekintett országok elkerülése stb.). Természetes követelmény, hogy a protokoll biztosítsa az útvonalak konvergenciáját, azaz újabb csúcs belépése és kiesése esetén viszonylag hamar záruljon le a szomszédok kommunikációján keresztül megvalósuló frissítési folyamat. A BGP önmagában azonban még nem garantálja az útvonalak konvergenciáját, de lehetővé teszi a lehetséges választási kritériumok megszorításával.

Lixin Gao és Jennifer Rexford (2001) az autonóm rendszerek között megkülönböztet fogyasztói-szolgáltatói és egyenrangú (peer-to-peer) kapcsolatokat. A fogyasztó a forgalomért cserébe pénzzel fizet a szolgáltatónak, míg az egyenrangú felek közötti forgalom ingyenes. Gao és Rexford korlátozásai a következők:

1. A G_{CP} fogyasztói-szolgáltatói irányított gráf legyen irányított körmentes, ahol a G_{CP} a G internetgráfból úgy adódik, hogy kizárólag a fogyasztók és szolgáltatók közötti éleket vesszük át, még hozzá fogyasztóktól szolgáltatókba mutató irányított élekként. A feltevés közgazdasági szempontból elfogadható, hiszen egy irányított kör esetén egy szolgáltató közvetlenül önmaga fogyasztója volna.

2. A választási kritérium részesítse előnyben a fogyasztókat az egyenrangú felekkel, az egyenrangú feleket pedig a szolgáltatókkal szemben. Ez utóbbi feltételt az a gazdasági racionalitás indokolja, hogy a fogyasztók fizetnek a szolgáltatóknak az adatok továbbításáért.

3. Az autonóm rendszerek nem végeznek tranzitszolgáltatásokat egyenrangú feleknek és szolgáltatóknak, mivel az ilyen típusú csomagközvetítés nem jár bevétellel. A Gao–Rexford-kritériumok biztosítják a BGP-protokoll konvergenciáját.

A BGP vázlatos ismertetése után térjünk vissza a minimális összköltségű adatforgalom biztosításának kérdésére. Az 1. ponttal ellentétben a $c: V \rightarrow R_+$ költségfüggvény a csúcsokhoz rendel adattovábbítási költségeket, és már nemcsak két csúcs közötti hatékony adatátvitelben vagyunk érdekeltek, hanem az internetgráf egészét tekintve az összes csúcspár közötti összeforgalom hatékony lebonyolítását tűzzük ki célul. A probléma megoldását csak vázlatosan ismertetjük, a részletek iránt érdeklődő olvasók figyelmébe Joan Feigenbaum és munkatársai (2005, 2006), valamint – Jeffrey Shneidman és David C. Parkes (2004) munkáit ajánljuk.

A BGP alapján az autonóm rendszerek (a továbbiakban játékosok) maguk állítják elő a minimális költségű útvonalakat, a szomszédokkal történő iteratív információcsere révén, amelyek eredményeit táblázatokban tárolják. Előbb-utóbb az összes játékos ismerni fogja az összes játékos kinyilvánított költségét, és meghatározhatja csúcspáronként a minimális költségű útvonalakat. A forgalomtöbblettel kapcsolatos követeléseiket és tartozásaikat pedig időközönként egy banknak jelentik. Megjegyzendő, hogy az interneten egy ilyenfajta bank bevezetése problematikusnak

tűnhet, hiszen mégiscsak egyfajta központi szervezet megjelenését tételezi fel. Shneidman és Parkes (2004) eredményei alapján, bonyolultságelméleti szempontból, ez nem jelent olyan nehézséget, mint egy centralizált modell megvalósítása, amelyben a központ határozza meg a kinyilvánított költségek alapján a minimális költségű útvonalakat, és folyamatosan ellenőrzi a tényleges adatforgalmat.

Az interdomain routingban részt vevő játékosok három szinten manipulálhatnak:

1. hamis költségeket adhatnak meg, azaz a $v \in V$ játékos a $c(v)$ költségétől eltérő költséget közölhet szomszédjaival,
 2. befolyásolhatják az internet társadalmi összköltségfüggvényének meghatározását, mivel pl. a szomszédoktól kapott információkat megmászva is továbbíthatják, és
 3. mint tranzitcsúcs, megmászhatják a kapott információt és annak mennyiségét.
- Shneidman és Parkes (2004) egy VCG-alapú mechanizmust alkalmaz az 1. manipulációs lehetőség meggátolására, míg a 2. és 3. manipulációs lehetőségnek, többek között kriptográfiai eszközökkel is, elejét lehet venni.

Feigenbaum és munkatársai (2006) a BGP egy finomításával elérik, hogy egy úgynevezett *ex-post* Nash-egyensúlyban – amely a domináns egyensúlynál valamivel erősebb, de a Nash-egyensúlynál jóval gyengébb egyensúlyi koncepció – még autonóm rendszerek koalícióinak összehangolt manipulációival szemben is csalásbiztosan elérhető a társadalmi összköltségek minimalizálása, ráadásul monetáris transzferek nélkül. Ehhez a Gao–Rexford-kritériumon kívül lényegében még azt feltételezik, hogy bármely $u \in V$ csúcs és annak bármely $v \in V$ szomszédja esetében u -ból v -n átmenő útvonalaknál egyezzen meg az u és v útvonal választása.

Az anarchia ára

Az interdomain routing modelljénél nem vettük figyelembe, hogy két autonóm rendszer közötti összeköttetések mentén túlszűfoltosság léphet fel, ha az adott összeköttetés sok küldemény minimális összköltségű útvonalán helyezkedik el. Az előző két pont modelljei a lebonyolított forgalomtól független élköltségekkel dolgoznak. A most ismertetésre kerülő modellben, amelyet Tim Roughgarden és Tardos Éva (2002) dolgozott ki, a $G=(V, E)$ gráf $e \in E$ élének $c_e(x)$ költsége az x lebonyolított forgalomtól függ. Nyilván e feltevessel a mechanizmustervezési feladat jóval nehezebbé válik. Roughgarden és Tardos (2002) munkájukban nem is egy társadalmilag jó mechanizmust keresnek, hanem a hálózat önző szereplőinek viselkedése révén kialakuló Nash-egyensúlyi megoldás és a társadalmilag optimális megoldás közötti jóléti veszteséget határolják be. Ez utóbbira vonatkozó mérőszám az *anarchia ára* (az elnevezést Christos Papadimitriou (2001) vezette be), amely az optimális megoldás és a játék legrosszabb egyensúlyi értékeinek hányadosa.

Adottak a gráfban egymástól különböző $(s_i, t_i)_{i=1}^n \in V^{2n}$ feladó (forrás) és címzett (nyelző) párok, ahol az s_i feladó a t_i címzettnek r_i adatmennyiséget kíván eljuttatni a hálózaton keresztül. Jelölje P_i az s_i feladótól a t_i címzethez vezető útvonalak halmazát és P ezen útvonalak összességét, azaz $P=P_1 \cup P_2 \cup \dots \cup P_n$. Feltesszük, hogy a feladók a címzethez vezető útvonalakat maguk határozzák meg, megengedve, hogy a küldeményüket több részre bontva akár különböző útvonalakon keresztül is eljuttathassák a címzettig. Tehát az útvonaltervezést a küldő végzi, azaz úgynevezett *source-routingról* van szó. Megmutatható, hogy amennyiben a hálózat összes autonóm

rendszere minimális költségű útvonalakat jelöl ki, akkor a tranzitcsúcsok maguk is a forrás által meghatározott útvonalak mentén továbbítják a csomagot. Ilyen értelemben feltehető, hogy a továbbiakban csak a feladót tekintjük döntéshozóknak, azaz játékosoknak. A hálózaton folyó adatáramlást *flyammak* hívjuk. Az $f(e)$ érték megadja az e él mentén átáramló adatmennyiséget, amely az összes s_i feladótól a t_i címzetthez az e élen áthaladó forgalmat figyelembe veszi. A költségek a feladónál jelentkeznek, és az s_i feladó költsége a küldéshez használt összes útvonal mentén (emlékeztetőül: egy küldemény elosztható több útvonalra is) felmerülő költségeinek összege, ahol egy útvonal költsége az útvonalon található élek összköltsége szorozva az útvonal mentén küldött adatmennyiséggel. Tehát az s_i játékos stratégiálmaza az r_i adatmennyiség P_i -beli útvonalakra való elosztása, és a hasznossága az útvonalak mentén felmerülő költségek ellentettje. Egy folyamat egyensúlyinak tekinthető, ha egyik játékosnak sem érdemes egyoldalúan forgalmat átcsoportosítani egyik útvonaláról egy másikra. Ezt az egyensúlyt az irodalomban Wardrop-egyensúlynak is hívják, mivel a bemutatott folyamirányítási modell közlekedési hálózatokra is alkalmazható, amelyeket John Glen Wardrop (1952) vizsgált.

Az egyensúly létezése viszonylag általános feltételek mellett biztosított, és ismert, hogy ugyanazon feltételek mellett az összes egyensúlyi megoldás ugyanakkora összköltséggel jár. Az optimális, azaz a minimális összköltségű megoldás egy nemlineáris programozási feladat segítségével határozható meg. Roughgarden és Tardos (2002) megmutatták, hogy affin, azaz $c_e(x) = ax + b$ alakú költségfüggvények esetén az anarchia ára $4/3$. Költségekről lévén szó, ez azt jelenti, hogy az önérdkek

követése a rendszerben akár 33 %-os hatékonyságvesztést is okozhat (de nem többet) a tökéletesen koordinált megoldással szemben. Tim Roughgarden (2005) munkája további költségfüggvényekre vonatkozó eredményeket is tartalmaz. Polinomok esetében az anarchia ára növekvő a polinom fokában, még hozzá $n/\ln n$ nagyságrendben, ahol n a polinom foka. Tehát az anarchia ára tetszőlegesen nagyvá válhat.

Roughgarden (2005) azzal a helyzettel is foglalkozik, amikor a hálózaton központiilag tervezett és önérdkekvető forgalom egyidejűleg van jelen. Ekkor elképzelhető, hogy a központiilag tervezett forgalom segítségével csökkenthető az anarchia ára. Az alkalmazott módszer a Stackelberg-routing, mely esetén párhuzamos összeköttetések meglétekor a forgalom β hányadának központi irányíthatósága mellett az anarchia ára $1/\beta$ val korlátozható felülről a költségfüggvénytől függetlenül. E pozitív eredmény használhatóságát korlátozza, hogy a központi tervező által alkalmazandó stratégia meghatározása még lineáris költségfüggvények esetében is egy NP-nehéz feladat, azaz jelenlegi számítástudományi ismereteink alapján, kis méretű problémáktól eltekintve, az optimális Stackelberg-routing nem határozható meg.

Záró gondolatok

Az algoritmusok elméletének a játékelmélettel történő összekapcsolása viszonylag új. A jelen tanulmányban bemutatott irodalom Nisan és Ronen (2001) úttörő munkájából nőtte ki magát. A terület azóta számtalan új eredménnyel gazdagodott, és a jelenleg folyó kutatások spektruma nehezen áttekinthető. A területet feldolgozó első könyv a közelmúltban jelent meg (Nisan et al., 2007), amelynek egyes fejezeteit az eredményeket elért vezető

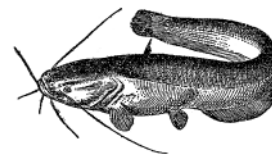
kutatók írták, elsősorban a területen dolgozó szakemberek számára. Az első rövidebb bevezető jellegű könyv, amely akár egyetemi hallgatói szinten is használható, német nyelven jelent meg (Steimle, 2008). A terület előtt olyan kihívások állnak, mint például a fájlcserélő rendszerek és a mobilhálózatok specialitásainak játékelméleti modellezése.

Kulcsszavak: *algoritmikus mechanizmustervezés, minimális költségű útvonalak, elosztott mechanizmusok, internet modellezése*

IRODALOM

- Feigenbaum, Joan – Papadimitriou, C. – Sami, R. – Shenker, S. (2005): A BGP-Based Mechanism for Lowest-cost Routing. *Distributed Computing*. 18, 61–72.
- Feigenbaum, Joan – Ramachandran, V. – Schapira, M. (2006): Incentive-Compatible Interdomain Routing. In: *Proceedings of the 7th Conference on Electronic Commerce*. ACM Press, New York
- Gao, Lixin – Rexford, Jennifer (2001): Stable Internet Routing without Global Coordination. *IEEE/ACM Transactions on Networking*. 9, 681–692.
- Karger, David – Nikolova, Evdokia (2006): VCG Overpayment in Random Graphs. In: *Conference on Decision and Control (CDC '06)*, San Diego, CA.
- Mas-Colell, Andreu – Whinston, M.D. – Green, J. R. (1995): *Microeconomic Theory*, Oxford Univ. Press
- Nisan, Noam – Ronen, Amir (2001): Algorithmic Mechanism Design. *Games and Economic Behavior*. 35, 197–211.
- Nisan, Noam – Roughgarden, T. – Tardos E. – Vazirani, V. (eds.) (2007): *Algorithmic Game Theory*, Cambridge University Press, Cambridge

- Papadimitriou, Christos (2001): Algorithms, Games, and the Internet. In: *Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on Theory of Computing (STOC)*. 749–753.
- Rónyai Lajos – Iványos G. – Szabó R. (1999): *Algoritmusok*, TypoTex, Budapest
- Roughgarden, Tim (2005): *Selfish Routing and the Price of Anarchy*, MIT Press
- Roughgarden, Tim – Tardos Éva (2002): How Bad Is Selfish Routing? *Journal of the ACM*. 49, 236–259.
- Shneidman, Jeffrey – Parkes, David C. (2004): Specification Faithfulness in Networks with Rational Nodes. In: *Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Principles of Distributed Computing (PODC'04)*. 88–97.
- Steimle, Jürgen (2008): *Algorithmic Mechanism Design*, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg
- Wardrop, John Glen (1952): Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research. *Proceedings of the Institute of Civil Engineers*. II. 1, 325–378.



JÁTÉKELMÉLET ÉS GAZDASÁGI INTÉZMÉNYEK

Vincze János

egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem,
tudományos főmunkatárs, MTA Közgazdaságtudományi Intézet
janos.vincze@uni-corvinus.hu

Bevezetés

A játékelmélet olyan absztrakt, matematikai diszciplínaként jött létre, amely konkrét gyakorlati problémákra is választ keresett (például katonai alkalmazások vagy operációkutatás). A közgazdaságtanban viszont hosszú ideig tényleges gyakorlati alkalmazása nem volt, elsősorban az elmélet továbbfejlesztéséhez járult hozzá, egyfajta metaelméletként funkcionált. Az absztrakt elméletek gyakorlati felhasználása általában áttételes, hosszú idő múlva valósul meg. Az utóbbi néhány évtizedben megfigyelhető a játékelmélet néhány olyan közgazdasági alkalmazása, amely az intézmények és a gazdasági jog megváltoztatásán keresztül érvényesült. Az alábbiakban két példán (versenyszabályozás és monetáris politika) illusztráljuk, hogy játékelméleti megfontolások hogyan befolyásolják életünket.

Mikor tiltjuk meg vállalatok egyesülését?

Induljunk ki két vállalatból, amelyek 100 forint költséggel állítják elő ugyanazt a terméket. Hogyan fogják az árakat megállapítani? A probléma játékelméleti (stratégiai), hiszen mindkét vállalat elért jövedelme nemcsak a saját, hanem a versenytárs stratégiájától (itt: árazási politikájától) is függ. Tegyük fel, hogy

a vásárlóknak mindig alkalmuk van összevetni az árakat a vásárlás előtt, és mindig az olcsóbb cégtől vásárolnak. Ahhoz, hogy a problémát precízen meg tudjuk fogalmazni, fel kell tennünk valamit arról is, hogy mi történik egyenlő árak esetén. A kézenfekvő és egyszerű feltevés az, hogy ilyenkor a vásárlók fele-fele arányban oszlanak meg a vállalatok között. Könnyen belátható, hogy az egyensúlyi (Nash-egyensúlyi) ár pontosan 100, és mindkét cég ezt az árat választja. Ugyanis bármely 100 feletti ár esetén a másik fél tud jobbat: egy kicsit aláknál, de úgy, hogy közben az ára 100-nál még nagyobb lesz. 100 alatti árat választani pedig nyilvánvalóan nem racionális, akkor már az is jobb, ha nem termelnek. (Ha valaki megijed, hogy 100-as egységáron a vállalatoknak nincs hasznuk, azt megnyugtathatjuk: a „normális” profit a közgazdaságtan értelmezésében – ellentétben a könyvvitellel – része a költségeknek.)

Közgazdászok számára ez az eredmény azt jelenti, hogy ez a piac, ahol mindössze két vállalat van jelen, ugyanúgy működik, mint az ún. „tökéletes verseny”-piac, ahol sok kicsi, egyenként elenyésző nagyságú vállalat szerepel. Az előző érvelésből ugyanis következik, hogy ha nem kettő, hanem kétszáz vállalat lenne a piacon, akkor is ugyanaz lenne az

egyensúlyi ár: 100. Ez a jelenség Bertrand-paradoxonként ismert, és jóval a matematikai játékelmélet megjelenése előtt keletkezett. (Joseph Bertrand XIX. századi francia matematikus, mérnök és közgazdász volt, aki természetesen nem használta a Nash-egyensúly kifejezést.) A paradoxon lényege az, hogy egy kevészereplős piacon intuitíve nem várunk erős versenyt. Az egyszereplős piacról (monopólium) tudjuk, hogy az ár nagyobb lenne, mint 100. Egy majdnem ugyanilyen koncentrált piac (két egyforma erős szereplő) esetén természetes „folytonosság” megfontolások alapján azt várnánk, hogy jóval közelebb leszünk a monopolárhoz, mint a versenyárhoz. A XX. században általános szokás volt iparági koncentrációs indexeket számolni abban a hitben, hogy a koncentráltabb (lényegében, de nem egészen pontosan: kevesebb vállalat uralta) piacokon gyenge a versenyhelyzet, és az ideálisnál magasabbak az árak.

Paradoxonokban nem hiszünk; igyekszünk megoldani azokat. Ezért sokan keresték, hogy Bertrand logikájában hol van a hiba. Nem egy megoldást találtak a paradoxonra, a modell több feltevésének megváltoztatása is az intuícióval összhangban levő eredményeket ad. Most csak az egyikkel lesz dolgunk. Ez alapvetően játékelméleti megfontolásokból, az ún. ismételt játékok elméletéből indul ki.¹

Egyszerűsítsük le az eredeti duopolista modellt, de úgy, hogy az egyszerűsítés ne legyen zavaró a mondanivalónk szempontjából. Tegyük fel, hogy a monopolár 120, ennél az árnál a vállalatok összes profitja $2Y$. Ha ezt megosztják, akkor mindkét vállalat profitja Y . A vállalatoknak három lehetséges döntésük van: az ár vagy 100, vagy 120, vagy 119. Ha mindkét vállalat 120-as árat határoz meg,

¹ Az ismételt játékok elméletéről lásd Fudenberg – Tirole, 1991, 5. fejezet.

akkor bezsebelik a monopolprofit felét-felét. Ha az egyik vállalat ára 119, míg a másiké 120, akkor az olcsóbb cég megszerzi a másik piaci részesedését, összes profitja majdnem az eredeti összes profit lesz,² míg a másik profitja eltűnik. A 100-as árak normál profitot hoznak, amit tekinthetünk 0-nak, de amely vállalat nagyobb árat határoz meg, mint a másik, az mindig veszít. Ekkor a Nash-egyensúly természetesen ugyanúgy (100, 100).

Tegyük fel azt, hogy ezt a játékot nem egyszer játsszák, hanem többször, mondjuk ötször. Van-e más Nash-egyensúly, mint a (100, 100) minden egyes alkalommal? Könnyen látható, hogy nincs. Az ötödik játék semmiben sem különbözik az egyszeri játéktól, tehát abban is (100, 100) az egyensúly. Viszont akkor a negyedikben ennek tudatában miért lenne más? És így tovább...

Azonban tegyük most fel, hogy a piac végtelenszer ismétlődik. Ideiglenesen fogadjuk el ezt a furcsa módosítást, később érvelünk amellet, hogy ez nem abszurditás. Van azonban egy probléma: valahogyan definiálnunk kell ennek a végtelenszer ismételt játéknak a kifizetését. Több lehetséges megoldás is van, a legnépszerűbb az (magyarázatát lásd később), hogy bevezetünk egy 0 és 1 közötti ún. diszkonttényezőt, és az ismételt játék kifizetését mint az egyes játékok kifizetésekének diszkontált összegét definiáljuk.

Tudjuk, hogy a kifejezés értelmes, mivel mindig véges számot fogunk kapni a végtelen sor összegeként. Mit jelent a stratégia egy ilyen játékban? Nem egyszerűen döntések végtelen sorozata, hanem a következő alakú döntési szabálysorozat:

Az első játékban választok egy döntést.

A T -edik játékban a döntés függvénye annak, ami az első $T-1$ játékban történt.

² Majdnem, hiszen az ár egy kicsit csökkent.

Ez a módosítás radikális változáshoz vezet: most már van olyan egyensúly, amikor a felek kooperálnak. Ez a következő stratégiapár például:

Az első játékban 120-as árat választok.

A *T*-edik játékban 120-as árat választok, ha addig mindkét vállalat mindig 120-at választott. Minden más esetben 100 lesz az áram.

Ha mindkét játékos ugyanezt a stratégiát követi, akkor ez Nash-egyensúlyi pár, ha a diszkontráta „elég nagy”. Tegyük fel, bízom abban, hogy a másik vállalat ezt a stratégiát követi. Ha az első periódusban alákínálok (119-es ár), akkor evvel közvetlenül nyerek a kooperációhoz képest, mondjuk $X > Y$ összeget. Viszont a második periódustól kezdve a másik vállalat ára 100 lesz, és onnantól kezdve legjobb esetben is csak a 0-profit kifizetést kaphatom. Ha viszont az első periódusban kooperálok, akkor számíthatok kooperációra a következő periódusban is. Ha ma kooperálok, akkor holnap minden olyan, mintha ma lenne, és én továbbra is fenntarthatom a kooperációt véges-végig. Ennek teljes haszna $Y/(1-d)$, ahol d a diszkonttényező. Ha a diszkonttényező közel van 1-hez, akkor a jövőbeli nyereség meghaladja a jelenlegi veszteséget, és érdemes kooperálnom.

A diszkontfaktort jól tudjuk értelmezni vállalatok esetében. Ha adott az éves kamatláb (r), akkor az éves diszkontfaktor $d=1/(1+r)$. Ugyanis 1 egység mai pénz értéke azonos $1+r$ egység pénzzel egy év múlva, tehát az egy évvel későbbi pénz jelenértéke a diszkontfaktor. Két év múlva $(1+r)(1+r)$ lesz a mai 1 egységből, tehát a kétéves diszkontfaktor is a négyzete az egyévesnek és így tovább.

Van-e értelme a végtelen időhorizontnak? A vállalatok (ellentétben az emberekkel) potenciálisan végtelen ideig létezhetnek, habár

közben a vállalat tulajdonosai változnak. A jelenlegi tulajdonos számára a vállalat értéke az, amennyiért el tudná adni. Viszont a vállalat értéke semmi más, mint a jövőbeli profitok értéke. Tehát a vállalat értékét, ami igazából a mai tulajdonosnak fontos – jó első közelítésként – azonosíthatjuk a jövőbeli profitok diszkontált összegével (jelenértékével).

Fontos megérteni, hogy ezekben az esetekben a kooperáció csak hallgatólagos, a vállalatok nem kötnek szerződést egymással. Min alapul a hallgatólagos kooperáció lehetősége? Az első momentum az, hogy ne érje meg senkinek „csalni”, a másik fél képes legyen úgy megbüntetni a csalót, hogy elvegye kedvét a csalástól. Ebben a példában a csalás haszna $X-Y$, viszont a büntetés kára $dY/(1-d)$. Ha a diszkonttényező nagy (a kamatláb kicsi), akkor a büntetés fenyegető ereje nagy, és kikényszerítheti a kooperációt.

Van azonban egy második aspektus is: a büntetés nem okozhat túl nagy kárt annak, aki büntet, azaz a büntetés fenyegetésének hihetőnek kell lennie. Mi történne azzal a vállalattal, amelyik nem büntetne akkor, ha a másik vállalat csalna? Megint csak veszítene, tehát egyértelműen jobban jár azzal, ha büntet. (Például azért lehet ésszerű, ha a szülők pedagógusokra bízák a büntetést, mert kétéves, hogy a gyerekek hisznek-e abban, hogy a szülők vállalják a büntetéssel maguk számára adódó kellemetlenségeket.)

A fenti példa tehát azt mutatja, hogy van remény a vállalatok közötti hallgatólagos kooperációra, még ha nem is kötnek megállapodást. Világos az is, hogy ez a fajta hallgatólagos kooperáció kialakulhat nemcsak két, hanem három, vagy tizenöt vállalat között is. A „remény” szó azonban ebben az esetben ironikusan értendő, hiszen a kooperáció itt azt jelenti, hogy a vállalatok együttesen gya-

korlatilag monopolistaként lépnek fel, és „magas” árakat határoznak meg. A modern versenyszabályozás egyik alapvető célja az ilyen helyzetek kialakulásának megakadályozása. Ennek megfelelően a vállalatok közti nyílt kooperáció, tehát ha szerződésben rögzítenék azt, hogy a két vállalat köteles 120-as árat megállapítani, és amennyiben egyikük ezt nem tenné, akkor kártérítést kellene fizetnie a másiknak, a mai jogrendszerben törvénytelen. Mit lehet tenni azonban a hallgatólagos kooperációval szemben?

A hallgatólagos kooperáció objektív bizonyítása nyilván nehéz. Ezért a modern versenyszabályozás a prevencióra helyezi a hangsúlyt. Ennek egyik legfontosabb eszköze a fúziók és vállalatfelvásárlások szabályozása. Jelentős piaci részesedéssel rendelkező vállalatok közti fúziók esetén a vállalatok kötelesek a fúziók tervét, annak részleteivel együtt, bejelenteni, és a versenyhatóságnak engedélyeznie kell azt. A versenyhatóságok feltételül szabhatnak bizonyos módosításokat, vagy egyértelműen el is utasíthatják a fúziót. Olyan fúzióknak, amely valamely piacon monopólium kialakulását jelentené, gyakorlatilag nincs esélye, a fúziós tervek általában olyanok, hogy a piaci versenyzők számát csökkentik ugyan, de nem 1-re. A versenyhatóságok feladatuknak tekintik, hogy megítélik: a javasolt fúzió hogyan hat a hallgatólagos kooperáció esélyére. Gondoljuk meg, itt hallatlanul spekulatív, elméleti problémáról van szó. Nem valamilyen törvénytelen praktika megszüntetését írják elő, hanem igyekeznek megakadályozni azt, hogy egy olyan helyzet alakuljon ki, amelyet társadalmilag károsnak tekintenek, de amelynek utólagos törvényes orvoslása nagyon nehéz vagy lehetetlen, hiszen a hallgatólagos összejárás megítélése tényszerű bizonyítékokkal igencsak körülményes. (Nem

véletlen, hogy a versenyhatóságok gyakorlatával szemben jogi aggályok merültek fel.)

Ahhoz, hogy tudjuk, hogyan hat egy a fúzió a kooperáció esélyeire, ismernünk kell azokat a tényezőket, amelyek a hallgatólagos kooperációt elősegítik vagy gátolják. (Lásd részletesen: Tirole, 1988, 6. fejezet.) Bármilyen megdöbbentő is, a versenyhatóságok által használt érvek túlnyomórészt az *ismételt játék modell* absztrakt elemzésén alapulnak. Mielőtt valaki túlságosan megjijedne: a fent elemzett modell persze komplexebb és realisztikusabbá tehető, amit itt természetesen nem tudunk elvégezni, de összegezhethetjük a legfontosabb tanulságokat, amelyek általában intuitívan is érthetők.

Először is kézenfekvő eredmény, hogy bármely jelentős piaci résztvevő kizárása önmagában növeli a kooperáció esélyét. Megnövekszik ugyanis a kooperációból származó haszon, amit nem érdemes elveszteni az esetleges csalással. Ráadásul, ha többen vannak a piacon, akkor nem biztos, hogy bárki ösztönözve van arra, hogy büntessen, lehet, hogy mindenki a másikra vár. (Miért én büntessek, amikor az költséges, és vagyunk még egy páran, csinálják meg ők.)

Ennek alapján persze minden fúzió gyanús, de kellene további érvek is, amelyek azt igazolják, hogy a kooperáció lehetősége jelentősen megnő. Fontos a szereplők közti interakció gyakorisága, amit lényegében az adott iparág termelési ciklusa határoz meg. Ugyanis, mint láttuk, a diszkontfaktornak (miként a kamatlábnak is) van idődimenziója. Ha 5 %-os kamatlábról hallunk, akkor automatikusan tudjuk, hogy az 5 %/év, mivel ez a szokás. Vagyis az $1/1,05$ diszkontfaktor is egy évre vonatkozik. Viszont napi interakciónál a napi kamatláb a releváns, ami gyakorlatilag 0, tehát a diszkontfaktor is nagyon közel van

r-hez. Ebből persze nem lehet automatikusan azt a következtetést levonni, hogy napi interakció mellett biztosan van kooperáció, de azért gyanítható. (Állandó partnereink becsapása sokkal költségesebb, mint az alkalmiaké, mivel azok gyakrabban élhetnek retorzióval. Például Párizs turistaövezeteiben az étel minőségével kapcsolatban sokkal gyakoribbak a kifogások, mint a helyi éttermekben.)

Átlátható piacokon egyszerűbb a hallgatólagos kooperáció. Olyan piacokon, ahol az eladónak módja van például rejtett árengedményeket adni, a kooperáció sokkal nehezebb. A „becsületess” vállalat látja ugyan, hogy csökken a termékei iránti kereslet, de nem biztos benne, hogy ezt a „tisztességtelen” versenytárs vagy objektív tényezők okozzák-e. Ezek a piacokon gyakoriak az árhaborúk. Sőt megfigyelték, hogy ilyen piacokon a szerződésben rögzített együttműködés sem működik. Abban a korban, amikor még a vállalatok közti ármegeállapodás jogilag lehetséges volt, több példát találtak arra, hogy gyakran megszegték a kooperációs szerződést, ha arra titokban módjuk nyílt.

Dinamikusan növekvő piacon könnyebb kooperálni, mint hanyatló piacon. Dinamikusan bővülő piacon ugyanis a jövőbeli büntetés kára sokkal nagyobb, míg hanyatló piacokon a vállalatok igyekeznek ma minél nagyobb részt kiszakítani maguknak, mint-hogy a holnapi piac úgysem ér sokat.

Stabil piacokon könnyebb a hallgatólagos kooperáció, mint olyanokon, ahol a kereslet ingadozik. Például az amerikai antibiotikumgyártók az 50-es években sokáig stabilan magasan tartott árakkal operáltak. Egészen 1956-ig, amikor a világpolitikai események hatására a hadügyminisztérium egy rendkívül nagy rendelést adott. A hirtelen kiemelkedő nyereség reménye az árakat lényegesen csök-

kentette. (Ugye ez pontosan ellenkezője annak a várakozásunknak, hogy a kereslet növekedése árnövekedéshez vezet?)

A vállalatok közötti szimmetria javítja a hallgatólagos összejátszás esélyeit. Különböző nagyságú vagy hatékonyságú vállalatok nehezebben tudnak megállapodni (hallgatólagosan) az optimális árban és a piac felosztásában. (Szimmetria esetén ez természetes.) Nehezebb továbbá a gyengébb vállalatoknak fegyvermeznüük az erősebbeket, mint láttuk, ez is hozzátartozik a hallgatólagos kooperáció sikeréhez. A gyengébbek számára viszont nagyobb a csábítás: egyszeri „csalás” a szokásos jövedelem többszörösét hozhatja a konyhára.

Számos más tényező hatását is tanulmányozták, az összefüggések helyenként lényegesen bonyolultabbak az itt leírtaknál. Nézzük meg egy konkrét példán, hogyan alkalmazta a versenyszabályozás a játékelméletet.

A svájci központú Nestlé felvásárlási ajánlatot tett a francia Perrier részvényei 100 %-ára 1992-ben (lásd Motta, 2008, 5.7.2. alfejezet). A Perrier elsősorban palackozott ásványvíz előállításával és forgalmazásával foglalkozott. A Nestlé számos élelmiszeripari ágban rendelkezik érdekeltséggel, míg a Perrier csupán az ásványvízpiacon számított jelentős erőnek. A Nestlé-nek volt már egy leányvállalata a francia ásványvízpiacon. A Nestlé előszerződést kötött a BNS nevű vállalattal, amely a harmadik nagy ásványvíz-előállító volt Franciaországban, hogy a fúzió sikere esetén eladja neki a Volvic márkájú ásványvíz üzletágát. Engedélyezték a fúziót, de azzal a kikötéssel, hogy a Nestlének el kellett adnia bizonyos ásványvízmárkákat úgy, hogy egy elég nagy harmadik vállalat jöhessen létre a piacon, amelynek legalább 20 százalékos részesedése lenne. Kölcsönös adatközlési tilalmat is bevezettek. A döntésben fontos szerepe volt annak, hogy a

Nestlé akcióját olyannak ítélték, ami lényegesen növelné az oligopolista hallgatólagos együttműködés esélyeit. Egyrészt az előszerződés helyreállította volna a megmaradó két vállalat szimmetriáját, másrészt a francia ásványvízpiac stabil és inkább növekvő, mint visszaeső jellegű. A piac jól átlátható, nincsenek hosszú termelési ciklusok. Vagyis a fenti ismérvek közül mindegyik tekintetében az összejátszást kedvezően érintő tényezőket találtak. Az Európai Bizottság ellenjavaslata három módon igyekezett gátolni a hallgatólagos összejátszást. Az új vállalat létrehozásával növelte a szereplők számát, egy nem szimmetrikus – ám elég jelentős – versenytársat hozott létre, és az információcsere explicit tiltásával igyekezett korlátozni a piac átláthatóságát.

Az eset fontos precedenssé vált az európai versenyjogban, és azóta más döntésekben is alkalmazták ezt a játékelméleten alapuló érvelést. Ha hiszünk abban, és sokan hisznek benne, hogy a versenyjog sokat tehet a társadalmi-gazdasági hatékonyság előmozdításában, akkor azt gondolhatjuk, hogy íme, a játékelmélet termelőerővé vált.

Monetáris politika

Egy másik terület, ahol mai gazdasági intézményeink a játékelmélet hatására formálódtak, a monetáris politikai intézmények, a jegybanktörvények esete. A közgazdaságtan egyik alapvető és nyilvánvaló állítása az, hogy az árakat a kereslet és kínálat szabályozza. Ez igaz a pénz árára is. A pénz más termékekhez viszonyított ára növekedési ütemének -1-szerese az infláció. (Furcsán hangzik, de bárki belegondolhat, hogy így van.) A nemzeti pénzek kínálatát manapság nemzeti jegybankok szabályozzák, tehát ha azt látjuk, hogy a pénz ára más termékekhez viszonyítva állan-

dóan csökken (infláció van), akkor okunk van gyanakodni arra, hogy ennek oka részben a pénz kínálati mechanizmusában, a jegybankok működésében keresendő. Különösen traumatikus tapasztalat volt a 70-es éveknek az egész világ jelentős inflációja, ekkor az infláció a világ sok országában az addigiaknál lényegesen gyorsabb volt. (A háborúkat követő nagy inflációk (a hiperinflációk) persze kivételek, de azok speciális helyzetek voltak.)

A pénz azonban „tartós jószág”, jelenlegi ára nem magyarázható csupán a jelenlegi kínálattal. Más tartós javak, például a lakások árát is befolyásolja, hogy mit várunk a holnapi lakásárak alakulásától. Ugyanis a kereslet akkor is nő, ha az emberek lakásár-növekedésre számítanak, és csökken, ha lakásárcsökkenésre számítanak. Azaz a mai áron már meglátszik a holnapi, és, indukcióval belátható, holnaputáni és azutáni kínálatra vonatkozó piaci várakozás is. Jogos tehát az a gondolat, hogy a központi bankok döntési szabálya (játékelméleti kifejezéssel: stratégiája) az, ami a kínálati oldalon fontos.

A 70-es évek végétől sok országban kísérleteztek az infláció letörésével, és a siker csak több évtized és nem kevés áldozat után valósult meg. Amikor mélyebben kezdtek el gondolkodni a problémáról, alapvetően játékelméleti megfontolásokat alkalmaztak.

Tegyük fel, hogy a béreket társadalmi partnerek határozzák meg a bértárgyalásokon, mondjuk egy évre előre. Ehhez természetesen valamilyen elképzelést kell kialakítaniuk az általános gazdasági helyzetről ebben az időszakban. Az egyik legfontosabb előrejelzendő változó az infláció, hiszen ugyanaz a nominális bér egészen mást jelent o, mint 15 %-os infláció mellett. A jegybank érdeke, hogy megnyugtassa a társadalmi partnereket, és kijelenti, hogy a pénzmennyiséget (és az

inflációt) nem növeli. Ugyanis nagy nominálbérek és alacsony infláció együttesen túlságosan megnövelné a reálbéreket, ami munkanélküliség-növekedéshez, versenyképesség-csökkenéshez stb. vezethet. Hihetnek-e a nemzeti banknak a társadalmi partnerek, s ennek megfelelően mérsékelhetik-e a bérnövekedést?

Ha a túl nagy reálbérek károkat okoznak a reálgazdaságban, akkor vélhetően a vártnál alacsonyabb reálbérek viszont hasznokat: kisebb munkanélküliség, nagyobb versenyképesség. Ha a jegybank törődik a gazdaság állapotával, akkor lehet, hogy egy kicsit nagyobb inflációt igyekszik generálni, és ezáltal a keresletet növelve javítani a gazdasági teljesítményt. Ha a szakszervezetek gyanakodni kezdenek erre, akkor több bért fognak követelni. Viszont ekkor a jegybank azzal a problémával szembesül, hogy ha betartja ígéretét, akkor nagyobb lesz a munkanélküliség. Ezért aztán a jegybank nem tehet mást, beváltja a szakszervezetek félelmeit, és nem tartja be ígéretét, hanem mégis egy kicsit magasabb inflációt produkál.

A történet természetesen túl leegyszerűsített, és nincsenek minden országban (formálisan) társadalmi partnerek sem. Mégis a közgazdászok egy jelentős része egyetért a két következő állításban, amelyek lényegesek ebben a történetben: 1. A gazdaság ideális aktivitása nagyobb, mint amelyet normális körülmények között megvalósít. 2. A monetáris politika néha, ha nem teljesen előrelátható módon cselekszik, képes közelebb hozni a valóságot az ideálishoz. Az első állítás szinte triviális: nem élünk az elképzelhető világok legjobbikában. A másodikkal kapcsolatban felmerülnek kétségek, de ezeket most tegyük félre, és vonjuk le a két állítás paradox következményét: a monetáris politika javítási po-

tenciálja „inflációs torzítás” vezet, azaz az ideálisnál magasabb inflációhoz, anélkül, hogy átmeneti sikereknél többet érhetne el a munkanélküliség elleni harcban.

A helyzet mint játék hasonlít a *fogolydilemmához*, néhány lényeges különbséggel. A helyzet itt aszimmetrikus a játékosok (monetáris politikus – társadalmi partnerek) vonatkozásában. A végeredmény azonban még furcsább, hiszen a fogolydilemmában a játékosok érdekei csak részben közösek. Itt azonban abból indultunk ki, hogy a monetáris politikus nem önérdékből, hanem a társadalom érdekeinek megfelelően cselekszik!

Lehetne jobb kimenetele a dolgoknak? Igen, kisebb infláció és ugyanakkora munkanélküliség. (Komplikáltabb modellekben nem ennyire vigasztalan helyzet, de kvalitatíve hasonló.) Kézenfekvő, hogy itt is hallgatólagos kooperációt keressünk. Többen vizsgálták azt, hogy van-e lehetőség hallgatólagos kooperációra a gazdasági szereplők (társadalmi partnerek) és a központi bank között. Ez nyilván ismét azt igényelné, hogy az ideális állapottól való eltérést büntetni lehessen. Belátható a kooperáció lehetősége ebben a modellben is, úgy, hogy a gazdasági szereplők büntetik az inflatorikusan viselkedő jegybankot. Azonban itt már alkalmazott játékelméletről van szó. Amikor egy elméletet alkalmazunk, nem elég logikailag-analitikusan vizsgálni annak tulajdonságait, meg kell fontolni azt is, hogy az adott modell mennyire lehet jó közelítése valóságos helyzeteknek. Az ismételt játék mint a monetáris politikai játék³ (ez a bevett elnevezés!) modellje több okból sem tűnik jónak. Ugyan a jegybank is potenciálisan örök életű, mint egy vállalat, de a jegybankelnök nem tulajdonosa a vállalatnak,

³ A monetáris politikai játékokról a legátfogóbb könyv: Cukierman, 1992.

így nem tudja azt eladni sem. Kétséges, hogy a mandátuma lejárt utáni sikerek igazán számítanak-e neki. Másfelől itt nyilván a jegybankot kell a büntetés fenyegetésével kooperációra bírni. Mivel a szakszervezeti vezetők sem tulajdonosai a szakszervezetnek, ezért nehezen hihető, hogy részükről a büntetéssel való fenyegetés (magasabb bérkövetelések a jövőben) nagyon hihető lenne.

Ennek két következménye volt. Egyrészt a hit, amelyet bizonyos empirikus kutatások is alátámasztani látszottak, hogy az inflációs torzítás létezik, és nem oldódik meg magától. Másrészt a probléma megoldásához a játékelmélet egy másik ágához fordultak, az implementáció-elmélethez. Hiszen itt a helyzet a következő: adva van egy társadalmi szituáció és egy kívánt „eredmény”. Tudjuk-e úgy formálni a játékosok döntési lehetőségeit, preferenciáit, hogy az így definiált játék egyensúlya a kívánt kimenetel legyen?

Több megoldási javaslat létezik, amely az alacsony inflációs állapotot hivatott implementálni. A tényleges monetáris politikai döntési probléma természetesen sokkal bonyolultabb, mint amit itt le tudunk írni, és a megoldási javaslatoknak az itt nem részletezett aspektusokat is figyelembe kell venniük. Néhány intuitív észrevétel – részletes elemzés nélkül – azért így is tehető.⁴

A probléma lényege az, hogy a jegybank – amely a demokratikusan megválasztott kormányt és így a társadalom érdekeit képviseli –, nem képes elkötelezni magát amellett, hogy tisztán jóindulatból ne „lepje meg” a gazdasági szereplőket egy, a vártnál egy kicsivel nagyobb inflációval, egy bizonyos pontig. (Az egyensúly ott lesz, ahol ez a bizonyos pont van: ott már nem kell félni a meglepetésektől.)

⁴ A probléma formálisabb és átfogó elemzése megtalálható Walsh, 2003, 8. fejezetében.

A megoldás felé vezető egyik lépés az lehet, hogy a jegybank legyen független a kormánytól, és így közvetve a társadalmi érdekek nyomásától is. Egy amerikai közgazdász egyszer a helyzetet a saját példáján úgy illusztrálta, hogy ő azért fizet magánedzőt, mert nélküle gyakran elengedné magát, nem kívánna pillanatnyi kellemetlenségeket elviselni, és hosszú távon optimálisnál kevesebb testgyakorlást folytatna. A magánedző fontos tulajdonsága, hogy nem tökéletes az empátiája, és ilyenkor is erőfeszítésre serkenti.

Persze a jegybankárok esetében a függetlenség nem igazán egyértelmű és világos. Például az USA jegybanktörvényében máig szerepel az, hogy a FED feladata a teljes foglalkoztatás biztosítása, holott a fentiek alapján az lenne jó, ha a központi bankot nem nagyon érdekelné a munkanélküliség. A törvények értelmezése azonban sohasem egyértelmű. Ilyen helyzetben jól jön az a szellemes megoldás, hogy nevezzünk ki olyan jegybankárt, akinek a személyes ízlése köztudottan konzervatív (ami az USA politikai nyelvére lefordítva többek között azt jelenti, hogy az árstabilitást sokkal fontosabbnak tartja, mint az alacsony munkanélküliséget.) Alan Greenspan, a közelmúlt leghíresebb jegybankelnöke ilyen ember volt: a Wall Streetről jött, és közismerten republikánus volt. Eredetileg republikánus elnök nevezte ki a FED élére. Igazán nagy haszna azonban Greenspan jegybankelnökségének Bill Clinton, egy demokrata elnök számára volt, aki mandátumának lejártát után újra kinevezte Greenspant. Clintont mint demokrata elnököt már csak választói bázisa miatt is jobban kellett volna hogy foglalkoztassa a munkanélküliség, paradox módon tehát számára sokkal fontosabb volt egy konzervatív jegybankelnököt kinevezni, mint egy republikánus elnöknek.

A jegybanki függetlenség mindig viszonylagos, lehetetlen teljesen kivenni a kormány kezéből minden beavatkozási lehetőséget a monetáris politikába – nem is lenne ésszerű –, legfeljebb megnehezíteni lehet azt. Konzervatív és egyben hozzáértő jegybankelnököket nem mindig lehet találni (különösen kisebb országokban). Úgyhogy sok ország formálisabb és stabilabb megoldást keresett, és igyekezett egy új monetáris politikai struktúrát meghonosítani, amelyet inflációs célkitűzések rendszerének neveznek. Ebben a rendszerben törvény szabja meg azt, hogy a központi bank célja az árstabilitás, sőt bizonyos fajtáiban a jegybankelnök jóléte és sorsa (fizetése, illetve az állásának megtartása) formálisan is az inflációs célok elérésétől függ. Itt ismét egy furcsasággal állunk szemben: jóllehet a törvényhozók elismerik, hogy a központi bank – bizonyos mértékben – képes befolyásolni a reálszférát (munkanélküliség, versenyképesség, növekedés stb.), igyekeznek arra készíteni, hogy ezeket a potenciálisan fontos célokat ne vegye figyelembe. Törődjön csak azzal, amivel nem lesz „hihetőségi” problémája, azaz az árrakkal.

Annak a felismerése, hogy a gazdasági szereplők számára nemcsak a jegybank tettei, hanem egész stratégiája (tetteinek indítékai is) fontos, még egy fontos játékelméletből kölcsönzött tanulsággal szolgált: nem a cseles és titkolózó monetáris politika a jó, hanem a transzparens, amely intézkedéseit, érdekeit, sőt még cselekedeteinek indokait is világossá teszi. 30-40 éve a monetáris politika inkább olyan kártyajáték volt, ahol a monetáris politikai igyekezett titokban tartani a lapjait, időről időre igyekezett becsapni a gazdasági szereplőket, „meglepő” intézkedéseket hozni a közjó érdekében. Mint a hallgatólagos együttműködésnél láttuk, ez gyakran nem

hatásos, sokszor a teljes átláthatóság hozza meg a kívánt döntéseket másoktól.

A játékelméleti megfontolások számos ponton ellentmondanak annak, amit – mondjuk – ötven évvel ezelőtt gondoltak a helyes monetáris politikáról. Akkor sokkal inkább úgy gondolták, hogy egy állami szerv legyen alárendelve a kormánynak, amely így egységes gazdaságpolitikát tud végrehajtani, irányítsák olyanok, akik magukévá teszik a társadalom érdekeit, és hatékony működéséhez ugyanolyan üzleti titoktartás szükséges, mint a vállalatok tevékenységéhez. Mindezeknek ma – legalábbis részlegesen – a tagadásában hisz a közgazdászok többsége, és ez a hit megjelenik törvényekben és a központi bankok programjaiban is.

Következtetések

Két példánk közös tanulsága az, hogy a játékelméletben feltárt kvalitatív összefüggések befolyásolták gazdasági intézményeinket, a jelenlegi konszenzus szerint javítva a gazdaságok hatékonyságát és csökkentve az inflációt. Am néhány figyelmeztető szó itt sem árt.

Először is lehetnek kétségeink az oksági összefüggést illetően. A versenyszabályozás és az újabb jegybanktörvények mögötti gondolatokról valószínűleg kiderülhet, hogy voltak előzményeik, és gyakran józan ésszel is belátható érvelésen alapulnak. Lehet tehát, hogy a játékelmélet szerepe csak látszat. Tény azonban az, hogy a leírt intézményi változtatásokat időben megelőzték olyan játékelméleti-nevezett kutatások, amelyekben a szerzők olyan gondolatokat fogalmaztak meg, amelyeket felfedezhetünk az új intézményes megoldásokban. Ha ezeket triviálisnak találjuk, akkor könnyen egy másik kognitív hibát követünk el, amelyet a pszichológusok manapság sokat tanulmányoznak (*hindsight bias*:

„én tudtam előre”). Utólag minden egyszerűnek tűnik, és nem tudjuk beleélni magunkat azok helyébe, akik a múltban szembesültek a problémákkal, lehet, hogy számukra ezek a trivialisítások valóban felfedezések voltak.

A játékelmélet sikere mint minden absztrakt elmélet alkalmazása a valóságra, függ magától az alkalmazó „empirikus” diszciplínától. A fenti példáink mögötti közgazdasági elmélet és tudás nem vitathatatlanul helytálló, számos vonatkozásukat sokan ma is

vitatják. Sőt, szükségszerű, hogy előbb vagy utóbb jobb elméletekkel helyettesítsük őket. Ez azonban soha nem fogja megváltoztatni azt a tényt, amit szerintem ma kevesen vitatnak, hogy a játékelméletből a közgazdaságtan sokat tanult, és, amint bizonyítani igyekeztem, könnyen lehet, hogy az életünket is megváltoztatta.

Kulcsszavak: *ismételt játékok, hihető elkötelezettség, monetáris politika, versenypolitika*

IRODALOM

- Cukierman, Alex (1992): *Central Bank Strategy, Credibility, and Independence: Theory and Evidence*. The MIT Press
 Fudenberg, Drew – Tirole, Jean (1991): *Game Theory*. The MIT Press

- Motta, Massimo (2008): *Versenypolitika: elmélet és gyakorlat*. Gazdasági Versenyhivatal, Budapest
 Tirole, Jean (1988): *The Theory of Industrial Organization*. The MIT Press
 Walsh, Carl E. (2003): *Monetary Theory and Policy*. The MIT Press



Tanulmány

GOTHARD JENŐ, A MÉRNÖK-TUDÓS (1857–1909)

Vincze Ildikó

tudományos munkatárs
ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium
ivincze@gothard.hu

Gothard Jenő, a mérnök-tudós, a műszerépítő asztrofizikus, a Royal Astronomical Society (1883) és az Astronomische Gesellschaft tagja (1881), a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja (1890) száz évvel ezelőtt, 1909. május 29-én halt meg. 1881-ben, 24 éves korában megalapította a Herényi Asztrofizikai Observatóriumot. A természettudós műszerkonstruktor a századforduló új tudományával, a csillagászat legmodernebb ágával, az asztrofizikával és az új tudomány műveléséhez nélkülözhetetlen műszerek tervezésével és megalkotásával foglalkozott.

Diákévei és tudományos tevékenységének kezdete

Gothard Jenő jómódú nemesi földbirtokos család első gyermekeként született 1857. május 31-én, a Szombathely melletti Herény községben. Itt gazdálkodott egy ezerholdas nagybirtokon édesapja, *Gothard István* (1811–1882) és édesanyja, *Brunner Erzsébet* (1837–1911). Két testvére volt, *Gothard Sándor* (1859–1939) és *Gothard István* (1869–1948). A nagypapa, *Gothard Ferenc* nagy kedvvel foglal-

kozott elektromos kísérletekkel, s ennek köszönhetően a természettudományok szeretete és művelése családi hagyomány volt.

A Gothard fivérek a szombathelyi Premontrei Főgimnáziumban végezték középiskolai tanulmányaikat. A szülői házból származó természetszeretet *Kunc Adolf* (1841–1905), a fiatal, premontrei rendi tudós-tanár hatására teljesedett ki. A Gothard testvérek már gimnazistaként fizikai és kémiai laboratóriumot, valamint műhelyt rendeztek be a Gothard-kastély egyik szárnyában, ahol kísérleteket végeztek, és azokhoz eszközöket állítottak elő. Gothard Jenő tanulmányait Bécsben, a Technische Hochschulén folytatta. Kapcsolata a Premontrei Főgimnáziummal azonban továbbra is élő maradt. Országos jelentőségű kísérleteit (telefon 1878-ban, Foucault-inga 1880-ban, röntgen 1896-ban) együtt végezte a gimnázium tanáraival, *Kunc Adolf*-al, később *Edelmann Sebővel* (1853–1921).

Gothard Jenő gépészmérnöki tanulmányai elvégzése után 1879-ben hazatérve, Herényben Sándor öccsével gazdálkodott. Ez természetesen nem jelentette azt, hogy hűt-

lenné vált laboratóriumához. Szabadidejét kísérletezéssel és tanulmányozással töltötte. Egymás után készültek el a Herényi Műcsarnokban a műszerek, amelyeknek hamarosan híre ment. *Zichy Jenő* (1837–1906) 1879-ben Székesfehérváron rendezett ipari kiállításán a Gothard testvérek által bemutatott műszerek nem maradtak visszhang nélkül.

A tudomány iránti oltahatatlan vágy akkor lobbant fel lelkében, mikor *Konkoly Thege Miklós* (1842–1916) meghívására az 1871-ben alapított ógyallai csillagászati obszervatóriummal megismerkedett, és a csillagos ég megfigyelésekor hosszú beszélgetéseket folytattak. Az ógyallai látogatás nemcsak irányt adott Gothard munkásságának, de őszinte és mély barátság alapjait vetette meg. Az ifjú herényi mérnök 1881. november 13-i levelében így ír *Konkoly Thege Miklósnak* (Horváth, 1998):

„Neked különben is ezerszeres köszönettel tartozom. Komolyan mondhatom, hogy a herényi observatorium egészen a te műved, soha sem jutott volna eszembe csillagokat vizsgálni, ha veled meg nem ismerkedhettem. S a helyet, hogy most határozottan kitűzött irányban működöm, bizonyára tévetegeen használtam, hiábavaló kísérletekkel s készülékek össze állításával vesződném. Így azonban éveken át kitartó munkával

talán tehetek némi szolgálatot a tudománynak, különösen ha míg a kezdés nehézségeivel küzdöm szíves támogatásodat tőlem meg nem vonod.”



Gothard Jenő

A herényi obszervatórium

Az 1848–49-es szabadságharc után Magyarországon több mint két évtizedig nem volt csillagvizsgáló. 1871-ben *Konkoly Thege Miklós* létrehozta ógyallai magán csillagdját, majd 1878-ban *Haynald Lajos* (1816–1891) bíboros, kalocsai érsek *Konkoly* szakmai segítségével kétkupolás csillagdját építtetett az érseki főgimnázium második emelete fölé, az épület közepére. Gothard Jenő 1881-ben hozta létre a Herényi Astrophysikai Observatóriumot.

A kastély mellett álló épületet *Hauszmann Alajos* műegyetemi tanár tervezte, a kupola és a belső berendezések tervezését és kivitelezését Gothard Jenő maga végezte. Az első megfigyelés 1881. október 20-án történt. Az ob-

szervatóriumról szóló első híradás az MTA közleményében 1882. január 16-án jelent meg (Gothard, 1882a), ahol az ifjú mérnök a hazai tudós testületnek bemutatta az obszervatóriumot, leírta annak berendezését, és ismertette az 1881. évben végzett megfigyeléseit. Az észleléseikről minden évben beszámoltak az MTA-nak, *Konkoly* betérjesztésével.

Gothard felismerte, hogy az új tudományág, az asztrofizika műveléséhez modern csillagászati műszerparkot kell megteremtene,



A herényi Gothard-kastély

amely a kor legújabb találmányait felhasználva a klasszikus finommechanikai műszereket egészítette ki a gyorsan fejlődő elektrotechnika által nyújtott lehetőségekkel.

Mindenekelőtt fejlett infrastruktúrát épített ki a csillagvizsgálóban: az obszervatórium minden helyiségében volt a munkához szükséges gáz, víz, hálózatban működő telefonkapcsolat, illetve az elektromos világításhoz és a kísérletekhez alkalmazott megfelelő áramforrás. Már a csillagvizsgáló elkészülte előtt, 1881 nyarán, Siemens-dinamó segítségével világítottak esténként a kastélyban. A jól felszerelt fizikai és kémiai laboratóriumban és a műhelyben megtalálható volt a kor legújabb technikájának megfelelő minden eszköz, például Geissler-csővek, katódsugárcsővek, szikrainduktor. Saját üvegfüvő műhelyében Gothard maga is készített vákuumcsöveket.

Az alapításkor Gothard Jenő szakkönyvtára saját bevallása szerint igen szegényes volt, de fejlesztésére nagy gondot fordított. A kutatásaihoz és szerteágazó tevékenységéhez szükséges korabeli szakirodalom legújabb művei mellett sok antikvár ritkasággal is gyarapította könyvtárát, amelyek egy része ma is megtalálható a Gothard-gyűjteményben.

Gothard nagy körültekintéssel és optikai tanulmányok igénybevételével választotta ki a számára megfelelő távcsövet. Választása már

egy modern reflektor volt. Konkoly felajánlotta a 10 1/4 hüvelykes, Browning gyártmányú, Newton-rendszerű teleszkópját megvásárlásra. A csillagászati feladatnak megfelelően napfényképező kamerát, spektroszkópokat, spektrográfokat, asztrográfokat rögzített a távcsőre (3. kép). A műszerek elektromos világítását a távcsövön elhelyezett kis elemekkel oldotta meg, amelyek segítségével megvilágította okulárja fonalkeresztjeit, a távcső koordinátatengelyeit és mérőműszerei skáláit. A távcső felállításával az obszervatórium készen állt az észlelések megkezdésére.

Asztrofizikai kutatásai

A csillagászati megfigyelésekben 1883-ig a középső Gothard fivér, Sándor segédkezett. A legifjabb testvér, István a meteorológiai adatgyűjtésben vett részt. Az obszervatóriumot alapító Gothard Jenő „jobbkeze” Molnár József műszerész volt, akivel a kísérletekhez és kutatási feladatokhoz szükséges eszközök megszerkesztésének gyakorlati megoldásában élete végéig együtt dolgoztak.

A Herényi Asztrofizikai Obszervatóriumban már az alapításkor a csillagok és üstökösök spektroszkópiai vizsgálatát tűzték ki célul. Gothard Jenő a csillagok, üstökösök színekét észlelte, míg Sándor inkább a nagybolygók (Jupiter és Mars), illetve a Nap megfigyelésével foglalkozott. Kezdetben a látottak leírásával és rajzolással rögzítették az égen megfigyelt jelenségeket.

1882-ben 147 állócsillagot és két üstökösöt észlelt. Első jelentős publikációja az 1882-ben feltűnt Nagy Szeptemberi Üstökös spektrumának megfigyeléséről szól (Gothard, 1882b). Méréseinek eredményeként felhívta a figyelmet az üstökösök színekében megjelenő erős szénhidrogénvonalakra. A későbbiekben csak azokat a csillagokat észlelte, „melyeknek

a spektruma különösen érdekes, esetleg változó”. Nagy jelentőségű volt a β Lyrae és a γ Cassiopeiae változócsillagok fényes, emissziós hidrogénvonalainak vizsgálata.

„Végtelen érdekes és nagyfontosságú e két csillag spektrumának tüzetes tanulmányozása. Nem csak azért, mert rámutat a spektralanalízis nagy fontosságára s finomságára, melylyel a billio meg billio mérföldekre levő csillagoknak nem csak kémiai alkotásukat tekinthetjük be, hanem azok fizikai változásait sőt mozgásait is figyelemmel kísérhetjük és megmérhetjük; nem csak azért, mert élénk állítja az emberi szellem nagyságát egész valójában, mely előtt nincs távol, nincs idő, nincs nagyság, mit, bár kerülő úton, meg ne közelítene s megmérni ne tudna: hanem azért is, mert meggyőz bennünket arról, hogy a világűr távol mélységében is van élet, mozgás, változás, fejlődés és hanyatlás; és mert kezünkbe kulcsot nyújt bár a zár titkát még nem árulja el vele a változó fényű csillagok rejtélyének megoldásához.”

(Gothard, 1884a)

Szakmai körökben különös figyelmet keltettek Gothard üstökösökön végzett spektroszkópiai vizsgálatai. 1883. szeptember 23-tól 1884. január 24-ig spektroszkópiai megfigyelésekkel követte a Pons–Brooks-üstökösöt (Gothard, 1884b).

Az 1884-ben megjelentetett német nyelvű intézeti kiadványban (Gothard, 1884c) összegezte a fiatal herényi obszervatórium tevékenységét, és a publikációt szétküldte a világ nevesebb csillagászati intézeteinek. Ezzel nemzetközi szinten is életjelt adott magáról a szakmának, és kiadványok cseréjével szellemi összeköttetésbe lépett korának európai és tengerentúli vezető obszervatóriumaival.

1885-től csaknem teljesen felhagyott a vizuális észlelésekkel, és áttért a kor új technikájára: a spektrográfia és az asztrofotográfia művelésére. A *Tanulmányok az égitestek photographálása terén* c. munkáját 1885. április 20-án terjesztette be a Magyar Tudományos Akadémiához (Gothard, 1885a). Az 1882-ben a részleges napfogyatkozáskor készített felvételei is tudományos értékűek, de a bolygók és a csillagok vizuális megfigyeléséről csak gondos kísérletezések, fotokémiai és műszertechnikai előkészületek után tért át a fotografikus észlelésre. 1885 szeptemberében Konkoly telefonon történt értesítése után Gothard felvételeket készített és spektrográfiai megfigyeléseket végzett az Andromeda-galaxisban fellángolt szupernóváról (Gothard, 1885b). Fotoemulzióra a világon elsőként (1887) ő rögzített képet szabad szemmel nem látható üstökösről (Barnard–Hartwig-üstökös, 1886).

1886-tól kezdve érdeklődését a csillaghalmozok, üstökösök, gázködök spektrálfotometriai vizsgálata kötötte le. Gothard mutat ki először fotografiai úton a Lant csillag-



Gothard Jenő spektrográfja

képben lévő gyűrűs köd központi csillagát. Az *Astronomische Nachrichten*-nek elküldött cikke nyomán a szerkesztő felhívására több nagyobb műszerrel rendelkező csillagvizsgáló kezdte el keresni a halvány objektumot (Gothard, 1886).

1890-ben már mint az égi fényképezésben jártas, tapasztalt kutató, könyvet írt a fotográfia tudományos célra való alkalmazásáról (Gothard, 1890).

Elméleti, gyakorlati és műszertechnikai munkájának elismeréseként 1890-ben az MTA levelező tagjának választották. Székfoglalóját 1891. április 20-án tartotta *Spektrálfotográfiai tanulmányok* címmel, amelyben hat évi munkálkodásának eredményeit összegezte (Gothard, 1891).

1892-ben a bolygószerű ködök spektrumát vizsgálta fotográfiai úton. A Nova Aurigae spektrumának kimérése során alapvető összefüggést tárt fel a nóvák és a planetáris ködök kapcsolatáról (Gothard, 1892a). A fényes emissziós vonalakat mutató spektrum vonalainak hullámhossz-kalibrálása után megállapította, hogy a nóvaszínkép hét vonala szinte teljesen azonos a megfelelő köd-vonalakkal, és a vonalak intenzitása is hasonló viselkedést mutatott. Ez a felfedezés volt asztrofizikai munkásságának legkiemelkedőbb eredménye. Megállapítását a csillagfejlődés kései szakaszára vonatkozó elméletek egyik előfutáraként tartja számon a nemzetközi szakirodalom.

1892. április 9-én négyórás expozícióval kitűnő spektrumfelvételt készített az 1892-es Swift-üstökösről, és a finoman kirajzolódó 3873–5673 Å közötti színképtartományon szénhidrogén-sávokat azonosított az üstökös színképében (Gothard, 1892b).

Csillagászati tevékenysége a Rábán épülő Vasvármegyei Elektromos Művek Rt.-ben

vállalt feladatai miatt 1895-ben megszakadt (Dalmady, 1900). Csak évek múltán és csupán igen rövid időre tért vissza a csillagászat-hoz. A tőle már megszokott, kiváló minőségű és felbontóképességű spektrumokat készített 1901. április 6. és 1902. március 6. között a Perseus csillagképben feltűnt „új” csillagról, a Nova Perseiről (Gothard, 1901).

1905-ig az ikervári vízerőműnél maradt, utána megromlott egészségi állapota már nem tette lehetővé, hogy visszatérjen a csillagászati kutatáshoz.

Műszertechnikai munkássága

Gothard kezdetben ógyallai mesterétől beszerzett – kölcsönzött, cserélt, illetve vásárolt – eszközöket alakított át és használt csillagászati megfigyeléséhez. Hamarosan azonban saját maga készítette fotókamerákat és spektroszkópiai megfigyelő eszközöket alkalmazott. A herényi műhelyben egy műszer típusból általában több példány készült, más obszervatóriumok számára is (Krüger, 1884). A finommechanikai részeket, a tartó, hordozó elemek jó részét saját maga készítette. Az eszközök speciális elemeit, például az optikákat Európa legjobb és legnevesebb gyártó cégeinél szerezte be. Gothard Jenő különleges asztrofizikai műszerek fejlesztésével és gyártásával egy új műszeripari ágazatot hozott létre Magyarországon. Műszerépítő tevékenysége lefedte a korabeli obszervációs csillagászat műszerigényének teljes spektrumát. Készültek eszközök a pozíciós csillagászati megfigyelések, a vizuális fotometria, asztrofotográfia és a színképelemzés számára. Laboratóriumi segédberendezéseket és mérőeszközöket tervezett és épített a spektroszkópiához és az asztrofotográfiához.

Műszerei a finommechanikai precizitás és a magas fokú elektrotechnikai ismeretek

mellett tükrözik tervezőjük más műszaki újdonságok alkalmazásában tanúsított nyitottságát is. A csillagászati megfigyelések számára elérhető „optikai ablak” szélesítéséhez a herényi spektrográfokban megjelentek a korabeli optikai fejlesztések legújabb eredményei: a mézspátprizma, a folyadékprizma és az optikai rács is. Fontos szempont volt az alacsony fényviszonyok mellett végzett méréseknél fellépő „szubjektív” hibaforrások kiküszöbölése. A spektroszkópok részerkezetének speciális kidolgozása, a műszerek skálájának és beállító szerkezeteinek elektromos megvilágítása, a mérési adatok papírszalagon való regisztrálása a korszak kiváló csillagászati észlelőberendezéseit eredményezte. A Gothard-féle megoldásokat a kor szakirodalma folyamatosan közölte. Konkoly Thege Miklós német nyelvű, az asztrofotográfia és spektroszkópia európai kézikönyvének számitó két munkájában (1887, 1890) tárgyalta, és több mint két tucat ábrán ismertette a herényi műszereket. A Gothard által tervezett és bevezetett megoldásokat még a 20. század elején is széles körben alkalmazták.

Nemzetközi kapcsolatai

Bár élete végéig a Szombathely melletti kis faluban, Herényben élt és munkálkodott, kapcsolatait rendszeres levelezéssel és utazásokkal tartotta fenn. Levelek és számlák tanúsítják, hogy a vidéki földbirtokos élénk levelezésben és aktív műszaki-tudományos munkakapcsolatban volt korának több vezető természettudományos szaktekintélyével, fizikusokkal, csillagászokkal, és üzleti kapcsolatban állt az optika és finommechanika európai szakmai köreivel. Rendszeres levelezésben állt Konkoly Thege Miklóssal, *Maximilian F. J. C. Wolffal* (1863–1932), a heidelbergi csillagvizsgáló igazgatójával, *Carl Herman Vogellel*

(1841–1907), a potsdami csillagvizsgáló igazgatójával, *Max Kohl* chemnitzi finommechanikussal, *Josef Maria von Ederrel* (1855–1944), a bécsi Technische Hochschule professzorával, a K. K. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren igazgatójával, *Carl Schleussner* (1830–1899) optikussal. Hogy ismereteit gyarapítsa, bejárta egész Európát, majd az 1893-as chicagói világkiállítás és csillagászati konferencia kapcsán az Egyesült Államokat is.

A herényi polihisztor

Nagy érdeklődéssel követte a századvég minden új tudományos felfedezését, és azokat nemcsak asztrofizikai kutatásaiban, de a természettudományok palettáján végzett szerteágazó kísérletező munkájában is alkalmazta.

1895-ben a mérnök Gothard Jenőt egy új kihívás, a Rábán épült ikervári vízerőmű munkái ragadják el a csillagászatól. A századvég villamosítási lázában Gothard teljes erővel aktív szereplője az erőmű szervezésének, tervezésének, megépítésének és 1905-ig műszaki igazgatója. Az erőmű műszereinek és egyéb eszközeinek jelentős része a herényi műhelyben készült ezekben az években. Mint a készülő létesítmény tervezője és műszaki igazgatója, az építés során felmerülő problémákra természetszerűen dolgozta ki azonnal a megfelelő technikai megoldásokat, többek között az 1896-os kemény téli időjárás miatt lefagyott turbinák fűtésére vonatkozó tervet. Gothard készítette el Sopron város elektromos világitásának terveit is.

Kezdetől fogva kiterjesztette vizsgálatait az elektromágneses hullámoknak a látható fényen túli tartományaira is. Ez kézenfekvő volt az infravörös és az ibolyántúli sugarakra, de azonnal reagált arra is, amikor *Heinrich Hertz* (1857–1894) a Maxwell-egyenletekből

az elektromágneses hullámokra következett, majd a röntgensugarak felfedezésére is. Herényi birtokán berendezett korszerű természettudományi laboratóriumában a tudós földbirtokos 1896. január 23-án készített először röntgenfelvételeket, éppen azon a napon, mikor Röntgen az Orvosfizikai Társaság wüzburgi ünnepi ülésén megtartotta nagy horderejű felfedezéséről szóló előadását. A kiválóan dokumentált harminckét korai röntgenfelvételnek köszönhető, hogy sikerült objektív bizonyítékot találni a Kiss-féle, centrális projekciót lehetővé tevő röntgencső-konstrukció megvalósulására, és ezzel a magyar fókuszcsőgyártásra, amelyről a nemzetközi szakirodalom eddig csak egy nem teljesen egyértelmű utalással tett említést.

Gothard öröksége

A módszeres kutatói és kísérletezői képességgel megáldott, igen vonzó egyéniségű, szerény ember 1909-ben örökre eltávozott. Tudomá-

nyos öröksége azonban miránk, a szellemi nagyság hálás megbecsülésére kötelezett utódokra maradt. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Gothard Asztrofizikai Observatórium őrzi az alapító tudományos hagyományt. A tárgyi örökség része a mintegy száz-húsz leltári egységet képező műszeregyüttes, amely a tudománytörténet nemzetközi szaktekintélyei szerint is egyedülálló tematikus gyűjtemény. A műszereken kívül Gothard asztrofizikai kutatásainak tudománytörténeti jelentőségű öröksége az 1880-as évek elejétől az 1900-as évek elejéig készített, félezer darabból álló, mélyég-objektumokat, üstökösöket és csillagszínképeket rögzítő csillagászati fotólezemanyag. A kiváló kutatónak és mérnöknek emléket állítva 2002. május 17-én megnyitottuk a Gothard Tudomány- és Technikatörténeti Állandó Kiállítást.

Kulcsszavak: *csillagásztörténet, asztrofizika, asztrofotográfia, vízerőmű, röntgen*

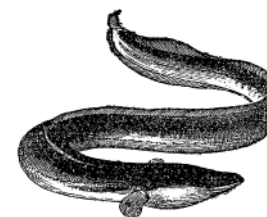
IRODALOM

- Dalmady Ödön (1900): *Az Ikervári Villamos Művek*. Pátria ny., Budapest, 154 p. 5 t.
- Gothard Jenő (1882a): A herényi asztrofizikai observatórium leírása és az abban tett megfigyelések 1881-ben. *Értekezések a természettudományok köréből*. IX, 3, 35 p., 1 t., MTA, Budapest
- Gothard, E. von (1882b): Beobachtungen des grossen Septembercometen 1882 am astrophysicalischen Observatorium zu Herény, Ungarn. *Astronomische Nachrichten*. 103, 2472, 377–380.
- Gothard Jenő (1884a): Megfigyelések a herényi asztrofizikai observatóriumon 1883. évben. *Értekezések a matematikai tudományok köréből*. XI, 5, 34 p., 2 t., MTA, Budapest
- Gothard, E. von (1884b): Spectroskopische Beobachtungen des Cometen 1884 I (Pons 1812). *Astronomische Nachrichten*. 109, 2599, 99–106.
- Gothard, E. von (1884c): *Publikationen des Astrophysikalischen Observatorium zu Herény in Ungarn*. I. Heft Mit 6 Tafeln. Herény, Seiler ny. Szombathely

- Gothard Jenő (1885a): Tanulmányok az égitestek photographálása terén. I. rész. *Értekezések a matematikai tudományok köréből*. XII, 8, 18 p., 1 t., MTA, Budapest
- Gothard, E. von et al. (1885b): Ueber den neuen Stern im grossen Andromeda-Nebel. *Mittheilungen aus Palermo, Genf, Potsdam, Upsala, Herény, Upsala*. *Astronomische Nachrichten*. 112, 2687, 390–391.
- Gothard, E. von (1886): Photographische Aufnahmen. *Astronomische Nachrichten*. 115, 2749, 221–222.
- Gothard, E. von (1887): Cometen-Beobachtungen im Jahre 1886. *Astronomische Nachrichten*. 116, 2768, 121–124.
- Gothard Jenő (1890): *A fotográfia. Gyakorlata és alkalmazása tudományos czélokra*. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 183 p. 40 ábra.
- Gothard Jenő (1891): Spektrálfotográfiai tanulmányok. *Értekezések a természettudományok köréből*. XXI, 2, 31 p., MTA, Budapest
- Gothard Jenő (1892a): Nova Aurigae spektruma összehasonlítva néhány bolygószerű köd spektrumával.

- Értekezések a matematikai tudományok köréből*. XV, 2, 36 p. 1 t., MTA, Budapest
- Gothard, E. von (1892b): Spectrographische Beobachtung des Cometen 1892... (Swift März 6) auf dem Astrophysikalischen Observatorium zu Herény. *Astronomische Nachrichten*. 129, 3096, 405–408.
- Gothard, E. von (1901): Periodische Veränderungen im Spectrum der Nova Persei. *Astronomische Nachrichten*. 155, 3713, 269–272.
- Horváth József (szerk.) (1998): *Gothard Jenő levelei*

- Konkoly Thege Miklóshoz (1880–1883)*. ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium, Szombathely
- Konkoly, Nicolaus von (1887): *Praktische Anleitung zur Himmelsphotographie nebst einer kurzgefassten Anleitung zur modernen photographischen Operationen und der Spectralphotographie im Cabinet*. Halle, 374 p.
- Konkoly, Nicolaus von (1890): *Handbuch für Spectroskopiker im Cabinet und am Fernrohr*. Halle, 568 p.
- Krüger, A. (1884): *Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft*. 19, 109.



MADÁREVOLÚCIÓ: FAJKÉPZŐDÉS, FAJÖLTŐ, KIHALÁS VAGY VÁLTOZÁS?

Kessler Jenő

paleoornitológus, a biológiai tudomány kandidátusa
kessler_jeno@yahoo.com

A madarak kétségkívül a hüüllők egyik jól meghatározható típusának a leszármazottai. Ez a típus a diapszid (két pár halántéklakkal és két pár halántékívvel rendelkező koponyájú) hüüllők *Archosauria* néven ismert csoportja. Ebből fejlődtek ki a madarak mellett a krokodilok, a dinoszauruszok, a Pterosaurusok és más, kevésbé ismert őshüüllők is. Az *Archosauria* név E. D. Cope neves amerikai paleontológustól származik, 1869-ből, és kezdetben csak a krokodilok őseire vonatkozott. J. A. Gauthier (1984) alkalmazta azokra a diapszid hüüllőkre is, amelyeknek a koponyája egy szemgödör előtti nyílással rendelkezik.

Legelső képviselőjük a felső-permben élt *Archosaurus*, amelyet Közép-Oroszországból (Tatarinov, 1960), illetve Dél-Afrikából (Parrington, 1956) írtak le. Számos más területről is jelezték őket Észak-Amerikától Ausztráliáig. Egyik legismertebb képviselőjük az *Euparkeria* nevet viselő kistermetű őshüüllő volt, Dél-Afrika alsó-triász kori rétegeiből.

A középső-triásztól tudjuk két fő fejlődési vonalukat elkülöníteni: *Ornithodira* (Gauthier, 1984) és *Crocodylotarsi* (Benton – Clark, 1988). A madarakat az előbbiből származtathatjuk minden valószínűség szerint. Csak az a kérdés: mikortól, és milyen utat bejárva?

Sajnos erre nem tud ma a tudomány pontos választ adni, ugyanis a legősibb madártól

származónak tartott maradványok (az *Archaeopteryx*-leletek) csak jó 65–70 millió évvel későbbi rétegekből, a felső-jurából ismertek. Persze, ha nem vesszük számításba a Sankar Chaterjee által Texas felső-triászából leírt *Protoavis* leleteket (Chaterjee, 1994), amelyek egy, szerinte már kezdetleges repülésre is képes, két lábon járó, hosszú farkú lénytől származnak. Ezt viszont a szakemberek túlnyomó többsége vitatja – köztük jómagam is; abban egyetértek Chaterjee-vel, hogy a madárósnak ilyesféle lénynek kellett lennie, de az előzmények nélkül megjelenő repülési képességet nem tudom elfogadni.

A felső-triász és felső-jura közti időszávból nem ismerünk semmiféle ősmadárnak tulajdonítható leletanyagot. Ennek legvalószínűbb oka az lehet, hogy a Pangea egy bizonyos aránylag szűkebb területén történt meg az Archosauriák egyik törzseiből való kifejlődésük, és amikor futó-, úszó-, repülési képességeik révén szétterjedtek az őskontinenseken, az eredeti lakóhelyük, a fosszilis maradványokkal együtt, a kéregmozgások áldozatává vált (elsüllyedt, feldarabolódott, vulkanikus tevékenységek révén befedődött, víz alá került stb.). Utódaik pedig számbeli ritkaságuk és a kedvezőtlen tafonómiai körülmények következtében kevés fossziliát hagyhattak maguk után, s azokat sem fedezték meg fel.

Viszont a felső-jurából már több *Archaeopteryx*-típusú maradványt ismerünk Németországból, az alsó-krétából pedig már a gyíkfarkú madarak (*Sauriurae*) közé tartozó Archaeornithesek (*Archaeopteryx*, *Confuciusornis*) fejlettebb formáit magába foglaló csoportját, az Enantiornithidákat, sőt a valódi madarak (Ornithurae – Neornithes) számos leletét is, nemcsak Európából, hanem gyakorlatilag valamennyi kontinens területéről. Így kénytelen-kelletlen fel kell tenni a kérdést: mikor és hogyan alakultak ki ezek a madár-szerű lények, sőt már a valódi madarak is? Erre a kérdésre, mivel közvetlen bizonyítékok nem állnak a tudomány rendelkezésére, csak közvetett bizonyítékokkal, elsősorban visszakövetkeztetésekkel lehet válaszolni. Többségük eléggé meggyőzőnek is tűnik, csak éppen bizonyíthatatlan, s ráadásul egyikük sem képes minden felmerülő kérdésre választ adni.

Az 1970-es évekig még az előző évszázad végén és a XX. század elején kialakult hipotézisek, elképzelések voltak elfogadottak. Az *Archaeopteryx*-et tartották a mai madarak közvetlen őseinek, és az ebben az időben megjelent szinte valamennyi szakkönyvben vagy tudományismertető műben rajta kívül még két faj, a *Hesperornis* és az *Ichthyornis* szerepelt, mint már a modern madarak mezozoikumi képviselői. Közben ekkor már tucatnyi valódi madár maradványai voltak ismertek a krétából, több kontinens lelőhelyeiről.

A fordulópontot a már egy, a XIX. század második felében felmerült elképzelés újra felelevenítése képezte, miszerint a madarak a dinoszauruszok leszármazottjai lennének. Első hirdetője Thomas H. Huxley, aki már 1867-ben ennek tekintette az *Archaeopteryx*-et. 1973-ban John H. Ostrom a haarlemi (Hollandia) Tylér Múzeumban megtalált *Archaeopteryx*-lennyomat alapján indította újra útjára

a dinoszaurusz–madár leszármazás elméletét, amelyet ma már szinte kész tényként kezel nemcsak a paleontológusok egy része, de a sikeres propaganda eredményeként a laikus olvasó/nézőközönség is. Megjegyzendő, hogy fenti kövületet már jó öt évvel a solnhofeni *Archaeopteryx*-lelet előtt felfedezték 1856-ban, de az *Archaeopteryx* későbbi névadója Hermann von Meyer 1857-ben, toll-lennyomatok hiányában még repülő hüüllőként írta le!

Pedig nemcsak a paleontológusok, de a laikus olvasók, tudományismertető tévéműsorok nézői, vándorkiállítások látogatói számára is szembeötlő kellene legyen, hogy a mai madaraknak szinte teljességben megfelelő alsó-kréta *Ornithurae* fajok milyen nagy mértékben különböznek a *Dinosauria* (*Theropoda*–*Dromaeosaurida*–*Coelurosaurida*–*Maniraptora*) – *Sauriurae* (*Archaeornithes*–*Enantiornithes*) vonal képviselőinek jellegeitől. S ma már nem lehet a XIX. századbeli közmondásra se hivatkozni: „madarat tolláról...”, mivel az utóbbi évtizedek legnagyobb szenzációt jelentő leletei a tollas dinoszauruszok voltak. Tehát, kiderült, hogy a toll nem kizárólagosan madárjelleg! Hiszen például a krétabeli *Tyrannosaurus* nem igazán lehet madárnak tekinteni, pedig az egyik felfedezett példányán tollazat, illetve ahhoz hasonló keratinszalak lennyomatát mutatták ki nemrégiben. Ma már inkább az igaz, hogy: „minden madár tollas állat, de nem minden tollas állat madár”.

Az is tény viszont, hogy ha nem összefüggő vázzal és toll-lennyomatokkal rendelkező lelettel van dolga a szakértőnek, akkor igen nehezen fogja tudni eldönteni, hogy theropoda dinoszaurusz, vagy gyíkfarkú „ősmadár” lelettel van dolga. Ezért aztán furcsának tűnnek azok a szakemberi vélemények is, amelyek az erdélyi Királyerdő Cornet nevű bau-

xit-kitermelési telepén 1978-ban felfedezett, alsó-kréta korú és 1984-ben azonosított *Archaeopteryx*-maradványokról (Kessler – Jurcsák, 1984) feltételezték, hogy esetleg Coelurosauridától származnak. (Benton et al., 1997). Persze, lehetséges, de a bajorországi hét csontvázról és a kínai *Confuciusornis*-ről is teljes joggal állítható ugyanez! Hiszen ez jelenti a dinoszaurusz–madár leszármazási elmélet alapját! S az is több mint valószínű, hogy ebből a már tollakkal rendelkező és akár vitorlázó repülést is végző állatcsoportból fejlődtek ki később a krétában (főleg a felső-krétában) világszerte elterjedt *Enantiornithidae*-típus képviselői. Náluk már számos madárszerű jelleg is kialakul (rövid farkcsont, melltaraj, csigolya- és koponyajellegek, csüdszerkezet), de számos olyan jellegben különböznek a valódi madaraktól, amelyek az utóbbiaknál már az alsó-krétában jelen vannak, egyöntetűen minden leletük esetében a mai madarakkal bezárólag.

A laikus néző, de akár a madár-csonttanban kevésbé jártos paleontológus/biológus számára is meglepő, hogy a madarak dinoszauruszoktól való származtatásának szorgalmazói a külalakra koncentrálnak, és a publikációikban, valamint a médiában színes tollazatban pompázó lényekként ismertetik a dinoszauruszok egy részét és a belőlük leszármaztatandó „ősmadarakat” is. Szó se róla, ezeken tényleg madárnak néznek ki. Csak hát, az állatrendszertanban jártasok jól tudják, hogy nem minden mindig az, aminek látszik! Számtalan gerinctelen és gerinces állat tűnik első ránézésre egészen más állatcsoportba tartozónak, mint valójában. A farkúszó alakját leszámítva a cápa–halgyík (*Ichthyosaurus*)–delfin külalak is meglepően hasonló, de számtalan más példát is fel lehetne sorolni ebben a témában. A lényeg – amit a kutató-

nak, de akár az élővilág iránt érdeklődőnek sem szabad sohasem szem elől téveszteni – az, hogy az azonos környezeti feltételek hatására különböző elődökből kiindulva is igen hasonló jellegek alakulhatnak ki az élővilágban! Az élővilág változékonyságának köszönhetően ugyanis minden generáció révén számos változatot „ajánl fel” a környezetnek, amely ezekből az éppen megfelelőt részesíti előnyben, és segíti szaporodási lehetőséghez. Minél kisebb a változékonyság, annál inkább veszélyeztetve van az adott populáció egy környezeti változás miatt, ami végül a típus kipusztulásához vezet. Az előbbi példából is látható, hogy a vízben való gyors úszáshoz az áramvonalas vagy a féregszerű testalkat a legalkalmasabb, s így nem véletlen, hogy nemcsak az elsődlegesen vízi állatoknál alakul ki ez (lásd a ragadozó halak többségénél is, illetve a másik változatot például az angolnáknál), de a másodlagosan vízi életmódra váltóknál is (például: pingvinek, cetek, szirének, fókák, vidrák stb.) is jellemző. S akkor miért lepőd-nénk meg azon, hogy a kistermetű, két lábon járó, mellső végtagjukat szárnyként használó, tollas típusoknál is ekkora a külső hasonlóság? S főleg, miért lenne kötelező ebből a hasonlóságból leszármazást, közeli rokonságot is kikövetkeztetni? Hiszen a cápa–halgyík–delfin alakhasonlóság esetében sem tesszük ezt!

A fentiekből következik az is, hogy a leszármazást és a madarak evolúciójának kérdését nem lehetséges az eddigi szemléletmód alapján kezelni. A genetika nem tud segíteni, hiszen visszszámítási/következtetési módszerei az őslénytani anyag esetében, vizsgálható anyag hiányában, tehetetlenek. Ami véletlenül mégis fennmarad (például a múlt években talált *Tyrannosaurus*-combcsonthoz felfedezett vértetecskék maradványai) az is igen töredékes DNS-t eredményezett, amiből csak

azt lehet megtudni, hogy hüllőtől származik, és rokon a madarakkal, de ezt eddig is tudtuk. A „genetikai óra” amúgy is csak egy-kétszáz-ezer évre érvényes visszamenőlegesen. Márpedig az őslénytan által vizsgált anyagok ennél sokkal régebbiek, a kérdéses témában pedig éppenséggel a 200–70 millió év közötti időszakra esnek.

Maradnak konkrétan a morfológia, elsősorban a csonttan, és közvetve a hozzá kapcsolódó izomtan, biomechanika, az összehasonlító anatómia és élettan, valamint az evolúció törvényszerűségei.

Figyelembe véve a fentieket, de ragaszkodva a realitásokhoz, csak az ismert leletek morfológiájának vizsgálatából indulhatunk ki. Szerintem, a probléma kulcsa a kizárólagos madárjellegek kiválasztásában rejlik. Ugyanis a gerincesek őslénytanában régi szabály, hogy a többnyire hiányos leletek, az evolúciós sorozatok rendkívüli ritkasága miatt biztonságos kapaszkodókat kell találni a vizsgálható anyagban. Vagyis, olyan csonttani jellegeket, amelyek bár nem gyakoriak, de szinte egymagukban is képesek eldönteni egy-egy lelet hovatartozását. Ez mind a fajok, mind a magasabb rendszertani egységek, így az osztályok szintjén is érvényes. Ilyenek például az állkapocsnélküliek (*Agnatha*) és az állkapocsos halak esetében az alsó állkapocs léte vagy hiánya; a porcos halak és csontos halak esetében a kopoltyúfedőké (operculiák), a halak és a páncélos kétélűek viszonylatában a nyakszirti bütykök és az első nyakcsigolya (a *proatlas*) megjelenése, a kétélűek és a hüllők esetében a több nyakcsigolya, majd a valódi bordák és a mellkas (az utóbbiaknál) létezése, míg a hüllők és az emlősök fontosabb megkülönböztető jellegei: az alsó állkapocs szerkezete, a hallócsontocskák száma, a kettős nyakszirti bütykök. Ezek – ha vizsgálhatóak

– mindig biztonságosan eldöntik a hovatartozást. Ugyanis nincs átfedés, ezek kizárólagos jellegek, és az illető állatcsoport minden típusánál és egyedénél jelen vannak (kivéve, ha esetleg utólag visszafejlődtek, bár a fentieknél erre igen kevés példát ismerünk).

Nos, a valódi madarak is rendelkeznek ilyen kizárólagos jellegekkel, amelyek révén el lehet dönteni, hogy melyik „ősmadár”-típussal állunk szemben. Ráadásul az *Ornithurae* társaság valamennyi egyede vagy típusa az alsó krétától kezdve bír ezekkel a jellegekkel. Mivel a fossziliáknál jóformán csak a csontváz marad fenn, e vizsgálható kizárólagos tulajdonságok is csak erre szorítkozhatnak.

A csontváz esetében ilyen jellegnek számít a kéz vázának szerkezete. Nem sok, de ahol megvan, ott nehéz vita tárgyává tenni. Csak az *Ornithurae*-típusnál létezik proximálisan és disztálisan is összenőtt kéztő- és kézközépcsontokból álló szerkezet (*carpometacarpus*). Ami pedig azt illeti, hogy a teropodáknál, gyíkfarkú ősmadaraknál és a valódi madaraknál a kézen megmaradt három ujj az eredeti öt ujj melyikéből is fejlődik ki, azt szintén régóta vitatják. A legújabb kutatások (Hinchliffe, 2008) is azt igazolják, hogy míg a valódi madaraknál ez a második-negyedik ujjat, addig a teropodáknál és a gyíkfarkúaknál az első-harmadik ujjat jelenti.

A második olyan jelleg, amellyel csak a valódi madaraknál találkozunk, az a combcsont disztális végének ízületi bütykeinél található. A szélső (laterális) bütyök ugyanis egy vájat által két részre válik. A külső ízületi fejhez a szárkapocscsont, míg a belsőhöz már csak a sípcsont ízesül. Ez a jelleg teljes mértékben hiányzik a gyíkfarkú madaraknál és a legtöbb teropodánál, de megvan az utóbbiak esetében például a Troodontidáknál. Igaz, a madarakétól teljesen eltérő alakban. Ez is

inkább analóg evolúcióra utal, mint leszármasításra. A legújabb kutatások eredményei (Elzanowski, 2008) szintén ezt erősítik meg. A Kárpát-medence eddig ismert mezozoikumai madárananyagának értékelésénél is nagy jelentőségű ennek a jellegnek a léte illetve hiánya, mivel teljesen véletlenszerűen, valamennyi ismert leletben előfordul a teljes combcsont, illetve annak disztális töredéke.

A legrégebbi (Erdély, Királyerdő, Cornet lelőhely, alsó-kréta korú, jura-kréta határ, kb. 140 millió éves) anyag, a *Palaeocursornis biharicus* (Kessler–Jurcsák, 1986) pingvinszerű madár combcsontjának esetében a jelleg nyilvánvalóan megmutatkozik, igazolva egyúttal a maradvány valódi madár voltát (Kessler – Jurcsák, 1986). A 2005-ben, az erdélyi Hát-szegi-medencében, Szentpéterfalván (felső-kréta, kb. 67 millió év) felfedezett combcsonton, amelyet *Elopteryx nopscai* (Andrews, 1913) néven, eredetileg mint gödényszerű madarat azonosítottak, a jelleg szintén jól láthatóan jelen van, és zártan cáfolja a taxon *Alvarezsauridae* teropodaként való besorolását is (Kessler et al., 2005). S végül, a bakonyi Iharkut felső-krétakori (kb. 80 millió év) lelőhelyéről előkerült és leírt combcsontoknál (*Enantiornithes* gen. et sp. indet. és *Aves* indet.) (Ösi, 2008) a jelleg hiányzik, ahogy jellemző is a Sauriurae csoport esetében. Egyúttal ez azt is jelzi, hogy az *Aves* indet.-ként leírt combcsont nem származhat *Ornithurae*-madártípustól! S persze, nemcsak ezért nem lehet Közép-Európa és egyúttal a Kárpát-medence legrégebbi madárlelete, hanem azért sem, mert az erdélyi Királyerdő Cornet nevű lelőhelyének fentebb említett anyaga 60 millió évvel idősebb.

Még érdekesebb a helyzet a bordák esetében. Valamennyi valódi madár bordája két csontos részből áll, és a mellkas oldalának középtájékán egymással mozgatható ízületet

képez, amely által bezárt szög határozza meg, hogy a madár éppen ki- vagy belelegzik. Ez mind a testre fektetett szárnyaknál, mind repülés közben érvényes. Ezt a jelleget egyetlen dinoszaurusznál, illetve *Archaeornithes* vagy *Enantiornithes* típusú „ősmadárnál” sem találjuk meg. Valamennyinek egyetlen csontos részből álló, a gerincet és a mellcsontot összekötő bordái vannak a gerinc háttájkán! Az emlősökhöz hasonlóan ugyanis a bordák hasi része porcos maradt, és rendszerint nem is fosszilizálódott. Ugyanakkor, a tárgyalt jelleget nem tekinthetjük kizárólagos madár tulajdonságnak sem, mivel a krokodiloknál, a *Pterosaurusok*nál és a gyíkoknál is megvan. Vizsgált pont az a tény, hogy hiányzik mind az összes dinoszaurusz-típusnál, mind a belőlük származtatott „ősmadaraknál”, arra utal, hogy a diapsid hüllők esetében a jelleg ezen két vonala a kezdetektől külön úton fejlődött, s nem csak az *Archosauria* csoporton belül! Itt kell megjegyeznünk azt is, hogy míg a valódi madarakra jellemző a bordák felső részén található, hátranyúló horgasnyúlványok (*processus unciformis*) jelenléte, addig a gyíkfarkú madaraknál ezek ismeretlenek (viszont megvannak például a kameleonoknál). S ha így van, akkor az *Archaeornithes* és *Enantiornithes* ősmadártípusok ténylegesen dinoszaurusz-leszármazottak, míg a valódi madarak semmiképpen sem azok! Ellenérv lehetne, hogy a madarak és a dinoszauruszok közös vonása a csípőizület vágójának belső falán található csontos hártárával fedett nyílás. Ez minden más hüllőcsoportnál, illetve az emlősöknél is hiányzik. Csakhogy ez ugyanúgy kialakulhatott analóg fejlődés során is, mint számos más közös jelleg. Főleg ha tekintetbe vesszük a hasonló biped járásmódot a madaraknál és számos dinoszaurusz-típusnál (töb- bek közt a teropodaknál).

Az ilyen jellegű egybeesésekre jó példa egy új, érdekes lelet. 2007-ben fedeztek fel Mongóliában egy *Velocinaptor*-típusú teropoda vázat (Turner et al., 2007b), amelynek singcsontján az aktívan repülőképes madarak többségére jellemző csontszemölcsöket mutattak ki. (Ezekhez rögzülnek a szárny másodrangú evezőtollai). Mivel a *Velocinaptor* kinézése, életmódja és főleg a mellső végtag jellege nyilvánvalóan kizárja, hogy bármilyen köze is lehetett a repüléshez, a szemölcsök viszont egyértelműen a tollak szilárd rögzítésére szolgálnak, kérdés, hogy ebben az esetben milyen szerepük lehetett? Erre az a válasz, hogy valamilyen szilárdan álló szaruképlet rögzítéséhez voltak szükségesek. Ilyen lehetett pl. egy-egy védelmi célból kialakult szarutüske, vagy a párválasztás szolgálatában álló díszitollazat. Talán soha nem tudjuk meg, hogy erről volt szó vagy másról, de az a tény, hogy egy újabb, eddig madárjellegnek tartott tulajdonságról derült ki, hogy más állattípusnál is előfordulhatott. Az, hogy egyes jellegek mozaikosan jelen lehetnek teljesen eltérő csoportoknál, azt mutatja, hogy analóg, és nem homológ fejlődési folyamat eredményéről van szó.

Az előbbiek arra is felhívják a figyelmet, hogy a statisztikai jellegű módszerek – pl. a manapság népszerű kladisztika – egyik hiányossága, hogy egybemossák a kizárólagos jelentőségű jellegeket a többivel, és csak feltevezett elsődleges vagy másodlagos kialakulásuk szempontjából vizsgálják őket. Ezzel a módszerrel igazolják gyakran a dinoszauruszmadár leszármasítás hívei is állításaikat. De bármennyi közös jellege is lehet két különböző maradványnak, ha az alapvető jellegben különböznek; akkor a hasonlóság nyilvánvalóan csak az analóg fejlődésnek köszönhető, oka a környezeti feltételek hatásában keresendő és nem a rokonságban. Ha a kladogram

elkészítése során például a bordák jellege, a combcsont külső bütykének vágója, illetve az összeforrt kézközépcsont léte csak egy-egy a sok vizsgált tulajdonság közül, akkor a plusz vagy mínusz egy-két jelleg nem sokat számít a végső elszámolásnál. A valóságban viszont egy ilyen jelleg léte/hiánya egyedül is kizárhatja vagy megerősítheti a vizsgált taxonok rokonságát. A tejmirigyek, majd az emlők léte az emlősöknél egymagában is perdöntő jelleg a többi állatcsoporttal összevetve. Ahogy az emlős típusú hüllők (*Sinapsida*) kettős nyakszirti bütyke is az, a többi őshüllővel összehasonlítva. Tehát az ősmadarak esetében sem kell mást tenni, mint követni az ilyen jellegek megjelenését és további alakulását. A Triászban és Jurából nincsenek maradványok a *Protoavis*-on és az *Archaeopteryx*-en kívül, a krétakoriaknál ebben a tekintetben már jól elválaszthatóak a típusok, a Mezozoikum után meg már csak a valódi madarak képviselői élnek tovább. Így levonható a következő következtetés, hogy egyrészt a gyíkfarkú (*Sauriurae*) ősmadarak és a valódi (madárfarkú vagy *Ornithurae*) madarak nem egymás leszármasítottjai, másrészt hogy előbbiek származhatnak akár a dinoszauruszok bizonyos csoportjaitól is (amire a jellegeik is utalnak), de utóbbiak legfeljebb csak egy *Archosauria*-típusú közös őstől eredeztethetőek. Legkésőbb már a kora-jurában el kellett válniuk a másik fejlődési vonaltól, a hasonló jellegeik pedig a környezetnek és az életmód- nak köszönhetőek.

Csak egy példával illusztrálnám az előbbi állítást. A *Hesperornithiformes* rend képviselői nagytermetű bűvármadarakhoz hasonlítanak, és már az alsó-krétában úgy jelennek meg, ahogyan majd a felső-kréta végén eltűnnek az élővilágból. Már legkorábbi egyedeik sem rendelkeznek mellső végtagokkal, azokat csak a felkarcsont csökevénye képviseli, taraj nél-

küli a mellcsontjuk, viszont jól fejlett evezőlábaik vannak. Minden más jellegben meg egyeznek a többi valódi madárral. Ebből csak az a következtetés vonható le, hogy a specializálódásuk a vízi élethez és a lábbal történő evezéshez már sokkal hamarabb megtörtént, mint amilyen korú kövületekből ismertek. S mivel ez az állapot már az alsó-krétában fenn áll, a specializálódás valamikor még a felső-jurában meg kellett történnie. A még teljes szárnnyal bíró elődeik pedig még korábban kellett kialakuljanak. De hasonló a helyzet a többi alsó-krétából ismert valódi madárfajjal és -típussal is (*Ambiortus*, *Apatornis*, *Chayoan-gia*, *Eurolimnornis*, *Palaeocursornis* stb.) (Kurochkin, 2006). Ugyanakkor, a dinoszauruszmadár leszármazási elmélet hívei szerint is, a madarak őseinek tekinthető theropoda típusok legkorábban a középső jurában jelennek meg (Turner et al., 2007a).

Ezért is úgy vélem, s nemcsak én, hanem más paleornitológusok is (mint például Alan Feduccia, Evgeny N. Kurochkin és mások), hogy a dinoszauruszok legfeljebb a gyíkfarkú ősmadarak elődei lehettek, de semmiképpen sem a valódi madarakéi is. (Feduccia, 1999; Kurochkin, 2006).

Két és fél évszázada – Karl Linnének is köszönhetően – az élővilág kutatásával foglalkozók rendszertani egységekben, taxonokban gondolkodnak. Ez jelentősen megkönnyíti bárki eligazodását a nagyszámú típussal rendelkező és igen változatos élővilágban, illetve a maradványok között. Ez a rendszerezési módszer kitűnő eszköz a tudomány birtokában, de nem lenne szabad visszaélni vele, és tudomásul kell venni, hogy elvont fogalmakról van szó. Hasonló a helyzet a modern biológia más ilyen eszközeinél is, mint például a kladisztikai módszerek vagy az összehasonlító genetika módszerei (DNS-szekven-

ciák, markerek stb. vizsgálata) esetében is. Csak arra kell őket használni, amire ki lettek fejlesztve, és főleg nem kell kőbe vésett igazsággként kezelni az eredményeiket. Ugyanis ez utóbbiak egyrészt mindig a tudományos ismeretek pillanatnyi állását tükrözik, másrészt pedig mesterségesen, az emberi agy által létrehozott kategóriákkal, általánosításokkal operálnak, és tévútra vezethetnek, ha elvonatkoztatunk az élővilág fejlődésének természetes törvényszerűségeitől. Nem véletlen, hogy a faj fogalmának – mint alap rendszertani egységnek – a megfogalmazása és annak egyöntetű elfogadtatása a mai napig nem tekinthető lezártnak. A kutató kénytelen vele dolgozni, de főleg a fosszilis anyagok esetében számtalan nehézséggel találkozhat egy-egy kihalt faj definiálása közben. Márpedig attól nem lehet elvonatkoztatni, hogy valamennyi ma létező élőlény egyed csak azért élhet, mert az elődei számtalan generáció során át tudták örökíteni utódaikra a jellegeiket. Ahol ez valamilyen okból nem sikerült, az a vonal kihalt. Előbbiekből viszont az is következik, hogy valamennyi egyed ily módon vissza tudja vezetni családfáját a legelső földi élőlényekig!

Az evolúció során folyamatosan bekövetkező változások mentén az egyes ilyen ősi szervezetek eljutottak a kb. 3,2 milliárd év alatt az emberig, míg mások megmaradtak a bakterium vagy az egysejtű szintjén. De ugyanonnan és ugyanakkor indultunk! Ezen az úton két egymást követő generáció esetében sohasem lehet gyökeres változásokat kimutatni. Az átalakulás – ha az a szelekció során kedvező hatású – folyamatos, de a végeredmény csak számos generáció után látható. Ilyenkor a taxonómia egy „mérőföldkövet” helyez el, és új fajként kezeli az elődtől már kisebb-nagyobb mértékben eltérő utódot. Ahol pedig a változatos környezeti körülmé-

nyek több különböző jelleg önálló kialakulását tették lehetővé, ott „útelágazásokat” jelző „táblákat” helyezünk el a rendszertanban. Mivel ezeket a „mérőföldköveket, táblákat”, vizsgálati eredményeink, következtetéseink, spekulációink alapján alkalmazzuk, tévedhetünk is, és ezeket a tévedéseket mindig az utókor fogja helyesbíteni, helyre rakni, az állítások helyességét eldönteni.

Az őslénytanak pont az a szerepe, hogy megpróbálja követni az évmilliárdok óta folyó átalakulásokat, s hogy legjobb tudása alapján ezeket a „mérőföldköveket”, „útelágazást jelző táblákat” elhelyezze. Helyzetét megkönnyíti, hogy a különböző korú rétegekből előkerülő maradványok összehasonlításával jól megkülönböztethető változásokat tud kimutatni, de lényegesen megnehezíti az, hogy az egykori élővilágnak rendszerint csak elenyésző része fosszilizálódhat (illetve kerülhet napvilágra), és ráadásul a maradványok részlegesek, sőt leggyakrabban töredékesek. Így aztán az összehasonlítás, illetve a leszármazás, rokonság kimutatása sem lehet tökéletes, és főleg, nem történhet meg az esetek jó részében. A tengeri üledékekben előforduló gerinctelenek esetében ez kevésbé jellemző, de a szárazföldi gerinceseknél igen gyakori.

Természetesen, az utóbbi észrevétel igen csak jellemző a madárőslénytanra is. A köztudatba nagyon kevés madárőslénytani eredmény került be. Még a más területen dolgozó paleontológusok is meglepődnek azon, hogy a közhiedelemmel ellentétben a madár ősmaradványok nem is olyan ritkák, és hogy milyen sok faj élt már a krétában vagy a harmadidőszakban, és főleg, hogy mennyire jellegzetesek egyes madárcsoportok csonttani jellegei, még a csontváz legtöbb vázrészére vonatkoztatva is. Ennek köszönhetően lehet mindössze egyetlen csontból, illetve annak is

egy-egy jellemzőbb töredékéből faj szintig meghatározni a leletanyagot. Ez legtöbbszörnek hihetetlenül hangzik, de ez jelenti egyrészt a könnyebbséget, de ugyanakkor a vizsgálatok nehézségét is. Előny, mivel nem szükséges teljes vázat vagy csak bizonyos vázrészlet megtalálni; hátrány is, mert sok csonttípussal kell dolgozni, és nagyon nehéz a korelláció is, ha egy-egy kihalt fajt más és más csonttípusból kell azonosítani. De véleményem szerint, le kell írni a leleteket, mivel az utódainknak a kutatásban ez fog kiindulópontot jelenteni. S ha hibás a határozásunk, ők majd új anyagok és adatok birtokában helyesbíteni fogják. A semmit nem lehet, ugyebár? Sajnos, azzal is számolni kell, hogy feltárt lelőhelyek ki nem emelt ősmaradványai különböző okoknál fogva tönkremehetnek (bányászat, földrengés, építkezések stb.), de azzal is, hogy a meg nem határozott, le nem írt maradványok, akár a raktározási helyükön is megsemmisülhetnek (lásd a Magyar Nemzeti Múzeum épületében elhelyezett őslénytári anyag egy részének a sorsát az 1956-os forradalom alatt kitört tűzvész következtében), s így örökre elvesznek a tudomány és az emberiség számára.

Az evolúcióval foglalkozók körében nemcsak a taxonok meghatározása, kialakulása, de az élettartamuk is téma. Mivel a változás folyamatos és meg nem szakított, az élettartam, illetve ennek a fajra való kivetítése, a fajöltő fogalma is mesterséges kapaszkodó a kutatásban. A madarak esetében Pierce Brod-korb amerikai paleornitológus foglalkozott behatóbban a valaha élt madárfajok feltehető számával és a fajöltő hosszával. Ő ezt öt-százezer évtől (a negyedidőszakiaknál) négy-millió évig (a harmadidőszakiaknál) terjedő időszámban határozta meg, míg a mezozoikum esetében sok-sok millió év lehet (Brod-

korban, 1960). Tekintve, hogy a legtöbb mai madárfaj kb. egy-két éves korban lesz ivarérett és képes szaporodásra, ez kb. 300–500 ezertől két-hárommillió generációig való terjedést jelent! A nagyobb termetű fajoknál persze ez a szám csökkenhet, mivel később érik el az ivarérettséget, de náluk is több százezer vagy millió generációt jelenthet.

A ma rendelkezésre álló gazdag szakirodalom alapján kimutatható, hogy a mai madártípusok legrégebbi elődei mikor jelentek meg. Így a vízimadarak kategóriájába tartozóak jó része már a Krétában és a kora harmadkorban jelen van az üledékekben, a futómadár-típusok, a tyúkfélék, a ragadozók a harmadidőszak elejétől, daru-guvatalkatúak, liléfélék, galambfélék, sarlósfecskék, szalakótafélék, papagájok s más rendek, családok képviselői a harmadidőszak közepétől, az énekesek pedig főleg az újharmadkortól (neogén) ismertek ősmaradványokból.

Nem szabad azonban megfélemedezni arról, hogy megint csak egy-egy „mértékadó” azonosítottunk, hiszen a „kész” vízi- vagy futómadár, tyúkfélé vagy ragadozó nem egyből lett olyan amilyen, hanem hosszú út vezetett el odáig, ahol már az elődöktől lényegesen eltérő jellegekkel rendelkezett. Ergo, minden fentebb említett megjelenési időhöz hozzá kell számítani a környezeti viszonyok által favorizált mutáns jellegek megerősödésének hosszú időtartamát is. Feltehető a kérdés, hogy rendszerint miért már csak a „kész”, elődeitől jól megkülönböztethető utód maradványait találjuk meg? Valószínűleg egyrészt azért, mivel az apróbb-nagyobb eltérő jellegek következtében ezeket eleve más taxonként szokták leírni. Másrészt pedig, mert a változás lehetőségét meghatározó mutáció bár rendszerint a populáció több egyedében is megjelenhet, és persze öröklődhet,

dominánssá válása és elterjedése hosszú időt vehet igénybe. Az illető populáció rendszerint csak egy szűkebb területen tud fennmaradni ezen idő jó része alatt. Így értelemszerűen, ősmaradványként való előfordulásának valószínűsége is igencsak minimális lehet.

Kirívó példa az énekesmadarak csoportja. Az ebbe a rendbe (*Passeriformes*) tartozó madarak nemcsak nagy faj és egyedszámukkal (a jelenlegi madárvilág kb. 9000 fajának több mint fele tartozik közéjük) tűnnek ki, hanem jellegeik speciálizáltsága révén is. Valamennyi énekesmadár fiókája csupaszon bújik ki a tojásból, és fészekben marad (nidicol), azt csak a repülőkészség megszerzése után hagyja el végleg. A legváltozatosabb környezeti és táplálkozási viszonyokhoz alkalmazkodott fajaik léteznek, és terjedtek el az egész Földön a két sarkvidéken kívül. Bár főleg csak az újharmadkor elejétől ismertek, de legelső képviselőik is már a mai taxonokhoz rendkívül hasonló csonttani jellegekkel rendelkeznek. Ennek következtében, az igen gazdag leletanyag ellenére is csak kevés azonosított és leírt kihalt fajuk ismert. Azok is főként a nagyobb termetű varjúfélék családjához tartoznak. Mivel nehezen elképzelhető, hogy a kb. 20–25 millió év során, amióta ismertek, nem mentek át több fajlőtn, a miocénban vagy pliocénban éltek fosszilis fajoknak tekinthetjük, csak éppen a kihalt nemzetség- vagy fajdiagnózis megfogalmazásánál állunk szemben jórészt megkerülhetetlen akadályokkal. Joggal feltételezhető, hogy már az óharmadidőszakban léteztek, csak éppen a kis egyedszámú populációk maradványai vagy nem maradtak fenn, vagy még nem találták meg őket.

Az őslénytan s így a madárőslénytan egyik mindenkor problémája, hogy milyen rokonsági illetve leszármazási kapcsolat van a már kihalt fajok és rokon kortársaik, illetve az

utóbbiak utódai között. Ez a kérdés felvetődik már a mezozoikumi madarak esetében is, és nem könnyű mindig megválaszolni. Amikor aránylag könnyű, akkor azokról az ultraspecializálódott típusokról van szó, amelyek rövidebb-hosszabb földtörténeti virágzás után többé-kevésbé hirtelen eltűnnek az evolúció színpadáról. Ilyennek tekinthetők a már említett evezőlábú és elcsőkevényesedett szárnyú krétakori *Hesperornis*-félék. A harmadidőszaki üledékekben már nyomukat sem találjuk, és egyetlen olyan maradványt sem ismerünk, amely leszármazottaiktól eredhet. Hasonló a helyzet a óharmad-időszaki (Paleogén) amerikai és óvilági nagytermetű, csőkevényes szárnyú, főleg ragadozó életmó-

dot folytató madarakkal is (*Dyathria*, *Phorusrhacos*, *Gastornis*), de ide sorolhatjuk Argentína miocénjéből az óriási keselyűt (*Argentavis magnificans*), valamint Afrika és Madagaszkár kihalt óriás futómadarait (*Aepyornis* és társai). Ezekben az esetekben nyilvánvaló az utód nélküli kihalás. A legtöbb esetben viszont az igencsak foghíjas ősmaradvány-sorozatokat következtében igen nehéz megkülönböztetni a valóban utód nélkül kihalt típusok képviselőit, a túlélő, de már megváltozott jellegeket mutató utódokkal rendelkezőktől.

Kulcsszavak: *evolúció, fajképződés, fajlőté, kihalás, madárőslénytan, mezozoikum, Sauriuriae, Archaeornithes, Enantiornithes, Ornithurae*

IRODALOM

- Benton, Michael J. et al. (1997): Dinosaur and Other Tetrapods in an Early Cretaceous Bauxite-filled Fissure, Northwestern Romania. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 130, 275–292.
- Benton, Michael J. – Clark, James M. (1988): Archosaur Phylogeny and Relationships of the Crocodylia. In: Benton, Michael J. (ed.) *Phylogeny and Classification of Amniotes*. Systematics Association Special Volume 35A. Clarendon Press, Oxford, 295–338.
- Brodtkorb, Pierce (1960): How Many Species of Birds Have Existed? *Bulletin of the Florida State Museum. Biological Sciences*. University Of Florida, Gainesville, 5, 3, 41–53.
- Chatterjee, Sankar (1994): *Protoavis* from the Triassic of Texas: The Oldest Bird. *Journal für Ornithologie*. 135, 1–330.
- Elzanowski, Andrzej (2008): The Avian Femur Morphology and Terminology of the Lateral Condyle. *Oryctos*. 7, 1–5.
- Feduccia, Alan (1999): *The Origin and Evolution of Birds* (Second Edition). Yale University Press, New Haven–London, 466.
- Gauthier, Jacques A. (1984): *A Cladistic Analysis of the Higher Systematic Categories of the Diapsida*. Ph.D. Dissertation. University Of California, Berkeley
- Hinchliffe, Richard (2008): Bird Wing Digits & Their Homologies: Reassessment of Developmental Evidence. *Oryctos*. 7, 7–12.

- Kessler, Eugen - Jurcsák, Tiberiu (1984): Fossil Bird Remains in the Bauxite from Cornet (Romania, Bihor County). *Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle „Grigore Antipa”*. 24, 393–401.
- Kessler, Eugen – Jurcsák, Tiberiu (1986): New Contributions to the Knowledge of the Lower Cretaceous Bird Remains from Cornet (Romania). *Travaux Du Muséum d'Histoire Naturelle „Grigore Antipa”*. 27, 289–295.
- Kessler, Eugen – Grigorescu, D. – Csiki, Z. (2005): Eloptryx Revisited – A New Bird-Like Specimen from the Maastrichtian of the Hateg Basin (Romania). *Acta Paleontologica Romaniae*. 5, 249–258.
- Kurochkin, Evgeny N. (2006): Parallel Evolution of the Ropod Dinosaurs and Birds. *Entomological Review*. 86, Suppl. 1, 45–58.
- Ósi Attila (2008): Enantiornithine Bird Remains from the Late Cretaceous of Hungary. *Oryctos*. 7, 55–60.
- Parrington, Francis R. (1956): A Problematic Reptile from the Upper Permian. *Annals and Magazine of Natural History*. 12, 333–336.
- Tatarinov, L. P. (1960): Otkrytie Psevdozuchii V Verkhnie Permi SSSR. *Paleontologicheskii Zhurnal*. 1960, 74–80.
- Turner, Alan H. et al. (2007a): A Basal Dromaeosaurid and Size Evolution Preceding Avian Flight. *Science*. 7 September 2007. 317, 1378–1381.
- Turner, Alan H. et al. (2007b): Feather Quill Knobs in the Dinosaur *Velociraptor*. *Science*. 21 September 2007. 317, 1721.

Tudós fórum

CSAK A SZELLEMI ERŐTARTALÉKAINK MOZGÓSÍTÁSA JELENTHET KITÖRÉSI PONTOT A VÁLSÁGBÓL

Interjú az MTA egy éve megválasztott elnökével

Magyar Tudomány: Hosszas vajúadás után végre megszületett az új Akadémiai Törvény. Olyan lett, mint amilyent kívánt? Mit tart benne a legfontosabb eredménynek?

Pálkás József: Pontosítsuk, módosult a törvény. Az Akadémia közjogi státusa nem változott, önálló fejezet a központi költségvetésben, országos közfeladatokat lát el, kutatóintézeteket tart fenn. Doktori címet ad, tagjait maga választja, a tagok és a doktorok tiszteletdíjat kapnak. Továbbra is a Magyar Tudományos Akadémiáról szóló 1994. évi XL. törvénynek hívják, ám születése óta meglehetősen sok változás történt, amely változások ezen intézménytől is megkövetelik, hogy működési mechanizmusát illetően lépést tartson a felgyorsult világgal. A törvényben új elem, hogy pontosan felsoroljuk az Akadémia közfeladatait, ezzel számon kérhetővé tesszük, hogy mit ad a közösségnek az adófizetők forintjaiért. Régi igény volt a kutatóhálózatban az alapfinanszírozás megeremtése. Ez is szerepel a módosított törvényben. Az Akadémia visszakapta vagyona jelentős részét, ez a magyar nemzet vagyonának azon

része, amely a tudományt szolgálja. Ezt a vagyont okosan kell használni és gyarapítani, ami aktív, felelős vagyongazdálkodást igényel. Mindezek a változások szükségessé tették az intézményi döntéshozatal átalakítását, hogy hatékonyabban, gyorsabban tudjunk döntést hozni, és a döntések jobban tükrözzék a személyes felelősséget is. Ezt szolgálja az Elnökség döntéshozó testületévé tétele, az elnök egyszemélyi felelősségének világos kimondása, az Akadémiai Kutatóhelyek Tanácsa létszámának csökkentése.

Ám hogy első kérdését se kerüljem meg, a törvény olyan lett, amilyenek akadémikus-társaim és a szavazásra jogosult közgyűlési képviselők több mint kilencvenöt százaléka elfogadta. A megválasztásom utáni nyarat arra használtam, hogy minden osztályon megvitattuk a tervezetet és szavaztunk róla, mielőtt arra kértem Molnár Károlyt, a kutatásért és fejlesztésért felelős tárca nélküli minisztert, hogy nyújtsa be a módosító javaslatot. A Parlamentben minden párt frakcióvezetőjével egyeztettem, minden bizottsági ülésen és szavazáson ott voltam, minden egyes módosító indítványt személyesen is

áttekintettem, az egész ügymenetet végigkövettem. Március 30-án a Parlament 363 szavazattal egyhangúlag fogadta el a törvényt. Ezúton is köszönöm mindazoknak, akik ebben a munkában segítettek.

Egy év telt el a megválasztása óta.

A világgazdaság válságát leszámítva olyan volt ez az év, mint amilyenre számított?

A világgazdaság válságát sajnos nem lehet leszámítani. Már a költségvetés nyári tervezésénél is azt láttam, hogy kicsi a mozgásterünk. Azután havonta írtuk át a költségvetést. Ugyanakkor rendkívüli mértékben nyomaszt, hogy az akadémiai intézethálózat sürgős megújításra szorul, hiszen intézeteink nagyon rossz körülmények között dolgoznak. Műszereinket a világgpiacról vesszük, minden nemzetközi tagdíjunk euróban fizetendő. Számolnunk kell azzal is, hogy minden kiemelkedő tehetségű munkatársunkat jól fizető állás várja külföldön...

Ám, ha kérdését úgy is érthetem, hogy az Akadémián belül mire számítottam, akkor könnyebb válaszolnom. Nagyjából arra, ami fogadott. Nagyszerű intellektuális teljesítmények, sok megőrzendő hagyomány, ugyanakkor az akadémiai adminisztráció egy része alacsony hatékonyságú, nem kellően szervezett, olykor elkényelmesedett. Az elmúlt évben már hozzákezdünk ennek megváltoztatásához. Főtitkár úr és Főtitkárhelyettes asszony eddig is partnerek voltak ebben. A törvény elfogadása után több energiánk lesz, hogy a működést még hatékonyabbá tegyük, és kidolgozzuk a kutatóhálózat infrastruktúrájának megújításának eszköztárát, továbbá igényes kutatási témákkal és kiemelkedő kutatókkal erősítsük legkiválóbb intézeteinket, még akkor is, ha a világban zajló folyamatok nem a legkedvezőbbek...

Ősszel nyolcvan éve nem látott recesszió indult el a világon. Látni már, hogy milyen hatással lesz a magyar tudományosságra és az MTA-ra?

Senki sem látja a válság végét, mert ez teljesen új, nagyon komplex válság. Nevezhetnénk egyenesen bonyolultsági válságnak. A világ olyan mértékben vált összetetté, hogy még a képzett emberek sem tudnak mindig eligazodni. Az úgynevezett fejlett világban az embereknek fogalmuk sincs, hogy mit vásárolnak. Lassan arról sem, hogy mi az, amit megvesznek. Még kevésbé ismerik a pénz világát, s ahogy az idióta reklámok alapján megveszik a „nanoszerkezetű” fiatalító molekulát tartalmazó bőrfeszítő krémet, ugyanazzal a bátor hittel vásárolnak „másodlagos pénzügyi termékeket”. S csodálkoznak, ha mindent elvesztik.

Sokszor elmondtam és megírtam, hogy a válság gyökere erkölcsi és intellektuális természetű. Az emberiség elvesztette erkölcsi fogódzóit, és a többség intellektuálisan képtelen követni, hogy mi történik a világban. Sokan keresnek metafizikai pótlékokat, az emberek ebben az értékvákuumban könnyebben lesznek fogékonyak világmegváltó demagógiákra vagy akár a populizmusra. A veszély még nagyobb lesz, ha azok között, akik értik valamennyire a most zajló folyamatokat, erkölcstelen, cinikus emberek vannak, akik hatalomhoz jutnak... Azt látom a válság legmélyén, hogy az emberek – éppen az erkölcs és az intellektuális eligazodás hiánya miatt – egyre kevésbé szeretnek szembenézni a tényekkel. A tudománnyal foglalkozóknak ugyanakkor nap mint nap ezt kell tenniük: feltárni, rendszerezni a tényeket.

Ez a hiteles tudósi attitűd talán igazodási pont lehet a válság erkölcsi-intellektuális természetét illetően.

Az Akadémia sorsa és munkája összetartozik a nemzet sorsával és munkájával. Az országban tapasztalható recesszió minket is ugyanolyan mértékben sújt, mint másokat. Amit tehetünk, az szellemi tartalékaink mozgósítása, hogy vigyázunk az ország legkiválóbb elméire, hiszen ha ők itthagynak bennünket, akkor még nagyobb válságba kerülünk. Igyekszünk gondosan és takarékosan gazdálkodni, s még keményebben dolgozni és hitelesnek maradni. Csak szellemi erőntalékaink mozgósítása jelenthet kitérési pontot a válságból, meggyőződésem – még akkor is, ha elitistának tartanak –, hogy csak a szellemi elit emelheti fel az országot, persze, ha hagyják dolgozni, és ha tisztességes.

Néhány pontot szeretnék felidézni egy évvel ezelőtti programjából, s megkérdezni, meddig sikerült ezekben eljutni.

„... arra törekszem, hogy a döntéshozó testületekben az Akadémia ... érdemben, folyamatatosan, az államigazgatási rendszerhez igazodva, világos szabályok alapján vegyen részt. A köztestületi munka új, szervezettebb formájának kiépítését a 2011-ig tartó ciklus fontos feladatának tekintem.” • „Az Akadémia közfeladatai közé sorolom az OTKA – az egyéb akadémiai forrásoktól független – fejezeti adminisztrációját és támogatási összegének jelentős – három év alatt legalább kétszeresére történő – növelésének elérését.” • „A kutatóhálózat számára forrást tervezek teremteni a műszerezettség fejlesztésére, a felújításokra és a kutatási témaváltások elősegítésére. Céлом továbbá az egyetemi kutatócsoportok hálózat megerősítése.” • „A döntéshozatal felgyorsítására olyan testületeket kell létrehozni, amelyek alkalmasak a közgyűlések közötti döntések meghozatalára.”

Azt ígértem, hogy az akadémiai reformot egy éven belül lezárjuk. Az évek óta zajló reform végére épp itt volt az ideje pontot tenni. Örülök, hogy munkatársaimmal egy éven belül nem csupán a törvénymódosítást készítettük elő, és vittük közgyűlési támogatással a kormány, majd a Parlament elé, hanem ezzel párhuzamosan elkészült az Alapszabály, amelyet már két menetben megtárgyaltak az osztályok és szavaztak is róla. Ha közgyűlési társaim következetesek – és nincs okom feltételezni, hogy nem így lenne –, akkor a közgyűlésen elfogadják az Alapszabályt, hiszen az osztályokon jóval kilencven százalék feletti támogatást kapott a tervezet. A törvénymódosítással világos kereteket teremtettünk a belső döntéshozatali mechanizmus számára, és egyértelműbbé tettük a felelősségi szinteket az államigazgatási egyeztetéseket illetően. Csak ezen egyértelmű és átlátható felelősségi rendszerben lehetünk partnerei az államigazgatásnak, csak ilyen eszköztárral lehetünk ott a döntéshozatali szervezetekben. Az akadémiai adminisztráció lassúbb ütemhez szokott munkatársainak is igazodniuk kell a megváltozott körülményekhez és a nagyobb elvárásokhoz.

A köztestületi munkát a nyolc köztestületi stratégiai program meghirdetésével, a munkabizottságok megszervezésével elindítottam. Világossá tettem, hogy a köztestületi munka nem korlátozódhat csupán az Akadémia belső ügyeinek megvitatására, a tagválasztásra és a doktori eljárásokra. A közpénzen működő köztestületnek láthatóbbá kell tennie tevékenységét: az egész nemzet számára fontos programok – mint amilyenek Magyarország hosszú távú energiastratégiája, a vízgazdálkodás, a környezeti jövőkép, a környezet- és klímabiztonság, az élelmiszerbiztonság, a nyugdíjfinanszírozás és a demog-

ráfiai folyamatok, az oktatásügy, a társadalmi közérzet –, az állam és a közélet intézményes kereteinek stabilitása és életképessége és az informatikai stratégia. Ezek keretében a szerteágazó kutatási eredmények nyomán koncentrálnunk kell a rendelkezésre álló szellemi kapacitásokat, fórumot teremtve a különféle meggyőződések és szakterületek képviselői között zajló méltányos, előítéletektől mentes szakmai párbeszédhez, ajánlásokat kell megfogalmaznunk a mindenkori döntéshozók számára, stratégiai kitérési pontokat kell felvázolnunk a fejlesztési irányok kijelöléséhez.

Az OTKA költségvetésének növelését illetően nem számolhatok be ilyen lendületes előrelépéssel. Az Innovációs Alapból kétfélmilliárd forint az OTKA-hoz került ugyan, ám ennél lényegesen többet kellene átcsoportosítani. Úgy látom, a döntéshozók nehezen fogadják el, hogy a legfontosabb alapkutatókat szolgáló forrásról van szó, és sem az egyetemek, sem az akadémiai intézetek nem tudnak kutatni, ha nincs elegendő átlátható, világos, korrekt pályázati rendszerben elnyerhető pénz alap kutatásokra.

A pályázati rendszerek mára egyébként is túlságosan bonyolultakká váltak. Ma pályázatok sokaságán sok tízmilliárdot pazarolnak el, mert mindenki tudja, hogy a pályázati ügyesség és lobbitevékenységén is múlik a pályázatok sikere. A pályázati rendszerek vámszedői sokszor a pályázati és kijáró embereik, akik az egyre kevesebb kutató élősödve nagy pénzekhez juthatnak. Összehasonlította már valaki, mennyit keres egy „pályázati” és mennyit egy kutató?

A műszerezettség javítására tavaly ősszel elkülönítettem 350 millió forintot, amelyre másfél milliárdnyi igény érkezett be. Ez jól mutatja a kutatási infrastruktúra állapotát. Az őszi költségvetési tárgyalások során körvona-

lazódott egy finanszírozási modell, amelyik egyik eszköze lehet az akadémiai intézetek felújítási programjának. Az induláshoz egyetlen intézet felépítéséhez szükséges pénzforrásra van szükség, ám ehhez kell a költségvetés segítsége. Azt remélem, hogy a recesszió ellenére sikerül ezt a modellt elindítani és – párhuzamosan egy aktív vagyongazdálkodási politikával – egy világos fejlesztési terv mentén haladva lépésről lépésre megújíthatjuk az akadémiai intézethálózatot.

A kutatócsoportok megerősítésére azután kerülhet sor, miután teljesítményüket értékeljük.

A témaváltások felgyorsítására *Lendület* néven elindítottam egy egyedülálló programot. Az idei költségvetésben erre 240 millió forintot sikerült elkülöníteni, ebből azokban az intézetekben hozunk létre új kutatócsoportot, amelyek magukhoz tudnak vonzani egészen kiemelkedő, fiatal, még kutatói pályájuk első harmadában lévő kutatócsoport-vezetőket. Fizetésüket a jelenlegi egyetemi tanári fizetés kétszeresében szeretném megállapítani. A várhatóan négy helyre közel harmincan pályáztak, közöttük – ezen felhívást megragadva – Ausztráliából, Kanadából, Angliából és Németországból hazatérni akaró kiváló kutatók. Nem lesz könnyű dönteni, de aki nyer, annak az intézete évi hatvanmillió többlettámogatásban részesül. Úgy érzem, ezzel sokak fantáziáját sikerült megmozdítanom.

Az elmúlt egy évben létrehoztam az Akadémián a Fiala Kutatók Testületét, épp most olvasgatom az általuk összeállított javaslatokat, valamint a tudományszervezési kérdőívekre adott válaszait, amelyekről kisebb csoportokban a közgyűlést követően szeretnék velük beszélgetni. Meggyőződésem, hogy látásmódjukra, véleményükre nagy szüksége van a mi intézményünknek is; ezt erősítette

bennem az a beszélgetés is, amelyet az Európai Unió által pályakezdő kutatók számára kiírt támogatást elnyert magyar kutatókkal folytattam. Büszke vagyok arra, hogy ilyen kiváló intellektuális erőterekkel rendelkezünk, szeretném, ha az Akadémia odafigyelne rájuk. Egész Európa verseng ezekért a grantnyertes fiatalokért.

Bár az MTA bizalmi indexe kiváló, az emberek nemigen tudják, mire megy el az adófizetők pénze. Akar-e – és persze tud-e – az Akadémia hathatósan tenni azért, hogy Magyarországon ne romoljon a tudományok és a tudósok presztízse?

Az Akadémia bizalmi indexe kétségtelenül nagy. Ebben számos tényező szerepet játszik. A tudománnyal foglalkozók tényekkel, kísérletekkel dolgoznak, nap mint nap szembeállnak azzal, ha valami nem a hipotézisek szerint alakul. Ez kialakít egy sajátos attitűdöt. A tudománnyal foglalkozók kevésbé hisznek illúziókban. Tudjuk, hogy semmiből nem lesz valami, és még sorolhatnám. Az Akadémia működtet egy szigorú kiválasztási rendszert, amit doktori eljárásnak hívnak. Itt igen kemény a megmérettetés. Nem vagy csak igen ritkán lehet a címhez érdemtelenül hozzájutni. Az Akadémiai közösség igyekszik megfelelni a nemzet iránti felelősségének is. Ha szükség van a munkánkra, megszólalunk az emberek számára fontos kérdésekben, és megszólalásaink során törekszünk szakszerűnek és elfogulatlanak maradni – amennyire ez emberileg lehetséges. A közgondolkodás számára világos, hogy a tudományos eredményekhez teljesítmények kellenek, és még talán elég sokan tisztelik a teljesítményt, a hitelességet és a kemény munkát.

Hogy mit tehetünk azért, hogy ne romoljon a magyar tudomány és a tudósok presztízse?

Következésképpen folytatjuk a munkát nem engedve a színvonalból, a szakszerűségéből. Mivel a közvélemény nem tudja eldönteni egy tudományos eredményről, hogy az tényleg fontos és új eredmény-e vagy sem, a tudósok olyan hitelesek, amilyen az őket „hitelesítő” intézmény. Ez Magyarországon a Magyar Tudományos Akadémia, ezért ennek hitele és tekintélye óriási nemzeti érték. Abból is látszik, hogy erős bizalmi válság van közéletünkben, és a közszereplők közül sokan egyfajta legitimációs kényszerben vannak, hogy ebben a helyzetben gyakran fordulnak segítségért az Akadémiához, úgy is, hogy szimbolikus helyszínt keresnek rendezvényeikhez és úgy is, hogy szakmai-szakértői háttérrel keresnek a tudomány képviselőinél.

A társadalom ma a presztízshöz azt is figyelembe veszi, hogy ki milyen körülmények között él, hogyan öltözik, milyen házában lakik, milyen autóval jár. Azaz az anyagi megbecsülés része a presztízsnak. Ezt persze nem úgy kell érteni, hogy ha ma egy gyenge kutatót beleültetünk egy drága autóba, akkor mindjárt megnő a presztízse, de bizony az nagyon fontos, hogy a fiatalok mennyire tekintik vonzó mintának a tudósi életpályát, igenis lényeges kérdés, hogy ebből mint foglalkozásból meg lehessen élni, erre a jövedelemre családot lehessen alapítani. Az Akadémia nem érdekvédelmi szervezet, de minden eszközzel törekednie kell arra, hogy kiemelkedő kutatói megfelelő anyagi és társadalmi elismerésben részesüljenek.

Az általános- és középiskolában egyre kevesebb óraszámokban tanítják a természettudományos tárgyakat. Májig nem ért véget az a szakmai vita, amely arról szól, hogy a kémiát, fizikát, biológiát önálló tantárgyként kell-e tanítani, vagy egyetlen „természettudomány” tárgyba

lenne jobb olvasztani. Van-e véleménye minderről az Akadémiának?

Nehéz helyzetbe hoz. Az Akadémiának akkor van „véleménye”, ha egy kérdést a szakemberek megvitatnak, javaslatot tettek, a javaslatot az Akadémia tudományos osztályai, elnöksége vagy közgyűlése elfogadta. Az ilyen eset ritka. Ezért legegyszerűbb lenne, ha a saját véleményemet mondanám, de nem ezt teszem. Újjáalakítottuk a Közoktatási Elnöki Bizottságot, az oktatás legjobb szakembereiből. Az ő egyhangú véleményük az, hogy teljesen értelmetlen, szakszerűtlen és káros a természetismeret egyetlen természettudományi tárgyként való oktatása. Felületessé tesz. Más országokban éppen most térnek vissza a tantárgyi struktúrára, mert a „természettudományt” tanuló gyerekek nem tanulnak meg logikusan gondolkodni, és vérszesen csökken a tárgyi tudásuk.

A természet megismerésének van egy évezredek alatt kialakult fogalomrendszere. Ez a fogalomrendszer nagyon következetes gondolkodás révén alakult ki. Az egyes tantárgyak különböző nézőpontból és fogalomrendszeren keresztül mutatják be a természetet. De ahogyan nem lehet egyszerre vitorlázó repülővel repülni és búvárkodni, ugyanúgy nem lehet a növények általános tulajdonságait és az elektromosságban törvényszerűségeit „egyszerre” tanulni. Ha pedig ezeket külön-külön tanuljuk, máris a tantárgyaknál vagyunk. A különböző tantárgyak különböző dolgokra

tanítanak. A matematika a pontos mennyiségi összefüggések megértésére, a fizika a modellalkotásra, a lényeges és lényegtelen megkülönböztetésére és így tovább. Ahogyan életünk során több embertől tanulunk, mert másfélék, és másképpen adják át a tudást és a gondolkodás képességét, ugyanígy van ez a tantárgyakkal is. A közoktatási bizottság álláspontja egyértelmű, tanítsunk tantárgyi keretekben, ám a célunk ugyanaz legyen: tanítsuk meg diákjainkat önállóan gondolkodni, és megérteni a minket körülvevő világot.

Jelentős ingatlanai miatt egyesek időről időre gazdagnak minősítik az Akadémiát, s felvetik az állami támogatás csökkentését. A mostani szűkös időkben kell-e félni ettől?

Az Akadémia vagyona főként az intézmények épületállományában és műszereiben van. Ez még nem teszi lehetővé a működést. A működtetés tekintetében az állami költségvetésre vagyunk utalva. Sajnos működő vagyona, befektetése nincs az Akadémiának. Lehetne ilyen is. Más országokban működnek így intézmények, például a nagy amerikai egyetemek. Az Akadémia vagyona elég a kutatóintézetek működéséhez, és ha van passzív nem használt vagyon, akkor azt át fogjuk alakítani aktív, hasznot hozó vagyonná, és a hozamot a magyar tudomány érdekében fogjuk felhasználni. Ám ez az Akadémia teljes működését nem fogja biztosítani, ha csak néhány milliárdos az Akadémiára nem hagyja a vagyonát.

A HIRSCH-INDEX MÁSODIK DERIVÁLTJA, avagy új távlatok a tudományos minősítés előtt

Kertész János

az MTA rendes tagja

A *Homo sapiens* intelligenciájának darwini fejlődését, de legalábbis a szövegszerkesztő programok széleskörű elterjedését talán semmi sem igazolja jobban, mint a tudományos közlemények számának töretlen és gyorsuló növekedése. Ezt a fokozódó termékenységet komoly erőfeszítések árán lehet fenntartani, úgyhogy idő hiányában lassan le kell mondani arról az elavuló követelményről, hogy a tudósok ne csak saját műveiket olvassák, hanem más szerzők cikkeiket is. Mindez különösebb nehézséget nem jelentene, ha időnként nem kellene minősíteni egymás munkáját. Itt jön segítségül a szcientometria modern eszköztára.

A jelöltek munkásságára vonatkozó klaszikus mutatók, mint a közlemények száma és a független idézettség mértéke csak tájékoztató jellegűek, és nem teszik a tartalmi értékelést teljesen feleslegessé. A bírálatok jelentős része már korábban is a mutatók elmélyült elemzésére szorított és nem a tudományos teljesítményére, a bírálók mégis kénytelenek voltak valamelyest magukkal a művekkel is foglalkozni. Ezen a kényelmetlenségen nem segített a kumulatív impakt faktor bevonása a vizsgálatokba, noha további fontos, szám-szerű, objektív támpontot adott.

Az áttörést a H- vagy Hirsch-index megjelenése hozta. Mint ismeretes, ennek számítása egyszerű: a vizsgált tudós cikkeit az idézetek csökkenő sorrendje szerint rangsoroljuk, és a H-index az a legnagyobb rangsor szerinti szám, amely kisebb az adott cikkre érkezett idézetek számánál. A Hirsch-index lázba hozta a tudósokat, mert felsejlett a boldog jövő, amikor a minősítés szubjektív emberi beavatkozás nélkül kivitelezhető lesz. A Hirsch-index valóban el is terjedt, és ma már a *Web of Science* mint alapvető jellemzőt közli az idézettség elemzésénél.

A tudomány emberei nem azért pallérozták elméiket, hogy a szépen bontakozó fejlődés láttán megtorpanjanak. Néhányan legkiválóbb kollégáink közül értékes tudományos alkotómunkától rabolva el idejüket, mélyrehatóan kezdtek foglalkozni az idézetek statisztikájával. Célszerűnek bizonyult a kumulatív faktorok időbeli változásait is nyomon követni. A megfelelő különbségi hányadosok képzésével a Hirsch-indexnek akár a második deriváltja is értelmezhetővé válik, mérve a jelölt Hirsch-index növekedési ütemének változási sebességét, mint fontos dinamikai jellemzőt. A magasabb deriváltak is érdekesek lennének, de kellő pontosságú meghatározá-

sukhoz a közlemények kibocsátásának frekvenciája egyelőre még nem megfelelő.

Az idődimenzió bevonása az objektív jellemzők elemzésébe közelebb visz az automatizált minősítés nemes céljának eléréséhez, de figyelmet kell szentelni a nemlokális sajátosságoknak is. Egy megoldandó problémát jelez a következő példa. Tegyük fel, hogy két tudós ugyanazon a területen dolgozik, nincsen közös munkájuk, mindketten évente kb. tíz-tíz cikket írnak, amelyek mindegyikében egymás teljes munkásságára hivatkoznak. Csupán így tíz év alatt mindketten mintegy 2500 független hivatkozást gyűjtenek össze, és Hirsch-indexük 50 körül lesz. (Ilyen mutatók mellett joggal számíthatnának akadémiai tagságra.) Ugyanakkor két tudósunk tényleges tudományos hatása meglehetősen korlátozott maradhat.

A kutató tudományos beágyazottságát jelzi, hogy hány különböző tudósra hat. A helyzetet bonyolítja, hogy manapság a tudományos közlemények túlnyomó többségét munkacsoportok készítik, amelyek létszáma kettőtől az ezres nagyságrendig terjed. A probléma kezeléséhez célszerű az átfedő idézet fogalmát definiálni: két idézet átfedő, ha az idéző cikkek szerzői között van közös. Az egy szerző munkáihoz rendelhető nem átfedő idézetek maximális számát nevezzük beágyazottsági, B- vagy Birsch-indexnek. A Birsch-index (illetve annak időbeli változása) fontos jellemzője a kutató munkásságának. A Birsch-index a rendelkezésre álló adatbázisokból kiszámítható, és bizonyára lesznek áldozatkész kollégák, akik fáradságot nem kímélve elkészítik a megfelelő statisztikákat. A jövő természetesen a számítógépes, algoritmikus kiértékelésé. A Birsch-index bevezetése újabb

lépés abba az irányba, hogy a tudományos minősítés a szubjektív emberi tényező teljes kizárásával legyen végrehajtható.

Túl az említett nemes célon, további előnyök várhatók a szcientometriai mutatók széleskörű használatától. A tudomány közvetítése a nagyközönség számára időigényes és hálátlan feladat, pedig a társadalmi támogatás megszerzése elengedhetetlen. A megoldás egyszerű: nem a tudomány eredményeit, hanem a tudósok közötti nemes versenyt kell népszerűsíteni. Ha erre helyezük a hangsúlyt, azonnal megnyerhető a legszélesebb érdeklődés. A bulvárlapok a sportrovat-mellékleteként közlik a legjobb tudósok indexeinek táblázatait. Sztárok jelennek meg, akiknek teljesítményét az egész ország aggódó figyelem kíséri. Elemzéseket közölnek, hogy „X most erős Birschben, de bele kell húznia Birschben”. A tudomány társadalmi támogatottsága ugrásszerűen növekszik, amit a kormányzat sem hagyhat figyelmen kívül. Az emelkedő tudományos költségvetés soha nem látott eredményességhez vezet – és ez a boldog jövő biztos záloga.

Az itt vázolt kibontakozásig még hosszú út áll előttünk. Fáradhatatlanul kell kutatnunk az újabb és újabb szcientometriai mutatók után, de bízom a tudóstársadalom kreativitásában. Rövidesen várható a Hirsch- és a Birsch-index után az Arsch-index megjelenése is.

2009. április 1.

Mint hogy lapunk áprilisi száma annak rendje és módja szerint március 20-án került nyomdába, Kertész tanár úr dolgozata csak késve szerezhet vidám perceket Olvasóinknak.

a Szerkesztőség

Vélemény, vita

MEGJEGYZÉSEK A VÁLSÁG GYÖKEREIRŐL ÉS A KIUTAKRÓL – A LEEGYSZERŰSÍTŐ NÉZETEK ÉS POLITIKÁK ELLENÉBEN

Szentés Tamás

az MTA rendes tagja, professor emeritus,
Budapesti Corvinus Egyetem
tamas.szentés@uni-corvinus.hu

Bármely társadalmi jelenség, cselekmény, folyamat, illetve összefüggés valóban tudományos vizsgálata, megértése és okfejtése nélkülözhetetlenné teszi

- a történeti megközelítést,
- a holisztikus szemléletet és
- a kritikai hozzáállást (mind a szóban forgó valóságot, mind pedig az arra vonatkozó nézeteket illetően).

A jelenlegi válsággal és az abból kivezető utakkal foglalkozó vitákon elhangzó megnyilatkozások, illetve a vonatkozó cikkekben, interjúkban és tanulmányokban olvasható vélemények egy része a történeti, a kritikai és a holisztikus szemlélet több-kevesebb hiányát mutatja. Jobbára feledésbe merül ugyanis a korábbi válságokra és azok okaira vonatkozó koncepciók története, illetve az abból levonható tanulság. Továbbá, nem kap hangsúlyt (sőt, többnyire említést sem) a világgazdaság fennálló rendszerének és egyenlőtlen viszonyai-

nak kritikája, és még a válság globális kiterjedtségének megállapítása ellenére sem kerül sor a globális válság gyökereinek feltárására, sem pedig e válság több szintjének, illetve több szinten való megnyilvánulásának kimutatására. Nevezetesen: a „felszínen” kártyavárként viselkedő „papírgazdaság”¹ válságának, „mé-

¹ A közgazdasági szakirodalom többnyire így nevezi a gazdasági tevékenységeknek azt a mind jobban elburjánzott szféráját, amely mint a reálgazdaságtól (ideiglenesen) elszakadó monetáris szféra a különféle értékpapírok és származékos pénzügyi eszközök (derivatívák) jobbára spekulációs pénzpiaci forgalmát foglalja magában. Amikor azután ebben a reálgazdasági fedezet nélkül felduzzadt forgalomban fennakadások, egyes értékpapír-kibocsátók, illetve -forgalmazók fizetőképességében zavarok és a kapcsolódások révén mind több értékpapírra kiterjedő árfolyam-esések következnek be, a pénzpiacokon eluralkodó pánik e *papírgazdaság* kártyavárként való összeomlásához vezethet, ami a reálgazdaságban is zavarokat, sőt válságot okozhat. Mindez bizonyítja a monetáris folyamatok és a reálgazdasági folyamatok összefüggéseit.

lyebben” a világgazdaság profitorientált tőkés rendszere válságának és egyszersmind az emberi társadalom kulturális és morális válságának megkülönböztetésére és összefüggéseik vizsgálatára.

Történeti előzmények és tanulságok

Már az 1973-ban, közvetlenül az olajválság, illetve az olajár „robbanása” nyomán bekövetkező válság voltaképpen globális jellegű, illetve eredetű és méretű volt, és a világgazdaság súlyos egyensúlytalanságaiban gyökerezett.

A világgazdaságban a fejlődésbeli egyenlőtlenlések, vagyis az ún. *nemzetközi fejlődésszakadék* és az elmélyülő aszimmetrikus interdependenciák, vagyis nem egyenlő partnerek közötti kölcsönös függőségek talaján, sőt azok következményein túlmenően is (mint amilyenek megmutatkoznak például a népesség és az erőforrások, illetve jövedelmek megoszlásában, továbbá a természeti kincsek kiaknázásának és az abból származó termékek fogyasztásának területi eloszlásában stb.) lényeges *egyensúlytalanságok* alakultak ki, amelyek zavarják a rendszer harmonikus működését. (Szentés, 1995)

Tökéletes és állandó egyensúly persze egyetlen élő organizmus működésére sem jellemző. Az élő szervezetek egyensúlya sohasem állandó, vagyis nem statikus, hiszen fejlődésük feltételezi az egyensúly rendszeres felbomlását és újabb, magasabb (vagy alacsonyabb) szintű egyensúlyi helyzetek kialakulását. Közismert a nemzetgazdaságok ciklikus mozgása a tökéletes egyensúly különböző fokozatai között a „tökéletes” egyensúly irányába vagy attól távolodva; és fejlődésüknek a dinamikus egyensúlyi állapotok, vagyis a felbomló és magasabb szinten újra kialakuló egyensúlyi helyzetek sorozatán át végbemenő folyamata. A ciklusok menetében az egyen-

súlytalanság elmélyülése válságot (vagy legalábbis visszaesést, recessziót) idéz elő, amely által viszont nemcsak az egyensúly állhat – alacsonyabb szinten – helyre, hanem többnyire megteremtődnek a feltételei egy magasabb szintű egyensúlyhoz vezető dinamikának is.

Bizonyos *ciklikusság* a világgazdaság növekedésében és működésében is fellelhető – a kiterjedés és az összehúzódnás, a nemzetközi gazdasági kapcsolatok tágulása és szűkülése, a nemzetközi kereskedelem és tőkeáramlás volumenének növekedése és csökkenése, a gyorsulás és a lassulás, a fejlődés és a visszaesés, illetve stagnálás egymást követő váltakozásai formájában. Ezek azonban nemcsak hosszabb periódusokat fognak át, mint a nemzetgazdasági ciklusok, hanem egyrészt jóval nehezebben is körülhatárolhatóak, másrészt (és mivel) sokkal inkább hatása alatt állnak a nem gazdasági tényezőknek, illetve körülményeknek, mindenekelőtt a hatalmi struktúráknak, az államok közötti viszonyoknak és azok változásainak. (Ne feledjük, hogy egyrészt az államok – még a legliberalisabb államok is – mindig aktív szerepet játszottak a nemzetközi gazdaság vonatkozásában, és másrészt, hogy voltaképp az államhatárok alapján különböztethetjük csak meg a „nemzetgazdasági” és a „világgazdasági” jelenségeket, vagyis hogy a mindenkor állami és államközi struktúrák határozzák meg; mi jelenik meg egyáltalán a világgazdaság felszínén.)

A *hosszú hullámú világgazdasági ciklusok* koncepciójának több változata is van. Legismertebb ezek közül a 45-60 éves időtartamú *Kondratyev-féle ciklusok* és a 12-25 évnnyi *Kuznets- (Kuznyec)-féle ciklusok* elmélete. (Kondratieff, 1979; Kuznets, 1930)

A hosszabb periódusú ciklikus ingadozásokat a világgazdaságban többnyire a nemzetközi pénzügyi rendszer ciklikus változásaival,

az *adós-bitelező viszonyok* nagyobb arányú átrendeződésével, módosulásaival és az időnként visszatérő kisebb-nagyobb adósságválságokkal hozzák összefüggésbe. Így nem utolsósorban a centrum–periféria viszony alakulásával, illetve a világgazdasági vezető szerep változásával és a hegemonia eltolódásaival és erősödésével vagy csökkenésével is.

A világgazdaság egészének mint organikus rendszernek a saját belső szektorális, illetve szerkezeti egyensúlytalansága első ízben csak az 1970-es évek elején vezetett válsághoz – igaz, ez esetben sem függetlenül az állami struktúráktól, illetve a hatalmi viszonyok változásától és a nemzetgazdasági ciklusok alakulásától. Az 1973-ban kirobbant, de már azt megelőzően is (az infláció fokozódásában és a Bretton Woods-i alapok megrendülésében) kifejezésre jutó világgazdasági válság nem egyszerűen az olajembargó és olajárrobbanás, vagy az annak nyomán még jobban felgyorsult infláció és a felfokozott valutáris egyensúlytalanság következménye volt, és nem is vezethető vissza pusztán a nemzetgazdasági ciklusok alakulására, illetve szinkronizációjára. A világgazdaság egészének *strukturális és institutionális válsága* volt ez, amely a megelőző évtizedek folyamataiban, világgazdasági és nemzetközi politikai változásaiban érlelődött, majd tört azok következményeinek kulminációja folytán és az olajárrobbanás okozta „utolsó lökés” révén a felszínre. A világgazdaság működési zavara, krónikus betegsége már jóval előbb nyilvánvaló volt, még ha a közfelfogás azt a világgazdaság egyetlen része, az ún. *Harmadik Világ* betegségeként értelmezte is.

A hetvenes évek elején kirobbant válság (ahogy az évtized végén újra bekövetkezett világgazdasági recesszió is) mindenekelőtt *strukturális* okokkal magyarázható, és pedig a világméretű *nemzetközi munkamegosztás*

korábban kialakult „gyarmati” szerkezetének szektorális egyensúlytalanságával és főként annak átalakulása, módosulása² folytán is növekvő működési zavaival, illetve az annak feltételei megváltoztatására törő erők szervezett fellépésével.

A strukturális egyenlőtlenségek és szektorális aránytalanságok bizonyos fokig már a hatvanas évek elején is nemzetközi krízissel fenyegettek, legalábbis a Harmadik Világ vonatkozásában, és a *nemzetközi segítséghez* mint szükségmegoldást tűzték napirendre. A nagy tömegben függetlenné vált fejlődő országok drámaian romló világgereskedelmi helyzete és fokozódó eladósodása lett a fő indítéka a nemzetközi gazdasági viszonyok reformjára, egy új nemzetközi gazdasági rend kialakítására felszólító és már akkor megfogalmazott követelésnek. Az egyenlőtlen struktúrák fenntartása, sőt továbbfejlesztése mellett végrehajtott segélyprogramok azonban még szükségmegoldásként is hatástalannak maradtak. Az ún. „fejlesztési évtizedek” alatt is tovább fokozódott a fejlődő országok *kumulatív eladósodása*.³ Az egyensúly javítását

² A nemzetközi munkamegosztás „gyarmati” szerkezte a fejlett ipari és a gyengén fejlett nyerstermék-termelő országok közötti, vagyis „ágazatok közötti munkamegosztás” volt. Ez a második világháború óta a technológiai forradalomnak és új dinamikus iparágak és szolgáltatói tevékenységek megjelenésének, valamint az ezeket kihasználó transznacionális társaságok (korábbiaktól eltérő) tőkekiviteli és beruházási politikájának hatására, de részben a fejlődő országok iparosítási törekvései nyomán is mindinkább visszaszorult. Mellette és helyette az iparágak közötti, főként pedig az iparágakon belüli nemzetközi munkamegosztás fejlődött ki, és terjed el, amelyben azonban az egyes országok strukturális pozíciója nem kevésbé egyenlőtlen (aszerint, hogy a termelési vertikum, az „értéklánc” mely láncszemét mondhatják magukénak).

³ Az eladósodási folyamatnak, amely a világgazdaság tartós és növekvő egyensúlytalanságát jelzi, számos

célzó pénzügyi transzferek az adósságállomány növekedéséhez és az ellentétes irányú profit-, illetve jövedelemáramlás fokozódásához, végső soron az egyensúlytalanság elmélyüléséhez vezettek. Az elodázott válság így tovább érlelődött.

A válság kirobbanása ugyan drámai változásokat hozott a világgazdasági árviszonyokban és a világgazdaság egyes relációiban, végül is – ellentétben a nemzetgazdasági válságok tipikus eseteivel – *nem* teremtett alapot és kiindulópontot egy újabb, magasabb szintű egyensúlyhoz vezető dinamikus fejlődés számára.

A válságnak a *globális* jellege, valamennyi ország gazdaságát közvetlenül vagy közvetve érintő hatása egyértelműen bizonyította a világgazdaság egyetlen és organikus jellegét, továbbá oly mértékben tette nyilvánvalóvá a volt „szocialista” országok gazdaságának a világgazdasági követelményekhez és változásokhoz nem igazodó, azokkal ellentétes természetét és fejlődésirányát, hogy ezáltal maga is hozzájárult a sztálini rendszerek válságához és későbbi bukásához. (Szentés, 1990)

oka van. Ezek egy része külső ok, mint amilyen a kialakult nemzetközi munkamegosztás egyenlőtlenítő hatása, a kedvezőtlen világgazdasági árak alakulása, továbbá a fejlett országok fogyasztási szokásainak demonstrálódása, egyre szélesebb körben való megmutatkozása (az ún. „demonstrációs hatás”) és a helyi elitrétegek részéről történő, luxuscikkek importját növelő utánzása. De nem csekély szerepük van az eladósodási folyamatban a belső tényezőknek, az elhibázott kormányzati politikáknak, a túlzott költségvetési kiadásoknak, a meggondolatlanul felvett és nem a gazdaság fejlesztésére fordított kölcsönöknek, a fegyverkezési költségeknek, a helyi háborúk költségeinek, a „presztízsbetűhúzásoknak”, továbbá a „tőkemenekülésnek”. Utóbbi nagyrészt a helyi elit, különösen a diktatúrák vezetőrétege vagyonmegőrzési, vagyonmentési célból külföldre átutalt pénzeszegeit foglalja magában.

A válság a világgazdaság alapvető szerkezeti egyensúlytalanságát feloldani nem volt képes, sőt azt még növelte is. A fejlett nemzetgazdaságokban a későbbiekben bekövetkezett felélénkülés, illetve fellendülés nem a világgazdaság egészének a válságból való kilábalásával, illetve általános fellendülésével együtt történt, hanem voltaképp a nagyrészt mások terhére, illetve a „jóléti állam” szociális kiadásainak rovására végrehajtott állami válságmenedzselés, intézményi beavatkozások eredményeként, és egy viszonylag magas szinten maradó munkanélküliség mellett.

A válság *institutionális*, intézményi jellege – a már említett strukturális jelleg mellett – éppen azzal függött össze, hogy a gazdasági folyamatok bizonyos (közvetett) szabályozására kialakult intézményi és eszközrendszerek, valamint gazdaságpolitikai módszerek a gazdasági folyamatok és viszonyok felgyorsult transznacionalizálódása ellenére megmaradtak az egyes államok által „nemzeti” keretek között alkalmazott eszközöknek és módszereknek. Másrészt, mint ilyenek, a globalizáció, transznacionalizálódás és a pénzpiacok fokozott nemzetközi összefonódása miatt elvesztették korábbi hatékonyságukat is, miközben a globális világgazdasági rendszernek nem fejlődött még ki egy neki megfelelő intézményi rendje. Sőt, a változások a meglévő nemzetközi intézményi rendet is meggingatták.

A fejlett országokban az állami beavatkozás keynesi recepteket követő *anticiklikus gazdaságpolitikáját* a második világháború után mintegy két évtizeden át meglehetősen eredményesen alkalmazták. Furcsa ellentmondás, hogy ugyanez az időszak egyszersmind a gazdaságpolitika, illetve intézményi mechanizmus alkalmazásának nemzeti kereteit kiinduló globalizációs folyamat felgyorsulásának, a transznacionális társaságok világméretű

terjeszkedésének, az integrációs folyamatok kibontakozásának, a világgazdasági interdependenciák általános terjedésének és elmélyülésének időszaka is.

A világgazdaság fennálló *intézményrendszere*, illetve annak alapja – mint ismeretes – voltaképpen a második világháborút követően kötött egyezmények és nemzetközi szerződések eredményeként jött létre (így elsősorban a „nagy hármas”: a GATT, az IBRD és az IMF). A létrehozott nemzetközi gazdasági intézmények viszont azon túlmenően, hogy eleve az *állami* struktúráknak (és nem a globális gazdasági folyamatoknak) megfelelő kereteket nyertek, ráadásul az akkori hatalmi, illetve államközi viszonyokat tükrözték, és így később még az ezekben az államközi viszonyokban bekövetkező változásokkal is szükségképpen ellentmondásba kerültek, illetve módosulásra szorultak.

Az 1973-ban kirobbant világgazdasági válság kétségkívül – bár csak átmenetileg – a közös nemzetközi, illetve globális megoldások keresésének kedvezett, így kerülhetett sor az ENSZ 1974-ben és 1975-ben tartott közgyűlésein az Új Nemzetközi Gazdasági rendre (UNGR-re) vonatkozó Deklaráció és Cselekvési Program elfogadására. A fejlett országok azonban, előbb az USA és Anglia, majd a többi nyugat-európai ország is, hamarosan túljutottak a válság legsúlyosabb állapotán, illetve tüneteire (így a stagfláción), mégpedig egy neoliberais monetarista gazdaságpolitika révén, vagyis szakítva a korábbi (a „jóléti állam” égisze alatt és a keynesi koncepció alapuló) gazdaságpolitikával. Elsősorban ennek következményeként – de persze az UNGR koncepciójában és a tárgyalások menetében mutatkozó ellentmondások, illetve fogyatékoságok miatt is (Szentés, 1986, 1995) – a nemzetközi gazdasági rend átfogó

reformjának ügye egy-két év múltával lekerült a napirendről.

A válság okainak vizsgálata alapján – az újabb ciklikus fellendülés ellenére is – számítani lehetett arra, hogy mindaddig, amíg a szerkezeti aránytalanságok kezelésére vagy legalábbis enyhítésére, a nemzetközi fejlődési és jövedelmi szakadék elmélyülését nagymértékben meghatározó egyenlőtlen szerkezetű nemzetközi munkamegosztás átalakítására, valamint a nemzetközi intézményrendszer reformjára nem kerül sor, addig ezen a talajon újra és újra képződnek majd ilyen-olyan válságjelenségek, sőt globális válságok.⁴

A globális világgazdasági rendszernek a változatlanul meglévő, sőt súlyosbodó egyensúlytalansága az elmúlt évtizedekben a *penzügyi válságok*, vagyis adósságválságok és valutaválságok, valamint tőzsdei, illetve pénzügyi megrázkódtatások, kisebb nagyobb krachok egymás utáni sorozatában,⁵ valamint a gazda-

⁴ A válságról, annak természetéről és okairól az 1974-ben a *Max Planck Intézetben* tartott egyhetes nemzetközi konferencián csaknem egyhangúan állapítottuk meg, hogy a válság globális jellegű, vagyis voltaképpen egyetlen ország gazdasága sem marad mentes annak hatásától. Sőt, azt is, hogy a válságot nem az olajárak emelése okozta, hanem annak okai a világgazdaság egyenlőtlen viszonyaiban, a nemzetközi munkamegosztás egyenlőtlenítő szerkezetében és a világgazdaság globalizálódó, szerves jellegének meg nem felelő, a gazdasági folyamatok szabályozására alkalmatlan intézményi rendszerben keresendők.

⁵ 1992 és 1997 között, vagyis mindössze öt éven belül három valutaválságra került sor: az első az Európai Unió árfolyam-mechanizmusának (Exchange Rate Mechanism) válsága volt 1992-ben, a második az újabb mexikói krízis és annak „tequila-effektusa” volt 1994–95-ben, a harmadik pedig a thai bált összeomlása 1997 júliusában, amely azután tovaterjedt az ázsiai országok pénzügyi válságok (a világgazdaság legkompetitívabb piacain) megingatták a hitet és bizalmat a liberalizált pénzügyi rendszerek, a dereguláció és liberalizálás gyakorlata iránt.

sági fellendülés idején is megmaradó munkanélküliség és kapacitás-kihasználatlanság tényeiben fejeződik ki.

A pénzügyi válságok sorozata és gyors terjedése összefügg a *globalizálódás* felgyorsult folyamatával, annak mind technikai-technológiai komponensével (a pénzügyi piacok közötti kommunikációs és információs technika fejlődésével), mind pedig transznacionalizációs tendenciájával (főként a bank-, illetve pénzügyi szféra tekintetében). A globalizálódás és a nemzetgazdaságok fokozódó nyitottsága azok sebezhetőségét és a kockázatokat is növelte.

A sebezhetőségnek és a kockázatok növekedésének forrása a magántőké, főként a rövid távú külföldi befektetések, a gyorsan mozgó „*forró pénzek*” nemzetközi áramlásában rejlik. A tőkepiacok összefonódása és az a tény, hogy a globális tőkepiacok fölötti befolyás jóval koncentráltabb, mint a termékpiacon, és egynéhány bankár kezében összpontosul a globális kamatpolitika meghatározása és a kockázat piaci értékelése, hatalmasra növeli a bizonytalanságot és az előre nem látható változások kockázatát. Mindehhez járult a *fellazult hitelezési gyakorlat*, a megfelelő fedezet nélkül nyújtott hiteleknek és a „keresztartozásoknak” a mind szélesebbre és magasabbra növekvő „*luftballon-szerű*” képződménye, amely közvetlenül is megalapozta a 2007 második felében az USA pénzügyi válság bekövetkezett krachot, ezáltal – hasonlóan az 1973-as olajárrobbanáshoz – egy újabb globális válság kibontakozásához vezetve.

A hagyományos gazdaságpolitika eszközei, mint például a valutacéltételés vagy a kamatlábemelés éppenséggel az elérni kívánt céllal ellentétes hatású lehet. A pénzügyi piacok egymást követő zavarai az elmúlt években a „*contagion*”, vagyis a járványszerűen terjedő fertőzés koc-

kázatának növekedését bizonyították. Amíg korábban a bizonytalanságok fő forrása a termékpiacon árváltozásaival függött össze, amire kialakultak bizonyos kompenzációs technikák, az utóbbi évtizedekben egyre inkább a tőkemérlegek területén található bizonytalanságot okozó tényezők, változások. A nemzetgazdasági „*stabilizációs politikák*” és az IMF által ajánlott deflációs, restriktív fizetésimérleg-kiigazítási receptek inkább csak a termékpiacon egyensúlytalanságok kezelését vették célba, az azokon kialakult, illetve azokkal kapcsolatos inflációs jelenségekre koncentráltak, miközben a pénz-, illetve értékpapírpiacon inflálódás növekvő hullámát éppúgy figyelmen kívül hagyták, mint az egyensúlytalanságok általános strukturális gyökereit.

Az ezredforduló vége felé mindenestre jóval bonyolultabbá váltak a reál- és a pénzügyi folyamatok közötti összefüggések. Noha a monetáris folyamatok végső soron továbbra sem szakadhatnak teljesen el a reál-folyamatoktól, sőt mintegy azokat tükrözik, ugyanakkor viszonylagos és átmeneti önállósodásuk és a reál-folyamatokra gyakorolt hatásuk mindenképpen növeli ez utóbbiak szférájában meglévő bizonytalanságot és kockázatokat.

A világgazdaság fennálló rendszerében a nemzetek, illetve országok közötti és az egyes társadalmakon belüli egyenlőtlenségek további növekedése (vagy akár csak tartós fennmaradása) egyszersmind olyan súlyosbodó egyensúlytalanságok előidézője a gazdaságban, amelyek a piacgazdaság ciklikus mozgásának megfelelően vissza-visszatérő és egyre mélyülő globális, illetve globalizálódó válságokat okoznak, a társadalmakon belül és a nemzetek között pedig fokozódó feszültségeket, veszélyes konfliktusokat.

A világgazdasági viszonyok és a nemzetközi munkamegosztás *szerkezetének átalakí-*

tása – ha nem is egy világgállam vagy világkormány által, de legalábbis az államközi együttműködés révén – a nemzetközi kereskedelem szabályainak módosítását, és nem utolsósorban a nemzetközi tőkeáramlásnak, különösen a TNC-k tevékenységének bizonyos kollektív ellenőrzését és piacokonform eszközökkel való szabályozását, az elmaradott régiók irányába való serkentését, valamint a ki nem kényszeríthető segélyek helyett a nemzetközi adózás bevezetését tételezi fel. Ilyen javaslatok szép számmal jelentek meg a nemzetközi irodalomban és fórumokon – többnyire a nemzetközi intézményi rendszer reformjára, az ENSZ és intézményei átalakítására vonatkozó elképzelésekkel együtt. Ezek nagy része ma idősebb, mint valaha.

Talán ma már megállapíthatjuk, hogy a világgazdaság újabb globális válságának elkerülésére megoldást egy olyan valóban új nemzetközi gazdasági rend hozhatott volna, amely a keynesi koncepción alapuló gazdaságpolitikát globális szinten a struktúrák átalakítására és a nemzetközi fejlődésszakadék csökkentésére alkalmazó intézményi rendszernek adott volna helyet.

Néhány elméleti történeti előzmény

Ami a piacgazdaság ciklikusan visszatérő válságait illeti, azok problémája nem volt ismeretlen már a klasszikus közgazdaságtan képviselői előtt sem. Adam Smith utalt az *overtrading* jelenségére és a kölcsönök felvételében és visszafizetésében mutatkozó nehézségekre. A piac túltelítettségének, vagyis a túltermelésnek a lehetősége a Thomas Robert Malthus és David Ricardo között folyt vitában is felvetődött. John Stuart Mill pedig a krónikusan kihasználatlan, fölös kapacitások képződésének, és ezzel kapcsolatban a fogyasztói bizalom hiányának veszélyére mutatott rá, tovább-

bá a hitelezési hajlam spekulációs okokból való átmeneti növekedésére, sőt, a túlságosan optimista vagy pesszimista várakozások szerepére a beruházások nagyságának hullámzásában.

A tőke uralma alatt működő piacgazdaságnak – legalábbis ahogy az a 19. század nyugat-európai valóságában megmutatkozott – legpontosabb diagnózisát Karl Marx adta. Furcsa módon azonban ő úgy járt el, mint az az orvos, aki a betegséget diagnosztizálva és annak „zavartalan” kimenetelét prognosztizálva eltekint magának a betegnek még élő és reagáló szervezetétől, annak védekező mechanizmusaitól, és így Marx prognózisa, sőt „receptje” is tévesnek bizonyult.

Bár a gazdasági visszaesések, recessziók vagy éppen válságok jelenségét a klasszikus közgazdaságtan képviselői (és egyes neoklasszikus követői) is így vagy úgy kapcsolatba hozták társadalmi jelenségekkel, Marx (és később voltaképpen John Maynard Keynes is) elsősorban és hangsúlyozottan társadalmi okokkal és szempontokból magyarázta a ciklikus válságokat. A piacgazdaságban kialakuló és időről-időre felszínre kerülő egyensúlytalanság, legyen az

- akár a (profithajszá miatt) bővülő termelés okozta túlkínálat és a fizetőképes keresletnek a jövedelemelosztási viszonyok miatt mutatkozó elégtelensége közötti,
- akár a megtakarítások, vagyis a tőkekínálat és a beruházások, vagyis a tőke iránti kereslet közötti egyensúly hiánya,
- akár pedig a gazdaság egymás számára termelő és piacot adó ágazatainak aránytalan növekedéséből fakadó egyensúlytalanság, így vagy úgy a társadalmi egyenlőtlenségek tényével és növekedésével függ össze.

Marx – minthogy a kapitalizmusnak, a tőke uralmának velejárójaként a társadalmi

egyenlőtlenségek növekedését tételezte – érthetően a dolgozó tömegek fizetőképes keresletének elégtelenségére, vagyis a jövedelemelosztás tulajdonviszonyok által meghatározott egyenlőtlenségéből fakadó kereslethiányra és realizációs problémára helyezte a hangsúlyt.

Az általános egyensúlytalanságok és a ciklikusan visszatérő válságok marxi magyarázatában egyszerre és összefüggően kap helyet a *profitért folyó hajszá* miatt mutatkozó túltermelés tendenciája (a „*túltermelési válság*” veszélye), és a tömegek fizetőképes kereslete elégtelen, az előbbihez képest lemaradó növekedésének jelensége (vagyis a „*realizációs válság*”, illetve a „*keresletkorlát*” problémája), továbbá a fizetések láncolatában bekövetkező zavarnak, a fizetésekre telenség terjedésének jelensége (vagyis a pénzügyi, illetve *likviditási válság*), és mindezek nyomán a megtakarítások és a beruházások közötti egyensúly felbomlásának veszélye, valamint a gazdaság egyes összekapcsolódó részei *aránytalan növekedésének* problémája.

A világgazdaság globális válsága – a jelek szerint – az egyensúlytalanságnak fentiekben felsorolt, Marx által említett megnyilvánulásait egyszerre mutatja fel. (Szentés, 1995, IV/B/3. fej.) Azt viszont már esete válogatja, hogy éppen melyik a nyitó vagy elsődleges jelenség és ok. De mert a monetáris és a reálfolyamatok éppúgy összetartoznak, mint egyazon érme két oldala, merő naivitás és tudománytalan tévedés a válságjelenségeket csak az egyik vagy csak a másik vonatkozásában értelmezni, még ha a kölcsönhatások sorrendjében és a válság intenzitását tekintve jelentős különbségek is mutatkoznak a monetáris és a reálfolyamatok szférájában.

A mai világgazdasági válságra vonatkozóan a marxi koncepcióból levonható tanulságokhoz indokolt hozzátenni, hogy az egyes

országok gazdaságában a társadalmon belüli egyenlőtlenségek által is okozott egyensúlytalanság a felgyorsult globalizáció folytán mindinkább összekapcsolódik a kialakult és növekvő nemzetközi egyenlőtlenségek által a világgazdaságban okozott globális egyensúlytalansággal. (Ez különösen nyilvánvaló a kumulatív eladósodás tendenciájának tényében.) Ezért megoldást egyszerre kell keresni és biztosítani *mindkét szinten*, vagyis egyrészt az egyes országok társadalmának és gazdaságának, másrészt a világgazdaságnak és az emberi társadalom egészének a szintjén.

A konjunktúra-ciklusnak és a visszatérő válságoknak, főként pedig azok társadalmi következményeinek és veszélyeinek problémája a 20. században különösen (bár nem kizárólag) John Maynard Keynes elméletében kapott hangsúlyt.

A kapitalista piacgazdaság rendszerének reformálhatóságát, a gazdasági folyamatok szabályozhatóságát hirdető Keynes a likvid vagyontárgyként *spekulációs célból* el nem költött, vagyis piaci hatékony keresletként meg nem jelenő és beruházásra sem kerülő pénz forgalmon kívül tartásából adódó zavart, a túlzott mértékű megtakarítási hajlamot és az abból fakadó „*keresletkorlát*” jelenségét állította előtérbe a válsághoz vezető ciklikus folyamat elemzésében.

Bár (vagy talán éppen azért, mert) egyértelműen a tőkés piacgazdaság híve volt, Keynes a piaci spontaneitás társadalmilag kedvezőtlen hatását kívánta korlátozni, a politikai kockázatokkal járó nagyarányú munkanélküliség kialakulását megakadályozni. Megoldásként, reformként – mint ismeretes – olyan piacokonform, vagyis piaci eszközökkel, nyílt piaci műveletekkel, költségvetési és monetáris politikával történő állami szerepvállalást ajánlott, amelynek elsőrendű

célja a munkanélküliség csökkentése. Ezt a célt volt hivatva szolgálni a „keresletkorlát” áttörése – a nagyobb megtakarítási hajlammal bíró gazdagok progresszív megadóztatása (a jövedelemelosztás módosítása) és a költségvetésből finanszírozott állami megrendelések, közületi és jóléti beruházások, közmunka-programok stb., valamint a beruházásra ösztönző emissziós és kamatpolitika révén.⁶

A nemzetközi gazdaságtan és fejlődés-gazdaságtan második világháború után színre lépő *posztkeynesiánus reformista irányzata* (és a vele sok tekintetben hasonló nézeteket valló neomarxizmus és „újbaloldali” iskola) az egyenlőtlenségek és egyensúlytalanságok problémáját már nem a nemzetgazdaságok, hanem a világgazdaság szintjén vizsgálta. Eltérően az egyensúlytalanság reverzibilis jellegét és az egyensúlyt egy idő után automatikusan is bekövetkező ciklikus helyreállítását feltételező korábbi nézetekkel, ez az irányzat a kedvezőtlen folyamatok irreverzibilis jellegét hangsúlyozza. Vagyis azt, hogy ellentétes irányú, kompenzáló, illetve ellensúlyozó beavatkozás nélkül a piacgazdaság rendszere – annak mind nemzeti, mind pedig nemzetközi, globális rendszere – egyre távolabb kerül az egyensúly állapotától. Neves képviselői

⁶ Noha Keynes szerint a beruházások multiplikátor hatása nyomán emelkedő jövedelemszint a megtakarítási hajlam növekedése révén végül is helyreállíthatja a beruházások és megtakarítások közötti egyensúlyt, vagyis végső soron a tőkepiaci egyensúlyt, ez csak egy időben elhúzódó folyamatnak a végső és meglehetősen bizonytalan eredménye lehet. (Különösen a munkaerőpiac egyensúlyának helyreállítását nehezíti a bérek lefelé rugalmatlan viselkedése.) Minthogy azonban időközben, a konjunktúraciklus lefelé hajló szakaszában a nagyarányú munkanélküliség *súlyos társadalmi feszültségekkel* és veszélyes politikai kockázatokkal jár, ezért a rendszer szélsőséges politikai erők által történő megdöntésének elkerülése végett van szükség reformokra, kormányzati szabályozásokra.

(Gunnar Myrdal, Raul Prebisch, Hans Singer, Thomas Balogh stb.) azt is feltételezik, hogy a rendszer spontán működéséből fakadó egyenlőtlenségek is – intézményi beavatkozások hiányában – egyre növekednek.

Leegyszerűsítő, egyoldalú nézetek a mai válságvitákban

A korábbi válságok történetének, gyökereinek és a vonatkozó elmélet-történeti olvasatoknak fényében aligha okozhatott tehát meglepetést egy globális válság kirobbanása. Legfeljebb annak időpontja és konkrét megnyilvánulásának módja, valamint az egyes országokra gyakorolt hatása⁸ lehetett kiszámíthatatlan. És persze az is, hogy milyen tanulságokat von le az emberiség a válságból, és milyen lépésekre kerül sor az újabb válságok elkerülése céljából.

A válság ugyan – amint azt a szó (krízis) eredeti értelme is sugallja – nemcsak *katasztrófaveszélyt*, hanem *egyszersmind új lehetőséget* is jelent, az emberiség eddigi története azonban – sajnos – azt mutatja, hogy általában előbb következett be a katasztrófa, mielőtt abból tanulva sor került volna az új lehetőség tudatos kihasználására. Kérdés, hogy a jövőben képes lesz-e az emberiség a végpusztulást hozó katasztrófa bekövetkezése előtt megoldást találni az új lehetőségek kihasználásával.

Miközben a pénzügyi válság problémájával számos kitűnő tanulmány foglalkozik a nemzetközi és hazai szakirodalomban, a je-

⁷ A hatás persze nem független az illető ország által követett gazdaságpolitikától. Szelényi Iván írja: „Most, amikor a globális finánckapitalizmus válsága gyökereiben rázza meg a világot, amikor 1929–33 óta nem tapasztalt gazdasági összeomlás napjait éljük (ami Magyarországot, de az egész posztkommunista régiót különösen súlyosan érinti), igencsak megkérdőjelezhető a posztkommunista országok által 1989–90-ben követett neoliberalis útválasztás bölcsessége.” (Szelényi, 2009, 37.)

lenlegi globális világgazdasági válság természetére, okaira és megoldására, illetve annak nemzetgazdasági keretek között megkísérelt kezelésére vonatkozó nézetek némelyike nagymértékben leegyszerűsítő és egyoldalú. Még ha egyébként logikus és nehezen kifogásolható összefüggésekre utalnak is, többnyire a „csőlátás”, sőt olykor az ideológiai befolyásoltság megnyilvánulásai. Bár talán mindinkább háttérbe szorulnak a realisabb és átfogóbb vizsgálódások nyomán, nagyon is indokolt foglalkozni velük meglehetősen mélyre nyúló gyökereik és veszélyesen félrevezető hatásuk miatt.

Gyakran nagyfokú leegyszerűsítés jellemzi az arra a kérdésre adott válaszokat, hogy voltaképpen *mi van a válságban?*, illetve, hogy *milyen a válság természete?* Sokan még ma is kizárólag vagy túlzottan csak a válságnak valamelyik aspektusát emelik ki, annak valamely megjelenési tünetére, illetve a parciális válságok valamelyik változatára koncentrálnak, mint például az ingatlanpiaci, a hitelpiaci, az adósságszolgálati, illetve fizetési válságra, vagy általában a pénzügyi válságra és a likviditási válságra, vagy a bizalmi válságra, illetve a túltermelési és értékesítési válságra stb.

Nyilvánvalóan *különbséget kell tenni* a különféle, időről-időre visszatérő és persze egymással is összefüggő, sőt globalizálódó parciális válságok, és az ezek alapjául szolgáló tartós és globális gazdasági válság között. Éppily indokolt annak a már régóta ismert különbségnek a figyelembe vétele is, amely a „rövid” és a „hosszú hullámú” gazdasági ciklusok között mutatkozik. Nem kevésbé fontos felismerni azt a tényt, hogy a globális válság nemcsak az adott gazdasági rendszernek és az azt alkalmazó országok (ma már gyakorlatilag szinte minden ország) gazdaságának a válsága, hanem annál sokkalta több.

Már önmagában véve annak a kérdésnek a felvetése is egyfajta leegyszerűsítést mutat, hogy vajon a kapitalizmus került-e válságba, és még inkább leegyszerűsítés persze az erre a kérdésre adott nemleges válasz. Más a tartalma ugyanis annak a kérdésnek, hogy „válságban van-e a kapitalizmus”, mint annak, hogy „a kapitalizmus van-e válságban”. E két kérdésre a helyes válasz sem ugyanaz. Hiszen a válság ugyan „nem”, pontosabban szólva *nem csak* és nem egyszerűen a kapitalizmus válsága, ugyanakkor aligha vonható kétségbe, hogy az a rendszer, illetve minden olyan rendszer, amelyet – leegyszerűsítő általánosítással, vagyis megkülönböztetés nélkül – a „kapitalizmus” fogalmába sorolnak, bizony nagyon is válságban van. Sőt, az is nyilvánvaló, hogy a tágabb értelemben vett globális válság kialakulása és elmélyülése nem független a kapitalizmusnak nevezett rendszer működésétől és annak hatásaitól, hanem nagyon is összefügg (Szelényi már idézett kifejezésével) a globális finánckapitalizmus válságával.

Hasonlóképpen leegyszerűsítés a válság globális jellegét annak földrajzi kiterjedésével azonosítani. A *válság globális természete* nemcsak a válság „horizontális” kiterjedését, valamennyi országot elérő hullámát jelenti, hanem az emberi lét, az emberi társadalom fennmaradásának, a fejlődés, sőt az élet fenntarthatóságának valamennyi aspektusára vonatkozó válságjelenségek halmazát és azok „vertikális” elmélyülését is. (Mint ahogy a globalizáció, sőt, a szűkebb értelemben vett gazdasági globalizáció fogalma is egyszerre jelenti a világgazdaság valamennyi országra kiterjedő növekedését és az azok közötti interdependenciák elmélyülését is.)

Azok, akik szerint a *kapitalizmus* maga nincs válságban, hanem annak csak egy újabb átmeneti válságszakaszáról van szó, minthogy

– úgymond – „a kapitalizmus a válságokon keresztül fejlődik”, elvonatkoztatnak a kapitalizmusnak nevezett rendszer sokféle arculatától, *különböző változataitól és fejlődésének irányváltozásaitól*.

A fejlett kapitalizmus szokásos azonosítása a piacgazdaság és politikai demokrácia kombinációjával nagyfokú és félrevezető leegyszerűsítés. Noha a piacgazdaságnak nincs (sincs!) egyértelmű és általánosítható definíciója, a piac spontán működésének alapvető mozzanatai és hatásai mindamelllett többekévé jól meghatározhatóak. A piacnak egy ún. piacgazdaságban elvileg nemcsak a gazdasági tevékenységeknek „jelzései” révén történő (utólagos!) koordinálása a funkciója (lásd: „piaci koordináció”), hanem a forrásoknak (nem feltétlenül ésszerű) és a jövedelmeknek (általában egyenlőtlen) elosztása, valamint a verseny révén a hatékonyság növelésére való ösztönzés is. Csak ezeknek a funkcióknak az ellátása várható el egy normálisan működő piactól, de nem a társadalmi és nemzetközi egyenlőtlenségek csökkentése vagy valamiféle igazságosság biztosítása!

Téves az a feltételezés, hogy a zavartalanul működő piac az említett funkcióit képes *tökéletesen* ellátni. Mint ahogy téves az a neoklasszikus elméleti tétel is, amely szerint az ún. „*piaci tökéletlenségek*”, így a monopóliumok képződése nem a piac spontán működéséből és annak törvényszerű hatásából, hanem csupán a „*tökéletes piacot megzavaró*” külső körülményekből és hatásokból fakad.

De nem kevésbé téved az sem, aki viszont az *államtól* várja el a szóban forgó funkciók jobb teljesítését, és figyelmen kívül hagyja a „*kormányzati tökéletlenségeket*”!

A *politikai demokrácia* kifejlesztése nem a tőkés piacgazdaság terméke (noha nélküle, vagyis korábban, nevezetesen a kettős érte-

lemben szabaddá vált munkaerő nélkül, az nem jöhetett volna létre). A politikai demokrácia ugyanis *nem* a piacgazdaság természetes fejlődésének az eredménye, hanem éppen sőt a tőke által uralt piacgazdaság működésével és társadalmi következményeivel szemben fellépő (*John Kenneth Galbraith* kifejezésével) *ellensúlyozó erő* (szakszervezeti mozgalom, munkáspártok, demokratikus társadalmi szervezetek, nőmozgalom stb. által képviselt erők).

Megjegyzendő, hogy a *parlamentari demokrácia* – a négy-öt évente sorra kerülő választások rendjében – persze még nem jelent tökéletes demokráciát. A politikai pártok arculatának és érdekeinek változása, főként pedig a választások előtti ígéreteseik és a kormányra kerülésük utáni gyakorlati politikájuk eltérése már eleve kétséget támaszt a valódi demokrácia érvényesülését illetően. (Nem is szólva a gazdaság vezető rétegével való összefonódások hatásáról.) Ha meg ráadásul a választások rendje a listás szavazást írja elő, úgy sokkal inkább a pártvezetéshez való viszony, a hűség, sőt szervilis magatartás – nem pedig a választók előtt történő személyes megmérettetés – biztosítja a parlamenti helyet. (Hasonlóan az egypártrendszer választási gyakorlatához. Sőt, amikor ez utóbbi már kötelezővé tette a több jelölt állítását, ebből a szempontból még demokratikusabbnak is minősíthető.)

Miként a politikai demokrácia fejlődése, úgy a *szociális piacgazdaság* is, vagyis a kapitalizmusnak az a változata is az „*ellensúlyozó erő*” hatékony fellépésének és az 1929-es válság tanulságaiból levont következtetéseknek az eredménye, amely a piac spontán működéséből fakadó egyensúlytalanságok és társadalmilag egyenlőtlenítő hatások kezelésére, illetve ellensúlyozására az állam piackon-

form(!) szabályozó tevékenységét és szociális intézkedéseinek rendszerét, vagyis a piacgazdaságnak és a „*jóléti államnak*” a kombinációját jelenti.

Talán széles körben is ideje lenne elgondolkozni azon, hogy vajon nem a kapitalizmusnak éppen ez a megreformált változata – amelyet sokan, még szocialisták is, hajlamosak „*leírni*” mint a globalizáció folytán előtérbe került „*nemzeti versenyképesség*” javításának követelményével ellentétet – lehetne-e, *mutatis mutandis*, a megfelelő megoldás világszinten is!

Az olyan kérdések megfogalmazása is nagyfokú leegyszerűsítésről tanúskodik, hogy vajon csak a bankok vagy a kormányzatok vagy a hiteket felvevő lakosság is okozója-e a kialakult válságnak. (Nem vonható persze kétségbe a bankok és a kormányzatok felelőssége, sem a könnyelműen hiteket felvevő állampolgároké, de a globális válságnak, még ha csak gazdasági értelemben vesszük is, sokkal összetettebbek az okai, és mélyebbre nyúlnak a gyökerei.)

Még inkább egyoldalú és leegyszerűsítő látásmódra vall az arról szóló vitákban elhangzó vélemények egy része, hogy vajon a *gazdasági növekedésnek* (nem pedig a társadalmi fejlődésnek) a *serkentése vagy az egyensúly helyreállítása* jelentse-e a prioritást. Sőt, hogy *melyik* egyensúlyé, a monetáris, a költségvetési, a külkereskedelmi, a fizetési mérlegben tükröződő külgazdasági stb. Mintha ezek nem is függnének össze, és mintha ezek bármelyike vagy akár összessége is fontosabb lehetne, mint a társadalmi és az ökológiai egyensúly megőrzése, illetve helyreállítása! Továbbá, hogy milyen kamatpolitika, illetve a nemzeti valuta milyen árfolyama, vagy a költségvetési kiadásoknak milyen lefaragása stb. vezethet ki a válságból. Bármilyen fontos,

és adott időben és helyen aktuális kérdések is ezek, az összefüggések feltárása és figyelembevétele, valamint a valódi társadalmi prioritások meghatározása nélkül csak hibás válsákokra készítenek.

Azok a *tanulságok*, amelyek akár a korábbi válságok történetéből, akár az elméletek vonatkozó történetéből levonhatók, zömmel feledésbe merülnek e viták során.

Marxra hivatkozni (legalábbis a világnak ebben a részében) eleve nem „*illendő*”. Marx tudományos nézeteit (ha azokról egyáltalán még említés történik) rendszerezetten nem is oktatják a hazai egyetemeken. Vajon ezt a tényt annak ideológiai kicsengése, *Marx* utópisztikus tévedése, nevének a rossz emlékü szovjet rendszerben történt felmagasztalása vagy csak elméletének a *mainstream*ből való kizáratottsága magyarázza?⁸

Bár *Keynes* felfogásának egyik-másik eleme, koncepcióinak és főként az általa bevezetett fogalmaknak némelyike (lévén, hogy a *mainstream*be kooptálódtak) a tankönyvekben is, és olykor a válságvitákban is említésre kerül, *Keynes* elméletének legfőbb üzenete, az általa javasolt gazdaságpolitikai recept logikája, sőt, a „*keynesi forradalom*” lényege is többnyire figyelmen kívül marad.

Sokan úgy vélik (és nemcsak a „*monetarista ellenforradalom*” érvei nyomán, hanem minden bizonnyal elmélettörténeti ismeretek hiányából fakadóan is), hogy az a *keynesi* koncepción alapuló gazdaságpolitika, ame-

⁸ Ezúttal is megjegyzem, hogy a „*mainstream*”, vagyis a „*fő áramlat*” megkülönböztetése nemcsak a kirekesztésre törekvés megnyilvánulása, hanem a tudomány szerves fejlődésének negligálása is. E fejlődésben ugyanis az egyes elméleti irányzatok és koncepciók azon túl, hogy követik és tagadják egymást, egyszersmind építenek is egymás eredményeire, kritikailag továbbfejlesztik azokat, kölcsönhatásban vannak, és ki is egészítik egymást, vagyis szervesen kapcsolódnak.

lyet a második világháború után a nyugati fejlett piacgazdaságokban a „jóléti állam” égisze alatt folytattak, „csak a kivételes külső körülményeknek” köszönhetően volt sikeres, s nem a keynesi recept belső logikája miatt.

Márpedig a szóban forgó gazdaságpolitika nemcsak jól átgondolt és nagyon is logikus koncepcióra épült, hanem jó ideig a gyakorlatban is helyesnek bizonyult. Hiszen a progresszív adózattal módosított jövedelemelosztás serkentheti a fogyasztói kereslet növekedését és ezáltal a termelést és foglalkoztatottságot, míg az állami költségvetési kiadásokból finanszírozott beruházások és az „olcsó pénz”, vagyis a megnövelt emisszió és az alacsony kamatláb révén is ösztönzött magánberuházások hasonlóképpen növelhetik a termékek mennyiségét és a nemzeti jövedelmet. Mégpedig olyannyira, hogy a pénzkínálathoz felzárkózhat a pénz iránti kereslet, a költségvetés megnövekedett kiadásait pedig ellensúlyozhatják annak szaporodó bevételei. Ily módon a keynesi gazdaságpolitika – a monetaristák kritikájával ellentétben – nem vezet feltétlenül és szükségképpen inflációs spirálhoz és tartós költségvetési deficithez, miközben szociálisan kedvező hatású.

Az, hogy ez a gazdaságpolitika a későbbiekben, az 1960-as évek végére egyre inkább veszített hatékonyságából, és az azt alkalmazó országokban a stagnálás és infláció keveréke (a „stagfláció”) jelent meg, nem annak téves logikájából következik.

Igenszak meglepő, ha a szóban forgó gazdaságpolitikai koncepciót, sőt magát azt a jóléti rendszert, amely azzal eredetileg Nyugaton egybekapcsolódott, olyanok is „túlhaladottnak” mondják, akik valamiféle „baloldali”, szocialista, ill. szociáldemokrata irányzat vagy párt képviselőjében lépnek fel. Elhangzott már olyan megjegyzés is egyik-másik

ilyen személy részéről, hogy „a szociáldemokrácia hagyományos értékei már elavultak”. Vajon ezt úgy kell érteni, hogy a szociális érzékenység, a hátrányos helyzetűekről való gondoskodás, az esélyek egyenlőségére és a társadalmi igazságosságra törekvés elavult?!

Nemcsak a holisztikus szemléletnek, hanem a makroökonómiai, vagyis nemzetgazdasági szemléletnek is a hiányára vall az, ahogyan politikusaink és vezető közgazdászaink nagy része a válságból való kilábalást főként a *bérből élők és a nyugdíjasok jövedelmét csökkentő megszorításokkal* képzei, sőt akarja is biztosítani. Vagy amikor a külföldi beruházók számára vonzó feltételnek elsősorban az alacsony bérköltségeket tekintik, a nyugdíjakra kifizetett összegeket pedig pusztán költségvetési tehernek. Holott a bérek és a nyugdíjak nemcsak költséget, illetve terhet, hanem egyszersmind a legfőbb, tömeges vásárlóerőt, vagyis piacot is jelentenek. Márpedig a hazai piac a „multik” számára is fontos (hacsak nem a hazai gazdaságtól elszigetelt bedolgozói leányvállalatokat működtetnek, amelyek importigényes exporttermékeket gyártanak), de még inkább fontos a hazai kis- és középvállalatok számára! Ezek állami támogatásának sokat hangoztatott célja üres szólamná válik, ha közben a megszorító intézkedések hatására még inkább szűkül a belső piac.

Költségvetési, fiskális válságot lehet ugyan *megszorító intézkedésekkel* kezelni (más, persze nem kevésbé fontos kérdés, hogy kinek a kárára), de a gazdaság egészét sújtó válságból még *soha és sehol* nem sikerült kijutni!

Sajnálatos, hogy a válságvitákban részt vevő közgazdászok, sőt, a baloldali gondolkodásúak is többnyire megelégednek a keynesi koncepció alapvető gazdaságpolitikai logikájáról, különösen annak legfontosabb eleméről, nevezetesen a fogyasztói keresletnek és a

megtakarításoknak a jövedelmek színvonalától való függéséről, következképpen az *alacsonyabb jövedelmű rétegek javára* (és nem kárára) alkalmazandó jövedelmi, illetve adópolitikáról!

A hazai nyugdíjasokat sújtó intézkedések szorgalmazói megelégednek arról az óriási szakadékról, amely a nyugati és a hazai nyugdíjak reálértéke között tátong, és arról a hatalmas különbségről, amely a nyugati és a magyar nyugdíjasok anyagi helyzete, nyugdíjba vonulása előtti jövedelmi és vagyoni helyzete között mutatkozik. Az az érv is megtevesztő feligazság, hogy az aktív dolgozók rétege egyre kevésbé tudja „eltartani” a nyugdíjasok mind nagyobb tömegét, mintha ez utóbbiak egyrészt nem fizettek volna évtizedeken át saját nyugdíjuk alapjának biztosítására (egy azzal rosszul gazdálkodó állami intézménynek), és mintha a nyugdíjasok nagy része már nem is végezne munkát, vagy nem akarna munkát végezni. De egyébként is – ellentétben a nyugati országok nyugdíjasaik többségével – nálunk nagyrészt éppen az idős szülőkre és nagyszülőkre hárul nemcsak az unokák gondozása, nevelése, hanem sokszor még gyermekeik anyagi támogatása is.

Mit gondoljunk azokról a politikusokról, akik egyfelől a társadalmi igazságosságról és igazságos közteherviselésről szónokolnak, másfelől pedig az *egykulcsos adórendszerre* való áttérést sürgetik – nem tudván, vagy csak cinikusan elhallgatva annak kiáltóan antiszociális, a gazdagok javára és a szegények kárára érvényesülő jellegét?

Kétségkívül indokolt kritika éri (miként oly gyakran napjainkban) azt a felfogást és magatartást, amely csak az államtól várja el a „*paternalista*” *gondoskodást*, valamennyi sikertelennek és hátrányos helyzetűnek a megsegítését. De nem kevésbé indokolt bírálni azt az

újabbban divatos ultraliberális nézetet, amely az *ön gondoskodást* mindenkire kiterjesztett, *általánosító követelménynek* tekinti, vagyis nem számol a társadalom arra még vagy már nem képes és saját hibájukon kívül képtelen tagjai megsegítésének szükségességével, illetve általában az esélyegyenlőtlenségek tényével.

Fölöttébb meglepő, ha egyes, elméletileg képzettnak hitt közgazdászok azt az egyébként evidenciát megfogalmazó keynesi megállapítást is figyelmen kívül hagyják, hogy ti. a megtakarítási hajlam nem egyszerűen a kamatláb nagyságától, hanem elsősorban a jövedelmek színvonalától és változásától függ, a beruházási hajlam pedig alapvetően a profitráta jövőbeli várható alakulásától. (Lásd „a tőke határhatekonyságának” keynesi koncepcióját, amely persze csak elvéve fordul elő a tananyagokban, ahol egyébként sem illendő „profitról” beszélni.) Vagyis, csak csekély hatású lehet a beruházási kedvnek kamatrátacsökkentéssel vagy akárcsak adómérsékléssel való ösztönzése akkor, ha a jövőbeli profitkínálások a piac beszűkülése miatt rosszak.

Megjegyzendő, hogy még a nemzetgazdasági válság enyhítésére vonatkozó olyan, egyébként más szempontból indokolható javaslatok is egyoldalúságra vallanak, amelyek a vállalatokat általában a bérköltségek és a bérekre rakódó terhek, adók és járadékok csökkentésével kívánják megsegíteni. Voltaképpen azt a mikroökonómiai, illetve *vállalat-gazdaságtani szemléletet* tükrözik, amelynek alkalmazása egy-egy vállalat, vagyis a vállalati egyedek részéről még ésszerű is, de makroökonómiai, sőt a vállalatok összessége szempontjából már megkérdőjelezhető. A bérköltségeknek és bérekre rakódó közterheknek az a csökkenése ugyanis, amely az egyes vállalat számára kétségkívül kedvező, a vállalatok összessége számára nagyon is ked-

vezőtlen lehet. Amennyiben a bérek nemzetgazdasági szinten (legalábbis a hazai piacra termelő és szolgáltató vállalatok esetében) a legfőbb vásárlóerőt jelentik, vagyis csökkenésük rontja az értékesítési lehetőségeket, és amennyiben a vállalati közterhek enyhítése korlátozza az állam infrastruktúra-fejlesztő, közoktatási, közegészségügyi, közbiztonsági és egyéb kiadásait, ezáltal közvetve növelve a vállalatok kapcsolatos költségeit.

A válságvitákban résztvevő közgazdászok és gazdaságpolitikai tanácsadók némelyike úgy beszél a gazdasági egyensúly helyreállításának, a költségvetési deficit csökkentésének, illetve növelése elkerülésének, a monetáris egyensúly biztosításának, a nemzeti valuta védelmének, a munkahelyek megőrzésének, a feketegazdaság visszaszorításának, a lakosság adózási fegyelme javításának stb. (kétségtelen) szükségességéről, vagy éppen a társadalom nagyobb áldozatvállalásának (nem kevésbé kétségtelen) elkerülhetetlenségéről, mintha a nemzetgazdaság valamiféle homogén egység lenne. Mintha társadalmunkban nem alakult volna ki az elmúlt két évtizedben elképesztően gyorsan és minden szempontból indokolhatatlanul hatalmas jövedelmi különbségek. Így azután kevésbé esik szó (legfeljebb üres jelszavak formájában) arról, hogy a költségvetési kiadások mely tételeit indokolt, és melyeket nem szabadna csökkenteni, a nemzetgazdaság mely ágazatait és mely munkahelyeket érdemes megőrizni, a társadalom mely rétegeinek terhét indokolt növelni, jövedelmét és fogyasztását (progresszív, nem pedig egykulcsos) adózással csökkenteni.

Még kevésbé esik szó a válságvitákon arról a luxusfogyasztásra és felelőtlen hitelfelvételre ösztönző *demonstrációs hatásról*, amelynek következményeire egyébként már régóta felhívta a figyelmet a latin-amerikai közgazdász-

ságtan, és amely már a rendszerváltás előtt egyik fő oka volt hazánk eladósodásának és a gazdaság növekvő egyensúlytalanságának. De nemigen hallani olyan gazdaságpolitikai, főként adózási (vagyis nem adminisztratív) intézkedések tervéről sem, amelyek a pazarló luxusfogyasztás megfékezését, és az arra, illetve általában a hivalkodási hajlamra ösztönző üzleti reklámok visszaszorítását céloznák. (Félő, hogy az általános ingatlanadó vagy vagyjonadó bevezetése is inkább a középrétegek terhét növeli majd, nem pedig a hivalkodóan költekező dúsgazdagok arányos közteherviselését eredményezi – nem is szólva a jövedelmek elköltésének módjára és a vagyonok külföldre mentésére gyakorolt hatásáról.)

Néha az is meglepő, bár feltehetően ugyan csak a vonatkozó elméletnek és logikájának hiányos ismeretével magyarázható, amikor a *neoliberális monetarista* megközelítést alkalmazók, a gazdaság monetáris egyensúlyára koncentrálók kizárólag a pénzkínálat vagy a költségvetési kiadások csökkentésével vélik az egyensúly helyreállítását elérni, vagy amikor a kamatpolitikát tekintik csodaszernek még akár a nemzeti valuta megvédése céljából is. A modern monetarista elmélet ugyanis nem mellőzi, nem becüli le a reálfolyamatok szerepét, és így a pénz iránti kereslet felzárkózásában a gazdasági növekedés fontosságát sem a monetáris egyensúly szempontjából.

Megjegyzendő, hogy az a restriktív gazdaságpolitika, amelyet a *neoliberális monetarista* koncepció égisze alatt alkalmaztak az USA-ban, majd más fejlett országokban az 1970-es évtizedek második felétől kezdve, valójában sohasem felelt meg a monetarista iskola elveinek és logikájának. Hiszen a „kemény költségvetési korlát” csak a gazdaság polgári szektora és a munkavállalói réteg bérezése irányában érvényesült, de korántsem a hadi-

ipar, a nagy bankok és a munkaadói jövedelmek irányában. Ráadásul nem korlátozta (sőt, inkább serkentette) a kereskedelmi bankok felelőtlen hitelezési politikáját, a fedezet nélküli hiteltermelésnek és a fogyasztókat kölcsönök, áruhitelk felelőtlen felvételére ösztönző propaganda gyakorlatát, ezáltal egyenesen előkészítve a jelenlegi globális válsághoz vezető jelzaloghiteli, pénzügyi és fizetési zavarok, krachok kialakulását.

Az előbbieken szórványosan említett leegyszerűsítések persze kevésbé tűnhetnek meglepőnek, ha figyelembe vesszük nemcsak a politikai megosztottság hatását, hanem a hazai oktatásban is a főként amerikai standard tankönyvekből áradó, implicite ideologikus, sőt, nagymértékben apologetikus szemléletmódnak és tételeknek a meghonosodását és terjedését. (Szentés, 2008)

Az egyetemi, főként amerikai standard tankönyvekből átvett tananyagokban, így az alapozó közgazdaságtani és gazdálkodástudományi tárgyak oktatásában a kellemetlen tényeket és az azokról szóló bíráló nézeteket elhallgató, félrevezető és *explicit* vagy *implicit* apologetikus megállapítások ma már meglehetősen „természetesnek” és megszokottnak tűnnek. Olyannyira, hogy már szinte az válik gyanússá, és minősülhet jobbik esetben csak „szakszerűséget” és a modern matematikai modellekben megnyilvánuló „egzaktságot” lebecsülő maradi szemléletűnek, rosszabbik esetben netán valamilyen ultrabaloldali vagy nacionalista ideológia hívének, aki azokat megkérdőjelezi és bírálja. A mai standard tankönyvek *történelmietlen és a valóságtól elvonatkoztató szemlélete*, elméleti tételeiknek és matematikai modelljeiknek gyakran még logikai gyakorlatként is kétséges értéke és használhatósága már fel sem tűnik, még a legfelkészültebb oktatóknak sem. Ennek

bizonyára az az oka, hogy amíg annak idején a marxista-leninista ideológia meglehetősen primitív és a „szocializmus” valóságával összevetve nyilvánvalóan apologetikus volt, addig ezúttal egy igen szofisztikus, kifinomult és a matematikai egzaktság látszatát keltő ideológia húzódik meg a szóban forgó tankönyvirodalomban. A „nemzetközi színvonalhoz való igazodásra” hivatkozás mellett a kritikai szemlélet ellenében gyakori érvként hangzik el az, hogy „az megzavarná a hallgatókat a tudás megszerzésében”.

A globális válság valódi természete és okai

A válság-viták menetében és nemcsak a közvélemény, hanem a szakma szemében is – a parciális válságjelenségekre és hatásokra koncentráció nyomán – többnyire elsikkad, elhomályosul az a tény, hogy a világgazdaság globális válsága miként függ össze a nemzetközi fejlődés-szakadékkal,⁹ az egyenlőtlen partnerek közötti, nem szimmetrikus (a nemzetközi áruforgalom és tőkeáramlások, munkamegosztási és adós–hitelezői viszonyok stb. révén kialakult) interdependenciák elmélyülésével, vagyis a világgazdaság strukturális egyenlőtlenységével és egyensúlytalanságával. Még inkább figyelmen kívül marad az, hogy ma valójában nemcsak a világgazdaság, hanem az *egész emberi társadalom* és annak mai (nagymértékben eltorzult) *kultúrája, életvitele, szemléletmódja, magatartása és erkölce van*

⁹ *László Ervin* írja (2008, 59–60.): „A globális szintű gazdasági növekedés tovább folytatódik, azonban egyre kevesebb ember látja hasznát. Százmilliók élnek nagyon jó anyagi körülmények között, viszont ezermilliók tengődnek nyomorbetegségben és városi gettóban. [...] A javak jelenlegi elosztása a szegények és a legszegényebbek túlélését fenyegeti. És ez a fenyegetés nem a földi fizikai és biológiai szükségletek szűkösségének, hanem az őket elosztó gazdasági rendszer tökéletlen működésének a számlájára írható.”

válságban. Következésképpen figyelmen kívül marad az is, hogy a megismétlődő ilyen-olyan parciális válságoknak és azok globalizálódásának ma már mindinkább ez a széles és átfogó értelemben vett globális válság adja a talaját, általános hátterét.

Ezt a válságot a tőke (önmagában véve természetes) logikája és igényei szerint működő piacgazdaságnak és a piac saját kompetenciáján, természetes funkcióin túlmenő kiterjedésének társadalmi hatásai idézik elő. *A piac működésének, törvényeinek, követelményeinek és hatásainak ez a túlterjeszkedése* nemcsak azt jelenti, hogy a gazdasági tevékenységnek nem a valós emberi szükségletek kielégítése, hanem a profitszerzés a célja, hanem azt is, hogy *minden* (a kultúra, a sport, a tudomány, sőt az erkölcs és maga az emberi test is) a piac törvényeinek rendelődik alá.

A munkaerő áruvá válása a tőkés piacgazdaság természetes jelensége és kritériuma. A kommodifikáció, vagyis az áruvá tétel azonban ma már olyan messzire terjed, hogy nemcsak sok, testét (a megélhetésért vagy a meggazdagodásért) áruba bocsátó szerencsétlen sorsú nő prostituálódik, hanem bizonyos értelemben prostituáltakká válnak egyre többen a tisztességes és társadalmilag nagyra becsült foglalkozásúak körében is. Miként a reklámokat terjesztő és alantas ízléseket kiszolgáló színész, az olcsó szórakoztatásra szakosodó, egyébként tehetséges zeneművész, a más klubok és országok felé kiejárlott sportoló, sőt a minél több tandíjfizető diák, illetve egyetemi hallgató megszerzése és megtartása érdekében a tanulmányi követelményeket csökkentő oktató, a gyógyszergyárak és kereskedelmi cégek juttatásait leső patikus, a saját tudományos kutatását jól fizetett szakértői szerepért vagy igazgatósági, felügyelő bizottsági stb. tagságért feláldozó tudós is. Megen-

gedhetetlen túlzás lenne persze általánosítani, hiszen a többség talán még ellenáll a kísértésnek. De már önmagában véve is riasztó tünet, ha *a pénzért megvásárolható magatartás* – még ha akár csak szórványosan is – olyan foglalkozásoknál jelenik meg, amelyeknél a szakmai önérzet és erkölcsi tartás volt hagyományosan a jellemző.

Ma már mindennek megvan a piaca, és így az ára is, miközben eltűnik a valódi érték. Kialakul az emberi testrészek piaca is, és a transzplantációs technika fejlődésével azok kereskedelme. Egyre több embernek a nyereszkeedés, a bármilyen áron és módon, mások és a közösség kárára megszerezhető vagyon és annak növelése válik legfőbb életcéljává.

László Ervin (2008) a *terjeszkedő fejlődés* fogalmával írja le a piac túlbujánzó jelenségét, és az abból fakadó emberi, illetve vállalati magatartást. A terjeszkedő fejlődés céljait röviden a „legyőzés, leigázás, fogyasztás” céljában határozza meg, és ez utóbbit szolgáló eszközök, módszerek között kiemeli „az emberek igényeit fokozó, mesterségesen felkeltő és a fogyasztási szokásokat megváltoztató módszereknek”, a *propagandának* és a *reklámnak* a technikáit, illetve „a termékek gyártói és a szolgáltatásokat kínáló akaratának a vásárlókra és az ügyfelekre való ráeröltetését”. (László, 2008, 68–69.)

Az emberi közösségben – noha annak születésekor a primitív törzsi társadalmakon belül még természetes volt a szolidaritás és együttműködés, igaz, a Természet mostoha körülményei és a technika fejletlensége által kikényszerítve – ma a *verseny*, sőt, a *bellum omnia contra omnes* vált általános követelménnyé, és a „*versenyképesség*” javítása vagy megőrzése címén indokoltan lehet megtagadni a szociális szempontok érvényesítését, és drasztikusan lefaragni a szociális kiadásokat.

Mindez persze összefügg annak a globalizációs folyamatnak a kiszélesedésével és felgyorsulásával, amelynek – bár nem szükségszerű – továbbra is a profitszerzés célja, és a hatalomvágy által megszabott követelményeket, vagyis egy zéró összegű játék szabályait általánosítja. Hiszen az az ország, ha még lenne is ilyen, amelyik nem óhajt igazodni a fennálló világrend szóban forgó törvényeihez, eleve lemarad abban a versenyben és „fejlődési” folyamatban, amelynek iránya, tartalma és értékrendje nagyon is megkérdőjelezhető.

A profitszerzésre, *meggazdagodásra irányuló hajszára és a hatalomvágy* olyan tevékenységek fenntartását, sőt kiterjesztését sugallja, amelyek mindinkább *veszélyeztetik a Föld ökológiai egyensúlyát. A fejlődés fenntarthatóságának követelménye* – még ha csak, és tévesen leegyszerűsítve pusztán ökológiai értelemben fogjuk is fel azt – maga is világméretű társadalmi összefogást, szolidaritást és együttműködést, valamint a gazdasági folyamatok szabályozását tételezi fel.

A továbbra is folyó, s újabb lendületet kapó *fegyverkezés* és militarizálódás, amely mindinkább csak az üzleti érdekek által gerjesztett vagy fokozott konfliktusokból busás hasznot szerző fegyvergyártók és fegyverterjesztők érdekeihez igazodik, mindinkább az emberi társadalom egészét veszélyezteti, valamennyi tagjának biztonságát ássa alá. A *globalizálódó terrorizmus* valódi táptalaja a társadalmi és nemzetközi egyenlőtlenségek elmélyülése, és egyes népek, népcsoportok vagy társadalmi rétegek reménytelen helyzetbe sodródása. Ezért nem lehet eredményes ellenszere a katonai erőszak. Erőszak ugyanis csak újabb erőszakot szül.

De lehet-e csodálkozni az *erőszak kultuszának* terjedésén, ha azt nap mint nap népszerűsíti a média, ha az árad a televízió csatornáin

át, az interneten, a filmek zöméből stb.?! Ma már szinte csak az okoz még meglepetést (de már az is egyre kevésbé) a közvéleményben, ha az erőszak az iskolákra, sőt az óvodákra és bölcsődékre is kiterjed. A családon belüli erőszak már szinte közhelyszámba megy.

Csodálkozhatunk-e a mások megértésének és a toleranciának hiányán, amikor az erőszakos, *önző individualizmus*, a mindenáron sikerre törekvő, másokon átgázoló egyén magatartása válik követendő példává a filmek, tévéműsorok, képes lapok és bulvárújságok világában?!

És csodálkozhatunk-e az *erkölcsi lealacsonyodás, a szellemi és kulturális degradálódás, a nyelvi és viselkedési eldurvulás* tömegessé váló jelenségein, ha a televízió képernyőjén és a színes újságokban az izléstelen pornográfia, az „altesti” humor, a „celebek” magánélete és hálózobatitkainak kitergetése, kulturálatlan viselkedése, vagy éppen emésztési zavarainak megnyilvánulása kap előkelő helyet? Ha a kulturális értékrend helyett a „nézettségi index” határozza meg a műsorpolitikát? Ha a tájékoztatás, művelődés és színvonalas szórakoztatás rovására ostoba reklámok veszik el a műsoridő egy részét és a néző, illetve hallgató kedvét; ha jobb sorsra érdemes színészek és más művészek adják el magukat reklámszerepekért, és ha művészi produkciók helyett a „villában” vagy a dzsungelben együttélésre készített személyek intim ügyeivel vagy (jobbik esetben) „vacsoracsatákkal” hülyítik a nézőt? Vagy ha a női szépség és a természetes erotika az üzleti reklámok mindennapi eszközévé lesz, míg a testi és lelki aberráció válik a médiában népszerűvé, sőt hivatkozottá, és ha már a színpadi előadásokon és a közszolgálati televízió és rádió műsoraiban is szinte általánossá kezd válni a „nyomdafestéket nem tűrő” szavak használata stb.?!

Vagy csodálkozhatunk-e a mai válság kirobbanásában szerepet játszó *felelőtlen hitel-felvételek*; olyan hitelek tömeges felvételén, amelyek visszafizethetősége bizonytalan alapokra, megfelelő fedezet hiányára épült, amikor a bankok és kereskedelmi vállalatok reklámhadjáratai ösztönöztek (és ösztönöznek) arra, és amikor az „újjgazdagok” hivalkodási hajlama nemcsak saját luxuskiadásaiuk növelésére készíti őket, hanem a kevésbé gazdagokat is utánzásukra ösztönzi? Minél több a szegény, a munkanélküli, a hajléktalan és más hátrányos helyzetű, annál nagyobb luxust, fényűző villákat, lakásokat, drága autókat, ékszereket, „wellness”-utazásokat stb. népszerűsítnek a tévécsatornák, és annál inkább terjed még a szerény jövedelmű családok körében is az ünnepek és ünneplések kapcsán az ésszerűtlen ajándékdömping?

Miért nem esik szó a szakmai vitákon vagy a tankönyvekben arról, hogy számos család, vállalat és ország *eladósodása* vagy az állam költségvetési deficitje miként függ össze a már említett demonstrációs hatással, amely a leggazdagabbak fogyasztási szokásainak és életmódjának, hivalkodási hajlamának bemutatásával és népszerűsítésével másokat is utánzásra készíti? Nem lenne ideje végre komolyan venni a *hivalkodási hajlamot*, annak a médiában való népszerűsítését és tömeghatalmát, vagyis korlátozására tenni is valamit?

A valaha oly nagyon kívánt *szólás- és gyülekezési szabadságnak* éppúgy, mint a *munkás szolidaritásnak* és a *hazafiságnak* az eszméje az azzal visszaélők tevékenysége nyomán egyre inkább üres vagy éppen kétes értékű jelszóvá degradálódik, amelyre hivatkozva meg lehet sértetni a többség szabadságjogait, a dolgozók többségének érdekeit, illetve más nemzetek vagy más nemzetiségű kisebbségek érzelmeit. A liberalizmus eszméjét nagyrészt maguk a

liberális pártpolitikusok járatják le. Egyes szocialista, szociáldemokrata pártpolitikusok antiszociális gazdaságpolitikai intézkedések „csomagjait” vezetik be, vagy támogatják. A nemzeti érdekekre hivatkozó jobboldali pártok egyes vezetői nacionalista demagógiával szélsőséges, idegengyűlöletet keltő és államközi konfliktusokat okozó erők számára teremtenek táptalajt. Keresztény pártok vezetői, egyházi és más vallási vezetők között többen is csak szavakban hirdetik békét, erkölcsöt, a más hitűek iránti türelmet, megbékélést, sőt szeretetet, miközben a gyűlölködőket, gyűlöletkeltőket támogatják, erkölcstelenséget takargatnak, vagy hagynak szó nélkül, és (kimondva vagy kimondatlanul) saját oldalról a „szent háborút” is jogosnak hiszik.

De ha csalódunk is a liberálisokban, főként pedig az ultraliberális politikusokban, azért még nem kell csalódnunk a *liberalizmus eszméjében*! Ha csalódunk is a szocialistákban, főként pedig csalódtunk a magát „szocialista rendszernek” nevező diktatúrában, azért még nem kell csalódnunk a *szocializmus eszméjében*! Ha csalódunk a nacionalistákban, főként idegengyűlöletet szító demagógiájukban, még semmi esetre sem kell csalódnunk a *hazafiság eszméjében*. És ha csalódunk az egyházakban, azok papjaiban, főként pedig a képviselő vallásosságban, azért még semmi esetre sem indokolt, hogy csalódjunk *Istenben* (bármilyen néven nevezzük is, és bármilyen, nevetségesen irreális emberi, sőt férfiúi alakzatban képzeljük is el a csodálatos világegyetemet megteremtőjét)!

Cselekvési lehetőségek és gyakorlati teendők az időszakos és részleges gazdasági világválságok esetében

A jelenlegi globális válság leküzdésére és újabb globális válságok elkerülésére tartósan ígér-

kező megoldást nemzetgazdasági keretek között, sőt egy ország egész társadalmának (nemcsak gazdaságának) viszonyai között eleve *nem* lehet találni, tekintettel a globális interdependenciák és kölcsönhatások valóságára.

A gazdaságpolitikának viszont nagy a felelőssége a válság kedvezőtlen társadalmi hatásainak, főként a lakosság szegényebb rétegét és a munkanélkülivé válókat sújtó következményeinek és politikai kockázatának a mérséklésében, nem utolsósorban a közterhek és közös áldozatok – amennyire csak lehet – igazságos elosztását illetően. Ez egyebek között olyan adópolitikát kívánna, amely – szöveg ellentétben a gyakorta javasolt egykulcsos adóztatással, sőt még a jelenlegi, inkább csak adminisztratív többletmunkát okozó és csak a viszonylag jobban keresőket terhelő különadó alkalmazásán is túlmenően – még több és magasabb adókulccsal biztosíthatná az előbbiekéhez képest is óriási jövedelmeket élvező gazdagok arányos közteherviselését, növelné a költségvetési bevételeket és egyszerűen korlátozóan hatna a hivalkodási hajlamra és az importigényes luxuskiadásokra.

A terheket elosztó és „fájdalomcsillapító” tüneti kezelésen túlmenően sokat lehet és kell is tenni a globális válság remélt megszüntése után várható konjunkturális fellendüléssel nyíló *új lehetőségekre való felkészülésben*, illetve a felkészítésben.

Mindezek felül lehet és kell is tenni a széles értelemben vett, vagyis nemcsak a gazdaságban, hanem a társadalom más szféráiban is megmutatkozó, illetve gyökerező válság országon belüli megnyilvánulásainak csökkentésére is, amivel még akár példát is mutathatunk más országoknak.

A globális gazdasági válságot követő várható fejlemények még inkább felértékelik a

tudást, a kreativitást, a konvertálható elméleti és módszertani ismereteket, a munkaerő fizikai és szellemi minőségét, fegyelmeztségét, munkakultúráját, nyelvtudását stb., és nem utolsósorban a szellemi tőke fejlesztésében és az oktatás színvonalának javításában, valamint a hazai technológiai szint emelésében meghatározó szerepet játszó tudományos kutatási és fejlesztési kapacitásokat. Ezért minden korábbinál nagyobb figyelmet és forrásokat kell biztosítani a *közegészségügy, közoktatás, művelődés és a tudományos kutatások* fejlesztésére.

Ez azonban nemcsak nagyobb figyelmet és forrásokat kíván, hanem céltudatos fejlesztéspolitikát, *szerkezeti változásokat a gazdaságban és főként szellemi és erkölcsi megújulást, valóság-hű ismeretanyagokat, valódi kulturális értékek terjesztését, és persze tehetséggondozást az egyenlőtlen esélyek csökkentése, kompenzálása mellett.*

A jelenlegi pénzügyi, illetve gazdasági válságon minden bizonnyal hamarosan túljut a világ, és remélhetőleg előbb-utóbb hazánk is. De vajon ez már megnyugtathat minket, ha az azt előidéző alapvető okok, vagyis a növekvő társadalmi és nemzetközi egyenlőtlenségek, valamint a természetet és más embereket, népeket megkárosító, az együttélés és együttműködés szabályait sértő magatartásformák megmaradnak?

Miért csak azért aggódnak sokan, különösen ellenzéki politikusok külföldön és nálunk egyaránt, hogy a jelenlegi válságkezelés okán milyen új államadóságok képződnek, és azok majd mennyire terhelik a jövő generációit? Miért nem azért, illetve azért is, hogy ha az emberi társadalom globális válságának talaját illetően minden marad a régiben, akkor a jövő oly nagyon féltett generációi hogyan élnek majd (ha egyáltalán)?

Vagyis nemcsak a gazdasági válság kezelésére, illetve következményeinek enyhítésére van szükség, hanem – miként világszerte – a széles értelemben vett társadalmi válság megoldására, új alternatívák keresésére is!

A világtársadalom globális válságának megoldásához szükséges változásokról mint valódi alternatívákról – még ha azok utópisztikusnak tűnhetnek is

A válság globális jellegét, eredetét és hatásait, valamint nemcsak a világgazdaság egyenlőtlen viszonyaival, hanem az egész emberiség mai kultúrájában, életvitelében, szemléletmódjában, magatartásában, erkölcsében, az emberek egymáshoz és a természethez való viszonyában és intézményeiben is meglévő anomáliákkal való összefüggését figyelembe véve nyilvánvalónak tűnik, hogy a világtársadalom számára sorsdöntő kérdéssé vált a megoldás, vagyis egy valódi és lehetséges alternatíva.

Aligha kétséges, hogy a jövőben egy, a tőke által uralt piacgazdaság és a piac által uralt társadalom rendszere helyett és az állam diktatorikus uralmát megvalósító militarizált rendszer ellenében is valamilyen *harmadik rendszer*¹⁰ jelentheti a valódi alternatívát, amelyben nem a piac, nem is az

állam, hanem a mindkettőt ellenőrzése alatt tartó civil társadalom globális rendszere jön létre. Egy olyan világregend, amelyben az erőforrások és jövedelmek rendszeres és megfelelő (nem a segélyezés mesterséges eszközével, hanem belső és nemzetközi adóztatással, „kohéziós” és „strukturális alapok” képzése és felhasználása révén, valamint célirányos beruházási ösztönzőkkel való) újraelosztása biztosíthatja a fejlődés minden ember és minden nép számára megnyíló lehetőségét és fenntarthatóságát, valamint annak a *valóságos emberi szükségletek* kielégítésére irányultságát.¹¹ Egy olyan világregend, amely a világtársadalom egészének (ma még nem létező) *demokratikus képviselőjére*, a világ valamennyi polgárának saját érdekei kifejezésében, képviselésében és az őt is érintő ügyekre vonatkozó döntéshozatalban való részvételi lehetőségét, vagyis a világ civil társadalmi országhatárokat keresztező önszerveződésének és szervezetei valóságos globális intézményekben való arányos képviselését is biztosítja. Egy olyan világregend, amely gondoskodik a természet és az annak részét képező emberi faj közötti viszony alapvető megváltozásáról, a *természeti környezet* megővésétől és az ökológiai egyensúly helyreállításáról.

Merchant: Citizen fejezte ki. (Nerfin, 1987, 170–195.) E szerint egy olyan rendszer kifejlesztése a cél, sőt az egyetlen bízható alternatíva, amelyben sem nem az állam, sem nem a piac játssza a domináns szerepet, hanem a citoyenek, az öntudatos polgárok közössége, vagyis a civil társadalom. Ez a gondolat ma idősebb, mint valaha, és nemcsak nemzeti, hanem globális vonatkozásban is.

¹¹ Az *ILO* 1975-ben rendezett Foglalkoztatási Világkonferenciájának egyik ajánlása volt a *basic needs oriented development*, vagyis az alapvető szükségletekre irányuló fejlődés minden országban megvalósítandó célkitűzése, amely a luxuscikkek, tömegpusztító fegyverek, egészséget károsító termékek, kábítószerek stb. termelésének és forgalmazásának a visszaszorítását kívánja jelenteni.

A dilemma persze az, hogy *miként, milyen úton és elvek alapján* lehetséges a fennálló rendszert globális szinten, vagyis mint világregend békés és demokratikus módon egy valóban új („harmadik”) rendszerre átalakítani.

A mai viszonyok és körülmények között azonban a távolabbi jövőre vonatkozó elképzelések és a különféle ideológiai koncepciók helyett bizonyára helyesebb és *idősebb* azon az úton keresni (legalábbis egyelőre) az alternatívát, amely figyelembe vesz néhány, bár csak korlátozottan és tökéletlenül, sőt részben csak átmenetileg megvalósult kezdeményezést, illetve példát. Ilyen a fejlett tőkés országokon belül a második világháború után létrehozott *„szociális piacgazdaság”* és *jóléti rendszer*, még ha azt az utóbbi évtizedekben alapjaiban kezdte is ki a felgyorsult globalizáció. De ilyen a *demokratizálódás folyamata* jó néhány, korábban diktatorikus berendezkedésű országban, és főként ilyen a *civil szervezetek világszerte növekvő aktivitása* is.

Ahhoz persze, hogy e korlátozott értékű és korlátozottan érvényesülő példák *világszinten* is követhetők legyenek, és kibontakozhasson a világtársadalomnak egy új, békés és demokratikus rendje, szükség van az államközi megállapodások és a nemzetközi szervezetek, valamint multilaterális intézmények továbbfejlesztésére, továbbá a civil társadalom globális szerveződéseinek kibontakozására, terjedésére és teljes jogú aktív fellépésére a nemzetközi szervezetekben is. Nélkülözhetetlen továbbá a társadalmakon belüli és nemzetközi, illetve államközi együttműködés, érdekegyeztetés, kompromisszumkeresés és közös cselekvés gyakorlatának továbbfejlesztése, de szükség van a nemzetközi intézmények és az egyes kormányzatok, valamint és különösen a civil szervezetek részéről az er-

kölcsi és szellemi megújulást serkentő és támogató hatékony intézkedésekre, illetve fellépésre, valamint és ezzel is összefüggésben egy „új felvilágosodásra” és egy általános erkölcsi megújulásra is.

Olyan intézkedésekre is szükség lenne (az egyes államok és a nemzetközi intézmények részéről is), amelyek gátat szabnak a természeti környezet szennyezésének, a szabadságjogokkal való visszaéléseknek, a mások ellen gyűlöletet szító bármilyen megnyilatkozásoknak, továbbá gazdasági, és ha kell, jogi eszközöket is alkalmazva korlátozzák a kommunikáció és informatika világában, a médiában, tévéadásokban, filmekben és újságokban az erőszak kultusza és a pornográfia terjesztését, valamint a luxuskiadásokra, felelőtlen hitel felvételekre ösztönző üzleti propagandát.

Az *„új felvilágosodásnak”* nemcsak a tudományt kell megszabadítania az ideológiáktól, a csak korlátozottan érvényes tételek örökérvényű hittételekként kezelésétől és politikai érdekekhez igazításától, hanem a vallásokat, illetve a vallási hitet is a politika befolyásától és politikai célokra való manipulált felhasználásától. Különösen attól, hogy miközben az emberek és népek közötti békét, szeretetet hirdetik és az emberi viszonyok jobbítására törekednek, fel lehessen használni bármelyiket is a gyűlölködés, a pártpolitikai csatározások, a nacionalista ideggyűlölet és háborúskodás szítására, terrorcselekmények és bosszúhadjáratok igazolására.

Az emberiség szükségessé vált *erkölcsi megújulásának* lényegét *László Ervin* professzor így fogalmazta meg: „El kell hagyni a mostani értékeket, és teljes mértékben a fenntarthatóság felé kell fordulni.” Ez azt is jelenti, hogy az elmúlt korszakok *„logoszra* alapozott civilizációit”, különösen pedig „a civilizáció jelenleg uralkodó formájának

alapját képező rövid távú racionalitás” rendszerét fel kell váltani „a *holosz* teljességen és egységen alapuló civilizációjával”. Vagyis el kell jutni „a *logoszból*, a mai gazdaságilag, politikailag és kulturálisan széttöredezt civilizációból egy szolidaritásra meg nemzettek és kultúrák közti együttélésre és együttműködésre törekvő globális civilizációba, a *holoszba*.” (Lásd Fenntartható fejlődés konferencia, 2008, 12.; László, 2008, 105., 55.)

Ezt talán csak azzal lehetne még kiegészíteni, hogy a „*logosz*” érvényesülése ma már mindinkább lehetetlenné vagy legalábbis korlátozottá válik azokban a korábban még viszonylag autonóm egységekben is, mint amilyenek az egyes országok, azok társadalma, nemzetgazdasága, állama, vagy azokon belül az egyes rétegek, vállalatok és intézmények. A globalizálódás ugyanis nemcsak „külső” hatásoknak teszi ki az ilyen egységeket, amint ezt a jelenlegi válság jól példázza, hanem belülről is bomlasztja (hogy közben a jelenben, illetve a jövőben világszinten alkossunk új, integrált egységeket). A gazdasági, társadalmi, sőt kulturális és morális dezintegráció jelensége, amely korábban csak a gyengénfejlett, ún. fejlődő országok sajátossága volt, az utóbbi évtizedekben a fejlettebb országokra is jellemzővé vált, ami önmagában véve is korlátozza az adott (persze korábban sem homogén) egységen belül az ésszerűnek tartott társadalmi, gazdasági, jogi, kulturális és erkölcsi normák betartását, illetve megőrzését. A „*holosz*” ezért ebből a szempontból is kívánatos, sőt parancsolóan szükséges az emberiség fennmaradása és a fejlődés fenntarthatósága céljából. Az „új felvilágosodás” és erkölcsi megújulás is csak a „*holosz*”, az egész emberi társadalom együttes törekvéseként, az államok és civil szervezetek közös, összehangolt fellépésével telje-

sedhet ki. A globalizáció is csak így nyerhet új arculatot.

Az *erkölcsi megújulás*, egy új kultúra, a „planetáris erkölcs” kifejlődése érdekében sokat, nagyon is sokat lehet és kell is tenni. Mégpedig nemcsak a kormányzatoknak, hanem a politika, a gazdaság, a tudomány, a kultúra és a média minden szereplőjének, főként az oktatóknak, nevelőknek, szülőknak, sőt, mindenkinek, valamennyiünknek. Mindekenelőtt azért, hogy ne a piac, ne az üzleti szempont, ne az öldöklő verseny és a pénz utáni hajsza határozza meg az emberi viszonyokat, és az országok, nemzetek, államok viszonyát se a hatalmi törekvés, a legyőzés vagy revans szándéka, sőt ne is a „versenyképesség” szempontja.

Összefoglaló

A jelenlegi válsággal és az abból kivezető utakkal foglalkozó vitákban megnyilvánuló leegyszerűsítő nézetek és egyoldalú szemlélet miatt nemigen derül fény a csak globalizálódó pénzpiaci válságok és az eleve globális jellegű világgazdasági válság, valamint a piac túlterjeszkedéséből, dominanciájából fakadó társadalmi, erkölcsi és szellemi válság közötti különbségre és összefüggésre. Hibás az a leegyszerűsítő feltevés is, hogy a nemzetgazdaságnak a globalizálódás nyomán bekövetkezett általános válságát restriktív, jövedelemcsökkentő intézkedésekkel kezelni lehet. Ezekkel legfeljebb a költségvetési deficit és az infláció tartható kordában, de egy általános gazdasági válságból még soha és sehol nem sikerült ilyen eszközökkel kijutni. A bérből és nyugdíjból élő tömegek jövedelmének csökkentése ugyanis a fizetőképes kereslet visszaesését okozza, ami még tovább rontja a hazai piacra termelő vállalatok jövedelmezőségét, sőt a költségvetési bevételek alakulását is.

Kulcsszavak: *holisztikus szemlélet, nemzetközi fejlődés-szakadék, gazdasági és társadalmi egyensúly, szociális piacgazdaság, keynesiánus*

gazdaságpolitika, neoliberais monetarizmus, a piac túlterjeszkedése, „új felvilágosodás”, erkölcsi megújulás

IRODALOM

- Fenntartható fejlődés konferencia. Piac & Profit. 2008. dec., 12.
 Kondratieff, Nikolai Dmitriyevich (1979 repr.): The Long Waves of Economic Life. Review. II, 4, New York
 Krugman, Paul R. – Obstfeld, Maurice (1991): *International Economics. Theory and Policy*. Harper Collins Publishers, New York
 Kuznets, Simon (1930): *Secular Movements in Production and Prices*. Houghton-Mifflin, New York
 László Ervin (2008): *Világváltság. A változás harmonikus útja*. Nyitott Könyvműhely, Budapest, 59–60.
 Nerfin, Marc (1987): Neither Prince, Nor Merchant: Citizen – An Introduction to the Third System. Development Dialogue. 1, 170–195.

- Rao, Vijayendra Kasturi Ranga Varadaraja (1964): *Essays in Economic Development*. Asia Publishing House, New Delhi
 Szelényi Iván (2009): Borongós. 168 óra. Közéleti hetilap. 2009. jan. 8., XXI, 1–2, 37.
 Szentés Tamás (1986): The Concept of the New International Economic Order: A Decade After. World Bulletin. II, 5–6. Sept.–Dec., Philippines. 17–44.
 Szentés Tamás (1995): *A világgazdaságtan elméleti és módszertani alapjai*. Aula, Budapest
 Szentés Tamás (2008): „A társadalomtudomány és az oktatás néhány kérdése”. In: Blahó, A, (szerk.): *Külgazdaság, stratégia, integráció*. BCE, Budapest. 195–213.



VÁLSÁG ÉS RENDSZERTUDOMÁNY

Vámos Tibor

az MTA rendes tagja
vamos@sztki.hu

A társadalmak és gazdaságaik időben változó, nemlineáris viselkedésű, szakaszosan folytonos, sokváltozós és számos különböző bizonytalanság által is befolyásolt rendszerek, azaz a dinamikus rendszerek igen általános modelljeivel képezhetők le.

Ez a jellemzés a rendszertudományokkal foglalkozók számára köznapi igazság, ám a folyamatok ilyen szemlélete korántsem általános. Ennek kettős oka lehet; az egyik a leírás mögött húzódó bonyolultság, az összetettségnek, a nemlinearitásoknak, az időben változó viselkedésnek és a bizonytalanságoknak a modellproblémája, ezek mérési és értékelési módszereinek súlyos nehézségei. A másik ok a modellezés ideologikus befolyásoltsága. Ez a kívülről és belülről, azaz az érintett szakterületeken belüli és kívüli, de egyaránt jelenlevő, spontán és befolyásolón ható ítélkezés-törekvés igyekszik könnyebben magyarázható és felhasználható modelleket alkalmazni.

Az egyszerűsített modellek viselkedése általában tükrözi a modellezési nehézségeket. Egy-egy folytonosnak tűnő szakaszban erősebb a választott modell érvénye, így nemcsak magyarázatként és dominanciaeszközként, hanem rendszerirányításra is használhatók, több-kevesebb sikerrel és több-kevesebb, a modellt cáfoló, figyelembe nem vett, elhallgatott, majd éppen ezért felerősített utókövetkezménnyel. A magyarázatok bizonytalankodásai és eltúlzott értelmezései a folytonosabb

szakaszok határpontjai idején erősödnek meg, jellegzetes példa a mai világgazdasági válság.

A dinamikus rendszerek mozgása vagy lengő (hullámzó) jellegű vagy folytonos, mint egy kúszó jelleggel közelít egy (új) állandósult állapotot. Esetünkben, a társadalmak és gazdaságok dinamikájában ez az utóbbi, kúszó haladás legfeljebb néhány, döntőnek tűnő jellemző és igen korlátos időszak esetében vélhető, hiszen valamennyi változóra igaznak kellene lennie a kölcsönhatások és azok szétkapcsolhatatlansága miatt. Ilyen ideális nyugalmi állapot pedig különböző jellegű rendszerelemek együttműködésében matematikailag bizonyíthatóan nem létezik (ld. szavazási rendszerek ellentmondásai – Arrow tétele).

A nagy rendszer – ma a globális társadalom és a világgazdaság – tehát folytonos, lengési állapotban változik. (A globalitás és az ezzel szorosan kötött világgazdaság szükségszerűsége és egész történelmünkön áthúzódó erősödése nem ennek a tanulmánynak a tárgya.) Ezek a lengések, mint minden így változó rendszer, ciklikusak. Ha a lengés nem egy összetevőjű, és jellege időben nem változatlan, akkor annak lefolyása végtelen sok ciklusból tevődik össze, amely ciklusok között – természetesen, a jelenség természetéből kifolyólag is – vannak határozottabban megkülönböztethetők, dominánsak és vannak alig érzékelhető gyengébbek. Így van ez a maga állandó eloszlásában, ha a jelenség(ek) időben válto-

zatlan(ok), ami esetünkben persze eleve kizárt. A mi valós világunkban tehát természetes, hogy az egyes ciklusok erőssége időről-időre, helyzetről-helyzetre változhat, ami egyben a ciklusidők összesítettebb hatásjellegében (a vélhető, mérhető cilusidőkben) is jelentkezik.

Az ideologikus magyarázatok kedvelői így emelnek ki egyes cikluselemeket az egész spektrumból (fél évszázados Kondratjev-, évtizedes időjárás-, nemzedékváltási-, technológia-megújulási- stb. ciklus), holott – bár mindegyiknek van értelme és értelmezése – az egyciklusú szemlélet hibás és félrevezető. Különösen erősen érezzük ezt, ha több domináns ciklus szinkronban jelentkezik, de az egyik nem magyarázata a másiknak, viszont nincs magyarázata az egész bonyolultságnak.

Itt még egy megjegyzést kell tennünk a dinamika jellegével és szükségszerűségével kapcsolatban. Ez a zaj újonnan tudomásul vett szerepe. A jelentés nélküli jelek, nyilvánvaló cél nélküli mozgások mind a zaj kategóriájába sorolhatók, és az eddigi általános álláspont ezek kapcsán a kiküszöbölés, kiszűrés volt – mint a törekvés a mikrobák nélküli létre. A velünk, bennünk élő mikroorganizmusok nélkülözhetetlensége csak némileg azelőtt derült ki, mielőtt felfigyeltek arra, hogy a zaj jellegű mozgás-jelenség világunk (a világ?) nélkülözhetetlen, vagy alig nélkülözhető, önálló szereplője. Érzí ezt az álló ember, ezért is mocorog, az ülő fészkelődik, más a közérzetünk egy csendesnek tűnő környezetben és más a valóban zajmentes, kísérleti süketszobában; természetes sötétben, vagy a fénytől tökéletesen elzárt helyen. A művészet is tudta ezt, a *vibrato* színező hatása, a festés ecsetkezelése és sok más, rejtettebb effektusa is ilyen. Kiderült, hogy az élő sejtekben is állandó a zaj jellegű mozgás, energiaátalakulás, és zaj jellegű az elemi részecskék viselke-

dése is. A zaj dinamikája mintegy létformája a nagyobb, jobban érzékelt dinamikáknak.

A gazdaság dinamikájának a zaj-talaja a piac, és ennek is különleges terepe a tőzsde. Ha ez a talaj hibernálódik, mint azt a közelmúlt társadalmi-gazdasági-ideológiai kísérletei megpróbálták erőszakolni, maga a gazdaság mozgása fagy be. A zaj persze addig lehet csak hasznos, ameddig jellege és nagysága nem zavarja az alapjelenségeket. A piac önmozgása is jó példa erre, a jelenlegi válságra – ami egy lényegében öngerjesztő túlköltekezési válság – is ez áll. Ha a zajszint felelősei, azaz a hitelélet szabályozása rendeltetésszerűen működött volna, a vállalkozás gerjesztette piaci mozgás megmaradhatott volna abban az alapjában egészséges fejlődési folyamatban, amely annyi országban emelte ésszerű mértékben az általános jólétet, és amely kifejeződik a huszadik század második felének a történelemben páratlan iramú fejlődésében.

Ezek tükrében a kérdéseink: lehetséges-e valamiféle szabályozás, és ha igen milyen; mi az önszabályozások és a külső (a folyamat körétől elváló) szabályozás összhangjának lehetősége; és vannak-e olyan mértékek, mérési módok, amelyek a szabályozások számára alkalmas vezetők?

Először is a dominánsnak érzett jelenségeket igyekszünk modellezni, kiemelve a mostani válságban fontosabbnak tartottakat. Ez a kiemelés természetesen már egy előzetes ítélet, és így ellentmondhat a bevezetőben leírt szemléletnek, de kevésbé előítélet, ha nem mint elméleti következtetés, hanem mint vizsgálandó hipotézis szerepel.

A válság, e hipotézis szerint, túlköltekezési válság. A relatív túltermelés csak következmény. Relatív a túltermelés azért, mert még mindig elég távol áll a globális igényektől, és nem a fizetőképesség az elsődleges gát, hanem

az áruk cserelhetőségének korlátai. Itt nem foglalkozunk a fogyasztás természeti korlátaival, a fenntartható fejlődés kérdésével, mivel ez a mai válságon túllépő időtávlatú probléma a hipotézis szerint nem kapcsolódik erősen a mostani válság időbeli kilátásaihoz.

A kínai fogyasztó több külföldi autót tudna venni, ha a külföld igényt tartana több kínai tömegcikkre (képes lenne vásárolni). A cserék, azaz a piacok lehetőségeit a struktúrák korlátai, különbözőségei szabják meg, infrastruktúrák, kulturális-fogyasztási struktúrák, fogyasztóképességi-jövedelmi struktúrák. A jól működő, szabad piacokon alakulnak ki az időleges korlátok, a csatlakozási felületek változói. Ez eddig közhely, jó volna, ha minden iskolásgyerek is tudná már. A csatlakozási felületek jellemzőit módosíthatja a hitel, a virtuális jövőbe vetett fogyasztói és termelői hit, továbbá annak hite, hogy e virtuális jövő hitelkormányai beváltható fedezetűek. Itt borult fel a piac egyensúlyrendje, a virtuálisban való hit piramisjátékában. A piramisjáték eszközrendszeréről, az ügyeskedő pénzügyi produktumokról, virtuális hitelpénzekről is rengeteget írtak, először éveken át nagy meledongetéssel, mint a pénzpiac zseniális találmányairól, most pedig kellően gyászos elemzéssel, írásokkal arról, mennyire átláthatók voltak a következmények, és mennyire átláthatatlanná tették e virtualitásba vetett hit valódi értékét a fondorlatos „termékek”.

A túlköltekezés eszközeivel foglalkozhatunk úgy, mint a piac zajjelenségeivel, azaz ésszerű (prudens) gazdálkodásban annak ésszerű, sőt szükséges mértékével, és az ésszerűtlen, azaz az alapjeleket, alapjelenségeket torzító mértékével. Ez a határ tehát a gazdaság prudens előretartásaival számított növekedési üteménél lehetőleg kisebb kell, hogy legyen, azaz csak a belső erőforrásokkal számított

növekedést véve alapul. A külső erőforrások hasznos igénybevétele még körültekintőbb belső haszonbecsléseket követel. Ami e józan-sági határ felett van, az a válság során és közvetlenül annak csillapodása után ledolgozandó többlet. A feladat tehát a visszatérés a költekezés egyensúlyi szintjére, vagy ez alá. Minden más mesterséges élénkítés csak kitolja a betegséget újabb, még bizonytalanabb határidőkre. Ez tűnik a legnehezebbnek, hiszen itt nemcsak a pillanatnyi fogyasztás visszafogásáról, hanem az ezt a költekezés-többletet kiszolgáló, meg nem alapozott kapacitásokról is szó van, gyártó kapacitásokról, szolgáltató rendszerekről, azaz nemcsak némi életvitel-visszafogásról, hanem foglalkoztatási- és ehhez kapcsolódó csökkentésekről, amelyek az amúgy is rossz állapotokat kegyetlenül és tartósabban érintik.

Durva becslések szerint ez a lefogyasztandó többlet általában az éves nemzeti jövedelem 5-10 %-a, azaz mindenképpen a több éves, várt növekedés ellentettje.

Itt az orvosság nem lehet a fogyasztást élénkítő hitelélet közvetlen, mesterséges élesztetése, hisz ez elsősorban a túlköltekezés csatornáiba öntene új kéjgázt. Ahol és ahogy tartalékok mozgósíthatók, azok elsősorban infrastrukturális beruházásokat és felújításokat szolgálhatnak (nálunk pl. a vasút és az információs infrastruktúra lehet a cél), azaz olyat, ami később megtérülő, lényeges foglalkoztatási lehetőséget biztosító feladat, a fogyasztást csak olyan közvetett csatornán táplálja, ami az egészséges piaci működést regenerálhatja. Ahol van tartalék... Általában, főleg nálunk nincs, s a gazdagabbaknál sem igen, hisz ők is túlfuttatták a költekezést.

Sajnos ezt csak, vagy főleg belső erőforrásokból lehet fedezni, azaz további adókból vagy inflációs mechanizmusok közvetett adó-

jából. Nálunk kicsit segíthetnek az uniós források. A nagy országok állami pénzcsoomagjai mögött előbb-utóbb a bankóprés és ezzel az inflációs adó áll, a közvetlen veszély pedig a Soros által is kifogásolt félrekezelés.

A modellezés általában valamilyen korábban feldolgozott jelenség analógiáiból indul ki. Ezeknek az analógiáknak az alapja a mindennapos fizikai tapasztalat; azok a jelenségek, amelyek gondolkodásunkat alakították, és amelyeknek a matematikai tárgyalása kiforrottabb. A mai válság alapmodellje a buborék, a túlköltekezés a felfújás, illetőleg a túlfújás, egészen a kipukkadásig. A modell világos, és jól is működik egészen a legfontosabb számítható pontig, a kipukkadás idejéig, és ezzel kapcsolatban a kritikus nyomásig. A buboréknál ezt a buborékanyag felületi feszültsége és anyagi szilárdsága határozza meg, az anyag vékonyodása a fúvás folyamánya. Esetünkben a helyzet azért bonyolultabb, mert a túlfúvás mértéke, mint a hitelállomány és a várható fejlődés viszonya még számolható is, de nem így a buborékot érő külső hatás, analógiánkban talán az indokolatlan bizalom, szerencsehít és a hiszterikus pánik pszichológiai mértéke. Ezek igen nehezen becsülhetők. A hisztériák és egyéb tömegjelenségek alapmodelljei szintén a mechanikai mozgás hasonlataiból indulnak ki, a rugalmas és rugalmatlan tárgyak ütközési, torlódási modelljeiből. Kevés és inhomogén a vizsgálati anyag ahhoz, hogy ezeknek az ütközési és lavinajelenségeknek a kritikus értékeit becsülni tudjunk, de a pszichológia és szociológia haladásától is remélhetjük, hogy legalábbis tájékoztató értékéig előbb-utóbb el lehet jutni.

A lassabb változások modelljeihez jól használhatók a gazdaságtan és az élettan klasszikus egyensúlyi modelljei (Pareto, Nash, Lotka-Volterra, Zipf stb.), és azok korszerűsítései bonyo-

lultabb viszonyokra. A változásokra az igen általános és valamennyi természettudományi megfigyelési problémánál alkalmazott modellcsalád az energia-jellegű átalakulások egyensúlyi dinamikáját leíró Newton-Lagrange-Hamilton világ, ami sejtést is sugalmaz arra, hogy az egyensúlyok látszólagos vagy valós megbomlása milyen, nem ismert jelenségeket rejt. Ezek az egyenletek már alkalmazhatók az előjelzés-változatok számításához. Egyik fizikai példánk sem számol azonban az emberi pszichés reakciók irracionálisnak tekintett, közvetlen zavarásaival. Annyi bizonytalanság súlyozza a lehetséges változatokat, hogy a modellek nemcsak hogy nem használhatók, de a bennünk való hit veszedelmes, ideologikus lehet.

Példaként a nehézségekre és a megközelítésekre két olyan nagy rendszert idézünk, amelyekben ezeknek az elveknek megfelelő modellek működnek, méghozzá igen részletes feldolgozásban. Az egyik a településfejlődés (fejlesztés), a másik a globális meteorológiai változások modellje. Mindkettőnek egyik jellegzetessége, hogy a kívülről származó is majdnem képszerűen tűnik szembe e változások nagyon sokágú, és sok tudományterületből merítő volta. A települések néprajzi, közlekedési, termelő és fogyasztó gazdasági, valamint klimatikai viszonyait legalább sok évtizedes előbecsléssel kell számítani, mialatt ezek a viszonyok, a hozzájuk kötődő technikai és egyéb feltételek gyökeresen és előre nem láthatóan változnak. Másik példaként a globális meteorológia-modellek vitáit idézhetjük, alapvető következtetéseiknek ellentmondásai minden hírolvasó számára ismertek.

A játékelmélet újabb, körülbelül két évtizedes fejleménye, hogy a modell-játékok, egyensúlyegyenletekre támaszkodó módszerek lényeges elemeként kezdték alkalmazni

a pszichológiai értébecsléseket. Ez a fejlemény akkor erősödött, amikor világossá vált, hogy a korábbi, a racionálisnak tekintett döntések alapjául szolgáló értékek a valóságban felülíródnak az emberek és tömegeik olyan irracionionalizmusával, amelyek korábbi korok, sőt, még az állati lét válasz-racionalizmusából rögzültek objektív jelenségekké. Az egyes ember és a tömeg eltérő választását legszébben talán Karinthy írta le, *Barabbás* című novellájában. Az evolúciós örökség értékelésében sem vagyunk egyértelműen biztosak, ilyenek az agresszív dominanciátörékvés, a csoportlélek, a nemiség és a szolidaritás ősi biológiai motivációi, azok kívánatos és nemkívánatos szerepei az adott viszonyok között, ezek egyensúlyai és az egyensúlyok robbanásszerű felborulásai. Mindenképpen számolni kell ezekkel, valószínűleg annak példájára, ahogy a hasznos és a zavaró zaj-jelenségeket kezelhetjük.

Mire jó akkor a modell, főleg, ha arra gondolunk, hogy ily nagy modellek elkészítése sok értékes ember hosszú, költséges munkáját igényli? A rendszerszabályozás elemeként kell ezeket használni; olyan, folytonosan visszacsatolt kapcsolásokban, amelyek a modell struktúráját és mért, hipotetikus paramétereit közelítik az adott valósághoz, és ahhoz a változat-burokhoz, amely az adott valóságképekből kiindulva a lehetséges további alakulásokat lefed. Az így elérhető rugalmasság és megfontolási képesség, szakmai és társadalmi diskurzus-metodika már sokszorosan hasznosabb, mint a modellépítés befektetése. Ebben az összefüggésben hangsúlyozzuk újra a modell-szemléletek és a rendszerszabályozás diszciplínájának fontosságát.

Mit kell tehát szabályozni? Mindenekelőtt azokat a hosszú távú, közhasznú cselekvéseket, amelyek az adott időszakok (ez a kifejezés visszatérő, időtartamában és tartalmá-

ban ésszerűséget követelő) uralkodó érdekszerén (pl. diszkontálható kamatláb, gazdasági tranzakciók összefüggő érték- és tőkeviszonyai) túllépnek. Ilyenek a nagy infrastrukturális elhatározások, környezetvédelmi és kulturális társadalmi cselekvések, adott körülmények külső és belső védelmi feladatai. Megint beleütközünk azokba az ügyekbe, amelyeket közhelyes trivialisnak gondolunk, bár alig ismerünk olyan országot, ahol a több választási-uralkodó cikluson túllépő, költségvetés jellegű elhatározások arányai, abszolút felső és alsó határértékei, elemzési és ellenőrzési előírásai a konkrét és legtöbbször valamilyen voluntarizmus, divat vagy hangulati áramlat szülte döntések előtt-felett járnának.

A szabályozások visszacsatolt modell-szemlélete persze nem tudja kiküszöbölni az elengedhetetlen döntések várható és nem várható következményeit. Egy közlekedési megoldás eldöntése évtizedes fejlesztéseket indít el, ami alatt a kiinduló feltételek gyökeresen változhatnak, ám a leírt és részben hagyományosan is alkalmazott döntési technikák lényegesen javíthatják a megvalósítás sikerének vagy korrekcióinak valószínűségeit.

A szabályozások másik ága gazdaság-ingadozásaink ésszerű korlátozására vonatkozhat. Ezekről volt szó a buborékokkal kapcsolatban, közösségi és társadalmi méretű egyéni túlköltekezés, a gazdasági zajjelenségek (tőzsdei ingadozások) mértékének és időbeli jellemzőinek ügyében. A Schumpeter-i közhasznú erdőtüzek túl sok egyéni tragédiát okoznak ahhoz, hogy ne igyekezzünk józan szabályozással elejét venni ezek elkerülhetetlenségének. Ezek a szabályozások (ellentétben az előző csoporttal) részben elvben, részben olyan gyakorlatban, amelyben ezeket a túllépéseket megelőző módon, de az egész rendszert nem felülírva lehet megelőzni, készen állnak.

A többi a piac, a rövid távon önműködően dolgozó piaci szabályozók dolga. Olyan szabályozásé, amely a piac működésének autonómiáját éppúgy nem zavarja, ahogy a szabadgondolkodó állam nem avatkozik be a magánember életvitelébe, de józan szabályokkal gondoskodik a társadalmi együttélés alapfeltételeiről. Ez az elv nem zárja ki az állam, mint gazdasági szereplő lehetőségét, de igyekszik azt annyira minimalizálni, amennyire az adott viszonyok lehetővé teszik.

Van-e mindennek morális vonatkozása? Sokan állítják, hogy a gazdaságot a morállal összekeverni buta naivitás. A dolog nem ilyen egyszerű. E sorokat írva és az emberi tevékenységeket sorolva erősen gondolkodom, mit lehetne természetes, magától értetődő hasonlatként bemutatni. Nem véletlenül nem megy. Amit az ember tesz, akármilyen életfunkciójában, az valahol mind összefügg az ember alapvetően összetett sajátosságában, és ahol ezt az összefüggést erőszakosan, akár egyéni elhatározásból is megszakítják, ott szaporodnak a rossz kényszerek, képmutatások. Itt a példalózat az olvasóra bízom.

Állandóan szerepel ebben az írásban az ésszerűség, a prudens cselekvés, de nem szerepelnek az ilyen szabályozások feltételei, pedig ezek morális kérdések, ha a moralitást nem elavult normák agresszív eszközrendszerének, vagy aktuális naivitások álmainak tekintjük. Az itt szereplő moralitás persze nem áll nagyon távol az utóbbtól, hiszen ha nem is feltételez, de kívánatosnak tart egy felvilágosodott ésszerűséget, mint a társadalmi-gazdasági viszonyokat szabályozó erőt. Annak a belátását, hogy ennek a roppant bonyolult, szétszakíthatatlan és alig átlátható hálónak egyaránt szüksége van az önszabályozó autonóm működésekre és az ezeknek az önszabályozásoknak a megfigyelő, adaptív-tanuló, nagy inga-

dozásokat korlátozó, különböző tartalmú és időtávú szabályozására.

Végül vissza kell térni a mérésérzékelés alapkérdéseire, a folyamatdinamikák modelljeire. Hosszú idő és jelentős adattömeg áll rendelkezésre ahhoz, hogy a folyamatdinamika rendszeridentifikációs módszereivel lehessen azokat vizsgálni. E vizsgálatnak kettes sajátossága lehet. Először egy előfeltételek nélküli elemzés, amely persze mindig tartalmaz olyan modellelemeket is, amelyek bizonyos előfeltételeket tartalmaznak – nemcsak a mérési módszerek tekintetében, de a mért adatok egymás közti viszonyaiban is. A második a modellhipotézisekből indul ki, egy-egy tudatos adatösszefüggési feltételezésből, mint amilyen például az itt is jellemzett túlköltekezési és leépítési modell, annak robbanásos és lassú visszaállási jellege. A zajjelenségekről, pl. a napi és más szezonális mozgásokkal kapcsolatos tőzsdei változásokról különösen nagy adattömeg áll rendelkezésre, akár tiszta matematikai alapú frekvenciakörvizsgálatokhoz, akár előfeltevésekre a váratlanabb jelenségek előjelzésének esetleges lehetőségeihez. Az ember normális vérnyomásgingadozásait is módosítják a bekövetkező eseményeket előjelző izgalmi-letörési állapotok, az ősi pszichés készenléti-jelzőrendszerek. Természeti katasztrófák előérzetét sok, az embernél e vonatkozásokban érzékenyebb állatfajnál regisztrálták. E tanulság átvihető a tőzsde szereplőinek viselkedésére.

E dolgozat mondanivalója, hogy a folyamatok szabályozásának rendszerelmélete sok lehetőséget kínál az életünket gyökeresen befolyásoló gazdasági változások elemzéséhez is.

Kulcsszavak: *válság, gazdaság, rendszerdinamika, egyensúly, moralitás*

Kitekintés

VERSENY A HIGGS-RÉSZECSKÉÉRT

Mekkora a Higgs-bozon tömege? A fizikusok között tovább folyik a vita arról, hol érdemes keresni a részecskefizika átfogó elméletét teljesítő Higgs-bozont. A chicagói Fermi Nemzeti Laboratórium kutatói azt valószínűsítették, hogy az eddig gondoltnál kisebb a keresett részecske tömege.

A Standard Modell (SM) jól leírja a részecskefizika kísérleti tényeit, de nem ad magyarázatot arra, hogy miért van egyáltalán tömegük a részecskéknak, és ha van, márpedig van, akkor miért pont akkora. A probléma megoldására Peter Higgs angol fizikus dolgozott ki néhány évtizede egy elméletet, ennek főszereplője a Higgs-bozon.

A CERN új gyorsítója (LHC) megépítésének egyik fő célja és indoka éppen a Higgs-bozon keresése volt. Az LHC-nél ősszel kezdődnek meg a fizikai kísérletek, addig a chicagói Tevatron gyorsító a csúcstartó. Érthető módon jelentős presztízsharc is folyik a két kutatóközpont között. A CERN-ben a LEP-nél 2000-ben mérések határozták meg a Higgs-bozon lehetséges legkisebb tömegét, ez 114 gigaelektronvoltnak (GeV) adódott. (A proton tömege kb. 1 GeV). A felső határt csak közvetett módon tudták megbecsülni, a top kvark és az elektrogyenge kölcsönhatást közvetítő W-bozon tömegéből. A becsült felső határ 185 GeV-nek adódott.

A chicagói eredmények szerint 160 és 170 GeV között nem találták a Higgs-bozon

nyomát. Két eset lehetséges: a tömeg nagyobb 185 GeV-nél, ez esetben a chicagóiaknak nincs reményük, ilyen nehéz részecskét csak az LHC-ben lehet majd létrehozni. A másik lehetőség a kisebb tömeg, a chicagóiak érthető módon most erre gondolnak. Kisebb tömegnél, kisebb energiájú folyamatoknál azonban jelentősen nehezebbé válnak a kísérleti vizsgálatok, lényegesen több zavaró, a Higgs keresése szempontjából érdektelen folyamat megy végbe. Ha a Tevatron 2011-ig folyamatosan működne, amire az amerikai éves költségvetések mellett nincs biztosíték, akkor is csak 30 % esélyt látnak arra, hogy egy kisebb tömegű Higgs-bozon egyértelmű nyomára bukkanjanak.

Hand, Eric: A Lighter Higgs Makes Particle Hunt Harder. Naturenews 13 March 2009., doi 10.1031/news.2009.164

J. L.

VÁNDORLÓ KISBOLYGÓK

A Mars és a Jupiter között húzódik a fő kisbolygóövezet, de a kisbolygók nem egyenletesen töltik ki. Vannak üres tartományok, hasadékok (Kirkwood-hasadékok), ezek helyét a nagybolygók pályarezonanciái szabják meg. Az itt megjelenő kisbolygók kaotikus pályán mozognak, és eltávoznak a hasadékból. A szerzők kimutatták, hogy a főövezeti kisbolygók megfigyelt eloszlása még azokban a tartományokban sem egyenletes, amelyek a Naprendszer egész története során dinamikailag

stabilak voltak. Elsősorban az 5:2, 7:3 és 2:1 Jupiter-rezonanciáknál kialakult Kirkwood-hasadékok külső szélén találtak a többen jóval kiüresedtebb tartományokat. A Naprendszer mai szerkezetében ezeket nem idézhette elő a bolygók zavaró hatása. A szerzők szerint a Jupiter és a Szaturnusz mintegy négymilliárd évvel korábbi vándorlása idején fellépett gravitációs rezonanciák söpörhették ki a kisbolygókat ezekből a térrészekből.

Minton, David A. et al.: A Record of Planet Migration in the Main Asteroid Belt. Nature. 26 February 2009. 457, 1109–1111., doi: 10.1038/nature.07778

J. L.

LÍTIUM: FÉMBŐL FÉLVEZETŐ

A legkönnyebb fém, a lítium elektronszerkezetét hosszú ideje „egyszerűnek” tekintik, amely jól leírható a csaknem szabad elektron modellel. Nyomás alatt viszont alaposan megváltozik, ahelyett, hogy a nyomás növelésére egyre inkább szabad elektron jellegűvé válna, számítások szerint félfémme vagy félvezetővé alakul át. Kísérletileg kimutatták, hogy a sűrű lítium alacsony szimmetriájú szerkezetet vesz fel, arra is találtak bizonyítékot, hogy elektromos ellenállása a nyomás növelésére megnő. A szerzők egészen 105 gigapascalig növelték a nyomást, és az elektromos ellenállás jelentős növekedését tapasztalták. Az átalakulás 80 gigapascal közelében megy végbe, itt megváltozott a hőmérsékletfüggőség is. Az adatok egyértelmű bizonyítékot adnak egy „egyszerű” fém nyomás hatására félvezetővé alakulására.

Elképzelhető, hogy a nyomás további növelésére a félvezető lítium fémmé alakul

vissza. Még sűrűbb állapotban váratlan jelenségek, például magas hőmérsékletű szupra-vezetés is felléphetnek.

Ashcroft, N. W.: Pressure for Change in Metals. Nature. 12 March 2009. 458, 158–159.

Matsuoka, Takahiro et al.: Direct Observation of a Pressure-Induced Metal-To-Semiconductor Transition in Lithium. Nature. 12 March 2009. 458, 186–189., doi:10.1038/nature07827

J. L.

ÍGÉRETES ÚJ GYÓGYSZERJELÖLT A MALÁRIA ELLEN

Amerikai kutatók Jane Kelly és Michael Riscoe vezetésével (Portland Veterans Affairs Medical Centre, Oregon) olyan új szert fejlesztettek ki, amely két különböző hatásmechanizmussal is eredményes lehet a maláriát okozó parazita legyőzésében. A vegyület egyrészt elpusztítja a kórokozót, másrészt erősíti azoknak a tradicionális gyógyszereknek a hatását, amelyek ellen számos plazmódium faj rezisztenssé vált az évtizedek folyamán. Egereken végzett kísérletek azt mutatják, hogy a szer kombinálható a régi, kinint és klorokinint tartalmazó orvosságokkal.

A maláriát okozó paraziták a vörösvértestekben élnek, ahol lebontják az oxigént szállító hemoglobint, és külön stratégiájuk van arra, hogy az ilyenkor keletkező, számukra mérgező hem csoportot nem toxikus anyaggá alakítsák. Az új vegyület ezt a folyamatot gátolja, de egyidejűleg felfüggeszti azt a rezisztenciát, amelyet számos kórokozó a hasonló hatásmechanizmussal működő kinint és származékait tartalmazó gyógyszerek ellen

kifejlesztett. A rezisztens plazmódiumfajok ugyanis olyan mutációval rendelkeznek, amelyek a kininszerű vegyületek jelenléte ellenére képesek a hem csoport méregtelenítését elvégezni. Az új vegyület az e mutáció eredményeként működő enzim funkcióját is felfüggeszti, a kutatók ezért kettős hatásmechanizmusról beszélnek. Az eddigi állatkísérletek sikeresek voltak, de Kellyék hangsúlyozzák, hogy legalább tíz év, míg a gyógyszerfejlesztés valamennyi állomását végigjárva, piacra kerülhet az új gyógyszer.

A malária elleni szerek kutatása világszerte kiemelt támogatást élvez, hiszen évente 250 millió ember betegszik meg, és 880 ezer hal meg ebben a betegségben. És sok szakember szerint a klímaváltozás miatt nőni fog a malária által fenyegetett területek nagysága is.

Nature, 2009. DOI: 10.1038/nature07937

G. J.

PETEFÉSZKEKBŐL ÖSSEJTEK

Kínai kutatók azt állítják, hogy felfedezésüknek köszönhetően megdőlhét az a dogma, amely szerint a nők adott számú petesejtrel születnek. Vu Ji (Ji Wu) és munkatársai (Jiao Tong Egyetem, Sanghaj) ugyanis felnőtt egerek petefészkében új petesejtek és egészséges utódok létrehozására alkalmas összejteket találtak. Amennyiben emberben is találnak ilyen sejteket, az új utakat nyithat bizonyos meddőségek kezelésében.

A kutatók ötnapos és felnőtt egerek petefészkéből először olyan sejteket izoláltak, amelyek termelik a petesejtekre jellemző MVH nevű fehérjét. Ezeketől elválasztották a gyorsan osztódó sejteket, majd mikor már befejezték az osztódást, külön sejt kultúrában

tenyésztették őket. Ezt követően a sejteket olyan egerek petefészkébe juttatták, amelyek korábban kemoterápiával meddővé tettek, azaz petesejtjeit elpusztították. Az állatok petefészkében hamarosan új petesejtek jöttek létre, sőt, az állatok teherbe estek, és egészséges utódoknak adtak életet.

Hogy az utódoknak az implantált sejtekből való származását bizonyítsák, Vuék fluoreszkáló fehérjével jelölték meg az összejteket. Néhány utód valóban hordozta a fluoreszcens fehérjét.

Természetes a jövőben független laboratóriumoknak is meg kell ismételnük ezeket az eredményeket ahhoz, hogy a tudományos világ tényként elfogadjja őket. Korábban ugyanis voltak már olyan adatok, amelyek arra utaltak, hogy a csontvelőben vagy a petefészekben lehetnek petesejtek produkálására képes összejtek, ezekből azonban sosem sikerült utódokat létrehozni.

Ha a kínai kutatók valóban petesejtek létrehozására alkalmas összejteket fedeztek fel, még mindig nyitva marad a kérdés, hogy felnőtt nőkben is vannak-e ilyenek, és ha igen, milyen funkciójuk lehet. A Harvard Medical School kutatója, Jonathan Tilly, aki 2004-ben először azonosított petefészek eredetű összejt-szerű sejteket, a *New Scientist*-nek így kommentálta a kínaiak eredményeit: „...az összejtek jelenlétéből nem következik, hogy ezek a sejtek csinálnak is valamit.”

Mások szerint nem kell, hogy „csináljanak” valamit, elég, ha léteznek az emberi petefészekben. Már ez is új lehetőségeket teremthet bizonyos meddőségi problémák kezelésében, illetve az összejtkutatásban.

Nature Cell Biology, 2009. DOI: 10.1038/nctb869

G. J.

A LÉGSZENNYEZŐDÉS LASSÍTHATJA A MAGZAT NÖVEKEDÉSÉT

Amerikai kutatók (School of Public Health, University of Medicine and Dentistry, New Jersey) közel 336 ezer, 1999 és 2003 között New Jersey államban világra jött újszülött adatait elemezve arra a következtetésre jutottak, hogy a magzati korban elszennyezett légszennyeződések befolyásolja a gyermek születési súlyát. A kutatók az anyák otthonának kb. 10 km-es környezetében lévő mérőállomások légszennyeződései adatait is összegyűjtötték, és ezekből átlagot számítottak a terhességek időszakaikra.

Azt találták, hogy az első és harmadik trimeszterben a szállópor koncentrációjának minden 4 mikrogramm/köbméteres emelke-

dése növelte az alacsony születési súly kockázatát, és a levegő nitrogén-oxid koncentrációja is negatív korrelációt mutatott a születési súllyal.

David Rich és munkatársai azt is megállapították, hogy a levegőben lévő szállópor mennyisége a méhlepény leválásának kockázatával is összefüggést mutatott.

A kutatók nem szolgálnak magyarázattal a jelenségre. Korábbi feltételezések szerint a levegőben lévő szennyező anyagok csökkentik a magzathoz jutó oxigén és tápanyag mennyiségét.

Journal of Epidemiology and Community Health, Apr 2009; doi:10.1136/jech.2008.082792

G. J.

Jéki László – Gimes Júlia



Könyvszemle

Időhorizontok harca.

Adalék a gazdasági világválság értelmezéséhez

Huszonharmadik nyelvként végre magyarul is megjelent a hetvennégy ország komplex kultúráját több százszáz nagyságrendű megkérdezett személy adatbázisából kinyert koordinátatengelyek („*hosszúsági és szélességi körök*”) rendszerében („*világmappáin*”) elhelyező mű. E két generáción átnyúló – és a fiú, Gert Jan által a jövőkutatás irányába továbbvitt – apai életműből itt csupán egy vonulaton villantunk végig. Azt, amelyik a kitörőben lévő gazdasági világválságban vált aktuálissá: az emberiség által megtermelt értékek keletnyugati gravitációs iránya megfordulóban van. Azt a kutatási eredményt tehát, amely az USA és Kína, illetve átfogóbban az immár érezhetően „alkonyodó” Nyugat és az *ex oriente lux* friss fényereje gazdasági, és talán nem sokára politikai erőviszonyainak pólusváltását a kultúrák mélyszerkezetében értelmezi.

E váltás-tematika előszeleként Geert Hofstede már pályája első felében – amikor az IBM európai vezető pszichológusaként a vállalat 40 országban megtelepedett leányvállalatai teljes személyi állományának értékrendszerét a hetvenes-nyolcvanas évek fordulóján felmérte – szokatlanul bátor jelzéseket adott az amerikai társadalomtudomány szupremáciájának megkérdőjelezéséről, sőt *etnocentrizmusáról*, majd magát a váltás valószínűsítését a

másodikban munkálta ki, amikor az amerikai értékrendszert egyéb kulturális orientációk között épp a távol-keletivel szembesítette.

Ez utóbbihoz azonban csak egy újabb kritika – ezúttal érzékeny *önkritika* – vállalása segíthette hozzá. A saját, addigra már kialakult hitt vizsgálati rendszerét relativizáló felfedezése az volt, hogy a nyugati civilizáció értékrendszer-vizsgálatából „kinyert” metodikájának felbontó ereje elégtelen a kínai kultúra specifikumának megragadására. S mint-hogy a mai teljes globalizáció ugyanabban a fogyatékságában osztozik Amerikával, amivel ez szignifikáns hátrányban van a kínai kultúra és társadalom általa feltárt alapminőségével, ezért lehet válasz a globalizáció küszöbön álló válságára Hofstede kiérlelt kutatási eredménye: „*a kulturális kontinensek időhorizontjainak különbözőségéről*”.

Metodikájának megújítására M. H. Bond nevű tanítványa kínai kutatásainak együttesében került sor, amikor kiderült, hogy az addig kapott négy dimenzió, amikben a közös emberi, természeti és/vagy társadalmi problémákat vélte tükröződni, a kínai életvilágot nem képes átfogni. Hanem itt a bevont kínai kutatótársak által összeállított érték-teszt adataiból kristályosodott ki egy újabb tengely, amely a *rövid- versus hosszú távú orientációt* mérte be. Így az addigi négy mérési dimenzió, melyek páronként kapcsolt koordináta tengelyeivel – mint hosszúsági és szélességi körökkel – a kutató felrajzolta a „kultúrák világtérképeit”, egy ötödikkal egészült ki, amely

megdöbbentő – és épp a fenyegető világválság vonatkozásában aktuális – implikációkat kezdett kibontani.

Így például az időhorizontok különbözőségének nemcsak olyan következményeire derült fény, mint a *vallás és gondolkodásmód* ellentétei, hanem arra a 2008-ban relevánssá váló kontrasztra is, ami a *takarékosságról és a források gazdaságos felhasználásáról* szóló konfucianus alapértéket állítja szembe az amerikai nagyobb költsékre serkentő társadalmi nyomással. Ez a pólusváltást valószínűsítő értékutatási eredmény annyira jelentős, hogy ennek kereszt-validálására más nemzetközi értékutatók eredményeiben is felleli a saját észlelését visszaigazoló adatokat.

„Az Egyesült Államok rövid távú orientációját illusztrálja a tény, hogy a kitartás és a takarékoság nem szerepelnek értékként a *Rokeach Értékrendszeri Felmérésben*, holott ez az amerikai értékek teljes leltárán alapulva készült 1970 környékén. Úgy tűnik, a huszadik század második felében inkább a költséges, semmint a takarékoság számított amerikai értékeknek nemcsak az egyén, hanem a kormányzat szintjén is.”

További külső megerősítés egy közös ázsiai-skandináv kutatás (Helgesen-Kim, 2002) következtetése, mely szerint a jelentősebb tendencia, a *globalizáció* megdöbbentően azonos azzal, amit Hofstede adatai az USA-ról mutatnak: *az elszabaduló globalizációt is végzetesen rövidtávú értékek vezérik*.

„E kutatásban résztvevő ázsiai és skandináv országok mindegyikében erősebb a hosszú távú orientáció, mint az Egyesült Államokban. A válaszadók szerint a jó kormányzat a jövőt tartja szem előtt, miközben az USA és az IMF által vezetett globalizáció a gyors megoldásokat preferálja. Mint ahogy Joseph Stiglitz közgazdász szerint is a globalizáció

alapja egy piaci fundamentalizmus, ami más fundamentalizmusokhoz hasonlóan a régi helyzetet akarja fenntartani vagy visszaállítani ahelyett, hogy az emberiség egészének a jövőjét biztosító elképzelések szerint működjön.”

Ez egybevág Hofstede saját értékrendszerét kifejező tételével:

„A vallási, politikai és gazdasági fundamentalizmus mindegyike a hosszú távú gondolkodás agresszív ellensége. A múltra támaszkodnak és igyekeznek elkerülni a jövőért való felelősséget, Isten vagy a piaci erők kezébe helyezve azt... A 21. században valószínűleg tovább nő Kelet-Ázsia gazdasági jelentősége. A legértékesebb ajándék, amit a keleti bölcs férfiak és nők adhatnak a világnak, a hosszú távú gondolkodás elterjesztése lehet.”

Érdekes, hogy Európából az Amerikát radikálisan bíráló Hofstede került a *Wall Street Journal* 2008-as felmérésében a *világ húsz legbefolyásosabb üzleti gondolkodója* listájára. Ezen persze nem csodálkozunk, ha tekintetbe vesszük, hogy Hofstede életműve a tudományos figyelmet a *citációs index* szerint immár 7000 hivatkozás erejéig magához vonzotta. Ha meggondoljuk, hogy ez a csúcs a magyar tudomány legkiválóbbjai között is vezető pozíciót jelent, s a még mindig nagyon erősek ennek 10 százalékaival is megelégedhetnek, (mint ahogy mi gyalogos kutatók akár egy százalékaival is), óhatatlanul felmerül a kérdés: az MTA illetékes grémiumai nem gondolkodhatnának-e el azon, hogy a magyar szociológiával negyven éve élő kutatási kapcsolatban álló Geert Hofstedet nem volna-e méltányos meghívni külföldi tiszteletbeli tagjai sorába. (*Geert Hofstede és Gert Jan Hofstede: Kultúrák és szervezetek: Az elme szoftvere. McGraw-Hill, 2005–VHE Kft, Pécs, 2009*)

Varga Károly
szociológus, Széchenyi István egyetem

CONTENTS

Game Theory

Guest Editor: András Simonovits

András Simonovits: Introduction	514
Ferenc Forgó: What Is Game Theory All About?	515
László Mérő: Multilevel Prisoner's Dilemma	528
Imre Csekő: Theory of Voting and Mechanism Design	538
Tamás Solymosi: Cooperative Games	547
Attila Tasnádi: Game-Theoretical Models of the Internet	559
János Vincze: Game Theory and Economic Institutions	568

Study

Ildikó Vincze: Jenő Gothard (1857–1909)	578
Jenő Kessler: Bird Evolution: Species Development, Longevity of Avian Species, Extinction or Change?	586

Academy Affairs

Interview with József Pálinkás on the Occasion for Being the President of the Hungarian Academy of Sciences for a Year	596
János Kertész: The Second Derivative of the Hirsch Index	602

Discussion

Tamás Szentés: Notes on the Roots of Crisis and the Ways out of It – Versus Oversimplifying Views and Policies	604
Tibor Vámos: Crisis and System Science	628

Outlook (László Jéki – Júlia Gimes)	634
---	-----

Book Review (Júlia Sipos)	638
---------------------------------	-----

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni, ezért elsősorban olyan kéziratokat fogad el közlésre, amelyek a tudomány egészét érintő, vagy az egyes tudományterületek sajátos problémáit érthetően bemutató témákkal foglalkoznak. Közlünk témaösszefoglaló, magas szintű ismeretterjesztő, illetve egy-egy tudományterület újabb eredményeit bemutató tanulmányokat; a társadalmi élet tudományokkal kapcsolatos eseményeiről szóló beszámolókat, tudománypolitikai elemzéseket és szakmai szempontú könyvismertetéseket, de lapunk nem szakfolyóirat, ezért a szerzőktől közérthető, egy-egy tudományterület szaknyelvével mellőző cikkeket várunk.

2. A kézirat terjedelme szöveges tanulmányok esetében általában nem haladhatja meg a 30 000 leütést (ez szóközökkel együtt kb. 8 oldalnak felel meg az MT füzetekben), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat is tartalmaz, kérjük, ezek várható felületével csökkentse a szöveg mennyiségét. Beszámolók, recenziók terjedelme ne haladja meg a 7–8000 leütést. A teljes kéziratot MS Word .doc vagy .rtf formátumban interneten vagy mágneslemezen (CD-n) és 1 kinyomtatott példányban kell a szerkesztőségbe beküldeni.

3. Legfeljebb 10 magyar kulcsszót és a közlemény címeinek angol fordítását külön oldalon kérjük. A tanulmány címe után a szerző(k) nevét, tudományos fokozatát, a munkahely(ek) pontos megnevezését, és ha közölni kívánja(ják), e-mail címét(eit) kell írni. A külön lapon kérjük azt a levelezési és e-mail címet, telefonszámot is, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

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

5. A képek, ábrák érkehetnek papíron, lemezen vagy e-mail útján. Kérjük a szerzőket: tartsák szem előtt, hogy a folyóirat fekete-fehér; formátuma B5 – tehát ne használjanak színeket, és vegyék figyelembe a megjelenő oldalak méreteit. Általában: az ábrák és magyarázataik legyenek egyszer-

rűek, áttekinthetők. A lemezen vagy e-mailben érkező képeket lehetőleg .tif vagy .jpg formátumban kérjük; fekete-fehérben, min. 150 dpi felbontással, és nagyságuk ne haladja meg a végleges (vagy annak szánt) méreteket. A közlemény szövegében tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

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

7. Az irodalomjegyzéket abécé-sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

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

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

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

8. Havi folyóirat lévén a Magyar Tudomány kefelevonatokat nem küld, de még az elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelés során szükséges apró változtatásokat a szerző időpont-egyeztetés után a szerkesztőségben ellenőrizheti.

9. A cikkeket a lap internetes oldalán, s az időszakos CD-mellékleten is megjelentetjük. Kérjük, jelezzék, ha ehhez nem járulnak hozzá.

a' megrovott lakik, az illetőséget szabadon behajthassa, és behajtsa.

A' köz szükség kényszerítvén, a' lovas ezredekhez az ujonczozásra, és megszerzendő lovakra minden főpapok, mágnások, és nemesek járuljanak minden egyes száz rovástól egy lovasnak kiállítására, vagy ha kényelmesebbnek látszatik, husz tallért fehér pénzben minden egyes lóért lefizetni választhatnak.

Az Ónodon ¹⁾ kivetett gabona is az összeírásra elhalasztatván, elhatároztatott: hogy az a' kiigazított rovások szerint lesz alkalmazandó.

A' téli szállásoknak, és az abba helyezendő és beszállásolandó katonák' kimutatásának — minthogy jelenleg az idő' rövidsége miatt az elhelyezés meg nem történhetett — átküldése a' főtábornok urra bízott.

És ezek voltak a' kassai tanácskozmány tárgyai!!

— Következett

KISS FERENCZ lt.,

ki egy régi pecsétnyomó' bemutatását a' következő szavakkal kíséerte. Van szerencsém, úgy mond, egy XIV. századbeli, kétségtelenül eredeti, monorú pecsétnyomót terjeszteni elő, mely a' körirat szerint Miklós szerémi püspöké volt. Rajta a' felfeszített üdvözítő látható, kétfelől két szent, lábainál pedig egy harmadik, térdelő, alak. Fenekén számos csillag elhintve. Körirata barátságos betűkkel: *S. Dominus nicolaus epus seremiensis*. A' csillagok, az irás' alakja 's az egész typus a' XIV-dik századra mutatnak, bár abban, de a' XV. században sem találok a' kezemen levő segédesszközökkel Miklós szerémi püspököt. Azonban 1383-ban Erzsébet és Mária királynék alatt egy Miklós, pozsegai prépost 's a' királynék' káplánja volt, ki általok Jádra' városához küldetett kö-



¹⁾ Az ónodi gyűlés 1707-ki máj. 1-ről máj. 16-ra halasztva 's köv. tartatott.