

## ELŐSZÓ

A Principia Philosophiae Naturalis sorozatnak ez a kötete Neumann János tanulmányainak közzétételével olyan kérdésköröket is megpróbál bevonni a természetfilozófia gondolkörébe, amelyek első látásra talán szokatlannak tűnnek. Arisztotelész Fizikája óta hozzászoktunk ugyanis, hogy természetfilozófiai elvekkel elsősorban a *fizika* elméleteiben és eljárásaiban találkozhatunk. Ennek a hagyománynak a szellemét követve Neumann esetében is megtehetnénk, hogy kiválasztjuk fizikai írásait, majd azok alapján tanulmányozzuk természetfilozófiai eszméit, és azonosítjuk mai természetfelfogásunkhoz való hozzájárulását. Ez kétségtelenül fontos és érdekes feladatnak látszik, mindazonáltal Neumann rendkívüli tudományos teljesítménye lehetővé teszi természet-, tudomány- és világszemléletének másfajta megközelítését is. Az életmű páratlan sokoldalúsága következtében lehetőségünk van arra is, hogy a fizikához való hozzájárulása mellett felidézzük néhány fontosabb *matematikai, kibernetikai, technikai* és közgazdaságtani gondolatmenetét is. Az ezeken a tudományterületeken felmerülő tudomány- és természetfilozófiai problémák bizonyos mértékben megfeleltethetők a fizikában hagyományosan megjelenő változataiknak, ugyanakkor alapvetően eltérő fogalmak, szempontok, illetve gondolkörök alkalmazását is megkívánják. Ennek következtében jelentősen bővül a figyelembe vételükkel kialakítható tudomány- és természetfilozófia gondolatvilága, sőt arra is lehetőséget kapunk,

hogy kövessük egy gondolat útját, egyes alapelvek formaváltozásait különféle kontextusokon és diszciplínákon át. Ilyenformán jelen válogatásunk nem pusztán Neumann fontosabb fizikai gondolatait gyűjti össze, hanem a matematika jellegzetességeit, a számítógépek építésének elveit és alkalmazásának problémáit, valamint a technika használatának társadalmi következményeit bemutató tanulmányait is tartalmazza. Sőt, valójában az utóbbiakon van a hangsúly.

Az itt közzétett írásokban fellelhető matematika-, technika-, természet- és társadalomfilozófiai eszmék és elvek természetesen *önmagukban* is nagyon érdekesek, de különös jelentőségre tesznek szert *együtt*, egymáshoz való viszonyukban, összefonódásaikban és összefüggéseikben megjelenítve. A kötet tanulmányaiból kibontakozó szemléletmódban a matematikai, a természet- és társadalomtudományi, valamint technikai ismeretek és elvek ugyanis gyakran nem pusztán a megszokott diszciplináris határok közé szorítva hasznosulnak, hanem – megfelelő átalakításokat követően – a konkrét gondolkodó és alkotó tevékenység igényeinek megfelelő összefüggésbe illesztve kerülnek alkalmazásra. Akár úgy, hogy például matematikai és élettani elvek jelennek meg technikai vagy fizikai problémák elemzésében; akár pedig úgy, hogy összekapcsolódva új diszciplínák kialakulását generálják, amint azt a kibernetika, a játékelmélet vagy a sejtautomaták elmélete esetében tapasztalhatjuk. A tudományos diszciplínák közötti kölcsönhatásokban, illetve új diszciplínák kialakulásában meghatározó szerepet játszó eszmék és elvek azonosítása, valamint leírása a természet és a tudományok megértése szempontjából egyaránt kiemel-

kedően fontos. Eléggé nyilvánvaló, hogy a diszciplínák közötti intellektuális mozgás, a tudományterületek határvonalainak merész áthágása vagy átrajzolója már eleve feltételez valamilyen, a *természet egészére*, valamint a *tudományok általános természetére és működésmódjára* érvényes alapelveket. Neumann tudományos tevékenységének tanulmányozása révén egyaránt képet kaphatunk kora természet- és tudományfelfogásának legáltalánosabb elveiről; feltárulhat előttünk a huszadik század első felének egész tudományos világképe.

\* \* \*

Neumann életének jelentős része telt el világméretű háborúk, valamint lokális és globális társadalmi, gazdasági és politikai válságok fellángolásai közepette. Ezekben az évtizedekben a „világrend” többször is lényegesen átalakult, radikálisan változtak a gazdasági és katonai erőviszonyok; alapvető változásokon mentek át a hagyományos politikai rendszerek és hatalmi központok; felbomlottak és újraszerveződtek a kultúra és tudomány centrumai. Mindezek a folyamatok jól láthatóan nyomot hagytak Neumann életén és világszemléletén. Közvetlenebb módon azonban a huszadik század első felének három, viszonylag jól elkülöníthető társadalmi-kulturális környezete alakította sorsát és gondolkodását: a század elejének magyarországi viszonyai, a húszas-harmincas évek németországi és a harmincas-ötvenes évek amerikai viszonyai.

Magyarországon a XIX. század utolsó évtizedeiben nagy jelentőségű modernizációs folyamatok

mentek végbe. A modernizációs hatások gazdasági, politikai, szociális és kulturális területeken egyaránt jelentkeztek. A gazdasági és társadalmi viszonyok gyors fejlődése az ország egyes régióit – mindenekelőtt Budapestet – bekapcsolták az európai fejlődés áramába. A fejlődő Budapesten hamarosan létrejött a kor színvonalán álló gazdasági, pénzügyi, politikai és kulturális intézményrendszer; nagyszabású építkezések alakították a városi környezetet, és jelentős társadalmi mozgások növelték és strukturálták a lakosságot.

A gyors kapitalizálódás hatásai azonban nyilvánvalóan nagyon szerteágazóak és meglehetősen elmentmondásosak voltak. Nemegyszer éles társadalmi konfliktusok jelezték a fejlődésből hasznot húzó nagypolgári és a pozícióit veszélyeztetve látó nemesi rétegek érdekellentéteit. A szabad verseny lehetőségeit gátlástalanul kihasználó gazdálkodási gyakorlat gyorsan kitermelte, majd tartósan fenn is tartotta a tőke és a munka ellentétét, ami a munkásmozgalmi szerveződések egyre radikálisabb formáit hívta életre. A kulturális fejlődés is tükrözte a korszakos társadalmi változásokat, gondoljunk csak Mikszáth, Móricz vagy Ady érzékeny leírásaira.

A társadalmi változások gyorsasága az elért eredmények, a megszerzett pozíciók ingatagságát is kiemelte. Hogyan lehet a birtokolt materiális és társadalmi tőkét biztonságban tudni, és tartós használatba venni? Úgy tűnik, hogy a sokféle követhető módszer egyike az oktatásban rejlik: nemzetközi mércével mérve is magas színvonalú, jól konvertálható tudással felvértező iskolákat kell fenntartani az elit számára. Az ily módon megszerzett tudás bárhová gond

és késedelem nélkül átranzformálható, a világ aktuálisan legalkalmasabbnak tűnő régióiban is jól értékesíthető és – Francis Bacon szellemében – szinte önmagától valaminő hatalommá alakul. Talán efféle felismerések eredményeként jött létre és erősödött meg a századforduló környékén Budapesten számos máig híres iskola, például a Fasori Evangélikus Gimnázium, a Trefort utcai Mintagimnázium, valamint más hasonló intézmények.

Magyarországon a huszadik század első évtizedeiben a kedvező tendenciák mellett sokasodtak a kedvezőtlen változások is – társadalmi, politikai és kulturális területen egyaránt. A századforduló táján egész Európában felerősödtek a terület- és befolyásszerző háborús készülődések, jelentősen megerősödött a nemzetközi munkásmozgalom; a Monarchia politikai rendszere az összeomlás szélére került, egyre népszerűbbé vált a dekadencia értékrendje; és a magyarországi helyzet se adott okot az optimizmusra: a társadalmi rendszer igazságtalanságainak egyre fokozódó elviselhetetlensége, a politikai rendszer csődje radikális társadalmi változásokat sürgetett a „magyar ugaron” is. A háborús gépezet beindítása felfedte az európai kultúrának a „kiteljesedett bűnöség állapotát”-hoz való szoros kötődését, és radikális változásokat deklaráló polgári- és proletárforradalmakat hívott életre. A proletárforradalom, valamint a bukását követő bosszú és tisztogatás a magyarországi elit számos tagját készítette emigrációra. Az emigránsok szokásos állomásai: kezdetben Ausztria és Németország, majd később innen is tovább Angliába, vagy még inkább Amerikába.

Németországban a vesztes háborút követő forrongás

és konszolidáció a magyarországinál lényegesen hosszabb ideig tartott. A császárság helyébe lépő köztársasági államforma csak lassan stabilizálódott, s a gazdasági nehézségek, a nagyon változékony, erőszakos akciókkal telített politikai viszonyok és a bizonytalansággal átítatott kulturális légkör együttes hatásaként kialakuló szellemi közeget, a „weimari köztársaság” szellemét azóta is úgy emlegetik, mint a társadalomra veszélyes intellektuális légkör mintapéldáját. Figyelemre méltó, hogy mindezzel együtt Németország a húszas években is megőrizte – évtizedek óta fennálló – vezető szerepét a kultúrában, mindenekelőtt a tudományokban, sőt, a harmincas évek elejéig, lényegében Hitler hatalomra jutásáig még erősíteni is tudta azt. Ebben az időszakban Göttingen, Berlin és sok más német város egyeteme, valamint a Vilmos Császár Intézet kutatóhelyei gyűjtötték össze a világ legjelentősebbnek tartott tudósait, s természetesen jelentős vonzerőt gyakoroltak a tudományok művelése iránt elkötelezett kutatókra világszerte, különösen pedig a német kultúra tartós hatása alatt álló közép-európai országok tudósaira és tudósjelöltjeire. A magyarországi elitiskolák tehetséges fiataljainak sokasága folytatta tanulmányait – részben vagy egészében – németországi egyetemeken és reménykedett valamilyen németországi állás elnyerésében. A fasiszta rendszer kialakulása radikálisan változtatott a tudomány németországi helyzetén: tudósok százai, köztük a legjelentősebbek is, hagyták el rövid idő alatt Németországot s próbáltak új egzisztenciát teremteni maguk és kutatásaik számára – eleinte gyakran csak a környező országokban, majd egyre inkább Amerikában.

Az Amerikai Egyesült Államok a modern történelem talán legsúlyosabb gazdasági válságából a harmincas évek elejétől fokozatosan kezdett kilábalni, s olyan fejlődési pályára állt, amely világhatalmi pozícióját hamarosan kétségbevonhatatlanná tette. Bizonyosnak tűnik, hogy ebben a folyamatban rendkívül fontos szerepet játszottak az európai háborúk, forradalmak és ellenforradalmak Amerikába emigrált menekültjei, a politikai nézeteik vagy faji hovatartozásuk miatt elüldözöttek százezrei és az elviselhetetlen szegénység elől Amerikába „tántorgók” milliói. A hitleri Németországot elhagyó tudósok döntő többsége is az Egyesült Államokban kapott jól fizetett munkát, s ezzel szinte egyik évről a másikra vezető tudományos hatalommá változtatta a befogadó országot. (Érdekesen tudósít ennek a folyamatnak egyik princeptoni stádiumáról Neumann kötetünkben is közölt, Ortway Rudolphhoz írt 1933-as levele.) Közismert az Egyesült Államokba emigrált tudósok meghatározó szerepe az ország vezető katonai hatalommá válásában, a haditechnika fejlesztésében, az atom-, majd a hidrogénbomba megépítésében s ezzel végső soron a hitleri fasizmus feletti győzelemben s a második világháború megnyerésében. A háborút követően kialakuló kétpólusú világrendszerben az Egyesült Államok és a Szovjetunió katonai és politikai szembenállása, valamint a kapitalista és szocialista ideológiai rendszerek éles küzdelme alakította a hidegháborús atmoszférát. Az ebben a légkörben zajló hatalmi rivalizálás számos súlyos, újabb világháborúval fenyegető válságot produkált, de a szembenálló tömegpusztító potenciálok relatív egyensúlya végül csak a hatalmi centrumoktól távol tartott, lokális háborúkat

engedett meg. Ez a világhatalmi rendszer állt fenn hosszú ideig, és csak az utóbbi évtizedekben változott meg, igaz eléggé gyökeresen, ám ehhez Neumannnak közvetlenül már nem lehetett köze.

\* \* \*

Neumann élettörténete és tudományos tevékenysége rendkívül sok hasonlóságot mutat néhány kortársának sorsával és munkásságával. Mindenekelőtt Wigner Jenőről, Szilárd Leóról és Teller Edéről van szó. Ők közel egyidősek voltak, valamennyien tehetsős, zsidó gyökerekkel rendelkező családokba születtek, budapesti elitgimnáziumokba jártak a huszadik század elején, tudományos érdeklődésüket követve hosszabb időt töltöttek – gyakran ugyanazonokon a – német egyetemeken, ahol jelentős eredményekkel járultak hozzá a modern fizika kibontakozó forradalmához. A harmincas években már Amerikában találjuk őket, ahol rendkívül jelentős szerepet játszanak a békés célú, illetve a katonai jellegű nukleáris technikák kialakításában és sikereiben.

Valamennyien rendkívüli tudományos képességekkel rendelkeztek, és talán hihetünk Wignernek, aki szerint tényleg sok tehetséges magyar származású tudós dolgozott Amerikában, de zseni csak egy, Neumann. Akárhogy is volt, a tehetségeknek ez a páratlan koncentrációja, a sorsukban és pályafutásukban megfigyelhető párhuzamok mindenképpen figyelemre méltók, és valamiféle értelmezést vagy magyarázatot kívánnának. Ráadásul könnyedén tágíthatjuk a kört, vagyis hasonló képességű és hasonló sorsú magyar emigránsok sokaságát nevezhetjük



meg, Magyarországról ezekben az évtizedekben elszármazott olyan tudósokat, „akik Nyugaton alakították a 20. század történelmét”<sup>1</sup>. Néhány ismertebb név a hosszú listáról: Polányi Mihály, Kármán Tódor, Gábor Dénes, Lánzos Kornél, Kürti Miklós, Kemény János, Harsányi János.

Az egyik elemzésre váró probléma a nagyszámú tehetség koncentrált megjelenése lehet. E szokatlanul tűnő jelenség leírásával és analízisével foglalkozó kutatók – például Marx György – a magyarázatot lényegében két tényezőben vélik megtalálni: egyes század eleji magyar iskolák és tanári gárdájuk kiválóságában, illetve a hosszú múltra visszatekintő, sikeres magyar tehetséggondozási és kiválasztási rendszerben, amelynek valószínűleg legfontosabb eleme a Középiskolai Matematikai Lapok folyamatos kiadása, s a folyóirat által szervezett feladatmegoldó verseny. Ezek ésszerű magyarázatnak látszanak, mindazonáltal talán érdemes utalni azokra a – fentebb röviden megemlített és a konkrét történeti korszakhoz kötődő – társadalmi tényezőkre is, amelyek a kiváló iskolák kialakításában és fenntartásában szerepet játszhattak.

A magyar elitgimnázium padjaiból az amerikai (illetve néhány esetben angol) egyetemi katedrákra vezető tudományos karrier a magyar társadalmi fejlődés és az említett világtendenciák fényében eléggé érthető pályafutásnak tetszik. A magyarországi viszonyok között legfeljebb a tehetségek felismerésére és elindítására volt igény s lehetőség. A társadalmi viszonyok fejletlensége következtében itthon a tudományos tudás akkor sem volt, és lényegében azóta sem konvertálható akárcsak a mindennapi életviszonyok fölött működtethető hatalommá – vagyis nemigen

lehetett, és nemigen lehet belőle megélni ma sem. Magyarországon kiválasztódní és kikupálódní, majd a megfelelő irányba világgá menni: ez a sokszorosan megerősített nyerő életstratégia. Pontosan ez, és éppen így működik napjainkban is.

Amerikában már Neumannék érkezése előtt is terjedtek anekdoták az amerikai magyar emigránsok jellemző tulajdonságairól. Emlékeztethetünk a magyarra, aki „utánad lép be a forgóajtón és előtled lép ki”, vagy az állítólag Hollywood-ban elhíresült felszólításra, hogy itt „nem elég magyarnak lenni”. („De azért segít” – tették hozzá egyesek szarkasztikusan.) Kármán Tódor és a nagy négyes (Neumann, Wigner, Szilárd, Teller) sikerei, az amerikai tudományos, technológiai, katonai és politikai célkitűzések megvalósításában játszott kiemelkedő szerepük tovább motiválta a magyarok különleges adottságaival kapcsolatos véleményeket. Tudományos körökben a negyvenes évektől kezdve terjedt a magyar emigráns tudósok „marslakók”-ként való tréfás megnevezése. A megfelelő anekdoták szerint<sup>2</sup> ők valójában marslakók, hiszen emberfeletti képességekkel rendelkeznek, csak különböző okok miatt magyaroknak adják ki magukat; ezzel egyúttal az is érthetővé válik, hogy miért képtelenek az akcentus nélküli angol beszédre. Ami azt illeti, Neumannéknak tényleg volt alkalmuk akcentusuk ápolására, hiszen viszonylag szoros kapcsolatban álltak egymással s személyes kapcsolataikban általában magyarul kommunikáltak. Egy vonatkozó anekdota szerint komoly nehézséget okozott a titkosszolgálatnak, hogy Neumann a Los Alamos-i titkos programon dolgozva időnként valamilyen probléma kapcsán felhívta Wignert, s ilyenkor persze magyarul

beszélték meg a dolgot. Mindenesetre valahogyan megoldották a problémát – a titkosszolgálat is és Neumannék is.

Az élettörténetek, a tudományos érdeklődés és a tudományos teljesítmény hasonlóságai persze nem fedhetik el az egyes személyek eltérő személyiségjegyeit, eltérő személyes törekvéseiket, politikai és erkölcsi nézeteik vagy világfelfogásuk lényeges különbségeit.

\* \* \*

Neumann János éppen száz éve, 1903 december 28-án született Budapesten Neumann Miksa és Kann Margit első gyermekeként.<sup>3</sup> Mihály öccse négy évvel, Miklós öccse 7 évvel később született. A család zsidó eredetű volt ugyan, de a vallási hagyományokat alig ápolták, inkább a keresztény vallási szokásokkal kombinálva és családi eseményekként élték át őket. Neumann apja jogász végzettséggel sikeres bankárként tevékenykedett, ami meglehetősen jómódot biztosított az egyébként is tehető család számára. Neumann Miksa 1913-ban nemesi címet „vásárolt” a család számára, attól kezdve találkozhatunk a margittai Neumann vagy németesen a von Neumann, illetve a Neumann von Margitta névhasználattal is. A Neumann családnak ez a lépése jól beleillett a korszak uralkodó tendenciáiba: a zsidók fokozódó mértékű asszimilációját lehetett megfigyelni a korabeli Magyarországon.

Neumann rendkívüli képességei már kisgyermek korában kitűntek. Hatévesen ógörög nyelven tréfálkozott az apjával, és képes volt akár nyolcjegyű szá-

mokat is fejben osztani. Gyakran ámulatba ejtette a család vendégeit azzal a képességével, hogy pár perc alatt képes volt a telefonkönyv bármely oldalát memorizálni és tetszés szerinti rendben felidézni. Figyelemre méltó, hogy rendkívüli fejszámolási és emlékezőtehetsége élete végéig megmaradt.

A rendkívüli gyermek 1913 és 1921 között a Fasori Evangélikus Gimnázium tanulója volt. Matematikai tehetsége hamar kitűnt. Rátz László, az iskola híres matematikatanára eleinte különórákon foglalkozott vele, majd bevezette az egyetemi matematikai körökbe is, ahol Kürschák József irányításával Fekete Mihály és Szegő Gábor foglalkoztak a fiatal tehetséggel. Neumann már érettségije előtt ismertté vált a magyarországi matematikusok körében, és mint kész matematikusra tekintettek „hazánk legnagyobb Jancsijára” – ahogyan Fejér Lipót nevezte volt akkoriban. Első – Fekete Mihállyal közös – tudományos dolgozata 1922-ben jelent meg egy német matematikai folyóiratban. Neumann érdeklődése ebben az időben sem korlátozódott a matematikára, rendkívül sokat olvasott, különösen történelmi munkákat, a latin és görög mellett még öt-hat élő nyelvet is megtanult.

1919-ben – a budapesti harcok és bizonytalanság elől menekülve – a család pár hónapot Abbáziában töltött.

Az ifjú matematikus egyetemi tanulmányaival kapcsolatban apja azt a tanácsot kapta Kármán Tódortól, hogy talán hasznos lenne, ha vegyészetet tanulna a fiú, így 1921-ben Neumann beiratkozott a budapesti egyetemre matematikát (melléktárgyakként fizikát és kémiát) és egyidejűleg a berlini egyetemre kémiát tanulni. Igaz ugyan, hogy a pesti egyetemre csak

vizsgázni járt, mivel ideje nagy részét Berlinben töltötte, ahonnan azonban két év elteltével – talán a németországi politikai bizonytalanság következményeitől való megszabadulás reményében is – átiratkozott a zürichi ETH-ra. Zürichben – akárcsak korábban Berlinben – persze nem annyira a kémikusok, hanem sokkal inkább a matematikusok társaságát kereste. Itt találkozott Hermann Weyl-lel és Pólya Györggyel is. Felkészültségére jellemző, hogy egy alkalommal Weyl távollétében megtartotta helyette egyetemi előadásait. 1926-ban vegyészmérnöki diplomát kapott Zürichben de ugyanezen év márciusában már doktori címet is szerzett a budapesti egyetemen „Az általános halmazelmélet axiomatikus felépítése” című matematikai dolgozatával.

A következő néhány évet Németországban töltötte. 1926–27-ben egy ösztöndíj támogatásával Göttingenben, Hilbert mellett dolgozhatott. Ebben az időszakban már megmutatkozott érdeklődési körének és kutatási területeinek sokfélesége. Egyrészt folytatta a hilberti program szellemét követő, a matematika alapjaival kapcsolatos kutatásait, másrészt Hilbert biztatására és Heisenberg magával ragadó eszméinek hatása alatt összehasonlította a kialakulóban lévő kvantummechanika Schrödinger- és Heisenberg-féle elméleteit, és bizonyította matematikai ekvivalenciájukat. Miután rájött, hogy a Hilbert-tér a kvantumfizika elméleteinek alapvető matematikai eszköze lehet, a kvantummechanika matematikai alapjairól szóló könyv megírásába fogott. Ez a könyv végül 1932-ben jelent meg német nyelven, és azóta is a modern fizika egyik legfontosabb teljesítményeként tartják számon. Göttingenben tartott egy előadást

a játékok elméletéről is; erre a témára évtizedeken át újra és újra visszatér majd. 1927-ben egyetemi magántanári státuszt szerzett a berlini egyetem matematika tanszékén, ahol tanítani kezdett. Az 1929–30-as tanévtől Hamburgban is tanított. Ekkoriban sokat publikált az összes említett tudományterületen (fizikai cikkeket leggyakrabban Wignerrel közösen) – egyes tudománytörténészek az 1928-as évet Neumann „csodálatos éve”-ként emlegetik –, ugyanakkor arról is olvashatunk beszámolókat, hogy matematikustól szokatlan módon igen intenzív társasági életet is élt, s alaposan belemerült a „Kabaré” című mű által oly érzékletesen bemutatott berlini „éjszakai életbe” is.

1929-ben egy szemeszterre szóló meghívást kapott az Egyesült Államokba; a princetoni egyetemen tartott kvantummechanikai előadásokat. Az amerikai meghívás kölcsönös elégedettséggel zárult, így 1930-tól stabil állást kapott Princetonban, aminek következtében 1930 és 1933 között egy félévet Németországban, egy félévet pedig Princetonban tölthetett. Az amerikai állás elfogadásában bizonyára több tényező is befolyásolta. Neumann számára ekkoriban a németországi helyzet nem politikai, hanem inkább oktatáspolitikai szempontból volt kényelmetlen: állítólag kiszámolta, hogy várhatóan 40 éven belül kaphatna stabil katedrát Németországban, így nagyon is ésszerűnek látszott – a ráadásul magas jövedelemmel is kecsgetető – amerikai ajánlat elfogadása. Magyarország nyilván szóba se jöhetett, s Amerikát egyébként is megkedvelte, így 1930-ban átköltözött Amerikába. Döntésében alighanem az is szerepet játszott, hogy 1929-ben, viszonylag fiatalon meghalt az apja; valamint, hogy 1930-ban megnősült, feleségül vette Kövesi

Mariettát. Ugyanebben az évben Wigner is állást kapott Princetonban (állítólag Ehrenfest javasolta az egyetem vezetőinek kettejük együttes felvételét), így a szokatlan amerikai életstílushoz való akklimatizálódás nehézségeiben nem maradtak magukra, ám bár közös dolgozataik száma már alig szaporodott. Neumann 1932-ben nem csupán a kvantummechanika matematikai alapjait lefektető könyvét publikálta, hanem közzétett egy ergod-elméleti tételt is – eszerint egy dinamikai rendszer időbeli fejlődése során a fázistér „szinte minden” pontjába eljut<sup>4</sup> – amelyet a statisztikus fizika matematikai megalapozása szempontjából fundamentális jelentőségűnek tartanak azóta is. Évekkel később maga Neumann ezeket az eredményeit nevezte a legjelentősebbeknek.

1933-ban Princetonban létrehozták a posztgraduális és posztdoktori képzésre, valamint magas színvonalú kutatásra tervezett *Institute for Advanced Study* nevű intézményt, ahol a világ legjelentősebbnek tartott tudósait kívánták foglalkoztatni. Az intézmény kiválasztott céljai eléréséhez nagy segítséget jelentett, hogy ekkoriban már sok jelentős tudós felismerte: el kell hagynia Németországot. Az intézet elsőként az Amerikába áttelepülő Einsteint alkalmazta, Neumann „harmadikként vagy negyedikként” került alkalmazásra. Ezt az állást Neumann élete végéig betöltötte, annak ellenére, hogy meglehetősen sokat utazott, sok meghívásnak és megbízatásnak tett eleget a későbbi évtizedekben. 1937-ben amerikai állampolgárságot kapott.

A Princetonban töltött több mint két évtized alatt – csak 1955 tavaszán költözött Washingtonba – Neumannék háza a társasági élet egyik központja volt.

Hetente rendeztek hosszan tartó „party”-kat, ahol Neumann előszeretettel ismertette össze új és régi kollégáit, ahol szívesen szórakoztatta vendégeit az emlékezetében tárolt kimeríthetetlen viccgűjtemény darabjaival, s ahol persze alkalom nyílt szakmai kérdések megvitatására is. Ennek az életstílusnak az se vetett véget, hogy 1935-ben megszületett Marina nevű lánya (a jelenleg is Amerikában élő Marina von Neumann-Whitman), 1937-ben elvált, majd a következő évben ismét megnősült (második felesége Dán Klára lett). Az eltelt évek alatt kialakult Neumann imázsa: a nagy matematikus barátságos, kedves és mosolygós ember, szereti a tréfákat, a szórakozást se veti meg, imádja a szép autókat, bár figyelmetlen vezető és gyakran összetöri őket, nem valami jó előadó, de gondolkodása hihetetlenül gyors, emlékezete félelmetesen pontos, sokak szerint az egyetlen élő zseni.

A harmincas évek második felétől tiszta matematikai munkái mellett egyre többet dolgozott alkalmazott matematikában is. Operátorelméleti, mértékelméleti, hálóelméleti, kvantumlogikai tanulmányok mellett foglalkozni kezdett nem-lineáris parciális differenciálegyenletekkel, a turbulens jelenségek és a lökéshullámok nehezen megközelíthető problémái megértésének reményében. Az ezekben a feladatokban szükségképpen megjelenő nagy mennyiségű számolás egyik fontos forrása volt Neumann számológépek iránt hamarosan kialakuló érdeklődésének.

A közelgő világháborúval kapcsolatban felmerülő igények miatt az amerikai hadsereg tudományos tanácsadók sokaságát alkalmazta. Neumannt rendkívüli képességei, képzettsége és tekintélye együttesen ideális tanácsadóvá tették. Úgy hírlík, a hadsereg



minden fegyverneme igénybe vette szolgáltatásait. Hamarosan szinte nélkülözhetetlen emberré vált a katonák számára. Tanácsadói szerepkörét haláláig megőrizte, sőt a hidegháborús körülmények között jelentősége még fokozódott is. Egy katonai vezető visszaemlékezése szerint, még valamikor Neumann haldoklásának utolsó stádiumában is megjelent Neumann betegágyánál – egy válságos katonai szituáció alkalmával – a hadügyminiszter a helyetteseivel, valamint az összes fegyvernem parancsnokával, és a teljes vezérkar együtt hallgatta a haldokló Neumann tanácsait.

Tanácsadói tevékenysége valószínűleg két területen volt igazán lényegbe vágó: egyrészt a nem-lineáris parciális differenciálegyenletek különféle szituációkban való megoldásának, másrészt saját játékelméleti eredményei alkalmazásának a területein. Efféle differenciálegyenletek megoldása fontos lehet például a legkülönbélebb áramlástanai problémák esetében, a meteorológiai előrejelzésben, az atom- és hidrogénbomba konstrukciója során és számtalan, a katonák számára fontos további esetben is. Neumann a háborús időszak jelentős részét töltötte ilyen problémák tanulmányozásával a titkos nukleáris programokon dolgozva Los Alamosban és más fél-katonai vagy katonai intézményekben. A játékelméletre alapozott katonai és politikai stratégia pedig vitathatatlanul képes megragadni és megmutatni a legracionálisabb elemeket a háborúskodás és a politikai rivalizálás irracionális viszonyai között.

Neumann tudományos tevékenysége mindazonáltal a háború alatt sem szünetelt. Újabb matematikai eredményei mellett talán az a legfontosabb, hogy

Oskar Morgenstern osztrák közgazdással közös könyvet publikált 1944-ben *Theory of Games and Economic Behavior* címmel. A könyv a matematikai közgazdaságtan egyik alapművévé vált.

Ebben az időszakban kezdett el komolyabban érdeklődni a számítások gépekkel való elvégzése iránt. A számítógépek matematikai, automataelméleti vonatkozásai már korábban is foglalkoztatták. Jól ismerte Turingot, aki 1936 és 1938 között a princetoni egyetemen tartózkodott, és ismerte Turingnak a témával kapcsolatos eredményeit is. Azonban azt is világosan látta, hogy a mechanikus számológépek túlságosan lassúak, és hogy megfelelő mértékű felgyorsításuknak dinamikai akadályai vannak. Egy véletlen találkozás nyomán 1944-ben kapcsolatba került a pennsylvaniai egyetemen elektronikus számítógépet építő csoporttal, s bekapcsolódott a munkájukba. A csoport által elektroncsövek felhasználásával épített ENIAC nevű számológép problémáinak tanulmányozását követően Neumann kialakította saját elképzelését az elektronikus számítógépek építésének elveiről, amelyeket *First Draft of a Report on the EDVAC* címmel rögzített 1945 közepén. Ez a jelentés már tartalmazza Neumann-nak a témával kapcsolatos legalapvetőbb elgondolásait. Deklarálja az ún. „tárolt program” elvét, és leírja a számítógépek kívánatos szerkezeti felépítését, amely leírás az ún. Neumann architektúrájú számítógépek építésének alapelveivé vált.<sup>5</sup> A csoport később felbomlik és Neumann Princetonba visszatérve Herman Goldstine segítségével építi meg és veszi használatba az intézet saját, IAS nevű gépét. Neumann ezidőtájt főként a számítógépek építésének és használatának elvi és gyakorlati

problémái (a számítógép nyelve, a programozás lehetőségei, numerikus számítási módszerek, általános automataelméleti kérdések) foglalkoztatják. Aktívan bekapcsolódik a kibontakozóban lévő kibernetikai diszkusszióba, egyre több figyelmet fordít a számítógépi, valamint az idegrendszeri struktúra és működés mód összehasonlítására. Élete vége felé még tanúja lehet a félvezetők számítógépekben való alkalmazásának, valamint a számítógép-használat gyors terjedésének.

Az ötvenes években Neumann gyakrabban vállalt átfogóbb témájú, a tudomány és technika történeti, filozófiai- vagy társadalmi vonatkozásait is tárgyaló előadásokat, illetve tudományszervezői pozíciókat. (Jelen gyűjteményünk jelentős része származik ebből a korszakából.) Különbféle üzleti, katonai és politikai tanácsadói feladatai mellett 1951–52-ben az Amerikai Matematikai Társaság elnöki pozícióját is betöltötte. Kiemelkedő tudományos tekintélyét jelzi, hogy 1954-ben az amszterdami matematikai kongresszus felkérte, hogy tartson előadást a matematika megoldatlan problémáiról. 1955-ben kinevezték a stratégiai jelentőségű Atomenergia Bizottság tagjának, ami miatt kénytelen volt szabadságotatni magát Princetonban és Washingtonba költözni. Ekkor jelentkeztek nála a rák első tünetei. (Egyes elemzők szerint betegségét, más bombakészítő tudósokhoz hasonlóan, valószínűleg a kísérleti atomrobbantások alkalmával vigyázatlanságból elszenvedett sugárterhelés okozta.) Életének maradék másfél-két évét a betegséggel való reménytelen küzdelem töltötte ki. Tolókocsiba kényszerült, főként kórházban töltötte napjait. 1957. február 8-án hunyt el.

Utolsóként készített – befejezetlen – munkáját a *The Computer and the Brain* című tanulmányt 1958-ban adták ki. Kollégái és munkatársai még ezután is számos korábbi eredményét publikálták, többek között például a *Theory of Self-Reproducing Automata* című, a sejtautomaták elméletével foglalkozó fontos tanulmánygyűjteményt.

\* \* \*

Neumann tudományos teljesítményének valamiféle összefoglalása már csak azért sem könnyű feladat, mert aligha gondolhatja magáról bárki, hogy mindazokhoz a területekhez konyít valamennyit, amelyeken Neumann aktívan alkotott. Ennek illusztrálására talán elegendő felidézni egy újabb anekdotát. Neumann közismerten otthonos volt a matematika szinte minden területén. Amikor valaki egyszer mégis megkérdezte tőle, hogy vajon a matematika hányad részét ismeri, rövid fejszámolás után a következő választ adta: körülbelül 28 százalékát. (Valószínűleg komolyan gondolhatta, hiszen a kötetünkben is szereplő „A matematikus” című írásában hasonlóan vélekedik: „A matematika nagyszámú fejezetre oszlik... Kétlem, hogy bármely ma élő matematikusnak egy negyedénél többhöz valami köze lenne.”) De még ha fel is vállalnánk ezt a 28 százalékot, akkor is szembesülnénk a dilemmával: egyáltalán jogos-e Neumannt pusztán matematikusnak tekinteni? Hiszen jól tudjuk, hogy számos, igazán alapvető fizikai problémát tárgyaló munkája jelent meg, fundamentális szerepet játszott az elméleti közgazdaságtan kialakulásában, döntő fontosságú a számítógépek architek-

túrájához való hozzájárulása, nélkülözhetetlen tanácsokkal szolgált a nukleáris fegyverek létrehozása és stratégiai célú alkalmazásuk témakörében és így tovább. Nehéz volna mindössze annyiban maradni, hogy Neumann matematikus és alkalmazott matematikus volt egy személyben. Ebben a kilátástalannak tetsző helyzetben talán segítséget jelenthet, ha hasonló helyzeteket keresünk a tudományos gondolkodás történetében; azok esetleg szolgálhatnak valamiféle támpontokkal.

Történeti összehasonlítás révén két többé-kevésbé hasonló tudományos teljesítményt találunk: az i. e. III. évszázadban tevékenykedő *Arkhimédész* és a XVII. századi *Newton* munkásságát. Törekvéseik és eredményeik hasonlósága több vonatkozásban is megmutatkozik.

1. Arkhimédész, Newton és Neumann is képes volt *egy kialakulófélben lévő fizikai diszciplína matematikai alapjait* lerakni. Arkhimédész a statika, Newton a mechanika, Neumann a kvantummechanika számára alakított ki matematikai alapelveket. Mind-egyikjük esetében megfigyelhető, hogy noha számos kortársuk is próbálkozott a problémakör értelmezésével és leírásával, mégis az ő hozzájárulásuk képviselte az igazi megoldást, amit a tanulmányozott fizikai jelenségek „mélyebb” megértése, illetve megvilágító erejű elképzelése révén érték el. Az adekvát matematika a fizikai jelenségkör sajátos látásmódja révén vált hozzáférhetővé mindhármuk számára.

Neumann húszas évekbeli cikkeiben és 1932-es *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik* című könyvében a kvantumjelenségek leírására a Hilbert-teret vezeti be, demonstrálja az operátor-

elmélet alkalmazásának fizikai következményeit, és bemutatja a formalizmus alkalmazhatóságát a kvantumfizika különféle megközelítéseihez viszonyítva. Gondolatmenetének nem annyira a fizikai vagy matematikai részletei az újak és érdekesek, hanem a szemlélete, talán mondhatnánk úgy is, hogy a filozófiája. Munkája éppen ezáltal a szemléletbeli újítás által válhatott alapvető jelentőségűvé. Meghatározóak a kvantumjelenségek statisztikai értelmezésével kapcsolatban tett megállapításai és a kvantummechanikai mérési folyamatot elemző gondolatmenetei is. A későbbi években és évtizedekben Neumann gyakran visszatér az itt felvetett problémákra. Az operátorgyűrűk (más néven Neumann algebrák), valamint a hálóelmélet különböző változataiban próbálja a kvantumjelenségek, a valószínűségek és a logika kapcsolatainak valamiféle ésszerűbb változatait felderíteni, de ahogyan amszterdami előadásában is hangsúlyozza, ez valójában egy igen fontos megoldatlan problémának tekinthető.

2. Arkhimédész, Newton és Neumann is képes volt kora *vezető technikáinak fejlesztésére és alkotó használatára*. Arkhimédész „egyszerű” gépezetek, Newton optikai eszközök, Neumann számítógépek építésében jeleskedett. Mindegyikőjük támaszkodhatott korábbi jeles mesterek technikáira is, de mégis az ő eljárásaik váltak a későbbi technikai fejlődést meghatározó elgondolásokká. Sikereikhez mindegyik esetben alkotó módon igénybe kellett venniük saját matematikai gondolatmeneteik valaminő következményeit. Newton esetében talán hivatkozhatunk még évtizedes alkimista kísérleteire is, amelyek ugyan nem jutatták el a kívánt célhoz, ellenben az

eközben megszerzett kémiai technológiai ismeretei alkalmassá tették a pénzverde igazgatói feladatainak ellátására.

Neumann a számítógépek létrehozásától kezdetben a számítási feladatok megoldásának felgyorsulását s a gyors számolás következtében lehetségessé és értelmessé váló új feladatokban való sikeres alkalmazhatóságot várta. A számítógépek technikai megvalósításához való hozzájárulásai két problémakörrel kapcsolatosak. Az analóg és az első digitális gépek esetében is nagy idővesztést és sok nehézséget okozott a gépeknek az egyes számítási feladatokra való felkészítése. Ezen a nehézségen segített a tárolt program elvének alkalmazása, vagyis az a gondolat, hogy a gépnek adott utasításokat is a gép által kezelhető, a számítási adatokkal megegyező formában lehet tárolni és működésbe hozni. Alkalmazásával lehetővé válik a gépek programozás segítségével való hatékony és gyors átdefiniálása. A tárolt program elvének alkalmazásához többek között megfelelő felépítésű gépre van szükség, mégpedig olyanra, amelyik a következő egységekből áll: a műveleteket végrehajtó aritmetikai egység, a központi vezérlő egység, az adatokat és utasításokat tároló memóriaegység, valamint a külvilággal való kommunikációt lehetővé tevő be- és kimeneti egységek. A legtöbb számítógép manapság is lényegében Neumann eme elgondolásai alapján szerveződik.

Mindazonáltal a számítógép technikai megvalósításának problémái mellett, sőt, valójában már azok előtt tisztázni kell számos elvi jelentőségű kérdést: egy ilyen gép felépítésének az elvi lehetőségét, értelmességét, működtetésének korlátait és perspektíváit stb.

A problémakör elemzéséhez kétféle módon is hozzáfoghatunk: egyrészt vizsgálhatjuk a matematika alapelveinek logikai következményeit, másrészt elemezhetjük a természetben előforduló „változatnak”, az idegrendszernek a működés módjait. Az első megközelítés az automaták elméletének kiépítésére vezet, a második a kibernetika és az idegétlan tanulmányozására serkent. Neumann ambíciói szerint a két megközelítést együtt is lehet alkalmazni, és előrehaladhatunk eredményeiket folyamatosan egymásra vonatkoztatva is.

Automataelméleti megfontolásaiban Turing már a harmincas évek közepén belátta, hogy egy univerzális automata létezése nincs ellentmondásban a matematika alapelveivel. Neumann ez ügyben többek között az a kérdés foglalkoztatta – például a kezdeti elektroncsöves számítógépek nagy meghibásodási százaléka miatt –, hogy vajon lehetséges-e hibásan működő elemekből hibátlanul működő automatát építeni? E megfelelő feltételek mellett fennálló elvi lehetőség gyakorlati megvalósíthatóságát elemezte az idegrendszer és a digitális számítógépek esetében is. Úgy látta, hogy a matematika és az élő rendszerek szerveződésének alapelveit oly módon is összekapcsolhatjuk, ha megengedjük bizonyos élő organizmusok önreprodukáló automatákként való leírásának a lehetőségét, későbbi korok elméleti biológusainak nagyobb dicsőségére.

Számítógépek létrehozásának és használatának természetesen vannak a számítási feladatok megoldásán túlmutató következményei is. Felfoghatjuk a gépet úgy is, mint egy valamennyire komplex szerkezetű és működésmódú mesterségesen kialakított



szabályozott rendszert. A természetes és mesterséges szabályozott rendszerek működési elveinek feltárását és kontrolljuk megvalósíthatóságát célzó sokirányú törekvések az 1940-es évek végére egy új tudományterület, a kibernetika kialakulásához vezettek. Az új tudományos diszciplína kialakításában biológusok, szociológusok, pszichológusok, matematikusok és mérnökök egyaránt részt vettek. Neumann 1944-ben csatlakozott a Howard Aiken számítógép-készítő, Norbert Wiener matematikus, Walter Pitts logikus és Warren McCulloch neurofiziológus által alapított *Teleological Society*-hez, ahol a formálódó kibernetika kérdéseinek megvitatásával foglalkoztak. Az összejövetelek később kibővültek, s 1946 és 1953 között az évente két alkalommal a *Macy Foundation* támogatásával megrendezett ún. *Macy* konferenciákon szélesebb tudósközösség is megvitatta a diszciplína aktuális problémáit. Noha Neumann is aktívan részt vett az összejöveteleken, a kibernetika általános szemléletmódjának kialakításában mégis inkább Wiener szemléletmódja jutott érvényre. Úgy tűnik, a kibernetikával való foglalatosság Neumann számára némileg hasonló volt Newton alkímiai praxisához, legalábbis annyiban, hogy hozzásegítette Neumant a számítógép-építés sikeres megvalósításához.

3. Arkhimédész, Newton és Neumann saját tudományos és technikai eredményein alapuló szolgálatait is alaposan igénybe vette a *politikai hatalom*. Arkhimédész félelmetes hadigépeket épített Szirakuza védelmében; Newton évtizedekig szolgált az Állami Pénzverde őreként, majd igazgatójaként, s ebbéli minőségében hatékonyan védte az ország pénzét a hamisítók ellen, ezenkívül számításokat készített

a tüzéség számára; Neumann matematikai képességeivel és számítógépeivel támogatta a különféle fegyvernemek sikeres háborús szereplését, valamint a félelmetes pusztító erejű atom- és hidrogénbombák létrehozását. Ezen kívül játékelméleti megfontolásain alapuló stratégiai tanácsokkal látta el az ország katonai és politikai vezetőit.

Az említett hasonlóságok figyelembe vételével tehát talán joggal állíthatjuk, hogy Neumann tudományos tevékenysége leginkább Arkhimédész és Newton teljesítményével rokonítható. Talán az se véletlen, hogy a gyűjteményünkben idézett tanulmányaiban Arkhimédész és Newton azok közé a kevesek közé tartoznak, akiket megemlít, és többé-kevésbé a fentebb mondottakkal összhangba hozható módon. Úgy tűnik, hogy talán maga Neumann is gondolt egy ilyen összehasonlítás lehetőségére.

Nyilvánvaló, hogy ezzel a megállapítással nem intézhető el Neumann teljesítményének értékelése, hiszen az alkalmazott összehasonlításban számtalan eredményéről egyáltalán nem esett és esetleg nem is eshetett szó. A korábban felvetett nehézségeket nem feledve megpróbálkozhatunk talán azzal is, hogy nem tartalmi, hanem valamiféle módszertani szempontból vesszük szemügyre Neumann írásait.

Neumannt olvasva azonnal feltűnik a szövegekben található *intellektuális erő* jelenléte és jelentősége. Munkatársai és ismerősei is gyakran beszámolnak Neumann gondolkodásának tisztaságáról és mélységéről. Wigner például így emlékezik: „Ha valahol elakadtam, azonnal szóltam Jancsinak, mert ő nem mert elháríthatatlan akadályt. A legbonyolultabb matematikai összefüggéseket is világosan, könnyedén

vázolta.”<sup>6</sup> Ezzel a képességgel hozható kapcsolatba az a megfigyelés is, amit Neumann öccse idézett a közgazdász Samuelsontól, aki szerint Neumann „gyorsan átszökelt a területünkön, és az már sosem lesz ugyanaz”.<sup>7</sup>

Némileg meglepő, de sokszor jól kivehető Neumann szemléletének *mérnöki* vonásai. Ilyesféle utal például a vizsgálat tárgyává tett szituációk határozott kijelölése, az adott szituációban használatba vehető gondolkodásmódok és észjárások szabad alkalmazása, a lehetetlent nem ismerő ambíció. Neumann mérnöki stúdiumai talán nem múltak el nyomtalanul felette, igaz, nem vegyészmérnöki, hanem inkább „gondolkodásmérnöki” praxist folytat. Egyébként is: a matematika Neumann által sokáig kedvelt Hilbert-féle formalista felfogása is ebbe az irányba mutat.

A neumann-i gondolkodásmód jól kivehető jellegzetessége a különféle tapasztalati területeken, a különféle diszciplínákban, a különféle problémakörökben megtalálható gondolati elemek folyamatos összehasonlítása és *összekapcsolása*. Ezt az eljárást nyilván jelentősen megkönnyítette Neumann számára rendkívüli teljesítményre képes memóriája. Minderre számtalan többé vagy kevésbé kidolgozott példát találunk különféle írásaiban. Észrevehetünk például egy, a Neumann által javasolt számítógép architektúra és a modern polgári államszerkezet, valamint a gazdálkodási rendszer felépítése közötti hasonlóságot.<sup>8</sup> Természetesnek látszik a feltevés, hogy Neumann összevetette a számítógép, valamint a politikai és a gazdasági rendszer felépítését. Ez ugyan sehol nem jelenik meg közvetlen formában, de egy alaposabb keresés során rábukkanhatunk Neumann

írásaiban a „gépi ökonómia”<sup>9</sup> kifejezésre vagy másutt a számítógép „belső ökonómiája” fogalomra. Talán nem tévedünk, amikor az efféle szóhasználatot nem tekintjük véletlennek. Az efféle összehasonlításokat és összekapcsolódásokat nyilvánvalóan elősegíti az is, ha a vizsgálat tárgyát képező különféle objektumokat egyaránt alkalmas matematikai fogalmakkal reprezentáljuk, hiszen ez esetben az összehasonlítás nem okozhat elvi nehézséget. A „matematikai modell”-jeikkel helyettesített objektumok tanulmányozása persze nem specifikusan Neumann módszereire jellemző eljárás.

\* \* \*

Neumann összegyűjtött műveit hat kötetben adták ki még évtizedekkel ezelőtt,<sup>10</sup> nemrégiben pedig megjelent válogatott írásainak egy kiváló gyűjteménye.<sup>11</sup> Magyar nyelven kiadták híres kvantummechanika könyvét<sup>12</sup>, önálló kötetként a „Számológép és az agy” című tanulmányát<sup>13</sup>, egy tanulmánykötetét<sup>14</sup> és elszórtan több más írását is. Ebben a gyűjteményben öt témakört választottunk ki Neumann munkásságának bemutatásához. A közölt írások legnagyobb részét előadásszövegek és nem cikké formált gondolatmenetek. Kivételt képeznek a „Kvantummechanika matematikai alapjai”-ból idézett részletek, valamint a „Számológép és az agy”, és a „Túlélhetjük-e a technikát?” című tanulmányok.

1. A *fizika alapkérdéseivel* foglalkozó Neumann írásokból kettőt választottunk ki. Egyrészt a vitathatatlanul jelentős *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik* (A kvantummechanika matemati-

kai alapjai) néhány jellemző és kevés technikai elemet tartalmazó részletét. A szövegrészek kiválasztásában lényegében követtük Fényes Imre egy korábbi válogatásának<sup>15</sup> megoldásait. Az alapul vett magyar fordítás Sebestyén Ákos munkája<sup>16</sup>, amit összevetettünk Fáy Gyulának a Fényes-féle válogatásban publikált fordításával és néhol változtattunk rajta. A közölt részletek Neumann könyvének III.2., IV.1., IV.2. és VI.1. fejezeteiből vett idézetek, valamint Neumann ezekhez kapcsolódó jegyzetei. A kiválasztott szövegrészek nem tartalmazzák Neumann könyvének legátfogóbb szemléleti újítását – a kvantumjelenségek leírására bevezetett Hilbert-tér tulajdonságait, valamint alkalmazásának fizikai következményeit bemutató gondolatmeneteket –, hanem inkább azokat a helyeket gyűjtik össze, ahol Neumann a klasszikus fizika és a kvantumfizika determinizmus-felfogásait elemzi. Tárgyalja a kvantumfizika statisztikus jellegének következményeit, a kvantumfizikai rejtett paraméterek bevezetésének problémáját, és a mérési folyamat elemzése kapcsán egy különösen érdekes gondolatmenetet is előad a pszichofizikai parallelizmus elvének paradox következményeivel kapcsolatban.

A fizika alapkérdéseinek témaköréhez kapcsolódó másik Neumann írás a *Method in the Physical Sciences* (A módszer a fizikában) címmel tartott előadás publikált szövege. Az előadás a New York-i Columbia Egyetem 200 éves jubileuma alkalmából 1954 októberében rendezett konferencián hangzott el. Augusztinovics Mária korábban már megjelent magyar fordítását<sup>17</sup> vettük alapul, de mivel az írás javított fordításban később megjelent a Fizikai Szemlében is<sup>18</sup>, figyelembe vettük a Szemle – feltehetőleg Marx György által esz-

közölt – korrekcióinak többségét is. A dolgozat a tudományos módszer megalkuvó jellege mellett érvel, s azt hangsúlyozza, hogy a tudomány pusztán a jelenségeket leíró modelleket épít, de nem magyarázza, vagy nem interpretálja a dolgokat. A modellek közötti különbségeket is értelmezi, majd a fizikában alkalmazott teleológikus és kauzális szemléletmódok relatív érvényessége mellett hoz fel érveket.

2. A *matematika természetének* bemutatására három Neumann írást választottunk ki. A *The Mathematician* (A matematikus) című 1947-es és a *The Role of Mathematics in the Sciences and in Society* (A matematika szerepe a tudományokban és a társadalomban) című 1954-es írásokat is Augusztinovics Mária korábban már megjelent (Neumann János: Válogatott előadások és tanulmányok. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1965) magyar fordításában adjuk közre, apróbb korrekciókkal. Ezekben az írásokban megtalálhatjuk Neumann matematika-felfogásának minden lényeges összetevőjét. Tanulmányozza a matematikának a tapasztalatokkal való kapcsolatát, a matematikai általánosítás jellegét, a matematikai szigorúság történeti változatait. Megismerhetjük Neumannnak a különféle matematikafilozófiákkal kapcsolatos véleményét, a matematika és a tudományok, különösen a matematika és fizika kapcsolatáról kialakított álláspontját.

A harmadik, ehhez a témakörhöz kapcsolódó kiválasztott szöveg az *Unsolved Problems in Mathematics* (Megoldatlan problémák a matematikában) című, az 1954-es amszterdami Matematikai Kongresszuson tartott Neumann előadás gépiratban fennmaradt előadásszövege<sup>19</sup> Gerner József fordításában. Noha

ez a szöveg sok haladottabb matematikai fogalmat használ, és így számos pontjában a laikus olvasó számára bizonyosan érthetetlen, mégis jónak láttuk publikálni, mivel nagyon világosan mutatja be Neumann matematikai gondolkodásának folyamatát. Talán nem is annyira a megjelölt megoldatlan matematikai problémák a legérdekesebbek, hanem az a mód, ahogyan ezekhez eljuttat bennünket Neumann.

3. A *számítógépek* építésének és használatának elveivel és problémáival foglalkozó blokkot az 1948-as *The General and Logical Theory of Automata* (Az automaták általános és logikai elmélete) című, a Hixon szimpóziumon tartott előadással kezdjük. Az alapul vett, korábban már megjelent<sup>20</sup> magyar fordítás Tarján Rezsőné munkája. Neumann előadása Tőrös Róbert fordításában is megjelent a *Fizikai Szemlében*.<sup>21</sup> A két fordítást összevetve néhol korrigáltuk Tarján Rezsőné megoldásait. Neumann rendkívül gondolatgazdag előadása több ponton megelőlegezi a „Számológép és az agy” gondolatmeneteit.

*Az Entwicklung und Ausnutzung neuerer mathematischer Maschinen* (Az újabb matematikai gépek fejlődése és kihasználása) című írás Neumann 1954-es véleményének és a számítógépek építése korabeli helyzetének kitűnő összefoglalója. Augusztinovics Mária korábbi fordításában közöljük. Könnyen érthető formában tartalmazza a fontosabb megfontolásokat és elveket, így például az ún. Neumann architektúra rövidre fogott ismertetését is.

A blokk – és talán az egész könyv – legfontosabb tanulmánya a *The Computer and the Brain* (A számológép és az agy), amelyet Szalai Sándor korábban is megjelent fordításában<sup>22</sup> válogattunk be a kötetbe.

A korábban már két alkalommal is megjelent szövegből azonban legnagyobb részben elhagytuk a fordítónak Neumann szövegéhez fűzött magyarázó kommentárjait. A számológép felépítésének és az idegrendszer struktúrájának s működés módjának az összehasonlításában Neumann gondolkodása a legnagyoszerűbb oldaláról mutatkozik meg. Élettani tényeket és esetleges tapasztalatokat kombinál matematikai alapelvekkel, egyszerű és mégis váratlan mélységekhez vezető gondolatmenetekkel találkozunk, néhány kézenfekvő összehasonlításból messze ható következtetésekre konkludálunk. A befejezetlenül maradt tanulmány utolsó mondataival visszavezet a matematika természetének problémájához, amely Neumann számára oly sok meglepetést tartogatott és annyi örömet okozott egész munkássága során.

4. A *technika és a tudományok társadalmi hatásaival* foglalkozó Neumann-féle nézeteket két rövidebb írás próbálja bemutatni. Mindkettőt a Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó korábbi Neumann kötetéből vettük át Augusztinovics Mária fordításában. A *The Impact of Recent Developments in Science on the Economy and on Economics* (A legújabb tudományos fejlődés hatása a gazdaságra és a közgazdaságtanra) című kis írás a közgazdaságtan tudományos státuszával kapcsolatban vet fel egy filozófiai következményeit tekintve is elgondolkodtató összehasonlítást. A *Can We Survive Technology?* (Túlélhetjük-e a technikát?) című, gondolatokkal teli írás a veszélyekkel teli jövőről a Fortune magazinban 1955 júniusában jelent meg. Érdeemes talán megjegyezni, hogy akkoriban még nem volt ugyan divatban a fenntartható fejlődés fogalma, de tartalmát tekintve nem ez a helyzet.



5. Végül néhány apró részletet szeretnénk bemutatni Neumann (amerikai) *életkörülményeiből*. A Princetonban tartózkodó Neumann éveken keresztül levelezett Ortway Rudolfal, a budapesti egyetem Elméleti Fizika Tanszékének akkori vezetőjével. A levelekben személyes ügyek és szakmai kérdések is szóba kerültek. A levélváltást Györgyi Géza és Szentiványi Tibor publikálta a Fizikai Szemlében.<sup>23</sup> Ezekből a levelekből választottunk ki hármat. Az első 1933-ból való és érdekes tudósítást jelent a princetoni intézet szerveződésének körülményeiről. A másik két levél 1939-ben íródott, és személyes mondanivalóik mellett érdekes filozófiai kérdéseket is szóba hoznak. Kitűnik belőlük például, hogy Neumannt ekkoriban is foglalkoztatta a 32-es könyvében tárgyalt pszichofizikai parallelizmus, valamint hogy meglehetősen lesújtó véleményt alakított ki Rudolf Carnap tudományfilozófiai nézeteiről. Végül hasznosnak tűnt Neumann egyik fennmaradt, az „Amerika Hangja” magyar adása számára 1955-ben adott rádióinterjúja szövegét is válogatásunkba iktatni, különösen azért, mert Neumann itt saját szavaival is beszámol saját tevékenységéről. Az interjú szövege korábban Neumann öccse, Nicholas Vonneuman közreműködésével megjelent a Fizikai Szemle 1995/9 számában is.

\* \* \*

Az eddigiekben meglehetősen nagy hangsúlyt fektettünk rá, hogy érzékeltesük Neumann kutatási területeinek rendkívüli kiterjedtségét, a diszciplináris határoknak nemegyszer sikeresen fittyet hányó tudományos tevékenységét. Most, miután valamilyen

mértékben már áttekintettük ezt a sokféleséget, talán azt a kérdést is indokolt felvetni, hogy vajon lehet-e találni Neumann életművének egyes szegumentumaiban, elkülönülő szakaszaiban valamilyen stabilan jelenlevő, közös törekvéseket, kifejeződni vágyó értékeket, valamiféle filozófiai üzenetet vagy erkölcsi imperatívuszt? A válasz alighanem igen. Úgy tűnik, Neumann tudományos tevékenységének legtöbb dimenziójában a rendezetlenségből kihámozható rendet, a szabálytalanság szabályait, a kaotikus, turbulens, válságos, hibásan vagy irracionálisan viselkedő természetes vagy mesterséges rendszerek racionális értelmezésének és ellenőrzésének lehetőségét kereste. A matematikai alapelvek ellentmondásosságának lehetősége, a turbulenciák, a meteorológiai jelenségek, a gazdasági válságok, a véletlen események a kvantumfizikában, a pókerben és a számítógépek elektroncsöveiben, az összeegyeztethetetlennek tűző politikai érdekek, az értelmetlen háborúskodás és hatalmi rivalizálás olyan tünetei a világ állapotának, amelyek híján vannak az ésszerűségnek, amelyek csakis a racionalitás szigorú működtetésével enyhíthetők. Ez persze egyáltalán nem új tapasztalat, és nem szokatlan igény. Végeredményben minden gondolkodó ezt tapasztalja, és erre vágyik. Mindazonáltal nem vagyunk egyformák; különbségeinkre megfelelően rávilágít Neumann kortársainak panaszos tréfálgozása: „a matematikusok azt bizonyítják be, amit tudnak, Neumann pedig azt, amit akar”.<sup>24</sup>

*Ropolyi László*

## JEGYZETEK

<sup>1</sup> Marx György: *A marslakók érkezése*. Magyar tudósok, akik Nyugaton alakították a 20. század történelmét. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2000.

<sup>2</sup> Marx György – az előző jegyzetben idézett könyvében – több változatukat is megemlíti.

<sup>3</sup> Neumann élettörténetének áttekintéséhez számos – gyakran persze egymásnak ellentmondó adatokat tartalmazó – forrást használtunk fel. Főként a következőket:

– Marx György: Neumann János, 264–276, *in*: *A marslakók érkezése*;

– Goldstine, H. H.: *A számítógép Pascaltól Neumannig*. Műszaki Kiadó, Budapest, 1987. Fordította: Szabó G. Zoltán;

– S. Ulam: John von Neumann, xi-lix, *in*: Bródy, F. – Vámos, T. (eds.): *The Neumann Compendium*. World Scientific, Singapore, 1995;

– Wigner Jenő: Neumann János (1903–1957), *Fizikai Szemle*, 227–229, 1967.

– J. J. O'Connor – E. F. Robertson: John von Neumann, [http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Von\\_Neumann.html](http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Von_Neumann.html) (2003. augusztus 19.);

– J. A. N. Lee: John von Neumann, <http://ei.cs.vt.edu/~history/VonNeumann.html> (2003. augusztus 19.);

– In Memoriam Neumann János. A *Financial Times* 1999. december 24-i cikkének fordítása. [http://www.njszt.hu/07mi\\_ujsag/2003/14.In\\_Memoriam\\_Neumann\\_Janos.htm](http://www.njszt.hu/07mi_ujsag/2003/14.In_Memoriam_Neumann_Janos.htm) (2003. augusztus 19.);

– Howard Rheingold: *Tools For Thought: The People and Ideas of the Next Computer Revolution*. Simon & Schuster, 1985.

Érdekes fényképgyűjteményt tartalmaz a John von Neumann (1903–1957) című honlap a <http://www.physics.umd.edu/robot/neumann.html> (2003. augusztus 19.) címen.

- <sup>4</sup> A részletesebb magyarázatot lásd például Marx többször idézett könyvének 268. oldalán, illetve Fritz József Neumann cikkéhez írt bevezetőjében a következő kötetben: Bródy, F. – Vámos, T. (eds.): *The Neumann Compendium*. World Scientific, Singapore, 1995.
- <sup>5</sup> Ugyanezek az elgondolások megtalálhatók az 1946-ban készült, könnyebben hozzáférhető következő dolgozatban is: Arthur W. Burks, Herman H. Goldstine, John von Neumann: Preliminary Discussion of the Logical Design of an Electronic Computing Instrument. 34–79, in: *John von Neumann Collected Works*. Ed.: A. Taub. Vol. V., Pergamon Press, Oxford, 1963.
- <sup>6</sup> *Wigner Jenő emlékiratai Andrew Szanton lejegyzésében*. Kairosz Kiadó, Budapest, 2002. 153. old.
- <sup>7</sup> Vonneuman, N. A.: Beszélgetések Neumannéknál vacsora közben II. *Fizikai Szemle*, 1994/10, 406.old.
- <sup>8</sup> Ropolyi László: A társadalom a számítógépekben. *Rep-liká*, 35, 155–171, 1999.
- <sup>9</sup> Neumann János: *A számológép és az agy*. Gondolat, Budapest, 1964. 70. old.
- <sup>10</sup> *John von Neumann Collected Works*. Ed.: A. Taub. Vols. I–VI, Pergamon Press, Oxford, 1961–1963.
- <sup>11</sup> Bródy, F. – Vámos, T. (eds.): *The Neumann Compendium*. World Scientific, Singapore, 1995.
- <sup>12</sup> Neumann János: *A kvantummechanika matematikai alapjai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980. Fordította: Sebestyén Ákos. Ellenőrző szerkesztő: Abonyi Iván.
- <sup>13</sup> Neumann János: *A számológép és az agy*. Gondolat, Budapest, 1964. (Második kiadás: 1972) Fordította: Szalai Sándor. Hozzáférhető a MEK adatbázisában is: <http://www.mek.iif.hu/porta/szint/muszaki/szamtech/rendszer/neumann/html/> (2003. augusztus 21.).
- <sup>14</sup> Neumann János: *Válogatott előadások és tanulmányok*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1965. Fordította: Augusztinovics Mária. Szerkesztette: Lukács Ernőné.

- <sup>15</sup> Fényes Imre (szerk.): *A kvantummechanika klasszikusai*. Válogatott tanulmányok. Gondolat Kiadó, Budapest, 1966.
- <sup>16</sup> Neumann János: *A kvantummechanika matematikai alapjai*.
- <sup>17</sup> Neumann János: *Válogatott előadások és tanulmányok*.
- <sup>18</sup> Neumann János: A fizika módszere. *Fizikai Szemle*, 1993/12, 473.old.
- <sup>19</sup> M. Rédei – M. Stöltzner (eds.): *John von Neumann and the Foundations of Quantum Physics*. Kluwer, Dordrecht, 2001, 231–246. old.
- <sup>20</sup> Szalai Sándor (szerk.): *A kibernetika klasszikusai*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1965. 55–119. old.
- <sup>21</sup> Neumann János: Az automaták elmélete I–II. *Fizikai Szemle*, 229. és 280. old. 1967.
- <sup>22</sup> Neumann János: *A számológép és az agy*.
- <sup>23</sup> Györgyi Géza: Neumann János levelei Ortvy Rudolfhoz. *Fizikai Szemle*, 357. old 1973; Györgyi Géza: Ortvy Rudolf levelei Neumann Jánoshoz. *Fizikai Szemle*, 166. old. 1975; Szentiványi Tibor: Neumann János újabb levelei Ortvy Rudolfhoz. *Fizikai Szemle*, 380. old. 1979.
- <sup>24</sup> In Memoriam Neumann János.