

NEUMANN JÁNOS
VÁLOGATOTT ÍRÁSAI

PRINCIPIA PHILOSOPHIAE NATURALIS

Sorozatszerkesztő
Ropolyi László és Szegedi Péter

NEUMANN JÁNOS

VÁLOGATOTT ÍRÁSAI

Bővített kiadás

Válogatta
Ropolyi László


TYPOTEX

A könyv a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.



© Ropolyi László, Szegedi Péter, Szelezsán János, Typotex, Budapest, 2003, 2023
Hungarian translation © Augusztinovics Mária, Gerner József, Kepes János, Sebestyén Ákos, Szalai Sándor jogutódja, Tarján Rezsőné jogutódja, Zavalnij Bogdán, 2003, 2023

ISBN 978 963 493 273 4

Kedves Olvasó!

Köszönjük, hogy kínálatunkból választott olvasnivalót!
Újabb kiadványainkról, akcióinkról a www.typotex.hu
és a facebook.com/typotexkiado oldalakon értesülhet.

Typotex Kiadó

Alapította Votisky Zsuzsa, 1989

A kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók
és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.

Felelős kiadó: Németh Kinga

Felelős szerkesztő: Erő Zsuzsa

Olvasószerkesztő: Szabó Mihály

Tördelés: Fodor Gábor

Borítóterv: Somogyi Péter

Nyomtatta és kötötte: Central Dabasi Nyomda Zrt.

Felelős vezető: Balizs Attila vezérigazgató

TARTALOM

Előszó a bővített kiadáshoz	7
Előszó az első kiadáshoz	23

1. A FIZIKA ALAPJAIRÓL

A kvantummechanika matematikai alapjai (részletek)	51
A módszer a fizikában	71
Levelek R. O. Fornaguerához és H. Cirkerhez	80

2. A MATEMATIKA TERMÉSZETÉRŐL

A matematikus	87
A matematika szerepe a tudományokban és a társadalomban	101
Megoldatlan problémák a matematikában	114
Levelek R. Carnaphoz, K. Gödelhez, W. H. Gottschalkhoz és H. Rademacherhez	137

3. SZÁMÍTÓGÉPEK ÉPÍTÉSÉNEK ÉS HASZNÁLATÁNAK PROBLÉMÁIRÓL

Az EDVAC-ról szóló jelentés első vázlata (részlet)	149
Néhány megjegyzés Neumann János „Az EDVAC-ról szóló jelentés első vázlata” című írásához	175
Az automaták általános és logikai elmélete	179

Az újabb matematikai gépek fejlődése és kihasználása	229
A számítógép és az agy	251
Levelek L. L. Strauss-hoz és C. C. Hurd-hoz	313

4. A MATEMATIKAI KÖZGAZDASÁGTANRÓL

Játékelmélet és gazdasági viselkedés (részlet)	329
A legújabb tudományos fejlődés hatása a gazdaságra és a közgazdaságtanra	356

5. A TECHNIKA, TUDOMÁNY ÉS TÁRSADALOM KAPCSOLATÁRÓL

Túlélhetjük-e a technikát?	361
Nyilatkozat az atomenergia ügyében kiküldött szenátusi különbizottság előtt	375
Levél V. Bush-hoz	380

6. SAJÁT ÉLETKÖRÜLMÉNYEIRŐL

Neumann levelei Ortvay Rudolffhoz	391
Levelek W. J. E. Blaschké-hoz, A. Flexner-hoz, J. Stroux-hoz, G. B. Harrison-hoz és R. Oppenheimer-hoz	399
Rádióinterjú az „Amerika Hangja” számára	409

ELŐSZÓ A BŐVÍTETT KIADÁSHOZ

Neumann János a tudomány történetének azon kevés szereplője közé tartozik, akinek a jelentősége az idő előrehaladtával nem csökken, hanem nő.

Munkásságának számos eredménye már a (nyolcvan-száz évvel ezelőtti) keletkezésének pillanatában meghatározó jelentőségűnek számított, olyanak, amelyek alapvetően befolyásolta egy-egy tudományterület egészét. Így például a matematika vagy a kvantumfizika nyilvánvalóan egész története során hordozni fogja a fiatal Neumann felismeréseinek következményeit. De emlékezetünkbe idézhetjük Paul Samuelson Nobel-díjas közgazdász megállapítását is, mely szerint „Neumann ... betoppant egy rövid időre a területünkre, és azóta már az nem lesz ugyanaz, mint volt”.¹ Vagy megfontolhatjuk Julian Bigelownek, a princetoni *Institute for Advanced Study*-ban épített első Neumann-elvű számítógép főmérnökének a szavait: „Neumann vette le a hályogot a szemünkről, ahogy senki más nem tudta volna ... Ekkor lódult meg a számítási kapacitás, és öntött el mindent a tudományban, ahogy sok más helyen is, és a világ gyökeresen megváltozott.”²

Ezek a megállapítások a tudomány történetében és mai gyakorlatában egyaránt jelen lévő, rendkívül nagyra értékelt kiemelkedő teljesítményekre utalnak. Mindazonáltal szó sincs róla, hogy Neumann tudományos tevékenysége pusztán ezekre a területekre szorítkozott volna. Körülbelül 150 tudományos dolgozata jelent meg életében – sokszor szerzőtársakkal közösen jegyzet cikkek – meglehetősen eltérő (matematikai, fizikai, technikai) tudományterületek problémáiról. Figyelemre méltó, hogy ezen tanulmányok közül sok – az egyes diszciplínák egészét formáló neumann elképzelésekhez hasonlóan – napjainkban is hat és alakítja számos tudományterület szemléletmódját. A *Nature Reviews Physics* szerkesztői mostanában figyeltek fel rá, hogy Neumann tevékenységét az angol nyelvű

Wikipédia enciklopédikus áttekintése szerint több mint 120 (!) speciális tudományterületen, illetve tudományos kérdésben tartják ma relevánsnak – a mesterséges élettől a kvantumlogikán át a technikai szingularitásig.³ Ez szokatlanul nagy szám.

Tudományos eredmények évszázados léptékben fennmaradó, sőt új és új területeket inspiráló, fokozatosan kibontakozó hatásában bizonyára szerepet játszik szerzőik jövőbe látása, jövő iránti elkötelezettsége, saját tevékenységük történetileg változó tudományos, kulturális, társadalmi kontextusainak tudatos figyelembevétele. Aminek természetes következménye a tudományos megismerés előmozdításán túlmutató célok keresése, azaz a mindenkori közösségi/emberi viszonyok személyes alakításának igénye is. Neumannt kétségkívül nagyon is érdekelték ezek az összefüggések, gyakran hivatkozott is efféle meglátásaira – akár a „tisza” matematika, akár az atomfizika, akár a közgazdaságtan, akár a technikai és számítástechnikai fejlődés kérdéseiről beszélt. Mondhatjuk, hogy Neumann elég sok esetben pontosan látta vagy jól becsülte meg a fejlődési tendenciákat, illetve számos területen képes volt kezdeményezni és kialakítani később jelentőssé váló tudományos, technikai, társadalmi gyakorlatokat.

Mindezek nyomán Neumannt gyakran úgy emlegetik, mintha neki valami sajátos viszonya lett volna a jövőhöz, aki mintha már nem is csak a 20. század első felének polgára, hanem „a jövő embere” lett volna, aki az „örökkévalóság” igényei szerint végezte a munkáját.⁴ De vajon Neumann személyének és tevékenységének miféle vonásai hordozták ezeket a lehetőségeket? Személyes adottságainak, természetének, élettörténetének, kulturális környezetének, gondolkodásának, világfelfogásának mely elemei tették lehetővé a konkrét tudományos, kulturális, történeti valóságra vonatkozó, de azon gyakorta túlmutató elképzelései kialakítását és sikeres képviselését? Vagy csak mindezen meghatározottságok együttes érvényesülése tette Neumann munkásságát olyannyira kiemelkedővé?⁵

Számos személyes visszaemlékezés, életrajz, történeti munka tárgyalja ezeket a kérdéseket s azonosít figyelemre méltó összefüggéseket.⁶ Tanulásaikat megfontolva a korszak társadalmi és kulturális viszonyai között érvényre jutó meghatározottságok három csoportját tartjuk fontosabbnak: 1) Neumann személyes adottságait, 2) a matematika és a tudományok

viszonyára vonatkozó felfogását, valamint 3) az észszerűség társadalmi és kulturális szerepével kapcsolatos elképzeléseit.

1. Ezek közül a tényezők közül Neumann egészen kivételes személyes adottságainak, a kibontakozásukat lehetővé tevő családi, iskolai és kulturális környezetnek, valamint a szinte minden élethelyzetben megmutatkozó különleges képességeinek bemutatása jószerivel minden Neumannról szóló írás nélkülözhetetlen kelléke. Ráadásul a Neumann iránti érdeklődés növekedésével egyre több személyes dologra derül fény.⁷ Az életmű megértése és megítélése szempontjából bizonyára érdemes azokra a tényezőkre figyelni, amelyek Neumann egész életében, valamint tevékenységének minden szegmensében meghatározóan jelen voltak.

Ezek közé tartozik, hogy felfogása és gondolkodása is szokatlanul gyors volt, memóriája pedig különlegesen hatékony. Érdeklődése és tájékozottsága a kultúra széles körére kiterjedt, és az egyes problémakörökkel rendkívül kitartóan foglalkozott.

Újabban azt feltételezik, hogy páratlan mentális képességeit főként anyai nagyapjától, Kann Jakabtól örökölhette.⁸ Ugyanakkor a 20. század eleji modernizálódó Budapest kulturális intézményrendszere tehető polgárai számára lehetővé tette személyes képességeik hatékony fejlesztését. Neumannék zsidó eredetű családjá is sikeresen asszimilálódott a magyar főváros kulturális olvasztótégelyként is funkcionáló gazdasági, politikai, kulturális közegébe. Neumann apja, Neumann Miksa sikeres bankárként és üzletemberként már Neumann gyerekkorában a magyar kormány gazdasági tanácsadója lett.⁹ Neumannék otthonában gyakran megfordultak a gazdasági, kulturális és tudományos elit képviselői, a család életvitele megengedte, hogy gyerekeik házitanítóktól tanuljanak (például nyelveket, nem is egyet), hogy külön könyvtárszobát alakítsanak ki egy jelentős könyvgyűjtemény elhelyezésére – egyszóval a kultúra széles spektruma a mindennapi élet természetes közegeként volt jelen náluk. Így Neumann már gyerekként megismerhette a korabeli szellemi élet számos képviselőjét, s ebben a környezetben formálódott társadalmi, történelmi és irodalmi érdeklődése is. Iskolai környezetben a gyors felfogású és gondolkodású gyerek képességei természetes módon a matematika kapcsán nyilvánultak meg leginkább, így kiemelkedő matematikai tehetségként viszonyultak hozzá, és egyénre

szabott oktatási programja nyomán már érettségije előtt az ország ismert matematikusává vált. Ezt követően ebben a vonatkozásban csak ismertségi és elismertségi köre változott: tíz-tizenöt év múltán immár a világ egyik legismertebb és legtöbbre tartott matematikusa lett.

Mindazonáltal érdemes megjegyezni, hogy matematikusi sikerei ellenére mindvégig megmaradt a matematikán kívüli társadalmi és kulturális szférák, így például a gazdaság, a politika, a történelem iránti intenzív érdeklődése. A visszaemlékezések alapján valószínűsíthető, hogy ehhez jelentősebb mértékben járultak hozzá az e témákban (például gazdasági és pénzügyekről, az első világháborús katonai stratégiákról, a különféle játékok nyerési módszereiről s más effélékről) folytatott rendszeres családi beszélgetések élményei, mint mondjuk a Berlinben és Zürichben végzett vegyészmérnöki stúdiumok. Evidensnek tűnik, hogy Neumannt nem csak az önmagáért művelt „tiszta” matematika érdekelt. Egész életében erősen foglalkoztatták egyes jelenségek, egyes folyamatok, kulturális vagy társadalmi területek működésének szabályszerűségei, s vissza-visszatérően próbálkozott megértésükkel és formalizálható leírásukkal. Neumannt illetéknéppen matematikusként és alkalmazott matematikusként is szokás aposztrofálni.

Vegyük figyelembe azonban, hogy Neumann esetében ezt tulajdonképpen nem feltétlenül úgy kell érteni, hogy hol ezt, hol azt tartotta észben, hogy hol az operátorokon végezhető műveletek, hol a kvantumfizikai mérések, hol a pókerjátékosok stratégiái foglalkoztatták. Végtelennek tetsző memóriakapacitása és rendkívül gyors gondolkodásának együttes használata, azaz gondolkodása kontextusainak gyakori és gyors váltakozása következtében gyakorlatilag úgy tűnhetett, hogy sok mindent képes egyszerre észben tartani, illetve hogy egy jelenséget egyszerre sok szempontból képes vizsgálni és értelmezni.

Ilyenformán evidens, hogy a közönséges megismerési gyakorlathoz viszonyítva mindig megelőzte azt, s a vizsgált problémára már egy vagy akár több lépéssel távolabbról nézett – vagyis a közönséges megismerési folyamat jövőjéből kommunikált. Ez persze így lehetett egész tudományterületek, egész kulturális szférák tanulmányozása esetében és különféle időléptékekben is – amiként ezt számos esetben láthatjuk. Ezzel az adottsággal

hozható összefüggésbe az is, hogy sokszor mindenkit megelőzve értékelt szokatlan elképzeléseket, mint például Gödel bizonyításait, vagy a kettes számrendszer számítástechnikai jelentőségét.

A szóban forgó „nagyon nagy sebességű” intellektuális praxis ugyanakkor nyilván hasznos különféle problémakörök, illetve akár teljes diszciplínák hasonlóságainak és különbségeinek hatékony azonosításában. Úgy tűnik, Neumann számára az összehasonlító elemzés bevett és kedvelt eljárás volt. Ez ügyben az agy és a számítógép felépítésében és működésében keresett neumanni analógiák jól ismert példája mellett talán érdemes megemlíteni Neumann mindennapi életének sajátos gyakorlatát is, nevezetesen a viccek iránti szokatlan elragadtatását. Amiként Freudtól tudhatjuk,¹⁰ a viccek hatékonysága lényegében abban áll, hogy egy esemény, helyzet, megfogalmazás tulajdonképpen többféle kontextusban is értelmezhető, és a kontextusok között gyors és meghökkenítő átmenetekre bukkanhatunk. Neumann nagyon kedvelte az efféléket. Talán nem véletlenül – hiszen ezeket ő a számtalan kontextus gyors váltakozását előállító különleges gondolkodásmódja hétköznapi megnyilvánulásaként élhette át.

2. Neumann matematikusi és alkalmazott matematikusi státuszának jobb megértéséhez érdemes a matematika és a tudományok viszonyára vonatkozó felfogását alaposabban szemügyre venni. Ugyanis nyilvánvalóan nem pusztán arról van szó, hogy egész életében szándékában állt és képes volt „tisztá” és „alkalmazott” matematikai eredményeket is elérni. És nem is csak arról, hogy mindvégig foglalkoztatta a matematikán kívüli világ is, a társadalom, a gazdaság, a politika, a kultúra megértésének (és befolyásolásának) problémái. És pláne nem arról, amit Neumann lánya, Marina von Neumann Whitman mondott egy évfordulós előadásában, amikor apja „kettős életéről” beszélt, és egyfelől a tiszta tudomány elefántcsonttoronyának lakójaként, másfelől pedig katonai és politikai problémák gyakorlati megoldásait kereső tanácsadóként jellemezte apját, élesen megkülönböztetve életének korábbi és későbbi szakaszait.¹¹ Amint arra Dömölki Bálint is (ugyanebben a cikkében) rámutat, Neumann „tisztán” tudományos és „alkalmazott” kutatási tevékenységében nem igazán indokolt ilyen éles határvonalat kijelölni, hiszen gyakorlati feladatainak megoldásaihoz is igény-

be vett elméleti eredményeket, és tisztán elméleti munkái is reflektáltak gyakorlati problémákra, s Neumann kétféle tevékenysége inkább erősítette egymást.¹²

Mindazonáltal, ha pusztán az itt említett lehetőségeket vennénk figyelembe, mellőznünk kellene Neumann saját matematikaértelmezésének meghatározó vonásait, valamint továbbra is rejtélyes maradna Neumann „tiszta” és „alkalmazott” matematikai eredményeinek jövő iránti érzékenysége, gyakran megfigyelhető szerteágazó releváns elméleti és gyakorlati következményei.

Neumann az ebben a kötetben is megjelenő tanulmányaiban („A matematikus”, illetve „A matematika szerepe a tudományokban és a társadalomban”)¹³ elég világosan kifejti matematikafelfogását s a matematika természettudományokban, illetve más területeken való alkalmazhatóságának és alkalmazásának problémáit. Leszögezi, hogy a matematika nem tapasztalati tudomány, de tapasztalati eredetű. Illusztrációként a geometria és a klasszikus kalkulus kialakulására és történeti fejlődésére hivatkozik. Lényegében olyan eljárásról van szó, amelynek során a matematikus összegyűjti és alaposan elemzi egy-egy jelenségkör hozzáférhető tapasztalatait, s az így felismert szabályszerűségek alapján, a tapasztalatokban kifejeződő logika alapján létrehozza a jelenségkör leírásához szükséges matematikai fogalmakat s eljárásokat, vagyis megalkotja az adott jelenségkör matematikáját. Ennek során tisztázhatja az így létrehozott „elmélet” más matematikai elméletekhez való viszonyát is. Természetesen Neumann maga is így járt el a kvantumfizika matematikájának vagy a játékok elméletének, a közgazdaságtan matematikájának kialakítása során, s ugyanezzel az eljárással törekszik a számítások, az automaták matematikai alapjainak létrehozására is. A matematika alapjaira vonatkozó elképzelések korabeli intenzív változásait tapasztalva és e változások jelentőségét teljes mértékben és terjedelemben belátva nem tartja indokoltnak valamiféle univerzálisan érvényes matematika és logika feltétlen érvényesítését a matematika adott területen való „alkalmazásának” jelszával. Ilyenformán Neumann felfogásában az alkalmazott matematikus munkája lényegében abban tér el a „tiszta” matematikusétól, hogy neki alaposan ismernie és megfelelően hasznosítania kell tárgyának empirikus tartalmát is, míg a „tiszta” matematikus megfe-

ledkezhethet róla. Talán így is mondhatjuk: vannak matematikusok, akik csak használják a matematikát, mások pedig csinálják is.

Neumann egyszerűen kijelenti, hogy ha valaki azt tapasztalta, hogy egy-egy korábbi matematikai eredmény váratlanul alkalmazhatónak mutatkozik egy egészen más vagy új tudományterületen, akkor az ilyen „sikereket gyakran annak köszönheték, hogy teljesen megfeledkeztek arról, amit végső soron akartak, vagy hogy egyáltalán akartak-e valamit...”.¹⁴ Neumann eme felfogása világosan és határozottan eltér élethosszig tartó jó barátja, Wigner Jenő matematikafelfogásától, aki a matematika univerzális érvényességére alapozott elképzelések nyomán rácsodálkozik annak természettudományokban való hatékonyságára.¹⁵ Úgy tűnik, Neumannnal ellentétben Wigner nem tekintette elég súlyosnak a matematika végső megalapozhatatlanságával kapcsolatos gödeli problémákat. Neumann felfogásával rokon nézeteket képvisel viszont Tóth Imre, aki többek között az euklideszi és nem-euklideszi geometriák egymáshoz való viszonyát vizsgálva arra a következtetésre jut, hogy „a matematika alapja a szubjektum szabadsága”,¹⁶ az ember, a matematikus szabad, nem a logika, a matematika foglya, hanem a logika, a matematika alkotója.

Neumann matematikafelfogásából ugyanakkor az is kiviláglik, hogy egyes matematikai eredményeknek miként lehet hosszú távú, akár az „örökkévalóságot” is megcélzó érvényessége: lényegében empirikus alapon. Amennyiben a matematikus jól választja ki a releváns tapasztalati kört és pontosan megérti a jelenségek logikáját, az így létrehozott matematikai elmélet fogalmi és eljárásai elég jól megfeleltethetők a szóban forgó tapasztalatoknak, s így az ebben a tapasztalati és fogalmi rendszerben való érvényességük nincsen veszélyben. A kvantumfizika, a játékelmélet s számos más neumann matematikai konstrukció esetében ez a helyzet. Bhattacharya egészen kiváló életrajzában minden neumann elképzelés sorsát követi megszületésétől napjainkig.¹⁷ Elemzéseiből kiviláglik a neumann gondolatok változó relevanciája, s érthető lesz az is, hogy jelentőségük miként marad meg, vagy esetenként miként nő.

3. Neumann történeti jelentőségének alakulásához lényeges módon járulnak hozzá az észszerűség társadalmi és kulturális szerepével kapcsolatos elképzelései. Matematikusi feladatai kapcsán sikeresen ismerte fel,

értelmezte és alkalmazta egy-egy jelenség, tapasztalati kör, tudományterület sajátos logikáját, képes volt meglátni az empirikus sokféleségben érvényesülő rendet, azonosítani a szabályszerűségeket. Ilyen háttérrel észszerű és felelősségteljes magatartás efféle sikeres gyakorlatokkal az élet lehető legtöbb területén próbálkozni. Különösen abban a formában, amelyik az „alkalmazott matematika” neumann felfogását tükrözi, azaz az univerzálisan érvényesített általános észszerűség helyett az észszerűség különös, a konkrét valóság konkrét elemzésén alapuló megismerésének esetleges következménye. Úgy tűnik, Neumann ebben a szellemben fogta fel az értelmiségi szerepből adódó társadalmi felelősségét, s igyekezett részt vállalni a korabeli világ számos szférájának formálásában. Az emberiség jövőjét, fennmaradását szolgáló különféle észszerű konstrukciókat és gyakorlatokat keresett – és esetenként talált is. Ilyen törekvésekre és sikerekre az emberi történelem minden pillanatában szükség van. Jelentőségük az emberi élet komplexitásának folyamatos növekedésével egyre nő.

* * *

Jelen kötet Neumann magyar nyelvre lefordított tanulmányainak harmadik gyűjteménye. Elsőként 1965-ben Lukács Ernőné szerkesztésében, Augusztinovics Mária és Bródy András közreműködésével összeállított és lefordított „Válogatott előadások és tanulmányok” címmel jelent meg egy kicsi, de erős könyv.¹⁸ A kiadvány Neumann késői tudományos esszéi mellett korai játékelméleti cikkeit is tartalmazta. Utóbbiak kivételével az akkor megjelent legtöbb esszét ebben a mostani kötetben ismét közzétesszük.

Másodikként 2003-ban, Neumann születésének századik évfordulóján jelent meg egy „Neumann János válogatott írásai” című gyűjteményes kötet Ropolyi László szerkesztésében.¹⁹ Ez a könyv a Typotex Kiadó *Principia Philosophiae Naturalis* könyvsorozatának harmadik köteteként Neumann néhány filozófiai, természetfilozófiai írását, többek között „A számológép és az agy” című művét és a személyes életkörülményeire vonatkozó néhány adalékot, valamint az 1965-ös kötet néhány fontos esszét tartalmazta. A kötethez készült előszó megpróbálta Neumann életét és munkásságát történeti és társadalmi kontextusba illesztve bemutatni. Ez a szöveg „Előszó az első kiadáshoz” címmel a jelen kötetben is megtalálható.

Harmadikként most, 2023-ban, Neumann születésének 120. évfordulóján jelenik meg ez a kötet, ugyancsak „Neumann János válogatott írásai” címmel, a 2003-as kötet bővített kiadásaként. Ez a könyv egyúttal a Typotex Kiadó *Principia Philosophiae Naturalis* könyvsorozatának aktuális kötete. A 2003-as kiadás ismételt megjelentetését a könyv viszonylagos sikere (az évek során több utánnyomás is elfogyott), bővítését pedig a Neumann-centenárium kapcsán megjelent számos kiadvány és a témakörben azóta is fennmaradt intenzív publikációs tevékenység tanulságai indokolják.

Jelen kötet teljes egészében tartalmazza a 2003-as kötet (néhány apróbb korrekcióval javított) írásait, valamint három új szöveget, amelyek közül kettő most jelenik meg először magyarul, továbbá Neumann 18 újonnan lefordított és magyarul először itt megjelenő levelét. Némileg változott a kötet struktúrája is: igyekeztünk világosabbá tenni az egy témakörhöz hozzászóló Neumann-írások összetartozását. A korábban is publikált szövegek néhány módosításának háttérében a fordítások újragondolása és esetenkénti átértelmezése áll. Az új szövegek felvételét elsősorban Neumann munkásságának komplexebb bemutatása indokolja. A levelek közzététele egyszerre szolgálhatja Neumann egyes álláspontjainak árnyaltabb kifejezését, valamint munka- és életviszonyai összefonódásának megvilágítását.²⁰ Az összes levelet Kepes János fordította magyarra.

A kötet első blokkja Neumann-nak a *fizika alapjaival* foglalkozó írásait tartalmazza. *A kvantummechanika matematikai alapjai* című könyvéből válogatott részletek, valamint *A módszer a fizikában* című tanulmánya a 2003-as kötet szövegeinek változatlan kiadása. Az értelmezésüket segítő megjegyzések mostani kötetünkben az „Előszó az első kiadáshoz” 42–43. oldalán találhatóak. Ebben a blokkban közöljük Neumann két kvantummechanikával kapcsolatos levelét is. Ramon Ortiz Fornaguera fizikushoz (kvantummechanika-könyvének spanyol fordítójához) írt 1947-es levelében Neumann a matematikai és elméleti fizika viszonyáról mond véleményt. A Hayward Cirker amerikai könyvkiadóhoz intézett 1949-es levelében kvantummechanika-könyvének angol nyelvű fordítása és átdolgozása kapcsán értelmezi a könyv egyes alapeszméit.

A kötet második blokkja a *matematika természetéről* szóló Neumann-írásokat (*A matematikus, A matematika szerepe a tudományokban és a társadalomban, Megoldatlan problémák a matematikában*) közöl a 2003-as kiadással megegyezően. Az értelmezésüket segítő megjegyzések a jelen kötetben az „Előszó az első kiadáshoz” 43–44. oldalain található meg. Új publikációként itt jelenik meg néhány, a matematika alapjaihoz hozzászóló Neumann-levél is. A Rudolf Carnaphoz intézett 1931-es levél elsősorban Gödel nézeteit értelmezi, és természetesen hasonló tartalmú a Kurt Gödelnek 1930 és 33 között írt négy levele is. A Walter Helbig Gottschalk és Hans Adolph Rademacher philadelphiai matematikusokhoz írt 1955-ös levélben Neumann a „tiszta” és az „alkalmazott” matematikai tanszékek közötti viszonyról nyilatkozik.

A kötet harmadik blokkjában a *számítógépek építésének és használatának, valamint az automaták elméletének egyes problémáiról* szóló írások vannak. Itt találjuk a jelen kötet egyik újdonságát és legfontosabb publikációját, nevezetesen *Az EDVAC-ról szóló jelentés első vázlat*a egy részének a fordítását, Zavalnij Bogdán munkáját. Az „Első vázlat”²¹ a számítástechnika történetének alighanem legfontosabb dokumentuma. Keletkezésének, történetének, szerkezetének kontextusába illesztve szövegének részbeni magyar fordítása a Neumann-centenárium alkalmával már megjelent.²² (Az olvasókat szolgálva az „Első vázlat” szövege után beiktattuk Szelezsán János értelmező sorait.) Jelen fordítás a Neumann-architektúrájú számítógépek konstrukciós alapelveit tárgyaló első hat paragrafus lehetőleg szövegű átültetése. A történelmi jelentőségű szöveg fordításának nehézségét fokozta az akkoriban még kialakulatlan terminológia. Különösen a *computer*, a *computing*, a *computing machine*, illetve a *device* kifejezések következetlennek és bizonytalanak tűnő használata okozott gondokat. Neumann fogalomhasználata ebben az időszakban korántsem volt következetes, sem ebben a dokumentumban, sem az ekkoriban keletkezett más szövegeiben. Végül azt a megoldást választottuk, hogy követjük Neumann következetlenségeit és a lehető legszorosabban és teljesen következetesen adjuk vissza Neumann szavait – tekintve, hogy alapos tanulmányozásuk rávilágíthat Neumann fogalomhasználatának alakulására.²³ Mindazonáltal, ha már ebben a szövegben így jártunk el, hasznosnak

látszott alaposan átnézni a kötetben korábbi fordításokban szereplő többi Neumann-tanulmányt is, és érvényesíteni ezekben is az „Első vázlat”-ban kialakított fordítási gyakorlatot. Ennek nyomán néhány helyen megváltoztattuk a szöveg fordítását *Az automaták általános és logikai elmélete*, *Az újabb matematikai gépek fejlődése és kihasználása*, valamint *A számológép és az agy* című tanulmányokban is. Utóbbiban ez az apró változtatás eléggé feltűnő, mivel a tanulmány címét is érinti, ami így *A számítógép és az agy*-ra változott. Az ezen tanulmányok értelmezését segítő jegyzetek jelen kötetben az „Előszó az első kiadáshoz” 44–45. oldalain találhatóak. Az ebben a blokkban található Lewis Lichtenstein Strauss kormányhivatalnokhoz intézett két 1945-ös levelében Neumann részletezi a számítógépek építésének és használatának problémáit. A Cuthbert Corwin Hurd informatikus barátjához intézett 1950-es levelében a számítógépek gyorsasága és egyéb szokatlan tulajdonságai miatt várhatóan jelentkező problémákról beszél Neumann.

A kötet negyedik blokkja *A játékelmélet és a matematikai közgazdaságtan* problémáihoz szól hozzá. Itt először olvasható magyarul (Kepes János fordításában) a *Játékelmélet és gazdasági viselkedés* című alapvető mű²⁴ első néhány fejezete. Az Oskar Morgensternnel közös munka bevezető részei nem is annyira a játékelmélet vagy a közgazdaságtan szempontjából érdekesek – bár természetesen emiatt is azok –, hanem arra mutatnak kiváló példát, hogy Neumann hogyan gyakorolta az „alkalmazott matematikát”, hogyan állítja elő egy sajátos tapasztalati kör „matematikáját”. Érdekesek a később nagy karriert befutó, a gazdasági folyamatok és a hőtan közötti analógiákra vonatkozó megállapítások is. A blokk másik tanulmánya *A legújabb tudományos fejlődés hatása a gazdaságra és a közgazdaságtanra* a 2003-as első kiadás változatlan formában. Az értelmezést segítő jegyzetek a jelen kötetben az „Előszó az első kiadáshoz” 45. oldalán találhatóak.

A kötet ötödik blokkja *A technika, tudomány és társadalom kapcsolatáról* szóló írásokat tartalmaz. Ebben a blokkban változatlan formában ismét közreadjuk a *Túlélhetjük-e a technikát?* tanulmányt, amelyik az utóbbi időkben az egyik legtöbbször olvasott Neumann-írás. Az értelmezést támogató jegyzetek kötetünkben az „Előszó az első kiadáshoz” 45. oldalán találhatóak. Új adalék a *Nyilatkozat az atomenergia ügyében kiküldött*

szenátusi különbizottság előtt című szöveg. Ez ugyan megjelent már 1965-ben (Augusztinovics Mária fordításában) magyarul, de napjainkban ismét nagyon is aktuálisnak látszik a tudományos kutatási szabadsághoz való állami viszonyulás értelmezési dilemmái miatt. A nyilatkozatot Neumann 1946. január 31-én tette az USA szenátusának az atomenergiiai kutatások szabályozását vizsgáló különbizottsága előtt, és határozottan állást foglalt a magfizikai alap kutatások témaválasztási és az eredmények publikálási szabadsága mellett.²⁵ A blokk tartalmazza Neumann Vannevar Bushhoz írt 1949-es levelét is a Harvard Egyetem mérnöki képzésének tervezett átalakításával kapcsolatban.

A kötet hatodik blokkja Neumann *életkörülményeiről* közöl néhány részletet. Tartalmazza a 2003-as kiadásban közölt *Ortway Rudolffhoz írt néhány levelét*, valamint az „*Amerika Hangja*” számára adott rádióinterjút. Az ezek értelmezését támogató jegyzetek a jelen kötetben az „Előszó az első kiadáshoz” 45. oldalán található. Új leveleket is közreadunk. Tanulságos olvasmány Neumann-nak a német tudományossághoz való viszonya és politikai pozíciója azonosításához a Wilhelm Blaschkéhoz, a Német Matematikai Társaság elnökéhez küldött 1935-ös, valamint a Johannes Stroux-hoz, az NDK Tudományos Akadémiája elnökéhez írt 1950-es leveleinek összehasonlítása. Olvashatjuk az IAS akkori igazgatójának, Abraham Flexnernek küldött 1939-es levelét Gödelnek az IAS-ba való mielőbbi felvétele tárgyában, valamint a későbbi igazgatóhoz, Robert Oppenheimerhez az IAS munkakörülményeivel foglalkozó 1948-as feljegyzését. Egy George Russell Harrisonhoz, az MIT egyik dékánjához küldött 1945-ös levélből az is kiderül, hogy Neumann miért akart továbbra is az IAS munkatársa maradni.

* * *

Neumann János 120 éve született, mindössze 53 évet élt. Gyorsan és sokat dolgozott. Sokat írt, sokat olvasott, sokat gondolkodott. Sokat csinált: matematikát, fizikát, gazdaságtant, atom- és hidrogénbombát, számítógépet, stratégiai terveket – saját korának igényeit követve, de a jövő lehetőségeit alakítva. Okos volt, mint sokan mások is. De ő azt is tudta, hogy az eszünket nem csak használni kell, hanem létre is kell hozni. Meg lehet és meg kell

találni a bonyolult és zavaros helyzetekben érvényes logikát, létre lehet és folyamatosan léte is kell hozni az itt és most használható észt.²⁶

Teljesen komolyan vette a matematika végső megalapozását célzó korabeli törekvések kudarcát – de ha már beláttuk, hogy nincsen eleve adott, univerzálisnak bizonyuló racionalitás, amit csak jól be kell magolni és következetesen használni, akkor a feladat nyilván az, hogy csináljunk legalább itt és most, lokálisan és időlegesen érvényes változatokat! És tényleg csinált is. Mert tudta, hogy szükség van rájuk, és mert képes is volt erre. Idézzük fel újra és újra a korszak matematikusainak vélekedését: „más matematikus azt bizonyítja be, amit tud, Neumann azt, amit akar”.²⁷ Talán mindenekelőtt ezt akarta bizonyítani: nem használni, alkotni jöttem! Sikerült neki.

* * *

Ezúton szeretnénk megköszönni a kötet összeállításában, illetve elkészítése során nyújtott segítséget Molnár Zoltán Gábornak, Patkós Andrásnak, Rédei Miklósnak, Simonovits Andrásnak, Szelecsán Jánosnak és Tóth Jánosnak.

Ropolyi László

Jegyzetek

- 1 Idézi Zalai Ernő: Neumann János és a közgazdaságtan. *Magyar Tudomány*, 109/48(12), 2003. 1533–1538. 1533.
- 2 Idézi Ananyo Bhattacharya: *Neumann János. Az ember a jövőből*. Open Books, 2023. 181.
- 3 Scientific biographies for the beach. *Nature Reviews Physics* 5, 365 (2023) <https://doi.org/10.1038/s42254-023-00611-1>. A Wikipédia oldal: https://en.wikipedia.org/wiki/John_von_Neumann (utoljára megtekintve: 2023.07.16.).
- 4 Még színvonalas életrajzokban is fogalmazznak így: Ananyo Bhattacharya: *Neumann János. Az ember a jövőből*. Wisinger István: *Egy elme az örökkévalóságnak. Neumann János regényes élete*. Athenaeum, Budapest, 2018.
- 5 A jelen kötet első kiadásához írt előszóban amellet érveltünk, hogy Neumann munkássága leginkább talán Arkhimédész és Newton tevékenységéhez mérhető: lásd jelen kötet, 36–40. oldal.

- 6 Sok ilyen forrást felsoroltunk a jelen gyűjtemény első kiadásához készített előszó jegyzetei között: lásd jelen kötet 47–48. oldal. Néhány további, fontosabb írás:
- Paul R. Halmos: The Legend of John Von Neumann. *The American Mathematical Monthly*, 80(4), 1973. 382–394.
 - Nicholas A. Vonneuman: *John von Neumann as Seen by His Brother*. Magánkiadás, P.O. Box 3097, Meadowbrook, PA, 19046 USA. 1987.
 - Online: https://itf.njszt.hu/324rtr4/uploads/2019/07/neumann_02.pdf (utoljára megtekintve: 2023.07.16.).
 - Részletek magyarul: Beszélgetések Neumannéknál vacsora közben. I–II. rész. Fordította: Szegedi Péter. *Fizikai Szemle*, 1994/9. 360–364. és *Fizikai Szemle*, 1994/10. 406–409.; valamint Vonneuman saját előadásában: Neumann János általános emberi vonásai. *Fizikai Szemle*, 1990/1. 13–16.
 - Norman Macrae: *John von Neumann: The Scientific Genius Who Pioneered the Modern Computer, Game Theory, Nuclear Deterrence, and Much More*. Pantheon Books, New York, 1992.
 - George Dyson: *Turing's Cathedral. The Origins of the Digital Universe*. Pantheon Books, New York, 2012.
 - Marina von Neumann Whitman: *A marslakó lánya*. Fordította: Rajki András. Európa Könyvkiadó, Budapest, 2016.
 - Wisinger István: *Egy elme az örökkévalóságnak. Neumann János regényes élete*. Athenaeum, Budapest, 2018.
 - Ananyo Bhattacharya: *Neumann János. Az ember a jövőből*. Open Books, 2023.
- 7 Az utóbbi néhány évtizedben Neumann munkatársainak és kollégáinak beszámolóival mellett immár családtagjainak (öccsének, lányának, második feleségének) emlékei, barátainak, sőt alkalmi ismerőseinek elszórt megjegyzései is publicitást kaptak (sok efféle összegyűjtöttek például az előző jegyzetben hivatkozott írások is). Kiadásra került levelezésének egy része, így például az Ortway Rudolfval és Bay Zoltánnal folytatott levelezés: Györgyi Géza: Neumann János levelei Ortway Rudolfhoz. *Fizikai Szemle*, 1973/12. 357–369.; Györgyi Géza: Ortway Rudolf levelei Neumann Jánoshoz. *Fizikai Szemle*, 1975/5. 166–178.; Szentiványi Tibor: Neumann János újabb levelei Ortway Rudolfhoz. *Fizikai Szemle*, 1979/10. 380–389.; Nagy Ferenc: Bay Zoltán és Neumann János levelezése. *Fizikai Szemle*, 1989/3. 82–96. Angol nyelven megjelent továbbá egy válogatás Neumann levelezéséből: Miklós Rédei (ed.): *John von Neumann: Selected Letters*. History of Mathematics, Vol. 27. American Mathematical Society, London Mathematical Society, USA, 2005.
- 8 Bhattacharya: *Neumann János. Az ember a jövőből*. 20.
- 9 Vegyük észre, hogy Neumannéknál ez szinte családi hagyománnyá vált: Neumann 30 évvel később az Egyesült Államok legkülönbélebb katonai, illetve kormányzati szervezeteinek tanácsadójaként dolgozik 10-15 éven át. Újabb 30 év után pedig, a hetvenes évek elején Neumann lánya, Marina von Neumann Whitman évekig Nixon amerikai elnök gazdasági tanácsadó testületének tagja lesz.
- 10 Sigmund Freud: *A vicc és viszonya a tudattalanhoz*. Fordította: Bart István. In: Sigmund Freud: *Esszék*. Gondolat, Budapest, 1982. 23–252.

- 11 A szóban forgó előadást Dömölki Bálint idézi. Dömölki Bálint: A cselekvő ember és az elefántcsonttorony. Neumann János kettős élete. *Természet Világa*, 154(5), 2023. 194–199.
- 12 Dömölki Bálint: A cselekvő ember és az elefántcsonttorony. Neumann János kettős élete. 198.
- 13 Lásd jelen kötet, 87. és 101. oldal.
- 14 Lásd jelen kötet, 113. oldal.
- 15 Wigner Jenő: A matematika meghökkenítő hatékonysága a természettudományokban. In: Ropolyi László (szerk.): *Wigner Jenő válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2005. 151–178.
- 16 Lásd pl. Tóth Imre: A szubjektum és szabadsága. A matematika alapjairól. Interjú. *Mérleg*, 44(1–2), 2008. 122–150.
- 17 Bhattacharya: *Neumann János. Az ember a jövőből*.
- 18 Lukács Ernőné (szerk.): *Neumann János: Válogatott előadások és tanulmányok*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1965.
- 19 Ropolyi László (szerk.): *Neumann János válogatott írásai*. Typotex, Budapest, 2003.
- 20 A levelek kiválasztásában sokat segített Rédei Miklós, aki azokat korábban összegyűjtötte és angolul publikálta: Miklós Rédei (ed.): *John von Neumann: Selected Letters*. Ezúton köszönjük szíves segítségét. Nemezszer igénybe vettük és idéztük a levelekhez írott hasznos értelmező jegyzeteit is – amit igyekeztünk minden esetben világosan jelezni.
- 21 J von Neumann: First Draft of a Report on the EDVAC. A University of Pennsylvania Moore School of Electrical Engineering könyvtárában őrzött eredeti, géppel írott vázlat szövegét közreadta M. D. Godfrey: *IEEE Annals of the History of Computing*, 15(4), 27–43, 1993. Az eredeti vázlat online elérhető: <https://library.si.edu/digital-library/book/firstdraftofrepo00vonn> (utoljára megtekintve: 2023.07.16.).
- 22 Kovács Győző – Szelezsán János: Gondolatok Neumann János First Draft of a Report on the EDVAC című, 1945 júniusában megjelent tanulmányáról. In: Kovács Győző – Dr. Koreczné Kazinczi Ilona (szerk.): *Ki volt igazából Neumann János?* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003. 157–206.
- 23 A részletek vonatkozásában lásd a jegyzetet a 375. oldalon.
- 24 John von Neumann – Oskar Morgenstern: *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton, 3. ed. 1953.
- 25 Statement of John von Neumann Before the Special Senate Committee on Atomic Energy. A. H. Taub (ed.): *John von Neumann: Collected Works*, Vol. VI. Pergamon Press, Oxford, 1963. 449–502.
- 26 „Az emberek csak azért nem hiszik el, hogy a matematika egyszerű, mert nem veszik észre, hogy az élet mennyire bonyolult.” – idézi Neumannt Bhattacharya: *Neumann János. Az ember a jövőből*. 9.
- 27 Péter Rózsa: *Játék a végtelennel. Matematika kívülállóknak*. Negyedik kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1969. 238.

ELŐSZÓ AZ ELSŐ KIADÁSHOZ

A Principia Philosophiae Naturalis sorozatnak ez a kötete Neumann János tanulmányainak közlésével olyan kérdésköröket is megpróbál bevonni a természetfilozófia gondolkörébe, amelyek első látásra talán szokatlanak 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 kiemelkedően fontos. Elégé nyilvánvaló, hogy a diszciplínák közötti intellektuális mozgás, a tudományterületek határvonalainak merész áthágása vagy átrajzolása 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 újrászerveződtek a kultúra és tudomány cent-

rumai. 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 ellentmondásosak voltak. Nemesyszer éles társadalmi konfliktusok jelezték a fejlődésből hasznot húzó nagypolgári és a pozícióit veszélyeztetve látó nemesi rétegek érdekellentéteit. A szabad verseny lehetőségeit gátálatlanul 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 felvértezett 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 bűnösség állapotá”-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 átitatott 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 kétségtelenné 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 elűldözöttek százai 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 princetoni stádiumáról Neumann kötetünkben is közölt, Ortway Rudolffhoz 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 fasiszmus 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 Neumann-nak közvetlenül már nem lehetett köze.

* * *

Neumann élettörténete és tudományos tevékenysége rendkívül sok hasonlóságot mutat néhány kortársának sorsával és munkásságával. Mindezekelőtt 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”¹. 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 észszerű 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 kikupálódni, 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 előtted lép ki”, vagy az állítólag Hollywoodban 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 szerint² 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 beszéltek 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.³ 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 tréfálgozott az apjával, és képes volt akár nyolcjegyű számokat 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 írá-

nyitásával 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 Heisen-

berg-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 észszerűnek látszott – a ráadásul magas jövedelemmel is kecsegtető – 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, ámbar 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 eljut⁴ – 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 megbízásnak 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 vicccgyűjtemény darabjaival, s ahol persze alkalom nyílott 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 lökeshullámok nehezen megközelíthető problémái megértésének reményében. Az ezekben a feladatokban szükségképpen megjelenő nagy mennyiségű számolás egyik fontos forrása volt Neumann számoló gépek 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 számológépek 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 alapjává vált.⁵ A csoport később felbomlik és Neumann Princetonba visszatérve Herman Goldstine segítségével építi meg és veszi használatba az intézet saját, IAS nevű gépét. Neumannt 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 működésmód összehasonlítására. Élete vége felé még tanúja lehet a félvezető 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.) Különböző 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 sugárfertőzés 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 szembeülnénk a dilemmával: egyáltalán jogos-e Neumannt pusztán matemati-

kusnak 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 architektúrájához 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. Mindegyikőjük 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 értek 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 operátorelmélet 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 észszerűbb 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. Mindegyikük 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 juttatták 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 lehetőségessé 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 működésmódjait. Az első megközelítés az automaták elméletének kiépítésére vezet, a második a kibernetika és az idegélettan 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 eseteiben 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 számítógépkészítő, 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 hasonlatos volt Newton alkímiai praxisához, legalábbis annyiban, hogy hozzásegítette Neumannt 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 tüzérség számára; Neumann matematikai képességeivel és számológépeivel támogatta a különféle fegyvernek 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 ismert elháríthatatlan akadályt. A legbonyolultabb matematikai összefüggéseket is világosan, könnyedén vázolta.”⁶ Ezzel a képességgel hozható kapcsolatba az a megfigyelés is, amit Neumann öccse idézett a közgazdász Samuelsontól, aki szerint Neumann „gyorsan átszökellt a területünkön, és az már sosem lesz ugyanaz”.⁷

Némileg meglepő, de sokszor jól kivehető Neumann szemléletének *mérnöki* vonásai. Ilyesfélére utal például a vizsgálat tárgyává tett szituációk határozott kijelölése, az adott szituációban használatba vehető gondolkodásmódok és eljárások 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 neumanni 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.⁸ 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” kifejezésre vagy másutt a számítógép „belső ökonómiája” fogalomra. Talán nem tévedünk, amikor az efféle szóhasználatot nem tekintjük véletlennek. Az efféle összehasonlításokat és összekapcsolódá-

sokat 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,¹⁰ nemrégiben pedig megjelent válogatott írásainak egy kiváló gyűjteménye.¹¹ Magyar nyelven kiadták híres kvantummechanika könyvét¹², önálló kötetként a „Számológép és az agy” című tanulmányát¹³, egy tanulmánykötetét¹⁴ és elszórtan több más írását is. Ebben a gyűjteményben öt témakört választottunk ki Neumann munkásságának bemutatásához. A közölt írások legnagyobbbrészt 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 matematikai alapjai) néhány jellemző és kevés technikai elemet tartalmazó részletét. A szövegrészek kiválasztásában lényegében követtük Fényes Imre egy korábbi válogatásának¹⁵ megoldásait. Az alapul vett magyar fordítás Sebestyén Ákos munkája¹⁶, 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 folya-