

SZÉKELY LÁSZLÓ

## Indeterminizmus, kvantummechanika és akaratszabadság Karl Popper „nyitott világegyetem”-ében

*... a kockázó Isten vagy a valószínűségi jellegű természeti törvények indeterminizmusa nem alkalmas arra, hogy teret hozzon létre az emberi szabadság számára. Mert nem azt szeretnénk megérteni, hogy miképpen cselekedhetünk előre kiszámíthatatlan módon és véletlenszerűen, hanem azt, hogy miképpen vagyunk képesek cselekedni megfontoláson alapulva, racionálisan. (Popper 1973. 26)*

### BEVEZETÉS

Az 1950-es években Karl Popper számos függelékkel és egy hosszabb utóíratot fogalmazott meg tudományfilozófiai fő művéhez, *A kutatás logikájához*, amelyek közül az utóbbi végül csak 1982-1983-ban került közlésre három önálló kötet formájában. Az indeterminizmussal foglalkozó második kötet címe: *A nyitott világegyetem: érv az indeterminizmus mellett*,<sup>1</sup> és – mint már a cím is mutatja – szerzője nem csupán „tárgyalja” az indeterminizmus kérdéskörét, hanem a determinizmussal szemben határozottan el is kötelezi magát a természeti világ indeterminált volta mellett. S ez az elköteleződés nem valamiféle új „fölfedezés”-ből, „belátás”-ből vagy a tudomány legújabb eredményeiből fakad: a szerző nem titkolja, hogy az indeterminizmus témaköre elsősorban a kreativitás és a szabad akarat szempontjából fontos számára. „A műnek nem az volt a szándéka, hogy az emberi szabadságot és az emberi szabad akaratot tárgyalja, még akkor sem, ha valójában ezek a problémák húzódtak meg a háttérben” (Popper 1982. xix) – írja például 1982-es előszavában, később pedig ugyanezen előszóban a következőket olvashatjuk: „E könyv így egyfajta prolegomena az emberi szabadság és kreativitás kérdéséhez: fizikailag és kozmológiailag teret teremt számára” (uo. xxi–xxii).

<sup>1</sup> Popper 1982. Az első kötet a realizmussal, a harmadik a kvantummechanikával foglalkozik.

Jelen írás célja, hogy röviden bemutassa és elemezze Poppernek a szabad akarat és az indeterminizmus kapcsolatára vonatkozó elképzelését. S nemcsak azért, hogy ily módon ráirányítsa a figyelmet a tudományfilozófus munkásságának e ritkán hivatkozott mozzanatára, hanem azért is, mert a szabad akarat és a fizikai indeterminizmus viszonyáról alkotott popperi koncepció kritikai elemzése egyúttal hozzásegíthet a problémakör jobb megértéséhez. Mivel Popper vizsgálódásának középpontjában a fizikai világ és az akarat viszonya áll, nem tárgyaljuk a szabad akarat fogalmának legsúlyosabb problémáját, az akarat önmaga általi determináltságának kérdését, mert ez a témakör messzemenően szétfeszítené tanulmányunk kereteit.<sup>2</sup>

### FIZIKAI DETERMINIZMUS ÉS ALKOTÓI SZABADSÁG

Kiindulópontjában Popper elfogadja azt az inkompatibilista nézetet, mely szerint az emberi kreativitás és a tudatos, szabad döntéshozatal összeegyeztethetetlen a fizikai világ determináltságával, s ezáltal ahhoz az *ókori epikureizmusig visszanyúló* tradícióhoz csatlakozik, mely az emberi szabadság lehetőségének érdekében megköveteli a fizikai világ indeterminizmusát. Saját szavaival:

Személyesen hiszek abban, hogy az indeterminizmus tana igaz. A meggyőződésem melletti érvek közül kiemelkedik az az intuitív érv, mely szerint egy olyan új mű megalkotása, mint Mozart g-moll szimfóniája, nem jelezhető előre minden részletében Mozart testének – különösképpen agyának – és fizikai környezetének részletes tanulmányozásával sem a fizikus, sem a fiziológus által. Az ellentétes álláspont intuitíve abszurd [...]. (Uo. 41.)

E. Szabó László joggal szegezi szembe ezzel az állásponttal, hogy

Karl Popper [...] a vitát eleve eldöntöttnek gondolja, kizárólag a szabad akarat kérdésében elfoglalt előzetes álláspont alapján [...]. De jelentheti-e ez azt, hogy lemondjunk az olyan fogalmak, mint tudat, szabad akarat, megértés, determinizmus, véletlen, valószínűség, kauzalitás [...] stb. tudományos/filozófiai analíziséről, hiszen még a végén kiderül, hogy az ember a »majomtól« származik? [...] (Értsd: kiderül, hogy mégiscsak determináltak vagyunk fizikailag – Sz. L.) (E. Szabó 2002. 9.)

<sup>2</sup> A témakör szerteágazó irodalmából néhány jól használható (a tárgyat különböző álláspontokból megközelítő) monográfia, illetve bevezető kötet: Cambell 2011; Doyle 2011; Fischer 2012; Kane 1994; Kane 2005; Strawson 1986; Vihvelein 2013; továbbá egy tanulmánygyűjtemény: Palmer 2014. Rövid magyar nyelvű összefoglalóként lásd: Huoranszki 2001. VIII. fejezet.

Mindez azt jelenti, hogy Popper számára a tudományos indeterminizmus egyfajta erkölcsi „kellés”-ként jelenik meg. A következőkben röviden reprodukáljuk, hogy miképpen próbálja meg a filozófus e koncepciót érvényre juttatni, majd megvizsgáljuk, hogy valóban indokolt-e a fizikai indeterminizmusnak és az akarat szabadságnak (illetve az akarat szabadságát előfeltételező szabad kreativitásnak) ez az összekapcsolása.

#### A TUDOMÁNYOS DETERMINIZMUS POPPERI FOGALMA MINT EFFEKTÍV KISZÁMÍTHATÓSÁG

Popper megkülönbözteti egymástól a „*metafizikai*” és a „*fizikai*” *determinizmust*. Definíciója szerint az előbbi csupán annyit állít, hogy „a jövő ugyanúgy megváltoztathatatlan, mint a múlt”, ez pedig önmagában, a jövő effektív kiszámíthatósága nélkül tesztelhetetlen, és ezért ismeretelméleti értelemben „*metafizikai*” állítás (Popper 1973. 8). Ezzel szemben a *tudományos determinizmus* fogalmát a jövő pontos, effektív, tesztelhető kiszámíthatóságával (*accountability*) azonosítja (uo. 1–4, 11–16), aminek érvelésében két fontos funkciója van.

1) Mivel ha „legalább egy (jövőbeli) esemény nincs előre meghatározva, a determinizmust el kell utasítani, és az *indeterminizmus* igaz” (uo. 6), a tudományos determinizmus és a kiszámíthatóság azonosítása azzal jár, hogy akár egyetlen „olyan kifejezetten ki nem számítható előrejelzési probléma, mely saját világra alkalmazható, megsemmisíti a »tudományos« determinizmus doktrínáját” (uo. 13–14).

2) Ebben a kontextusban az *akarat determináltságának* és az *akarati döntések megokolhatóságának* kérdése elválik egymástól: az utóbbi annyiban nem kerül elmentmondásba a szabad akarat tanával, hogy e döntések szabad volta nem általában az okok, hanem kifejezetten csak a kiszámíthatóságot előidéző okok hiányát jelenti (uo. 19–25).

Mivel a pszichológiai oksági magyarázatok nem foglalják magukban a pontos kiszámíthatóságot, definíciója következtében Popper számára a legnagyobb kihívást nem a pszichológiai, hanem a fizikai determinizmus jelenti. S e szempontból van jelentősége az 1)-ben jelzett összefüggésnek: a filozófus több olyan példára hivatkozik, amikor matematikai nehézségek miatt már a klasszikus – és ezen belül konkrétan a newtoni – fizikában sem áll fenn a kiszámíthatóság, és ennek alapján metafizikaivá minősíti a klasszikus fizikának szokásosan tulajdonított determinizmust (uo. 29–40).

## A KVANTUMMECHANIKA KÉRDÉSKÖRE

Mármost ha a tudományos determinizmust valóban az effektív kiszámíthatósággal azonosítjuk, akkor a klasszikus fizika e tekintetben kétségen kívül indeterminista, azaz Popper érvelését el kell fogadnunk. Ám az így adódó fogalomrendszerben eltűnik az az alapvető újdonság, amelyet a kvantummechanika hozott mind a klasszikus fizikával, mind a relativitás einsteini elméletével szemben. Ezen utóbbiak kiinduló *fogalmi meghatározásai és alaptörvényei* ugyanis *kifejezetten deterministák*, és ilyenek az ezekre épülő matematikai alapegyenletek is. Ennek illusztrálására elég csak a tehetetlenség középiskolából ismert newtoni törvényére vagy az erő, a tömeg és a gyorsulás közötti, a középiskolás tananyagban szintén szereplő összefüggésre gondolni. Ezért jogosan vetődik föl az a kérdés, hogy vajon az összetett esetekben föllépő matematikai nehézségekre vagy egyes stabilitási problémákra hivatkozva indokolt-e a klasszikus fizika determinizmusát „metafizikai”-vá minősíteni, és ezáltal egy nevezőre hozni például az eleve elrendelés tanáival?

Ami a kvantummechanikát illeti, itt a heisenbergi határozatlansági relációk miatt a klasszikus fizikával szemben már egyetlenség részecske jövője is indeterminált. Ez az indeterminizmus pedig nem a számítások kivitelezhetőségének matematikai korlátjai miatt lép föl, hanem éppen ellenkezőleg: az elmélet matematikájából egzakt módon kiszámítható. Ennek köszönhetően sokak számára a kvantummechanika Bohr és Heisenberg által kidolgozott „koppenhágai” interpretációja mintegy „erkölcsi manna”-ként jelent meg, mely megszabadítja a tudományt a szabad akaratot állítólagosan kizáró fizikai determinizmus béklyójától. Ez az értelmezés ugyanis az elmélet matematikájából következő határozatlanságra úgy tekint, mint a fizikai világ ontológiai határozatlanságának teoretikus megjelenésére, és ezért a klasszikus fizikával szemben bevezeti fizikai világunkba az objektív, ontológiai véletlent. Ennek nyomán pedig mind a természettudósok, mind a filozófusok körében népszerűvé vált az a koppenhágai interpretációra hivatkozó elképzelés, mely szerint a kvantummechanika megoldotta volna az akarat szabadságának évezredek filozófiai problémáját, s ily módon a természettudomány a filozófián kívülről pontot tett egy klasszikus, sokáig megoldhatatlannak tűnő filozófiai probléma diskussziójának a végére.<sup>3</sup>

Csakhogy ez az állítás, azon túl, hogy filozófiailag naiv, tudományosan is megalapozatlan.

- a) Egyrészt annak ellenére, hogy a kvantummechanika matematikája önmagában indeterminista, *lehetségesek determinista értelmezései*.<sup>4</sup> Azaz a matema-

<sup>3</sup> Vö. pl. M. Kaku 2011. [https://www.youtube.com/watch?v=DMNZQVyiM](https://www.youtube.com/watch?v=DMNZQVyiM;); illetve kritikai megközelítésben: E. Szabó 2004. 215–216.

<sup>4</sup> Vö. pl. Szegedi 1987 és E. Szabó 2004, illetve Székely 2013. 69–76.

tika önmagában nem döntheti el a determinizmus–indeterminizmus kérdését: ahhoz, hogy a kvantummechanika matematikájának indeterminista voltából a fizikai világ indetermináltságára következzünk, szükség van előzetes ontológiai (és/vagy ismeretelméleti) föltevésekre. Ez pedig azt jelenti, hogy interpretációjának iránya függ a filozófiától.

- b) Filozófiailag ugyancsak ellenvethető, hogy még az előbb jelzett determinista interpretációk kizárása sem vonná maga után a fizikai világ szükség-szerű indeterminizmusát. Ugyanis ez esetben is nyitva maradna annak az agnosztikus ismeretelméleti értelmezésnek a lehetősége, mely az elméletben megjelenő indeterminizmust megismerőképességünk korlátaival magyarázza.
- c) Végül ha még el is fogadjuk a kvantummechanika indeterminista értelmezését, teoretikusan lehetséges, hogy ez az indeterminizmus a fiziológia szintjén nem jelenik meg vagy elhanyagolhatóvá válik, ami a jelenlegi agy-és idegrendszeri kutatások alapján plauzibilisnek tűnik.<sup>5</sup>

Mivel a most felsorolt ellenvetések csupán lehetőségekre hivatkoznak, azok természetesen nem cáfolják meg a fizikai indeterminizmust, csupán arra mutatnak rá, hogy a kvantummechanikából egyáltalában nem következik szükségszerűen sem a fizikai világ, sem idegrendszeri folyamataink ontológiai indetermináltsága. Ezért enyhén szólva is túlinterpertáció azt állítani, hogy a kvantummechanika bármily értelemben megoldotta volna a szabad akarat, illetve általában a szabad, kreatív emberi döntéshozás filozófiai problémáját.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Vö. pl. Darwin 1931; Honderich 2005. 22–24; Honderich 1988. Az ezzel ellentétes álláspontot Darwinnal vitatkozva Compton (1931) fogalmazta meg, de csak hipotetikusán, amennyiben leír egy olyan elrendezést, amelyben a mikrofizikai meghatározatlanság makroszkopikussá erősödik, ám azt nem bizonyítja, hogy az idegrendszer fiziológiájában valóban történik-e ilyen fölerősítés.

<sup>6</sup> Legújabbban ezt az álláspontot az egyébként kiváló fizikus, de hatvanadik életévét betöltve már a fizika helyett a fizikára hivatkozó zavaros és lapos filozófiai és metafizikai elmékedéseivel népszerűsége szerző, már hivatkozott Michio Kaku fogalmazta meg primitív, de markáns formában (vö. Kaku 2011). De pl. Békés Vera is hasonló álláspontot képvisel, amikor a szabad emberi döntésekre és az emberi kreativitásra gondolva azt állítja, hogy Bergsonnal szemben (akinek filozófiai nyelvét Békés nem tartja erre alkalmasnak) „A XX. századi kvantumfizika megteremtette azt a nyelvet, amelyben már a jövőhöz való viszonyunk [...] megfogalmazható” (vö. Békés 2002. 158). Eltekintve attól, hogy e kijelentésben a filozófiának már-már sokkolóan radikális „fizikalizálásával” találkozunk, nyilvánvaló, hogy ez az álláspont mind Popper vonatkozó elemzése, mind a szabad akarat foglalkozó kortárs viták „elegáns” figyelmen kívül hagyásával fogalmazódott meg.

## „AZ INDETERMINIZMUS NEM ELÉG”

Popper a *Nyitott világegyetem* fő szövegéhez addendumként hozzátartozó egy 1973-ban publikált tanulmányt, mely kifejezetten az emberi kreativitás és a szabad akarat lehetőségföltételeivel foglalkozik. A tanulmány címe: *Az indeterminizmus nem elég*. Benne szerzője amellettt érvel, hogy a fizikai világ indetermináltsága csupán a szabad akarat szükséges, de nem elégséges föltétele:

Visszatérve a kvantummechanikához, hangsúlyozni szeretném, hogy a kockázó Isten vagy a valószínűségi jellegű természeti törvények indeterminizmusa nem alkalmas arra, hogy teret hozzon létre az emberi szabadság számára. Mert nem azt szeretnénk megérteni, hogy miképpen cselekedhetünk előre kiszámíthatatlan módon és véletlenszerűen, hanem azt, hogy miképpen vagyunk képesek cselekedni megfontoláson alapulva, racionálisan. (Popper 1973. 126.)

El kell ismernünk, hogy ha a kvantummechanika helyes, akkor a Laplace-féle determinizmus helytelen, és a fizikából vett érv nem alkalmas többé arra, hogy szembeeszegezzük az indeterminizmussal. Ám az indeterminizmus nem elég. (Uo.)

Popper itt – Max Planckhoz (1933. 101–105), Norbert Wienerhez (1948. 49) és másokhoz hasonlóan – annak a nézetnek tarthatatlanságát jelzi, mely a szabad akarat kapcsán mitizálja a fizikai indeterminizmust. S e kritikából az is következik, hogy a kreativitás és a szabad akarat lehetsége végső soron nem a fizikai világ természetén, hanem a kreatív, döntést hozó ágens és a fizikai világ viszonyán múlik. Így ha az akaratnak mint a döntéshozatal, illetve a választás ágensének nem tulajdonítunk relatív függetlenséget a fizikai világgal szemben, az utóbbi indeterminizmusa csak az akaratú aktusok jövőjének pontos kiszámíthatóságát szünteti meg, de meghagyja azok jelenbeli, szinkron fizikai determináltságát: nem történik több, mint hogy a pszichikai történések fizikailag előre meghatározott mozzanatai kiegészülnek a fizikai véletlen vak játéka által generált véletlen mozzanatokkal:

Ha a kvantummechanikán múlik az emberi kreativitás, akkor az előbbi pusztán véletlenné teszi az utóbbit. Kétségtelenül jelen van e kreativitásban a véletlen egyfajta eleme. *De az az elmélet, amely szerint egy műalkotás vagy zenemű létrehozása végső soron a kémia és a fizika fogalmaival magyarázható, abszurdnak tűnik számomra.* (Uo. 128.)

Az indeterminizmus, illetve az objektív véletlen elégtelenségére vonatkozó érv természetesen kiterjeszthető a pszichikai szférára, illetve az elmére is, és ekkor a szabad akaratra vonatkozó jól ismert szkeptikus érvhez jutunk.<sup>7</sup> Popper viszont a szabad akarat melletti elkötelezettségéből fakadóan az ellentétes irányban,

<sup>7</sup> Lásd a 2. jegyzetben megadott irodalmat.

azaz az általa szükségesnek, de nem elégségesnek tekintett fizikai indeterminizmus kiegészítése felé lép tovább. A megoldás kulcsát pedig a három világra vonatkozó jól ismert elmélete jelentheti számára, melyben a fizikai világ *az első*, a pszichikum és az értelem – illetve a „mentális állapotok vagy folyamatok” – tartománya *a második* világot képezi, míg a *harmadik világ* az objektivizálódott szellemi alkotásokat tartalmazza (Popper 1973. 114–122; Popper 1972/1994. 25–29; Popper 1969. 14–20, 35–45). A valódi, nem mechanikus alkotótevékenység és a szabad akarat csak azért lehetséges – fejtegeti –, mert egyrészt a második világot az első és a harmadik világ csupán részlegesen határozza meg, másrészt pedig az előbbi képes visszahatni a másik két világra, képes formálni azokat új fizikai és szellemi alkotások létrehozásával (vagy olyan fizikai események generálásával, amelyeket egy zenemű vagy egy színdarab előadása jelent).<sup>8</sup> Azt a sajátos lehetőséget, hogy a három világ képes okságilag hatni egymásra, Popper úgy fogalmazza meg, hogy azok *okságilag nyitottak* egymás irányában, s világossá teszi, hogy ez a nyitottság nem azonos az indetermináltsággal. (Pl. Popper 1973. 127) Ennek megfelelően az első – a fizikai világ – nyitottsága a második világ felé nem annak indetermináltságából következik, hanem annak olyan sajátosságára, amely nem vezethető le ebből az utóbbiból.

Bár *Az indeterminizmus nem elég* című tanulmány a világok egymás iránti kölcsönös nyitottságára fekteti a hangsúlyt (uo. 114, 128-130). Popper koncepciójának kulcsfogalma mégsem ez, hanem az a relatív függetlenség, amelyet a másik két világgal szemben a második világnak tulajdonít. Enélkül ugyanis sem a második világ maga, sem annak visszahatásai nem lehetnének szabadok, hiszen a relatív függetlenség hiányában a második világ minden mozzanatát a másik két világ határozná meg. Ezért ha az elme abszolút módon visszavezethető volna a fizikára (legyen ez utóbbi akár determinista, akár indeterminista), vagy ha a harmadik világ entitásai teljesen meghatároznák az alkotó tevékenységet, akkor a visszahatás képességének ellenére teljesen eltűnne a második világ szabadsága, hiszen ekkor tulajdonképpen az első és a harmadik világ hatna az elmen keresztül önmagára és a másikkra. Emiatt az első és a harmadik világ nyitottsága a második világ felé szintén csak szükséges, de nem elégséges föltétele a szabad akaratnak, amelyet ki kell egészíteni *a második világ relatív függetlenségével*. S éppen ezt a relatív függetlenséget hangsúlyozza Popper akkor, amikor az alkotásnak a fizikai-kémiai-fiziológiai folyamatokra történő visszavezethetőséget abszurdnak minősíti. De ez a relatív önállóság pozitív kijelentésekben is megjelenik nála: így az elme és a test viszonyát taglalva az előbbit a természet által létrehozott olyan entitásnak tekinti, amelynek létezése, működése ugyan a fiziológián, illetve az agyon mint materiális szervén alapul, de amely ugyanakkor nem vezethető vissza teljesen az őt létrehozó természeti-materiális struktúrákra és folyamatokra (pl. Popper 1974. 151–162). Ennek megfelelően *a popperi elméletben a valódi al-*

<sup>8</sup> Vö. pl. Popper 1969. 16.

*kotótévékenységet és a szabad akaratot az teszi lehetővé, hogy annak ágense olyan sajátos létszférát képvisel, mely relatíve független a másik két létszférától, de ugyanakkor képes hatni rájuk, formálni azokat.*

#### AZ AKARAT ÖNDETERMINÁCIÓJÁNAK PROBLÉMÁJA

Popper tehát a *fizikai determinizmust* kétszeresen is elutasítja: egyrészt a fizikai világot indeterminálnak tartja, másrészt az elmének (illetve a „második világ”-nak) a harmadik világ mellett az első (a fizikai) világgal szemben is viszonylagos függetlenséget tulajdonít. Még mindig marad azonban egy nyitott kérdés e koncepcióban: a relatív függetlenség és az indetermináltság csupán a mentális szférának a másik két szférával szembeni relációjában fogalmazódott meg. Ugyanakkor fölvetődik a filozófia történetéből jól ismert *pszichikai indeterminizmus* kérdése, azaz az a probléma, hogy vajon az akarat szabadsága magába foglalja (fogalhatja-e) az önmaga meghatározottságaitól, opcióitól, diszpozícióitól és előtörténetétől való viszonylagos függetlenséget is?

Popper *Felhőkről és órákról* című tanulmányában a következőket olvashatjuk:

A szabadság nem azonos a puszta véletlennel, hanem sokkal inkább egy csaknem véletlen vagy kaotikus tényező és egy korlátozó-kiválasztó [...] – de határozottan nem merev – kontroll kifinomult összjátékának eredménye (Popper 1972a. 231–232).

E sorok arra utalnak, hogy a filozófus a pszichikai determinizmus álláspontját is elutasította, azaz az akarat szabadságának a mai vitákban „*libertariánus*”-ként megjelölt fölfogását képviselte. Ha viszont ez így van, akkor koncepciója mégsem oldja meg a kiinduló problémát. S nem azért, mert Mozart g-moll szimfóniája ebben a kontextusban a zeneszerző személyiségétől részben vagy teljesen független (az első és a harmadik világ által determinált) összetevők és az általa tudatosan alkotott mozzanatok mellett tisztán véletlenszerű elemeket is tartalmazni fog. A gond az, hogy a műnek pontosan azon mozzanatai lesznek a tudatos alkotás által létrehozott és így ténylegesen Mozartnak tulajdonítható elemei, amelyek a zeneszerző személyisége, képességei, alkotói adottságai által determináltak, és éppen azok a mozzanatok lesznek tőle függetlenek, amelyek nemcsak az első és a harmadik világ, hanem még maga az alkotó által sem determináltak, teljesen véletlenszerűen, teljesen „szabadon” keletkeztek. (Azaz azok, amelyek tekintetében a kontroll és a véletlen tényező „kifinomult összjátéka” során éppen a véletlen jutott érvényre.)

Ha pedig ez így van, akkor Popper utat nyit az egész tárgykör legneuralgikusabb pontjához, a szabad akarattal szemben megfogalmazott szkeptikus filozófiai érvekhez. Persze nem naiv: bár úgy tűnik, hogy a *Felhőkről és órákról*-ban még a „rugalmas kontroll” fogalmának segítségével megoldhatónak véli e problémát,



később amellet érvel, hogy a fizikai világból emergensként keletkező második világ tekintetében – az élethez és az állati pszichikumhoz hasonlóan – mindig marad egy racionálisan kezelhetetlen, csodaszerű mozzanat (Popper 1973. 122–123; Popper 1974. 151–162), s kijelenti, hogy nem tudja, miképpen hat az elme és az agy egymásra (Popper 1972/1994. 34).

#### A DETERMINÁLTSAÉG ÉS AZ OKSÁGI ZÁRTSAÉG FOGALMI KÜLÖNBÖZŐSÉGE

Mivel Popper határozottan megkülönbözteti egymástól egy rendszer, illetve létszféra oksági nyitottságát annak indeterminált voltától, célszerűnek tűnik itt röviden kitérni a két fogalom viszonyára.

Egy rendszert vagy létszférát determinálnak akkor nevezünk, ha annak jövője jelenbeli (vagy bármely korábbi) állapota által meghatározott, indeterminálnak pedig akkor, ha e föltétel nem teljesül (s az indeterminált és nyitott volt fogalmi megkülönböztetése szempontjából most mindegy, hogy milyen értelmében vesszük e meghatározottságot). Mármost világos, hogy ha egy ilyen rendszer az egyedüli létező, akkor az egyben okságilag zárt és determináltsága abszolút. Ha viszont a létezők összességében két egymástól viszonylagosan független rendszer, „A” és „B” létezését tételezzük föl, akkor lehetséges, hogy „A” csupán belső törvényei és rendje szerint determinált, azaz jövője csak addig teljesen meghatározott, amíg a „B” rendszer nem hat rá, és kívülről jövő hatásával meg nem zavarja „A” belső rendjét. S e ponton jelenik meg az oksági nyitottság és zárttság fogalma: egy rendszer lehet indeterminált akkor is, ha minden hozzá képest külső rendszer irányában okságilag zárt, azaz semmiféle külső tényező nem hathat rá, nem változtathatja meg belső folyamatait. Viszont megfordítva – s ez az a lehetőség, amit Popper figyelmen kívül hagy –, egy önmagában, saját belső folyamatai által determinált „A” rendszer determináltságát megváltoztathatja egy rajta kívüli „B” rendszer, ha ez utóbbi irányában „A” okságilag nyitott, illetve ha „B” *elég erős* ahhoz, hogy olykor hatást gyakoroljon „A” belső folyamataira. A belső determináltság tehát azt jelenti, hogy attól az időponttól kezdődően, hogy „A”-t az utolsó külső hatás érte, „A” jövőbeli állapotai mindaddig teljesen meghatározottak, amíg újabb ilyen külső hatás nem éri.

Egy filozófiai példával: olykor Descartes-tal szemben megfogalmazódik az az ellentetés, hogy determinista fizikája ellentmondásban áll a szabad akaratra vonatkozó tanításával. Ez azonban az előbbiek jegyében alaptalan, mivel a francia filozófus csak annyit állít, hogy maga a természet az, amely önmaga törvényeit és folyamatait tekintve determinált, ez pedig egyáltalában nincs ellentétben azzal, hogy akár egy transzcendens lény, akár a kiterjedés nélküli (tehát nem fizikai) lélek kívülről befolyásolhassa a kiterjedt entitásokból álló természet folyamatait, és megbontsa annak belső, e külső hatás hiányában determináltként lefolyó tör-

ténéseit. S ez még akkor is így van, ha a lélek e hatása a kiterjedt dologra nehezen megragadható, homályos képzet, hiszen a „nehezen megragadhatóság” vagy a „homályosság” önmagában nem generál logikai ellentmondást.

Így ha nem szeretnénk a sötétben minden tehenet feketének látni, a több, egymásra visszavezethetetlen létszférát föltételező ontológiákra (így többek között éppen Popper három világára) gondolva nemcsak értelmes és indokolt, hanem szükségszerű is bevezetni a belső determináltság fogalmát. Hiszen alapvető ontológiai különbség van aközött, hogy egy létszféra már önmagában, minden külső hatás nélkül is indeterminált (mint amilyenek például a kvantummechanika koppenhágai interpretációja föltételezi a fizikai világot), és aközött, hogy egy létszféra mindaddig szigorúan determinált, amíg egy másik létszférából behatás nem éri (mint például Descartes fizikai világegyeteme, melynek determinált rendjét csak külső behatások – így a kartézianus lélek visszahatása – változtathatja meg).

#### KARNEADÉSZ AZ EPIKUREUSOKRÓL ÉS A POPPERI KIINDULÓPONT KRITIKÁJA

Visszatérve Popperhez: láttuk, hogy álláspontja nem azonos azzal a „naiv epikureizmus”-nak nevezhető modern elképzeléssel, mely a természeti rend indeterminált voltával biztosítottnak tekinti a szabad akarat lehetőségét. Álláspontja azonban annyiban mégis epikureista, hogy a fizikai világ indetermináltságát az emberi kreativitás és a szabad akarat szükségszerű föltételének tekinti, és éppen erre hivatkozva kötelezi el magát az indeterminista fizika mellett.

S ezen a ponton óhatatlanul is fölidéződik Cicero beszámolója Karneadész antiepikureista kritikájáról:

Az élesebb elméjű Karneadész rámutatott arra, hogy az epikureisták meg tudnák védeni álláspontjukat a fiktív elhajlás nélkül is. Ha ugyanis azt tanították volna, hogy lehetséges a lélek akaratlagos mozgása, jobb lett volna, ha ezt védelmezik az atomi pályák elhajlásának bevezetése helyett, különösen, hogy ennek az utóbbinak az okát nem tudták megnevezni, míg az előbbit védelmezve könnyen szembeszállhattak volna Khrüszippossal. (Cicero: *De fato* XI/23. Cicero 2000. 38–39.)

Bár e szövegrésznek – mint minden ókori szövegnek – gazdag interpretációs irodalma van, és az is kétséges, hogy Cicero helyesen adja-e vissza Karneadész kritikáját, számunkra itt annak a szövegből vitathatatlanul kiderülő ténynek van csak jelentősége, hogy Karneadész szerint az atomok elhajlását kiválthatta volna a lélek akaratlagos mozgásának bevezetése. Persze föltehetőleg igaza van Michael Fredének, amikor az itt használt „akaratlagos mozgás” kifejezés kapcsán arra figyelmeztet, hogy ennek még nincs köze az „akarat” modern fogalmához,

hanem a külső mozgással szembeni önállóságra vonatkozik (Frede 2012. 91–94). Számunkra azonban ennek nincs jelentősége, mert *az érv szerkezete az*, ami érdekel bennünket. Ez röviden a következő: ha föltesszük, hogy képesek vagyunk olyan megnyilvánulásokra („lelki mozgásokra”), melyek (legalább részben) autonómak a hozzánk képest külső világgal szemben, akkor a fatalizmus ellen érvelve nincs szükségünk arra, hogy a külső világ indeterminizmusát bevezessük.

Könnyen belátható, hogy a karneadészi érv szerkezetében ugyanaz a probléma jelenik meg, mint amit Popper az emberi kreativitás és szabad akarat tekintetében a mai természettudomány kontextusában vizsgál. Nevezetesen, Poppernél a fizikai világ (és ennek részeként az agy) felel meg a „külső”-nek, míg a második világ, illetve az elme a „belső”-nek, azaz a „lelki mozgások” forrásának. S ha az elmét az előbbi – azaz a fizikai világ – tekintetében relatíve függetlennek tartjuk (azaz ha Popperrel együtt föltesszük, hogy az az első világ viszonylatában legalább részben autonóm), akkor Karneadész érvét alkalmazva azt a kapjuk, hogy a fizikai világ indetermináltsága (legyen bár az az elhajló atomok, a Heisenberg-féle határozatlansági relációk vagy éppen a popperi kiszámíthatatlanságot nem teljesítő klasszikus fizika következménye) szükségtelen.

Mindez azt jelenti, hogy ha *a fizikailag nem teljesen determinált akarati cselekvéseket lehetségesnek tartjuk* (s amikor Popper a fizikai visszavezethetőséget, illetve az előre való kiszámíthatóságot az emberi alkotó cselekvés vonatkozásában abszurdnak nyilvánítja, ezt teszi), akkor közömbössé válik az, hogy a fizikai világ önmagában véve, ezen akarati cselekvésektől eltekintve determinált-e vagy sem. Ekkor ugyanis elég, ha az akarati cselekvéseinknek és választásainknak a fizikai világtól való *e relatív* függetlenségét kiegészítjük elménknak (illetve a popperi második világnak) azzal a képességével, hogy a fizikai világra okságilag visszahasson. Hiszen ekkor már föltehetjük, hogy e képessége elég erős ahhoz, hogy meghozott döntéseinek jegyében még akkor is megváltoztassa a fizikai világ folyamatait, ha az utóbbi – az általunk korábban fejtegetett értelemben – belsőleg determinált, azaz ha annak folyamatai e visszaható beavatkozás nélkül előre meghatározott módon – akár előre kiszámíthatóan is – zajlanának le. A fizikai indeterminizmus így nem csupán nem elégséges a szabad akarat lehetőségének szempontjából, hanem szükségtelen is. *Az indeterminált fizikai világnak az a „kellése”, amely Popper számára az autonóm, szabad akarat és alkotás melletti elkötelezettségből adódik, valójában nem áll fenn: indokolatlan és fölösleges.*

#### A POPPERI UNIVERZUM NYITOTTSÁGA

Mindez a popperi három világ kontextusában azt jelenti, hogy az első és a harmadik világ akkor is „nyitott” lehet a második világ irányában, ha azok önmagukban, „belsőleg” egyébként teljesen determináltak. A nyitottság ugyanis e kontextusban azzal azonos, hogy az elme világa képes hatni e másik két világ-

ra, képes formálni azokat, megváltoztatni belső rendjüket, és ennek elégséges föltétele csupán az, hogy azok belső rendjénél – legyen az akár determinált, akár indeterminált – erősebb legyen a második világ rájuk irányuló hatása. Azaz ebben az összefüggésben a popperi nyitottság külső reláció: azt jelenti, hogy a kívülről jövő hatás erősebb, mint a belső rend összetartó ereje. Vagy az első világ relációjában konkrétan megfogalmazva: azt, hogy a fizikai világtól relatíve függetlennek tételezett elme visszaható képessége erősebb, mint a fizikai törvények determináló hatása. S ha ez nem áll fönn, akkor – mint amiképpen ezt maga Popper is hangsúlyozza – ezen nem segíthet a hatás tárgyát képező világ indeterminizmusa sem. Amennyiben pedig teljesül, akkor viszont – Popper álláspontjával szemben – fölösleges a fizikai indeterminizmus, azaz az a föltételezés, hogy a fizikai világ az elme külső beavatkozása nélkül is indeterminált volna. Hiszen maga Popper is föltételezi, hogy *az elme* képes az akarati döntéseknek megfelelően determinálttá tenni a fizika indeterminált (vagy legalábbis Popper által ilyenek föltételezett) folyamatait, azaz hogy *elég erős a fizikai világ megváltoztatására* (mert hiszen egy meghatározatlan fizikai folyamatot határozott irányba terelni: ez is a fizikai világ megváltoztatása). S ha egyszer ezt a föltételezést megengedhetőknek tartjuk, akkor nem világos, miért ne föltételezhetnénk azt is, hogy az elme képes az agy mikrostruktúrájában egyes, a fizika törvényei által determinált folyamatokat eredeti irányuktól az akarati döntéseknek megfelelően eltéríteni. (A félreértések elkerülése végett: a jelen tanulmány szerzője nem állítja, hogy az elmének és a popperi harmadik világnak ez a visszaható képessége ténylegesen létezik. Ezt maga Popper állítja. Saját állításunk ezzel kapcsolatban csupán annyi, hogy ha már egyszer bevezetjük ezt a visszaható képességet, akkor fölösleges Popperhez hasonlóan megkövetelnünk, hogy a fizikai világ az elme e visszahatása nélkül is – azaz „belsőleg”, csupán a fizikai tényezőket tekintve – indeterminált legyen.)

Az előbbieket ugyanakkor nem jelentik azt, hogy a három világ együtteséből álló popperi világmindenség ne volna bizonyos értelemben akkor is abszolút módon „nyitott”, ha egyébként a fizikai világ indeterminált voltát elvetjük, s azt – belsőleg, öntörvényei szerint – determinálnak tekintjük. E hármas tagoltságú univerzum nyitottságán ugyanis Popper azt érti, hogy benne *emergens*, a korábbi létezőkre teljesen visszavezethetetlen, s ennyiben a három világ együttesének korábbi állapotai által együttesen is *indeterminált* entitások keletkezhetnek. Azaz ez a nyitottság a már létrejött entitásoktól relatíve független, mintegy azok fölé emelkedő új entitások folyamatos keletkezését jelenti. Ilyen új, emergens entitás Popper számára már maga az élet is, mivel már magát a biologikumot sem tartja teljesen visszavezethetőnek pusztán fizikai és kémiai folyamatokra. S világképében az emberi elme ugyancsak ilyen emergens – a fizikai és a biológiai létszférából keletkezett és azokon alapuló, de e szférákra visszavezethetetlen – entitás, mint amiképpen a szabad emberi alkotás által létrehozott műalkotásokat és tudományos műveket is ilyen emergens létezőknek tekinti. Popper kozmosza

tehát teremtő, emergens entitásokat létrehozó világegyetem, s e folyamatosan újat létrehozó kozmikus folyamat legmagasabb csúcsán a szabad emberi alkotótevékenység áll (vö. pl. Popper 1973. 128–130; Popper 1974).

Az, hogy ezzel Popper mennyire jutott közel a teremtő fejlődés bergsoni koncepciójához, és befolyásolta-e egyáltalában Bergson, külön vizsgálódás tárgya lehetne.

#### A SZABAD AKARAT KARTEZIÁNUS KONCEPCIÓJÁNAK REHABILITÁLÁSA

Az első és a második világ viszonyáról alkotott popperi elképzelés a fizikai világ és az akaratlagos megnyilvánulások viszonyának karteziánus elméletét idézi föl. Boros Gábor az *Élet és Irodalom* 2013. február 15-i számában joggal sérelmezi, hogy Antonio Damasio saját *szomatikus marker hipotézisére* hivatkozva „Descartes tévedéséről” értekezik, miközben a francia filozófus „igazságáról” kellene beszélnie, hiszen a mai tudomány kontextusában igen hasonló koncepciót fogalmazott meg, mint amely Descartes-nak a lélek szenvedélyeiről írott művében rajzolódik ki elénk.<sup>9</sup> (Ami persze nem jelenti azt, hogy konkrét természettudományos tartalmában és részleteiben Damasio hipotézise ne lehetne izgalmas és gyümölcsöző.) Tanulmányunk lezárásaként arra szeretnénk röviden rámutatnia, hogy Descartes korszerűsége témánk tekintetében is fennáll: az a fogalmi keret, ami a szenvedélyekről szóló művében (Descartes 2012) kirajzolódik előttünk, a szabad akarat kérdésében mindmáig releváns.

Persze ennek részletesebb kifejtése külön tanulmányt igényelne, s itt csak nagyon röviden térhetünk ki rá. Így a francia filozófus e *műve* két olyan alapvető gondolatot tartalmaz, mely tárgyunk szempontjából jelentőséggel bír:

1) Egyrészt a mű a filozófia és a mindennapi gondolkodásban szokásosan szabadnak és tudatosnak tekintett cselekvéseink túlnyomó részét a bennünk lezajló mechanikus folyamatok, illetve az azok által lelkünkben akaratunktól függetlenül keltett szenvedélyek következményeként állítja elénk. Ebben az értelemben a francia filozófus (mai kifejezéssel) „dekonstruálja” a cselekvéseinkkel

<sup>9</sup> Persze Damasio elutasítja Descartes dualizmusát, s ennyiben radikálisan szemben áll vele. Ám ez a dualizmus mint lehetséges filozófiai ontológia nem olyan álláspont, amelyet természettudományos-empirikus vizsgálatokkal cáfolni lehetne, vagy tévedésnek lehetne minősíteni. Viszont konkrét elméletében nála is megjelenik egyfajta korlátozott – nem filozófiai – dualizmus a személyiségnek az agy bizonyos területeihez rendelt, fizikalista módon értelmezett centruma és a test, illetve az idegrendszer azon kívüli részei között. E két tényező relációjában pedig Damasio igen hasonló elméletet fogalmazott meg, mint amit Descartes-nál találhatunk a lélek és a test viszonylatában (vö. Damasio 1994).

kapcsolatos mindennapi vélekedéseinket, s teljesen mindegy, hogy ezt milyen konkrét fizikai-fiziológiai folyamatokat föltételezve teszi: a kognitív tudomány és a neurológia eredményei azóta sokoldalúan alátámasztották koncepcióját.

2) A mű másik alapvető állítása viszont éppen arra vonatkozik, hogy nem vagyunk teljesen függvényei a fizikai világnak, hanem rendelkezünk szabad akarral, és képesek vagyunk általa megváltoztatni testünk (és testünkön keresztül a fizikai világ többi részének) mechanikus folyamatait.

Első közelítésre meglepő lehet, ha Descartes ezen elmélete és a popperi koncepció között párhuzamot vonunk (a párhuzamot egyébként maga Popper is kifejezetten hangsúlyozza),<sup>10</sup> hiszen a karteziánus „gondolkodó dolog” és az agyhoz kötött, attól függő popperi elme metafizikailag élesen különbözik egymástól. Csakhogy – mint már többször hangsúlyoztuk – a popperi elme olyan emergens entitás, amely fizikai-fiziológiai eredete és függősége ellenére a fizikai világgal szemben relatív függetlenséggel bír, és mint ilyen, nem teljesen fizikai. Ezért fizikai kötöttségeinek ellenére a fizikai világgal való kölcsönhatásának mikéntje ugyanolyan nehézségeket vet föl, mint a karteziánus kiterjedt és gondolkodó dolog viszonya. A sokat bírált és gúnyolt „tobozmirigyben lakozó lélek” képzeletében nem naiv elképzelés, hanem éles filozófiai belátóképességgel jeleníti meg azt a problémát, amelyet Popper mérsékelt dualizmusa sem oldhat föl.

Popper amellett érvel, hogy a tudat „epifenomén”-ná minősítése ugyanolyan rossz megoldása a test–elme problémának, mint az anyagi föloldása a mentálisban (1974. 151). Ha pedig ezt elfogadjuk, és az agnoszticista álláspontot sem kívánjuk követni, óhatatlanul szembesülünk a test–lélek viszony kérdésével, azaz azzal az alapvető problémával, amely a „tobozmirigyben lakozó lélek” karteziánus problémájában fogalmazódik meg talán a legkifejezőbb módon, és amelyet azok a szabad akarral foglalkozó mai elméletek sem kerülhetnek meg, amelyek nyíltan vállalják a dualizmust, és nem menekülnek sem a materialista-fizikalista, sem az ezzel ellentétes, a szubjektum ontológiai prioritását állító „mentális” monizmus karjaiba. Descartes és Popper álláspontja tehát e tekintetben közös, és megegyeznek abban is, hogy a szabad akarat lehetősége csupán azért lehetséges, mert létezik egy olyan ágens, amelyet egyrészt *nem determinál teljesen* a fizikai világ, másrészt *képes visszahatni* ezen utóbbira. De a két filozófus közös abban is, hogy az emberi cselekvést mindkettő egyik oldalról a fizikai (s ennek részeként a testi-fiziológiai) determináló tényezőknek, másik oldalról a cselekvő ágens relatív függetlenségének és visszahatásának kifinomult összjátékaként értelmezi. S ez az a pont, ahol a francia filozófus következetesebb, mint modern társa, hiszen egyrészt a fizikai világ indetermináltságát nem tekinti a szabad akarat szükségszerű föltételének, másrészt világosan látja, hogy az e kontextusban

<sup>10</sup> Pl. Popper 1969. 15; 1972a. 213; 1974. 152–154.

megjelenő szabadság végső soron nem a fizikai világon, hanem az akarat visszaható képességének erején múlik. (Lásd a jelen tanulmányban a belső determináltsággal és az oksági nyitottsággal foglalkozó alfejezet Descartes-ra vonatkozó sorait.)

## ÖSSZEFOGLALÁS

Bár Popper a modern epikureizmus naiv formájának tekinthető elképzeléssel szemben helyesen ismeri föl, hogy a fizikai világ indeterminizmusa (és ennek részeként különösen a kvantummechanikai indeterminizmus) önmagában nem teszi lehetővé a szabad akaratot, annyiban megőrzi a modern epikureizmus álláspontját, hogy a fizikai indeterminizmust a szabad akarat szükséges előfeltételének tekinti, és ennek megfelelően a szabad akarat melletti elkötelezettségéből fakadóan az indeterminista fizikát egyfajta erkölcsi jellegű kívánalomként állítja elénk. E popperi elképzeléssel szemben – Karneadésznek az epikureizmuson gyakorolt kritikáját fölhasználva – rámutattunk arra, hogy a döntéshozó-cselekvő-alkotó személynek a fizikai világtól való relatív függetlensége és visszaható képessége már önmagában biztosítja a szabad akarat lehetőségét. Rámutattunk arra is, hogy eltekintve az indeterminizmus indokolatlan követelményétől, a fizikai világ és a szabad akarat közötti viszony karteziánus koncepciója szerkezetében párhuzamos a popperi elképzeléssel, és azok a modern elméletek, amelyek a szabad akarat kérdését a fizikai és a mentális szféra szuverenitását egyaránt elismerve tárgyalják, ma is elkerülhetetlenül a karteziánus fogalmi keretben mozognak.

## IRODALOM

- Békés Vera 2002. Az újdonság jelei – A tudományos döntések természete. *Polanyiana*. 2002/1–2. 143–166.
- Boros Gábor 2013. Filozófia, történelem, történetek. *Élet és Irodalom*. LVII. évfolyam 7. szám (2013. február 15.).
- Campbell, Joseph Keim 2011. *Free Will*. Cambridge, Polity Press.
- Cicero, M. Tullius 2000. *Über das Schicksal | De fato (Lateinisch–Deutsch)*. Ford. és kiad. Karl Bayer. 4., átdolgozott kiadás. Düsseldorf–Zürich, Artemis und Winkler.
- Compton, A. H. 1931. The Uncertainty Principle and Free Will. *Science*. 74/1911 (August 14, 1931). 172.
- Damasio Antonio R. 1994. *Descartes's Error: Emotion, Reason and the Human*. New York, G. P. Putnam's Sons.
- Darwin, C. G. 1931. The Uncertainty Principle. *Science*. 73/1903 (June 19, 1931). 653–660.
- Descartes, René 2012. *A lélek szenvedélyei*. Ford. Dékány András fordításának felhasználásával Boros Gábor és Gulyás Péter. In René Descartes: *A lélek szenvedélyei és más írások*. Budapest, L'Harmattan. 67–168.
- Doyle, Bob 2011. *Free Will: The Scandal of Philosophy*. Cambridge/MA, I-Phi Press. Online: [http://www.informationphilosopher.com/books/Free\\_Will\\_Scandal.pdf](http://www.informationphilosopher.com/books/Free_Will_Scandal.pdf)



- E. Szabó László 2002. *A nyitott jövő problémája: véletlen, kauzalitás és determinizmus a fizikában*. Budapest, TypoTex.
- Fischer, John Martin 2012. *Deep Control: Essays on Free Will and Value*. Oxford – New York, Oxford University Press.
- Frede, Michael 201. *A Free Will: Origin of the Notion in Ancient Thought*. Berkely – London – New York, California University Press.
- Honderich, Ted 1988. *A Theory of Determinism: The Mind, Neuroscience and Life-Hopes*. Oxford, Clarendon Press.
- Honderich, Ted 2005. *On Determinism and Freedom*. Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Huoranszki Ferenc 2001. *Modern metafizika*. Budapest, Osiris.
- Kane, Robert 1998. *The Significance of Free Will*. New York – Oxford, Oxford University Press.
- Kane, Robert 2005. *A Contemporary Introduction to Free Will*. New York – Oxford, Oxford University Press.
- Kaku, Michio 2011. Why Physics Ends the Free Will Debate. <https://www.youtube.com/watch?v=DMNZQVybIM>
- Palmer, David (szerk.) 2014. *Libertian Free Will: Contemporary Debates*. Oxford – New York, Oxford University Press.
- Planck, Max 1933/1982. *Where is Going Science?* Woodbridge CT, Ox Bow Press.
- Popper, Karl Raimund 1969/2009. *Test és elme: az interakció védelmében*. Szerk. Mark A. Notturmo. Budapest, TypoTex (Popper 1969-ben e témában tartott előadásainak szerkesztett és még a szerző által jóváhagyott kiadásának magyar nyelvű fordítása. Az eredeti: *Knowledge and the Body-Mind Problem: in Defense of Interaction*. London – New York, Routledge, 1994).
- Popper, Karl Raimund 1972/1994/1999. Notes of a Realist on Body-Mind Problem. Lecture given in Mannheim on 8 May 1972. In *All Life is Problem Solving*. London – New York, Routledge. 1999. 23–35.
- Popper, Karl Raimund 1972a. Of Clouds and Clocks: An Approach to the Problem of Rationality and the Freedom of Man. In uő: *Objective Knowledge: an Evolutionary Approach*. Oxford, Clarendon Press. 1973. 206–255.
- Popper, Karl Raimund 1973. Indeterminism is not Enough. In Popper 1982. 113–130. Eredetileg: *Encounter*. 40 (April 1973). 20–26.
- Popper, Karl Raimund 1974. Scientific Reduction and the Essential Incompleteness of All Science. In Popper 1982. 131–162. Eredetileg: F. J. Ayala – T. Dobzhansky (szerk.) *Studies in the Philosophy of Biology: Reduction and Related Problem*. Berkeley – Los Angeles, University of California Press. 1974. 259–284.
- Popper, Karl Raimund 1982. *The Open Universe: An Argument for Indeterminism. From the Postscript to the Logic of Scientific Discovery*. London–Melbourne, Hutchinson.
- Szegedi Péter 1987. Utószó Blohincev *A kvantummechanika elvi kérdései* című könyvéhez. In Blohincev, Dmitrij Ivanovic: *A kvantummechanika elvi kérdései – Kvantummechanikai méréselmélet*. Budapest, Gondolat.
- Székely László 2013. Interpretációk a fizikában. *Magyar Filozófiai Szemle*. 57/2. 67–84.
- Strawson, Galen 1986. *Freedom and Belief*. New York, Oxford University Press.
- Vihvelin, Kadri 2013. *Causes, Laws, and Free Will: Why Determinism Doesn't Matter*. Oxford – New York, Oxford University Press.
- Wiener, Norbert 1948. *Cybernetics*. Cambridge/MA, MIT Press.