

Mi a fizikai és az empirikus lehetőség viszonya?*

DOI: <https://doi.org/10.70510/mfsz.18675>

I. BEVEZETÉS

John Norton (2022) erős kritikát fogalmaz meg a filozófiai irodalom modalitás fogalmaival szemben: amellet érvel, hogy a metafizikai, episztemikus, fizikai, nomikus és fogalmi lehetőség és szükségszerűség példái vagy visszavezethetők az általa bevezetett logikai és empirikus lehetőség és szükségszerűség valamelyikére, vagy pedig minden alapot nélkülöznek, és nem lehet rájuk felelősen támaszkodni.

Ez a tanulmány Norton logikai és empirikus lehetőség fogalmainak viszonyát vizsgálja meg a fizikai lehetőség szakirodalomban bevett fogalmához. A tanulmány kicsengése pozitív: a fizikai lehetőség szakirodalomban bevett fogalma számos olyan konstraintív következtetéshez vezet amelyet, fő tézisem szerint, a Norton empirikus lehetőség fogalmát általánosító feltételes induktív lehetőség fogalma képes lehet feloldani.

Ahhoz azonban, hogy a pozitív következtetésekhez eljussunk, első lépésként tisztáznunk kell a szakirodalomban bevett, illetve Norton által használt modalitásfogalmak viszonyait. Norton ugyan világosan definiálja, hogy mit ért logikai, empirikus, hipotetikus, és kontrafaktuális lehetőség alatt, de azt nem határozza meg, mit ért fizikai (illetve nomikus) lehetőség alatt: tanulmányában e helyett a fizikai (illetve nomikus) lehetőség fogalmáról állításokat fogalmaz meg a korábban általa bevezetett empirikus (illetve hipotetikus és kontrafaktuális) lehetőségek fogalmainak segítségével. Mivel Norton tanulmányának fő célja, hogy a filozófiai irodalom modalitásfogalmait vegye górcső alá, ezért az a nyilvánvaló látszat keletkezik, hogy Norton fizikai és nomikus lehetőséggel kapcsolatos állításait a fizikai és nomikus lehetőség szakirodalomban bevett fogalmaival szemben fogalmazza meg. A tanulmány első felében azt mutatom be, hogy ez nem

* Szeretném megköszönni a 2023. októberében rendezett *Modalitások* című konferencia résztvevőit, valamint Gömöri Márton, Hofer-Szabó Gábor, és három anonim bíráló hasznos megjegyzéseit. A tanulmány az OTKA K-134275 támogatásával készült.

állhatja meg a helyét. Norton azt állítja, hogy a fizikai lehetőség empirikus lehetőség, ez az állítás azonban a fizikai lehetőség szakirodalomban bevett fogalmára nem tartható. Tanulmányomban amellet is érvelek, hogy a fizikai lehetőség bevett fogalma nem eshet egybe Norton hipotetikus és kontrafaktuális lehetőség fogalmával sem.

Állításaim egyszerű illusztrációja a következő. Egy teljesen üres világ a fizikai elméletek túlnyomó többsége szerint fizikailag lehetséges, hiszen a világ teljes ürességét kifejező állítás logikai ellentmondás nélkül összeegyeztethető az elméletek törvényeivel, ám nem lehet empirikusan, hipotetikusan vagy kontrafaktuálisan lehetséges, hiszen bármilyen állítás, amely a materiális indukció elmélete szerint pozitívan induktívan támogatott, igényli materiális tények fennállását, és ezen materiális tények fennállásából logikailag következik, hogy a világ nem lehet teljesen üres. Az állítás, miszerint a világ teljesen üres, tehát egyszerű példát ad olyan fizikai lehetőségre (a fizikai lehetőség bevett értelmében), amely sem empirikus, sem hipotetikus, sem kontrafaktuális lehetőség nem lehet (Norton értelmében).

A helyzetet tovább bonyolítja, hogy Norton logikai lehetőség fogalma sem esik egybe a szakirodalomban bevett logikai lehetőség fogalommal. A tanulmányban amellet is érvelek, hogy a terminológiai különbség egyik következménye, hogy a fizikai lehetőség bevett fogalma valójában speciális esete Norton logikai lehetőségének. Ez az eredmény is jelzi, hogy éles különbség van a fizikai lehetőség bevett fogalma és bármilyen olyan lehetőségfogalom között, amely Norton materiális indukció elméletére épül.

Tanulmányom fő pozitív tézise szerint a fizikai és az empirikus lehetőség közötti különbség valójában kifejezetten előnyös Norton modalitásfogalmainak javára. Norton elméletét továbbgondolva ugyanis arra jutok, hogy hipotetikus és kontrafaktuális lehetőséget általánosító feltételes induktív lehetőség fogalma fel tud oldani számos olyan konstraintív következtetést, amelyre a fizikafilozófia irodalma (többek között Norton saját maga) a fizikai lehetőség bevett fogalmára támaszkodva jutott el. Példáim között szerepelnek az okság sérülése a klasszikus mechanikában, a gödeli időutazás az általános relativitáselméletben, és a másképpen cselekvés radikális szabadsága a kvantummechanikában.

A tanulmány második fejezetében áttekintem a fizikai lehetőség szakirodalomban megjelenő megfogalmazásait. A harmadik fejezetben bemutatok három konstraintív következtetést, amelyre a fizikai lehetőség bevett fogalma segítségével jutunk. A negyedik fejezetben bemutatom Norton materiális indukció elméletét, valamint logikai és empirikus lehetőség és szükségszerűség fogalmait. Az ötödik fejezetben megmutatom, hogy a szakirodalomban bevett fizikai lehetőség nem az empirikus lehetőség, hanem a nortoni logikai lehetőség egy esete. A hatodik fejezetben az empirikus lehetőséget összevetem a harmadik fejezet három konstraintív következtetésével. A hetedik fejezetben bevezetem Norton hipotetikus és kontrafaktuális lehetőségének általánosítását, a feltételes

induktív lehetőséget, megvizsgálom a feltételes induktív lehetőség és a nomikus lehetőség közötti viszonyt, és bevezetem és elemzem a feltételes induktív lehetőség fokozatait. A nyolcadik fejezet a feltételes induktív lehetőség tükrében tárgyalja ismét a három kontraintuitív következtetést. A kilencedik fejezet összegez.

II. A FIZIKAI LEHETŐSÉG BEVETT FOGALMA

A fizikai lehetőség szakirodalomban bevett fogalma a természeti törvények által megengedett lehetőségek gondolatát ragadja meg. A fogalmat különböző filozófusok különféleképpen pontosítják: (1) egyes szerzők lehetséges világok, mások események vagy helyzetek fennállásának fizikai lehetőségét definiálják; (2) egyes szerzők modális, mások nem-modális logikai keretben fogalmazzák; (3) egyes szerzők az aktuális világhoz, mások elméletekhez relativizálják a fogalmat. A tudományfilozófiai irodalomban mindazonáltal általánosan elfogadottnak tekinthető a következő, lehetséges világok fizikai lehetőségét megadó, elméletekhez relativizált, modális logikai keretben megadott megfogalmazás:

(p) Egy lehetséges világ pontosan akkor *fizikailag lehetséges* *T* elmélet szerint, ha ellentmondás nélkül összeegyeztethető *T* fizikai törvényeivel.

A különböző megfogalmazások viszonyairól a következő észrevételeket tehetjük:¹

- (1) A lehetséges világok fizikai lehetőségét definiáló (p) megfogalmazás segítségével pontosítható, mit értünk események vagy helyzetek fennállásának fizikai lehetőségén: események vagy helyzetek pontosan akkor fizikailag lehetségesek *T* elmélet szerint, ha a fennállásukat megfogalmazó *S* állítás igaz legalább egy, a *T* elmélet szerint fizikailag lehetséges világban. A tanulmányban erre a $\Diamond_T S$ jelölést fogom használni. A fizikai szükségszerűség a fizikai lehetőség duális fogalma: az *S* állítás pontosan akkor *fizikailag szükségszerű* *T* elmélet szerint – a tanulmányban használt jelöléssel: $\Box_T S$ –, ha *S* tagadása fizikailag nem lehetséges *T* szerint: $\Box_T S = \neg \Diamond_T \neg S$.
- (2) A modális logikai keretben megragadott (p) megfogalmazás helyett egyes szerzők nem-modális logikai keretben fogalmazzák. Chisholm (1967. 412) például akkor nevez egy helyzetet fizikailag lehetségesnek, ha a helyzet fennállását kifejező *S* állítás és a természeti törvényeket kifejező állítások

¹ A különböző megfogalmazások áttekintéséhez és a különböző megfogalmazások különböző filozófiai következményeihez ennél részletesebben lásd Gyenis 2013a; 2013b; 2020.

nem vezetnek logikai ellentmondáshoz. Egy helyes és teljes – például a klasszikus elsőrendű – logikában Chisholm nem-modális megfogalmazása speciális esete a modális (p) megfogalmazásnak, ti. ahol a fizikai lehetséges világok a természeti törvények modelljei. (Ezért a későbbiekben, ahol nem veszélyeztetni az érthetőséget, a nem-modális megfogalmazás esetén is használom a $\Diamond_T S$ jelölést mint annak rövidítését, hogy S állítás ellentmondás nélkül összeegyeztethető T fizikai törvényével.)

- (3) Ha az elméletekhez relativizált (p) megfogalmazásban szereplő T elmélet fizikai törvényei megegyeznek az aktuális világ természeti törvényeivel, (p) visszaadja a metafizikai irodalomban előforduló, aktuális világhoz relativizált fizikai lehetőség fogalmát is, ami szerint egy lehetséges világ pontosan akkor fizikailag lehetséges, ha ellentmondás nélkül összeegyeztethető az aktuális világ természeti törvényeivel. A (p) megfogalmazás azonban általánosabb. Az aktuális világ törvényeit nem ismerjük, az elméletekhez relativizált megfogalmazás azonban lehetővé teszi, hogy világos módon tárgyaljuk a kérdést: ha a fizika egy vizsgált elmélete igaz lenne, mik lennének a fizikai lehetőségek? Egy elmélet ebben az értelemben vett fizikai lehetőségeinek vizsgálata gyakran vezet az elmélet jobb megértéséhez is. A fizika filozófiájának irodalma ezért az elméletekhez relativizált megfogalmazásra támaszkodik a fizikai lehetőségek vizsgálatakor.

Összegezve: (p) tekinthető a fizikai lehetőség egyik legáltalánosabb megfogalmazásának a szakirodalomban.²

Mielőtt rátérnék a fizikai lehetőség konstraintuitív példáinak tárgyalására, röviden megemlítem a fizikai lehetőséggel rokon fogalmat, a *nomikus* (vagy: *nomologikus*) lehetőséget. A nomikus lehetőséget egyes szerzők a fizikai lehetőség szinonimájaként, mások azon általánosításaként kezelik, amely nem követeli meg, hogy a törvények *fizikai* törvények legyenek. Az általánosítás teret ad annak a kérdésnek is, hogy a speciális tudományok valamely elméletével – például a modern szervetlen kémiával – milyen lehetőségek egyeztethetők ellentmondás nélkül össze. Ezen általánosításon túlmenően a két fogalom használata az általam ismert irodalomban lényegében megegyezik.

A fizikai és/vagy nomikus lehetőségen túl a modalitás filozófiai irodalma számos lehetőség és szükségszerűség fogalmat is megkülönböztet: a fogalmat, a metafizikait, az episztemikust, a praktikust, a morálisat, a jogit stb. Ezen fogalmak többségének ismertetését itt mellőzöm, tárgyalásukhoz lásd pl. Kment (2021).

² A fent tárgyalt különbségeken túl a fizikai lehetőségnek van olyan megfogalmazása is, amely a fizikailag lehetséges világoktól az aktuális világ természeti törvényeivel való ellentmondás nélküli összeegyeztethetősége helyett azt követelik meg, hogy pontosan ugyanazon természeti törvényekkel rendelkezzenek, mint az aktuális világ, Gyenis (2013a; 2013b; 2020) érvel amellett, hogy ezen megfogalmazások teret adnak az alábbi első két probléma kezelésének, a gondolatmenet bemutatását azonban itt mellőzzük.

III. A FIZIKAI LEHETŐSÉG KONTRAINUITÍV PÉLDÁI

A fizikai lehetőség elméletekhez relativizált (p) megfogalmazása azonban gyakran vezet kontraintuitív következtetésekhez. Vegyük a következő három példát:

1. Kiváltó ok nélkül bekövetkező, indeterminisztikus események fizikailag lehetségesek a klasszikus newtoni pontmechanika szerint.
2. A gödeli időutazás fizikailag lehetséges az általános relativitáselmélet szerint.
3. A másképpen cselekvés radikális szabadsága fizikailag lehetséges a kvantummechanika szerint.

Az első példa azért lehet meglepő, mert a fizikus folklór szerint a klasszikus newtoni pontmechanika a determinizmus mintapéldája; azonban mind a felületi kényszereket kielégítő ponttömegek mechanikája (Norton 2003a), mind pedig a ponttömegek newtoni gravitációelmélete (Xia 1992) ad példát olyan fizikai helyzetre, ahol a kezdeti feltételek nem határoznak meg egyértelmű megoldást, és így a determinizmus sérül. Norton példájában egy speciális alakú dóm tetejére helyezett pontszerű golyóra felírt Newton-egyenletnek egynél több megoldása van: a golyó egy tetszőleges, a dóm formája és golyó kezdeti helyzete és sebessége által nem meghatározott időpontban kezd el gurulni. Norton a determinizmus ezen sérülésével támasztja alá azt a további következtetését, hogy a szokásos oksági fogalmaink is sérülhetnek a klasszikus newtoni mechanika szerint, hiszen spontán módon megindulhat olyan mozgás, amelynek nincsen kiváltó oka.

A második példa szerint az általános relativitáselmélet törvénye, az Einstein-egyenlet összeegyeztethető olyan lehetséges világokkal, amelyben egyes megfigyelők időutazást hajtanak végre (adott idő elteltével visszaérkeznek saját korábbi téridőpontjukba). Az Einstein-egyenlet első olyan megoldása, amelyben vannak ilyen időutazást lehetővé tévő zárt időszerű görbék, Kurt Gödelhez fűződik. Gödel (1949) megoldása egy statikus, nem táguló világegyetemet ír le, amelyben egy nyomás nélküli, tökéletes folyadékként viselkedő, folyamatos körforgást végző anyag mindenhol egyenletesen van elosztva. Ugyan az aktuális világunkat a rendelkezésünkre álló tények alapján nyilvánvalóan nem írja le helyesen Gödel térideje, Gödel ezen megoldás alapján érvelt azon további filozófiai következtetés mellett is, hogy az idő maga nem valós.

A harmadik példa részletesebb magyarázatot igényel. A kvantummechanika indeterminisztikus interpretációi szerint rendszeresen fordul elő olyan helyzet, amelyben több, nem elhanyagolható valószínűségű lehetőség is bekövetkezhet. Például egy részecske a felezési ideje alatt $1/2$ eséllyel elbomlik, és $1/2$ eséllyel nem bomlik el. Ha azt gondoljuk, hogy bizonyos helyzetekben a cselekedeteinket is befolyásolhatják az ilyen, nem elhanyagolható valószínűséggel bekö-

vetkező kvantummechanikai események, akkor ezekben a helyzetekben a libertáriánus szabad akarat legfontosabb feltétele, vagyis a másképpen cselekvés lehetősége, adott. Az a tény, hogy a kvantummechanika ebben az értelemben összeegyeztethető a cselekvés szabadságával, széles körben ismert.

A kvantummechanikai helyzet azonban még ennél is radikálisabb. Tegyük fel, hogy rápillantok a partneremre (egy adott pillanatban megfigyelem a testét alkotó részecskék helyzetét), és azt látom, hogy békésen alszik mellettem az ágyban. A megfigyelt állapot és a szobára vonatkozó releváns fizikai tényezők által megadott Schrödinger-egyenlet együttesen egyértelműen meghatározzák, hogy két másodperc elteltével mi lesz partnerem új kvantumállapota. Ez a kvantumállapot például eredményezheti azt, hogy ha ismét partneremre pillantok, akkor annak a valószínűsége, hogy azt találom, hogy továbbra is békésen alszik, több tizedesjegy pontossággal közelebb van az 1-hez, mint ahány atom van a világegyetemben. Azonban a kvantummechanikai időfejlődés következménye, hogy az újabb rápillantás nyomán egyetlen (bizonyos kényszerfeltételeket kielégítő) megfigyelési eredménynek a valószínűsége sem lesz pontosan nulla. Tehát annak is van egy fantasztikusan kicsi valószínűsége, hogy a partnerem két másodperc múlva hahotázva nevet, annak is, hogy a széken ugrál, annak is, hogy az íróasztal felett levitálva hadonászik és így tovább. Ez viszont azt jelenti, hogy mindezen cselekedetek bekövetkezése logikai ellentmondás nélkül összeegyeztethető mind a kvantummechanika törvényével (a Schrödinger-egyenlettel), mind pedig a kiinduló állapottal. Tehát a kvantummechanika szerint (p) értelemben fizikailag lehetséges a másképpen cselekvés ebben az értelemben értett radikális szabadsága, annak ellenére, hogy a fent elképzelt helyzetben az alvás folytatásától különböző bármely más cselekedet kvantummechanikai esélye olyan kicsi, hogy ilyen események egyetlen egyszer sem következnek be a világegyetem egész története során. Az adott helyzet induktívan ugyan csak egyetlen lehetséges cselekedetet rögzít, a fizikai lehetőség (p) fogalma alapján azonban ebben a helyzetben is több cselekedet is fizikailag lehetséges a kvantummechanika szerint. (A gondolatmenet általánosítható a nulla valószínűségű kvantummechanikai eseményekre is: egy nulla valószínűségű kimenetel még mindig lehet fizikailag lehetséges, holott pozitív induktív támogatással nem rendelkezik.)

A fenti és hasonló konstraintuitív következtetésekre gyakori válasz, hogy kérdéses idealizációkon nyugszanak (lásd pl. Malament 2008). Azonban ez a válasz egyrészt sántít, mert a kérdéses idealizációkhoz releváns módon hasonló idealizációkat az adott elméletek rutinszerűen és sikeresen alkalmaznak (Norton 2008). Másrészt a válasz a dialektikai helyzet félreértésén nyugszik. A fizikai lehetőség elméletekhez relativizált (p) megfogalmazásának kérdése ugyanis az, hogy milyen lehetőségek adódnak, ha az adott elmélet igaz lenne. Amikor az idealizációk problematikus voltát feszegetjük, akkor lényegében ezt az előfeltevést tagadjuk, ti. azt állítjuk, hogy az adott elmélet nem igaz, csak legfeljebb

közelítőleg igaz. Az előfeltevés tagadása azonban nem vonja kétségbe a feltételek állítás igazságát.³

Természetesen magával a dialektikai helyzettel is lehetünk elégedetlenek, de sajnos úgy tűnik, nehezen lehet az elméletekhez relativizált fizikai lehetőségnél jobb közelítő elemzést adni a fizikai lehetőségnek. Jelenleg ugyanis nincsen olyan általánosan elfogadott, univerzális elmélete a fizikának, amely egységesen képes lenne magyarázni azokat a jelenségeket, amelyeket a legjobb fizikai elméleteink külön-külön képesek magyarázni (a hűrelmélet nem tekinthető általánosan elfogadott fizikai elméletnek, csak ígéretes kutatási programnak). Szigorú logikai értelemben véve az általános relativitáselmélet és a részecskefizika standard modellje egymásnak ellentmond, és így a két elmélettel egyszerre ellentmondás nélkül összeegyeztethető lehetőségek halmaza üres. Mivel egy olyan fizikai lehetőségfogalom, amely szerint nincsen fizikailag lehetséges világ, nem kecsegtet túl sok haszonnal, úgy tűnik, nem tudunk jobbat tenni, mint hogy a fizikai lehetőség különböző fizikai elméletekhez relativizált megfogalmazásának eredményeit hasonlítjuk össze.

IV. NORTON: LOGIKAI ÉS EMPIRIKUS LEHETŐSÉG

Norton (2022) erős kritikát fogalmaz meg a modalitás filozófiai irodalmával szemben. Álláspontja szerint összesen két védhető lehetőség- és szükségszerűségfogalom létezik: a logikai és az empirikus. Norton szerint a modalitás minden más esete vagy visszavezethető ezen két modalitásfogalom valamelyikére, vagy pedig minden alapot nélkülöz, és nem lehet rá felelős módon támaszkodni.

Norton a logikai lehetőség- és szükségszerűségfogalmakat az irodalomban bevett használattól eltérően érti, és ez könnyen félreértésre adhat okot. Az irodalomban bevett logikai lehetőségfogalom a modális logikákban jelenik meg: a modális logikákban egy állítás akkor logikailag lehetséges, ha legalább egy lehetséges világban igaz. A nem-modális logikákban a logikai lehetőség fogalma nem egyértelműen rögzített, ám ezekben egy állítást vagy akkor szokás logikailag lehetségesnek nevezni, ha tagadása nem tautológia, vagy akkor, ha tagadása nem logikai igazság, vagy pedig akkor, ha az adott logika axiómái és levezetési szabályai mellett az állítás nem vezet ellentmondáshoz.

Norton ez utóbbi, nem-modális logikákban használt fogalom tágabb, állítások egy E halmazához relativizált változatát érti logikai lehetőség alatt. Norton egy S állítást akkor nevez további E állítások egy halmazához képest *logikailag*

³ Ugyan feltehetően nincsen ma olyan fizikus, aki ne azt gondolná, hogy a klasszikus newtoni pontmechanika csak közelítőleg igaz, azonban a pontmechanika segítségével egyszerűen bemutatható kezdeti érték indeterminizmus a modern fizikai elméleteket pontosan ugyanúgy jellemzi, lásd Earman 1986; 2009.

lehetségesnek, ha S és E állításai logikai ellentmondás nélkül összeegyeztethetők (a tanulmányban az értelemszerű $\Diamond^1_E S$ jelölést fogom használni $E, S \not\vdash \perp$ fennállására). A nem-modális logikákban szokásosan használt logikai lehetőségfogalom tehát Norton logikai lehetőségfogalmának az a speciális esete, amikor E halmaz üres. Norton egy S állítást akkor nevez további E állítások egy halmazához képest *logikailag szükségszerűnek*, ha S ezen utóbbi E állításhalmazból deduktívan következik (a tanulmányban az értelemszerű $\Box^1_E S$ jelölést fogom használni $E \vdash S$ fennállására). Mivel $E \vdash \neg S$ pontosan akkor, ha $E, S \vdash \perp$, világos, hogy a logikai lehetőség és logikai szükségszerűség között fennáll a szokásos dualitás: $\Box^1_E \neg S = \neg \Diamond^1_E S$.

Nem ismerek más filozófust, aki Nortonhoz hasonlóan használja a logikai lehetőség és szükségszerűség fogalmait. A *logikai* lehetőség tipikus megkülönböztető jegye az szokott lenni, hogy *kizárólag* egy adott logika axiómaival való összeegyeztethetőséget követeli meg, és *nem* követel meg további, nem-logikai axiómákkal vagy állításokkal való összeegyeztethetőséget. Norton számára azonban a logikai és nem-logikai axiómák közötti különbségtétel csak másodlagos (végül is egyfajta új logikához jutunk, ha E állításhalmazt is felvesszük a logikai axiómák közé). Norton számára a kulcskérdés az, hogy egy olyan lehetőségfogalommal dolgozunk-e, amely pusztán a logikai ellentmondás elkerülését követeli meg, vagy egy olyan lehetőségfogalommal, amely a logikai ellentmondás elkerülésének követelményétől eltérő módon határozza meg a lehetőségek körét. Norton empirikus lehetőségfogalma ez utóbbira ad példát.

Norton empirikus lehetőség- és szükségszerűségfogalmait a következő tömör meghatározás ragadja meg: egy S állítás akkor *empirikusan lehetséges*, ha az aktuális bizonyítékok A összessége pozitívan induktívan támogatja, és akkor *empirikusan szükségszerű*, ha az aktuális bizonyítékok A összessége induktívan kényszeríti. (A tanulmányban az értelemszerű $\Diamond^e_A S$ illetve $\Box^e_A S$ jelöléseket fogom rövidítésként használni.)

Az empirikus lehetőség és szükségszerűség tömör meghatározásának legfontosabb eleme az induktív támogatás fogalma. Norton itt az indukció materiális elméletére támaszkodik, amelyet az elmúlt évek során számos könyvben és cikkben dolgozott ki (lásd Norton 2003b; 2021; 2024). Az indukció materiális elméletének részletes bemutatására itt nincsen mód, ám az alap gondolatot jól illusztrálja a következő példa (Norton 2003b. 649). Tekintsük az enumeratív indukció két esetét:

- (P1) A bizmut néhány mintájának olvadáspontja 271 C.
- (C1) Tehát a bizmut minden mintájának olvadáspontja 271 C.

- (P2) A viasz néhány mintájának olvadáspontja 91 C.
- (C2) Tehát a viasz minden mintájának olvadáspontja 91 C.

A két fenti enumeratív indukciós következtetésnek ugyanaz a formális szerkezete, azonban, míg $(P1) \rightarrow (C1)$ erős, addig $(P2) \rightarrow (C2)$ gyenge induktív következtetés. Mi lehet ennek a különbségnek az oka? Norton szerint az indukciós következtetések ereje közötti különbség oka az, hogy míg az első indukciót alátámaszt egy olyan, ún. materiális tény, amelyhez más, korábbi sikeres indukció következtetéseként jutottunk el (ti. az a tény, hogy a kémiai elemek mintái általában rögzített olvadásponttal rendelkeznek), addig ilyen, a második indukciót alátámasztó materiális tény nincsen (hiszen az viaszhoz hasonló amorf anyagok általában nem rendelkeznek rögzített olvadásponttal).

Norton álláspontja szerint a bizmut és a viasz példája által illusztrált helyzet teljesen általános: egy indukció erőssége mindig valamilyen, az indukció tényleges tartalmához kötődő materiális tényre vezethető vissza, nem pedig az induktív tények vagy következtetés formális tulajdonságaira. Ugyan Norton szerint az induktív következtetések erősségének fokozatai vannak, elhibázottnak tartja például ezt a fokozatiséget reprodukálni képes bayesianizmus arra tett kísérletét, hogy általános formális elméletét adja az induktív következtetéseknek. Norton amellet érvel, hogy ilyen általános formális elmélet nem létezik.

Természetes módon vetődik fel a kérdés, hogyan jutunk el egy indukció alátámasztásához szükséges materiális tényekhez (például ahhoz a materiális tényhez, hogy „a kémiai elemek mintái általában rögzített olvadásponttal rendelkeznek”). Norton szerint ezek a materiális tények gyakran maguk is korábbi induktív következtetések eredményei, amelyeket még korábban megállapított materiális tények támasztanak alá. Ez ugyan regresszióhoz vezet, ám Norton szerint a regresszió nem ellentmondásos; az indukciókon visszafelé lépkedve valójában a tudomány történetét tárjuk fel.

Norton érvei és szándékai szerint a materiális indukció a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

1. *Relációs*: a premisszák és a konklúzió közötti induktív kapcsolat csak további materiális tények (általánosan: további aktuális bizonyítékok) viszonyában értelmezhető.
2. *Fokozati*: a premisszák és a konklúzió közötti induktív kapcsolat különböző erősségekkel rendelkezhet.
3. *Nem episztemikus*: az indukció a premisszák, konklúziók, és aktuális bizonyítékok között fennálló objektív viszony, amelynek fennállása független ágensek hiteitől, gondolataitól, és a számukra hozzáférhető bizonyítékoktól.
4. *Nyelkfüggetlen*: bár Norton az indukciót állítások közötti viszonyként jellemzi, számos ponton hangsúlyozza, hogy az indukció maga nem függ lényegi módon a nyelvtől, amelyen az indukció szempontjából lényeges kontingens tények megfogalmazásra kerülnek.

Tekintve, hogy az induktív támogatás kulcseleme az empirikus lehetőség és szükségszerűség fogalmainak, ezek öröklük a materiális indukció tulajdonságait. Norton (2022) így amellet érvel, hogy az empirikus lehetőség és szükségszerűség maguk is relációs, fokozati, nem episztemikus, és nyelvfüggetlen fogalmak. Az empirikus lehetőség például nem tévesztendő össze az ún. episztemikus lehetőséggel, mert nem az ágensek tudatlanságán keresztül van meghatározva. Az empirikus és episztemikus lehetőség különbsége abból is látszik, hogy amennyiben az aktuális bizonyítékok A összessége üres (vagy nagyon szegényes), akkor semmilyen S állítás nem empirikusan lehetséges, mert A nem képes pozitív induktív támogatást adni semmilyen állításnak, ellenben egy üres A ismerete mellett egy ágens számára minden S állítás episztemikusan lehetséges lesz, hiszen ebben az esetben semmilyen állításról nem tudja az ágens, hogy nem áll fenn (ugyanott 146–147).

Az empirikus lehetőség által megkövetelt pozitív induktív támogatás és az empirikus szükségszerűség által megkövetelt induktív kényszerítés erősségei között nincsen közvetlen viszony. Ennek közvetlen következménye, hogy az empirikus lehetőség és szükségszerűség között sérül a dualitás: $\Box_A S \neq \neg \Diamond_A \neg S$. Norton részletesen érvel amellet, hogy az empirikus lehetőség és szükségszerűség közötti dualitás fennállására valóban csak speciális körülmények között számíthatunk. A dualitás általános sérülésének viszont közvetlen következménye, hogy a lehetséges világ szemantika nem alkalmazható az empirikus lehetőség és szükségszerűség viszonylatában. Norton szerint tehát a lehetséges világ szemantikát, általában, fel kell adnunk.

Norton empirikus lehetőség- és szükségszerűségfogalmának egy további fontos tulajdonságát kell hangsúlyozni: a *bizonyítékok aktualitását*. A fogalmak empirikus gyökerét hangsúlyozandó Norton megköveteli, hogy a bizonyítékok A összessége aktuális legyen, vagyis A csak olyan bizonyítékokat tartalmazzon, amelyek tényleges tapasztalaton nyugszanak. Norton a bizonyítékok aktualitásának feltételét használja arra, hogy kizárja az elképzelt világok elképzelt tudósainak elképzelt tapasztalataira alapozott empirikus lehetőség fogalmat: tényleges tapasztalataink forrása az aktuális világunk, és nem a metafizikus képzelőereje. (A VI. fejezetben visszatérünk Norton hipotetikus és kontrafaktuális lehetőségfogalmaihoz, amelyek bizonyos mértékig lazítanak a bizonyítékok aktualitásának feltevésén.)

Norton fogalmazása több helyen arra utal, hogy az empirikus lehetőség és szükségszerűség definíciójában megjelenő bizonyítékok A összessége *minden* aktuális bizonyítékot tartalmaz, azonban cikkében ezt a feltevést nem mondja ki egyértelműen. Nyilvánvaló, hogy az idő előrehaladtával a bizonyítékok összessége változik, és más volt például Newton idejében, mint manapság. Nortonnak az a szándéka azonban világos, hogy a bizonyítékok A összességének kellően gazdagnak kell lennie ahhoz, hogy lehetővé tegye a materiális indukció elméletének alkalmazását. Tekintve, hogy a materiális indukció elmélete szerint egy

induktív általánosítást materiális tényeknek kell alátámasztania, amelyek szintén korábbi indukciók és korábbi materiális tények következményei, világos, hogy ha A tartalmaz bármilyen induktív általánosítást, akkor tartalmaznia kell ezen általánosításokat alátámasztó korábbi materiális tényeket, az azokat megelőzően alátámasztó indukciókat stb. is. Kevés olyan plauzibilis jelölt van tehát A szerepére, mint egy adott kor bizonyítékainak tényleges összessége.

Norton empirikus lehetőségfogalma tehát két, egymástól független tengely mentén határozódik meg. Az első tengely a logikai vs. induktív, és arra a kérdésre szorítkozik, hogy egy S állításnak mi a viszonya további állítások E halmazához: ha E logikai ellentmondás nélkül összeegyeztethető S -el, akkor (Norton terminológiájában) S logikailag lehetséges E -hez viszonyítva, míg ha E induktívan pozitívan támogatja S -t, akkor S induktívan lehetséges E alapján. A második tengely azt határozza meg, hogy E állításhalmaznak milyen viszonya van az aktuális bizonyítékaink A összességéhez. Norton akkor mondja, hogy S empirikusan lehetséges, ha, egyrészt, E induktívan pozitívan támogatja S -t, másrészt, ha E megegyezik az aktuális bizonyítékaink A összességével. Mint később látni fogjuk, Norton hipotetikus és kontrafaktuális lehetőségfogalmai továbbra is induktívak, ám a második tengely mentén gyengítik azt a feltételt, miszerint E -nek meg kell egyeznie az aktuális bizonyítékaink A összességével. (Természetesen a logikai lehetőség esetén is ugyanúgy fel lehet tenni a kérdést, hogy az állítások E halmazának mi a viszonya az aktuális bizonyítékaink A összességéhez; ez a kérdés azonban független attól, hogy S logikai ellentmondás nélkül összeegyeztethető-e E -vel, vagyis, hogy Norton definíciója értelmében S logikailag lehetséges-e E -hez viszonyítva.)

A logikai és empirikus lehetőség és szükségszerűség fogalmaival felvértezve Norton (2022) elsődleges célja annak megmutatása, hogy minden más modális fogalom csak annyiban tartható, amennyiben visszavezethető a logikai és empirikus változatok valamelyikére. Norton kritikájának fő célpontjai az episztemikus és a metafizikai lehetőség és szükségszerűség, és bár érvelése izgalmas és szórakoztató, itt nem rekonstruálom. Az én fő kérdésem Norton logikai és empirikus lehetőség fogalmának viszonya a fizikai lehetőség szakirodalomban bevett (p) fogalmához.

V. FIZIKAI LEHETŐSÉG: EMPIRIKUS VAGY LOGIKAI?

Norton a következő állítást teszi a fizikai lehetőség fogalmával kapcsolatban:

A fizikai lehetőségek olyan hétköznapi lehetőségeket jelentenek, amelyeket a tudomány mindennapos működése révén tanulunk meg. Ezek empirikus lehetőségek. (Norton 2022. 145.)

Norton tehát azt állítja, hogy a fizikai lehetőségek empirikus lehetőségek. A fejezetben azt a kérdést vizsgálom meg, hogy ez az állítás tartható-e, amennyiben fizikai lehetőség alatt a második fejezetben bemutatott, szakirodalomban bevett (p) fogalmat értjük.

A fizikai lehetőségek empirikus lehetőségként való azonosítása számos nyilvánvaló problémát vet fel. Ahogy korábban bemutattam, Norton empirikus lehetőség- és szükségszerűségfogalmai között általában sérül a dualitás: $\Box^e_A \mathcal{S} \neq \neg \Diamond^e_A \neg \mathcal{S}$. Ugyanakkor a fizikai lehetőség és szükségszerűség fogalmai között fennáll a dualitás: $\Box^{p_T} \mathcal{S} = \neg \Diamond^{p_T} \neg \mathcal{S}$! Ezzel összefüggésben, míg az empirikus lehetőség és szükségszerűség viszonylatában általánosan nem alkalmazható a lehetséges világok szemantikája, a fizikai lehetőség és szükségszerűség (p) megfogalmazása egyenesen a lehetséges világok szemantikájával van megadva.

A dualitás sérülésének problémájára talán rá lehet fogni, hogy a fizikai lehetőség olyan speciális esete az empirikus lehetőségnek, ahol a dualitás fennáll; ez a feltevés önmagában nem lenne ellentmondásban Norton elemzésével. Nem világos azonban – és Norton elemzése ezt a kérdést nem érinti –, hogy mi magyarázza, hogy a fizikai lehetőség ilyen értelemben speciális esete kellene, hogy legyen az empirikus lehetőségnek.

Haladjunk tovább. Norton állítása szerint a fizikai lehetőségek empirikus lehetőségek, vagyis, ha egy $\mathcal{S}$ állításra $\Diamond^{p_T} \mathcal{S}$, akkor $\Diamond^e_A \mathcal{S}$, ahol A az aktuális bizonyítékok összessége. Mi lehet azonban ebben a képletben az a T elmélet, amely szerint $\mathcal{S}$ fizikailag lehetséges? Norton semmilyen jelzést nem adja annak, hogy *melyik* elmélet törvényeivel kellene megkövetelnünk az ellentmondás nélküli összeegyeztethetőséget ahhoz, hogy empirikus lehetőségekhez juthassunk. A nyilvánvaló opciók azonban nem tűnnek nagyon vonzóknak.

Feltételezhetnénk, hogy a keresett T elmélet lehet bármelyik induktívan támogatott fizikai elmélet. Attól függően, hogy a támogatásnak milyen fokozatát követeljük meg, változatos képet kaphatunk arról, hogy mi számít empirikusan lehetségesnek. A második fejezet három példájára visszatérve: ha a klasszikus pontmechanika kellően támogatott, a szerint kiváltó ok nélkül bekövetkező, indeterminisztikus események empirikusan lehetségesek lennének; ha az általános relativitáselmélet kellően támogatott, a szerint az időutazás empirikusan lehetséges lenne; ha a kvantummechanika kellően támogatott, a szerint a másféppen cselekvés radikális szabadsága empirikusan lehetséges lenne. Ebben az esetben tehát az empirikus lehetőség ugyanazon konstraintuitív következtetéseket támogatná, mint az elméletekhez relativizált fizikai lehetőség.

A fő probléma azzal, hogy bármelyik induktívan támogatott fizikai elméletet választhassuk T szerepére, az a már említett tény, hogy még a jelenleg legjobban támogatott fizikai elméleteink is ellentmondanak egymásnak. Vannak olyan helyzetek (például, hogy kvantumviselkedést mutató részecskék hogyan viselkednek erős gravitációs térben), amelyekkel kapcsolatban az általános relativitáselmélet és a részecskefizika egymásnak ellentmondó állításokat tesznek

(ezzel Norton maga is egyetért, lásd ugyanott 148. 21. lábjegyzet). Feltevésünk nyomán tehát arra jutnánk, hogy bizonyos helyzetek egyszerre empirikusan lehetségesek és nem empirikusan lehetségesek, vagyis az empirikus lehetőség fogalma önellentmondásos lenne.

Értelemszerűen ugyanezen, az előző bekezdésben tárgyalt ellentmondás merülne fel akkor is, ha a keresett T elméletnek a jelenleg induktívan támogatott fizikai elméletek együttesét vennénk.

Amennyiben T elméleten egy olyan jövőbeli elfogadott fizikai elméletet értünk, ami sikeresen, ellentmondás nélkül össze tudja egyeztetni a jelenleg induktívan támogatott fizikai elméleteket, a probléma gyökere más: ennek a jövőbeli elméletnek a tartalma jelenleg ismeretlen, és semmilyen garancia nincsen arra, hogy a jövőbeli elmélet tényleg olyan állításokat tartson lehetségesnek, amelyeket a jelenleg aktuális bizonyítékaink A összessége alapján akár csak meg is tudunk fogalmazni. Tegyük fel például, hogy ezen ellentmondásmentes egyésített jövőbeli fizikai elmélet szerint a világunk fundamentális létezői 93 dimenziós rugók, és az elmélet olyan jellegű állításokat fogalmaz meg, mint például $S =$ „93 dimenziós rugók így és így vannak elrendezve”. A jelenleg aktuális bizonyítékaink A összessége egyetlen szót sem ejt 93 dimenziós rugók létezéséről, ezért nyilvánvaló, hogy S állításhoz A nem adhat pozitív induktív támogatást, vagyis S nem empirikusan lehetséges (tehát $\Diamond_{P,T} S$, de nem $\Diamond^e_{\Lambda} S$). Arra, hogy a jövőbeli, jelenleg még ismeretlen fizikánk olyan létezőket posztuláljon, amiket a jelenleg aktuális bizonyítékaink összessége alapján még csak nem is sejtünk előre, a jól ismert pesszimista metaindukció alapján kifejezetten számítanunk kell.⁴

Értelemszerűen ugyanezen, az előző bekezdésben tárgyalt probléma merülne fel akkor is, ha T elméletnek azt az elméletet vennénk, amelynek törvényei megegyeznek az aktuális világ fizikai törvényeivel. Az aktuális világ tényleges fizikai törvényei számunkra ugyanis jelenleg szintén ismeretlenek.

Nem sikerült tehát olyan T fizikai elméletet találni, amely választásával meggyőző lenne az az állítás, ami szerint az ezen elmélet szerinti fizikai lehetőségek empirikus lehetőségek. Egy egyszerű példa segítségével szeretném illusztrálni, miért nem érdemes arra számítanunk, hogy ez sikerüljön. Minden Newtont követő olyan fizikai elmélet, amelyet valaha fundamentálisnak tartottak, dinamikai fizikai törvényét differenciálegyenletek formájában fogalmazta meg. Ezeknek a differenciálegyenleteknek pedig van olyan megoldása, amelynek természetes értelmezése egy olyan világ, amelyik minden anyagtól mentes, „üres”. Átfogalmazva, ezen elméletek dinamikai törvényei alapján az az S állítás, ami szerint „a világ üres”, fizikailag lehetséges helyzetet fejez ki. Azonban az üres világ nyilvánvalóan nem lehet empirikusan lehetséges, hiszen az aktuális bizonyítékok összessége számos olyan tényleges tapasztalatot tartalmaz, amelynek fennállása

⁴ A fenti gondolatmenet hasonlít az ún. Hempel-dilemmára. Gyenis (2022) érvel amellett, hogy a dilemma feloldható.

nem egyeztethető össze a világ ürességével. Tehát, „a világ üres” állítás fizikailag lehetséges minden valaha alapvetőnek gondolt fizikai elmélet dinamikai törvényei alapján, azonban nem empirikusan lehetséges. Ezért nem lehet minden fizikai lehetőség empirikus lehetőség.⁵ (A példához a hetedik fejezet még visszatér.)

Az üres világ fizikai lehetősége a fizikai lehetőség szakirodalomban bevett fogalmának egy olyan tulajdonságára mutat rá, amit a *bizonyítékok szétválasztása problémájának* nevezek. A fizikai lehetőség bevett fogalma a *törvények* által megengedett lehetőségek gondolatát ragadja meg: az alapgondolat annak szétválasztása, hogy mi tekinthető a fizikailag lehetséges világokban esszenciálisnak (ti. a törvények), és mi tekinthető kontingensnek (az anyag ilyen-olyan eloszlása, általánosan, a kezdeti feltételek és a határfeltételek). Ahhoz, hogy egy valamilyen *T* elmélet szerinti fizikai lehetőség egybe tudjon esni bizonyítékok egy halmaza szerinti empirikus lehetőséggel, arra lenne szükség, hogy az empirikus lehetőség alapjául szolgáló bizonyítékhalmoz csak a törvények induktív alátámasztásához szükséges bizonyítékokat tartalmazza, és mellőzze az aktuális világunkra vonatkozó, kontingens tényekre vonatkozó bizonyítékokat. Azonban nyilvánvaló, hogy az aktuális bizonyítékaink összességéből nem lehet egyszerűen leválasztani azokat a bizonyítékokat, amelyek kizárólag a törvények induktív alátámasztásához vezetnek. Minden fizikai elmélet induktív alátámasztása azon múlik, hogy bizonyos konkrét helyzetekben bizonyos konkrét kísérleteket végzünk el vagy konkrét megfigyeléseket teszünk.⁶ Azonban mindezen konkrét kísérletek és megfigyelések nemcsak az aktuális világunk törvényeivel, de annak kontingens szerkezetével kapcsolatban is tartalmazznak információt. Ebből azonban következik, hogy számos olyan, pusztán törvények által megengedett fizikai lehetőség létezik, amely nem egyeztethető ellentmondás nélkül össze aktuális bizonyítékaink *összességével*, és így nem is lehet empirikus lehetőség.⁷

⁵ Vannak filozófusok, akik szerint nemcsak a dinamikai törvények lehetnek fundamentális fizikai törvények, hanem bizonyos kezdeti vagy határfeltételekre vonatkozó általánosítások is, mint például az ún. múlt hipotézis, amely szerint az univerzum egy alacsony entrópiával rendelkező állapottal vette kezdetét. Bár a múlt hipotézis fizikai törvényként értelmezése kizárja az üres világ fizikai lehetőségét, a múlt hipotézis nyilvánvalóan így is számos olyan fizikailag lehetséges világgal összeegyeztethető, amellyel az aktuális bizonyítékaink összessége nem.

⁶ Az aktuális világunkban elvégzett kísérleteket leíró feltételek ugyan kontingensnek tekinthetőek, de az a materiális indukció jellegéből következik, hogy minden olyan világban, ahol a materiális indukció alátámaszt egy törvényszerűséget, ott lesznek olyan fennálló kontingens tények, amelyekre ez a materiális indukció épül.

⁷ Egy további probléma Norton materiális indukcióelméletével függ össze. Legyen most *T* az a maximális fizikai elmélet, amely szerinti fizikai lehetőségek implikálják az empirikus lehetőségeket. Ha ez a *T* egyben olyan fizikai elmélet, amely szerint az implikáció kölcsönös (ha minden *S* állításra $\Diamond_T S$ akkor és csak akkor, ha $\Diamond_A S$), akkor *T* egyúttal megadná az indukció formális elméletét (ti. a fizikai elméletek formális formát öltene, és a *T* fizikai törvényeivel való ellentmondás nélküli összeegyeztethetőség is egy formális követelmény). Ez azonban ellentmondana Norton azon fő állításának, hogy az indukciónak nem létezik formális

Összegezve, egyáltalán nem világos, hogyan lehetne igaz Norton állítása, amely szerint a fizikai lehetőségek empirikus lehetőségek, amennyiben fizikai lehetőség alatt a szakirodalomban bevett fogalmat értjük. Norton tehát feltehetően nem a szakirodalom, hanem a saját fizikai lehetőségfogalmával kapcsolatban szándékozott állításokat megfogalmazni, de mivel sehol nem definiálja, hogy ő mit ért fizikai lehetőség alatt, ezért nem világos, pontosan miben különbözik ez a saját fogalom az empirikus lehetőségtől.

Bár a fizikai lehetőség fogalmával kapcsolatban Norton meglehetősen szűkszavú, cikkének egy későbbi fejezetében kitér a hipotetikus és a kontrafaktuális lehetőség, valamint a nomikus lehetőség viszonyának elemzésére. Erre a VI. fejezetben térek vissza.

Ha tehát a szakirodalomban bevett fizikai lehetőségek nem empirikus lehetőségek, akkor hova lehet őket beilleszteni Norton modalitástérképén?

Ezen a ponton érdemes észrevenni, hogy ha az E állításhalmaz megegyezik a természet T törvényeivel, akkor a Norton szerint az E állításhalmazhoz képest *logikailag* lehetséges állítások megegyeznek Chisholm második fejezetben tárgyalt *fizikailag* lehetséges állításaival, vagyis (nem-modális értelemben) $\Diamond_E S \leftrightarrow \Diamond_{P_T} S$. Világos tehát, hogy a fizikai lehetőség nem-modális keretekben Chisholm által adott megfogalmazása valójában egy speciális esete Norton nem-modális keretekben adott logikai lehetőségfogalmának.

Norton és Chisholm fogalmai közötti párhuzamot tovább is vihetjük a modális logika területére. Ahogyan láttuk, Chisholm nem-modális keretekben megfogalmazott fizikai lehetősége speciális esete a modális keretekben megfogalmazott (p) fizikai lehetőségnek. Norton nem-modális logikai lehetőségfogalma ugyanilyen módon természetesen általánosítható egy modális logikai lehetőségfogalomra: eszerint egy S állítás további E állítások halmazához képest akkor *logikailag lehetséges*, ha S igaz legalább egy, az E állításokkal ellentmondás nélkül összeegyeztethető lehetséges világban. Ezzel az általánosítással a fizikai lehetőség (p) megfogalmazása speciális esetévé válik Norton (modalizált) logikai lehetőségfogalmának: amennyiben az E állításhalmaz megegyezik egy T elmélet fizikai törvényeivel, úgy ismét (immár modális értelemben): $\Diamond_E S \leftrightarrow \Diamond_{P_T} S$.

Összegezve, a fizikai lehetőség szakirodalomban bevett fogalma valójában egy speciális esete Norton modalizált logikai lehetőségfogalmának. Ez egyben magyarázza azt is, hogy miért áll fenn a fizikai lehetőség és szükségszerűség kö-

elmélete. Ha ellenben van olyan empirikus lehetőség, amely ezen maximális T elmélet szerint nem fizikai lehetőség (ha van olyan S , hogy $\Diamond_A S$ de nem $\Diamond_{P_T} S$), akkor két következtetési lehetőség adódik. Vagy arra a következtetésre kell jutnunk, hogy az ilyen empirikus lehetőség mindössze episztemikus, ez azonban ellentmondana Norton azon állításának, ami szerint az empirikus lehetőség nem episztemikus lehetőség. Vagy pedig arra a következtetésre kellene jutnunk, hogy Norton elmélete magában hordozza a fizikalizmus egyfajta tagadását, hiszen olyan nem episztemikus lehetőség fennállását állítja, amely még a maximális fizikai elmélet szerint sem fizikai lehetőség.

zötti dualitás, hiszen a dualitás a logikai lehetőség és szükségszerűség között is fennáll. Mivel Norton szerint a logikai lehetőség különbözik az empirikus lehetőségtől, egyszersmind végső érvet is kapunk arra, hogy miért nem lehet a szakirodalomban bevett fizikai lehetőség empirikus lehetőség: ti. a szakirodalomban bevett fizikai lehetőség valójában a nortoni értelemben vett logikai lehetőség egy fajtája.

VI. EMPIRIKUS LEHETŐSÉG ÉS A FIZIKAI LEHETŐSÉG KONTRANTUITÍV PÉLDÁI

Norton empirikus lehetősége és a szakirodalomban bevett fizikai lehetőség különbségének illusztrálásához térjünk vissza a klasszikus pontmechanika, az általános relativitáselmélet, és a kvantummechanika harmadik fejezetben bevezetett példáihoz. A példák tárgyalása során az empirikus lehetőség fogalmában megjelenő aktuális bizonyítékok összessége alatt a jelen összes aktuális bizonyítékát értem.

1. A klasszikus fizika példáján:

(a) Az állítás, ami szerint a Humán Tudományok Kutatóháza mozgáskorlátozott feljárójára helyezett kőgolyó a lejtő irányában kezd gurulni, a klasszikus pontmechanika szerint fizikailag lehetséges, hiszen logikailag összeegyeztethető Newton törvényével.

Ugyanezen állítás empirikusan is lehetséges, hiszen aktuális bizonyítékaink összessége az állítást pozitívan induktívan támogatja. A klasszikus pontmechanika alkalmazhatóságára vonatkozó tudásunk szerint ez egy jellemzően olyan helyzet, ahol az elmélet helyes előrejelzéseket ad, és az elmélet előrejelzése pontosan az, hogy a kőgolyó a lejtő irányában kezd el gurulni.

(b) Norton dómja vagy Xia ponttömegei által illusztrált indeterminizmus a klasszikus pontmechanika szerint fizikailag lehetséges, hiszen Norton illetve Xia modelljei megoldásai Newton törvényének.

Norton dómja vagy Xia ponttömegei által illusztrált indeterminizmus azonban empirikusan nem lehetséges. Mind Norton, mind Xia modelljeinek indeterminizmusra vonatkozó következtetése olyan idealizációkon múlik (Norton esetében: ponttömegeket tetszőleges nagyságú erővel tudunk egy felületen tartani, lásd Malament 2008; Xia esetében: a ponttömegek kiterjedés nélküliek, és nincs határsebesség), amelyeken nem lehet anélkül lazítani, hogy a modellek indeterminizmusra való következtetését el ne veszítsük. Ebben az értelemben az idealizációk a következtetésre nézve tehát esszenciálisak. Ezen idealizációk egyszersmind olyanok is, amelyekről az aktuális bizonyítékok kényszerítő erővel mondják, hogy mellettük a klasszikus pontmechanika elveszti érvényességét: nincsenek tetszőleges nagyságú felületi erők, nincsenek valódi ponttöme-

gek, ellenben van határsebesség. Az a tény, hogy a klasszikus pontmechanika érvényességi tartománya nem terjed ki ezen idealizációkra (amennyiben ezen idealizációk a kérdéses klasszikus pontmechanikai következtetésekre nézve esszenciálisak), más elfogadott fizikai elméletek (szilárdtest fizika, kvantummechanika, relativitáselmélet) erős induktív következtetései.

2. Az általános relativitáselmélet példáján:

(a) Az állítás, ami szerint a múlt héten repülővel megtett körutazás után hajszálnyival nőtt az én és a testvéreim biológiai életkora közötti különbség, fizikailag lehetséges, hiszen logikailag összeegyeztethető az általános relativitáselmélet Einstein-egyenletével.

Ugyanezen állítás empirikusan is lehetséges, hiszen az aktuális bizonyítékok összessége ezt pozitívan induktívan támogatja (ahogyan ezt atomórák segítségével Hafele és Keating 1971-ben igazolta is). Az általános relativitáselmélet alkalmazhatóságára vonatkozó tudásunk szerint ez egy jellemzően olyan helyzet, ahol az általános relativitáselmélet helyes előrejelzéseket ad, és az elmélet előrejelzése pontosan az, hogy az utazás nyomán a biológiai életkorunkban be fog állni egy hajszálnyi különbség.

(b) A Gödel-téridő zárt görbéi mentén történő időutazás fizikailag lehetséges, hiszen a Gödel-téridő egy olyan megoldása az Einstein-egyenleteknek, amelyben vannak zárt időszerű görbék.

A Gödel-téridő zárt görbéi mentén történő időutazás azonban empirikusan nem lehetséges, hiszen az aktuális bizonyítékok összességének kényszerítő erejű következtetése, hogy a Gödel-téridő nem reprezentálja helyesen a mi aktuális világegyetemünket.

3. A kvantummechanika példáján:

(a) Az állítás, ami szerint az ágyban békésen nyugvó partnerem két másodperccel később továbbra is alszik, a kvantummechanika szerint (már amennyiben lehet a kvantummechanikát egy ekkora tömegre vonatkoztatni) fizikailag lehetséges. Nincsen logikai ellentmondásban a Schrödinger-egyenlettel, hogy egy olyan kvantumállapotot megmérve, amely két másodperccel korábban egy alvó személyt instanciált, ismét olyan kvantumállapotot kapunk, amely egy alvó személyt instanciál.

Ugyanezen állítás empirikusan is lehetséges, ahogyan azt a mindennapi tapasztalatok közvetlenül is megerősítik.

(b) Az állítás, ami szerint az ágyban békésen nyugvó partnerem két másodperccel később az íróasztal felett levitálva hadonászik, a kvantummechanika szerint fizikailag lehetséges. Nincsen logikai ellentmondásban a Schrödinger-egyenlettel, hogy alvó partnerem két másodperc elteltével olyan kvantumállapotba kerüljön, amely szerint van egy fantasztikusan kicsi a valószínűsége an-

nak, hogy egy újabb mérés nyomán azt találom, hogy a partnerem az íróasztal felett levitálva hadonászik.

Ugyanezen állítás azonban empirikusan szükségszerűen hamis. A feltételezés szerint az említett valószínűség olyan fantasztikusan kicsi, hogy az aktuális bizonyítékok induktív módon ezt a következtetést kényszerítik ki.⁸

A fenti példák megerősítik az előző fejezet fő következtetését: a szakirodalom bevett fizikai lehetőségei gyakran nem esnek egybe az empirikus lehetőségekkel. A különbségek pedig, úgy tűnik, három olyan területen mutatkoznak, ahol a fizikai lehetőség bevett fogalma, legalábbis az egyszerű fizikus szemszögéből ítélve, kontraintuitív következtetésekhez vezet.

A klasszikus fizika példája azt illusztrálja, hogy míg a fizikai lehetőség elméletekhez relativizált megfogalmazása nehezen tud mit kezdeni azzal a problémával, hogy különböző elfogadott fizikai elméletek szigorú logikai értelemben egymásnak ellentmondó fizikai lehetőségeket állítanak, az empirikus lehetőség fogalma bizonyos esetekben képes lehet az ellentmondást feloldani. Az aktuális bizonyítékok összessége ugyanis tartalmazza a fizikai elméletek érvényességi tartományára vonatkozó állításokat is, és így, ha a szigorú logikai értelemben felmerülő ellentmondásnak az eredete az, hogy helyzetek olyan modelljeit vizsgáljuk, amelyek kívül esnek egyes fizikai elméletek érvényességi tartományán, akkor az ilyen modelleken alapuló következtetéseknek az aktuális bizonyítékok összességén nyugvó indukció megálljt parancsolhat.

Az általános relativitáselmélet példája azt illusztrálja, hogy míg a fizikai lehetőségelméletek relativizált megfogalmazása pusztán a törvényekkel való ellentmondás nélküli összeegyeztethetőséget vizsgálja, addig az empirikus lehetőségek nemcsak a törvényekre vonatkozó vagy az általuk nyújtott bizonyítékokon, hanem más, nem-nomikus, azonban tényleges tapasztalaton nyugvó bizonyítékokon is múlnak. Empirista szemszögből nem teljesen világos, hogy milyen alapon tulajdoníthatunk különleges, magasabb rendű státuszt egy induktívan erősen alátámasztott törvénynek egy induktívan erősen alátámasztott nem-nomikus ténnyel szemben (lásd az idézetet a következő fejezetben). Ha a törvényeknek nem tulajdonítunk különleges státuszt, akkor az empirikus lehetőség (vagy legalábbis a fizikai törvények mellett egyes nem-nomikus tényeket kifejező állításokhoz is viszonyított, nortoni értelemben vett logikai lehetőség) adekvátabb elemzési keretet nyújt a fizikai lehetőség bevett fogalmánál.

Végül a kvantummechanika példája azt illusztrálja, hogy a fizikai lehetőség fogalmával szemben az empirikus lehetőség fogalma helyesen képes megragad-

⁸ Tekintettel arra, hogy Norton elemzése szerint a dualitás sérülhet, abból, hogy az állítás empirikusan szükségszerűen hamis, még nem következi, hogy ne lehetne empirikusan lehetséges. Az empirikus lehetőséghez azonban *pozitív* induktív támogatásra lenne szükség. Ha a valószínűség nulla vagy kellően kicsi, akkor értelmezésem szerint a kvantummechanika kontextusában ilyen pozitív induktív támogatás nem adódik.

ni azt a jelenséget, hogy a fizikában a lehetőségekre vonatkozó állítások gyakran magukban foglalják az alternatívák valószínűségére vonatkozó elméleti következtetéseket is. Ha egy elméletből következik, hogy egy alternatíva valószínűsége elhanyagolhatóan kicsi vagy nulla, azt gyakran fogalmazzuk úgy meg, hogy az alternatíva az elmélet *szerint* nem *lehetséges*. Bár ez a nyelvi gyakorlat jogosan bírálható, mint a kicsi vagy nulla valószínűség és a lehetetlenség egyszerű összekeverése, azonban összhangban van azzal, hogy az empirikus lehetőség pozitív induktív támogatást igényel.

VII. A FELTÉTELES INDUKTÍV LEHETŐSÉG TÍPUSAI ÉS FOKOZATAI

Az eddigiekben arra jutottunk, hogy Norton állításával ellentétben a fizikai lehetőség szakirodalomban bevett fogalma nem eshet egybe Norton empirikus lehetőségfogalmával. A következő két fejezetben arra szeretnénk rámutatni, hogy Norton elméletének továbbgondolása természetes módon elvezet a fizikai lehetőség bevett fogalmából következő kontraintuitív példák megkérdőjelezéséhez.

Norton nomikus lehetőséget elemző fejezete szintén meglehetősen tömör, megengedve, hogy nagyobb részét saját fordításban idézzük:

Először is nem tulajdonítok a tudományos törvényeknek más kontingens tényekhez képest minőségileg különböző státuszt. A törvények nem valamilyen, a szokásos kontingens igazságokon túlmutató, magasabb rendű igazságok. A törvények csupán széles körű kontingens igazságok. Az ismert törvények között nincs olyan, amely egyetemes alkalmazással bírna. A törvények így nem is adhatnak nekünk olyan lehetőség- és szükségszerűségfogalmat, amely különbözik a szokásos kontingens igazságok által nyújtottól. Mindössze nagyobb hatókörrel rendelkeznek.

[...]

Közelebbről vizsgálva, a tudományos elméletek modális aspektusa teljes mértékben megragadható induktív fogalmak segítségével. [...] Egy tudományos elmélet egyszerűen lehetőségi és szükségszerűségi állításoknak olyan nagy gyűjteménye, amelyeket az elméletek gyakran elegánsan, tömör kijelentésekben foglalnak össze. Alkalmazási területükön belül olyan állításokat tesznek, mint például „ha ez történik, akkor az lehet, hogy bekövetkezik, vagy amaz szükségszerűen bekövetkezik, vagy ez a másik szükségszerűen nem következhet be.” Az ilyen formájú állítások induktív kijelentések. Átfogalmazhatók úgy is, hogy „ha ez történik, akkor van némi bizonyíték arra; és meggyőző bizonyíték van arra a másakra stb.” Vagyis a tudományos elméletek kijelentések olyan nagy gyűjteményei, amelyek az empirikus vagy logikai lehetőség határain belül mozognak. Mivel a legtöbb „ez” nem az aktuális bizonyítékokat írja le, ezek az állítások szinte mind (a 4. fejezet értelmében) hipotetikus vagy kontrafaktuális lehetőségeket állítanak. Nincs bennük semmi credendően modális. (Norton 2022. 148.)

Az idézetben említett hipotetikus és kontrafaktuális lehetőségekhez az empirikus lehetőség fogalmából jutunk, ha lazítunk a bizonyítékok aktualitásának feltételén.

Ha lazítunk a bizonyítékok aktualitásának feltételén, az elmélet teret hagy a hipotetikus és kontrafaktuális lehetőségeknek. A *kontrafaktuális lehetőség* olyan lehetőségként van definiálva, amelyet bizonyítékok egy olyan összessége támogat induktív módon, amely ellentmondásban van a tapasztalat által nyújtott bizonyítékokkal. A *hipotetikus lehetőség* olyan lehetőségként van definiálva, amelyet bizonyítékok egy olyan összessége támogat induktív módon, amelyet ugyan nem teljesen a tapasztalatból nyerünk, de azzal logikailag összeegyeztethető. (Ugyanott 137.)

A későbbi elemzés megkönnyítése érdekében Norton kontrafaktuális és hipotetikus lehetőségfogalmát a következő módon rekonstruálom. A korábbiakkal összhangban jelölje továbbra is a nagy latin A betű a tényleges tapasztalatokból nyert (a bizonyítékok aktualitásának feltételét kielégítő) aktuális bizonyítékok összességét. Norton definíciója szerint egy állítás akkor hipotetikusan lehetséges, ha azt bizonyítékok egy olyan összessége támogatja induktív módon, amely nem „teljesen” a tapasztalatból származik. Válasszuk tehát egy S állítást induk-tíven alátámasztó bizonyítékok összességét két részre: az egyik fele kényszerítő erővel következik az aktuális bizonyítékok összességéből (A -ból) – ezt a részt jelölje A^- , másik fele nem következik kényszerítő erővel az A -ból – ezt a részt pedig jelölje H . Tehát a feltevés szerint $A \cup H$ a bizonyítékok olyan összessége, amely pozitív induktív támogatást ad az S állításnak, $\Box_A A^-$, és $\neg \Box_A H$. Ezen feltevések mellett Norton definíciója szerint S akkor *hipotetikusan lehetséges*, ha H ellentmondás nélkül összeegyeztethető A -val (tehát akkor, ha H az A szerint Norton értelmében logikailag lehetséges: $\Diamond_A H$). Norton definíciója szerint S pedig akkor *kontrafaktuálisan lehetséges*, ha H ellentmondásban van A -val (tehát akkor, ha H az A szerint Norton értelmében logikailag nem lehetséges: $\neg \Diamond_A H$).

A rekonstrukció alapján egyszerűen látható, hogy Norton empirikus, hipotetikus, és kontrafaktuális lehetőségfogalmai valójában aloszettek egy olyan indukciós alapuló lehetőségfogalomnak, amit feltételes induktív lehetőségnek nevezhetünk. Egy S állítás A , A^- , és H mellett akkor *feltételesen induktívan lehetséges* (jelöléssel: $\Diamond_{A, A^-, H} S$), ha $A \cup H$ pozitívan induktívan támogatja S -t, ahol A^- bizonyítékok egy olyan, nem üres része, amely teljesen az aktuális tapasztalatból származik ($\Box_A A^-$), H pedig vagy üres, vagy pedig nem származik az aktuális tapasztalatból ($\neg \Box_A H$). Ezen definíció mellett egy feltételesen induktívan lehetséges S akkor empirikusan lehetséges, ha H üres és $A^- = A$, akkor részlegesen empirikusan lehetséges, ha H üres és $A^- \neq A$, akkor hipotetikusan lehetséges, ha H nem üres és $\Diamond_A H$, és akkor kontrafaktuális lehetséges, ha H nem üres és $\neg \Diamond_A H$.

Két megjegyzést kell tennem a feltételes induktív lehetőség fogalmával kapcsolatban. Először is, a definícióval összhangban hangsúlyozni szeretnék egy további, Norton által is kiemelt kitételt:

A logikai szükségszerűség az empirikus szükségszerűség határesetre. [...] Az induktív támogatás nélküli logikai összeférhetőség azonban nem határesetre az empirikus lehetőségnek. (Ugyanott 135.)

Először, minden S állításra triviális, hogy S logikailag következik $A \cup S$ -ből; tekintve, hogy Norton szerint a logikai szükségszerűség határesetre az empirikus szükségszerűségnek, tehát $A \cup S$ induktívan kényszeríti S -t, és így $A \cup S$ induktívan pozitívan támogatja S -t. Vagyis ha feltesszük, hogy S , akkor S kontrafaktuálisan lehetséges ($\Diamond^c_{A \cup S} S$). Ez azonban egy nyilvánvalóan triviális és érdektelen értelme a kontrafaktuális lehetőségfogalomnak. Ugyanez a helyzet, ha S helyett valamilyen más, olyan H állítást teszünk fel, amelyre S deduktívan következik $A \cup H$ -ből: ekkor S ismét kontrafaktuálisan lehetséges lesz, de csak abban a triviális értelemben, hogy ha S -t lényegileg felteszem (hiszen felteszek olyan premisszákat, amelyből S deduktívan következik), akkor a feltevés mellett S természetesen kontrafaktuálisan lehetséges. Ennek a triviális esetnek szintén semmilyen lényegi kapcsolata nincsen az indukció materiális elméletével. Ezért az alábbiakban a feltételes induktív lehetőség nem-triviális eseteivel foglalkozom.

Másodszor, tekintettel arra, hogy a feltételes induktív lehetőség az empirikus lehetőség általánosítása, az az eset, amikor egy állítás pusztán logikailag összeegyeztethető bizonyítékok egy összességével anélkül, hogy a bizonyítékok összessége az állítást pozitívan induktívan támogatná (tehát, amikor S logikailag összeegyeztethető $A \cup H$ -val anélkül, hogy $A \cup H$ pozitívan induktívan támogatná S -et), *nem* tekinthető sem empirikus, sem kontrafaktuális, sem hipotetikus lehetőségnek, általánosan: nem tekinthető a feltételes induktív lehetőség példájának. Világos, hogy egyszerűen egy esete Norton *logikai* lehetőségének, amelynek nincs kapcsolata az indukció materiális elméletével.

Térjünk most vissza a nomikus és a feltételes induktív lehetőség kapcsolatához. Az első idézet második felében Norton azt állítja, hogy a nomikus lehetőségek a hipotetikus és kontrafaktuális lehetőségek esetei. Azonban ez nem állhatja meg a helyét a nomikus lehetőség szakirodalomban bevett fogalmára. A nomikus lehetőség bevett fogalma ugyanis – a fizikai lehetőséggel teljesen analóg módon – Norton logikai lehetőségének alesete. A feltételes induktív lehetőség szándékolt és érdekes esete azonban az, ahol a lehetőség fennállásának megállapításánál a materiális indukció elméletének tényleges szerep jut. Ekkor a szakirodalomban bevett nomikus lehetőség nem eshet egybe a feltételes induktív lehetőséggel. Az érvelés teljesen párhuzamos az ötödik fejezet érvelésével: a dualitás sérülése a feltételes induktív lehetőséget ugyanúgy érinti, mint az empirikus lehetőséget, és a nomikus lehetőséget ugyanúgy érinti a bizonyítékok

szétválasztásának problémája, mint a fizikai lehetőséget. Általánosan, meglepő következménye is lenne Norton elméletének, ha a tudományok mindennapi gyakorlata során megfogalmazott, lehetőségekre vonatkozó állításokat úgy rekonstruálná, miszerint azok a logikai lehetőségnek (ti. a fizikai lehetőség bevett nézetének), nem pedig az induktív lehetőségnek az aletei. Ha valahol, akkor pontosan az empirikus alapokon építkező tudomány esetében kell arra számítanunk, hogy lehetőségekre vonatkozó állításainak a helyes rekonstrukciójához a feltételes induktív lehetőség lesz releváns, ahol a materiális indukció elmélete valós szerephez jut. Milyen más területen lenne haszna feltételes induktív lehetőségnek, ha nem pont a tudományok működésekének megértésében?

Például, egy valamilyen elfogadott tudományos elmélet alapján a szakirodalomban bevett értelemben nomikusan lehetséges üres világ továbbra sem lesz (nem-triviálisan) feltételesen induktívan lehetséges. Ezt az általános relativitáselmélet példáján szeretném jobban megvilágítani. Az általános relativitáselmélet Einstein-egyenletének a Minkowski-téridő egy megoldása. Mivel a Minkowski-téridő reprezentálhat egy teljesen üres világegyetemet, ezért az általános relativitáselmélet szerint az az S állítás, miszerint „a világegyetem teljesen üres”, fizikailag (nomikusan) lehetséges helyzetet fejez ki. Másképpen fogalmazva, ha E tartalmazza az Einstein-egyenletet (és az összes olyan matematikai axiómát, amely szükséges az Einstein-egyenlet megfogalmazásához, ám mást nem), akkor, mivel S ellentmondás nélkül összeegyeztethető E -vel, ezért Norton értelmében S az E -hez képest logikailag lehetséges helyzetet fejez ki.

Tegyük fel most a kérdést: elegendő-e a pusztán az Einstein-egyenletet tartalmazó E matematikai állításhalmaz ahhoz, hogy pozitív induktívan támogassa a világegyetem ürességét állító S -t a materiális indukció elmélete szerint? A válasznak pedig nyilvánvalóan nemlegesnek kell lennie: pusztán egy dinamikai időfejlődést megszorító matematikai képlet önmagában nem tud pozitív induktív támogatást adni egy tőle független, az anyag tényleges eloszlására vonatkozó kérdésre. E önmagában túl szegényes ahhoz, hogy pozitívan induktívan támogasson ilyen jellegű állításokat, már csak azért is, mert nem tartalmaz olyan materiális tényeket, amire egy induktív jellegű következtetés támaszkodni tudna.

Ahhoz, hogy a materiális indukció elmélete alkalmazható legyen, E mellé fel kell vennünk további, az aktuális tapasztalataink A összességéből kényszerítő erővel származó tényeket úgy, hogy az így kapott A már elegendően gazdag legyen ahhoz, hogy a materiális indukció értelmében pozitív induktív támogatást tudjon adni egy olyan állításnak, amely az anyag tényleges eloszlására vonatkozik. Minimálisan, A -nak tartalmaznia kell olyan tapasztalati, materiális tényeket, amelyek segítségével E szimbólumai fizikai értelmet nyernek és összeköthetővé válnak az anyag eloszlására vonatkozó állításokkal. Ezek lényegében azok a tapasztalati tények, amelyek alapján az egyetemen tanulva és a laboratóriumokban kísérletezve megértjük az általános relativitáselméletet mint fizikai elméletet. Azonban mivel az ilyen jellegű tényeket tartalmazó A -ból logikailag

következik, hogy a világegyetemben vannak egyetemek, laboratóriumok és emberek, ezért logikailag következik az is, hogy a világegyetem ürességét állító $\mathcal{S}$ állítás hamis. Következésképpen $\mathcal{S}$ -nek A^- így nem is adhat pozitív induktív támogatást, vagyis $\mathcal{S}$ nem fejezhet ki Norton értelmében sem empirikus, sem hipotetikus, sem kontrafaktuális lehetőséget.⁹

Természetesen, ha E -hez hozzátennénk további, az anyag eloszlására vonatkozó feltevéseket, ezek együttesen már elegendőek lehetnek az anyag eloszlására vonatkozó következtetések levonásához, azonban ezeknek a következtetéseknek semmi köze nem lenne az indukcióhoz. Például, ha E mellett feltesszük azt is, hogy egy Cauchy-felületen a téridő lapos és üres, akkor ebből a kezdeti értékből és E -ből együttesen már deduktívan következik, hogy az egész téridő Minkowski-téridő, és így $\mathcal{S}$ logikailag szükségszerűvé válik. Ez azonban nem más, mint a feltételes induktív lehetőség fent tárgyalt triviális, érdektelen esete: természetesen, ha kontrafaktuálisan felteszem, hogy valami aktuálisan fennáll, akkor abból következni fog, hogy lehetséges. Ezen túlmenően, az eredeti kérdésünk nem az volt, hogy az Einstein-egyenletek és bizonyos kezdeti feltételek mellett együttesen már feltételesen induktívan lehetséges-e egy teljesen üres világ, hanem az, hogy az általános relativitáselmélet szerint feltételesen induktívan lehetséges-e. Bár az Einstein-egyenleteket az aktuális tapasztalatok összessége induktívan támogatja, nem része az általános relativitáselméletnek az az explicit (és tudomásunk szerint hamis) feltevés, hogy aktuális világunk egy Cauchy-felületén a téridő lapos és üres.

Térjünk most vissza Norton idézetének első felére. Norton szerint a törvények mindössze olyan kijelentések, amelyek konkrét, kontingens premisszákat és konklúziókat – kezdeti feltételeket és kimeneteleket – összekötő ha-akkor állításokat képesek elegánsan, tömör formában közvetíteni. Ezek a konkrét ha-akkor állítások induktív viszonyokat fejeznek ki. A következő ha-akkor állítás egy példája annak a formának, amire itt Norton gondol: $\Diamond_{A,A^-,H}^c \mathcal{S}$, ahol H egy elképzelt golyó tulajdonságaira vonatkozó feltevéseket (a golyó egy lejtő tetején helyezkedik el), $\mathcal{S}$ egy kimenetet (a golyó balra kezd el gurulni), A az aktuális

⁹ Kérdésem arra vonatkozott, hogy fizikailag és/vagy feltételes induktívan lehetséges-e az az $\mathcal{S}$ állítás által leírt körülmény, miszerint a világegyetem teljesen üres. A fizikai lehetségeségből következett, hogy a szakirodalom bevett értelmezése szerint a Minkowski-téridő reprezentálhat egy teljesen üres világegyetemet is. Ez független attól a kérdéstől, hogy a közelítések kellően laza megválasztásával használható-e a Minkowski-téridő mint matematikai struktúra arra is, hogy vele az anyagot is tartalmazó aktuális világegyetemünk egy részét (vagy akár egészét) reprezentáljuk. Nem amellett érveltem tehát, hogy nem lehetséges feltételes induktív támogatása annak az állításnak, miszerint a Minkowski-téridő reprezentálhatja (approximatív módon) az aktuális világegyetemünk egy részét (vagy akár egészét), hanem amellett, hogy nem lehet feltételes induktív támogatása annak az állításnak, miszerint az aktuális világegyetemünk teljesen üres.

bizonyítékaink összességét, A^- a normális méretű golyók viselkedésére vonatkozó aktuális bizonyítékainkat, $\Diamond^c_{A,A^-,H}$ pedig az ezeken nyugvó feltételes induktív lehetőséget fejezi ki. $\Diamond^c_{A,A^-,H} S$ azt állítja, hogy ha a golyó a H által leírt kezdeti helyzetben van, akkor a golyók viselkedésére vonatkozó bizonyítékaink pozitívan induktívan támogatják, hogy az S által leírt balra gurulás következzen be. Norton szerint a ha-akkor állítások által kifejezett induktív viszonyokat hajlamosak vagyunk, az empirikus lehetőség és szükségszerűség fogalmaival összhangban, modális terminusokban értelmezni. A példának ekkor a következő lenne a modális olvasata: ha egy golyó a H kezdeti helyzetben van, akkor (feltételesen induktívan) lehetséges, hogy S irányba guruljon.

A Nortontól idézett mondatok a tudományos törvények induktív alátámasztásának és a törvények által nyújtott modalitások reduktív képét sugallják. A reduktív kép szerint az induktív alátámasztás elsődlegesen a konkrét, kezdeti felteteleket és kimeneteket összekötő ha-akkor állítások szintjén történik meg. Mivel a törvények csak ezeket a ha-akkor állításokat fogják össze, a törvények induktív alátámasztása (és így az általuk nyújtott empirikus modalitások is) csak másodlagos, a ha-akkor állítások induktív viszonyaiból származtatott.

Ha elfogadjuk a Norton által sugallt reduktív képet, teret kapunk arra, hogy ugyanazon törvényekkel összhangban lévő ha-akkor állításoknak különböző induktív viszonyokat, és ebből következően különböző modalitásokat is tulajdonítsunk. Ilyen teret a fizikai lehetőség és szükségszerűség fogalmai önmagukban nem tudnak nyújtani: ha feltesszük, hogy egy adott elmélet fizikai törvényei igazak, akkor a fizikai lehetőség szempontjából egyetlen kérdés számít, hogy vajon egy adott, kezdeti értékeket és kimeneteket összekötő ha-akkor állítás ellentmondás nélkül összeegyeztethető-e a törvényekkel vagy sem. Ha összeegyeztethető, akkor fizikailag lehetséges az adott elmélet szerint, ha nem összeegyeztethető, akkor nem. Ezen a kétértékű megállapításon túl a fizikai lehetőség bevett fogalma nem ad módot arra, hogy valami részletesebbet mondjunk arról, miért bízhatunk meg jobban egyes ha-akkor állításokban, és kevésbé másokban.

Kétféle mód is van Norton elméletének keretein belül arra, hogy ugyanazon törvényekkel összhangban lévő $\Diamond^c_{A,A^-,H} S$ feltételesen induktívan lehetséges állításoknak különböző modalitásokat tulajdonítsunk. Az első mód nyilvánvaló: az induktív támogatás és így a hipotetikus lehetőség is fokozati. Tehát egyes ha-akkor állítások lehetnek inkább vagy kevésbé feltételesen induktívan lehetségesek, mint mások. Bár Norton ebben az összefüggésben nem említi, a fokozatiság elméletének explicit tulajdonsága, ezért ez a mód nem meglepő.

A második módot az a megfigyelés sugallja, hogy a hipotetikus és kontra-faktuális lehetőségeknél Norton csak arra vonatkozóan ad megköttést, hogy a H hipotézis, amely maga nem kényszerítő erejű következtetése az aktuális bizonyítékok A összességének, A -val *logikailag* összeegyeztethető-e vagy sem. Norton azonban arra vonatkozóan nem fogalmaz meg megköttést, hogy H hipoté-

zist A milyen mértékben támogatja *empirikusan* (azon túl, hogy nem következik kényszerítő erővel A -ból). Egy ilyen további finomítás bevezetése azonban természetesen kiterjesztése Norton elméletének.

Példaként elgondolható¹⁰ négy olyan különböző hipotézis (H_1 , H_2 , H_3 , és H_4) amelyek mindegyikével ugyanazon S állítás ugyanolyan erővel hipotetikusan lehetséges (tehát fennáll $\Diamond_{A,A \rightarrow H_i}^c S$ és $\Diamond_A^! H_i$ minden $i=1, \dots, 4$ -re), ám a hipotéziseket az aktuális bizonyítékok A összessége különböző mértékben támogatja:

1. $\Diamond_A^c H_1$.
2. Sem $\Diamond_A^c H_2$, sem $\Diamond_A^c \neg H_2$.
3. $\Diamond_A^c \neg H_3$, de nem $\Diamond_A^c H_3$.
4. $\Box_A^c \neg H_4$.

Az első esettől a negyedikig haladva a hipotézisek egyre kevésbé férnek össze az aktuális bizonyítékokkal. Míg az első és a második eset az aktuális bizonyítékok szemszögéből ártalmatlan hipotéziseket tesz fel, a negyedik esetben az aktuális bizonyítékok már induktívan kényszerítő erővel állítják, hogy a hipotézis nem áll fenn. Az első esettől a negyedikig haladó fokozati skála tehát segítségünkre lehet annak értékelésében, hogy az adott hipotetikus lehetőségek mennyire vehetők komolyan, ahogyan ezt a következő fejezetben be is mutatom.

¹⁰ Legyen

S = „Van a Marson legalább kettő különböző, egyenként hat azonos nagyságú kődarabból álló, négyzet alakú formáció.”

H_1 = „Van a Marson több millió különböző, egyenként négy azonos nagyságú kődarabból álló, négyzet alakú formáció.”

H_2 = „Van a Marson több ezer különböző, egyenként öt azonos nagyságú kődarabból álló, négyzet alakú formáció.”

H_3 = „Van a Marson legalább egy, nyolc azonos nagyságú kődarabból álló, négyzet alakú formáció.”

H_4 = „Van a Marson legalább egy, ezer azonos nagyságú kődarabból álló, négyzet alakú formáció.”

1. táblázat.

A feltételes induktív lehetőség típusai

$\Diamond_{A,A-H}^c S$ akkor, ha: $A \cup H$ pozitívan induktívan támogatja S -t, ahol A az aktuális bizonyítékok összessége, $\Box_A A^-$, és H vagy üres, vagy $\neg \Box_A H$.

$\Diamond_{A,A-H}^c S$ *triviális*, ha S logikailag következik $A \cup H$ -ből ($\Box_{A \cup H} S$).

A feltételes induktív lehetőség fokozatai:

Egyfelől, az indukció fokozatisága miatt $\Diamond_{A,A-H}^c S$ különböző erősségű lehet.

Másfelől, még azonos erősségű $\Diamond_{A,A-H}^c S$ mellett is a H hipotézis maga lehet különböző módon alátámasztott.

Legyen $\Diamond_{A,A-H}^c S$, és

1. $H = \emptyset$, $A^- = A$: *empirikus lehetőség (teljes)*.
2. $H = \emptyset$, $A^- \neq A$: *empirikus lehetőség (részleges)*.
3. $H \neq \emptyset$, $\Diamond_A^1 H$, $\Diamond_A^c H$: *plauzibilis hipotetikus lehetőség*.
4. $H \neq \emptyset$, $\Diamond_A^1 H$, $\neg \Diamond_A^c H$, $\neg \Diamond_A^c \neg H$: *semleges hipotetikus lehetőség*.
5. $H \neq \emptyset$, $\Diamond_A^1 H$, $\neg \Diamond_A^c H$, $\Diamond_A^c \neg H$: *gyenge hipotetikus lehetőség*.
6. $H \neq \emptyset$, $\Diamond_A^1 H$, $\Box_A \neg H$: *leggyengébb hipotetikus lehetőség*.
7. $H \neq \emptyset$, $\neg \Diamond_A^1 H$: *kontrafaktuális lehetőség*.

VIII. FELTÉTELES INDUKTÍV LEHETŐSÉG ÉS A FIZIKAI LEHETŐSÉG KONTRAIKTUÍV PÉLDÁI

A feltételes induktív lehetőség típusait és fokozatait ismét a klasszikus fizika, az általános relativitáselmélet, és a kvantummechanika korábbi példáin keresztül szeretném illusztrálni.

1. A klasszikus fizika példáján:

(c) Az állítás, ami szerint egy, a Marson feltételezett lejtőre helyezett kőgolyó (H) a lejtő irányában kezd gurulni (S) hipotetikusan lehetséges, amennyiben csak a klasszikus mechanikát alátámasztó aktuális bizonyítékok (A^-) alapján hozunk induktív következtetéseket. A releváns kezdeti helyzetet megfogalmazó H hipotézis (ti., van a Marson egy lejtőn egy kőgolyó) empirikusan lehetséges. Tehát $\Diamond_{A,A-H}^c S$, $H \neq \emptyset$, $\Diamond_A^1 H$, és $\Diamond_A^c H$. Ez az eset a legerősebb hipotetikus lehetőségnek felel meg.

(d) Norton dómja vagy Xia ponttömegei által illusztrált indeterminizmus (S) hipotetikusan lehetséges, amennyiben csak a klasszikus fizikát alátámasztó aktuális bizonyítékok (A^-) alapján hozunk induktív következtetéseket. Ebben az esetben azonban a releváns kezdeti helyzetet megfogalmazó H hipotézis (pl. létezik egy Norton-dóm csúcsán helyet foglaló pontszerű részecske) empirikusan szükségszerűen hamis. Tehát $\Diamond_{A,A-H}^c S$, $H \neq \emptyset$, $\Diamond_A^1 H$, de $\Box_A \neg H$. Ez az eset a leggyengébb hipotetikus lehetőségnek felel meg.

2. Az általános relativitáselmélet példáján:

(c) Az állítás, ami szerint a jövőben egy Föld-Mars körutazásom (H) után hajszálnyival nő az én és a testvéreim biológiai életkora közötti különbség (S) hipotetikusán lehetséges, amennyiben csak az általános relativitáselméletet alátámasztó aktuális bizonyítékok (A^-) alapján hozunk hipotetikus következtetéseket. A releváns kezdeti helyzetet megfogalmazó H hipotézis (ti., hogy én a jövőben részt vegyek egy ilyen Föld–Mars körutazáson) empirikus lehetősége attól függ, hogy mennyire a közeli vagy távoli jövőben képzeljük el az utazást. Tehát $\Diamond_{\Lambda A, H}^c S$, $H \neq \emptyset$, $\Diamond_{\Lambda}^i H$, és ha az utazást 2025-re tesszük, akkor $\Box_{\Lambda}^c \neg H$, ha 2045-re tesszük, akkor viszont $\Diamond_{\Lambda}^c H$.

(d) Gödel időutazása (S) abban a triviális értelemben kontrafaktuálisan lehetséges, hogy ha egy olyan feltevést (H) választunk, amely az Einstein-egyenletet magában foglaló aktuális bizonyítékok halmazával (A^-) együttesen deduktívan implicálja S -t, akkor, mivel ekkor S -t lényegében feltettük, ezért S természetesen lehetséges is. Az érdekes kérdés tehát az, hogy S -t nem-triviális módon hipotetikusán vagy kontrafaktuálisan is lehetségessé tudják-e tenni olyan feltevések, amelyből S nem következik deduktívan, csak induktívan.

Az üres világ példájához hasonlóan erősen kérdéses azonban, hogy le lehet-e szűkíteni az általános relativitáselméletet alátámasztó aktuális A^- bizonyítékok halmazát annyira, hogy egyrészt A^- elegendően gazdag legyen a materiális indukció elméletének használatához, másrészt, hogy ne következzen A^- partikuláris tényeiből logikailag, hogy világunk nem reprezentálható Gödel az egész világegyetemben egyenletesen elosztott, forgó anyagot tartalmazó téridejével. Annak hiányában, hogy valaki expliciten megmutatná, hogy ilyen A^- lehetséges, jó okunk van feltételezni, hogy ilyen A^- nincsen, tehát S sem hipotetikusán, sem kontrafaktuálisan nem lehetséges.

(A gondolatmenet nem zárja ki mindenfajta időutazás kontrafaktuális lehetőségét, mert léteznek olyan, Gödel megoldásától eltérő, zárt időszerű görbéket tartalmazó megoldásai az Einstein-egyenletnek, amelyek nem csak globális módon értelmezhetőek, és így reprezentálhatják aktuális világunk egy még nem ismert részét.)

3. A kvantummechanika példáján:

(c) Az állítás, ami szerint az ágyban békésen nyugvó partnerem kvantumállapota (H) két másodperccel később olyan új kvantumállapotba fejlődik, amelyben van egy elenyészően kicsi valószínűsége annak, hogy partneremre pillantva az íróasztal felett levitálva hadonászik (S), a kvantummechanikát alátámasztó aktuális bizonyítékok (A^-) alapján triviálisan hipotetikusán lehetséges, hiszen S deduktív következménye H -nak és a Schrödinger-egyenletnek.

(d) Az állítás, ami szerint az ágyban békésen nyugvó partneremre (H) két másodperccel később pillantva az íróasztal felett levitálva hadonászik (S), mind hipotetikusán, mind pedig kontrafaktuálisan szükségszerűen hamis, amennyi-

ben a kvantummechanikát alátámasztó aktuális bizonyítékok (A^-) alapján hozunk következtetéseket. A feltevés alapján a levitálva hadonászás mint kimenet valószínűsége fantasztikusan kicsi, ezért induktívan kényszerítő erejű a következtetés, hogy sosem fog bekövetkezni. Ez az eredmény független attól, hogy a releváns kezdeti helyzetet megfogalmazó H hipotézis maga egyébként empirikusan lehetséges.¹¹

A példákon keresztül látható, hogy Norton empirikus, hipotetikus, és kontrafaktuális modalitásai nincsenek összhangban a szakirodalom bevett fizikai modalitásaival. Norton elmélete azonban teret ad a modalitások változatos osztályozásának, amely, legalábbis a fent vizsgált három, a fizikai lehetőség kontrainuitív eredményét hozó példája esetén, a gyakorló fizikus intuícióval megegyező eredményekhez vezet.

IX. ÖSSZEGZÉS

A tanulmány első részében összevettem a fizikai lehetőség és szükségszerűség szakirodalomban közkézen forgó megfogalmazásait, és megmutattam, hogy azok speciális esetei a lehetséges világok fizikai lehetőségét megadó elméletekhez relativizált, modális logikai keretben adott megfogalmazásnak. Három példán keresztül illusztráltam, hogy a fizikai lehetőség ezen elméletekhez relativizált megfogalmazása kontrainuitív következtetésekhez vezethet. További előkészület gyanánt bevezettem John Norton logikai, valamint saját materiális indukciós elméletére alapozott empirikus lehetőség- és szükségszerűségfogalmait is.

Cikkében Norton azt állítja, hogy a fizikai lehetőség empirikus lehetőség; a tanulmányban azonban amellett érveltem, hogy amennyiben Norton itt a fizikai lehetőség szakirodalomban bevett fogalmáról tesz állítást, a fizikai lehetőség valójában Norton logikai lehetőségének egy speciális esete. Amellett is érveltem, hogy a fizikai lehetőség bevett fogalma nem esik egybe Norton hipotetikus és kontrafaktuális lehetőségfogalmaival sem. Norton elméletét továbbgondolva bevezettem a feltételes induktív lehetőség különböző fokozatait, és amellett érveltem, hogy a bevezetett fokozatosság segítségével a fizikai lehetőség kontrainuitív példái kezelhetővé válnak.

Konkrétan: egy üres világegyetem fizikailag lehetséges a legtöbb fizikai elméletünk szerint; a kiváltó ok nélkül bekövetkező, kezdeti érték indeterminisztikus események fizikailag lehetségesek a klasszikus pontmechanika szerint; Gödel időutazása fizikailag lehetséges az általános relativitáselmélet szerint; a

¹¹ Lásd még: 8. lábjegyzet. Norton empirikus lehetőség fogalmának a szabad akarat létezésének kontextusában való alkalmazásához lásd Gyenis 2024.

másképpen cselekvés radikális szabadsága fizikailag lehetséges a kvantummechanika szerint. Ezzel szemben egy üres világegyetem sem empirikusan, sem hipotetikusán, sem kontrafaktuálisan nem lehetséges; a kiváltó ok nélkül bekövetkező, kezdeti érték indeterminisztikus események empirikusan nem lehetségesek, és csak egy empirikusan szükségszerűen hamis hipotézis mellett hipotetikusán lehetségesek; Gödel időutazása empirikusan nem lehetséges, és jó okkal feltételezhető, hogy sem hipotetikusán, sem kontrafaktuálisan nem lehetséges; a másképpen cselekvés radikális szabadsága pedig úgyszintén sem empirikusan, sem hipotetikusán, sem pedig kontrafaktuálisan nem lehetséges.

A fizikai lehetőség elmélet-relativizált megfogalmazásának kontraintuitív következtetéseivel szemben Norton empirikus, hipotetikus és kontrafaktuális lehetőségfogalmai jobban egyeznek a fizikus intuícióval. Ez az egyezés Norton saját cikkének érvein túlmutató alapot szolgáltat arra, hogy komolyan vegyük a nortoni keret általánosításaként adódó feltételes induktív lehetőség fogalmát, mint olyat, amely képes lehet jól megragadni azt a lehetőségfogalmat, amelyekre a tudományos elméletek, elsősorban a fizikai elméletek, ténylegesen támaszkodnak.

IRODALOM

- Chisholm, Roderick M. 1967. "He could have done otherwise". *Journal of Philosophy*. 64. 409–417. <https://doi.org/10.2307/2024211>
- Earman, John 1986. *A Primer on Determinism*. Dordrecht, Springer. ISBN: 978-90-277-2240-9 <https://doi.org/10.1007/978-94-010-9072-8>
- Earman, John 2009. Essential self-adjointness: implications for determinism and the classical-quantum correspondence. *Synthese*. 169. 27–50. <https://doi.org/10.1007/s11229-008-9341-7>
- Gödel, Kurt 1949. A remark about the relationship between relativity theory and idealistic philosophy. In Paul Schilpp (szerk.) *Albert Einstein: philosopher-scientist*. Lasalle, Open Court. 557–562. https://doi.org/10.1007/978-3-662-67045-3_1
- Gyenis Balázs 2013a. *Well-posedness and physical possibility*. Ph.D. dissertation, University of Pittsburgh, Pittsburgh. D-SCHOLARSHIP: 19818
- Gyenis Balázs 2013b. Determinizmus és interpretáció. *Magyar Filozófiai Szemle*. 56/2. 85–100.
- Gyenis, Balázs 2020. Determinism, physical possibility, and laws of nature. *Foundations of Physics*. 50/6. 568–581. <https://doi.org/10.1007/s10701-020-00320-0>
- Gyenis Balázs 2022. Elmélet-szuperveniencia fizikalizmus és a fizika jövőbeli változásai. *Magyar Filozófiai Szemle*. 66/3. 41–66.
- Gyenis Balázs 2024. Melyik szabad akarat létezik? *Magyar Filozófiai Szemle*. 68/1. 51–103.
- Kment, Boris 2021. Varieties of modality. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/modality-varieties/>
- Malament, David B. 2008. Norton's slippery slope. *Philosophy of Science*. 75/4. 799–816. <https://doi.org/10.1086/594525>
- Norton, John D. 2003a. Causation as folk science. *Philosophical Imprint*. 3/4. 1–22. <http://hdl.handle.net/2027/spo.3521354.0003.004>
- Norton, John D. 2003b. A material theory of induction. *Philosophy of Science*. 70/4. 647–670. <https://doi.org/10.1086/378858>

- Norton, John D. 2008. The dome: an unexpectedly simple failure of determinism. *Philosophy of Science*. 75/5. 786–798. <https://doi.org/10.1086/594524>
- Norton, John D. 2021. *The material theory of induction*. Calgary, University of Calgary Press.
- Norton, John D. 2022. How to Make Possibility Safe for Empiricists. In Yemima Ben-Menahem (szerk.) *Rethinking the Concept of Laws of Nature: Natural order in the Light of Contemporary Science*. Cham, Springer. 129–159. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96775-8_5
- Norton, John D. 2024. *The large-scale structure of induction*. Calgary, University of Calgary Press.
- Xia, Zhihong. 1992. Existence of noncollision singularities in the N-body problem. *Annals of Mathematics*. 135/3. 411–468. <https://doi.org/10.2307/2946572>