

Vis aleativa – a valószínűség *propensity*-interpretációja

A valószínűség *propensity*-interpretációját Popper vetette fel először 1957-ben a kilencedik Colston-konferencián, Bristolban:¹

Minden kísérleti elrendezés, ha elegendően sokszor ismétljük, *hajlamos létrehozni* olyan sorozatot, amelynek frekvenciája ezen a bizonyos kísérleti elrendezésen múlik. Ezeket a virtuális frekvenciákat valószínűségnek is nevezhetjük. Mivel azonban ezek a valószínűségek a kísérleti elrendezéstől függenek, ezért úgy is tekinthetünk rájuk, mint *a szóban forgó elrendezés tulajdonságaira*, amelyek a kísérleti elrendezésnek azt a *diszpozícióját* vagy *propensity*-jét jellemzik, hogy bizonyos karakterisztikus frekvenciákat idézzen elő, ha a kísérletet sokszor megismételjük (Popper 1957. 67).

Poppert, aki *A tudományos kutatás logikájában* (1934) még a relatív gyakoriság-interpretáció híve, a kvantumelmélet, azon belül is a kétréses kísérlet értelmezése készítette a pálfordulásra:

A kvantumelmélet meggyőzőtt, hogy a valószínűségeknek „fizikailag reálisnak” kell lenniük – vagyis fizikai hajlamoknak, fizikai szituációk absztrakt relációs tulajdonságainak, akárcsak a newtoni erők. És ezek nemcsak abban az értelemben „reálisak”, hogy befolyásolni képesek a kísérleti eredményeket, hanem abban az értelemben is, hogy bizonyos körülmények között (koherencia) interferálni, azaz kölcsönhatni is tudnak egymással (Popper 1959. 28).

A kvantumelmélet interferenciajelenségei tehát arról győzték meg Poppert, hogy a valószínűség fogalmának szinguláris esetekre is alkalmazhatónak kell lennie. Szinguláris valószínűségi kijelentések értelmezésére azonban a frekvencia-interpretáció nem képes. Egy frekventista persze megteheti, hogy egy egye-

¹ Popper maga nem volt jelen a konferencián; az írást Feyerabend olvasta fel.

di esemény valószínűségét egyszerűen azonosítja az eseménynek egy végtelen vagy elegendően hosszú sorozatban vett relatív gyakoriságával.² Ez az azonosítás azonban, amint azt a következő példa mutatja, nem mindig kielégítő:

Tegyük fel, hogy van egy cinkelt kockánk, és hogy kísérletek hosszú sorával meggyőződünk arról, hogy a hatos dobás valószínűsége ezzel a kockával jó közelítésben $1/4$. Most tekintsünk egy b sorozatot, amely ezzel a cinkelt kockával való dobásokból áll, de amely sorozat, mondjuk, tartalmaz néhány (kettő vagy esetleg három) dobást egy homogén és szimmetrikus kockával. Nyilvánvalóan a szabályos kockával végzett néhány dobás esetében azt mondanánk, hogy a hatos valószínűsége $1/6$, nem pedig azt, hogy $1/4$; noha ezek a dobások feltevésünk szerint egy olyan dobássorozat tagjai, amelyben a hatos statisztikus frekvenciája $1/4$ (Popper 1959. 31–32).

Ebből a dilemmából a frekventista számára a kiutat Popper szerint az jelentheti, ha a fenti inhomogén dobássorozatot valahogyan kizárja azon sorozatok köréből, amelyre a valószínűséget értelmezzük. Ezt megteheti például úgy, ha a sorozatot nem extenzíven, aktuális vagy potenciális elemeivel, hanem intenzíven, a „generáló feltételek halmazán” keresztül adja meg. A valószínűséget tehát a véletlent generáló mechanizmus, vagyis a kockának, az asztalnak, az eldobás körülményeinek stb. együttes fizikai tulajdonságai határozzák meg. Ezek a tulajdonságok nyilvánvalóan mások lesznek a cinkelt és a szimmetrikus kocka esetében, és ez megmagyarázza valószínűségük különbségét.

Ez az ártatlannak tűnő módosítás azonban a frekvencia-interpretációtól átvezet a *propensity*-interpretációra. Nagy különbség ugyanis azt mondani, hogy egy szinguláris esemény valószínűségét az a sorozat határozza meg, amelynek a tagja, vagy azt mondani, hogy a szinguláris esemény valószínűsége az eseményt generáló feltételek tulajdonsága. Ez utóbbi esetben egy szinguláris eseménynek akkor is lehet valószínűsége, ha csak egyszer, vagy éppen egyszer sem következik be.

A valószínűség kapcsolatba hozása a generáló feltételekkel persze nem új keletű. Valószínűségelmélete tapasztalati alkalmazhatóságának vizsgálatánál Kolmogorov (1933. 14.) is hasonlóan járt el. Ami Poppernél új – és ezt pusztán már a *propensity* szóhasználat is tükrözi – az az, hogy a szóban forgó generáló feltételek nála diszpozicionális értelmet nyernek.³ A *propensity* Popper szerint a fizikai rendszer hajlama, *diszpozíciója*, hogy bizonyos „szinguláris eseményeket realizáljon” (Popper 1959. 28). De mik is azok a diszpozíciók?

² Vagy, ahogy Reichenbach (1949. 376–377.) tette, a szinguláris eseményre vonatkozó kijelentést az eseménytípusra vonatkozó kijelentés *elliptikus* formájának tekinti.

³ Amint Braithwaite megjegyzi, a *propensity*-interpretációt már 1910-ben megelőlegezte Ch. S. Peirce, amikor a következőket írta: „Az az állítás, hogy »Ha a kockát eldobjuk, akkor egyharmad a valószínűsége, hogy az eredmény osztható hárommal« [...] azt jelenti, hogy a kocka rendelkezik egy bizonyos *would-be*-vel; és azt mondani, hogy a kocka rendelkezik egy bizonyos *would-be*-vel, annyi, mint azt állítani, hogy a kocka rendelkezik egy olyan tulajdonsággal, amely egészen analóg az emberi szokásokkal”.

I. A PROPENSITY MINT DISZPOZÍCIÓ

A bevett metafizikai felosztás szerint a tárgyak kétfajta tulajdonsággal rendelkezhetnek: kategorikus és diszpozicionális tulajdonságokkal. Amíg a kategorikus tulajdonságok egy tárgyat abból a szempontból jellemeznek, hogy hogyan állnak a dolgok *aktuálisan* a szóban forgó tárggyal kapcsolatban, addig a diszpozicionális tulajdonságoknak *modális* implikációi vannak. A teácsészém 20 dkg tömegű és törékeny. A tömeg a csészét aktuálisan jellemzi, a törékenységre azonban egy lehetőségre utal: ha a csésze leesne az asztalról, eltörne. A szokásos szemantikai elemzés szerint a diszpozicionális tulajdonságokat éppen az különbözteti meg a kategorikus állításoktól, hogy a fentihez hasonló kontrafaktuális állításokat támogatnak. A csésze törékenysége azt jelenti, hogy, amennyiben leesne az asztalról, eltörne.

A diszpozicionális tulajdonságok kondicionális elemzésével szemben számos kérdés felvethető. Elsőként: vajon a kategorikus tulajdonságok nem támogatnak-e hasonló módon kontrafaktuális állításokat: a csésze 20 dkg tömegű, tudniillik ha adott erővel hatnék rá, adott módon gyorsulna. Így tekintve a tömeg is diszpozicionális tulajdonság; vagyis minden tulajdonság diszpozicionális. Másrészt, ha diszpozíciót tulajdonítani egy tárgynak szemantikailag semmi más, mint egy kontrafaktuális kondicionális, akkor úgy tűnik, hogy le kell mondanunk azokról a diszpozíciókról, amelyek fennállása és manifestációja nem jár együtt, vagyis az olyan – az irodalomban mímelőnek, illetve *finckish*-nek keresztelt – diszpozíciók létéről, amelyeket éppen a kontrafaktuális kijelentés antecedenense hoz létre vagy tüntet el, és így fennállásuk sem nem szükséges, sem nem elégséges feltétele a kontrafaktuális teljesülésének. Suta példával: Az amúgy nem törékeny csésze valamely rejtélyes oknál fogva mindig éppen akkor válna törékennyé, amikor ledobom; és így a kontrafaktuális anélkül teljesülne, hogy a csésze a törékenységre diszpozíciójával rendelkezne. Az ilyen rejtélyes okok kizárása nem egyszerű feladat a kondicionális elemzés képviselője számára. Megpróbálkozhat azzal, hogy a kontrafaktuálisba beiktat egy *ceteris paribus* klauzulát: *A csésze törékeny* azt jelenti, hogy amennyiben ledobnám, akkor – *ceteris paribus* – eltörne. Mivel azonban a rejtélyes okokról semmi közelebbit nem tudnánk megadni, ez a lépés vagy kiüresítené a kontrafaktuálist: a csésze eltörne, hacsak valamiért nem törne el; vagy körkörösé tenné: a csésze eltörne, hacsak valamiért el nem veszítené törékenységét.

A diszpozíciók kondicionális elemzhetőségének szemantikai kérdésében legtöbbször *ontológiai* álláspontok ütköznek. A kondicionális elemzés képviselői általában *antirealisták* a diszpozíciókkal kapcsolatban, vagyis a diszpozicionális tulajdonságokat kategorikus tulajdonságokra igyekeznek visszavezetni: a törékenység valójában nem más, mint a csésze bizonyos anyagszerkezeti tulajdonsága. A visszavezetés röviden úgy történik, hogy a diszpozíciókat első lépésben valamilyen funkcióval, például kauzális szerepükkel azonosítják: törékeny az,

amit, ha ledobok, eltörök; majd második lépésben megállapítják, hogy az illető kauzális szerepet az aktuális világban mely kategorikus tulajdonságok töltik be: például bizonyos anyagszerkezeti tulajdonságok. Így a diszpozíciók és kategorikus alapjuk azonossága kontingens azonosság lesz. Egy másik lehetséges világban más anyagszerkezettel rendelkező tárgy is lehetne törékeny. Ezzel az azonosítással az antirealisták a diszpozíciókat megfosztják kauzális erejüktől, és a kauzalitás magyarázatát, a bevett hume-i módon, a világ kategorikus tulajdonságai között tapasztalható korrelációkra bízják. A törékenységekben kifejeződő kauzalitás nem más, mint a megfelelő anyagszerkezeti tulajdonság fennállása és a csésze törését jellemző kategorikus tulajdonságok együttjárása. Röviden: az antirealisták szerint sem a szemantikai, sem a kauzalitási problémák nem indokolják a diszpozíciók felvételét a világ „hume-i mozaikjába”.

A diszpozíció-realista ellentábor ezzel szemben abból a meggyőződésből indul ki, hogy a diszpozíciók reálisan léteznek. A csésze törékenysége épp olyan reálisan létező tulajdonsága a csészének, mint a tömege. Szerintük már a kondicionális elemzés buktatói is arra utalnak, hogy a diszpozíciók kiküszöbölhetetlen ontológiai entitások. Ami a diszpozíciók és a kauzalitás viszonyát illeti, a realisták szerint éppen fordított a helyzet a hume-iánus elképzeléshez képest. Ott a diszpozíciók ráépülnek a világ kategorikus mintázatára, amely mintázat a kauzális viszonyokat is teljes mértékben meghatározza – így a diszpozíciók kauzalitása csak üres frázis. A diszpozíció-realisták ezzel szemben valós kauzális hatékonyságot tulajdonítanak a tárgyaknak, amely nem szupervenial a tárgyak kategorikus tulajdonságainak korrelációin. A diszpozíciókban kifejeződő kauzalitás akkor is jelen van, ha az nem manifesztálódik aktuálisan. A csésze akkor is törékeny lehet (sőt valójában csak akkor), ha sohasem esik le és török össze. Ráadásul a világban tapasztalható regularitások éppen a tárgyak diszpozíciókban kifejeződő kauzális hatékonyságának segítségével magyarázhatók: a csésze azért török össze, ha leesik, mert törékeny.

Most térjünk vissza a *propensity* kérdéséhez. *Propensity*-interpretációjával Popper a diszpozíció-realisták táborába tartozik:

A *propensity*-k lehetőségekként értelmezhetők (vagy lehetőségek mértékeként, illetve „súlyaként”), amelyek tendenciával vagy diszpozícióval vannak ellátva, hogy realizálódjanak (Popper 1959. 30).

A *propensity* tehát diszpozíció, ugyanakkor reális fizikai létező:

Az elméletnek egy *nem megfigyelhető* fizikai realitással van dolga, amely realitásnak csak néhány felszíni hatása figyelhető meg, és amely hatások lehetővé teszik számunkra az elmélet tesztelését (Popper 1959. 35).

Popper szerint tehát a *propensity*, akárcsak a törékenység, a tömeg vagy az erő reális diszpozíció:

Az erő – vagy jobban mondva az erőtér – fogalma egy diszpozicionális fizikai entitást vezet be, amelyeket bizonyos egyenletek írnak le (nem pedig metaforák), és amely megfigyelhető gyorsulásokat magyaráz. Hasonlóan a *propensity* vagy *propensity*-mező fogalma is egy szinguláris fizikai kísérleti elrendezés – azaz egy szinguláris fizikai esemény – diszpozicionális tulajdonságát vezet be, hogy megmagyarázzon bizonyos megfigyelhető frekvenciákat ezen ismétlődő események sorozataiban. Mindkét esetben az új fogalom bevezetése kizárólag a fizikai elméletekben hajtott hasznukra való hivatkozással igazolható (Popper 1959. 31).

A fenti idézetekből világossá válik, hogy Popper szerint a *propensity* (1) egy reálisan létező fizikai entitás, (2) megfigyelhető hatásokban manifesztálódik, és (3) posztulálását épp ezen hatások magyarázatában játszott szerepe indokolja. Az állításnak azonban mindhárom pontja értelmezést kíván. Jelesül az alábbi három kérdést kell tisztáznunk:

- (1) Mely ontológiai entitás rendelkezik *propensity*-vel?
- (2) Mit tekintünk a *propensity* manifesztációjának?
- (3) Milyen értelemben magyarázza manifesztációit a *propensity*?

Mint azt az alábbiakban látni fogjuk, e három kérdés igencsak megosztotta a *propensity*-tábort, és a kérdésekre adott válaszok nyomán az elképzelések tarka serege jött létre. A következő fejezetben a fenti kérdések mentén haladva áttekintjük a *propensity*-interpretációk különféle változatait, majd a rákövetkező fejezetben szisztematikusan megvizsgáljuk, hogy tartható-e vajon a valószínűség *propensity*-értelmezése.

II. A PROPENSITY HORDOZÓJA, MANIFESZTÁCIÓJA ÉS SZEREPE

Kezdjük az első kérdésre adott válaszok áttekintésével: Mely ontológiai entitás rendelkezik *propensity*-vel? Popper szerint a *propensity* hordozója a teljes fizikai szituáció:

Az $1/4$ *propensity* nem a cinkelt kocka tulajdonsága. Ezt rögtön látjuk, ha belegondolunk abba, hogy egy nagyon gyenge gravitációs térben a cinkelésnek milyen kicsi hatása lesz – annak valószínűsége, hogy hatost dobjunk, $1/4$ -ről $1/6$ -ra fog csökkenni [...] A tendencia vagy diszpozíció vagy *propensity* ezért magának a kísérleti szituációnak relációs tulajdonsága (Popper 1957. 68).

De mi is jellemez egy kísérleti szituációt? A kockát eldobhatjuk jobb kézzel vagy bal kézzel, laposan vagy pörgetve, tegnap, ma és holnap. Vajon itt ugyanarról a kísérleti szituációról van szó? Popper szerint a *propensity* „a kísérleti elrendezés azon feltételeinek tulajdonsága, amelyeket állandónak szándékozunk tartani” (Popper 1959. 37). De melyek is ezek? Az asztal, a kocka és a közvetlen környezet, a dobás hozzátétőleges sebessége és magassága? Mely feltételeket kell rögzíteni, és melyek változhatnak dobásról dobásra? Végezhetem-e például a dobást egy precízen hangolt hajítógéppel? A kérdéseket nem válaszolja meg Hacking megoldása sem, aki a *propensity*-t egy véletlengenerátor (*chance-setup*) tulajdonságának tekinti, ahol is

a véletlengenerátor egy berendezés, vagy a világ egy része, amelyen egy vagy több kísérletet vagy megfigyelést végezhetünk, amely kísérletek mindegyike egyértelműen rendelkezik valamilyen kimenettel a lehetséges kimenetek egy családjából (Hacking 1965. 13).

Így a kockával való dobások sorozata más-más véletlengenerátort határoz meg attól függően, hogy a hatos dobások, vagy mondjuk az egymást követő azonos paritású dobások *propensity*-jére vagyunk kíváncsiak, mivel a két esetben más lesz a lehetséges kimenetek családja. De a *propensity*-nek a véletlengenerátorokhoz rendelése még nem válaszolja meg az eredeti kérdést, hogy tudniillik *mi számít a hatos dobás véletlengenerátorának?*

A kérdésre adott radikális válasz Melloré, aki Popperrel ellentétben vitatja, hogy a *propensity* a teljes kísérleti szituáció sajátossága volna. Szerinte „a *propensity*-t nem szabad az érme, a hajító berendezés és a környezet teljes együttesének tulajdonítani” (Mellor 1971. 75). Ez olyasmit jelentene, mint „azt mondani, hogy egy vékony üveg törékeny csak egy kemény padlóval együtt lehet, egy csipet só pedig csak egy vödör vízzel együtt lehet oldható”. Más szóval egy diszpozíció akkor is megillet egy entitást, ha a manifesztációjához szükséges környezet nincs jelen. Mellor szerint tehát a *propensity* nem a kísérleti szituáció, hanem a kísérleti szituáció valamely permanens létezőjének a tulajdonsága.

A *propensity*-t a kockának vagy az érmének tulajdonítjuk, és nem a teljes berendezésnek [*setup*], amely csak a manifesztálódás során van jelen, mivel a konvenció ezt a permanensebb létezőt választja ki a kísérletben jelen lévő többi elem közül (Mellor 1971. 75).

A *propensity* tehát a kockának mint a kísérleti szituáció permanens létezőjének tulajdonsága. A permanens elem kiválasztása persze egy pontig konvencionális, ahogyan az oldékonyságot is tulajdoníthatjuk hol a szilárd anyagnak, hol az oldószernek attól függően, hogy a szituációban háttérként melyik van rögzítve: „a só oldható (vízben)”, ugyanakkor „a királyvíz oldja az aranyat”.

Végül hadd említsünk meg egy további választ, Fetzerét (1971) és Giere-ét (1976b), amely szerint a *propensity* sem nem az állandónak tartott kísérleti fel-

tételek, sem nem valamely, az egyedi eseményeken átívelő permanens entitás tulajdonsága, hanem a szinguláris kísérleti eseményé, azaz a kocka egyszeri eldobásáé. Giere így ír erről:

Amikor valószínűségi értéket tulajdonítunk egy kimenetnek, akkor az közvetlenül az egyedi kísérlethez [*trial*] tartozik – és nem szükséges egyedi kísérletek halmazára hivatkoznunk (Giere 1976b. 71).

Most térjünk át a második kérdésre: Mi a kapcsolata a kockával való hatos dobás diszpozíciójának az aktuális dobások kimenetéhez? A diszpozíció-realista egyfelől megkülönbözteti a kocka (vagy a generáló feltételek) *propensity*-jét mint reális tulajdonságot a megvalósult kimenetektől, akárcsak a törékenység diszpozícióját a konkrét leesésektől és törésektől. A *propensity* két módon kapcsolódhat a realizált kimenetekhez: vagy az egyedi kimenetekhez kapcsolódik, vagy kimenetek egy hosszú vagy végtelen sorozatához. Ez különbözteti meg a *propensity*-interpretációk két fajtáját: a *hosszú távú* és a *szinguláris propensity*-interpretációt. Gillies így írja le a különbséget:

A hosszútávú *propensity*-elmélet a *propensity*-t ismételhető feltételekhez köti, és arra való hajlamnak tekinti, hogy a feltételek hosszú távú ismétlésével a valószínűséghez közeli frekvenciák adódjanak. A szinguláris *propensity*-elméletben viszont a *propensity* egy olyan hajlam, amely egy adott egyedi esetben produkál egy bizonyos eredményt (Gillies 2000a. 126).

A kocka (vagy a teljes kísérleti szituáció) *propensity*-je tehát vagy egy adott dobás során egy bizonyos kimenet, vagy pedig dobások megfelelően hosszú sorozatában egy bizonyos frekvenciamintázat produkálására való hajlam. Elvben mindkét értelemben vett *propensity* a kocka egyéb fizikai tulajdonságaihoz hasonlóan időben változhat. Ha a kocka a dobálások során kopni kezd, akkor tömegéhez hasonlóan a hatos dobás *propensity*-je is változhat, akár a hosszú távú, akár a szinguláris értelemben.

Popper megítélése a kétfajta *propensity*-interpretáció tekintetben nagyon nehéz, mivel egyazon cikkében mindkét értelmezésre utaló kijelentések előfordulnak: „a *propensity* szinguláris események realizálására való hajlam” (Popper 1959. 28), és a „*propensity*, hogy olyan sorozatokat hozzon létre, amelynek frekvenciája megegyezik a valószínűséggel [...]” (Popper 1959. 35). Gillies (2000a) a korai Poppert (1957) mégis inkább a hosszú távú, míg a későbbi Poppert (1990) a szinguláris *propensity*-interpretáció képviselői közé sorolja, mivel az előbbinél inkább az ismételhető feltételekre, az utóbbinál pedig az egyedi esetekre való alkalmazhatóságra kerül a hangsúly. A kései Popper szingularista értelmezését vitte tovább Fetzer (1981) és Miller. Utóbbi így fogalmaz:

A *propensity*-interpretációban a kimenet valószínűsége nem valamilyen relatív gyakoriságnak a mértéke, hanem a dolgok jelenlegi állása hajlamának mértéke arra, hogy a szóban forgó kimenetet realizálják (Miller 1994. 182).

Fetzer és Miller álláspontja lényegében abban különbözik, hogy milyen szélesek legyenek azok a feltételek, amelyek „a dolgok jelenlegi állását” jellemzik.

A szingularisták további képviselője Mellor, akinek a szingularista elképzelés melletti döntését a diszpozíciókkal szemben kialakított általános álláspontja motiválja. A diszpozíciókat az irodalomban két csoportra szokás osztani. Determinisztikus (*sure-fire*) diszpozícióknak nevezik azokat a diszpozíciókat, amelyek mindig manifesztálódnak, amennyiben a manifesztációhoz szükséges körülmények fennállnak; valószínűségi diszpozícióknak pedig azokat, amelyek még ebben az esetben sem feltétlenül manifesztálódnak. Amíg a tömeg determinisztikus diszpozíció, mivel adott tömegű test, ha adott erővel gyorsítanám, mindig adott módon gyorsulna, addig a hatos dobás *propensity*-je valószínűségi diszpozíció, mivel a dobás eredménye hol hatos lesz, hol nem.

A determinisztikus–valószínűségi megkülönböztetés természetesen nem jelenhet meg olyan gondolatmenetben, amely a *propensity* fogalmával éppen a valószínűséget igyekszik értelmezni. Mellor álláspontja azonban ennél radikálisabb. Szerinte valószínűségi diszpozíciók egyáltalán nem léteznek. Egy diszpozíciónak, ha az valóban számot tart nevére, minden egyes szinguláris esetben manifesztálnia kell, amennyiben a manifesztáció feltételei adottak.

Ez az elképzelés azonban érdekes eredményre vezet a *propensity*-t illetően. Ha ugyanis a hatos dobás *propensity*-je diszpozíció, a fenti terminológiában determinisztikus diszpozíció, és a manifesztáció szinguláris, azaz az egyedi dobások során történik, akkor kérdés, hogy *hol* is képes manifesztálni a hatos dobás diszpozíciója ezekben az egyedi dobásokban? Nyilvánvalóan nem a pusztán kimeneten, hiszen az hatféle lehet. A pusztán kimenetek még csak egy „tendenciát” mutatnak, és nem a diszpozíciót manifesztálják. Mellor válasza különös: „a *propensity* manifesztációja [display] a lehetséges kimenetek eloszlása az adott kísérleti futamban” (Mellor 1971. 70).⁴

A *propensity* tehát minden egyes dobás során teljes mértékben manifesztálódik, mégpedig a kimenetek eloszlásfüggvényén. Az eloszlásfüggvényt természetesen nem lehet leolvasni egyetlen kimenetről – ismeri el készséggel Mellor –, ehhez nagyszámú egyedi kísérlet, valamint különféle statisztikus tesztek

⁴ Az elképzelés mögött ismét kvantumelméleti megfontolások állnak. A *propensity*-nek a mérendő tárgyhöz és nem a mérési szituációhoz való rendelése Mellor szerint párhuzamos azzal a kvantumelméleti lépéssel, hogy a hullámfüggvényt nem a teljes kísérleti szituációhoz, hanem magához a részecskéhez rendeljük. A mérési szituációt operátorokkal jellemezzük, a mérési kimenetek valószínűségét pedig ezekből az operátorokból és a részecske hullámfüggvényéből számoljuk. Így tekintve *propensity*-je tehát a *részecskének* van, hogy a különböző kísérleti szituációkban különböző súlyal különböző kimeneteket produkáljon.

szükségesek. Azonban „fontos hangsúlyozni, hogy a manifesztáció fogalma nem jelent közvetlen megfigyelhetőséget” (Mellor 1971. 81). Az eloszláshoz való speciális episztemikus hozzáférésünk még nem ok arra, hogy ne azt tekintsük a *propensity* manifesztációjának.

Hogy mégis milyen értelemben manifesztálódik a *propensity* az egyedi dobásokon, arra Mellor kerülő úton, saját szubjektivista elméletén keresztül válaszol.

A *propensity* és a perszonalista [szubjektivista] elmélet közötti viszony ez: Az utóbbi szerint egy valószínűségi kijelentés a beszélő „parciális hitét” fejezi ki abban, aminek valószínűséget tulajdonít, mondjuk, hogy egy *a* érme fejre esik, ha feldobjuk. Az érme *propensity*-jének ismerete a jelenlegi elmélet alapján az, ami megfelelő körülmények között ésszerűvé teszi a dobás eredményében való parciális hitet. Az érme objektív valószínűsége [*chance*], hogy fejre essen, így az ésszerű racionális hit mértéke (Mellor 1971. 2).

Az egyedi eseményekhez tehát egy elmélet rendel eloszlásfüggvényt, az az elmélet, amely leginkább igazolni képes racionális hiteinket, azaz a szubjektív valószínűséget. Egy ilyen elméletet a vizsgált rendszer által produkált relatív gyakoriságok és a rendszer egyéb fizikai tulajdonságai (szimmetriái) együttesen határoznak meg.⁵ A *propensity*-k ennek az elméletnek a posztulátumai; az elmélet közvetítésével ezek igazolják szubjektív valószínűségeinket.

A szingularista táborhoz tartozik végül Giere is, aki arra a kérdésre, hogy metafizikailag tekintve, mik is a propensity-k, így válaszol:

Súlyok stochasztikus kísérletek fizikailag lehetséges állapotain – súlyok, amelyek valószínűségi eloszlást generálnak az állapotok halmazain (Giere 1976a. 332).

Vagyis a *propensity*-kijelentések igazságfeltételei a lehetséges világok fölötti súlyokkal adhatók meg. Ezek után annak a valószínűségi kijelentésnek, hogy „ $p(E) = r$ ” a helyes interpretációja így hangzik: „A véletlengenerátor [*chance-setup*] azon *propensity*-jének az ereje *r*, hogy az *E* kimenetet hozza létre” (Giere 1973. 471). Giere szerint tehát a *propensity* tendencia, kauzális erő, frekvenciákra nem redukálható reális diszpozíció.

A hosszú távú *propensity*-interpretációt Popper után leginkább Hacking és Gillies képviselte. Hacking szerint a *propensity* „az érme diszpozíciós tulajdonsága, hogy mi vagy mi lenne a hosszú távú frekvencia” (Hacking 1965. 10); Gillies szerint pedig

⁵ A meghatározás mikéntjéhez Mellor sok mindent felhasznál, többek között Lewis *legjobb rendszer analízisét*, valamint *Principal Principle*-jét, valamint saját konnektivitási elvét. Ezek a részletek azonban itt nem játszanak szerepet.

$P(A|S) = p$ azt jelenti, hogy létezik egy p *propensity* arra, hogy S -et [az ismételtető feltételeket] sokszor ismételve az A esemény p -hez közeli relatív frekvenciával forduljon elő (Gillies 2000b. 828).

Vagyis a hosszú távú *propensity*-értelmezések szerint a kocka vagy a kísérleti együttes *propensity*-jének nem az egyes kimenetek produkálására van hajlama, hanem hosszú távú frekvenciák létrehozására. Ezek a frekvenciák vagy meg-egyeznek a *propensity* értékével, vagy csak egy kicsit térnek el tőle, interpretációtól függően; de, még ha megegyeznek is vele, a frekvencia nem maga a *propensity*, csupán annak manifesztációja, amely megfelelő statisztikus tesztek segítségével konfirmálja a *propensity*-hipotézist. A *propensity* itt is, mint fentebb, determinisztikus diszpozíció: a manifesztáció feltételei mellett a diszpozíció „mindig” tüzel, azaz létrehozza a megfelelő frekvenciamintázatot.

Végül térjünk át a harmadik kérdésre: Milyen értelemben magyarázza manifesztációit a *propensity*? A kérdésre ilyen válaszokat kapunk:

Popper: „A *propensity*-ket azért vezetjük be, hogy segítsenek megmagyarázni és megjósolni bizonyos sorozatok statisztikus tulajdonságait; és ez minden *funkciónak*” (Popper 1959. 30).

Fetzer: „a *propensity*-interpretáció elméleti alapot nyújt ahhoz, hogy ezekről a mintázatokról a rendszer kezdőfeltételei révén adjunk számot, mivel a bekövetkezések aktuális frekvenciáit az őket generáló diszpozicionális tendenciák segítségével magyarázhatjuk” (Fetzer 1973. 10, idézi Kyberg 364).

Giere: „a *propensity*-interpretáció mögötti intuitív ötlet az, hogy a stochasztikus rendszerhez társított valószínűségi eloszlás olyan kauzális tendenciák eloszlása, amely nem redukálható relatív frekvenciákra, legyenek azok aktuálisak vagy lehetségesek” (Giere 1973. 327).

Mint az idézetekből látható, a *propensity* bevezetésének közös indítéka a statisztikus regularitások magyarázatának vágya – vagyis az a remény, hogy a *propensity* diszpozicionális tulajdonságának posztulálásával magyarázhatóvá válnak az észlelt statisztikus tulajdonságok.⁶

Miben áll egy ilyen magyarázat? A hosszú távú *propensity*-értelmezés hívének itt könnyebb a dolga, mivel a *propensity* közvetlenül a frekvenciákkal áll kapcsolatban. A magyarázat valójában a *propensity* és a megfelelő frekvenciaminta közötti oksági viszonyra hivatkozik. A kocka vagy a teljes kísérleti berendezés a dobálások során azért produkálja a megfelelő frekvenciát, mert rendelkezik azzal a kauzális erővel, hogy ilyen frekvenciákat hozzon létre. A magyarázat szándé-

⁶ Giere – Popperhez hasonlóan – a *propensity* fogalmának további hasznát abban látja, hogy segítségével lehetőség nyílik a kvantummechanikai valószínűségfogalom magyarázatára. Mint írja: „a *propensity* paradigmatis példái a kvantumjelenségek”. Giere a kvantumelmélet koppenhágai és Ballentine-féle statisztikus értelmezése mellett ajánlja a maga *propensity*-értelmezését, amely nézete szerint a kvantumelmélet egyetlen olyan interpretációja, amely komolyan veszi a rejtett paraméterek nem létezését.

koltan hasonló ahhoz, ahogy az egyéb diszpozíciók kauzális hatását használjuk arra, hogy velük egy regularitást megmagyarázzunk: az üveg azért törik el, ha ledobom, mert törékeny; a test azért gyorsul adott erőhatásra adott mértékben, mert adott tömeggel, „gyorsítható képességgel” rendelkezik. A magyarázat szerkezete tehát egyszerű: a *propensity*-nek kauzális hatást tulajdonítunk frekvenciák produkálására, amely aztán a *propensity* jelenléte mellett magyarázza a frekvenciákat.

A szingularista *propensity*-értelmezés hívének mindezekhez még egy plusz lépést is meg kell tennie: összekapcsolnia a szinguláris *propensity*-t a hosszútávú *propensity*-vel. Ez legtöbbször a nagy számok valamelyik törvényére hivatkozva történik. Tekintsük a pénzfeldobás esetét. Legyen p az érme vagy a teljes berendezés azon szinguláris *propensity*-jének értéke, hogy az érme eldobására fejeket kapunk. Mivel a *propensity* az érmétől vagy a teljes elrendezés állandónak tartott tulajdonságaitól függ, ezért *feltehető*, hogy értéke minden individuális dobás során független és azonos. A *propensity*-k függetlenségének hipotézise az erők szuperpozíciójának hipotéziséhez hasonlít a mechanikában. Ezen empirikus feltevések után modellezzük az egyedi dobásokat a $P(\{0,1\})$ halmazalgebrával, az érme *propensity*-jét pedig az algebrán értelmezett p valószínűségi mértékkel. A függetlenség miatt az n dobás *propensity*-je, hogy csupa különböző számú fejeket és írásokat kapjunk, a $P(\{0,1\}^n)$ eseménytéren értelmezett szorzatmértékből számolható.

A szingularista ezen a ponton hívja segítségül a nagy számok valamelyik törvényét. A gyenge törvény „*propensity*-interpretációja” szerint az n dobásból álló sorozat azon *propensity*-je, hogy a sorozatban a fejek relatív gyakorisága megegyezzen p -vel, az $n \rightarrow \infty$ határértékben 1-hez tart. Az erős törvény szerint annak *propensity*-je 1, hogy az $n \rightarrow \infty$ határértékben az n dobásból álló sorozatban a fejek relatív gyakorisága megegyezzen p -vel. Az első esetben tehát egy 1 értékű, a második esetben pedig egy 1-hez tartó *propensity*-t kapunk. De honnan tudjuk, hogy aminek a *propensity*-je 1 vagy határértékben 1-hez tart, az bekövetkezik? Az előbbi esetben nem tudhatjuk, de az utóbbiban igen – állítja Popper, aki, miután leszámol a nagy számok gyenge törvényének használhatóságával, az erős törvényre vonatkozóan így érvel:

Más a helyzet, ha a valószínűség *pontosan* megegyezik 1-gyel (vagy 0-val a nullmértékű esetben). Kétségtől, a „valószínűség”-nek ebben az esetben is valami olyat kell jelentenie, ami kapcsolatban áll a relatív gyakorisággal. De a kapcsolatnak nem kell pontosnak lennie – nincs határérték axióma és nincs véletlenségi axióma [von Mises értelmében], mivel ezeknek amúgy is csak a nulla valószínűségű (mértékű) eseteket leszámítva kell érvényesnek lennie, így elhagyhatók. Így pusztán annyit kell feltételeznünk, hogy a nulla valószínűség (vagy nulla mérték) a véletlen eseményeknél *olyan valószínűséget jelent, amely elhanyagolható, mintha lehetetlen volna* (Popper 1983. 380).

Vagyis Popper szerint a *propensity* és a relatív gyakoriság közötti hidat az a feltevés alapozza meg, hogy aminek a *propensity*-je 1, az biztosan bekövetkezik. Ez az elv nem más, mint a Cournot-szabály, amelyre már Kolmogorov is hivatkozott, amikor elméletének tapasztalati alapjait vizsgálta. A szabály szerint, ha egy esemény valószínűsége nulla vagy közel van nullához, akkor az esemény *gyakorlati szempontból* biztosan nem következik be.⁷

Röviden tehát a szingularista *propensity*-értelmezés a *propensity*-k létének és függetlenségének empirikus hipotézise után a nagy számok erős törvényére hivatkozva magyarázza meg, hogy a szinguláris *propensity* hosszú távon miért egyezik meg a frekvenciával.⁸

Mielőtt alaposabban megvizsgáljuk a fenti három kérdésre együtt és külön-külön adott válaszok konzisztenciáját, összefoglalásképpen soroljuk fel a kérdésekre adható lehetséges válaszokat és ezek összefüggéseit. Arra kérdésre, hogy mi a hatos dobás *propensity*-jének a hordozója, lényegében három lehetséges válasz van: (1) az ismételhető kísérleti elrendezés, (2) az egyedi dobások, (3) a kocka. Ontológiailag ez három kategóriának felel meg: (1) egy eseménytípusnak, (2) egy szinguláris eseménynek, (3) egy fizikai tárgynak. A második kérdésre, hogy tudniillik mit tekintünk a *propensity* manifesztációjának, két válasz lehetséges: (A) az egyedi kimeneteket, (B) egy frekvenciamintázatot. A harmadik kérdésben a magyarázatok vagy (A) egy lépésben összekapcsolják a *propensity*-t és a frekvenciákat, a *propensity*-nek kauzális hatákonyságot tulajdonítva, vagy (B) a frekvenciákat a szinguláris *propensity*-kből vezetik le valamilyen módon, például a nagy számok valamelyik törvényére hivatkozva.

A kérdésre adott válaszok nem függetlenek egymástól. Aki a *propensity* manifesztációját a frekvenciákban keresi, az a *propensity*-t vagy az ismételhető kísérleti elrendezés tulajdonságának tekinti, vagy magának a kocka tulajdonságának. Ami a magyarázatot illeti, a *propensity* kauzális hajlama ebben az esetben korlátozódhat az egyedi kimenetekre, vagy kiterjedhet a teljes frekvenciamintázatra. Aki szerint ellenben a *propensity* az egyedi kimenetekben manifesztálódik, az a *propensity*-t az egyedi dobások diszpozíciójának tartja, és a frekvenciák magyarázatánál szükségképpen használja a nagy számok törvényét, vagy valami ha-

⁷ Poppernek erre a feltevésére von Mises reakciója a következő volt: ha két speciális értékre, tudniillik a 0-ra és az 1-re feltesszük, hogy ott a *propensity* megegyezik a relatív frekvenciával, akkor miért nem azonosítjuk a *propensity*-t a többi értékre is a relatív gyakorisággal, vagyis miért nem képviseljük kezdetből fogva a frekvencia-interpretációt?

⁸ Giere (1973) egyenesen arra vállalkozik, hogy a nagy számok törvényére hivatkozva kimutassa, a valószínűség mint *propensity* miért szükségképpen diszpozíció, vagyis miért nem helyezhető el egy hume-i világban. Egy hume-i világban ugyanis mind a determinisztikus, mind a valószínűségi természettörvények az aktuális világ partikuláris eseményeire épülnek, ez utóbbiak a frekvenciákra. Mivel azonban a nagy számok törvényei szerint a valószínűségek csak (a szorlatmértékben vett) valószínűség erejéig azonosíthatók a frekvenciákkal, vagyis *de facto* nem azonosíthatók velük, így – érvel Giere – a valószínűségnek szükségképpen valami többnek kell lennie, mint amennyi a világ hume-i mintázatából kiderül – azaz, valami sajátosan modálisnak.

sonlót. Az egyetlen keresztpárosítás Melloré, aki szerint a *propensity* hordozója a kocka, a manifesztációra mégis az egyedi kimenetek eloszlásában kerül sor. Nála, mint láttuk, a magyarázat is komplex: a *propensity* egy az ésszerű parciális hitet igazoló diszpozíció.

Ezen történeti összefoglaló után az alábbiakban szisztematikusan megvizsgáljuk, hogy vajon összességében tartható-e a valószínűség *propensity*-interpretációja.

III. MIT OLD MEG A PROPENSITY BEVEZETÉSE?

Térjünk tehát át annak a kérdésnek a vizsgálatára, hogy a *propensity* fogalmának bevezetése valóban olyan eszközt ad-e a kezünkbe, amelynek segítségével a valószínűség természetét értelmezni tudjuk. Kezdjük ismét az első kérdésre, a *propensity* hordozójának kérdésére adott válaszok elemzésével.

Ha a *propensity*-t egy ismételhető kísérleti elrendezéshez rendeljük, akkor meg kell mondanunk, hogy mit is értünk egy ilyen kísérleti elrendezés alatt. A kísérleti szituációt ebben az esetben nem jellemezhetjük az összes létező tulajdonsága révén, beleértve téridőbeli koordinátáit is, mivel egy ilyen leírásnak megfelelő esemény szinguláris lesz, csak egyszer fog megtörténni. A tulajdonságok között tehát válogatnunk kell. Popper elképzelése, mint láttuk, az volt, hogy csak az állandónak tekintett tulajdonságokat vegyük bele a kísérleti szituáció karakterizációjába. Ez a gondolat húzódik meg részben azon elképzelés mögött is, hogy a *propensity*-t a szituáció permanens elemének, azaz a kocka tulajdonságának tekintjük. Ezzel az elképzeléssel szemben azonban rögtön felmerül a kérdés, hogy vajon időben változó kísérleti körülmények miért ne karakterizálhatnának egy kísérleti elrendezést. Ha a kockát dobásonként egy arasszal magasabbról hajtom el: ez az elrendezés vajon nem rendelkezik *propensity*-vel? Miért nem változhatnak a kísérleti berendezés sajátosságai időben, ha egyszer változhatnak térben? Az a tulajdonság, hogy a dobások magassága arasonként nő, ugyanúgy jellemezheti a kísérletet, mint az, hogy az asztal balra lejt. Így állandóság helyett talán helyesebb volna szabályozottságot mondani. Ha azonban az állandóságról átkerül a hangsúly a szabályozottságra, akkor nincs megállás: bármely szabállyal leírható dobássorozat kísérleti szituációnak fog számítani; jelesül azok az „inhomogén” dobássorozatok is, amelyek miatt Popper a *propensity* fogalmát nélkülözhetetlennek tartotta. Egy ilyen cinkelt és szabályos kockából összevegyített dobássorozat – a homogén dobássorozatokhoz hasonlóan – éppúgy rendelkezhet hajlammal bizonyos frekvenciamintázatok realizációjára. Az állandóságot Popper és követői csak azért tekinthették a karakterizáció szükséges elemének, mert a *propensity*-re szinguláris értelemben tekintettek, vagyis olyan hajlamként, amely futamonként jellemzi a kísérletet. Ha a kísérleti elrendezés tulajdonságai változnak, akkor nyilván nincs okunk azt gondolni, hogy

az egymást követő kísérleti futamokban a *propensity* értéke ugyanaz marad. Mint azonban alább megmutatjuk, ezt feltenni akkor sem lesz több okunk, ha a kísérleti elrendezés fizikai tulajdonságai állandóak.

Az állandóság tehát nem szükséges elem. A *propensity*-t hordozó kísérleti elrendezés jellemzéséhez elegendő valamilyen fizikai leírás. Mindazonáltal egy ilyen fizikai leírás léte még nem elegendő ahhoz, hogy a leírás egy *chance-setup*ot határozzon meg. Ha a kockát minden alkalommal a hatossal felfelé egyszerűen leteszem az asztalra, akkor ez a kísérleti elrendezés csak triviális értelemben rendelkezik azzal a hajlammal, hogy kimenetként hatost adjon. Hasonlóan nem számítana házárdjátéknak a kockázás akkor sem, ha a kockadobás kimenetei nem függenének ilyen érzékenyen a kezdeti kísérleti feltételektől, vagyis ha egy átlagos képességű kockajátékosnak nem jelentene nagyobb nehézséget hatost dobni, mint, mondjuk, a szemetet a szemétkosárba hajítani. Vagyis ahhoz, hogy valami *chance-setup*nak minősüljön, a kísérleti elrendezés specifikációján túl még az is kell, hogy a *nem* specifikált fizikai jellemzők *egyenletes eloszlást* mutassanak. A túl alacsonyról eldobott kockadobásokat éppen ilyen megfontolásból nem tekintjük „jó” kockadobásnak. Hogy egy adott kísérleti situációban ezeknek a „rejtett paramétereknek” az eloszlása egyenletes-e, természetesen empirikus kérdés.

Végül megjegyezzük, hogy ha a *propensity*-t nem az ismételhető, hanem az egyszeri kísérleti elrendezés hajlamának tartjuk, hogy egy bizonyos kimenetet realizáljon, akkor a kísérleti elrendezés karakterizációja nem jelent problémát: egy szinguláris kísérleti elrendezést összes tulajdonságának adott időbeli értéke jellemez, legyenek ezek a tulajdonságok állandók vagy változók. Ez azonban – mint azt rövidesen látjuk – nem jelenti azt, hogy a *propensity*-nek az egyedi kísérleti elrendezéshez rendelése jó döntésnek számítana.

Most térjünk át a második kérdésre adott válaszok értékelésére: mit tekintünk a *propensity* manifesztációjának? Kezdjük a hosszú távú *propensity*-értelmezéssel.

A hosszú távú *propensity*-értelmezés szerint a *propensity* diszpozíciós tulajdonság, amely adott frekvenciamintázatban manifesztálódik. A szabályos kockával való dobálás hosszú távon egy hatod arányban hatost ad. Először is fontos tisztán látnunk, hogy a *propensity* diszpozíciós karakterének hangsúlyozása nem emeli őt ki a többi fizikai mennyiség közül. Ha akarjuk, éppenséggel fogalmazhatunk úgy, hogy egy test tömege az a diszpozíciós tulajdonsága, hogy ha adott erővel hatunk rá, akkor adott módon gyorsul. A testnek ezt a diszpozícióját ezek után rendelhetjük magához a testhez, vagy a testhez és a mérőberendezéshez együttesen. Ez természetesen megfelel a *propensity*-interpretáció eredeti intenciójának, amely szerint a *propensity* éppen olyan „rendes” fizikai mennyiség, mint a tömeg vagy az erő. A fizikai tulajdonságokat tehát elemezhetjük szemantikailag tetszés szerint akár kategorikus, akár diszpozicionális predikátumokkal, azaz mondjuk kontrafaktuálisan elemezhető predikátumokkal. Vagy tovább mehe-

tünk, és ontológiai különbséget is tehetünk a kategorikus és diszpozicionális tulajdonságok között: a lényeg, hogy a *propensity* és a tömeg minden esetben ugyanarra az oldalra fog esni.

Ekkor azonban feleslegessé válik annak a szempontnak a hangsúlyozása, ami a *propensity*-interpretációt elválasztja a frekvencia-interpretációtól: az tudniillik, hogy a valószínűség nem maga a relatív frekvencia, hanem a frekvenciákat létrehozó kísérleti elrendezés diszpozíciója. Ez annak felel meg, mintha azt állítanánk, hogy a csésze tömege nem a 20 dkg maga, hanem a csésze vagy a csésze és a mérleg együttes diszpozíciója arra, hogy ha a csészét megmértem, akkor mérési eredményül 20 dkg-ot kapok. Mi a különbség a két állítás között? Mi mást értenénk azon, hogy egy csésze 20 dkg, mint azt, hogy a mérlegre téve ennyit mutat? Mennyivel állítunk többet a diszpozíciós leírással annál, mint ami a szokásos kifejezésben is benne foglaltatik? Hasonlóképpen, ha azt mondjuk, hogy a valószínűség a kísérleti elrendezés hajlama arra, hogy egy bizonyos frekvenciát hozzon létre, akkor semmivel sem mondunk többet annál, mint amikor magát a frekvenciát közöljük. Hiszen honnan is tudnánk, hogy a frekvencia minek is a frekvenciája, ha nem határoztuk meg előre azokat a kísérleti feltételeket, amelyek az adott frekvenciát elválasztják az azonos számértékeket viselő egyéb frekvenciáktól? Amint ugyanis nagy különbség azt mondani, hogy egy *valamilyen* mérés eredménye 20, és azt mondani, hogy egy *tömegmérés* eredménye 20 dkg, úgy nagy különbség azt mondani, hogy egy eseménysorozatban kiválogatott események relatív frekvenciája egyhatod, és azt mondani, hogy a kockadobások esetében a hatos dobások frekvenciája egyhatod. Frekvencia-interpretációnak nyilvánvalóan csak az utóbbi minősül, az előbbi pusztán egy aritmetikai közlés.

Poppert nyilván az zavarhatta a frekvenciainterpretációban, hogy az mindenféle *ad hoc* eseményekből képzett kompendiumoknak valószínűséget kénytelen tulajdonítani, ugyanakkor úgy vélte, hogy a *propensity*-értelmezés képes a valószínűségeket szabályozottan egy *chance-setup* által generált homogén eseménytípusra, pontosabban magára a *chance-setupra* vonatkoztatni. Ha ugyanis összevegyíték mindenféle szedett-vedett fizikai eseményt – érvelhet a *propensity*-hívó –, egy hatos dobást kockával, egy puskalövést agyaggalambra, egy lottóötöst stb., és az eseményeket csak a „talált – nem talált” szempontjából jellemzem, akkor frekventistaként kénytelen leszek a sorozatban a találatokból számolt relatív gyakoriságokat valószínűségeknek interpretálni; holott világos, hogy az előző felsorolás mögött nem adható meg egy olyan *chance-setup*, amely a talált – nem talált szóban forgó frekvenciáját hajlamosítaná. Ez pedig arra mutat rá, hogy a fenti frekvenciák nem is *igazi* valószínűségek.

Ez azonban tévedés. A fenti felsorolás, a hatos dobás, a puskalövés stb. ugyanolyan kísérleti elrendezést karakterizál, mint egy ismétlődő kockadobás; és ha tetszik, ennek a kísérleti elrendezésnek is tulajdoníthatok valamilyen találati frekvenciát realizáló hajlamot. Ez a kísérleti elrendezés természetesen összetettebb és ennél fogva szokatlanabb, mint a szokásos véletlengenerátorok. De ez

még nem jelenti azt, hogy az általa létrehozott események frekvenciája kevésbé kötődne a kísérleti elrendezéshez, mint egy „homogén” kísérleti elrendezésben. Az pedig, hogy a különböző fajtájú események között a „talált – nem talált” szempontjából ekvivalencia-osztályokat hozok létre, semmiben sem különbözik attól, ahogy a kockadobásokat osztályozhatom a „páros-páratlan” szempontjából. Amint ez az eset is mutatja, a frekvenciák megadása tehát nem lehetséges a fizikai szituáció pontos körvonalazása nélkül. De ha a frekvenciák megadása egyúttal a fizikai szituáció megadását is magában foglalja, akkor mi újat is nyújt a *propensity*-interpretáció a frekvencia-interpretációhoz képest? A tulajdonságok diszpozicionális karakterének hangsúlyozása legfeljebb a frekvencia-interpretáció bennfoglalt feltételeinek kiemelését jelentheti.

Most azonban térjünk át a szinguláris értelmezésre. A szinguláris interpretációt a következő kérdés motiválja: Mit jelent a hosszú távú *propensity*? Hogyan lehetséges – akárcsak metafizikailag is –, hogy egy diszpozíció aktív legyen hosszú távon, anélkül, hogy az egyedi esetekben aktív volna? Hogyan képes hosszú távú stabil frekvenciákat létrehozni, ha nem az egyedi esetek „kényszerítése” révén? Vagyis hogyan lehetséges hosszú távú *propensity*, hogy az egyben ne volna szinguláris is?

A szingularista elképzelés szerint tehát a frekvenciamintázat nem egy hosszú távú hajlam manifesztációja, hanem szinguláris *propensity*-k valamilyen iterációjának eredménye. A szinguláris *propensity* az általános vagy egyedi kísérleti elrendezés azon hajlama, hogy egy individuális kísérleti futásban egy adott kimenet realizálódjon. A hatos dobás *propensity*-ja a kocka azon hajlama, hogy *most* hatost dobjak. De mit is jelent ez azon túl, hogy ebben a kísérletben az adott kimeneti esemény néha bekövetkezik, néha nem? Vagy blikkfangosabban: a kísérleti elrendezésnek hajlama van arra, hogy néha realizáljon egy kimenetet, néha pedig ne. A *propensity*-elmélet híve azonban ennél többet akar mondani. Azt, hogy ezeknek a lehetséges eseteknek mértéke, súlya van, amelyek ráadásul additívek is. De vajon mi garantálja ezt? Miért is kellene a *propensity*-knek ki-elégíteni a kolmogorovi axiómákat?

Vessünk egy pillantást a többi interpretációra. Köztudomású, hogy mind a szubjektív, mind a frekvencia-interpretáció esetében baj van az interpretációk úgynevezett megengedhetőségével: egyik interpretáció valószínűségfogalma sem σ -additív (Salmon 1966). A *propensity*-interpretáció esetében azonban ennél sokkal rosszabb a helyzet: egyáltalán nincs kritériumunk annak eldöntésére, hogy a *propensity*-k matematikai értelemben valószínűségek-e vagy sem. Vagyis nincs másik struktúránk, mint a hitek, amelyekről a fogadások operacionalizációja után feltételezzük, vagy a frekvenciák, amelyekről belátjuk, hogy additív struktúrát mutatnak. A *propensity*-k additivitása pusztán kikötés, és ezt az a priori kikötést nehéz volna mással indokolni, mint azzal a tautológiával, hogy ahhoz, hogy a *propensity*-k a valószínűség megengedhető interpretációját nyújtsák, maguknak is valószínűségeknek kell lenniük matematikai értelemben (lásd Hitchcock 2002).

Ha már a kolmogorovitásnál tartunk, érdemes azon is eltöprengeni, hogy ha a *propensity*-értelmezés híveinek jelentős része a *propensity* bevezetését a kvantumelmélet valószínűségi értelmezésének nehézségével indokolja, és a *par excellence propensity*-knek a kvantumvalószínűségeket tekintik, akkor miért nem rögtön egy nem-additív valószínűségi mezőt vezetnek be a *propensity*-kre? Miért kellene egyáltalán a kolmogorovi axiómák?⁹

Röviden szólva, abból a tényből, hogy egy kísérleti elrendezésben egy kimenet néha létrejön, nem következik az az erős metafizikai posztulátum, hogy az elrendezésnek egy a valószínűség axiómáit kielégítő hajlama volna. De talán a posztulátumot majd a frekvenciák igazolják. Térjünk át a harmadik kérdésre: milyen értelemben magyarázza a *propensity* a manifesztálódó frekvenciákat?

Mint láttuk, a hosszú távú *propensity*-értelmezés magyarázó sémája egyszerű: a frekvencia azért jön létre, mert a kísérleti elrendezésnek van egy frekvenciát létrehozó hajlama. A szinguláris *propensity*-interpretáció egyik motivációja éppen az, hogy az efféle tautologikus magyarázatokat elkerülje. A feladata tehát a szinguláris *propensity* és a manifesztálódó frekvenciák viszonyának tisztázása. Mint fentebb láttuk, ennek egyik módja a nagy számok segítségül hívása. A gondolatmenet lépései a következők: (a) Posztulálunk egy adott kísérleti elrendezéshez tartozó szinguláris *propensity*-t. (b) Az adott kísérleti elrendezés futamait nagyon sokszor megismételjük, és feltételezzük, hogy az egymást követő *propensity*-k azonosak és függetlenek. (c) A szinguláris *propensity*-ket egy valószínűségi mértékkel, a hosszútávú *propensity*-t, a függetlenségnek megfelelően, egy szorzatmértékkel azonosítjuk. (d) A nagy számok valamelyik törvényére hivatkozva belátjuk, hogy a hosszú távú *propensity* valószínűségi értelemben tart a frekvenciákhoz. Így végül beláthatjuk, hangzik az érv, hogy a hosszú távú *propensity* posztulálása felesleges, mivel a nagy számok törvényének segítségével a szinguláris *propensity*-ből levezethető.

Ez az érvelés azonban ezer sebből vérzik. Haladjunk a fenti premisszák szerint. Első lépésben tehát posztulálunk egy szinguláris *propensity*-t, amellyel egy kísérleti elrendezés egy adott kimenet produkál. Metafizikailag ez a szinguláris hajlam Giere-nél mint elágazó lehetséges világok súlyozott halmaza jelenik meg, máshol mint tovább nem elemezhető, primitív kauzális tendencia. Mint fentebb már megvizsgáltuk, annak feltevése, hogy ezek a súlyok egy additív normál mértéket követnek, súlyos metafizikai posztulátum.

De vegyük a (b) premisszát! Mivel igazoljuk azt, hogy azonos kísérleti elrendezésben a szinguláris *propensity*-k azonosak és függetlenek? Láttuk, hogy a kísérleti elrendezés állandóságának megkövetelése mögött az az elképzelés húzódik meg, hogy így talán a *propensity*-k azonossága is biztosítható. De miért volna

⁹ Mivel a kérdéses szempontból semmivel sem jobbak, ezért itt most eltekintünk azoknak a *propensity*-elméleteknek az ismertetésétől, amelyek egy nem kolmogorovi struktúrára épülnek (lásd például Suppes 1973).

ez így? Még ha a kísérleti szituációt karakterizáló jegyek időben változatlanok is, akkor is miért kellene a szinguláris *propensity*-nek éppen ezektől az állandó tulajdonságoktól függenie, és miért nem éppen a leírásban nem specifikált változó körülményektől? Vagyis miért nem függhet a hatos dobás *propensity*-je mondjuk éppen az eldobás sebességétől, ami egyik dobásról a másikra változik? Vagy még tovább menve: miért kell egyáltalán bármilyen egyéb tulajdonságtól függenie a *propensity*-nek? Amíg semmi egyebet nem tudunk erről a *propensity*-ről, mint hogy a kimenetek bekövetkezésére való hajlam, addig természetesen a fenti kérdésekre nem tudunk válaszolni. De akkor azt sem mondhatjuk, hogy a *propensity*-k azonosak volnának.

A függetlenséggel hasonló a helyzet. Az egymást követő kísérleti futamokban a *propensity*-k függetlenségének feltételét vagy éppen tagadását semmi sem motiválja. Az erők mechanikai függetlenségének hipotézisére hivatkozni itt fölöttebb megtevesztő. Az ugyanis, hogy mondjuk a Coulomb-erőre igaz a szuperpozíció, kísérletileg könnyen alátámasztható: az eredő erő okozta gyorsulás a külön-külön vett erők gyorsulásainak vektori összege. A *propensity*-k függetlenségét azonban semmilyen módon nem tudjuk empirikusan verifikálni.

A *propensity*-interpretáció képviselői ezen a ponton rendszerint a kvantumelméletre hivatkoznak, mondván, a kvantumelmélet *no-go*-tételei megmutatták, hogy a mikrorendszereket jellemző hullámfüggvénynek nincs rejtett paraméteres modellje, vagyis a rendszer teljes állapotleírásából sem következik, hogy egy adott mérésben melyik kimenet fog megvalósulni. Az azonban, hogy nincs objektív kritériuma annak, hogy melyik kimenet valósul meg, azt jelenti, hogy a rendszer objektív hajlammal rendelkezik arra nézve, hogy az bizonyos kimeneteket realizáljon – és ez a *propensity*.

Azt, hogy a kvantumelmélet *no-go*-tételei implikálják-e az objektív indeterminizmust, most nem tárgyaljuk (lásd Szabó 2002). Azonban, még ha az objektív indeterminizmus igaz is, a szinguláris *propensity* bevezetése akkor sem indokolt. Ha egy kísérleti elrendezés két egymást követő futamában nem léteznek olyan rejtett paraméterek, amelyek egyértelműen meghatároznák, hogy az első futamban miért ezt a kimenetet kaptuk, és a másodikban miért azt – hát nem léteznek. De ez még nem jelenti azt, hogy a rendszernek volna valamilyen objektív hajlama azon a triviális értelmén túl, hogy egyszer ez történt, egyszer pedig amaz. Hát még, hogy ez a hajlam a két esetben azonos és független volna.

A nagy számokra épülő fenti levezetésnek az már csak külön pikantériája, hogy ha az első három premisszát elfogadnánk is, vagyis léteznének a kolmogorovi axiómákat kielégítő, az egymást követő kísérleti futamokban azonos és egymástól független szinguláris *propensity*-k, a kívánt eredmény akkor sem volna elérhető. A nagy számok törvényei ugyanis csak annyit állítanak, hogy a frekvenciák és a szinguláris *propensity* a valószínűség erejéig megegyeznek vagy egymáshoz tartanak. De hogyan is interpretáljuk *propensity*-ként ezt a végtelensze-

res szorzattérben vett valószínűségi mértéket? Miféle eseménynek a szinguláris *propensity*-jéről van itt szó? Minek a hajlamáról mire vonatkozóan?

Jól látható tehát, hogy a szinguláris *propensity*-elképzelés teljességgel tarthatatlan. Mielőtt azonban végleg felhagynánk fele, befejezésképpen hadd tegyünk pár megjegyzést a *propensity*-irodalomban tárgyalt némely problémát illetően.

(1) A *propensity* mint diszpozíció. Mindenekelőtt szeretnénk hangsúlyozni, hogy a *propensity*-interpretációval szembeni megfogalmazott fenti kritikánkban sehol sem vontuk kétségbe a diszpozíciók létét *általánosságban*, érveink kizárólag a *propensity* mint speciális diszpozíció ellen irányultak. A diszpozíciókkal szembeni általános érvek természetesen a *propensity*-interpretáció számára is kihívást jelentenek, sőt, némelyik itt válik különösen élessé. Tekintsük elsőként a realizmus-antirealizmus kérdést. Mint láttuk, a diszpozícióknak, és így a *propensity*-nek is ontológiailag két értelmezése van: a realista és az antirealista. A realista álláspont szerint a *propensity*-k mint diszpozíciók nem épülnek rá az aktuális világ egyéb kategorikus tulajdonságaira, az antirealista álláspont szerint azonban igen. Mindkét álláspontnak megvannak maga problémái, amelyek a *propensity* kapcsán fokozottan jelentkeznek.

A realista makacsul ragaszkodhat ahhoz, hogy a *propensity* feltételezése nem mond ellent a hume-i szupervenienca empirista elvének, lévén, hogy a szinguláris *propensity*-k is a világ lokális mintázatába tartoznak: a kockadobásnak mind a hatos kimenete, mind a *p propensity*-je az aktuális világ lokális tulajdonsága. A világ egyéb tényei pedig a kategorikus tulajdonságokra és a *propensity*-kre együttesen épülnek rá. A kérdés azonban éppen az, hogy a világnak mely tényei azok, amelyek ontológiai leírásához a *propensity*-kre is szükségünk volna. Félő, hogy magukon a *propensity*-ken kívül nincsenek ilyen tények.

Másfelől, ha a *propensity*-kkel szemben antirealisták vagyunk, vagyis azt valljuk, hogy az aktuális világban egyéb kategorikus tulajdonságok is betölthetik a *propensity* funkcióját, akkor a kérdés az lesz, hogy mi is az a funkció, amit ezek az egyéb tulajdonságok betöltenek, hacsak nem az, hogy matematikai valószínűségként viselkednek. Mint láttuk, a valószínűségi kalkulus respektálása önmagában is kétséges, de – még ha teljesül is –, ezt leszámítva nem tudjuk megadni a *propensity*-nek egyetlen olyan jellemvonását sem, amelyet az illető tulajdonságnak mutatnia kellene ahhoz, hogy őt a *propensity* aktuális betöltőjének nevezzünk.

A jobb megértés végett hasonlítsuk össze a *propensity* fogalmát a fájdalom fogalmával az elmefilozófiában. Ha a fájdalomról mint mentális tulajdonságról azt valljuk, hogy az csupán egy bizonyos agyállapot, akkor ennek igazolásához úgy kezdünk hozzá, hogy először a fájdalmat valamiként *meghatározzuk*, például megadjuk a viselkedésben betöltött oksági szerepét – hogy például elkerülő magatartást vált ki – illetve a többi mentális állapotok között betöltött oksági szerepét. Majd, miután a fájdalmat ekképpen meghatároztuk, megmutatjuk, hogy ezt a szerepet bizonyos agyállapotok képesek betölteni. A *propensity* esetében azon-

ban éppen ez a meghatározás az, ami hiányzik. Minek is kellene teljesülnie egy kategorikus tulajdonságra nézve ahhoz, hogy az a *propensity*-szerepet betöltse?

(2) *Finkish propensity*. A valószínűség és a lehetőség fogalmának mély fogalmi összetartozása egy további problémát generál a *propensity* diszpozicionális, vagy legalábbis kontrafaktuális elemzése számára (lásd Eagle 2004). Amint azt a diszpozíciókat taglaló résznél láttuk, a *finkish*, illetve mímelő diszpozíciók léte kérdésessé teszi a diszpozíciók kontrafaktuális elemzését. A *finkish propensity* kontrafaktuális elemzése azonban a valószínűség és a lehetőség szoros fogalmi kapcsolata miatt egyenesen lehetetlen. Ha ugyanis egy esemény valószínűsége nem nulla, akkor az eseményt lehetségesnek tartjuk. Mármint, ha egy nem nulla valószínűségű, azaz *propensity*-jű esemény bekövetkezését a *propensity* manifesztációjának feltételei megakadályozhatják, akkor az esemény lehetlenné válik, bár *propensity*-je nem nulla. Az érv a többi diszpozíciókra nem vonatkozik, mivel azok nem ápolnak ilyen szoros kapcsolatot a lehetőség fogalmával.

Erre a *propensity*-hívő még mindig mondhatja, hogy a *propensity* kontrafaktuális elemzése elhibázott vállalkozás, és Levi valóban ezt is mondja: „minden olyan kísérlet, amely diszpozicionális predikátumokat kontrafaktuálisok segítségével kíván elemezni, a szekeret fogja a ló elé” (Levi 1980. 248). A kontrafaktuálisokat épp a diszpozíciók léte és természete igazolja. Ekkor azonban meg kellene mondani, hogy miben is áll a diszpozíciók természete, ha nem a kontrafaktuálisokban. Mint láttuk, éppen ez az, amire a *propensity*-interpretáció képtelen.

(3) *Humphreys-paradoxon*. Végül hadd tegyünk egy megjegyzést egy az irodalomban a *propensity*-interpretáció ellen felhozott kritikával kapcsolatban (lásd Szabó 2002). Szokás a *propensity*-elméletet avval a kritikával elutasítani, hogy a valószínűségként felfogott *propensity* nem fejez ki kauzális hajlamot, és mivel a *propensity* egyfajta parciális kauzális tendencia, ezért a valószínűségnek nem lehetséges *propensity*-interpretációja. Mint az alábbiakban megmutatjuk, ez az érv nem helytálló.

Ha a *propensity* parciális kauzális hajlam, és a valószínűség *propensity*, akkor minden valószínűségi összefüggést kauzálisan is értelmezni kell tudnunk, jelesül a feltételes valószínűségeket is. Hogy ez nem lehetséges, arra a standardnak tekintett ellenpélda Humphreys-től (1985) származik: Legyen *a* az az esemény, hogy egy kísérleti elrendezésben az elektron áthaladt egy féligáteresztő tükrön, *b* pedig az az esemény, hogy ezek után egy detektorba csapódik. A $p(b|a)$ feltételes valószínűség jelentése a *propensity*-interpretáció szerint az elektronnak az a hajlama, hogy amennyiben áthaladt a tükrön, megérkezzen a detektorba. Mi a *propensity*-értelmezése azonban a $p(a|b)$ fordított feltételes valószínűségnek? Amennyiben a valószínűségek nem nullák, ez utóbbi valószínűség kifejezhető a Bayes-tétel segítségével a

$$p(a|b) = p(b|a)p(a) / (p(b|a)p(a) + p(b|a^\perp)p(a^\perp))$$

formában, ahol a^\perp az a esemény komplementere, vagyis $p(a|b)$ a valószínűségi kalkulusban értelmezhető kifejezés. A kauzális *propensity*-interpretáció a $p(a|b)$ -t azonban kénytelen úgy értelmezni – hangzik az érv –, mint az elektronnak azon hajlamát, hogy amennyiben megérkezett a detektorba, *előtte* átmenjen a tükrön. Vagyis a Bayes-tétel értelmezése feltételezi a retrokauzalitást.¹⁰ A *propensity*-t tehát nem lehet anélkül azonosítani a kauzális szereppel, hogy ne ütköznénk ellentmondásban a valószínűségi kalkulussal.

Az érv azonban azon a feltételezésen múlik, hogy amennyiben a $p(b)$ valószínűséget úgy értelmezzük, mint az elektronnak azon kauzális hajlamát, hogy becsapódjon a detektorba, akkor a $p(b|a)$ feltételes valószínűséget úgy kell értelmeznünk, mint az elektronnak azon kauzális hajlamát, hogy becsapódjon a detektorba, *feltéve*, hogy átment a tükrön. A feltételes valószínűségnek ez az értelmezése azonban teljesen indokolatlan. A $p(b|a)$ feltételes valószínűséget egyszerűen a $p(b \cap a) / p(a)$ hányados definiálja, ami, még ha a valószínűségeket *propensity*-nek értelmezzük is, akkor is csak úgy érthető, mint az elektron azon kauzális hajlamainak a *hányadosa*, hogy egyfelől becsapódjon a detektorba, és átmenjen a tükrön, másfelől egyszerűen átmenjen a tükrön. Ennek pedig egyáltalán nem kell megegyeznie az érvben használt feltételes kauzális hajlammal.¹¹ Vagyis a Humphreys-paradoxon nem jelent ellenérvet a valószínűségnek kauzális hajlamként való értelmezésével szemben.

Összefoglalva tehát, a valószínűség *propensity*-interpretációja jócskán elmarad a többi (logikai, szubjektív és frekventista) interpretáció mögött, mivel a *propensity* természetét illetően egy sereg alapvető kérdésre nem képes választ adni. Giere igyekszik elhíttetni velünk, hogy a *propensity*-interpretáció elleni kifogások mondhatni esztétikaiak:

A *propensity*-interpretáció elleni fő kifogás nem az, hogy homályos vagy hogy üres, hanem hogy metafizikailag túl extravagáns. Nemcsak azt állítja, hogy a természetben vannak fizikai lehetőségek, hanem azt is, hogy a természet tartalmaz innát tendenciákat ezen lehetőségek felé, tendenciákat, amelyeknek logikai struktúrája valószínűségi jellegű (Giere 1976a. 348).

A problémák gyökerénél azonban nem a *propensity*-értelmezés metafizikai extravaganciája áll, hanem az az orvosolhatatlan hiányosság, hogy a *propensity*-interpretáció egészen egyszerűen elmulasztja meghatározni akár fizikailag, akár metafizikailag a *propensity* fogalmát, amellyel azután a valószínűséget azonosí-

¹⁰ A Humphreys-paradoxonnak léteznek olyan feloldási kísérletei, amelyek a $p(a|b)$ valószínűséget a részecske az a és b esemény bekövetkezése *előtti* hajlamának tekinti, hogy amennyiben megérkezett a detektorba, előtte átmenjen a tükrön. Ez a közös ok típusú megoldás mindazonáltal sok szempontból nem meggyőző.

¹¹ A feltételes valószínűség tipikus félreértéseiről lásd Szabó 2002. 87.

taná.¹² Úgy beszél egy fizikainak posztulált mennyiség mértékéről, hogy – a triviális hosszú távú értelmezést leszámítva – nem mondja meg, hogy mi is ez a mennyiség. Mindezek alapján a *propensity*-interpretációt illetően kénytelenek vagyunk egyetérteni Kyberg szarkasztikus megfogalmazásával, amely szerint „a *propensity*-elmélet többek között azért vonzó, mivel megengedi – egyenesen *propensity*-vel hívja elő – a vad metafizikai spekulációkat egy olyan kontextusban, amelyben az ember felszabadítva érzi magát mindenféle kényszer alól, hogy átgondolt metafizikai érvekkel szolgáljon” (Kyberg 1974. 365).

Arra a kérdésre tehát, hogy miért is van a hatos dobásnak adott valószínűsége, a *propensity*-interpretáció válasza semmivel sem különb, mint Molière *Képzelt betegének* az ópium altató hatásának okát firtató kérdésére adott válasza: azért, mert a kocka „aleatorikus erővel” rendelkezik.

IRODALOM

- Eagle, Antony 2004. Twenty-one arguments against *propensity* analyses of probability. *Erkenntnis*, 60/3. 371–416.
- Fetzer, James H. 1971. Dispositional probabilities, Dordrecht, D. Reidel. (*Boston Studies in the Philosophy of Science*, 8.) 473–482.
- Fetzer, James H. 1973. Physical probabilities: a conceptual dilemma. Kézirat.
- Fetzer, James H. 1981. Scientific Knowledge: Causation, Explanation, and Corroboration. Dordrecht, D. Reidel. (*Boston Studies in the Philosophy of Science*, 69.)
- Giere, Ronald N. 1973. Objective single-case probabilities and the foundation of statistics. In Patrick Suppes et al. (szerk.) *Logic, methodology, and philosophy of science IV: Proceedings of the Fourth International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science, Bukarest, 1971*. Amsterdam, North-Holland. 467–483.
- Giere, Ronald N. 1976a. A Laplacean formal semantics for single case probabilities. *Journal of Philosophical Logic*, 5/3. 321–353.
- Giere, Ronald N. 1976b. Empirical probability, objective statistical methods and scientific inquiry. In William Leonard Harper – Clifford Alan Hooker (szerk.) *Foundations of Probability Theory, Statistical Inference and Statistical Theories in Science. 2. kötet*. Dordrecht, D. Reidel. 63–101.
- Gillies, Donald 2000a. *Philosophical Theories of Probability*. London, Routledge.
- Gillies, Donald 2000b. Varieties of *propensity*. *British Journal for the Philosophy of Science*, 51/4. 807–835.
- Hacking, Ian 1965. *Logic of Statistical Inference*. Cambridge, Cambridge University Press.

¹² Ráadásul a fizikai és metafizikai meghatározás az interpretációkban rendszeresen összekeveredik. Nem állíthatjuk ugyanis egyszerre azt is, hogy a *propensity* egy fizikai hipotézis, és ugyanakkor azt is, hogy a valószínűség fogalmának szemantikai vagy metafizikai elemzése. Ha a *propensity* egy fizikai hipotézis, mint Popper állította, akkor a *propensity* és a valószínűség azonossága kontingens tény, ha ellenben a *propensity* a valószínűség fogalmának szemantikai elemzése, akkor azt kell megmutatni, hogy minden lehetséges világban a valószínűséget reprezentáló akármicsodák *propensity*-k. Mint láttuk, egyik feladat sem biztatóbb a másiknál.

- Hitchcock, Christopher 2002. Probability and Chance: Philosophical Aspects. In Neil J. Smelser – Paul B. Baltes (szerk.) *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. 18. kötet. London, Elsevier. 12089–12095.
- Humphreys, Paul W. 1985. Why propensities cannot be probabilities. *Philosophical Review*, 94/4. 557–570.
- Kolmogorov, Andrej Nyikolajevics 1933. *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Berlin, Springer. Magyarul: *A valószínűségszámítás alapfogalmai*. Ford. Zibolen Endre. Budapest, Gondolat, 1982.
- Kyberg, Henry E. 1974. Propensities and probabilities. *British Journal for the Philosophy of Science*, 25/4. 352–375.
- Levi, Isaac 1980. *The Enterprise of Knowledge: An Essay on Knowledge, Credal Probability and Chance*. Cambridge/MA, MIT Press.
- Mellor, David Hugh 1971. *The Matter of Chance*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Mellor, David Hugh 2005. *Probability: A Philosophical Introduction*. London, Routledge.
- Miller, David W. 1994. *Critical Rationalism. A Restatement and Defence*. Chicago/IL, Open Court.
- Peirce, Charles Sanders 1910. Notes on the Doctrine of Chances. In Justus Buchler (szerk.) *Philosophical Writings of Peirce*. New York/NY, Dover.
- Popper, Karl R. 1935. *Logik der Forschung*. Wien, Springer. Magyarul: *A tudományos kutatás logikája*. Ford. Petri György – Szegedi Péter. Budapest, Európa, 1997.
- Popper, Karl R. 1957. The *propensity* interpretation of the calculus of probability, and the quantum theory. In S. Körner (szerk.) *Observation and Interpretation*. London, Butterworth. 65–70.
- Popper, Karl R. 1959. The *propensity* interpretation of probability. *British Journal for the Philosophy of Science*, 10. évf. 37. sz. 25–42.
- Popper, Karl R. 1983. *Realism and the Aim of Science*. Lanham, Rowman and Littlefield.
- Popper, Karl R. 1990. *The World of Propensities*. London, Thoemmes.
- Reichenbach, Hans 1949. *The Theory of Probability*. Berkeley/CA, University of California Press.
- Suppes, Patrick 1973. New foundations of objective probability: Axioms for propensities. In Patrick Suppes et al. (szerk.) *Logic, methodology, and philosophy of science IV: Proceedings of the Fourth International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science, Bukarest, 1971*. Amsterdam, North-Holland. 515–529.
- Salmon, Wesley C. 1966. *The Foundations of Scientific Inference*. Pittsburgh/PA, University of Pittsburgh Press.
- Szabó László, E. 2002. *A nyitott jövő problémája*. Budapest, Typotex Kiadó.