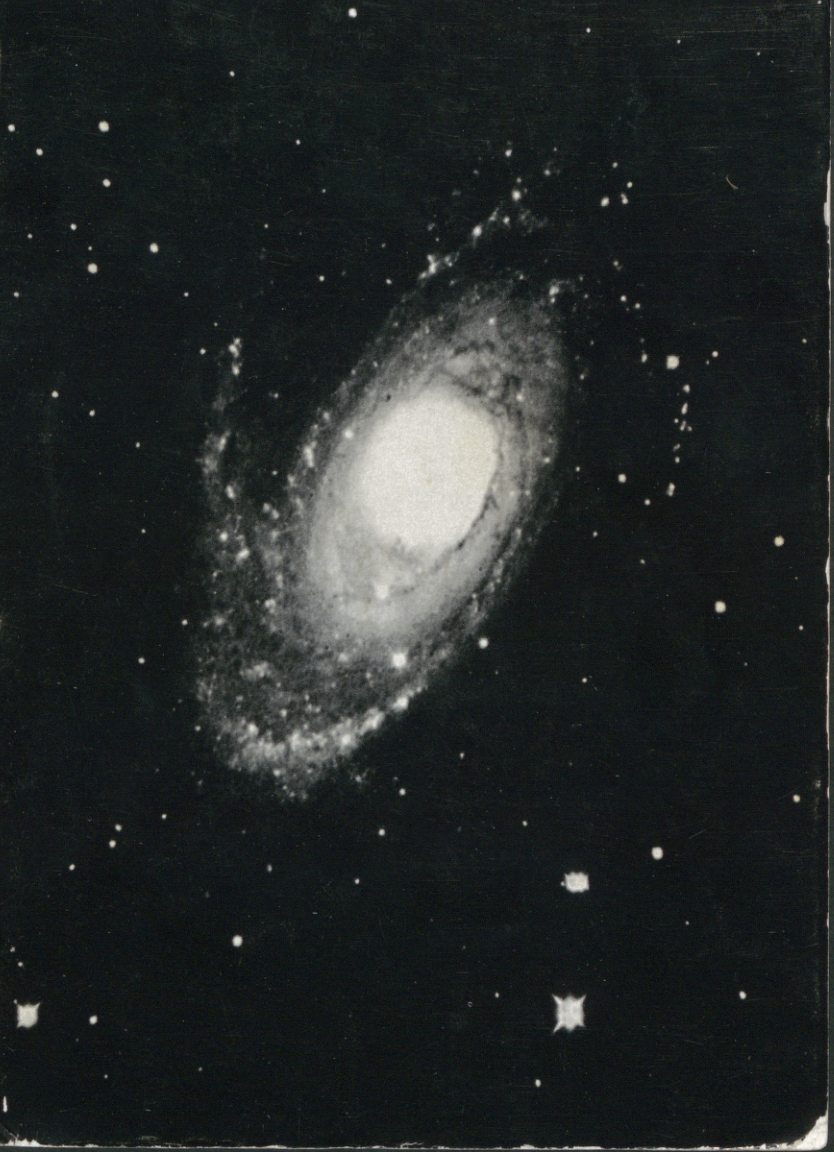
MC
110.573

SZÉKELY LÁSZLÓ

EINSTEIN KOZMOSZÁTÓL A FÖLFÚVÓDÓ VILÁGEGYETEMIG



A standard paradigma és a fölfúvódó világegyetem

Bebizonyította-e a modern kozmológia a világegyetem semmiből történt keletkezését?

A világegyetem mint a természettudományos kozmológiai kutatás objektuma

Kozmikus horizontok

A modern kozmológia és a keresztény teológia

Szovjet filozófusok kozmológiai nézeteinek bírálata

Kozmológiánk választhatóságáról

A standard paradigma, mint a kalkulatív gondolkodás dominanciájával jellemzett kultúra kozmológiája

Az antropikus kozmológiai elv és a természettudományos világmegértés határai

Székely László

Einstein Kozmoszától a Fölfúvódó Világegyetemig

A standard kozmológiai paradigma története
és
filozófiai-ismeretelméleti háttere

BUDAPEST
1990

A Filozófiai Figyelő Kiskönyvtára
5. kötet

Felelős szerkesztő:
Munkácsy Gyula

Sorozatszerkesztő:
Csikós Ella és *Lakatos László*

Székely László:

Einstein kozmoszától a fölfúvódó világegyetemig

(From Einstein's Cosmos to the Inflationary Universe)

MC 110.573
1990

ISSN 0237-9422
ISBN 963 462 512 6

Filozófiaoktatók
Továbbképző és Információs Központja
ELTE Bölcsészettudományi Kar
Budapest

© SZÉKELY LÁSZLÓ, 1990

Két dolog van,
mi egyre növekvő
csodálattal tölt el:
a csillagos ég fölöttem
s az erkölcsi törvény
bennem.

Immanuel Kant

Előszó

A monográfia, amelyet az olvasó a kezében tart "Természettudomány és filozófia a modern kozmológiában" című átfogóbb tanulmányom részét képezi, bizonyos korrekciókkal, amelyek arra szolgáltak, hogy a benne megfogalmazódott gondolatok a szélesebb olvasóközönség számára is elérhetőek legyenek. Így monográfiánk a szűkebb szakmai körök — csillagászok, elméleti fizikusok, tudománytörténészek és tudományfilozófusok — mellett tartalmaz mondanivalót a laikus érdeklődők számára is. Mivel a könyv megértése nem előföltételezi a modern kozmológia matematikai-technikai apparátusának ismeretét, úgy reméljük, hogy az hasznos és informatív olvasmány lehet a természettudomány iránt érdeklődő humán értelmiségiek számára. E vonatkozásban tudatos törekvésünk volt, hogy egyfajta közvetítő szerepet vállaljunk az úgynevezett „humán" és „reál" kultúra között. Munkánk ugyanakkor a csillagászok és fizikusok mellett érdeklődésre tarthat számot a metateoretikus, illetve filozófiai problémák iránt fogékony természettudományos műveltségű értelmiségiek — kutatók, tanárok, műszaki szakemberek — azon körében is, akiknek nem tartozik szűkebb szakmai területéhez a csillagászat, illetve a kozmológia.

Könyvünk olvasásának megkönnyítése érdekében a benne szereplő csillagászati fogalmakhoz, alapismeretekhez többnyire magyarázó lábjegyzetet fűztünk. Ezt azonban minden egyes esetben nem tudtuk megtenni. Így azon kedves olvasók számára, akik a csillagászat területén az alapvető ismeretterjesztő irodalom szintjén sem tájékozottak, javasoljuk, hogy kiegészítő olvasmányként — esetleg lexikon jeleggel — használják a Csillagászati Kisenciklopédiát. E kiadványban ugyanis mindazt a csillagászati ismeretanyagot megtalálhatják, amelyre hivatkozunk.

Munkánk teljes megértése föltételez bizonyos tudományfilozófiai alapismereteket is. A magyar felsőoktatásban megvalósult kötelező filozófia oktatás sajnos mindeddig — annak következtében, hogy filozófia címén sokkal inkább egyfajta direkt ideológiát tanítottak, mint filozófiát — nem szolgált ilyennel. Azt a tudományképet, amelyet a hallgatókban ennek során kialakítottak, többnyire egyfajta naiv realizmus, és a vulgarizált tükrözéselméleten alapuló ismeretelmélet jellemezte. Könyvünkben tudatosan konfrontálunk ezzel a fölfogással, és ennek során a tudományfilozófiában járatlan olvasó számára információkat nyújtunk a modern tudományfilozófiai elképzelésekről.

A tudományfilozófia területéről a következő olvasmányokat ajánljuk azok számára, akik tárgyunk iránt mélyebben érdeklődnek, s könyvünk elolvasása után kedvet kaptak a tudományfilozófia tanulmányozásához: Thomas Kuhn: *A tudományos forradalmak szerkezete* (és ebben Fehér Márta utószava), Budapest: Gondolat, 1984.; Fehér Márta: *A tudományfejlődés kérdőjelei*, Budapest: Akadémia Kiadó, 1983.; valamint *A Bécsi Kör filozófiája* című kötetből Altrichter Ferenc bevezetése, Budapest: Gondolat, 1972. Hangsúlyozzuk azonban, hogy monográfiánk alapgondolatai e kiegészítő olvasmányok nélkül is érthetőek, s azokat elsősorban az elmélyültebb érdeklődőknek ajánljuk.

Végül még szeretnénk itt megemlíteni a szerző két tanulmányát, amelyek a *Világosság* című folyóirat 1986. júliusi, illetve 1987. áprilisi számában jelentek meg. Az önreklámozás vádját elkerülendő, e tanulmányokat jelentőségükben messze nem akarjuk összehasonlítani a korábban javasolt munkákkal! Ugyanakkor azonban tárgyukban a jelen könyv gondolatköréhez tartoznak, s tartalmukkal kiegészítik az itt kifejtett gondolatokat.

Székely László

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó ..... I.

Tartalomjegyzék ..... III.

Bevezetés ..... 1.

I. Rész: A standard paradigma és a fölfúvódó világegyetem 9

1. Einstein 1917-es kozmológiai dolgozata: a természettudományos kozmológia század eleji paradigmaváltásának kezdete 9
2. Az expandáló világegyetem eszméjének megszületése 34
3. Az időbeli szingularitás problémája és a „big bang" hipotézis 44
4. A fölfúvódó világegyetem: a standard paradigma újabb diadala, vagy fölbomlásának kezdete? 57

Függelék az első részhez:

Bebizonyította-e a modern kozmológia a világegyetem semmiből történt keletkezését? 82

II. Rész: A világegyetem mint a természettudományos kozmológiai kutatás objektuma 107

1. A világegyetem természettudományos fogalma 107
2. A lokalitás-globalitás probléma 127
3. A kozmikus horizont problémája 145
4. A „beágyazhatatlansági tétel" 155

III. Rész: Világnézet, ideológia és a modern kozmológia 159

1. A modern kozmológia és a keresztény teológia 159
2. A modern kozmológia és a „dialektikus materializmus" 175
3. A modern természettudományos kozmológia dezantropomorf, racionalista értékelésének lehetőségei 194
4. Kozmológiánk választhatósága a modern, huszadik századi kozmológia fogalmi keretében 206
5. A standard paradigma, mint a kalkulatív gondolkodás dominanciájával jellemzett kultúra kozmológiája 210

IV. Rész: Az antropikus kozmológiai elv és a természettudományos világmegértés határai 225

1. Bevezetés 225
2. Antikopernikánus fordulat a természettudományban? 225
3. Az antropikus princípium megjelenése a modern kozmológiában 227
4. A Boltzmann-féle antropikus elv 232
5. A kozmosz és az élet a „big bang" paradigmában 135
6. Az antropikus kozmológiai elv és a természettudományos világmegértés határai 240

Tematikus tartalomjegyzék 247

Bevezetés

Jelen monográfiában a pozitív, természettudományos ismereteknek és az ismeretelméleti-metodológiai, illetve világnézeti-ideológiai értékeknek azzal a speciális korrelációjával foglalkozunk, amely a modern fizikai kozmológiát jellemzi. Ennek során a modern kozmológia uralkodó paradigmájára koncentrálunk, amely a szakirodalomban többnyire a „standard paradigma" néven szerepel. Az utóbbi évek legfontosabb teoretikus fejleményét, a fölfúvódó világegyetem elméletét a standard paradigma részének tekintjük, s annak új változataként értékeljük. Bár elemzésünk középpontjában a standard paradigma áll, természetesen reflektálunk a riválisteóriákra is, hiszen dolgozatunk tárgya szempontjából igen nagy jelentősége van annak, hogy a modern kozmológián belül egymással versengő paradigmák sokasága működhet.

Értekezésünk címéből és tárgyának megjelöléséből kitűnik, hogy a fizikai kozmológiát nem ontológiai, hanem ismeretkritikai szempontból közelítjük meg. Célunk ennek során kettős: egyrészt szeretnénk mélyebb betekintést adni a modern kozmológiában „tudásként" megjelenő, illetve funkcionáló elméletek természetébe; másrészt bíráljuk a standard paradigma ma általánosan elterjedt fetisizációját — azt a mítoszt, amely szerint e teóriának köszönhetően a tradicionális metafizikai kérdések egyre inkább elveszítik metafizikai jellegüket, s egyre közelebb kerülünk ahhoz, hogy a természettudományos megismerés keretein belül végleges választ kapjunk rájuk. P. W. *Atkins* például a következőket írja erről *Teremtés* című könyvében:

> „Ha majd foglalkoztunk az alapvető állandók értékével, megállapítva, hogy azok elkerülhetetlenül olyanok, amilyenek, akkor majd nem törődünk velük, hiszen nem lényegbevágóak. Ezáltal meg is érkezünk a teljes megértéshez. Akkor elnyugodhat az alapok tudománya. Már nem ott járunk. Szinte kezünkben van a teljes tudás. A megértés terjed a Föld felszínén: egy napfelkeltének vagyunk a tanúi."[1]

[1] Atkins: *Teremtés*. Bp.: Gondolat, 1987. 141. o.

Atkins e soraiban és a hasonló kijelentésekben a természettudomány metafizikává transzformálódik, s ez a transzformáció kelti azt az illúziót, mintha itt olyan kérdések megválaszolásának közelébe jutottunk volna, mint a világegyetem keletkezésére, végessége-végtelenségére, szükségszerű vagy akcidentális voltára irányuló kérdések. A természettudományos — és így a fizikai kozmológiában megfogalmazódó — ismeretek azonban csak egy sajátos világlátás, világértelmezés kontextusában jelenhetnek meg metafizikai szempontból relevánsakként, önmagukban sohasem. Ha elvonatkoztatunk ettől a kontextustól, s tagadjuk az előbbi transzformációt, azt állítva, hogy a természettudomány önmaga, saját határain belül, „szigorúan tudományosan" választ adhat ezekre a kérdésekre, a természettudományos tudást fetisizáljuk. Mert *a természettudomány metafizikává transzformálása lehetséges világnézeti álláspont. Ám az, amit e transzformáció eredményeképpen kapunk, már nem természettudomány, hanem metafizika! Az előbb jelzett fetisizálás lényege, hogy ezt a metafizikát állítja be a természettudományos értelemben vett szigorú tudományként.* A standard paradigmának az az állítása, amely szerint évmilliárdokkal korábban világegyetemünk nagysűrűségű, forró állapotban volt, még a természettudományos megismerés keretein belül marad. Ám az a hit, hogy a relativisztikus kozmológia bebizonyította volna a világegyetem tizenötmilliárd évvel ezelőtti keletkezését, már a metafizikához tartozik. Bár választhatunk magunknak olyan ontológiát, amelyben transzcendens garanciák vannak arra, hogy amennyiben például a fizikai elmélet szerint a világegyetem a semmiből keletkezett — mint ahogyan ezt ma sok természettudós komolyan állítja —, akkor ez valóban így is történt —, ám ez az ontológia már nem természettudomány lesz, s nem is következhet ebből.

A természettudományos elméletek jelzett fetisizálása elsősorban és különösen a modern fizikai kozmológiában van jelen, hiszen itt már a természettudományos elmélet kontextusában szerepelnek olyan fogalmak, mint a világegyetem tér- és időbeli végessége-végtelensége, történetének akcidentális vagy szükségszerű volta, stb. E fetisizálás kritikája két úton valósítható meg. Egyrészt megtehetjük a szóban forgó tradicionális kérdések felől, bemutatva, hogy ezekben teljesen másról van szó, mint amit a természettudomány vizsgál, vagy vizsgálni vél. Így például bemutatható, hogy a világegyetem vákuum-fluktuációból történt keletkezésének természettudományos hipotézise teljességgel irreleváns azon tradicionális kérdés

szempontjából, amely a létezők létezésének miértjére kérdez rá. A másik lehetséges út a fizikai kozmológiában megjelenő tudás, illetve világleírás természetének elemzése; a benne összefonódó pozitív ismeretek és metodológiai értékmozzanatok szétválasztása; a gondolkodás és a megismerés e szférájában megjelenő világleírás határainak kijelölése. Szintén e második megközelítéshez tartozik annak föltárása, hogy milyen előföltevésrendszer, illetve kultúra teszi lehetővé e határok jelzett transzcendálását. Értekezésünk ezt a második utat választotta.

A könnyebb érthetőség kedvéért a két megközelítés különbözőségét illusztrálhatjuk Atkins előbb idézett véleményének segítségével. Az első tárgyalási módot választva foglalkozhatnánk a hagyományos metafizikai kérdésekkel, s végül megállapíthatnánk, hogy a fizikai konstansok szükségszerű vagy véletlen jellegének semmi relevanciája sincsen annak a világmegértésnek szempontjából, amelyekre ezek a kérdések irányulnak. A másik lehetséges úton viszont a fizikai konstansokkal kell foglalkoznunk, s azzal a természettudományos kontextussal, amelyben a rájuk vonatkozó kérdések megfogalmazódhattak. E vizsgálat eredményeképpen juthatunk el azután ahhoz a következtetéshez, hogy ezeket sohasem mutathatjuk föl transzcendens garanciák nélkül igazán szükségszerűekként, legföljebb csak posztulálhatjuk ilyen voltukat. Amíg tehát az első megközelítési módnak a metafizika története a tárgya, addig az utóbbinak a természettudomány.

Monográfiánk legfőbb mondanivalója, hogy az általánosan elterjedt véleménnyel szemben a modern fizikai kozmológiának nincsen igazából relevanciája a klasszikus metafizikai és ontológiai kérdések vonatkozásában. Sőt, éppen ellenkezőleg, ez a paradigma világít rá a legerősebben arra, hogy ebben a relációban a természettudományos világmegértés szükségképpen korlátozott. Ennyiben monográfiánk „destruktív": egy modern mítosz kritikájára törekszik. E negatív célt azonban építő módon szeretné elérni: a modern fizikai kozmológia által adott tudás és világleírás történeti mozzanatokat sem nélkülöző strukturális rekonstrukciójával, s ennek részeként azoknak a metodológiai és világnézeti-ideológiai értékmozzanatoknak a bemutatásával, amelyek szükségszerű konstituáló elemei e tudásnak. Arra törekszünk, hogy a modern fizikai kozmológiában megjelenő világleírás korlátainak fölismerése, illetve ezek ma divatos, fetisizáló transzcendálásának mélyebb megértése e pozitív rekonstrukción,

a modern kozmológia pozitív ismeretén keresztül adódjék az olvasó számára.

Elkerülhetetlen még, hogy e bevezetőben röviden fölsoroljuk értekezésünk legfontosabb metodológiai és tudományelméleti előföltételezéseit.

Ezek közül elsőként a *történetiség* szempontját említjük meg. Ennek alkalmazása nem azt jelenti, hogy értekezésünk tárgya magának a kozmológiának története volna, hanem azt, hogy a jelzett ismeretkritikai program szempontjából fontosnak tartjuk a modern kozmológia kialakulásának és fejlődésének legjellemzőbb eseményeit.

Az eddigiekből kitűnik, hogy jelen munka több mint egyszerű tudományelméleti dolgozat, melynek a XX. századi kozmológia csupán csak egy példa volna bizonyos tudományelméleti kérdések, állítások, vagy elméletek illusztrálására, illetve konkrét alkalmazhatóságára. Ugyanakkor a jelzett ismeretkritikai program megvalósításában — mint metodológiai előföltevéseket — fölhasználjuk a modern tudományelmélet bizonyos eredményeit és kategóriáit. Ennek során a történetiséggel kapcsolatosan a „*mérsékelt internalizmus*" álláspontját fogadjuk el. Azaz nem tagadjuk, hogy „külső" — szociális és kulturális — tényezők erősen befolyásolják a tudományok történetét, ám úgy gondoljuk, hogy miután kialakult egy-egy kutatási irányzat, a további fejlődésben már ennek belső logikája az erősebb, a determináló tényező. Például a Bruno-féle modell történetében az európai kultúra újkori, racionalista-dezantropomorfizáló tradíciójának igen fontos szerepe volt, ám miután ez a kozmológia paradigmává vált, már elsősorban az internális tényezők határozták meg további fejlődését. Magát a „mérsékelt internalizmust" egyébként csak előföltevésként fogadjuk el. Egy mélyebb szinten ugyanis az externalizmus-internalizmus dichotómiájában mozgó tudományfilozófiát alkalmatlannak tartjuk a természettudományos megismerés igazi megértésére, hiszen az azt a fajta racionalizmust alkalmazza erre az utóbbira, amely ezt magát is jellemzi. Ezért dolgozatunk végén, amikor a modern kozmológia standard paradigmáját a kalkulatív gondolkodás által dominált kultúra kozmológiájaként értelmezzük, ezt semmiképpen sem az externalizmus szellemében tesszük. Eszerint ugyanis egyrészt „ott" van a kultúra „kint", másrészt pedig meghatározza a kozmológiát mint tudományt „itt bent". Ténylegesen azonban nincsen ilyen külső és belső: a standard paradigma a kalkulatív gondolkodás által dominált kultúra szerves részét képezi.

Monográfiánk harmadik metodológiai előföltevését a „*mérsékelt realizmus*" kifejezéssel jelölhetjük. Ennek részeként föltételezzük, hogy létezik egy tőlünk, akaratunktól és ismereteinktől független reális világ, és hogy a természettudományos megismerés ezzel a „reális" világgal áll relációban. Realizmusunk annyiban mérsékelt, hogy egy teória prediktív vagy magyarázó erejéből nem következtetünk szükségszerűséggel arra, hogy a teória által használt entitásoknak reális létezők felelnek meg. Abból tehát, hogy Einstein általános relativitáselmélete sikeres, nem következtetünk arra, hogy szükségképpen léteznie kell valami olyan reális fizikai entitásnak, ami „görbült" — bár nem is zárjuk ki ennek lehetőségét. A realizmus e szolid értelmezésének bázisán ugyanakkor használhatónak tartjuk az *empirikus tények* fogalmát. Úgy gondoljuk, hogy amikor a tudományfilozófia tagadja az elméletektől független, „semleges", „tisztán empirikus" tények lehetőségét, csak a féligazságot mondja ki: egy adott kulturális tradíció kontextusában léteznek ugyanis ilyenek. Ezek persze nem „tiszta" tények, de nem is egyszerűen „elmélet"-, hanem kultúra-, illetve tradíciófüggőek — ez pedig több és mélyebb, mint az elméletfüggés, s ugyanakkor bizonyos függetlenséget ad. Konkrét példával: az újkori európai gondolkodás tradíciójának mai kontextusában vitathatatlan tényként jelenik meg, hogy napunk és az éjszakai égbolton látható csillagok egy nagyobb csillagrendszernek — a Tejútrendszernek — részét képezik, s ugyanígy „empirikus tény", hogy galaxisunk további galaxisok sokaságával van körülvéve. Szintén ilyen empirikus tény ma, hogy ezen galaxisoknak többsége vöröseltolódást mutat s nem kéket. Annak megválaszolása, hogy ez a vöröseltolódás a világegyetem expanziójából származik-e, vagy pedig valamilyen „fényfáradás"-nak nevezett effektus váltja-e ki, csak elméletfüggő. Ám a kozmológiai vöröseltolódás, mint empirikus tény, már kultúrafüggő, s így századunk kulturális kontextusában elméletfüggetlen.

Az empirikus tény fönti fogalmához kapcsolódva használjuk egy elmélet *empirikus megerősítésének* és *empirikus falszifikációjának* fogalmát. Empirikus megerősítésen azt értjük, hogy egy elmélet predikciója oly módon teljesül, hogy az előrejelzés megadásakor még ismeretlen, de később ismertté váló „empirikus tények" egybeesnek az elmélet következtetéseivel. A „falszifikáció" alatt pedig értelemszerűen ennek az ellentétére gondolunk. Az empirikus megerősítést azonban természetesen nem tekintjük „bizonyításnak": egy-egy empirikus tény egymással gyökeresen ellentétes

elméleteket is megerősíthet. Amennyiben falszifikáció történik, akkor az így kialakult helyzetet az elmélet történetében megjelenő „falszifikációs pontnak" nevezzük, amelyre három fajta reakció lehetséges:

1. az elmélet elvetése;
2. a falszifikáció ignorálása, s együttélés az anomáliával;
3. az elmélet korrekciója újabb hipotézisek és újabb teoretikus entitások bevezetésével.

Popper elméletét a *döntő kísérlet*ről tehát nem fogadjuk el: ehelyett *Lakatos* Imre tudományfejlődés-elméletét tekintjük olyannak, amely valóban alkalmas — vagy alkalmasabb — a tudományok történetének rekonstruálására. Ennek kapcsán megint hangsúlyoznunk kell azonban, hogy Lakatos elméletét csak a tudományfejlődés fenomenológus megragadására tartjuk igazán megfelelőnek, amely azonban véleményünk szerint a tudománynak, mint sajátos kulturális-szellemi tradíciónak, mint a világ viszonylatában elfoglalt speciális szellemi-kulturális beállítódásnak megértéséhez önmagában kevés.

Tisztában vagyunk azzal, hogy az empirikus megerősítés és a falszifikáció általunk használt fogalma szintén vitatható tudományfilozófiai megfontolásokból. E fogalmak metodológiai előföltevésekként történő bevezetését azonban elkerülhetetlennek tartjuk. A tudományok mindennapi gyakorlatában ugyanis ezek jelen vannak, s minden olyan megközelítési mód, amely tagadja létezésüket, tehetetlenné válik, ha a reális gyakorlat elemzésére kerül sor.

Tudományelméleti-metodológiai előföltevésként szintén használjuk *Kuhn* paradigma-fogalmát — anélkül azonban, hogy minden részletében elfogadnánk Kuhnnak a paradigmákkal kapcsolatos elméletét. Kuhnnal szemben úgy gondoljuk, hogy vannak olyan esetek, amikor lehetséges az érdemi kommunikáció különböző paradigmák között — éppen a közös kulturális bázis alapján —; s ugyanígy — Kuhn későbbi álláspontjával már összhangban — lehetségesnek tartjuk a párhuzamos és egymással rivalizáló paradigmákat a „normál tudomány" időszakában is. Ennek az utóbbi állításnak az igazsága egyébként nem tudományelméleti kérdés: a modern kozmológiában egymással együtt élnek a rivális paradigmák. A párhuzamos paradigmák közötti domináns paradigmára az *uralkodó paradigma* kifejezést használjuk.

Értekezésünk fontos előföltevése még az az antropológiai jellegű állítás, amely szerint intuitív térszemléletünk a nem-eukleidészi geometriákban megkonstruálható terekkel szemben a háromdimenziós eukleidészi teret tünteti ki. Ezalatt azt értjük, hogy a három dimenzióban görbült háromdimenziós tér, vagy egy negyedik dimenzió által tartalmazott háromdimenziós világ abszurd, illetve elképzelhetetlen a számára, s így hiába lehetségesek ezek logikailag, térképzeteink vonatkozásában mégsem egyenrangúak az eukleidészi térrel. Ezt a sajátosságot olyan *a priori* adottságnak tekintjük, amely nem függhet sem kultúránktól, sem pedig neveltetésünktől. Ezzel nem azt állítjuk, hogy nem lehetséges olyan sajátos kulturális környezet, amelyben az eukleidészi geometria kategóriái — vagy az ezeknek megfelelő mindennapi képzetek — hiányoznak. A primitív kultúrákban, vagy a kevésbé művelt, és így az európai, újkori racionalizmus szellemében nem „trenírozott" szociális csoportoknál elvben találkozhatunk olyan intuitív térképzetekkel, amelyekben a végesség és a végtelenség problémája, vagy a dimenziók kérdése esetleg megfogalmazhatatlan, illetve megjeleníthetetlen. Ugyanígy a gyermekek térszemlélete sem tekinthető eredendően eukleidészinek. Így nem állítjuk azt, hogy eukleidészi térképzetekkel születünk. Ám arra az esetre, ha a térbeli végesség-végtelenség problémája, vagy a dimenziók vonatkozásában már affinitása van a térrel kapcsolatos intuíciónak, határozottan valljuk, hogy ez az intuíció a térbeli végtelenséget tekintve kikerülhetetlenül az eukleidészi képzetekhez fog közelebb állni, s semmiképpen sem a Bolyai-Lobacsevszkij-, vagy a Riemann-féle geometriához. (Jelen munka szempontjából egyébként ez az állítás ebben a szigorúságában nem szükséges. Itt elég csak annyi, hogy az európai racionalizmus tradíciójában ilyenné válik térszemléletünk — illetve a térrel kapcsolatos „intuíciónk" — s ezt az sem vitathatja, aki az általunk adott kategorikusabb megfogalmazás helyességében kételkedik.)

Végül — de nem utolsó sorban — monográfiánkban jelentős szerepe van az *Ockham-borotva* néven ismert metodológiai kritériumnak. Az „Ockham-borotván" természetesen nem az eredeti, középkori eszmét értjük, hanem annak az újkori természettudományba átöröklődött változatát. Szűkebb értelemben véve ez a kritérium azt követeli meg, hogy tartózkodjunk a reprodukálni kívánt jelenségek leírása és megértése szempontjából fölösleges entitások bevezetésétől. Szélesebb értelmezésben véve pedig

arra vonatkozik, hogy minden fölösleges, vagy elvileg falszifikálhatatlan hipotézist el kell kerülnünk, s a lehetőségek szerint már létező teóriák segítségével kell megragadnunk az új, vagy a még ismeretlen jelenségeket. Az így értelmezett Ockham-borotva rokon a gondolatökonómia elvével, s bár a kettő nem teljesen ekvivalens, könyvünkben az „Ockham borotvája" terminussal egyben a gondolatökonómia elvére is utalunk, hogy így megtakarítsuk „az Ockham-borotva és a gondolatökonómia elve" szókapcsolat permanens használatát.

Arra törekedtünk, hogy monográfiánkban a modern kozmológiának olyan nem hagyományos megközelítését és értelmezését adjuk, amely lehetővé teszi, hogy mélyebben megértsük ezt a tudományágat, s ennek során szerettünk volna egy-két új szempontot is nyújtani e tárgy földolgozásához. Annak eldöntése, hogy ez mennyiben sikerült nem a szerző föladata. Monográfiánk alapgondolatán túl, amely szerint a standard paradigmát fetisizáló interpretációkban a természettudományos világmegértés határai reflektálódnak, talán ilyen újszerű gondolatot tartalmaz az a megközelítési mód, amely a standard paradigmában — és általában az egész modern fizikában — az általunk *Bruno-Wundt-féle elv*nek nevezett metodológiai metakritérium és az *Ockham-borotva* sajátos konfrontációját látja, s amely kozmológiánk „választhatóságát" a modern kozmológia kontextusában e két metodológiai kritérium szembekerülésének függvényeként értelmezi. Ami a részleteket illeti: tudomásunk szerint a fölfúvódó világegyetem elméletéről még nem készült eddig részletes, áttekintő tudománytörténeti- tudományfilozófiai elemzés. Azt, hogy a szemléletesség problémája Einstein elméletével kapcsolatosan kezdetben még a relativitáselmélet híveinek metateoretikus elemzéseiben is hangsúlyozottan szerepelt, ma már ritkán szokták fölidézni. Így remélhetőleg könyvünk ezzel foglalkozó fejezete sem csak közismert dolgokat tartalmaz. Az utolsó fejezetnek tárgyával viszont ma sokan foglalkoznak, hiszen egy ma divatos eszméről, az *antropikus kozmológiai elv*ről van benne szó. A vele foglalkozó tanulmányok általában csupán egy újfajta design-argumentumot, a teleológiának a természettudományba történő visszacsempészését látják ebben a princípiumban — vagy pedig egy olyan probléma reflektálódását, amelyet a tudományos megismerés előrehaladása majd megold. Mi viszont arra próbálunk rámutatni, hogy az antropikus kozmológiai elv jóval több egy új design-argumentumnál: benne a természettudományos világleírás és világmegértés határai tükröződnek.

I. Rész

A standard paradigma és a fölfúvódó világegyetem

1. Einstein 1917-es kozmológiai dolgozata: a természettudományos kozmológia század eleji paradigmaváltásának kezdete

1.1. Bevezetés

A természettudományos kozmológia XX. századi paradigmaváltása Einstein 1917-es kozmológiai dolgozatával kezdődött. S itt elsősorban nem arra a szűkebb — fizikai — paradigmaváltásra gondolunk, amely abban jelentkezett, hogy *Newton* gravitációelméletének szerepét a kozmológia vonatkozásában is *Einstein* általános relativitáselmélete vette át. Ennek a gravitációelméletek történetét tekintve jelentős paradigmaváltásnak nem szükségképpen kellett ilyennek lennie a kozmológia vonatkozásában is. Einstein dolgozata azért volt szerintünk fordulópont a kozmológia történetében, mert a *Zöllner*-féle előzmény[1] után először fogalmazta meg természettudományos szempontból legitim formában azt a lehetőséget, hogy a világegyetem térstruktúráját nem-eukleidészi geometriájú, véges, de határtalan modell írja le.

[1] J. C. Fr. Zöllner német fizikus és csillagász volt, akinek tevékenysége a XIX. század második felére esik, s aki a német romantikus természetfilozófia hagyományaihoz kapcsolódva egyik fő feladatának azt tekintette, hogy a német természettudományos gondolkodást megmentse a „szellem szerepét degradáló", materialista-pozitivista tradíciótól. Ennek részeként Zöllner aktívan foglalkozott a spiritizmussal, s azt állította, hogy a térnek van negyedik dimenziója, ahová a körülöttünk lévő tárgyak nyomtalanul eltűnhetnek, majd onnan visszatérhetnek hozzánk. Zöllner az üstökösökről írt munkájának függelékében veti föl annak lehetőségét, hogy a világegyetem tere metrikusságában véges, ám mégis határtalan — úgy ahogyan ez a Riemann-féle geometriában lehetséges. Ehhez a föltevéshez elsősorban termodinamikai megfontolások alapján jut, s ennek során nem keveri bele érvelésébe a spiritizmust, vagy a tér negyedik dimenzióját. Ezzel együtt is figyelemreméltó tudománytörténeti tény azonban, hogy a spiritizmusra hajló Zöllnernél jelenik meg először a szférikus világegyetem hipotézise. Vö.: Zöllner, J. C. Fr.: *Über die Natur der Cometen.* Dritte Auflage. Leipzig: Engelmann, 1872. 299-312. o.

Amíg Zöllner termodinamikai megfontolásokon alapuló hasonló modellje hatástalan maradt a tudomány történetében, addig Einstein modellje meghatározóvá vált a világegyetemmel kapcsolatos XX. századi kozmológiai elképzelések szempontjából. Úgy tűnik, hogy ebben két faktor játszott fontos szerepet. Egyrészt az, hogy Einstein modelljét az általános relativitáselmélet (a továbbiakban: ÁRE) keretében alkotta meg. Bár ez az elmélet akkor még vitatott volt a fizikusok között, a speciális relativitáselmélet sikere következtében a figyelem középpontjában állott, s ez Einstein kozmológiai dolgozatát is hamar ismertté tette. Másrészt Einstein kozmológiai egyenletéről később kiderült, hogy a hozzávett előföltevésekkel együtt sem determinálja egyértelműen a világegyetem szerkezetét, hanem újabb modellek deriválhatóak belőle. A később talált megoldások egy csoportja — konkrétan az expandáló modellek — és az empirikus kozmológiai megfigyelések között kialakuló korreláció pedig visszafelé megnövelte Einstein kozmológiai megfontolásainak jelentőségét.

A véges, de határtalan világegyetem lehetőségének természettudományos tételként történő megfogalmazása a kozmológiai paradigmaváltásnak ontológiai vonatkozású mozzanata. Ugyanakkor azonban a kozmológiai egyenlet kapcsán beszélhetünk egy ismeretelméleti-módszertani mozzanatról is. Amikor Einstein gravitációelméletét a világegyetem egészére alkalmazta, ezzel ahhoz a *Seeliger*[2] és *Neumann*[3] nevével jelzett korábbi hagyományhoz kapcsolódott, amely a gravitáció törvényeinek segítségével próbált meg elméleti információt szerezni a kozmosz nagyléptékű struktúrájáról. Amíg azonban Seeliger és Neumann a végtelen, üres térben elhelyezkedő anyag véges vagy végtelen eloszlásának következményeit vizsgálta, addig az Einstein-féle kozmológiai egyenletben még nincsen szó a végesség-végtelenség problémájáról sem a tér, sem az idő vonatkozásában, pusztán két ontológiai jellegű, de módszertani funkciót ellátó előföltevésről: a Mach-elv érvényességéről, illetve az univerzum gravitációs mezejének homogenitásáról és izotrópiájáról.[4] Tekintettel arra, hogy

[2] Seeliger, H. von: „Über das Newton'sche Gravitationsgesetz." in: *Astronomische Nachrichten, 137.* (1894.) 129-135. o.

[3] Neumann, C.: *Allgemeine Untersuchungen über das Newton'sche Prinzip der Fernwirkung.* Leipzig: Teubner, 1898.

[4] A tér homogenitása itt azt jelenti, hogy a kozmológiai dimenzióban a különböző tértartományok megközelítőleg egyformák: a térben nincsenek kozmo-

az ÁRE-ben a tér és az anyag — még általánosabban: a tér-idő és az anyag — elválaszthatatlanok egymástól, *Einstein kozmológiai tanulmánya a kozmológiai egyenleten keresztül a világegyetem térbeli végességének vagy végtelenségének kérdését mind a tér, mind pedig az anyag vonatkozásában a gravitációs alapelmélet* — azaz az ÁRE — *függvényévé tette.*

1.2. A szférikus — véges, de határtalan — világegyetem eszméjének megszületése Einstein kozmológiai dolgozatában

Einstein kozmológiai dolgozatát általában úgy szokták tárgyalni, mint az ÁRE kozmológiai alkalmazását, azaz az új gravitációelmélet kiterjesztését az univerzum egészére. Az, hogy ez a dolog nem ilyen egyszerű, és az ÁRE, valamint a relativisztikus kozmológia viszonya nem egy, hanem kétirányú „utca", Pierre *Kerszberg* nemrégiben megjelent tanulmányából világosan kiderül: Kerszberg ebben az Einstein-De Sitter levelezés anyagát fölhasználva megmutatja, hogy Einsteint kozmológiai vizsgálódásaiban nem egyszerűen a világegyetem szerkezete iránti érdeklődése vezette, hanem sokkal inkább az a törekvés, hogy kielégítő kozmológiai keretfeltételeket találjon ahhoz, hogy bizonyos lokális fizikai jelenségek — konkrétan a forgó testekben föllépő inerciális erők — magyarázhatóvá váljanak az ÁRE és a Mach-elv segítségével.[5] *Így Einstein kozmológiai dolgozatában nem egyszerűen egy lokális jellegű elmélet kozmológiai kiterjesztéséről volt szó, hanem sokkal inkább a lokális alkalmazhatóság kozmológiai keretfeltételeinek kutatásáról. Ezért a relativisztikus kozmológia és az ÁRE lokális alkalmazása egymást kölcsönösen föltételezik.*

---

lógiailag kitüntetett helyek vagy régiók. A kozmikus homogenitás előföltevését a „*kozmológiai*" vagy „*kopernikuszi*" posztulátum elnevezéssel jelölik napjainkban. Az izotrópia azt jelenti, hogy nincsen a térben kitüntetett irány. Így a Föld-középpontú modell inhomogén, hiszen a középpont benne kitüntetett hely. Demokritosz kavargó atomokból álló világegyeteme ezzel szemben kozmológiai méretekben homogén, hiszen mindenütt a kavargó atomok, s az ezekből álló világok jellemzik, viszont anizotróp, mivel az atomok zuhanása megkülönbözteti egymástól a „fölfelé" és a „lefelé" irányát. A kozmológiai posztulátumba tágabb értelemben a homogenitás mellett az izotrópiát is bele szokták érteni.
(Vö. még: Weinberg, S.: *Az első három perc.* Bp.: Gondolat, 1982. 29-32. o.)

[5] Kerszberg, Pierre: „The Relativity of Rotation in the Early Foundations of General Relativity." in: *Studies in History and Philosophy of Science 18/1.* (March, 1987) 53-79. o.

Einstein szóban forgó dolgozatának elején rövid, reflexiószerű elemzés formájában érinti a newtoni gravitációelmélet kozmikus peremértékproblémáit,[6] majd — a relativitáselmélet keretében folytatott elemzés kezdeteként — rögzíti a Mach-elv néven ismertté vált követelményt:

> „Egy következetes relativitáselméletben nem lehetséges tehetetlenség a térhez képest, hanem csak kölcsönösen a tömegek között. Így ha egy tömeget a világ többi tömegétől elég messze eltávolítunk, tehetetlenségének nullává kell válnia."[7]

E tézis megfogalmazása után Einstein — föltételezve azt, hogy a koordinátarendszer megválasztható oly módon, hogy a gravitációs mező minden pontban térbelileg izotróp legyen — vizsgálat alá veszi elfogadásának matematikai következményeit végtelen világegyetem esetében, majd ennek eredményeképpen megállapítja, hogy az ily módon megkövetelendő peremföltételek összeegyeztethetetlenek az empirikus eredetű csillagászati ismeretekkel: azzal a tapasztalattal, hogy választható olyan vonatkoztatási rendszer, melyben a csillagok mozgásának sebessége elenyészően kicsi a fény sebességéhez képest.[8] Ennek az eredménynek a birtokában, ha továbbra is ragaszkodunk az univerzum térbeli végtelenségéhez, két lehetőség marad a számunkra, hangsúlyozza Einstein:

a.) A bolygómozgások vizsgálatánál megadott peremföltételekkel dolgozunk.

b.) Lemondunk arról, hogy a térbeli végtelenre vonatkozólag általános peremföltételeket adjunk meg.[9]

Mivel a b.) lehetőség választása azt jelentené, hogy lemondunk a tulajdonképpeni probléma megoldásáról, az a.) pedig éppen a Mach-elv föladásával ekvivalens, Einstein mind a kettőt elutasítja.[10] *S itt, ezen a helyen érkezik el Einstein dolgozata a tudománytörténeti jelentőségű fordulóponthoz: a térbelileg véges, de határtalan, szférikus — Riemann geometriájú — világegyetem hipotéziséhez.* A véges és határtalan, szférikus

[6] Einstein, Albert: „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie." *Sitzungsberichte der Königliche Preussischen Akademie der Wissenschaften.* 1917. február 8. 142-143. o.

[7] 145. o.

[8] 146. o.

[9] 147. o.

[10] U.o.

világegyetem a gordiuszi csomó kettévágását jelenti számára: annak a metrikus végtelenségnek az elvetését, amely ellenállt a megkívánt peremföltételeknek.

A tér szférikusságára vonatkozó fönti hipotézisét a korábban megadott előföltevések megőrzése mellett Einstein még két továbbival egészíti ki: a homogenitás elvével, amelyre ma a „kopernikuszi posztulátum" kifejezéssel hivatkoznak (e szerint az anyag kozmikus eloszlása a statisztikus ingadozásoktól eltekintve egyenletesnek mondható) és a világegyetem kvázi-statikusságával (amelyet Einstein a megfigyelhető kis csillagsebességek következtében tart megalapozottnak).[11] Természetesen rögtön fölvetődik a kérdés: kielégítheti-e az einsteini mezőegyenletet az ilyen kiegészítő föltételekkel összekapcsolt szférikus világegyetem? A kérdésre Einsteinnek megint tagadólag kellett válaszolnia: a fönti föltételeknek (a szférikusságnak, a statikusságnak, a homogenitásnak és az izotrópiának, valamint a Mach-elvnek) eleget tevő világegyetemnek megfelelő matematikai leírásra nem teljesül az ÁRE mezőegyenlete.[12] Ám ezen a ponton Einstein megint kiutat talál: annak érdekében, hogy a fönti föltételeknek eleget tegyen, az általános relativitáselmélet alapegyenletét módosítja a később kozmológiai tagként ismertté vált formulával.[13]

> „Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a térben található anyag akkor is pozitív görbületet eredményez, ha nem vezetjük be az utólagos tagot; erre csak azért volt szükségünk, hogy az anyag kvázi-statikus eloszlását lehetővé tegyük, ami a kis csillagsebességek tényének felel meg" —

fejezi be végül Einstein a dolgozatot, erre a kozmológiai tagra reflektálva.[14] (Az, hogy ez a reflexió téves, s Einstein szándékával ellentétben az anyag negatív görbületet is eredményezhet, s ráadásul még az üres tér sem semleges, hanem szintén görbülettel rendelkezhet, nem sokkal később, De Sitter és Fridman kozmológiai megoldásai alapján derült ki.)

---

[11] 148-149. o.
[12] 150. o.
[13] 151. o.
[14] 152. o

1.3. A szférikus világegyetem-modell mint a kozmosz térbeli végességének vagy végtelenségének megválaszolására irányuló klasszikus kozmológiai probléma újszerű megközelítése

A. Zöllner és Einstein világegyetem-modelljéig a nem-eukleidészi terek fizikai alkalmazása csak lokális dimenziókban merült föl, mint az éter, vagy a gravitációs tér — illetve az ÁRE esetében már tér-idő kontinuum — struktúrájának leírására használt eszköz. A kozmológiai végesség-végtelenség probléma tárgyalásának új, korábban nem létező perspektívája azonban csak azáltal születhetett meg, hogy a tér „görbültségének", — szférikusságának — fogalma a lokális dimenziókon túl a világegyetem — azaz a fizikai létezők totalitásának — egészére került alkalmazásra. A görbült tér fogalma lokális és globális alkalmazásának ezen különbözőségével maga Einstein is tisztában volt:

> „Abban az esetben, ha vizsgálódásunk helyes, a tényleges világ (tatsachliche Welt) teoretikus értelmezése a következő: a tér görbülete az anyag eloszlásának függvényeként idő és hely szerint változik, ám nagyban egy szférikus tér által közelíthetjük meg"[15] —

írja kozmológiai dolgozatában erről a különbözőségről. *S nem a lokális, hanem csak a kozmológiai alkalmazásban állhatott be fordulat a világegyetem térbeli szerkezetével kapcsolatos hagyományos dilemmában! Az így keletkező szférikus modell ugyanis úgy szünteti meg a korábbi évszázadokra jellemző modell térbeli végtelenségét, s úgy tér vissza a világegyetem végességének eszméjéhez, hogy ennek során megőrzi a végtelen modell térbeli végtelenségének egyik mozzanatát: határtalanságát.* Ehhez azonban előbb szét kellett hasadnia két, eddig egymást szorosan föltételező, egymással azonosuló fogalomnak: a térbeli *határoltság* és a térbeli *végesség* fogalmának. E fogalmak szétválasztását — mint tudjuk — matematikai oldalról a *Bólyai* és *Lobacsevszkij* által megkezdett úton továbbhaladó *Riemann* tette meg.[16] Ám *Zöllner* és *Einstein* voltak azok, akik ezt az új

---

[15] U.o.

[16] Vö.: Riemann, B.: „Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen." (1854) in: Weyl, H., Landau, E., Riemann, B.: *Das Kontinuum und andere Monographien.* New York: Chelsea, 1954. 1-22. o., különösen 18. o.

fogalomrendszert a világegyetem egészére vonatkoztatták, megalkotva a határtalanságában végtelen, de volumenében, metrikusságában mégiscsak véges világegyetem modelljét. A zöllneri-einsteini világegyetem visszatérés a Bruno-féle nyílt világegyetemtől Arisztotelész zárt világához, de úgy, hogy megőrzi a Bruno-féle határtalanságot. Ennyiben ez az új modell nem tagadja teljesen Bruno tanítását: inkább egyfajta — a tagadás tagadása spiráljának harmadik fázisát alkotó — szintézis. A határoltan véges *tézis* és a határtalanul végtelen *antitézis* sajátos *szintézise*: véges határtalanság. Ősformája ennek a világegyetem-modellnek a legtökéletesebbnek tartott mértani test, a gömb, de oly módon, hogy e tökéletes ősformának egyetlen tökéletlenségét: határoltságát, korlátozottságát is kiküszöböli.

B. Einstein modellje azzal, hogy a metrikus végtelent eltávolította a világegyetem jellemzői közül, eltüntette egyben a gyakran Seeliger nevével összekapcsolt gravitációs paradoxont is.[17] (Az általánosan elterjedt véleménytől eltérően azonban a Chéseaux-Olbers paradoxon néven ismert fotometriai paradoxon ebben a modellben sem szűnik meg.[18]) A Riemann-féle geometria a metrikus végesség és a határtalanság fogalmát szétválasztva egy új, korábban ismeretlen logikai lehetőséget tárt föl, s egy új — megelőzően lehetetlen — fogalomvilágot hozott létre gondolkodásunk számára. A gravitációs paradoxon föloldásánál Einstein ezt az új fogalomvilágot használta föl, s ebből a szempontból a Riemann-féle geometria tekinthető úgy is, mint *szerencsés, hatékony technikai eszköz* e paradoxon kezelésére. Ebben a megközelítésben a Riemann-féle geometria és az einsteini modell kapcsolata esetlegesként jelenik meg: a matematika belső fejlődésében szerencsés módon kialakult egy új fogalomrendszer,

[17] Newton elmélete alapján végtelen világegyetemben a gravitációs hatásnak minden pontban végtelen nagynak kellene lennie. E paradoxont C. Neumann és H. von Seeliger fedezte föl.

[18] Egyszerű számításokkal belátható, hogy ha a világegyetem térbelileg végtelen, s mindenütt egyformán csillagokkal van kitöltve, az éjszakai égboltnak a Nap fényességével kellene ragyognia. Így a világegyetem végtelenségét állító teória számára az éjszakai sötétség paradox tényállást jelent. Ezt a paradoxont Einstein modellje nem szünteti meg! (A paradoxont J. P. Loys de *Chéseaux* majd Wilhelm *Olbers* fedezte föl 1744-ben, illetve 1823-ban. A tárggyal foglalkozó két klasszikus tanulmány eredetijének kópiája megtalálható: St. Jaki (Jáki Szaniszló) *The Paradox of Olbers' Paradox* című monográfiájának függelékében. New York: Herder and Herder, 1969. 249-250, ill. 253-264. o.)

egy új geometriai elmélet, amelyet Einstein fölhasználhatott — írhatjuk ekkor a geometria és az új kozmológia kapcsolatáról. *Ám végiggondolva azt az utat, amelyen a geometria e belső fejlődése eljutott a Riemann-geometriáig, egy mélyebb összefüggést is megfogalmazhatunk.* Gondoljunk csak arra, hogy a geométerek számára évszázadokon keresztül éppen a *végtelenség* okozott problémát a párhuzamossági axiómával kapcsolatban! Ez az axióma a metrikus végtelenre fogalmaz meg állítást, s éppen ezért voltak évszázadokon keresztül elégedetlenek vele a geometriával foglalkozó gondolkodók, ezért törekedtek arra, hogy levezessék ezt az axiómát más, a végtelen által nem „fertőzött" axiómákból. A Riemann-féle geometriához pedig végül éppen ez a törekvés vezetett el. Mind a geometriában, mind pedig a kozmológiában tehát a *metrikus* végtelennel volt baj valamiképpen, s ezért logikusnak tűnik az, hogy az egyik — a geometriai — oldalon nyert megoldás a másik — a kozmológiai — oldalon is hatásosnak bizonyult. *Így tekintve a dolgot mindkét oldalon a végtelenség-eszme redukálását fedezhetjük föl, s ennek következtében a Riemann-féle geometria és az einsteini modell között a pusztán technikai jellegű kapcsolatnál mélyebb összefüggést föltételezhetünk.* A legradikálisabban e vonatkozásban talán Sir Arthur Eddington fogalmazott:

> „A zavart a (metrikus) végtelen furcsa mennyisége okozza, amelyhez *ésszerűen gondolkodó* fizikusnak nem lehet köze" —

írta *A természettudomány új útjai* című könyvében.[19]
(Kiem.: Sz. L.)

[19] Eddington, A. S.: *A természettudomány új útjai.* Bp: Franklin Társulat, év nélkül, 208. o.

1.4. A szférikus modell és intuitív térszemléletünk

A. Einstein véges világegyetemével kapcsolatban közismert az a hasonlat, amely a háromdimenziós gömb felszínén mászó hangyák, vagy a gömb héjában élő kétdimenziós lények segítségével próbálja meg érzékletessé és szemléletessé tenni a világegyetem szférikus térszerkezetét.[20] E hasonlatban a háromdimenziós térnek a kétdimenziós gömbhéj felel meg, míg a gömbhéjban élő lényeknek mi magunk, a hasonlat címzettjei. E kétdimenziós lények, bár nem ismerik a harmadik dimenziót, mégis, mérések segítségével kideríthetik, hogy világuk szférikus. Például kiderül számukra, hogy a háromszögek szögeinek összege nem egyenlő 180 fokkal, mint a síkban, vagy ha például elindulnak egy egyenes mentén előbb-utóbb visszatérnek kiindulóhelyükre, stb. Ez a népszerűsítő irodalom által kedvelt hasonlat[21] azonban igen megtévesztő lehet, mert nem ragadja meg igazán a szférikus világegyetem-modell lényegét. Ha komolyan vesszük ezt a hasonlatot, az következik belőle, hogy a szférikus tér görbülete egy külső, negyedik dimenzióval van kapcsolatban, s e következmény alapján a szférikus világegyetem — akárcsak a gömb — végességével együtt egyben határoltnak is tűnik. A szóban forgó hasonlatot az teszi problémássá, hogy eukleidészi struktúrával próbálja meg szemléltetni a nem-eukleidészi struktúrájú, szférikus teret, — sőt: el is hiteti az olvasókkal azt, hogy ez szemléletessé tehető. Pedig a szférikus, Riemann-féle modell lényege éppen az, hogy nincs benne negyedik dimenzió, nincs hozzá képest „külső", négydimenziós világ, amelyben az „elhelyezkedhetne", hanem egyszerűen arról van szó, hogy tere nem-eukleidészi szerkezetű. Ha ennek hangsúlyozását elmulasztjuk, akkor a fönti hasonlat súlyosan félrevezetővé, s így téveszmék forrásává válhat: *az olvasóban, akinek a szférikus, nem-eukleidészi teret szeretné leírni, éppen az eukleidészi, szemléletes fogalmakat és képzeteket rögzíti meg.*

Egy ilyen, a bírált hasonlat nyomán keletkező félrevezető asszociáció a hiányzó negyedik dimenziót az idődimenzióval azonosíthatja: „Nem

[20] Pl.: Fridman, A. A.: „Mir kak posztransztvo i vremja." In: *Izbrannije trudi.* Moszkva: 1966. 318. o. (Fridmant német és angol nyelvterületen „Friedmann"-nak, vagy „Friedman"-nak szokták írni.)

[21] A hasonlatot megtaláljuk Einsteinnél: *A speciális és az általános relativitás elmélete.* Bp.: Gondolat, 1973. 105-110. o. Einstein e könyvének megjelenése óta e hasonlat standardan jelen van a relativisztikus kozmológiát népszerűsítő könyvekben.

a tér, hanem az einsteini tér-idő kontinuum a szférikus", „a tér az idődimenzióban görbült" — alakulhatnak ki Einstein modelljének különböző helytelen értelmezései, amelyek azután átcsúszva a filozófiai-világnézeti vitákba, zavarokat, meg nem értést okozhatnak e területen is. *Einstein kozmológiája azonban nem a tér-idő, hanem kifejezetten a tér nem-euklideszi, szférikus szerkezetét állítja, míg az időtengely mentén végtelen és nyitott.* (Ezért is szokás „cilinder világ"-ként reflektálni rá.[22])

Maga a „tér görbültsége" természetesen szintén félrevezető fogalom, hiszen érzéki, szemléletes hasonlattal igyekszik szemléletessé tenni azt, ami a lényege szerint nem-érzéki, nem-szemléletes. Ugyanígy helytelen a szférikus világegyetemmel kapcsolatban emlegetett körpályán futó, s így a kiindulópontjába visszaérkező fénysugár hasonlata: e hasonlatban ugyanis a fénysugár szintén eukleidészi körön fut végig, míg a szférikus világmodellben egyenes mentén halad: egy nem-eukleidészi térstruktúra egyenese mentén. *Ha ez a nem-eukleidészi egyenes egy eukleidészi körrel — vagy tetszőleges zárt eukleidészi vonallal — volna azonosítható, a szférikus tér sem lenne más, mint eukleidészi gömb az eukleidészi térben.* Természetesen a nem-eukleidészi geometriák modellezhetőek az eukleidészi térben, eukleidészi idomokkal — sőt: a geometria történetében jelentős szerepet játszott az ilyen modellek fölfedezése. Ezekre hivatkozva azt állítani azonban, hogy a nem-eukleidészi terek szemléletessé tehetőek, *logikai hiba*: ezek a modellek eukleidészi idomok, eukleidészi térkonfigurációk, s így eukleidészi voltuk következtében szükségszerűen szemléletesek. *A nem-eukleidészi geometriák eukleidészi modelljei azonban nem azonosak magukkal a nem-eukleidészi terekkel, amelyek továbbra sem válnak szemléletesekké.*

B. A „görbültség" terminológiájának szó szerinti értelmezése két jellegzetes gondolattársítást sugallhat. Ezek közül az egyiket — a negyedik dimenzióval kapcsolatosat — már említettük. Eszerint ahogyan a kétdimenziós felület a harmadik dimenzióban görbült, úgy a háromdimenziós Riemann-féle tér egy negyedik dimenzióban görbült, s azt egy négydimenziós tér tartalmazza. E fölfogásban — amely a nem-eukleidészi geometriák kapcsán már jóval Einstein előtt megjelent, s a XIX. században többek között olyan népszerű természettudósok is terjesztették, mint

[22] Lásd pl.: Harrison, E. R.: *Cosmology.* Cambridge, New York, London....: Cambridge University Press, 1981. 156., 294. o.

Helmholtz[23] — az einsteini szférikus világegyetem nem más, mint egy négydimenziós gömb háromdimenziós „fölszíne". Kétségen kívül matematikailag leírható így e modell: maga Einstein is a négydimenziós matematikai tér segítségével vezeti be matematikailag e modellt dolgozatában.[24] Ám sehol sincs Einstein elméletében szó arról, hogy a fizikai térnek egy negyedik dimenziója is volna.[25]

A másik jellegzetesen téves asszociáció a szférikus világegyetem-modellekkel kapcsolatosan az, amely bennük a régi, hagyományos értelemben véges világegyetem eszméjét látja föléledni, s a szférikus világegyetem végességét a gömb végességéhez hasonlóan egy nagyobb objektum részét alkotó tértartomány, vagy egy üres tér által határolt objektum végességeként képzeli el. Ez az asszociáció a végesség és a határoltság természetes, érzéki térszemléletünk számára fönnálló elválaszthatatlanságán alapul, s végessége következtében egyben határokat is tulajdonít a szférikus világegyetemnek. Ez a gondolattársítás jelentős szerephez jutott később a relativisztikus kozmológia metrikusan véges modelljeinek fogadtatásában, s olyan szerzőknél is megtalálható, mint például a szovjet Sz. T. *Meljuhin* vagy V. I. *Szvigyerszkij*.

> „A Riemann-féle tér szerkezete hasonlít a Föld felületének alakjára, amelynek nincs sehol sem határa, de ennek ellenére véges" —

állapítja meg például Meljuhin *A véges és végtelen problémája* című könyvében.[26] Ám nem sokkal később a következőket írja:

> „... (a szférikus, véges modell hívei szerint) a tudomány a világegyetem határaihoz közeledik! Nehéz megmondani, hogy vajon az efféle következtetések szerzői komolyan

[23] Vö.: Helmholtz, H. von: „The Origin and Meaning of geometrical Axioms." *Mind 1.* (1896) 301-321. o.

[24] Einstein: „Kosmologische Betrachtungen..." 149. o.

[25] A négydimenziós Riemann-féle teret elképzelhetjük matematikailag tízdimenziós euklideszi térbe ágyazva, „ennek a magasabbdimenziós térnek azonban nincsen fizikai jelentése" — írja pl. az egyik nemzetközileg elismert relativitáselméleti tankönyv: Stephani, Hans: *Allgemeine Relativitätstheorie*. Berlin: Deutscher Verlag, 1988. 56. o.

[26] Meljuhin, Sz. T.: *A véges és a végtelen problémája*. Bp.: Gondolat, 1959. 193. o.

hiszik-e azt, hogy az általuk kiszámított határokon túl semmiféle világ, s semmiféle tér nem létezik."[27]

Először Meljuhin azt hangsúlyozta, hogy a Riemann-féle tér határtalan, azután pedig mégis a szférikus, Riemann-terű modell határairól beszél. Mivel magyarázható ez a súlyos logikai következetlenség? Azzal, hogy térszemléletünk a szférikus, Riemann-terű modelleket csak kétféle módon képes megjeleníteni: vagy metrikusan is végtelenként, vagy határoltként, mint a végtelen eukleidészi tér részét, — s Meljuhin nem tud elvonatkoztatni intuitív térszemléletünktől. Hasonló álláspontot fedezhetünk föl Szvigyerszkij *Tér és idő* című művében, ahol a szerző a végességnek és a határoltságnak Riemann-féle distinkcióját sem teszi meg, s így minősíti „idealistának", „burzsoának" a szférikus modelleket.[28] Mint korábban láthattuk, az Einstein-féle statikus modell és a későbbi Fridman-Lemaître-féle véges, expanziós modellek az előbbiekben bemutatott állásponttal szemben nem a véges világegyetem hagyományos, arisztotelészi és keresztény eszméjének újraéledését jelentették: *Ezek a modellek a régi, véges modellekkel szemben abszolut végesek, mert eltűnt belőlük a véges világszigetet körülölelő üres tér — vagy az ezt helyettesítő isteni szféra — s ugyanakkor mégis abszolut végtelenek hozzájuk képest, mert sehol sincsen „végük", határuk, rajtuk kívül valóban semmi sem létezik, még a végtelen űrként tételezett „semmi" sem.*

E szakasz összegzéseképpen tehát megállapíthatjuk: az Einstein-féle szférikus modellel olyan kozmológiai paradigma jelent meg a tudományos gondolkodásban, melynek világegyeteme nem egyeztethető össze intuitív térszemléletünkkel. Mindazok a hasonlatok és szemléltető modellek, amelyek arra szolgálnak, hogy a szélesebb nyilvánosság előtt népszerűvé tegyék az ilyen modelleket, félrevezetőek. Azok az értékelések pedig, amelyek Einstein modelljében a középkori teológia végesség-eszméjét vélik helytelenül fölelevenedni, éppen e modell nem-szemléletes voltának esnek áldozatul.

---

[27] 193-194. o.

[28] Szvigyerszkij, V. I.: *Tér és idő.* Bp.: Gondolat, 1959. 193. o.

1.5. A szemléletesség követelménye: a Bruno-Wundt-féle elv

Eddig az ÁRE-re alapozott relativisztikus kozmológia fogalmi keretében vizsgáltuk Einstein modelljét. Ennek az elméletnek egyik nagyon fontos előföltevése, hogy a reális, „fizikai" tér nem-eukleidészi szerkezetű is lehet. Ám egy másik lehetséges álláspont alapján ezt az előföltevést el is vethetjük. E szerint a nem-eukleidészi terek előbbiekben elemzett nem-szemléletes, elképzelhetetlen, s így a mindennapi tudat, — illetve a „józan ész" — számára abszurd volta kizárja azt, hogy a valóságos tér ilyen legyen. „Lehetséges-e az, hogy természetes, intuitív térszemléletünkkel és józan eszünkkel ennyire szembenálló elmélet helyesen írja le a világegyetemet? Lehetséges-e az, hogy a kozmosz valósága ennyire ellentmondjon a józan észnek?" — fogalmazhatjuk meg a szkepszist kifejező kérdéseket ezen álláspont alapján. S itt, ezekben a kérdésekben többről van szó, mint a mindennapi, naiv tudat és az elvont elméletekkel dolgozó tudomány szembenállásáról, konfliktusáról. Gondoljunk csak arra, hogy a középkori skolasztikával vitatkozó, születőfélben lévő újkori természettudomány, majd később a fölvilágosodás éppen erre a józan észre hivatkozik a babonákkal és a vallásos dogmákkal szemben! Ott cseng ez a józan ész Galileo Galilei írásában, amikor a skolasztikusok Arisztotelészével vitatkozik,[29] de megtalálhatjuk Giordano Brunónál is, amikor Arisztotelész kozmológiai nézeteit, közöttük a világegyetem végességével kapcsolatos állítását bírálja.[30] Bruno érvelési módja azért is jelentős a számunkra, mert éppen a kozmikus végesség-végtelenség problémával kapcsolatosan hivatkozik természetes, intuitív térképzeteinkre, s ezt tudatosan összekapcsolja a józan ész fogalmával. Ennyiben annak az álláspontnak, amely a szemléletesség és a józan ész követelményét állítja szembe a relativisztikus kozmológiai modellekkel, már Brunónál előzménye van, hiszen a

[29] Pl.: „Ha az égitestek hozzájárulnak a Földön végbemenő keletkezésekhez és elmúlásokhoz, szükségképpen maguknak is változóknak kell lenniük, különben a Hold vagy a Nap minden igyekezete, hogy életet fakasszon a földön, nem lehetne eredményesebb, mintha valaki márványszobrot fektetne a menyasszony mellé és azt várná, hogy ilyen frigyből gyermek szülessen." Galilei, Galileo: „Dialógus a két nagy világrendszerről". In: *Bruno, Galilei, Campanela*, Bp.: Művelt Nép, 1952. 77. o.

[30] Bruno, Giordano: „A végtelenről, a Világegyetemről és a világokról" In: *Két párbeszéd.* Bp.: Magyar Helikon, 1972.

véges, de határtalan világegyetem eszméje legalább annyira abszurd térszemléletünk számára, mint az Arisztotelész-féle világé, határolt terével, különös külső szférájával.

> „Ha a világegyetemet a tőlünk kifejtett értelemben végtelennek tesszük föl, megnyugszik elménk, míg az ellentétes fölfogásból mindig számtalan nehézség és képtelenség származik" —

írja Bruno.[31] S tagadhatatlan, hogy az Einstein-féle kozmológia ilyen — *intuitív térszemléletünk*, s *józan eszünk* számára — nehézségeket és képtelenségeket szülő világegyetemet konstruál.

A szférikus modellnek ez a fajta elutasítása — első pillanatra bármilyen meglepő is ez — régebbi keletű mint a relativitáselmélet: W. *Wundt*, a neves XIX. századi pszichológus *A kozmológiai probléma* című dolgozatában részletesen bemutatja a különböző akkor lehetségesnek tartott világmodelleket, s ennek részeként foglalkozik Zöllner hipotézisével is[32]: a kozmológiai probléma megoldását keresve az egyik lehetséges út az, hogy a térrel kapcsolatos képzeteinket oly módon változtassuk meg, ahogyan ezt Riemann tette a végesség és a határoltság fogalmának szétválasztásával — írja Wundt erre a modellre utalva.[33] Ám mégsem tekinthetjük ezt a szemléletváltást — és ehhez kapcsolódóan Zöllner modelljét — a probléma tényleges megoldásának — folytatja tovább elemzését — mivel

> „képzelőtehetségünk számára (für unseres Vorstellungsvermögen) túl kemény elvárás, hogy az univerzum olyan képzeténél (Vorstellung) megnyugodjék, amit egyáltalán nem lehet elképzelni (... von der es sich überhaupt keine Vorstellung machen kann)."[34]

---

[31] 148. o.

[32] Wundt, W.: „Über das kosmologische Problem." *Vierteljahrschrift für wissenschaftliche Philosophie I.* (1877. Leipzig) 80-136. o.

[33] 107-108. o.

[34] 119-120. o.

Wundt ezzel együtt Zöllner elméletét mégis pozitívan értékeli, mert kihívja a megcsontosodott előítéleteket és arra kényszerít, hogy megvizsgáljuk a természettudomány előföltevéseit.[35] Wundtnak ez az elemzése nem elszigetelten, nem légüres térben született: a korszakban élénk vita folyt a nem-euklideszi geometriák világnézeti-ismeretelméleti státuszáról, s Wundt tanulmánya e vitának ahhoz az ágához kapcsolódott, amely kantiánus alapon vizsgálta e problémakört.[36] Ám Wundt megközelítési módja mégis eredeti volt abban, hogy nem a geometriai, hanem a kozmológiai vonatkozást állította tanulmánya középpontjába.

Később, a XX. század elejére — részben éppen Einstein relativitáselméletének hatására — megváltoztak a természettudományos gondolkodás normái, s a Wundt-féle ellenérvnek már nem lehetett szélesebb bázisa. Ám enyhébb formában hasonló álláspontot képviselt Einstein modelljével, s általában a „görbült tér" fogalmával kapcsolatban a neves csillagász, *De Sitter*, akitől az úgynevezett „*üres világegyetem*" modellje származik. De Sitter szerint a tér görbültsége pusztán matematikai terminus, s mint ilyennek, nincsen megfelelője a fizikai realitásban, s a világ görbületi rádiusza kifejezés, illetve a véges, de határtalan modellek ennek megfelelően csak eszközök a világegyetem leírásában.[37] Annak okát, hogy a görbült tér fogalma népszerűvé vált, De Sitter abban látta, hogy ez „bizonyos filozófiai igényeket" elégített ki.[38] De Sitternek ez az álláspontja azonban kisebbségben maradt. Einstein véges és határtalan modelljét a fizikusok és a fizikával foglalkozó filozófusok többsége ünnepelte, mint a világegyetem térbeli végességével, vagy végtelenségével kapcsolatos régi dilemma új megközelítését, amely zseniális megoldást nyújtott erre a régi problémára. Ugyanakkor azonban ezen utóbbi álláspont képviselői közül az elméleti szempontból igényesebbek tisztában voltak azzal, hogy a fizikai

---

[35] U.o.

[36] A vitában résztvevő személyiségek közül talán legismertebb Helmholtz és Lotze volt. Vö.: Helmholtz„ H: „The Origin and Meaning of Geometrical Axioms" *Mind 1.* (1876) 301-321. o.; uő.: „The Origin and Meaning of ... II." *Mind 3.* (1878) 212-225. o.; valamint Lotze, Hermann: *System der Philosophie.* 2. Theil: Methaphysik. 2. Buch. Leipzig: Hirzel, 1879. 249-267. o.

[37] Sitter, W. de: *Proceedings of the Royal Academy of Sciences Amsterdam 19.* (1917) 1224. o.

[38] U.o.

elméletek szemléletességének eltűnése nem intézhető el automatikus kézlegyintéssel, hanem metateoretikus elemzést, metateoretikus „igazolást" kíván.

A következőkben M. Schlick, B. Russell és Sir A. Eddington idevágó nézeteivel fogunk foglalkozni.

1.6. Schlick, Russell és Eddington érvei a szemléletesség föladása mellett

Moritz *Schlick*, a Bécsi Kör későbbi vezéregyénisége, 1917-ben könyvet jelentetett meg a relativitáselméletről, amelynek utolsó fejezetében részletesen elemezte az új elmélettel kapcsolatban fölvetődő szemléletesség-problémát.[39] Elemzésében éles különbséget tesz a *szubjektív, pszichikai* térképzetek, és a *fizikai* tér között, amelyet az előzőekkel szemben *objektívnek*, érzeteinktől függetlennek tekint.[40] Schlick szerint ennek az objektív, fizikai térnek, amely nem valamilyen észlelés által adott, hanem fogalmilag konstruálunk meg, egyik legkarakterisztikusabb jellemzője éppen nem-szemléletes volta. Schlick a szemléletesség problémájával kapcsolatos álláspontjának megalapozása során kritika alá veszi a *Mach-féle pozitivizmust* is, elvetve Machnak azt az alapvető tézisét, amely szerint az érzetelemek alkotják a reálisan létezők egyetlen típusát, s a fizikai fogalmak, konstrukciók nem többek az ezek kezelésére szolgáló jeleknél, rövidítéseknél. Mach álláspontjával szemben Schlick ebben a munkájában azon a véleményen van, hogy az érzetelemek mellett léteznek más, hasonlóan reális és önálló — azaz az érzetelemekre visszavezethetetlen — entitások, s a fizikai objektumokat ezek építik föl.[41] Ezeket az alapvető fizikai elemeket pedig éppen nem-érzéki, nem-szemléletes voltuk karakterizálja — írja Schlick —, és így:

> „A fizikai objektumoknak nem szabad szemléletes térbeliséget tulajdonítani, hanem csak egy nem-szemléletes rendezettséget, amit mi azután az objektív térnek nevezünk, s

[39] Schlick, M.: *Raum und Zeit in der gegenwartigen Physik.* Berlin: Springer, 1917. Az utolsó fejezet címe „Beziehung zur Philosophie" (51-63. o.)

[40] 52-58. o.

[41] 58. o.

fogalmilag a számok sokasága (koordináták) által ragadunk meg."[42]

Schlick e könyvének írásakor még nem ismerte Einstein kozmológiai dolgozatát, s a szemléletességgel kapcsolatos előbbi álláspontjával a relativitáselméletre általában jellemző szemlélet- és gondolkodásmód filozófiai-ismeretelméleti megalapozására törekedett. Könyvének 1920-ban megjelent angol nyelvű kiadásához azonban új fejezetet csatolt, amely kifejezetten a világegyetem végességével foglalkozik.[43] Mach fölött gyakorolt kritikája nyomán Schlick számára itt lehetővé vált, hogy az atomokhoz hasonlóan az einsteini univerzumot se tekintse puszta fikciónak, elméleti segédeszköznek, hanem az objektív fizikai elemek reális komplexumának (amelynek nem szemléletes volta éppen fizikai jellegéből következőleg természetes). Ahogyan Einstein relativitáselméletében Schlick a fizikai megismerés régóta vágyott csúcsainak elérését, s az ismeretelmélet ideáinak megvalósulását magasztalta már 1917-es könyvének elején,[44] úgy dicsérte most, ebben az új fejezetben a szférikus modellt a világegyetem *végességével-végtelenségével kapcsolatos dilemma zseniális megoldásaként.* Annak oka, hogy az újkori gondolkodásban a végtelenség eszme nyert teret, Schlick szerint az volt, hogy az ellentétes állítás a világegyetem térbeli határoltságát vonta volna maga után, s így csökkentette volna a világról alkotott kép fenségességét — a lemondás pedig erről a fenségességről túl nagy árat jelentett volna a végtelenség kapcsán fölvetődő problémák kiküszöböléséért.[45] Einstein modellje lehetővé tette, hogy meghaladjuk ezt a dilemmát — vélte Schlick — mégpedig oly módon, hogy a végesség választása ellenére a határtalanság fenségességét is megőrizhetjük, hiszen az Einstein által leírt világ

„nem korlátozott semmilyen határ által, de mégis harmonikusan teljes önmagában."[46]

---

[42] 53-54. o.

[43] Schlick, M.: *Space, Time in Contemporary Physics.* New York: Oxford University Press, 1920. Chapter IX.: „The Finitude of the Universe." 67-75. o.

[44] Schlick: *Raum und Zeit* ... 1. o.

[45] Schlick: *Space, Time* ... 75. o.

[46] 74. o.

Schlickhez hasonlóan pozitívan — bár óvatosabban, visszafogottabban — értékeli Einstein szférikus modelljét Bertrand *Russell*, aki *A relativitáselmélet ABC*-je című könyvében szintén egy teljes fejezetet szán a kozmosz méreteivel kapcsolatos einsteini elképzeléseknek.

> „Az olvasónak nem szabad ezt a (világegyetem szférikus voltát állító) sejtést azokkal az eukleidészi normáktól való eltérésekkel összekevernie, amelyen az új, (einsteini) gravitációs törvény nyugszik. Ezeknél ugyanis olyan kis területről van szó, mint amilyen körülbelül naprendszerünk területe. ... (A szférikus modellnél) ezzel szemben a világegyetemnek mint egésznek lehetséges görbületével van dolgunk, nem pedig azokkal a véletlenszerű magaslatokkal és bemélyedésekkel, amelyeket a Nap és a csillagok okoznak" —

írja Russell, Einsteinhez hasonlóan világos distinkciót téve a tér lokális görbületének fogalma és a szférikus világegyetem eszméje között.[47] De vajon milyen biztonsággal mondhatjuk azt, hogy a világegyetem szférikus? — kérdezi ezután. A relativitáselmélet többi állításával szemben a kérdésre csak hipotetikusan felelhetünk — válaszolja —, ám léteznek ugyanakkor bizonyos alapok ahhoz a föltételezéshez, hogy a világegyetem össztömege véges, ugyanis végtelen tömeg esetén

> „a távoli tömegek gravitációs hatása egy olyan világot, amelyben élünk, lehetetlenné tenne".[48]

Régebben problémát okozott a tér végességének föltételezése, mivel „*nyilvánvalóan lehetetlen volt a tér határait elképzelni*", így e föltételezéssel a véges tömegű anyagnak a végtelen térben kellett elhelyezkednie.[49] A nem-eukleidészi geometriák megoldották ezt a problémát — folytatja

---

[47] Russell szóban forgó könyve: Russell, B.: *The ABC of Relativity*. New York: Harper and Brothers, 1925. A következőekben a könyv német kiadására hivatkozunk: Russell, B.: *Das ABC der Relativitätstheorie*. München: Drei Masken Verlag, 1928. 183. o.

[48] 185-186. o.

[49] 181. o.

Russell — s bár nem mondhatjuk azt, hogy a világegyetemnek végesnek kell lennie, ám egy ilyen világegyetem

> „jobban illeszkedik azokhoz a törvényekhez, amelyek az általunk ismert részben érvényesek, míg egy végtelen világegyetem hipotézise e törvények kellemetlen megváltoztatását követelné meg."[50]

Russell érvelésében figyelemre méltó az az állítás, amely szerint lehetetlen volt a tér határait elképzelni. Ez lényegében a Bruno-féle „megnyugszik eszünk" elv alkalmazása. Russell tisztában volt ugyanakkor azzal is, hogy a véges, de határtalan világegyetem sem szemléletes. Sőt: a realitásával szemben fölhozható legfontosabb ellenvetést is megfogalmazta:

> „Azok, akik nem szoktak hozzá a nem-eukleidészi geometriákhoz, azt érezhetik, hogy bár *logikailag lehetséges* egy ilyen valami, a világ egyszerűen nem lehet ilyen különlegesfurcsa."[51] (Kiem.: Sz. L.)

A Russell által itt idézett ellenvetés egyik összetevője a logikai lehetőség és a valóságos létezés distinkcióját tartalmazza, a másik pedig — akár csak Wundt — az általunk Bruno-félének nevezett elvre hivatkozva utasítja el a szférikus világegyetem lehetőségét. A nem-eukleidészi geometriáknak mint logikai lehetőségeknek elfogadása, de az eukleidészi geometriával való egyenjogúságuknak — többnyire kantiánus alapokon nyugvó — elutasítása jellegzetes álláspont volt a XIX. század második felében.[52] Russell ismerte ezt a megközelítési módot, hiszen húsz évvel korábbi, ifjúkori művében, *A geometria alapjai*ban foglalkozott vele, s minden bizonnyal ez is inspirálta a fönti, polemikus ellenérv megfogalmazásában.[53] Russell argumentumának második mozzanata pedig, amely furcsasága alapján utasítja el a szférikus világegyetemet, hasonló ahhoz,

---

[50] 186. o.

[51] 183. o.

[52] Vö.: a 36. jegyzettel

[53] Russell, B.: *An Essay on the Foundation of Geometry*. Cambridge : Camb. Uni. Press, 1897. 54-116. o.

amit Russell a tér határaival kapcsolatban fogalmazott meg. Ennek ellenére most Russell meglepő módon elegánsan elutasítja az elemzett ellenvetést:

> „Tagadjuk azt a hitet, hogy a világnak előítéleteinkhez kellene igazodnia ... Az a körülmény, hogy a szférikus világ azok számára csodálatosnak tűnik, akik az euklideszi előítéletekben nőttek föl, nem bizonyíték lehetetlenségére."[54]

Az idézett szövegrészből kiderül: Russell itt a szférikus világegyetemnek azt a jellegzetességét, hogy ellentmond természetes térszemléletünknek, átcsúsztatja az „előítéleteknek nem felel meg" kategóriába, s ezáltal „kihúzza méregfogát" a nem-szemléletességgel kapcsolatos argumentumnak. Ez azonban részéről — figyelembe véve a tér határainak elképzelhetetlenségére vonatkozó korábbi állítását — jogosulatlan megoldás. Ha ugyanis a szférikus világegyetem-modell megalkotása előtti időszak legfőbb problémáját még abban látta, hogy bár véges modellre lett volna szükség, ennek elfogadása a tér határainak elképzelhetetlensége miatt lehetetlen volt, akkor itt mindenképpen be kellett volna mutatnia azt, hogy mennyiben elképzelhetőbb a tér határainál a véges, de határtalan világegyetem. Enélkül ugyanis nem válik világossá, hogy miért válhatott a korábbi modellekkel szemben megoldássá e szintén elképzelhetetlen új modell.

A szemléletesség problémája az előbbi szerzőkhöz hasonló élességgel vetődik föl Sir Arthur Eddington *Táguló világegyetem* című könyvében. Eddington distinkciót tesz a görbült térrel kapcsolatos következő két kérdés között:

a.) Valóban a görbült tér írja-e le helyesen a világegyetemet?

b.) Lehetséges-e egyáltalán az, hogy a tér ilyen legyen?[55]

Eddington a második kérdésre egyértelműen igennel válaszol, s arra hivatkozik, hogy az a térszemlélet és térfogalom, amely az ellentétes választ sugalmazza, a modern fizikában értelmét vesztette. A modern fizika

[54] Russell, B.: *Das ABC...* 184. o.

[55] Eddington: *Dehnt sich die Weltall aus?* Stuttgart, Berlin: Deutsche Verlag, 1933. 57. o. (Ez az *Expanding Universe* német nyelvű kiadása. Az eredeti angol kiadást sajnos nem sikerült megszereznünk.)

magát az empirikusan is észlelhető anyagi rendszert vizsgálja, s ez a táguló világegyetem elmélete alapján úgy viselkedik, mintha a világegyetem tere szférikus lenne — fejtegeti Eddington —, ezért kézenfekvő, hogy azt a szférikus tér struktúrájával írjuk le. Nincsen értelme annak, hogy a világegyetem leírását egy olyan térképzethez kapcsoljuk, amely idegen tényleges anyagstruktúrájától, még akkor sem, ha ez azonos hagyományos, intuitív térképzetünkkel — állítja Eddington. Az anyag nélküli tér értelmetlen a modern fizika számára, s még értelmetlenebb az, hogy az anyag nélküli tér bennünk meglévő hagyományos, eukleidészi képzetébe „gyömöszöljük bele" a szférikus térnek megfelelően viselkedő, expandáló univerzumot.[56]

Eddington megemlít és elutasít egy másik érvet is, amely a tér görbültségének fogalma ellen irányul. Eszerint a görbült tér fogalmát azért kellene elutasítania a tudományos gondolkodásnak, mert az erről való beszéd „puszta metafizika" volna. Ez az ellenvetés tévedés, állítja Eddington: a fizika a görbült tér fogalmát *nem metafizikai* hanem *tisztán technikai* értelemben használja.[57]

Eddington ezen utóbbi megjegyzése explicitté teszi azt a mozzanatot, amely már mind nála, mind pedig Russellnél és Schlicknél implicite érezhető volt: konkrétan azt, hogy a nem-szemléletes terű világegyetemkép lehetőségének metateoretikus megalapozása mindhármuknál pozitivista tendenciájú metaelméleti keretben történik, s ez az a keret, amely végeredményben lehetővé teszi számukra, hogy negligálják a szemléletesség kérdését. A nem-szemléletes térelméletet ugyanis egyrészt éppen annak működőképessége hitelesíti számukra; másrészt pedig a pozitivista beállítódás következtében az a kérdés, hogy a világ ontológiai térstruktúrája lehet-e valóban olyan, mint amilyenként ebben az elméletben szerepel, értelmét veszíti, hiszen az elmélet mögött „rejlő" „ontológiai térstruktúra" a pozitivista metaelmélet szerint „metafizikus" fogalom, s mint ilyen a racionális gondolkodás számára értelmetlen. Ezért különösen figyelmet érdemel az az okfejtés, melynek segítségével Eddington másik munkájában, *A természettudomány új útjai* című könyvében magyarázza a fizikai elméletek szemléletességének eltűnését a modern fizikában. Eddington ebben

[56] 58-59. o.
[57] 51., 55. o.

a magyarázatban azokkal a dimenzionális különbözőségekkel operál, amelyek a szemléletünket formáló mindennapi életünk világát a modern fizika által kutatott dimenzióktól mind lefelé, mind pedig fölfelé elválasztják, és ezekre vezeti vissza azt, hogy a szemléletesség a modern fizikai elméletekben eltűnik.[58] Ez a fajta érvelési mód azért érdekes, mert már egy realista metaelmélet keretében is működik, s segítségével a szemléletesség követelményének föladása „ontológiailag" is megindokolható. (Tulajdonképpen ilyen jellegű már az az általános formula is, amely szerint „a világ egyáltalában nem köteles szemléletünkhöz alkalmazkodni", mint ahogyan ez Russellnél is szerepel. Ám ez így, önmagában még annyira általános, hogy további részletezés nélkül csak semmitmondó frázis maradhat.)

1.7. Kant térelmélete és a relativitáselmélet. Az einsteini paradigmaváltás, mint a világ fizikai leírására használt fogalomrendszer transzformációja

Vegyük észre azt, hogy az előbbiekben vizsgált két ellentétes metaelméleti attitűd — a szférikus világegyetem modelljének elutasítása arra hivatkozva, hogy az ellentétes térszemléletünkkel, illetve „nem szemléletes" jellegének elfogadása és „megideológizálása" — két fogalomrendszer, és ezzel *két nyelv* közötti választást involvál. Az egyik fogalomrendszerben a fizikai térfogalom jelentése, valamint használatának szabályai olyanok, hogy a „szférikus világegyetem", illetve a „tér görbültségé"-nek fogalma értelmetlen, illetve helytelen szókapcsolat, míg a másik esetben ezek immanensen hozzátartoznak a térfogalomhoz, illetve ezen fogalom használatának szabályaihoz. *A nyelv választásával egyben a világegyetemről alkotott képünket is választjuk.* E választási lehetőséget ma divatos kifejezéssel értelmezhetjük úgy is, mint két *nyelvjáték* közötti választást, amely közül az első szegényesebb, és ezért kevesebb lehetőséget ad a világegyetem leírására, — de ez egyben azt is jelenti, hogy szigorúbb, igényesebb követelményeket támaszt a fizikával, illetve a kozmológiával szemben! —; míg

[58] Eddington azt fejtegeti, hogy minnél inkább eltávolodunk a fizikai megismerés során mindennapi világunktól, annál inkább el kell vonatkoztatnunk érzékszerveinktől, annál inkább a műszereink által kapott számokra és ezek összefüggéseire kell figyelnünk. A kvantummechanika pedig már oly mélyre hatolt az anyag mikrostruktúrájának föltárásában, hogy itt már minden érzékszervünket és minden hozzájuk kapcsolódó képzetünket meg kell tagadnunk. Vö.: Eddington: *A természettudomány új útjai.* 14-18. o.

a másik jóval gazdagabb, szabadabb, oldottabb és hajlékonyabb, aminek következtében könnyebb benne az elméletalkotás, s ezért — legalábbis a mai napig — szebb, „frappánsabb" elméletek konstruálhatóak meg benne, mint a másikban. (A közkeletű hiedelemmel ellentétben a kozmosszal kapcsolatos empirikus jellegű tudásunk nem zárja ki azt a lehetőséget, hogy az első „nyelvjátékot" válasszuk, azaz ez a tudás egyáltalában nem kényszerít a görbült — szférikus, vagy hiperbolikus — terű világegyetem bevezetésére. Egyébként egy olyan álláspont, amely pusztán a tapasztalati kényszerre hivatkozva érvelne a görbült terek bevezetésének szükségessége mellett, Einstein ismeretelméletével is ellentmondásban volna, hiszen Einstein a fizikai elméletben alkalmazott fogalmakat Kanthoz hasonlóan nem tapasztalati eredetűnek tartotta. A különbség Einstein és Kant álláspontja között csak abban van, hogy Einstein Kanttal szemben a kategóriákat nem az értelem természete által meghatározottakként, hanem mint szabad tételezéseket fogja föl.[59] Természetesen, ha a relativisztikus effektusokat euklideszi térben akarjuk interpretálni, a térgörbültség helyett — amely Einstein elméletében az *ok* funkciójában szerepel — másfajta fizikai entitásokat — pl. erőtereket, vagy az étert — kell bevezetnünk. Az, hogy e variációkban bonyolultabb elméleteket kapnánk, legalábbis vitatható, hiszen az általános relativitáselméletben a tér görbültsége is igen komplex fogalom.)

Ugyanakkor azonban az elemzett szituáció a „nyelvjáték" fogalmával csak felszínesen írható le. Kirajzolódik előttünk ugyanis egy mélyebb szint is, egy mélyebb struktúra, amely a fönti, ellentétes nyelvhasználat közötti választás lehetőségénél eredendőbb. Ez pedig intuitív térszemléletünkkel kapcsolatos, amelyet már nem változtathatunk meg a nyelv választásával, s amely így e mélyebb szinten kizárja a választás lehetőségét. Ezt a struktúrát vizsgálva világossá válik, hogy nem igaz az a manapság közhelyszámba menő formula, amely szerint a görbült, nem-euklideszi terek fizikai alkalmazása megcáfolta volna a térszemléletünkre vonatkozó kanti elképzeléseket.[60] *Mert mégiscsak létezik térszemléletünkben egyfajta*

[59] Vö.: Einstein, Albert: „Bemerkungen zu in diesem Bande vereinigten Arbeiten." in: Schilpp, A. P.: *Albert Einstein, als Philosoph und Naturforscher.* Stuttgart: Kohlhammer, 1949. 500. o.

[60] Ezt az elterjedt közhelyet korunk neves fizikusai közül egyedül Weizsäcker kritizálta, aki egyik tanulmányában utal arra, hogy a nem-euklideszi terek matematikai-logikai lehetősége egyáltalában nem cáfolja a tér aprioritásával kapcsolatos kanti nézeteket. Vö.: Weizsäcker, C. Fr.: *Válogatott tanulmányok.* Bp.: Gondolat, 1980. 390-392. o.

aprioritás, amely a háromdimenziós, eukleidészi teret tünteti ki a görbült, valamint a háromdimenziósnál több dimenziós terekkel szemben. S ezen a szinten nincsen választási lehetőségünk, ezen a szinten a nyelvjátékok elmélete nem működik: a szóban forgó két fogalomrendszer közötti választás éppen olyan két metaelméleti attitűd közötti választásnak felel meg, amelyek közül az első figyelembe veszi térszemléletünknek ezt az a priori mozzanatát, s a vele való összhangot az elméletalkotással szemben *normatív követelményként* fogalmazza meg, míg a másik, *ignorálva ezt a mozzanatot*, függetleníti magát tőle. S ennek a fölismerésnek a birtokában már az sem meglepő, hogy a szemléletesség eltűnését elsősorban a pozitivista beállítódású metaelméletek tudták problémamentesen kezelni, hiszen egy ilyen metaelmélet számára intuitív térszemléletünk pusztán csak szubjektív, pszichikai tényező, amely mint ilyen, figyelmen kívül hagyandó a tudományos elméletalkotásban.

Einstein tehát az ÁRE megalkotásával egy új fogalomrendszert hozott létre, s ezt fejlesztette tovább kozmológiai dolgozatában a szférikus világegyetem fogalmának — illetve modelljének — bevezetésével. Einsteint ugyan ez utóbbi vonatkozásban Zöllner megelőzte, ám Einstein modellje Zöllnerrel szemben már egy új gravitációs elméleten — éppen az Einstein által kidolgozott ÁRE-n — alapult. Az Einstein-féle kozmológiai modell ugyanakkor az ÁRE-ben megjelenő új térfogalom radikalizálódását is jelentette. A fizikai tér lokálisan föltételezett görbültsége ugyanis az esetek egy részében még átfordítható az eukleidészi-kanti nyelvezetre, amennyiben azt a gravitációs mező görbültségének, az e mezőben föltételezett erővonalaknak feleltetjük meg, s ezen túl még a gravitációs mezőt úgy tekintjük, mint amelyet egy szokásos, eukleidészi, háromdimenziós háttértér tartalmaz. A kozmológia dimenziójában Ch. *Nordmann*, párizsi csillagász vetette föl a szférikus tér ilyen értelmezésének lehetőségét, amikor azt javasolta, hogy az Einstein-féle szférikus modellt tekintsük egy éterlabda leírásának.[61] Természetesen ez a fajta átfordíthatóság már az ÁRE-ben megkonstruálható lokális szituációk mindegyikére sem érvényes, hiszen ebben az elméletben általánosan a tér-idő görbültségéről van szó, ám az egyszerűbb alkalmazásokban, lineáris időt föltételezve, lehetséges. A szférikus modell esetében azonban idődimenziójának lineáris volta

[61] Nordmann, Ch. von: *Einstein und das Weltall.* Stuttgart, Julius Hoffmann, 1922. 169. o.

ellenére sem konstruálhatjuk meg már ezt az átfordítást: e modell végessége ellenére határtalan, míg a végtelen eukleidészi tér által tartalmazott gravitációs mezők szükségképpen határoltak. Ennek következtében pedig Nordmann javaslata is hibás: az általa javasolt „éterlabda" nem tehető ekvivalenssé Einstein szférikus modelljével, hiszen ennek az utóbbinak egyik alapvető jellemzője éppen határtalansága.

A modern természettudományos kozmológiai paradigma kialakulásának következő lépései — az expandáló modellek megjelenése, a bigbang hipotézis és legújabban a fölfúvódó világegyetem elmélete — már az Einstein által megteremtett új fogalmi-nyelvi keretben történtek meg. A nyitott, hiperbolikus, végtelen, vagy a különböző relativisztikus, inhomogén modellekkel kapcsolatos elképzeléseknek — amelyek a szférikus modell alternatíváját jelentik — ugyanúgy csak ezen a nyelvi-fogalmi bázison van értelmük, mint ahogyan az eredeti, szférikus, expandáló modelleknek. Einstein kozmológiai dolgozata tehát a világegyetem leírásában *nyelvi fordulatot* jelentett, nyitást egy új fogalomkészlet felé. Ez a fordulat mélyebb szinten az elméletalkotásnak térszemléletünk azon a priori jellegű mozzanatától való elszakadását jelentette, amely a háromdimenziós, eukleidészi teret tünteti ki. A kozmológia einsteini paradigmájának radikális alternatívája pedig éppen ennek az elszakadásnak normatív jellegű elutasításán nyugszik.

2. Az expandáló világegyetem eszméjének megszületése

2.1. Az expandáló világegyetem eszméjének teoretikus motivációja: Einstein egyenletének expandáló megoldásai

Láttuk, hogy Einstein számára az egyik fontos vezérlőelv kozmológiájának megalkotásakor az a követelmény volt, hogy a világegyetem leírása eleget tegyen a Mach-elv általa megfogalmazott változatának.[62] Ennek a követelménynek nagy szerepe volt abban, hogy Einstein végül eljutott a szférikus modell megkonstruálásáig, illetve a kozmológiai tag bevezetéséig. Nem sokkal Einstein kozmológiai dolgozatának megjelenése után azonban *De Sitter* egy másik megoldást talált Einstein kozmológiai egyenletéhez, amely ellentmondott ennek az előbbi követelménynek.[63] Ezt a megoldást De Sitter *üres világaként* szokták emlegetni, s sajátossága, hogy bár nem tartalmaz anyagot, a benne elhelyezett próbatest mégis rendelkezni fog tehetetlenséggel. A De Sitter-féle megoldásnak két fontos következménye van az általános relativitáselmélet szempontjából:

1. Az ÁRE nem definiálja egyértelműen a kozmológiai probléma megoldását még olyan megszorítások esetén sem, mint amilyenekkel Einstein dolgozott modellje megalkotásakor.
2. A Mach-elv Einstein-féle változata nem építhető be az elméletbe — legalábbis addig nem, amíg a „lambdát" tartalmazó taggal módosított egyenletet használjuk, vagy e tag nélkül, de statikus megoldásra törekszünk. (1951-ben A. H. *Taub* kimutatta, hogy a „lambda"-tag nélküli elméletben sem érvényesül ez az elv.[64] Hasonlóan ellentmond

---

[62] Einstein: „Kosmologische Betrachtungen..." 145. o.
Az eredeti és az Einstein-féle Mach-elv viszonyáról lásd: Kerszberg, P.: „The Relativity of Rotation in the Early Foundations of General Relativity." *Studies in History and Philosophy of Science 18.* (1987. március) 53-63. o.

[63] Sitter, W. de: „On Einstein's Theory of Gravitation and Its Astronomical Consequences. III." *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 78.* (1917) 3-28. o.; u.ő.: „ 'On the Relativity of Inertia.' Bemerkungen über Einsteins letzte Hypothese." *Proc. Acad. Wetensch. Amsterdam Band 19.* (1917) 1217-1225. o.

[64] Taub, A. H.: „Empty Space-Times Admitting a 3 Parameter Group of Motions." *Annals of Mathematics Studies 80.* (1951. Princeton) 472-490. o.

a Mach-elvnek a *Gödel*-féle forgó modell.[65] Így Einsteinnek végül le kellett mondania a vele kapcsolatos követelményről.)

Einstein modelljének másik jellemzője térbeli statikussága. (Ez a statikusság természetesen nem jelenti azt, hogy nem beszélhetünk Einstein modelljében a kozmikus időről: abban az esetben, ha a termodinamikai folyamatokat figyelembe vesszük, az entrópia növekedésére vonatkozó tétel alapján definiálhatjuk a kozmikus idő múlását. Annak kimutatására, hogy a termodinamikai változások kihatnak a geometriára is, a kozmológiai egyenlet finomabb elemzésére volt szükség.[66]) De Sitter modellje első megközelítésben szintén statikusnak látszik, s nemcsak geometriai, hanem — üressége következtében — termodinamikai vonatkozásban is. Ám *Robertson* a koordináták megfelelő transzformációjának segítségével kimutatta, hogy a De Sitter-féle világban elhelyezett próbatestek egymástól távolodni fognak — azaz azt, hogy e modell csak üressége következtében tűnik mozdulatlannak.[67] Ez a tulajdonság kezdetben egy partikuláris értékű — üressége következtében különös, extrém — modell furcsa tulajdonságának tűnhetett, ám *Fridman*, *Lemaître*, *Robertson*, majd *Eddington* eredményei alapján hamarosan nyilvánvalóvá vált, hogy a relativisztikus kozmológia kereteiben nem a dinamikus, hanem éppen az Einstein-féle, statikus modell a partikuláris.[68] Így Einstein második, a világegyetem geometriai statikusságára vonatkozó előföltevését is föl kellett

[65] Gödel, Kurt: „An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einsteins Field Equations of Gravitation." *Review of Modern Physics 21.* (1949) 447-550. o.

[66] Eddington, A. S. „On the Instability of Einstein's Spherical World." *Monthly Notices of the Royal Astr. Society 90.* (1930) 668-678. o.

[67] Robertson, H. P.: „On Relativistic Cosmology." *Philosophical Magazine and Journal of Science 5.* (1928) 835-848. o.; uő.: „Foundations of Relativistic Cosmology." *Proceedings of the National Ac. Sci.* USA, Washington, 15. (1929) 822-829. o.

[68] Friedmann, A. A.: „Über die Krümmung des Raumes." *Zeitschrift für Physik 10.* (1922) 377-387. o.; Friedmann, A. A.: „Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung des Raumes." *Zeitschrift für Physik 21.* (1924) 326-333. o.; Lemaître, G.: „A homogeneous universe of constant mass and increasing radius accounting for the radial velocity of extra-galactic nebulae." *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 91.* (1931) 483-490. o.; uő.: „The Expanding Universe." uo.: 490-501. o.; Eddington, S. A.: „On the Instability...

adni. Az expandáló, a kontraháló és a pulzációs modellek fölfedezésével új lehetőség született a kozmológia történetében: a kozmikus időt ezentúl már nemcsak a lokális, irreverzibilis — pl. termodinamikai — folyamatok alapján, hanem a világegyetemnek, mint egésznek szisztematikus, térbeli változása alapján is be lehetett vezetni.

Az eddigiekben Einstein kozmológiai dolgozatának azt a két posztulátumát érintettük, amelyeket az elméletnek később föl kellett adnia. A dolgozat másik két előföltevése — a világegyetem tömegeloszlásának és ehhez kapcsolódóan a gravitációs mező homogenitásának és izotrópiájának követelménye — továbbra is az elméleti vizsgálódások szilárd princípiumai maradhattak. S végig megmaradhatott természetesen a vizsgálódások implicit kiindulópontjaként azon előföltevés, amely szerint a világegyetem nagybani struktúráját teoretikus oldalról az ÁRE segítségével kell leírni. Fridman második dolgozatában viszont szerepel a negatív görbületű, végtelen világegyetem modellje, azaz a világegyetem szférikusságának elvetése.[69] Fridman annak eldöntését, hogy a negatív, vagy a pozitív modell írja-e le adekvát módon a tényleges világegyetemet, az empirikus kutatás körébe utalja. Ám a 20-as, 30-as években a szférikus modellek annyira népszerűek voltak, hogy általában nem számoltak komolyan a negatív görbületű tér lehetőségével.[70] A negatív görbületű modellek jelentősége csak a relativisztikus kozmológia fejlődésének későbbi időszakában növekedett meg.[71]

---

[69] Vö.: Friedmann (1924.)

[70] Vö.: North, J. D.: *The Measure of the Universe.* Oxford: Clarendon Press, 1964. 134. o

[71] A relativisztikus kozmológia történetének első másfél évtizedéről ad áttekintést: Robertson, H. P.: „Relativistic Cosmology." *Review of Modern Physics* 5. 62-90. o. Ugyancsak részletes tudománytörténeti áttekintést kapunk erről a korszakról North előbb idézett könyvében. Vö: North: 110-141. o.

2.2. A világegyetem expanziójára vonatkozó eszme kialakulásának empirikus oldala

A spirálködök természetével kapcsolatos vita lezárulása után[72] nyilvánvalóvá vált, hogy az univerzum nagybani szerkezetét, — s ennek részeként annak homogén vagy inhomogén voltát — empirikus oldalról elsősorban e ködök vizsgálatával lehet földeríteni. A galaxisvilág szerkezetének kutatása azonban mégsem ebben az irányban indult el. Azt a kutatási programot, amely a spirálködök természetével kapcsolatos bizonytalanság megszűnése nyomán közvetlenül megfogalmazódott, és nem várt eredményével a világegyetem empirikus képének gyökeres átformálódásához vezetett, nem kozmológiai, hanem lokális-asztronómiai megfontolások vezették. A spirálködök — annak következtében, hogy kiderült róluk, hogy a csillagoknál jóval nagyobb távolságokra helyezkednek el, — egy minden eddiginél stabilabb térbeli referenciarendszert ígértek, és a galaxisokkal kapcsolatos új szisztematikus vizsgálatok e referenciarendszer alkalmazására — konkrétan bolygórendszerünk hozzá viszonyított mozgásának kimutatására — irányultak.[73] E kutatási program egyik legfontosabb elméleti előföltevése éppen a galaxisvilág térbeli szerkezetére vonatkozott: *a galaxisok saját mozgásának térbeli izotrópiáját posztulálta.*

A fönti kutatási programban — elsősorban *Slipher* és *Wirtz* munkássága nyomán — hamarosan világossá vált, hogy a bolygórendszer mozgásának tulajdonítható effektuson túl a színképvonalak eltolódásában még egy további szabályosság is jelen van: e szerint a galaxisok többségének színképe látszó méretének, illetve látszó fényességének függvényében a vörös felé tolódik el.[74] Slipher vizsgálatát elemezve *Wirtz* erre az effektusra 1918-ban bevezette a „*K-term*" fogalmát, s 1922-ben fölvetette annak a

[72] A XIX. század végén még egyáltalában nem volt evidens az, hogy a spirálködök a mi Tejútrendszerünkhöz hasonló távoli csillagrendszerek. Az e ködök természetével kapcsolatos vita csak századunk húszas éveinek elején dőlt el. Vö. pl.: Ferris, T.: *A vörös határ.* Bp. Gondolat, 1985. 22-38. o.

[73] Vö. pl.: Slipher, V. M.: „Nebulae." *Proceeding of the American Philosophical Society 56.* (1917, Philadelphia) 403-409. o.

[74] Wirtz, C.: „Über die Bewegungen der Nebelflecke." *Astronomische Nachrichten 206.* (1918.) 109-116. o.; Wirtz, C.: „Einiges zur Statistik der Radialbewegungen von Spiralnebeln und Kugelsternhaufen". *Astronomische Nachrichten, 215.* (1921.) 349-354. o.;

lehetőségét, hogy ezt a „*K-term*"-et a galaxisok Naptól való szisztematikus távolodása okozza.[75] Wirtz hipotézise azt a nézetet látszott alátámasztani, hogy a spirálködök mégiscsak galaxisunkhoz tartoznak, ám a galaxisok távolságának meghatározásában elért új eredmények nyomán ez a magyarázat hamarosan tarthatatlanná vált. *S itt, ezen a ponton a kozmológia történetében két eredetileg egymástól független kutatási vonalnak különös, furcsa, ám a XX. századi kozmológia sorsa szempontjából meghatározó jelentőségű egybeesésével találkozhatunk.* Wirtz hipotézisét igaznak elfogadva, és a csillagászat hagyományos fogalmi keretében maradva ugyanis azt kapjuk, hogy e ködök szisztematikus mozgásának középpontjában a mi galaxisunk található. Azaz így nemcsak egy középponttal rendelkező, hanem egy kimondottan antropocentrikus világegyetemhez jutnánk — mégpedig olyan világegyetem esetében, melynek dimenziói a korábban föltételezetteknél összehasonlíthatatlanul nagyobbak. Ez a térbeli antropocentrizmus irányába tett fordulat azonban annyira szembenáll az újkori természettudomány, és ennek részeként az újkori csillagászat, fejlődési tendenciájával, hogy minden bizonnyal a természettudósok többségét eltávolította volna a kozmikus vöröseltolódás expanziós effektusként történő értelmezésétől. Nem is beszélve arról, hogy *Hubble* későbbi vizsgálatai egyértelműen megerősítették azt, hogy az egyik oldalról a látszó méret, illetve a fényesség, másik oldalról pedig a vöröseltolódás között megfigyelhető kapcsolat az eredeti föltevéseknek megfelelően valóban vöröseltolódás–távolság reláció, ami annyit jelent, hogy az elektromágneses hullámok hosszának megnyúlása szorosan összefügg annak az útnak a hosszával, amelyet a térben korábban megtettek.[76] Egy ilyen összefüggés ugyanis kézenfekvően és logikusan inspirál olyan típusú magyarázatokra, mint a ma „fényfáradás elméletek" néven ismert hipotézisek, amelyek éppen a megtett útnak a hosszára — illetve az ezen út során elszenvedett energiaveszteségre — mint „okra" vezetik vissza a vöröseltolódást.[77]

---

[75] Wirtz, C.:„Notiz zur Radialbewegung der Spiralnebeln." *Astr. Nachr. 216.* (1922) 451-452. o.

[76] Hubble, E.: „A Relation Between Distance and Radial Velocity Among Extra-Galactical Nebulae." *Proceedings of the National Academy of Sciences Washington, 15.* (1929) 168-173. o.

[77] Vö. pl.: Zwicky, F.: „On the Red Shift of Spectral Lines Trough Interstellar Space." *Proceedings of the National Academy of Sciences Washington 15.* (1929) 773. o.; Stewart, John Q.: „Nebular Red Shift and Universal Constants."

Abban, hogy a magyarázatok mégsem ebben az irányban indultak el, véleményünk szerint a véletlen játszott közre, mivel *semmiféle belső és szükségszerű összefüggés nem volt abban, hogy a relativitáselmélettel kapcsolatos kozmológiai tanulmányok, illetve a ködökkel foglalkozó empirikus jellegű vizsgálatok* — akár húsz-harminc év tűrési határral is — *egybeessenek*. De nemcsak egy ilyen belső szükségszerűség, hanem az esetleges kapcsolat is hiányzott a kutatás e két vonala között: a galaxisok színképével kapcsolatos kutatást nem a relativitáselmélet ösztönözte, hanem az ettől függetlenül, háborítatlanul haladt előre; Einstein kozmológiai dolgozata viszont empirikus oldalról teljesen a régi, a lokális csillagvilág alapján konstruált modellt föltételezte, amelyben csak „elhanyagolhatóan kicsi" csillagsebességek lépnek föl.

Az előbbieket figyelembe véve valóban a véletlen különös játékának tűnik, hogy a galaxisok vöröseltolódásának fölfedezése, s a relativisztikus kozmológiával kapcsolatos matematikai jellegű kutatás szinte évnyi pontossággal egy időszakra esett. Ez az időbeli egybeesés viszont a strukturális hasonlóságok — a galaxisok színképének empirikusan megmutatkozó vöröseltolódása és a kozmológiai szubsztrátum elemeire vonatkozó elméleti vöröseltolódás-effektus párhuzamossága — miatt elkerülhetetlenné tette azt, hogy ez a két önálló kutatási vonal előbb vagy utóbb összekapcsolódjék egymással. Ez az összekapcsolódás szintén Wirtz nevéhez fűződik, aki 1924-ben összefüggésbe hozta egymással a De Sitter-

Physical Review 38.(1931); Wold, P. I.: „On the Reward Shift of Spectral Lines of Nebulae." *Physical Review 47.* (1935) 217-219.; Haas, A.: „The Size of the Universe and the Fundamental Constants of Physics." *Science 84.* (1936) 578-579. o.

A fényfáradás-elméletek mellett megfogalmazódtak a recessziós hipotézisnek olyan alternatívái is, amelyek a fizikai konstansok időbeli változásával próbálták meg értelmezni a Hubble által fölfedezett törvényt. Vö.: Chalmers, J. A. and B.: „The Expanding Universe — an Alternativ View." *Philosophical Magazine 19.* (1935) (Supplement) 436-446. o.; Sambursky S.: „Static Universe and Nebular Red Shift." *Physical Review 52.* (1937) 335-338. o. ; uő és Schiffer, M.: „Static Universe and Nebular Red-Shift, II." *Phys. Rew. 53.* 256-263. o.; Haas, A.: „The Interpretation of the Red-shift of Extragalactic Nebulae." *Phys. Rev. 51.* (1937) 1000. o.; Jeans: „Contribution..." *Nature 128.* (1931) (Supplement) 701-704. o. [Az egyik tipikus hipotézis a Plank-féle konstans időbeni csökkenése volt (J. A. and B. Chalmers, Sambursky, Haas). Jeans pedig az atomok méretének időbeni csökkenését tekintette az egyik lehetséges magyarázatnak. (id. mű: 703-704. o.)]

effektust és a „K-term"-et.[78] (Mivel 1924-ben még nem tudták, hogy a De Sitter-effektus a kozmikus objektumok távolodásának következményeként is értelmezhető, ez a kapcsolat akkor még a recessziós hipotézis alternatívájaként jelent meg!)

De Sitter, Fridman és Lemaître munkái alapján a távolság és a sebesség összefüggésének a galaxisok kozmikus recessziójában lineárisnak kell lennie.[79] Ezt az eredményt később *Milne* általánosította azáltal, hogy kimutatta: a szóban forgó reláció linearitása két posztulátumnak, a világegyetem föltételezett izotrópiájának és homogenitásának következménye.[80] Ezzel az empirikus vonatkozású elméleti követelménnyel megegyezett Edwin *Hubble* nevezetes törvénye, amely empirikus oldalról mondta ki ugyanezt a linearitást.[81] Hubble kutatásait elsősorban az tette lehetővé, hogy a *Mount-Wilson* hegyen munkába állt a csillagászattörténet addigi legnagyobb teleszkópja.[82] Így a távolság–vöröseltolódás kapcsolat linearitását állító összefüggést egyidejűleg produkálták a kor csúcstechnikáját képviselő megfigyelési eszközök és az akkor élenjáró fizikai elmélet. Ez az egybeesés pedig mindenképpen sugalmazta annak lehetőségét, hogy itt a „tudományos haladás" egy új kozmikus törvényt fedezett föl.

2.3. A relativisztikus kozmológia és a kopernikuszi posztulátum

A galaxisok szisztematikus vöröseltolódását távolság–sebesség relációként értelmezve a világegyetem empirikus képe szükségképpen anizotróppá válik, ahol a felénk mutató és az ezzel ellentétes irány nem ekvivalens egymással. Ez az anizotrópia egyben inhomogenitást is eredményez, hiszen

[78] Wirtz, C.: „De Sitter's Kosmologie und die Bewegungen der Spirálnebeln." *Astr. Nach. 222.* (1924)

[79] Lásd a 63. és a 68. jegyzetben szereplő munkákat, illetve P. J. E. Peebles elemzését: *Physical Cosmology.* Princeton: 1971. 3-30. o.

[80] Milne, E.: *Relativity, Gravitation and World Structure.* Oxford: Oxford University Press, 1935. 73. o.

[81] Lásd a 76. jegyzetet, valamint: Hubble, E.: „The Luminosity Function of Nebulae, I-II." *Astrophysical Journal 74.* (1931) 158-179., 270-295. o.; uő. és Humanson, M. L.: „The Velocity-Distance Relation Among Extra-galactic Nebulae." Astrophys. J. 74. (1931) 43-80. o.; Hubble, E.: „The Velocity-Distance Relation for Isolated Extragalactic Nebulae." *Proceedings of the National Ac. Sc. Washington 20.* 264-268. o;

[82] Vö.: King, H. C.: *The History of Telescope.* New York: Dower, 1979. 333-336. o.

galaxisunkat mint középpontot tünteti ki. Ebből az antikopernikánus fordulatból az egyik — mint láttuk, a logikusabb és kézenfekvőbb — kiutat a fényfáradás elmélete jelentheti, amely tagadja a távolság-sebesség relációt. *A relativisztikus kozmológia fogalmi kerete azonban lehetővé tette azt, hogy a kozmikus vöröseltolódás távolodás-effektusként történő értelmezése és az ennek következtében föllépő empirikus anizotrópia és inhomogenitás ellenére is homogén és izotróp modellt alkossunk a világegyetemről.* Ez a relativisztikus kozmológia által nyújtott út a jelzett antikopernikánus fordulat kikerülésére kevésbé természetes, mint a fényfáradás elmélete, hiszen a relativitáselmélet egy bonyolult elméleti rendszerrel dolgozik. Ugyanakkor az Ockham-borotva követése az akkori elmélettörténeti szituációban mégis ezt a megoldást követelte meg, hiszen ez az elméleti rendszer már készen állt, s a kozmológiain kívül más — lokális fizikai — funkciókban is eredményesnek bizonyult. Ezzel szemben a fényfáradás elmélete az adott szituációban csak olyan ad hoc jellegű megoldás lehetett volna, amely fölöslegesen szaporítja a világ leírásakor használt elméleti rendszereket és fogalmakat.

A relativisztikus kozmológia expandáló modelljeinek és a Hubble-féle empirikus eredetű törvénynek összekapcsolódásában tehát az esetleges történeti egybeesésen túl két fontos metodológiai mozzanatot fedezhetünk föl: egyrészt a *kopernikuszinak* nevezett posztulátumot, amely a világegyetem homogenitására (és kiterjesztett értelemben egyben izotrópiájára is) vonatkozik, másrészt az *Ockham-borotva elvét.*

2.4. A relativisztikus expanzió fogalmának helyes értelmezése

E rész befejezéseképpen, a relativisztikus modellekben használt fogalmak lehetséges félreértésének elkerülése érdekében, még a következőekkel kell röviden foglalkoznunk:

1. Ma a népszerűsítő irodalomban a Hubble-törvény általában úgy szerepel, mint a világegyetem „tágulását", a galaxisok tőlünk való recesszióját empirikus oldalról leíró és „bizonyító" törvény. Ezzel szemben Hubble törvénye, mint empirikus állítás, csak a kozmikus vöröseltolódás — távolság relációt mondja ki, s ennek távolság-sebesség relációként való értelmezése már nem empirikus jellegű összefüggés, hanem interpretáció.

2. Helytelen az a fölfogás is, amely a kozmikus vöröseltolódást a relativisztikus modellek keretében értelmezi Doppler-effektusként. Doppler-effektusról ugyanis csak akkor beszélhetünk, ha a galaxisok recesszióját térben való mozgásuknak tulajdonítjuk. S valóban — nem függetlenül a korábbiakban bírált hamis analógiáktól — a köztudatban a világegyetem tágulása olyan kép formájában él, melyben a galaxisok a térben mozogva távolodnak tőlünk. Ha a galaxisok világát a newtoni térben expandáló kozmikus gömbként gondoljuk el, mely alkotóelemeinek kifelé irányuló térbeli haladása következtében válik egyre nagyobbá és nagyobbá, helyes ez a kép, s elméleti oldalról valóban Doppler-effektusként kapjuk meg a kozmikus vöröseltolódást. A relativisztikus modellekben viszont, a kozmikus recessziónál jóval kisebb sajátmozgásuktól eltekintve, a galaxisok nem változtatják térbeli helyüket. A tágulás ebben a fogalmi keretben nem térben történő transzláció, hanem a tér metrikájának változása, mely a térhez képest stacionárius testeknél szintén a színkép vöröseltolódását eredményezi. A közismert példával, ez a tágulás a kelés alatt lévő mazsoláskalácshoz hasonlítható: a mazsolák a tésztában mozdulatlanok, viszont a tészta maga a kelés folyamatában megduzzad, és ezért a hozzá képest mozdulatlan mazsolaszemek távolodni fognak egymástól.

Tekintettel arra, hogy a relativisztikusan értelmezett kozmikus vöröseltolódás csak az R(emisszió)/R(észlelés) hányadostól függ, ahol R a tér skálafaktora a fénysugár kibocsátásának, illetve észlelésének pillanatában, a relativisztikus kozmológia fogalmi keretén belül maradva azok a számítások sem helyesek, amelyek az empirikusan kimért vöröseltolódásra hivatkozva a galaxisok távolodási sebességéről beszélnek. Például ha egy kvazár vöröseltolódása Z=2, akkor a Z=(Rem/Részl)/1 összefüggés alapján csak azt mondhatjuk, hogy a kibocsájtás és az észlelés időpillanata között az univerzum expanziója következtében az R skálafaktor kétszeresére nőtt. Ennél többet akkor tudunk pusztán mondani, ha olyan konkrét modelleket előföltételezünk, amelyek megadják az R(t) függvényt.[83] Edward Harrison erről a problémáról a következőket írja:

"Jóllehet, a Doppler-formula lehetővé teszi a számunkra, hogy könnyen és gyorsan állításokat tegyünk a recessziós

[83] Vö. pl.: Harrison, E. R.: *Cosmology*. Cambridge, London, etc.: Cambridge University Press, 1981. 238-239. o.

sebességről és a távolságról, 0.1 mértékű vöröseltolódás fölött az ilyen állítások értelmetlenek a kozmológiában; az egyetlen hatásuk az, hogy megragadják a publikum érdeklődését. A recessziós sebesség így a szokványos sebesség státuszára redukálódik — olyanná mint egy autómobil vagy egy rakéta sebessége — és a speciális relativitáselmélet tárgya lesz... Ha a recessziós sebesség nem lépheti át a fény sebességét, akkor a sebesség–távolság reláció hirtelen megszakad a Hubble-szféra határán. Ez pedig egy kozmikus határt eredményez, s egy középpontot, amelyben mi vagyunk. Ha elmulasztjuk megkülönböztetni a recessziós sebességet a szokványos sebességtől és az expanziós vöröseltolódást a Doppler-féle vöröseltolódástól, a megzavart hallgató egy olyan szituációba kerül, amely egyenértékű annak bizonyításával, hogy az univerzum széle 15 milliárd fényévre van és hogy mi egy határolt világegyetem középpontjában helyezkedünk el."[84]

Ahogyan tehát a korábban bírált analógiákban, itt is a tényleges tudományos eredmények s az azok populáris terjesztése között meglévő különbségekről van szó: a laikus érdeklődők elkápráztatására irányuló leegyszerűsítésekről és torzításokról, amelyek társadalmi-kulturális igényeket elégítenek ki, s amelyek segítségével fetisizálható a természettudományos-racionalista gondolkodás — s ezzel hivatalos képviselőinek, a tudósoknak szerepe.

Végiggondolva az eddigieket, az is világossá válik, hogy a tágulás fogalma, illetve a „táguló világegyetem" kifejezés legalább olyan félrevezető és helytelen, mint a „görbült tér" terminus. Hiszen ezt a kifejezést szintén a külső, nagyobb tér képzete kíséri, melyben a táguló objektum elhelyezkedik; melyből tágulása során egyre nagyobb és nagyobb térfogatot foglal el. A relativisztikus kozmológia fogalmi keretében azonban ez a tágulás — mint ahogyan azt már egyszer érintettük — nem ilyen értelemben történik: nincs külső tér, amelybe a világegyetem „beletágulhatna", hanem maga a világegyetem tere „tágul", a világegyetem terének metrikus tulajdonságai változnak meg oly módon, hogy a kozmikus objektumok közötti tipikus távolság az idő múlásával növekszik. Azaz *nem egy külső térbe történő „beletágulásról", hanem a világegyetem* belső *metrikus viszonyainak* belső *megváltozásáról van szó.*

[84] Harrison, E.: id. mű: 240. o.

3. Az időbeli szingularitás problémája és a „big bang" hipotézis

3.1. A forró univerzum teóriájának kialakulása és a mikrohullámú kozmikus háttérsugárzás fölfedezése

A relativisztikus kozmológia expandáló modelljei egy új kérdéskört generáltak: a tágulás kezdeténél föllépő időbeli szingularitás problémáját. Ez filozófiai szempontból különösképpen érdekessé válik attól, hogy beemeli a természettudományos vizsgálódás kereteibe a világ kezdetének, „születésének" régóta ismert, de eddig csak a mítoszokban és a különböző vallásos nézetekben, illetve a spekulatív természetfilozófiákban jelenlévő fogalmát. A kozmogóniai probléma Laplace-nál és Laplace nyomán a XIX. századi csillagászatban a Nap és a bolygórendszer, illetve a galaxisok keletkezését leíró elméletekben fogalmazódott meg, s az akkor népszerű körforgásos, végtelen modellben nem is volt értelme annak, hogy a világegyetem egészére vonatkoztassák.[85] Az expandáló modellek megjelenésével ez a helyzet gyökeresen megváltozott, s a kozmológiai probléma egyben kozmogóniaivá is vált abban az értelemben, hogy ettől kezdve a világegyetem „itt és most"-ját leíró modell a világegyetem múltjára, mai állapotának kialakulására — az elterjedt terminológiával „keletkezésére" — is fontos információkat tartalmazott.

Az időbeli szingularitás a szférikus, expandáló modellek esetében szükségszerűen föllép, ha az expanziót visszavetítjük a múltba, egészen addig, amíg az R(t) skálafaktorra — képszerűbb, de félrevezető kifejezéssel: a tér görbületi rádiuszára — „0" értéket nem kapunk. Ez a visszavetíthetőség természettudományos szempontból csak hipotetikusan jogosult. A hipotetikus jogosultságot viszont metodológiai oldalról alátámasztja az Ockham-borotva elve. Abban az esetben ugyanis, ha a galaxisok jelenleg expandálnak, ám ez az expanzió a múltban nem az $R=0$ értéknél kezdődött, hanem csak egy $t > 0$ időpontban, valamint egy $R > 0$ értéknél — az Eddington-féle nagyon speciális esetet kivéve — olyan fizikai-kozmológiai törvényekre és folyamatokra volna szükségünk, amelyek magyarázatot adnak arra, hogy a t időpontban és előtte miért nem érvényes már a jelenleg relevánsnak tekintett elmélet és modell. *Egészen addig, amíg más, a problémakörtől függetlenül vizsgált fizikai jelenségek tanulmányozása alapján*

[85] Erről a problémakörről részletesebben írtam a *Világosság* című folyóirat 1987. áprilisi számában.

nem jutunk el egy ilyen elmélethez, — vagy elméletekhez, — az Ockham-borotva szükségképpen megköveteli ezt a visszavetítést.

Az expanzió korai időszakokra való visszavetítésének igen komoly a heurisztikus értéke, hiszen radikalizálja azt az evolúciós képet, melyet az expanzió eszméje önmagában még csak primitív formában tartalmazott. Maga az expanzió ugyanis csak a tér metrikus viszonyainak átrendeződését jelenti, és mint ilyen érintetlenül hagyja a kozmikus anyag lokális, valamint közepes méretű szerveződéseit: ezeket továbbra is saját, specifikus fejlődéstörvényeik jellemezhetik — mégpedig Einstein statikus univerzumához hasonlóan a kozmosz nagyléptékű struktúrájától függetlenül. Ha azonban az expanziót elég régre vetítjük vissza, gyökeresen megváltozik ez a helyzet, hiszen elegendően kicsi R esetén a kozmikus anyag olyannyira „összezsúfolódik", hogy a mai közepes és lokális kozmikus struktúrák és viszonyok lehetetlenné válnak. Sőt: a Fridman-Lemaître-féle megoldásból számolt $t=0$ értékhez közeledve a ma ismeretes mikrofizikai és elemirészecske-fizikai struktúráknak is föl kell bomlaniuk. Így ez a módszertan nem csupán arra az extenzív jellegű következtetésre vezet el, hogy a világegyetem metrikus térstruktúrája valamikor a múltban más volt mint ma, hanem ahhoz a hipotézishez is, hogy a kozmikus — s általában: a fizikai — anyag állapota a múltban gyökeresen eltért mai állapotától. Ebből pedig szükségképpen következik az is, hogy a ma ismert állapot a jelenlegitől jelentősen különböző állapotból fejlődött ki. *E kép alapján a világegyetem fejlődése már nemcsak az expanzióval azonos,* — s főleg nem elsősorban az expanzióval! —, *hanem a fizikai anyag minőségi evolúciójával, amelyhez az expanzió ugyan a szükséges, de jellegét tekintve pusztán csak extenzív kereteket szolgálja.*

Ha a $t=0$ időponthoz közeledve más volt a világegyetem anyagának állapota, mint ma, ezen időszak vizsgálata külön elméleti erőfeszítéseket és eszközöket igényel. „*A priori*" elképzelhető, hogy ekkor teljesen más fizika volt érvényben mint manapság, ám ez a föltevés megint csak szembekerülne az Ockham-borotva elvével, s egyben módszertanilag is reménytelen helyzetbe hozná a világegyetem ezen stádiumára irányuló elméleti törekvéseket. Nyilvánvaló ugyanis, hogy ez a kutatás csak akkor válhat reménytelivé, s egyáltalában racionalizálhatóvá, ha föltesszük, hogy mai fizikánk — vagy annak egy releváns része — ebben a korai stádiumban

is érvényes volt. Ha ezt az érvényességet posztuláljuk, a visszavetítés révén kapott kis távolságok és az ezek következtében adódó nagy sűrűség és nyomás már „természetes módon" sugalmazza azokat az analógiákat, amelyekkel itt egy elmélet dolgozhat. Ezek: a nagynyomású, nagysűrűségű gáz; a plazmaállapot; a radioaktív módon bomló atom; a részecskegyorsítókban lezajló atomfizikai és elemirészecske-fizikai folyamatok...

A korai univerzumra irányuló vizsgálódások kialakulásában különös szerepet játszott Lemaître ősatom-elmélete, amely a $t=0$ időpontban föltételezett állapotot a radioaktív bomlásra képes atommagok analógiájára modellálja.[86] Az így kapott elmélet a mai „big bang" kozmológia ősképe, s mint ilyen, ma is meghatározó mintaként szerepel a standard paradigma számára. Természetesen Lemaître elmélete erősen korhoz kötött abban a vonatkozásban, hogy akkor még az elemirészecske-fizika gyermekcipőben járt, s a mai értelemben vett részecskegyorsítók sem léteztek még, és így az előbbiekben fölvázolt absztrakt elméleti struktúra fizikai kitöltéséhez analógiabázisként csak a radioaktív bomlás folyamata szolgálhatott számára. Ám mégis, *Lemaître ősatom-elméletével jelenik meg a modern kozmológiában először az az eszme, amely szerint a világegyetem mai állapota egy viszonylag homogén ősállapotból alakult ki olyan differenciálódást jelentő bomlási folyamatban, amely a mikrofizikai folyamatokkal analóg, s amely már nemcsak a ma ismert kozmikus struktúrákat formálta ki, hanem ezt megelőzően magukat az atomokat és az elemi részecskéket is. Az új elmélettel így a kozmológia és a mikrofizika sajátos egységgé ötvöződött össze.*

Lemaître elméletének másik fontos — az előzőekkel szorosan összefüggő — konzekvenciája, hogy általa az Einstein-féle gravitációs elmélet, mint a kozmológia báziselmélete, összekapcsolódhatott más fizikai elméletekkel. E vonatkozásban már Lemaître kozmológiai egyenlete önmagában fölhívja magára a figyelmet abból a szempontból, hogy — a Fridman-féle egyenlettől eltérően — szerepel benne a nyomásterm. Ennek a termnek jelenlétében az fejeződik ki, hogy a világegyetem struktúrájáért nem

[86] Lemaître, G.: „The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory." *Nature 127.* (1931. V. 9.) 706. o.; uő.: „Evolution of the Expanding Universe." *Proceedings of the National Academy of Science. Washington, 20.* (1934) 12-17. o.; uő: *The Primeval Atom.* New York: Van Nostrand, 1951.

egyedül a gravitáció a felelős, hanem más — pl. a termodinamikai — fizikai effektusok is szerepet kaphatnak formálásában. Ennek a felismerésnek első radikális következményeként Eddington kimutatta, hogy az Einstein-féle statikus modell instabil. Lemaître vizsgálódásai mellett jelentős hangsúlyt kapott még a termodinamikai mozzanat *Tolmannál*, aki többek között arra a következtetésre jutott, hogy a végtelen idő óta pulzáló világegyetem, annak ellenére, hogy a gravitációs elmélet alapján önmagában lehetséges volna, a termodinamikai mozzanat figyelembevétele után már nem egyeztethető össze az univerzum mai képével.[87] *Az Einstein-féle ÁRE kozmikus érvényességének ezen korlátozódásai a forró univerzummal kapcsolatos mai kutatásokra, különösképpen pedig az egységes mezőelmélet iránti igény és a kozmológiai törekvések ma tapasztalható szoros összekapcsolódására utaltak előre.*

A korai világegyetemmel foglalkozó elméleti elképzelések természettudományos státuszában jelentős változás következett be *Gamow* és munkatársainak tevékenysége révén. Ezek ugyanis egészen Gamow elméletének megjelenéséig csak retrospektívek voltak, s a visszafelé való magyarázás elvén működtek: a kezdeti paramétereket és a kezdeti folyamatokat az elméletalkotás során úgy konstruálták meg, hogy a jelenlegi stádiumra nagyjából a ma érvényes összefüggések adódjanak eredményül. Így az elmélet csak „post festum" magyarázattal tudott szolgálni. *Alpher*, *Herman* és *Gamow* megváltoztatta ezt a helyzetet azáltal, hogy — ma már helytelennek látszó — számításaikból az égbolt mikrohullámú háttérsugárzására következtettek.[88]

[87] Tolman, R. C.: „Models of the Physical Universe". *Science 75.* (1932. IV. 8.) 371-372. o; valamint: Tolman, R. C.: „Nonstatic Model of the Universe with Reversible Annihilation of Matter." *Physical Review 38.* (1931) 797-814. o., és „On the Theoretical Requirements for a Periodic Behaviour of the Universe." *Physical Review 38.* (1931). 1758-1771. o.

[88] A szóban forgó három kutatót elsősorban a kozmikus elemek mai gyakoriságának kialakulása érdekelte. A kozmikus háttérsugárzással kapcsolatos predikció mintegy az ezzel kapcsolatos számítások „melléktermékeként" született meg. Vö.: Gamow, G.: „The Evolution of the Universe". *Nature 162.* (1948. X. 30.) 680-682 o.; Gamow, G.: „The Origin of Elements and the Separation of Galaxies." *Physical Review 74.* 505-506. o.; Alpher, R., Herman, R., Gamow, G.: „Thermonuclear Reactions in the Expanding Universe." *Physical Review 74.* (1948) 1198-1199. o.; A háttérsugárzásra vonatkozó predikció eredetileg nem Gamowtól, hanem Alphertől és Hermantól származott: Alpher, Herman: „Evolution

Gamow, Alpher és Hermann számításaik során még Lemaître-hez hasonlóan a radioaktív bomlás analógiájával dolgozott, a hatvanas évek elejére azonban a részecskegyorsítók, s ennek eredményeképpen a részecskefizika gyors fejlődése révén lehetővé vált ezen analógiabázis meghaladása. A már új, gazdagabb és részletesebb ismeretek segítségével a hatvanas évek közepén olyan személyek dolgoztak a forró univerzum modelljén, mint *Dicke*, *Hoyle*, *Peebles*, *Zeldovics*... Ennek részeként R. H. Dicke az univerzum pulzáló modelljét vizsgálva újból fölvetette a kozmikus háttérsugárzás lehetőségét, s — a korábbi kutatóktól eltérően — megértve e predikció fontosságát az elmélet és az empirikus kutatás kapcsolatában, programot javasolt ellenőrzésére.[89] Dicke programja kapcsán a XX. századi kozmológia történetének újabb érdekes véletlenével találkozhatunk: mire Dicke P. G. *Roll*al és D. T. *Wilkinson*nal hozzákezdett e program megvalósításához, két amerikai rádiócsillagász, A. A. *Penzias* és R. W. *Wilson* egy új antenna rutinszerű kipróbálása közben rábukkant erre a számukra ismeretlennek és érthetetlennek tűnő sugárzásra.[90] Így az expandáló geometriai modellekhez csatolódva kialakult, de tőlük különböző forró univerzum hipotézis is empirikus alátámasztást kapott, illetve heurisztikus szempontból „gyümölcsözőnek" bizonyult. Ez az esemény fordulópontot jelentett a XX. századi kozmológiában: bár a forró univerzum hipotézise és az expandáló geometriai modellek két elméletet képeztek, s így a kozmikus vöröseltolódás illetve a háttérsugárzás nem tekinthető ugyanazon elmélet két sikeres predikciójának, mégis, a két teória szoros összefüggésének következtében, az utóbbi teljesülése az expandáló modellnek, s így a vöröseltolódás recessziós effektusként történő értelmezésének természettudományos hitelességét is megerősítette.

---

of the Universe." *Nature 162.* 774-775. o. A predikció történetéről a még élő Alpher és Herman adott érdekes áttekintést 1988-ban: „Reflection on Early Work on 'Big Bang' Cosmology." *Physics Today 41.* (1988) Nr. 8. 24-34. o.

[89] Weinberg, S.: *Az első három perc.* Bp.: Gondolat, 1982. 53. o.

[90] Uo. 48-54. o.; Penzias, A. A. and Wilson, R. W.: „A Measurment of Excess Antenna Temperature at 4080 MC/S." *Astrophysical Journal 142.* (1965); Dicke, R. H., Peebles, P. J. E., Roll, P. G. and Wilkinson, D. T.: „Cosmic Black-Body Radiation." *Astrophysical Journal 142.* (1965)

3.2. A kozmikus és a lokális időskálák közötti konfliktus föloldódása

A kozmikus háttérsugárzás elméleti predikciójának és empirikus kimutatásának jelentőségét nem lehet túlértékelni. Az ötvenes évek elején azonban történt még egy olyan fontos esemény az empirikus kozmológiai kutatásban, amely szintén az expandáló modell státusát erősítette meg. Az eredeti Cepheida-távolságskála[91] alapján számított paraméterekből — a Hubble-konstansból, illetve a „görbületi rádiusz"-ból — ugyanis a ma használatosnál kisebb érték adódott az expanzió kezdetétől eltelt időtartamra.[92] E kisebb érték pedig összeütközésbe került a kőzetek rádióaktivitásán alapuló geológiai időskálával, amely utóbbi viszont összhangban volt azzal a korral, amelyet a csillagok energiatermelését leíró asztrofizikai elmélet adott a Napra.[93] Az időskáláknak ezen konfrontációja igen súlyosnak tűnt, hiszen amíg a Nap és a Föld esetében 4-6 milliárd évről volt szó, addig a kozmológiai időskála alapján csak 2-3 milliárd év jöhetett volna szóba. Bár Lemaître „tétovázó" („hesitating") modellje, vagy az univerzum forró állapotát kikerülő Eddington-féle modell föloldotta ezt az ellentmondást[94], a tárgy iránt érdeklődő kutatók többsége

[91] A Cepheida egy olyan változócsillag-típus, amely fényességgörbéjének segítségével a közelebbi galaxisok távolsága meghatározható. Mivel a távolabbi galaxisok távolságmeghatározása jelentős mértékben támaszkodik a közelebbi galaxisok relációjában kapott eredményekre, a Cepheidák segítségével kapott skálának igen nagy kozmológiai jelentősége van. (Vö. pl.: Ferris, T.: *A vörös határ*. Bp.: Gondolat, 1985. 26-38. o.)

[92] Hubble, E.:"The Luminosity-Function of Nebula, II." *Astrophysical Journal 84*. (1936) 270-295. o.

[93] Vö. pl.: Peebles, P. J. E.: *Physical Cosmology*. Princeton: Princeton University Press, (1971) 48-53. o.

[94] Eddington egy olyan modellt javasolt, amelyben a világegyetemet a múltban Einstein statikus modellje írta le, egészen addig, amíg egy belső effektus ki nem „billentette" ebből az állapotából, s expandálni nem kezdett. E modell szerint tehát nem volt big bang, s a világegyetem végtelen idő óta létezik.(Vö.: Eddington: „On the Instability of Einstein's Spherical World.") Lemaître modelljében ezzel szemben a világegyetem tágulása robbanással indult, ám az einsteini méreteket elérve a tágulás megállt, s a világegyetem egy ideig az Einstein-féle statikus állapotban tartózkodott, majd ebből az instabil állapotból „kibillenve" újból expandálni kezdett. Lemaître modelljében így a „tétovázó" szakasz következtében nagyobb időtartam adódik a világegyetem korára, mint a folytonosan expandáló modellekben. (Vö.: Lemaître: „The Expanding Universe".)

— e modellek „furcsasága" miatt — mégsem azokhoz, hanem az egyszerűbb modellekhez kapcsolódott; ezeknek a modelleknek az esetében pedig az időskálák eltérése kibékíthetetlennek látszott. Sőt: a geológiai skála — figyelembe véve azt, hogy empirikus szempontból megalapozottabb volt, mint a kozmológiai — egyenesen falszifikálni látszott az egyszerűbb modelleket. Ennek ellenére a kozmológiai szingularitással kapcsolatos hipotézis nem került válságba, hiszen — mint láthattuk — éppen ebben az időszakban kezdődött a forró univerzum és a „big bang" hipotézisének részletesebb kidolgozása. Azaz, a kozmológiai kutatás — eltekintve a steady-state elmélet híveitől — átmenetileg zárójelbe tette az időskálák szembekerülését, s így tudománytörténeti szempontból hasonló folyamat játszódott le, mint amilyet Lakatos Imre elemez a Bohr-féle atommodell kapcsán: a „forró univerzum" paradigmája — illetve Lakatos terminológiájával: „kutatási programja" — megtanult együtt élni ezzel az inkonzisztenciával, s eközben olyan új eredményeket produkált, amelyek a modern kozmológia későbbi fejlődése szempontjából meghatározóvá váltak.[95] Az időskáláknak ez az eltérése az ötvenes évek végére szűnt meg, miután *Baade* és *Sandage* módosították a Cepheida-módszerrel meghatározott távolságskálát.[96] Jelenleg a világegyetem expanziójának kezdetétől eltelt időt 10-15 — néha 20 milliárd — évre szokták becsülni,[97] és ez — a gömb-

[95] Lakatos, I.: „ Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. Bohr: a Research Programme Progressing on Inconsistent Foundation." in: Lakatos, I., Musgrave, A.: *Criticism and the Growth of the Knowledge.* Cambridge: Cambridge University Press, 1970. 140-154. o.

"Úgy tűnik, nincsen kiút ebből a dilemmából. Együtt kell élnünk a paradoxonnal: más az atomok, más a csillagok világa és más az egyetemes kozmológia" — írta például De Sitter az időskálák eltérésére reflektálva 1932-ben. (De Sitter: *Kosmos.* Cambridge (Massachussets) : Harvard Uni. Press, 1932. 132. o.)

[96] Baade, W.: „The Period-Luminosity Relation of the Cepheid." *Publications of the Astronomical Society of the Pacific 68.* (1956) 5-16. o.; uő.: „Problems in the Determination of the Distance of Galaxies." *Astronomical Journal 63.* (1958) 207-211. o.; Sandage, A.: „Cepheids in Galactic Clusters 1CF Class in NGC 7790." *Astrophysical Journal 128.* (1958) 150. o.
(Vö. még: Ferris: id. mű: 76-86. o.);

[97] Vö. pl.: Sandage, A.: „The Oosterhof Period Groups and the Age of Globular Clusters." *The Astrophysical Journal 252.* (1982) 553-573. o.

halmazok segítségével kapott skálától eltekintve[98] — jól összhangban van a más eszközökkel kapott skálákkal. (Az előző fejezet végéhez kapcsolódva meg kell jegyeznünk azonban, hogy az a hiedelem, amely szerint a Hubble-konstansból közvetlenül kiszámítható az expanziós idő, nem egészen pontos. A Hubble-konstans és a fönti időtartam kapcsolata ugyanis modellfüggő: ugyanazon Hubble-konstans mellett a különböző modellek más és más időtartamot adnak.[99] Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a Hubble-konstans segítségével egyáltalán nem adhatunk becsléseket az expanziós időre: tekintetbe véve azt, hogy a relativisztikus kozmológián belül ma komolyan szóba jöhető modellek behatároltak, lehetőség van arra, hogy e konstans ismeretében releváns közelítéseket fogalmazzunk meg.)

3.3. A „missing mass" problémája és a világegyetem szálas-szivacsos szerkezete

A kozmikus idő meghatározása eltávolította tehát az expandáló univerzumnak azt a fogyatékosságát, amely kezdetben természettudományos szempontból a legkomolyabbnak tűnt. Az időskála módosításának azonban volt még egy fontos következménye: mivel a világegyetem empirikusan föltáruló részének dimenzióit három-négyszeresére kellett növelni, csökkenteni kellett az átlagos kozmikus tömeg-energia sűrűség korábban becsült értékét, s így az eredetileg preferált pozitív görbületű modellek mellett komolyan fölvetődött annak a lehetősége is, hogy a világegyetemre negatív görbület jellemző. Az empirikus kozmológiai kutatás egyik legérdekesebb és metodológiai szempontból talán legbonyolultabb problémája fogalmazódhatott meg: vajon eldönthető-e empirikus vizsgálatok segítségével, hogy nyílt-e vagy zárt a világegyetem, amelyben élünk?[100]

---

[98] Vö pl.: Sandange, A.: „Observational Cosmology 1920-1985: An Introduction to the Conference." in: Hewitt, A., Burbidge, G., Fang, L. Z.: *Observational Cosmology*. Dordrecht, Boston, etc.: D. Reidel, 1987. 22-23. o. (A problémakörrel kapcsolatosan lásd még Sandage előbbi tanulmányát is!)

[99] Ezt a problémát részletesen elemzi Edward R. Harrison. Harrison, E. R.: *Cosmology*. 239-240. o. (Vö.: 83. jegyzet)

[100] Vö.: Tihanyi László: „A modellezés és a mérés elvi-módszertani szerepe a kozmológiában." in: *A filozófia és a szaktudományok*. Bp.: Kossuth, 1981. 189-209. o.

Ez a kérdés, amely lényegében az átlagos kozmikus anyag- és energiasűrűségre vonatkozik, ma — megváltozott hangsúlyokkal ugyan, és más kontextusban — különösen nagy szerepet játszik a fölfúvódó világegyetem elméletében.

Az átlagos kozmikus sűrűség kérdésének megválaszolása viszonylag — csak viszonylag! — egyszerű volna, ha pusztán a csillagászatilag közvetlenül megfigyelhető, úgynevezett fényes — luminuozus — anyag jöhetne számításba. Ám gravitációelméleti megfontolások alapján már a standard paradigma klasszikus változatában is arra következtettek, hogy ez az anyagtípus nem teszi ki a kozmosz össztömegét: a világegyetemben valamilyen más — nem fényes, a vizuálisan és a műszereinkkel elérhető tartományokban nem sugárzó, sötét — anyagnak is jelen kell lennie.[101] *Milyen konkrétan ez a sötét anyag, s milyen fizikai jellemzői vannak? Hol helyezkedik el, milyen a megoszlása és mennyi van belőle?* Ezek a kérdések alkotják az úgynevezett hiányzó anyag — *missing mass* — problémáját, amelynek kapcsán kiemelten említendő a kiváló magyar fizikusnak, *Marx* Györgynek és tanítványának, *Szalai* András Sándornak hipotézise a neutrínó nyugalmi tömegéről.[102] A „missing mass", illetve a „dark matter" problémája a fölfúvódó világegyetem elméletében — mint ahogyan erre már az előbb utaltunk — különös jelentőséggel bír. Az egyik hipotetikus jelölt pedig erre ma is a neutrínó valamely nyugalmi tömeggel rendelkező típusa.[103]

---

[101] Vö.: Peebles: *Physical Cosmology.* Princeton: Pinceton University Press, 1971. 64-111. o.; Gribbin, J.: „In Search of the Missing Mass." *New Scientist,* No. 1490. (1986. I. 9.) 37. o.; Szalai András Sándor: „A neutrínótömeg a kozmológiában." in: *Fizika 1975.* Bp.: Gondolat, 1975. 29-30. o.

Könnyű fölismerni azt, hogy itt a sötét anyag föltételezése a newtoni gravitációs összefüggés megmentését szolgáló segédhipotézis szerepében funkcionál. Alternatív megoldás lehet a newtoni összefüggés távolságfüggő korlátozása, illetve korrekciója. Ilyen javaslatok: Finzi, Arrigo: „On the Validity of Newtons Law at a Long Distance, I-II." *Monthly Not. Royal Astr. Soc. 126.* és *127.* (1963), mindkettő: 21-30. o.; Milgrom, M: „A Modification of the Newtonian Dynamics. Implications for Galaxies."; uő.: „A Modification... Implications for Galaxy-Systems." *Astrophysical Journal 270.* 371-383. illetve 384-389. o.

[102] Marx, G., Szalai, A. S.: „Limit on Rest Masses from Big Bang Cosmology." *Acta Physica Hungarica 35.* (1974) .

[103] Vö.: Trimbler, Virginia: „Dark Matter in the Universe. Where, What and Why?" *Contemporary Physics 29.* (1988) 373-392. o.

A hetvenes évek elméleti fejleményei között jelentősége miatt megemlítendő még Zeldovics elmélete a galaxisok kialakulásáról, amely szintén a nyugalmi tömeggel rendelkező neutrínókkal dolgozik,[104] valamint a galaxisvilág *szálas-szivacsos* — „filamental", „sponge-like" — szerkezetének fölfedezése *Peebles* kutatócsoportja, illetve *Gregori* és *Thomson* kutatásai által.[105] Tudománytörténetileg fontos, hogy Zeldovics elmélete már a hetvenes évek első felében előre jelezte a világegyetem anyagának ilyen eloszlását, míg Peebles kutatócsoportja csak 1977-ben fedezte föl a szálas struktúrát. Így Zeldovics a harmadik olyan jelentős empirikus predikciót adta a standard paradigmán belül, amely később teljesült. Ez a standard paradigma újabb sikereként értékelhető, bár itt a teoretikus előrelátás és az empirikus kutatási eredmény viszonya abból a szempontból eléggé bonyolult, hogy a kutatók napjainkban a Zeldovicséval szembeni alternatív galaxisfejlődés-hipotéziseket részesítik előnyben, s így Zeldovics sikeres előrejelzése a ma uralkodó megítélés szerint megkérdőjelezendő elképzelésen alapult.[106] Zeldovics szóban forgó elmélete, tudománytörténetileg meghatározó szerepe és heurisztikus ereje miatt azonban így is jelentős, hiszen ma is mintaként szerepel a galaxisok keletkezését reprodukálni törekvő elméletek számára.[107]

---

[104] Zeldovich, Ja. B.: „Hypothesis Unifying Structure and Entropy of Universe." *Monthly Noticies of the Royal Astronomical Society 160.* (1972) 1P-3P; Sunyaev, R. A., Zeldovich, Ya. B.: „Formation of Clusters of Galaxies. Protocluster Fragmentation and Intergalactic Gas Heating." *Astronomy and Astrophysics 20.* (1972) 189. o.;

[105] Seldner, M., Siebers, B., Groth, E. J., Peebles, P. J. E.: „New Reduction of Lick Catalog of Galaxies." *Astronomical Journal 82.* (1977) 249. o. A tárgykörről informatív áttekintést és elemzést ad pl.: Rood, H. J.: „Voids." *Annual Review of Astronomy and Astrophysics 26.* (1988) 245-294. o.

[106] Vö. pl.: Silk, Joseph: „Galaxy Formation: Confrontation with Observation." 393-396. és 407-408. o. in: *Observational Cosmology*, 391-413. o.; Abott, Pi: „Dark Matter.", „Galaxy Formation and Clustering." in: Abott, L., Pi, S-Y.: *Inflationary Cosmology.* Singapore: World Scientific, 1986. 111-115, illetve 281-285. o.

[107] Zeldovics idekapcsolódó tanulmányait a galaxisok, illetve galaxishalmazok kialakulásával foglalkozva ma is permanensen idézik. Vö. pl.: Abott, Pi: „Density Fluctuations." in: id. mű: 189-193. o.

3.4. A szálas-szivacsos szerkezet viszonya a homogenitás-posztulátumhoz és a „big bang" paradigma magját képező gázgolyó-analógiához

A galaxisok szálas-szivacsos eloszlásának fölfedezése az előbbi vonatkozástól eltekintve is korszakos jelentőségű az empirikus kozmológia és csillagászat történetében, hiszen a csillagászati-kozmológiai tér mélységeibe történő empirikus behatolásban hasonlóan nagy fordulatot jelentett, mint szűkebb kozmikus környezetünk — galaktikánk — struktúrájának földerítése. Ahogyan a XIX. század fordulóján induló vizsgálatok fokozatosan strukturálni kezdték a térbeli eloszlásában eredetileg amorfnak hitt csillagvilágot, ám a XX. század elejére e csillagvilág pontos szerkezetének — a Tejútrendszernek — kirajzolódásakor kiderült, hogy az így föltárt struktúra csak az univerzum elenyészően kicsi részét jellemzi, úgy a szálas-szivacsos szerkezetre vonatkozó eredmény ma hasonlóan strukturálja a galaxishalmazok eredetileg amorfnak hitt világát; azzal a különbséggel, hogy ezek az eredmények ma már az egész elvileg megfigyelhető világegyetem — illetve az elfogadott ismeretelméleti előföltevésektől függően: az egész világegyetem — szempontjából relevánsak.

A szálas-szivacsos szerkezet fölfedezése így az első konkrét, empirikus jellegű eredmény a galaxisok nagyléptékű eloszlásáról, — arról az eloszlásról, amelyre eddig csak a homogenitás és az izotrópia általános és elvont posztulátumát használták. A homogenitás-posztulátum azt állítja, hogy a világegyetem anyaga közelítőleg homogén módon oszlik el. Az már korábban is nyilvánvaló volt, hogy a galaxisok méretének skáláján ez a homogenitás nem áll fönn, a szálas-szivacsos szerkezet viszont most a galaxishalmazok és a galaxis-szuperhalmazok jóval nagyobb skáláján — s ezzel gyakorlatilag az egész megfigyelhető világegyetem skáláján — tagadja a kozmikus anyag közelítően homogén eloszlását. *Ez az eredmény ugyanakkor a filozófiai értelemben vett homogenitással továbbra is összhangban van: a galaxisvilágot mindenütt ez a szerkezet jellemzi, és a szálas-szivacsos struktúra ismeretében sincsen kitüntetett helye, vagy régiója a világegyetemnek.* Ugyanígy: a standard paradigma modelljeiben gondolkodva e szerkezet következtében sem kell föltétlenül föladnunk azt az állítást, amely szerint a világegyetemnek nincsen széle, sem határa, és nincsen középpontja sem.

Ebben az utóbbi vonatkozásban viszont mégiscsak fölvetődik egy komoly teoretikus kérdés: *a standard paradigmában a világegyetem homogenitása posztulátumként szerepel, s így a szálas-szivacsos szerkezet csak akkor egyeztethető össze ezzel a paradigmával, ha matematikai szempontból ez a posztulátum a relativitáselmélet egyenleteire vonatkoztatva tekinthető a szálas-szivacsos szerkezet közelítő, egyszerűsített leírásának.* E probléma pozitív megoldhatósága ugyan igen plauzibilisnak tűnik, ám tudomásunk szerint ilyen irányú matematikai vizsgálódásokra mind ez idáig nem került sor. E vizsgálódások nélkül pedig Peebles csoportjának fölfedezése és a standard paradigma összeegyeztethetősége csak hipotetikus állítás maradhat. *Ebben az értelemben a szálas-szivacsos szerkezetre vonatkozó információ átmenetileg a homogén modellekkel dolgozó standard paradigma empirikus státuszát gyöngíti.*

A szálas-szivacsos szerkezetnek van még egy másik fontos ismeretelméleti vonatkozása is, amelyre a témával foglalkozó irodalom mindeddig nem hívta föl a figyelmet. Egyes kémiai kísérletekben a galaxisok eloszlásához hasonló szálas-szivacsos szerkezet alakul ki.[108] *Chincarini* és *Vettolani* ennek ontológiai jelentőségét hangsúlyozza: e két jelentősen eltérő struktúra párhuzamossága alapján arra következtetnek, hogy a struktúraszerveződési folyamatok a nagy méretkülönbözőség ellenére is hasonló szabályszerűségek szerint történnek. A standard paradigma szempontjából azonban nemcsak ontológiailag, hanem ismeretelméletileg is fontos ez a hasonlóság: mint láttuk, az egész paradigma a „kozmikus szubsztrátum" és a folyadék- illetve gáztömegek posztulált analógiájából kiindulva építkezik — a kémiai és kozmikus struktúrák ezen hasonlósága pedig az első olyan adat, amely empirikus oldalról megerősíti, plauzibilisebbé teszi ezt az analógiát. Figyelembe véve, hogy a szóban forgó kémiai struktúrák korábbi folyamatok termékeként jönnek létre, e hasonlóság ismeretében szintén megalapozott az a föltevés, amely szerint a szálas-szivacsos szerkezet a galaxisvilág kialakulásakor lejátszódott folyamatokkal van szoros összefüggésben. Ez a hasonlóság így a forró univerzum ismeretelméleti

[108] Chincarini és Vettolani egy nikkel-kolloidban keletkező agglomerátum fényképét hasonlítja össze a galaxishalmazok szálas-szivacsos eloszlásáról készített grafikonokkal, illetve ábrákkal. Vö.: Chincarini, G., Vettolani, G.: „The Distribution of Bright Galaxies." in: Observational Cosmology. 275-300. o.; a szóban forgó téma: 296-298. o.

státuszát erősíti meg az állandó állapotú világegyetem elméletével szemben.

3.5. A részecskegyorsítók mint az empirikus kozmológiai kutatás eszközei

Az ősrobbanás, illetve a forró univerzum elméletével foglalkozva befejezésképpen még a részecskefizika kozmológiai alkalmazásának egyik fontos empirikus következményére szeretnénk fölhívni a figyelmet. Annak eredményeképpen ugyanis, hogy a forró univerzum leírásában a részecskefizika vette át az alapelmélet szerepét, a részecskegyorsítók a távcsövekhez és a rádiótávcsövekhez hasonló kozmológiai szerepet kaptak: ha korábban egyre nagyobb és nagyobb teleszkópok építése jelentette instrumentális oldalról a kozmoszba történő egyre mélyebb és teljesebb behatolás föltételét, most az egyre nagyobb és nagyobb energiájú részecskegyorsítók építésének van ilyen szerepe — természetesen anélkül, hogy a távcsövek jelentősége csökkent volna.[109] Egyetlen egy eltérés van csak: amíg a távcsövek a térbe való behatolást segítették, addig most a részecskegyorsítók a múltba való mind mélyebb „előrenyomulást" teszik lehetővé. Ez a szerep természetesen csak egy adott fogalmi-elméleti keretben definiálódhat: ahogyan a távcsövek a középkori világegyetem-képben pusztán „mikroszkópként" jelenhettek meg, amelyek a konstans távolságú csillagszféra részleteit nagyítják ki, s csak a csillagvilág végtelen térbeli mélységét állító Bruno-féle modellben válhattak a kozmikus térbe való behatolás eszközeivé, úgy a részecskegyorsítók ma szintén csak a forró univerzum elméletének fogalmi-teoretikus keretében szerepelhetnek a kozmikus múlt kutatásának eszközeiként.(E vonatkozásban pedig, mint láttuk, éppen a gáz- illetve folyadéktömeggel dolgozó analógiának van kulcsfontosságú szerepe!)

A standard paradigma fejlődésének utóbb elemzett mozzanatai — a szálas-szivacsos szerkezet fölfedezése és a részecskefizikai analógiák — már átvezetnek a standard paradigma modern variánsához, a fölfúvódó világegyetem elméletéhez.

---

[109] Az Amerikai Egyesült Államokban tervezett — fölépülése után Ronald Reagenről elnevezendő — részecskegyorsító egyik határozott célja az, hogy segítséget nyújtson a korai világegyetem kutatásához.

4. A fölfúvódó világegyetem: a standard kozmológiai paradigma újabb diadala, vagy fölbomlásának kezdete?

4.1. Bevezetés

Mint láttuk, a kozmológiai háttérsugárzás fölfedezése fordulópontot jelentett a standard paradigma történetében, amelynek nyomán a korai univerzum elméleti kutatásában imponáló fejlődés bontakozott ki. Amíg azonban a népszerűsítő irodalom és a tudományos publikációk egy része a standard paradigmára gondolva a kozmológia egzakt tudománnyá válását ünnepelte, a szűkebb tudományos kutatás számára többek között éppen a háttérsugárzás vetett föl súlyos, a standard paradigma egészét falszifikálni látszó problémákat. Három ilyen feszültséget okozó elméleti problémáról volt szó:

1. *a horizontproblémá*ról;
2. *a simasági problémá*ról; és
3. *a mágneses monopólus problémájá*ról.

Ezek közül a harmadik probléma a korai univerzumra vonatkozó standard elmélet és az egyesített mezőelméletek („GUT"-ok) összekapcsolásából eredt, s mivel ezek az utóbbiak nem rendelkeznek még a kozmológiai problémáktól független empirikus bázissal, kevesebb jelentőséggel bírt a standard paradigma további fejlődése szempontjából.[110]

A horizontproblémát már régóta ismerte a szakirodalom, ám az csak a kozmológiai háttérsugárzás nagyfokú homogenitásának — azaz egy empirikus jellegű evidenciának — következtében vált akuttá.[111] A probléma egyrészt abból fakad, hogy a standard kozmológiai egyenletet kielégítő expandáló modellek expanziós sebessége az egyenlet struktúrája miatt az idő múlásával szükségképpen csökken. Másrészt viszont tudjuk, hogy a

[110] Vö.: Kibble, T. W. B.: „Some Implications of a Cosmological Phase Transition." *Physical Reports 67.* (1980) 183-199. o.;
A probléma összefoglaló ismertetését adja: Preskill, J.:„Magnetic Monopoles." *Annual Review of Nuclear and Partical Science 34.* (1984) 461-530. o.
(Az egyesített mezőelméletekről lásd később a 118. jegyzetet!)

[111] Vö.: Rindler, W.: „Visual Horizonts in World-Models." *Mon. Not. R. Astr. Soc. 116.* (1956) 663-677. o.; Weinberg, Stephen: *Gravitation and Cosmology.* New York: Wiley, 1972. 489-490., 525-526. o.; Misner, Ch. W., Thorne, K. S., Wheeler, J. A.: *Gravitation.* San Francisco: Freeman, 1973. 740., 815. o.

relativitáselméletben az információ közvetítésére alkalmas effektusok tovaterjedési sebessége a fény terjedési sebessége által korlátozott, aminek következtében ezen az elméleten belül számolni kell az úgynevezett oksági horizonttal.[112] (Egy esemény csak akkor gyakorolhat oksági hatást egy másikra, illetve csak akkor lehet szenvedő alanya egy másik eseménytől származó oksági effektusnak, ha ez a másik esemény oksági horizontján belül történik, illetve történt.) Mivel a világegyetem expanziója a standard paradigma klasszikus változatában szükségképpen lassuló, e változat alapján oksági horizontunk egyre nagyobb és nagyobb részét fogja át a világegyetemnek: azaz gyorsabban növekszik mint a tipikus távolságoknak az a növekedése, amely az expanzió következtében lép föl. *Így ma a kozmológiai háttérsugárzás ellenkező irányokban megjelenő forrásterületei egy horizonton belül vannak ugyan, ám a múltban egymás horizontján kívül helyezkedtek el. A horizontprobléma a következő: miképpen lehetséges, hogy olyan térbeli régiók együttese, amely régiók a múltban semmiféle oksági kapcsolatban sem lehettek egymással, ma nagyfokú homogenitást mutat?* A probléma súlyosságát érzékletesen mutatja az, hogy horizontunk ma tapasztalható homogenitásának levezetése érdekében egy megfelelően korai kozmikus időpillanatban 10^{83} egymástól okságilag teljesen szeparált régióból összeálló tértartomány homogenitását kell föltételeznünk.[113]

A simasági probléma a következő: ha a zéró görbületű világegyetemnek megfelelő mai átlagos tömeg-energia sűrűség értékét 1-el jelöljük, akkor a standard paradigma alapján a világegyetem csak úgy juthatott el mai állapotába, ha átlagos tömeg-energia sűrűsége jelenleg a 0.01 és a 10 értékek között helyezkedik el.[114] Ez a látszólag igen enyhe föltétel azt követeli meg, hogy a világegyetem korai expanziójánál a jellemző paraméterek $1{:}10^{55}$-nyi pontossággal egymáshoz legyenek hangolva.[115] Abból

[112] Vö.: Einstein, A.: *A speciális és az általános relativitás elmélete.* Bp.: Gondolat, 1978. 26-48., 53-54. o.

[113] Lásd pl.: a 111. jegyzetet, illetve Abott, L., Pi, S-Y. (ed.): *Inflationary Cosmology.* Singapore: World Scientific, 1986. „Introduction" 10. o.

[114] Ilyen típusú becsléseket találhatunk: Weinberg: id.mű: 475-481. o.; Misner, Thorne, Wheeler: id. mű: 796-797. o.

[115] Dicke, R. H., Peebles, P. J. E.: „The Big-bang Cosmology — Enigmas and Nonstrums." in: Hawking, S. W., Israel, W. (ed.): *General Relativity: An Einstein Centenary Survey.* Cambridge, etc: Cambridge University Press, 1979. 504-516. o.; Guth, A. H.: „Inflationary Universe." *Physical Review D23.* (1981) 347-348.

a vitathatatlan adottságból, hogy a világegyetemet mai állapotában figyeljük meg, a standard paradigma klasszikus változatában szükségképpen következik, hogy a paramétereknek ez a finomhangoltsága a múltban fönnállt — ám arra, hogy ez miért volt így, ez a változat nem képes magyarázatot nyújtani.

A standard kozmológia alapegyenletét vizsgálva rögtön szembetűnik, hogy az egyenlet pusztán matematikai szempontból lehetővé teszi a horizontprobléma kikerülését: a paraméterek megválaszthatóak benne úgy is, hogy az expanziós ráta az idő múlásával ne csökkenjék, hanem növekedjék. Ezt a kiutat a termodinamikai tényező segítségével konstruálhatjuk meg, mégpedig úgy, hogy a világegyetemben jelenlévő kozmikus nyomást kifejező paraméternek negatív értéket tulajdonítunk.[116] A negatív kozmikus nyomás fogalma már korábban is jelen volt a kozmológiai teóriákban, ám éppen az olyan nem standard, alternatív koncepciókban — például a steady-state kozmológiában —, amelyeket korábban a standard paradigma szempontjából az ad hoc, spekulatív, nem tudományos minősítéssel jellemeztek, s amelyekkel szemben a standard paradigma egyik erősségének éppen az tűnt föl, hogy nincsen szüksége ilyen szokatlan fogalmak és entitások bevezetésére a kozmosz leírásához. A standard paradigma megmentésére — konkrétabban: a paradigma kozmológiai egyenletének megőrzésére — azonban a klasszikus kozmológiai egyenlet szerkezete miatt a priori nem volt más kiút, s *így szükségképpen megindult a keresés olyan fizikai mechanizmusok iránt, amelyeknek segítségével az univerzum korai stádiumában biztosítani lehet e negatív nyomás megjelenését, s amelyekkel ily módon el lehet kerülni — illetve föl lehet oldani — e fogalom bevezetésének nyíltan ad hoc — paradigma-mentőöv — jellegét.*

Ilyen mechanizmusokkal a kvantummechanika és a nagy, egyesített mezőelméletek egyaránt szolgáltak, ám igazán működőképesnek az utóbbiak bizonyultak, és így Alan *Guth* áttörést jelentő cikke nyomán megszülethetett a standard paradigma új változata, a *fölfúvódó világegyetem* elmélete.[117] Ebben az elméletben különösen imponáló és attraktív, hogy a jelzett három anomália egyidejű föloldásán túl továbbfejlesztette a forró

[116] Lásd pl.: Abott, Pi: id. mű: 10. o.

[117] Guth, A.: „Inflationary Universe." *Physical Review D28.* (981) 347-356. o.

univerzum, illetve az atomfizikai és az elemirészecske-fizikai jelenségek közötti analógiát, s ezáltal tovább artikulálta a forró univerzum fizikai elméletét. S ahogyan a standard paradigma kialakulásakor az elméletet vonzóbbá tette és tudományos státuszát erősítette, hogy a kor progresszív fizikai elméletén, a relativitáselméleten alapult, ugyanúgy ma is pozitív tényezőként jön számításba, hogy a standard paradigmának ez a transzformációja az elméleti fizika mai fejlődésének talán legjelentősebb — de mindenképpen egyik legnépszerűbb — vívmányán, az egyesített mezőelméleteken alapul.[118] Mindennek következtében a fölfúvódó világegyetem elmélete hamar népszerűvé vált, s a tudományos népszerűsítő irodalom azt mint az utóbbi idők egyik legnagyobb elméleti vívmányát, s ennek részeként mint a világegyetemmel kapcsolatos tudásunkban történt jelentős előrehaladást, mint a fizika nagy elméleteihez hasonlóan megalapozott, s alapjaiban már vitathatatlan, tényszerű igazságot közvetíti a nagyobb közvélemény felé. Ez azonban semmiképpen sem igaz így erre az új elméletre: a fölfúvódó világegyetem státusza bizonyos értelemben gyengébb, mint a standard paradigma korábbi változatáé volt, s csak adott, konkrét megszorításokkal lehet azt elméleti előrehaladásnak, illetve a teoretikus megismerés újabb jelentős sikerének tekinteni. Más mozzanatok pedig ugyanakkor arra utalnak, hogy ez az új elmélet a standard paradigma fölbomlásának tendenciáit is magában rejti. Bárhogyan is áll azonban ez a dolog, annyi bizonyos, hogy ennek az elméletnek tudományos státusza,

[118] A természetben a jelenlegi fizika négy alapvető „erőt" (=kölcsönhatást) ismer: a gravitációst, az elektromágnesest, valamint a gyengét és az erőset. Ezek közül a másodikat és a harmadikat sikerült az elektrogyenge kölcsönhatás fogalmának bevezetésével egy egyesített mezőelmélet keretében tárgyalni, némileg hasonlóan mint a XIX. században az eredetileg önállónak hitt mágneses és elektromos kölcsönhatást egyesítették az elektromágneses jelenségek mezőelméletébe. Jelenleg több Nagy Egyesítés Elmélet (Grand Unified Theory: GUT) létezik, amelyek az elektrogyenge és az erős kölcsönhatást kapcsolják összse. Ezek közül egyik sem igazán meggyőző még, s ráadásul — mint ahogyan ezzel később foglalkozni fogunk — direkt teszteléssel elvileg ellenőrízhetetlenek. Így közvetlen kísérletek segítségével nem dönthetünk arról, melyik a „jobb", a helyesebb, s ezért szoktak többesszámban beszélni róluk. (A Nagy Egyesítésről magyarul többek között a *Fizika '82* című kötetben olvashatunk Nagy Tibor tanulmányában; magyar nyelvű népszerűsítő ismertetést pedig Stephen Hawking *Az idő rövid története* című könyvében találhatunk: Budapest: Mæcenas, 1989. 73-83., 157-171. o.)

jellege jelentősen különbözik a korábbi standard kozmológiai elképzelések jellegétől és státuszától, s ugyanígy minden korábbi fizikai elméletétől is: az *újkori, természettudományos-racionalista megismerés XIX-XX. századi történetében talán még egyik tudományos igénnyel föllépő elmélet sem mozgott ennyire a racionalista tudományosság és a mitikus világleírás határán, mint ez az elmélet.* A félreértések elkerülése végett: ezzel az állítással korántsem szeretnénk a fölfúvódó világegyetem elméletét mítosszá átminősíteni! Amikor az előbbi határra utalunk, akkor ezt úgy értjük, hogy az elmélet még a tudományosság szféráiban mozog, de már valahol ott, ahol ez a szféra véget ér, valahol ott, ahol tudomány és mítosz éles különbsége kezd elmosódni, — de még ezen elmosódott területiumoktól innen, ha a tudomány felől nézzük a dolgot.

Most kifejtett álláspontunk megindoklásához elkerülhetetlen, hogy a fölfúvódó világegyetem elméletének bizonyos mozzanatait részletesebben elemezzük. Ezt két szinten fogjuk megtenni: egyrészt a tudományelméleti-tudománymetodológiai szinten — az itteni megfontolások a számunkra fontosabbak és jelentőségteljesebbek —, s a természettudományos szinten — amely utóbbi elsősorban az elmélet jelenlegi belső állapota szempontjából fontos, ám ezzel együtt természetesen az első vonatkozásban is relevanciával bír.

4.2. A fölfúvódó világegyetem. Tudományelméleti és tudománymetodológiai elemzés

Mint említettük, formai oldalról nézve a horizontprobléma a standard paradigma (popperi értelemben vett) falszifikációját jelenti, hiszen annak eredeti változatából a háttérsugárzás inhomogenitása következik, s ezzel a predikcióval az empirikus eredmények nyilvánvalóan ellentétben állnak. A paradigma képviselői azonban — szemben a Popper-féle falszifikációs elmélettel, és a Lakatos-féle tudományfejlődés-elméletnek megfelelően — sohasem tekintették igazán ezt az empirikus tényállást falszifikációnak: sokkal inkább a probléma komoly volta fölötti átsiklás, az anomáliával való „békés együttélés" volt a jellemző.

Ha azonban az empíria által okozott anomália nem váltott ki falszifikációs hatást, szükségképpen a kiút, a föloldás keresésének kellett következnie. Mivel itt egy szigorú egyenlet képezi az elmélet alapját, ez

a kiút, ez a föloldás — ha egyáltalában volt — csak ennek az egyenletnek a struktúrájából következhetett. S itt, az egyenlet struktúrájával kapcsolatban megjelent egy második falszifikációs pont: igaz, kalkulatív-matematikai értelemben létezik ez a lehetőség, ám tartalmi szempontból ez két klasszikus fizikai fogalom „visszájára fordítását", s ráadásul ezzel a rivális, nem tudományosnak ítélt paradigmák egyik fogalmának átvételét követeli meg: figyelembe véve ugyanis, hogy a paradigma középpontját képező modellt lehetővé tevő analógiabázis a gázmodell — vagy folyadékmodell — analógia volt, a negatív nyomás bevezetése bizonyos értelemben az elmélet alapanalógiájának a „kifordítását", abszurddá tevését jelentette, s a negatív nyomás által indukált negatív gravitáció — negatív „nehézkedés" — ugyanilyen abszurd fogalom. A matematikai rendszer elemzéséből kirajzolódó lehetséges megoldás ezen súlyos fogalmi konzekvenciája egy második, teoretikus eredetű falszifikációs pontot definiál: az, hogy a standard kozmológiai egyenlet — és ezzel a standard modell — csak az alapfogalmak eredeti jelentésének ad hoc visszájára fordításával menthető meg, jelenthetné annak a bizonyítását is, hogy e paradigma megbukott, és nem képes a kozmosz leírására. Ténylegesen azonban mégsem ez a nézet kerekedett fölül: nem a paradigmát, hanem annak eredeti fogalmi készletét áldozták föl. *E második falszifikációs pont figyelmen kívül hagyásával végeredményben ismeretelméleti értékválasztás történt: a tradicionális fizika fogalmi készlete — ezzel együtt bizonyos értelemben a tradicionális „józan ész" — és a részben eredményes matematikai-kalkulatív rendszer között történt választás.* Ez a választás, illetve az eredményeképpen kapott új elmélet és paradigma-variáns nem sorolható be a „természettudományos fölfedezés" kategóriája alá. Itt sem empirikus, sem pedig elméleti vonatkozásban nem történt új fölfedezés: a negatív kozmikus nyomás fogalma régóta ismert volt már, s semmiféle olyan új empirikus eseményt nem tártak föl, amely ennek alkalmazását indokolttá tette volna. *Ténylegesen itt a paradigma, és az annak alapjául szolgáló kalkulatív rendszer megmentésének igénye, és az ebből eredő kényszerek jutottak érvényre.*

Az előbb azt írtunk, hogy a negatív kozmikus nyomás bevezetése, mint egyetlen lehetséges megoldás, ellentétes — falszifikáló — értelmezést is lehetővé tett volna. Ez azonban csak a problémakör formális oldalát tekintve igaz. Ténylegesen nem létezett itt alternatíva, s a fönti megoldás determinálva volt: a „józan ész"-t mint kritériumot a standard paradigma

már megszületésekor, egy hasonló értékválasztásban föladta, s így a tradicionális fogalmi készlet visszatartó-megkötő ereje eleve nem lehetett túl erős. E korábbi választással szemben a fölfúvódó világegyetem elmélete kapcsán mégsem annyira az Ockham-borotva, vagy a gondolatökonómia elve szerepelt alternatív metodológiai értékként, hanem inkább a már említett kalkulációs rendszer, s a hozzá kapcsolódó kalkulatív erő: a paradigmában dolgozó kutatók számára a negatív nyomást és az ennek nyomán föllépő negatív gravitációt éppen a bevezetésük következtében megnövekedett kalkulatív erő, és az ennek segítségével megnövekedett kalkulációs eredményesség „verifikálta". (Azaz: jusztifikálta!)

A fölfúvódó világegyetem elméletét elemezve ezért mindennél szemléletesebben kirajzolódik előttünk, hogy a kalkulatív erőnek mint értéknek a státusza az einsteini „kezdetek" óta méginkább megerősödött. Ennek az elméletnek az esetében különös világossággal látszik, hogy inkább kalkulációs, mint leíró-megismerő jellegű. A negatív nyomás, a negatív gravitáció és az azt generáló mechanizmusok bevezetése ugyanis nemcsak a tradicionális fogalmi készlettel történt szakítást radikalizálja, hanem bizonyos vonatkozásban az Ockham-borotva elvével is szembekerül: ezek egyrészt új, és empirikusan meg nem alapozott — azaz, ahogyan az előbb már jellemeztük: *ad hoc* — fogalmak; másrészt ellentmondanak annak a princípiumnak, amely szerint a kozmológiát a lokális, laboratóriumi fizikai ismeretekre, illetve ezek kozmikus kiterjesztésére kellene alapozni. Ez az utóbbi mozzanat azért különösen jelentős, mert az egyik fontos érv a „nem standard" modellekkel szemben éppen az volt, hogy amíg a standard paradigma a lokális-laboratóriumi fizika segítségével, spekulatív hipotézisek nélkül képes a világegyetem leírására, addig a riválisok önkényesen eltérnek a laboratóriumi fizikától. *Ez az érv most, a fölfúvódó világegyetem elméletével elvesztette bázisát; az Ockham-borotvának előbb jelzett föladása pedig egyértelműen utal arra, hogy a kalkulációs rendszer és annak kalkulatív ereje minden egyéb mozzanattal szemben preferenciát kapott.* Ugyanakkor hangsúlyoznunk kell, hogy a kalkulatív erőnek mint értéknek és az Ockham-borotvának szóban forgó konfrontációja nem abszolut. A kalkulációs rendszer felől nézve ugyanis éppen az Ockham-borotva érvényesülését konstatálhatjuk: a negatív nyomás bevezetésével elkerülhetővé vált a standard paradigma alapegyenletének módosítása,

illetve föladása. *Ez azt mutatja, hogy az Ockham-borotvára alapozott döntési lehetőség ambivalenssé vált, és az Ockham-borotva e kontextusban különböző módokon, különböző hangsúlyokkal alkalmazható.* Mindez azonban nem cáfolja a kalkulatív rendszer dominanciájára vonatkozó állításunkat, hiszen az Ockham-borotva megőrzése itt éppen a kalkulatív rendszerre vonatkoztatva történt meg.

A fölfúvódó világegyetem elméletének kialakulása és fejlődése során további falszifikációs pontok is fölléptek. Ezek közül a legerősebb Alan Guth elméletét érintette: azt az elméletet, amely éppen a teoretikus fordulópontot jelentette. Guth elméletének egyik empirikus következménye ugyanis a világegyetem látható részének nagyfokú inhomogenitása, ami ellentétben van a kozmosz ma tapasztalható empirikus képével. Ezért az éppencsak megszületőfélben lévő új elmélet megmentéséért újabb súlyos árat kellett fizetni a „buborék világegyetem" („*bubble universe*") hipotézisének bevezetésével.[119] E hipotézis szerint az általunk belátható kozmikus tértartomány pusztán csak „buborék" a Fridman-féle univerzumban, amely sok hasonló ilyen buborékot tartalmazhat. A buborék univerzum elmélete így a számunkra empirikusan elérhető és vizsgálható tértartomány struktúrájának megmagyarázása érdekében elvileg el nem érhető, s ezért teljesen spekulatív státuszú — az Ockham-borotva elvének is súlyosan ellentmondó — kozmikus „buborékok" — azaz lokális kozmikus konfigurációk — sokaságát tételezi föl. *Ha a simasági probléma megoldásához a standard paradigma klasszikus változatában a paraméterek korai finomhangoltságának ad hoc posztulálására volt szükségünk, most elvileg megfigyelhetetlen kozmikus buborékok sokaságához kell fordulnunk.* Ez nagyon kellemetlen vonása az új elméletnek, s ezért nem véletlen, hogy a kortárs

[119] A Guth-féle elméletből következő nagymértékű empirikus inhomogenitás kiküszöbölésének érdekében az ún. Coleman-Weinberg-féle potenciálfüggvényt alkalmazták. Ennek segítségével elérhető, hogy az inhomogén kozmosz egy-egy "buborékán" belül homogén tartományok alakuljanak ki. A Guth elméletét ily módon korrigáló teória a „fölfúvódó világegyetem új elmélete" névvel szerepel a szakirodalomban. A történeti szempontból legjelentősebb ilyen modellek a következő tanulmányokban jelentek meg: Linde, A. D.: "A New Inflationary Universe Scenario." *Physics Letters B 108.* (1982) 389-393. o.; Albrecht, A., Steinhardt, P. J.: "Cosmology for Grand Unified Theories with Radiatively Induced Symmetry-Breaking." *Physical Review Letters 48.* (1982) 1220-1223. o.
Stephen Hawking rövid, de érdekes élménybeszámolót ad az elmélet fejlődésének erről a korszakáról *Az idő rövid története*ben: 132-137. o.

elméleti fizika egyik legjelentősebb személyisége, S. *Hawking* kezdetben szeretett volna az „egy buborék — egy univerzum" elméletéhez visszatérni.[120] S itt különösen láthatóvá válik a fölfúvódó világegyetem elmélete köré kerített sajátos „ideológia": amíg a népszerűsítő irodalom a többi tudományosan elismert entitásához hasonló státuszt tulajdonít ezeknek a buborékoknak, és ennek részeként mint „fölfedezésről" beszél a „sajtszerű" világegyetemről, és arról, hogy ennek egyik „üregében" élünk,[121] addig itt egy tisztán teoretikus jellegű, kellemetlen következményről van szó, amelyről a paradigma rögtön lemondana, ha ezt problémamentesen megtehetné. E szituációt megint csak célszerű az értékmozzanatok figyelembevételével vizsgálni: amíg ugyanis az inhomogén modellekkel szemben a standard modelleknek a világegyetem empirikus képével összhangban lévő egyszerűsége és szépsége korábban fontos érvként szerepelhetett, a buborék világegyetem elméletével ez az érv is bázisát veszítette.

A simasági problémának abban a föloldásában, amelyet a fölfúvódó modell adott, még egy fogyatékosság kimutatható — igaz, paradox módon ezt a fölfúvódó modell erényeként szokták említeni. A simasági problémát ugyanis maga a fölfúvódás folyamata tünteti el, amely mintegy „elmossa" a kezdeti értékeket, és így a későbbi evolúciót azoktól függetlenné teszi.[122] Ez persze nagyon kellemes tulajdonsága ennek az elméletnek, de mindenképpen gyanúsnak tűnik, hogy fejlődésének kezdetén éppen egy ilyen, a kezdeti értékekkel kapcsolatos minden problémát negligáló folyamattal ajándékozott volna meg bennünket a világegyetem! Itt újból érzékelhetővé válik a fölfúvódás — s ami ezzel azonos: a negatív nyomás és a negatív gravitáció — fázisának ad hoc, az elméletalkotók igényeiből és

[120] Boslough, John: *Jeinseits der Ereignis-horizons.* Hamburg: Rowohlt, 1985. (*A Stephens Hawkings Universe*, New York: Morrow, 1985. fordítása.) 108. o.

[121] A „sajt-világegyetem" Stephen Hawking egyik kedvenc hasonlata.

[122] „A fölfúvódás egyik jelentős hatása, hogy tisztára mossa a terepet. A világegyetem fejlődése a fölfúvódás után lényegében független attól, ami ez előtt történt" — írja például Abott és Pi. Vö.: id mű: Introduction, 11. o.

„Az infláció elmossa a korábban létező világegyetem részleteit: a világegyetem struktúráját így nem a kezdeti föltételek határozzák meg, hanem csak a magasenergiájú állapotokkal foglalkozó fizika törvényei" — fejtegeti P. C. W. Davies: „Quantum Gravity: A Unified Model of Existence?" 53. o. in: *Kosmologie und Relativistische Astrophysik.* (Mitteilungen der Astronomischen Gesellschaft Nr. 58.) Hamburg: Astr. Gesellschaft, 1983. 47-56. o.

vágyaiból kiinduló tételezettsége. De ettől eltekintve: vajon eleget tesz-e az elméleti magyarázatokkal szemben támasztott követelményeknek egy olyan magyarázat, amely tulajdonképpen úgy magyaráz, hogy elmossa a magyarázni valót? Hasonló kérdést fogalmazhatunk meg egyébként a horizontproblémával és a monopólusok problémájával kapcsolatosan is. A világegyetem empirikus képe és az erre vonatkozó elméleti predikciók itt ellentétben voltak egymással, ám ennek a szituációnak a föloldását nem egy olyan elmélet adta, amelyből már nem következnek a problémát okozó inhomogenitások és monopólusok — ezek ugyanúgy következményei az új elméletnek is —, hanem egy olyan múltbéli mechanizmus tételezése, amely állítólag „kisöpörte" volna ezeket a nemkívánatos, de az elméletben mégis föllépő entitásokat horizontunkon kívülre. Gondoljuk csak végig ennek a megoldásnak a logikáját! A teória szerint bizonyos entitások léteznek, mégpedig úgy, hogy a fizikai világ empirikusan elénk táruló képében is jelentkezniök kellene. Mivel nem tapasztaljuk őket, föltesszük: egy múltbeli folyamat kisöpörte ezeket horizontunkon kívülre. Ez a logika elég bizzar módon eltér a természettudományos megismeréseszmény hagyományos logikájától!

Az előzőek alapján J. C. *Pecker* és J. P. *Vigier* joggal fogalmaz úgy, hogy a standard paradigma elveszítette azokat a vonásait, amelyek pedig eddig a legerősebb érveket adták számára a riválisteóriákkal szemben: egyszerűségét és gondolati szépségét.[123] Ugyanígy J. V. *Narlikar* is megalapozottan hangsúlyozza, hogy a fölfúvódó világegyetem elméletével a standard paradigma fölhasználta riválisának és legfőbb ellenfelének gondolatait és ötleteit.[124] Amikor a fölfúvódó világegyetem elméletét minden vonzó vonása és — valóságos vagy látszólagos — sikere ellenére a standard paradigma fölbomlásának lehetséges kezdeteként említettük meg, többek között ezekre az előzőek során említett szerkezeti vonásaira gondoltunk.

Elemzésünk első szakaszát azonban még ezzel nem fejeztük be. Az eddigiek alapján a fölfúvódó világegyetem elméletének ad hoc jellegére

[123] Pecker, J. C., Vigier, J. P.: „A Possible Tired-Light Mechanism." in: Hewitt, A., Burbidge, G., Fang, L. Z. : *Observational Cosmology.* (Proceedings of the 124th Symposium of the International Astronomical Union.) Dordrecht, Boston, etc.: D. Reidel, 1987. 507-511. o.

[124] Narlikar, J. V.: „Alternative Cosmologies." in: *Observational Cosmology.* 447-451. o.

vonatkozó állításaink egyoldalúak maradnának, s nem tárulna igazán föl ennek az elméletnek valóságos szerkezete. Bár a „fölfúvódás" ideája és a negatív nyomás fogalma, mint a standard paradigma egyedül lehetséges megmentői, a priori kirajzolódtak, s az elméleti kényszer a priori ebbe az irányba szorította a kiút keresését, e fogalmak leplezetlenül ad hoc bevezetését egyik magára valamit is adó „standard" kozmológus sem lett volna hajlandó elfogadni, hiszen ez az „ellenfelek" módszertanára, a Milne, vagy a Bondi, Gold és Hoyle által javasolt metodológiára való nyílt áttérést jelentette volna. Így szükség volt *egy* olyan *„független" megfontolásokból származó mechanizmusra*, amely elfedheti — s szerencsés esetben föl is oldhatja — ezt az ad hoc jelleget, s egy *analógiára*, amelynek segítségével ezt a mechanizmust a világegyetem fejlődésének korai stádiumára lehet alkalmazni.

Guth 1981-es cikke azért jelenthetett fordulópontot, mert a kvantummechanikai processzusokkal való sikertelen kísérletezés után egy ilyen mechanizmussal szolgált. Ráadásul jelentősen megnövelte Guth javaslatának értékét, hogy a „nagy egyesítés" egyik elméletének segítségével biztosította ezt a mechanizmust, azaz az elméleti kozmológia mellett a modern elméleti fizika másik legnépszerűbb, s leginkább a figyelem előterében álló kutatási irányát kapcsolta össze a korai világegyetem teóriájával. Figyelembe véve azt, hogy a GUT-ok, valamint a vele kapcsolatos skalármezők és spontán szimmetriasértések a részecskefizikai viszonyokra vonatkoznak, Guth ezek fölhasználásakor egyben a hagyományos big bang elmélet analógiás bázisára építkezhetett — azaz nem volt szüksége új analógia bevezetésére. Másrészt pedig, annak következtében, hogy a GUT-ok a korábban vizsgáltaknál nagyobb energiák és hőmérsékletek fönnállásánál alkalmazhatóak, e hagyományos analógia bázisán kézenfekvő — sőt: előbb vagy utóbb elkerülhetetlen — volt az, hogy a korai univerzummal foglalkozó kozmológiai kutatás a nagy egyesítés elméleteinek az irányába forduljon, és ez már Guth tanulmányának megjelenése előtt meg is történt. Ez a momentum az ad hoc jelleg szempontjából igen jelentős, hiszen szinte teljesen eltünteti — már-már föloldja — azokat az elméleti igényeket és kényszereket, amelyek a fölfúvódó világegyetem elméletének megkonstruálását ösztönözték, és így jelentősen redukálni látszik az elméletben meglévő önkényes, retrospektív mozzanatok önkényes, retrospektív jellegét.

Annak oka, hogy ez a redukció — a paradigma önmagáról kialakított képétől eltérően — *mégsem történt meg, egyrészt a GUT-ok mai természettudományos státuszában keresendő, másrészt pedig az ismeretelméleti szituáció azon transzformációjában, amelyet a korábbi részecskefizikai vizsgálatok tárgyát képező nyomás- és hőmérsékletviszonyoknál is extrémebbeknek föltételezett viszonyoknak elméletbeli megjelenése eredményezett.* A nagy egyesítés elméleteinek természettudományos státuszára már az is utal, hogy értelme van a többes szám használatának: még nem létezik kiforrott elmélet a „Nagy Egyesítés" számára, és így a kozmológusoknak elméletek és skalárpotenciálok gazdag tárháza áll rendelkezésükre, amelyből „kényük-kedvük" szerint — azaz teoretikus igényeiknek megfelelően, ad hoc módon — választhatnak.[125] Ez a választási szabadság nemcsak absztrakt lehetőség, hanem a kozmológusok ténylegesen élnek vele, és ez az oka többek között az inflációs kozmológiák azon sajátos sokasodásának, „inflációjának", amelyet Guth tanulmányának megjelenése óta megfigyelhetünk.[126]

Természetesen annak oka, hogy a kozmológusok között sem jött létre konszenzus az alkalmazandó elméletvariánsban, abban is keresendő, hogy a kifelé mutatott képpel ellentétben az inflációs modellek a természettudományos szinten is számos problémával küszködnek, ami újabb és újabb variánsok kidolgozására ösztönözi a kutatókat. A GUT-ok sokaságának létezésében kifejezésre jutó elméleti szituációt, illetve azt a bizonytalan státuszt, ami ezeket az elméleteket jellemzi, s mindenekelőtt azt, hogy ezen elméleteknek empirikus bázisa — ha egyáltalában van ilyen — igen elmosódott, illetve annyira áttetsző, hogy már-már alig látható, itt nem elemezhetjük, hiszen egy ilyen elemzés jelentősen elvezetne monográfiánk tulajdonképpeni témájától. (Annál is inkább, mert ez a szituáció bizonyos mértékig esetleges, s így nincsen igazán mély tudományelméleti, vagy filozófiai relevanciája.) Az elemzés helyett inkább idézzük H.

[125] A különböző potenciálokkal dolgozó inflációs elméletek első három évét tekinti át: Guth, A.: „The New Inflationary Universe" *Annalen of the New York Academy of Sciencies 422.* (1984) 1-14. o.; Abott, Pi: „Inflationary Modells." in: *Inflationary Cosmology.* 499-501. o.

[126] Lásd az előző jegyzetben említett összefoglaló tanulmányokat, valamint az utóbbi évek eseményeiről: Barrow, J. D.: „The Inflationary Universe. Modern Developments." *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society 29.* (1988) 101-117. o.

Fritzsche-t, aki ugyan a fölfúvódó világegyetem elméletének egyéb mozzanatait kevésbé tartja spekulatívnak, mint mi, viszont a nagy egyesítés elméleteinek kozmológiai alkalmazásáról a következőket írja:

> „Meg kell különböztetnünk a korai infláció eszméjét azoktól az eszméktől, amelyek az inflációt okozó fizikai mechanizmusra vonatkoznak. Az utóbbiakat, amelyek a két különböző vákuum közötti fázisátmenetre alapozódnak, úgy kell tekintenünk, mint nagyon spekulatív elképzeléseket."[127]

Fritzsche utóbbi szavaival kapcsolatosan természetesen megkérdezhetjük: és a fölfúvódás eszméje talán kevésbé spekulatív?! Úgy gondoljuk, hogy a korábbiakban általunk adott elemzés legalábbis e kérdés jogosságát megalapozza.

A Fritzsche által itt nyújtott értékelésből kendőzetlenül előbukkan az a struktúra, amelyben a GUT-okhoz történő fordulás elsősorban a fölfúvódás-eszme és a korai negatív kozmikus nyomás önkényes bevezetésének eltüntetésére irányul, s explicitté válik, hogy mégiscsak a paradigmamentés kényszerével kapcsolatos megfontolásoknak van prioritásuk a GUT-ok kozmológiai alkalmazásával szemben.[128] Így az univerzum fölfúvódásának eszméjét nem tekinthetjük egyszerűen a GUT-ok kozmológiai alkalmazásából származó következménynek, és az semmiképpen sem a GUT-ok segítségével lehetővé vált „elméleti fölfedezés", amely a világegyetem fejlődésének egy korai, előttünk eddig rejtve maradt fázisát tárná föl számunkra.

---

[127] Fritzsche, H. „Cosmic Particles." in: Faessler (ed.): *The Early Universe and its Evolution*. Oxford, etc.: Pergamon Press, 1986. 1-58. o.; az idézet: 41. o.

[128] „Mivel a fölfúvódás eszméje kozmológiailag igen attraktív, fontos föladat egy olyan mezőelméleti modell keresése, amely sikeresen tudja implementálni az új típusú fölfúvódást" — írta 1984-ben Steinhardt és Turner az inflációs modelleket analizálva. *Phys. Rew. D29.* 2162. o. (Nem arról van szó tehát, hogy egy kész, adott mezőelméletet alkalmazunk a korai univerzumra, s ennek eredményeképpen megkapjuk teoretikusan az infláció fázisát, hanem éppen fordítva: ez az utóbbi oly „attraktív", hogy konstruálnunk kell hozzá egy mezőelméletet. Attraktív, mert ez az egyetlen lehetőség a standard paradigma elbukásának kikerülésére!)

4.3. A világegyetem-részecskegyorsító analógia visszájára fordulása

Az előbbi szakaszban azt írtuk, hogy a GUT-ok elméleti státuszának mai bizonytalansága „bizonyos mértékig" esetleges is lehet. A „bizonyos mértékig" kifejezést ennek során tudatosan használtuk, ugyanis úgy gondoljuk, hogy jelen van itt egy szükségszerű, strukturális jellegű mozzanat is, amely abból a vizsgálódási területből fakad, amelyre ezek az elméletek irányulnak. Emlékezzünk csak vissza arra az analógiabázisra, amely a korai univerzum elméleti megközelítését lehetővé tette! Ha a *világegyetem=gáztömeg* (illetve *=folyadéktömeg*) analógiát a Fridman-Lemaître-féle megoldás dinamikájának megfelelően időben visszafelé követjük, ily módon olyan nagysűrűségű állapothoz jutunk el, amely természetes módon párhuzamba állítható a részecskegyorsítókban megfigyelhető folyamatokkal. *Ez az analógia éppen azt teszi lehetővé, hogy a korai univerzum teoretikus leírása ne maradjon meg puszta spekulációként, ahol az ad hoc megfontolásokkal szabadon játszadozhatunk, hiszen segítségével a részecskegyorsítókban megfigyelt események szigorú empirikus-kísérleti megszorításokat adnak a kozmogóniai-kozmológiai leírás számára.* Ezen a ponton azonban a fölfúvódó világegyetem elméletével radikális változás következett be. Az a tartomány, ahol a nagy egyesítés elméletei (GUT-ok) érvényesek, illetve azok a föltételezett folyamatok és összefüggések, amelyek az állítólagos inflációt (állítólag) generálták, *már nem a részecskegyorsító-analógián nyugszanak, mivel a részecskegyorsítókban még ilyen jellegű folyamatokat nem mutattak ki.* Sőt: a nagy egyesítés elméletei által föltételezett folyamatok egy része eleve vizsgálhatatlan részecskegyorsítók segítségével! Ez a megváltozott ismeretelméleti szituáció gyakran a következő hangzatos — és divatos — formulában fejeződik ki: *A tudományos megismerés fejlődésének eredményeképpen megváltozott a részecskefizika és a kozmológia kapcsolata, s az még az eddigieknél is szorosabbá vált. Ma már a kozmosz mint egy nagy kísérleti terep, mint a kísérleti tesztelés eszköze — mint óriási, természetes „részecskegyorsító" — szerepel az elméleti fizika számára.*[129] Ez a formula azonban éppen a

[129] Pl: Silk, Joseph: „Galaxy Formation: Confrontation With Observations." in: Hewitt, Burbidge, Fang: *Observational Cosmology.* 391-413. o.; a szóban forgó téma: 392. o.

megváltozott szituációnak lényegét fedi el, hiszen az új elmélet eredményeként, „vívmányaként" állítja be bizonyos, ismeretelméleti szempontból pozitív, az elmélet tudományos státuszát erősítő mozzanatok *eltűnését*, illetve *hiányát* ! Amíg ugyanis a részecskegyorsító-analógia eredeti funkciójában arra szolgált, hogy a korai univerzum vizsgálatát empirikus bázisra alapozhassuk, az analógia előbb idézett változata e bázis hiányából fakad, s azt leplezi el, hogy e bázis hiányában az elméletkonstruálás során csak retrospektív gondolkodhatunk. Korábban a részecskegyorsítókban empirikusan megfigyelt események alapján lehetett modellezni a világegyetem korai korszakának elméleti vizsgálódás alá vont intervallumát. Most a fölfúvódó világegyetem elmélete által vizsgált időtartományok esetében nincsen még ilyen, analógia segítségével létrehozott, közvetett empirikus bázisunk sem, s így egyetlen orientációként a világegyetem jelenleg megfigyelhető állapota maradt számunkra. *Ha* viszont ez a helyzet, s *az elméletalkotást behatároló egyetlen „külső" kényszer az, hogy a megkonstruált elmélet és a mai világegyetem összhangban legyen, akkor a ma megfigyelt kozmosz és az elméletből következő kép összhangjának elérése semmiképpen sem tekinthető az elméleti predikciók teljesülésének, hanem egyszerűen csak tautológiának, hiszen ebben az esetben az elméletet már eleve úgy konstruáltuk, hogy a megmagyarázandó empirikus ismereteket szem előtt tartottuk, s azt ezek tudatában, „ezekhez" formáltuk — alakítottuk. Ezért csak annyit mondhatunk, hogy „jó", hogy „kényelmes", ha például a „fölfúvódás" fázisát föltételezzük, ám annak plauzibilissé tételére, hogy ilyesmi valóban megtörtént a világegyetem múltjában, a legszolidabb empirikus alapunk is hiányzik.*[130] Természetesen a korai univerzum későbbi korszakainak vizsgálata sem lehet előföltevésmentes, ám a gázgolyó-analógia és az általános relativitáselmélet segítségével már

[130] Amíg a fölfúvódó világegyetem modelljeivel foglalkozó tanulmányok többsége a nagy egyesítés valamelyik elméletéhez kapcsolódik, újra és újra megjelennek olyan tanulmányok, amelyek kétségbe vonják azt, hogy az ezekben leírt fázistranszformáció valóban létezett volna a világegyetem múltjában — vagy ha igen, akkor képes lett volna infláció generálására. (Ez azonban nem azt jelenti, hogy a világegyetem fölfúvódásának kozmológiai eszméjét is megkérdőjeleznék. Éppen ellenkezőleg, azt javasolják, hogy más módon, a nagy egyesítés elméletei nélkül próbálkozzunk meg inflációs modellek kidolgozásával. Vö.: Mazenko, G., Unruh, W., Wald, R.: „Does a Phase-Transition in the Early Universe Produce the Conditions Needed for Inflation?" *Physical Review D31.* (198) 273 282 o.)

nem spekulatív, természetes módon következik, hogy egy elegendően korai időszakban a világegyetem a plazmaállapothoz hasonló állapotban volt. Hiszen tudjuk: nagy sűrűség, hőmérséklet és nyomás esetén a gázgolyó ilyen állapotba transzformálódik át. Ezzel szemben a fölfúvódás eseményének státusza tisztán spekulatív, s egyáltalában nem következik a fönti analógiából, mivel maguk a nagy egyesítés elméletei sem rendelkeznek empirikus bázissal.

Ebben az utóbbi vonatkozásban még egyszer hangsúlyoznunk kell, hogy ez a bázis hiánya nem esetleges, hanem bizonyos — nem logikai, de mégis elvi — értelemben strukturális: bár gondolatban el lehet ugyan játszadozni olyan részecskegyorsítók lehetőségével, amelyeknek mérete a mi galaxisunk méretével azonos léptékű, hiszen logikailag ilyenek lehetségesek, praktikus és fizikai értelemben mégis lehetetlenek ezek. Világegyetemünk struktúrája olyan, hogy a nagy egyesítés elméletei által megcélzott viszonyok egyrészt előállíthatatlanok, másrészt pedig a világegyetem empirikusan megfigyelhető tartományában ma sehol sem léteznek. *Ám mit ér az olyan elmélet, amely nem létező viszonyokra vonatkozik?* — kérdezhetjük, s itt, e kérdés kapcsán lép életbe mentőövként a megfordított *részecskegyorsító — világegyetem* analógia: *a föltételezett korai univerzumban talán éppen ezek a viszonyok álltak fönn* — állítják ezzel az analógiával a fölfúvódó világegyetem elméletének hívei. Amíg tehát az eredeti változatban ez az analógia arra szolgált, hogy empirikusan már regisztrált események és folyamatok ismeretében kutathatóvá váljék egy múltban föltételezett állapot, és e funkció részeként ezen állapot teoretikus leírásához szolid empirikus bázist nyújtott; addig ma a megfordított változat egy spekulatív elméletet kapcsol össze egy másik spekulatív elmélettel, azt a látszatot keltve, hogy most ez az utóbbi szolgáltatja az empirikus bázist az előbbi számára!

Hogy még világosabbak legyenek előbbi fejtegetéseink, egy konkrét példát is bemutatunk! A nagy egyesítés elméletei szerint létezik a T_x hőmérsékletérték, amely fölött a három nem gravitációs kölcsönhatás eggyéolvad.[131] Ám létezik-e valóban ez a T_x hőmérséklet? S ha igen, efölött valóban összeolvad-e ez a három kölcsönhatás? Ezekre a kérdésekre csak annyit válaszolhatunk: nem tudjuk, s olyan kísérleti berendezések,

[131] Vö.: Silk: id. mű: 392. o.

amelyek segítségével ezek a kérdések megválaszolhatóak volnának, nem építhetők. Így a T_x érték mindig spekulatív marad!

Ha azonban ez a helyzet, mégis, milyen alapon jogosult a természettudományos megismerés keretein belül ilyen értéket föltételezni? A válasz erre az, hogy a nagy egyesítés elméleteiben megfogalmazott állítások spekulativitása a természettudományos megismerés szokásos módszertanának segítségével az általunk bemutatott korlátok ellenére is bizonyos mértékig csökkenthető. Sőt: ezen állítások részleges falszifikációja sem zárható ki teljesen. Példaként tekintsük újból az előbbi T_x értéket! Az a határ, ahol az elvileg még megépíthető részecskegyorsítókkal vizsgálható tartomány végetér, valahol az elektrogyenge mezők elmélete és a nagy egyesítés elméletei által vizsgált hőmérséklettartományok között van. Az elektrogyenge egyesítéshez szükséges T_y hőmérséklet ugyanis elvileg még a mai univerzumban — és itt, Földünkön is — előállítható.[132] Ha sikerülne T_y-t előállítani, és efölött valóban összeolvadna az elektromágneses és a gyenge kölcsönhatás, ez jelentősen megnövelné annak plauzibilitását, hogy a T_x-re vonatkozó kérdések is pozitívan válaszolandóak meg. Ám ennek ellenére, amíg a mai fizika lesz érvényes, a T_x-re vonatkozó elmélet kísérleti tesztelhetősége elvileg kizárt marad. Abban az esetben pedig, ha a mai fizika érvényét veszítené, a nagy egyesítés elméletei is elveszítenék értelmüket, hiszen ezek a mai fizika kontextusában fogalmazódtak meg.

A nagy egyesítés elméleteinek tesztelésére tehát egyedül az a hipotézis adhat lehetőséget, hogy a kozmosz múltjában valamikor az általuk hipotetikusan posztulált viszonyok uralkodtak. Láttuk azonban, hogy a ma elénk táruló kozmikus tabló és a nagy egyesítés elméleteinek összhangja a retrospektív elméletalkotás miatt nem releváns a tesztelés szempontjából. Ha viszont a retrospektív módon konstruált elmélet már további, elvileg ellenőrizhető predikciókat is adna, amelyek ma még fölfedezetlen empirikus effektusokra vonatkoznának, ezeknek a predikcióknak későbbi teljesülése vagy falszifikálódása már teszt értékű lehetne. A nagy egyesítés elméletei a standard kozmológia segítségével így végül minden spekulativitásuk ellenére is tesztelhetővé tehetők, és ez az, amiért jogosult őket természettudományos elméleteknek tekinteni. E vonatkozásban pedig a kozmosz, mint a tesztelés egyetlen „eszköze", valóban a részecskegyorsító

[132] U.o.

korábbi funkciójában szerepel. Ez azonban nem erény hanem fogyatékosság, hiszen a korábbi, direktebb tesztelés lehetőségének (részecskegyorsítók) és a közvetett, kozmológiai tesztelés lehetőségének (a forró univerzum hipotézise...) kettőssége a direktebb és alapvetőbb pólus eltűnése miatt megszűnt. Maradt egyedül a kozmológiai tesztelhetőség, amely csak jóval bonyolultabb, összetettebb hipotézisek és előföltevésrendszerek által működőképes, mint amilyenek a részecskegyorsítókban végzett laboratóriumi tesztekhez szükségesek. Nem is beszélve arról, hogy amíg ezek az utóbbiak elvben tetszőlegesen sokszor reprodukálható, jelenbeli események segítségével történhettek, itt egy hipotetikus régmúltra van szükségünk ahhoz, hogy a tesztelhetőség egyáltalában szóba jöhessen. Ez pedig mind a nagy egyesítés elméletei, mind pedig a fölfúvódó világegyetem vonatkozásában elvileg más ismeretelméleti szituáció, mint amely a korábbi részecskefizikai elméleteket, illetve a forró univerzum korábbi elméletét jellemezte.

4.4. A fölfúvódó világegyetem. Természettudományos problémák

A fölfúvódó világegyetem elméletével kapcsolatos eddigi elemzésünk független az elmélet mai, konkrét állapotától, s akkor is érvényben maradhatna, ha létezne egy olyan konkrét nagy egyesítés elmélet, amely egyértelműen „jobbnak", értsd: hatékonyabbnak, harmonikusabbnak, problémamentesebbnek, stb., bizonyulna a többinél, és ennek segítségével a mai világegyetem — illetve annak számunkra ma megmutatkozó empirikus szelete — teljesen levezethető és kiszámítható volna. Természetesen a filozófia szempontjából az előbbiekben bemutatott „strukturális" vonások az érdekesek. Ez azonban egyáltalában nem jelenti azt, hogy a szóban forgó elmélet jelenlegi, konkrét természettudományos állapota dolgozatunk szempontjából érdektelen. S különösen nem azért, mert — mint ahogyan ezt már korábban jeleztük — a fölfúvódó világegyetem körül támadt nagy hírveréssel ellentétben ez az elmélet a természettudományos szinten is számos súlyos nehézséggel küszködik. A következőkben ezek közül a legfontosabbakat fogjuk fölsorolni:

1. Az egyik ilyen nehézség az átlagos kozmikus anyagsűrűség problémája, amely mind jellegében, mind pedig súlyosságában a simasági

probléma új változatának tekinthető. A fölfúvódó világegyetem hipotézise ugyanis hiába oldotta meg elméleti oldalról a tér kvázi-eukleidészi jellegének talányát, empirikus oldalról ez a sajátosság továbbra is szerfölött problematikus maradt. Igaz, ez a problematikusság az elmélet egyik tudománymetodológiai erényével áll összefüggésben: amíg a klasszikus változat alapján a mai világegyetemben teoretikus oldalról viszonylag tág határok között mozoghatott a kozmikus átlagsűrűség értéke, addig az inflációs univerzum elmélete szigorú — és ezért empirikus oldalról könnyen falszifikálható — predikciót ad meg rá.[133] Konkrétan, ha a kritikus sűrűség mai értékét 1-nek tekintjük, a klasszikus modellben a tényleges sűrűség ettől százas nagyságrendben is eltérhet, és így a megfigyelési adatok alapján becsült különböző értékek nagy tűréshatárokkal belül vannak a teoretikusan megadott tartományon. Ezzel szemben a fölfúvódó modellben a mai kozmikus átlagsűrűségnek

a.) vagy több tizedes pontossággal a kritikus sűrűséghez — azaz az egységnyi értékhez — kell közel esnie;

vagy pedig

b.) az egyenletben újból megjelenő, s most a vákuumenergia-sűrűség értékeként funkcionáló „lambda" értékének kell jelentősen eltérnie a nulla értéktől.[134]

A világegyetem empirikus képe erősen ellentmondani látszik a b.) föltételezésnek,[135] és így marad az a.) változat. Csakhogy a szóban forgó értékre — jelöljük a szokásos „omegá" -val — akkor is 0.2-höz közeli értéket kapunk, ha a galaxishalmazokban gravitációelméleti megfontolásokból föltételezett sötét és ezért „láthatatlan" anyagot is számításba

[133] Vö.: Guth: „Inflationary Universe."

[134] Vö.: Fowler, W. A., Meisl, Ch. C.: „The Age of the Observable Universe in the Inflationary Cosmology." in: Arnett, W. D., Hansen, C., Truran, J., Tsuruta, S.: *Cosmological Processes.* Utrecht: VNU Science Press, 1986. 83-100. o.

[135] Vö. pl.: Abott, Pi: *Inflationary Cosmology.* „Dark Matter." 114. o.; Abott, L. F.: „Scalar Fields and the Cosmological Constant." in: Bressan, O., Castagnino, M., Hamity, V.: *Relativity, Supersymmetry and Cosmology.* Singapore: World Scientific, 1986. 130-151. o.; Barrow, J., Tripler, F: *The Anthropic Cosmological Principle.* Oxford: Clarendon Press, 1986. 412-414. o.

vesszük.[136] Ez az eredmény pedig azt jelenti, hogy az „omega"=1 predikció sem teljesül, és így itt egy újabb falszifikációs pontot kapunk a fölfúvódó világegyetem elméletének történetében. Természetesen a paradigma képviselői ennek falszifikációként történő értelmezését is elutasították, s egy újabb hipotézissel, a galaxishalmazok gravitáló tömegéhez nem kapcsolódó *új típusú sötét anyag* posztulálásával kerülték ki azt.[137] Erre a sötét anyagra azonban már semmiféle empirikus jelzés nem utal, s így bevezetése teljesen ad hoc.

A fölfúvódó világegyetem elméletének „omega"=1 predikciója tehát a galaxishalmazok tömegétől független sötét anyagnak a predikciójával vált ekvivalenssé. Így viszont ez az elméleti predikció gyakorlatilag falszifikálhatatlanná vált, hiszen mindig lehet új és új hipotézisekkel előhozakodni e sötét anyag természetét illetően azután, ha egy-egy konkrét elképzelés esetleg már tarthatatlannak bizonyult. *Az elmélet tudománymetodológiai szempontból vett erénye — egy szigorú predikció — így alkult át a predikció empirikus falszifikációja után fogyatékossággá: egy gyakorlatilag falszifikálhatatlan állítássá a „sötét anyag" létezéséről.*

2. A galaxisok kialakulásának megmagyarázásához szintén szükség van valamilyen sötét, láthatatlan kozmikus anyagra. Ez az anyag teljesen azonos lehet az első pontban posztulált sötét anyaggal, de elképzelhető az is, hogy annak csak egy részét képezi. A galaxisok keletkezésének leírására irányuló elméletek a standard paradigma keretein belül ma a sötét anyagnak két típusával dolgozhatnak: a *„forró" sötét anyag*gal (ez lényegében a *Zeldovics*-féle elmélet továbbfolytatása, amellyel kapcsolatosan, mint láttuk, két magyar kutató, *Marx* György és *Szalai* András Sándor

[136] Vö.: Davis, M., Peebles, P. J. E.: „A Survey of Galaxy Redschifts, 5." *Astrophysical Journal 267.*(1983) 465-482. o.; uők: „Evidence for Local Anisotropy of the Hubble Flow." *Annual Review Astronomic and Astrophysics 21.* (1983) 109-130. o.; Abbott, Pi: id. mű.; Fowler, Meisl: „The Age of the Observable Universe..."; Sancisi, R., Albada, Ts. van:"Dark Matter." in: Hewitt, Burbidge, Fang: *Observational Cosmology.* 699. o.; Trimbler: id. mű.

[137] Vö. a 101. és a 103. jegyzetben idézett művekkel, valamint: Schramm, D. N.:"The Consistency Problem of Large Scale Structure." in: Faessler (ed.): *The Early Universe and its Evolution.* 51-58. o. Természetesen ezeken túl még számos tanulmány jelent meg e témakörben. A tágykörről átfogó áttekintést ad a következő konferenciakötet: Kormendy, J., Knapp, G. R. (ed.): *Dark Matter in the Universe.* Dordrecht, London ...: Reidel, 1987.

is érdemeket szerzett magának, hiszen a forró sötét anyagnak általában a neutrínó valamelyik nyugalmi tömeggel rendelkező fajtáját szokták tekinteni)[138]; és a *„hideg sötét" anyag*gal (ez „axionok"-ból, „fotínók"-ból, vagy más teoretikusan posztulált, de empirikusan mindmáig ismeretlen részecskékből állna).[139] Az első változat kevésbé ad hoc, hiszen egy már empirikusan is ismert részecskéről van szó benne, ám a háttérsugárzás nagyfokú homogenitása és izotrópiája falszifikálni látszik ezt a hipotézist.[140] A második változatban viszont teljesen spekulatív részecskék szerepelnek, amelyek bevezetése csak annyiban nem önkényes, amennyiben a nagy egyesítés különböző spekulatív elméletei, mint részben független elméletek, föltételezik azokat.[141] E két előnytelen mozzanat, amely kölcsönösen lerontja az eltérő hipotéziseket, a legsúlyosabb nehézséget jelenti

[138] A neutrínót, mint sötét anyagot még az inflációs modellek megjelenése előtt vezették be. Az ily módon bevezetett neutrínókból álló sötét anyag részben arra szolgált, hogy a viriál-tételből következő hiányzó tömeget kipótolják vele, részben pedig a világegyetem nagyléptékű szerkezetének kialakulását megmagyarázni szándékozó elméletekben kapott funkciót. Vö.: 101. jegyzet. Az inflációs modellben történő alkalmazásáról lásd: Schramm: id. mű., valamint: Lucchin, F.: „Galaxy Clustering and Small Scale Anisotropy on Galaxy Origin Scenarios." in: Faessler: 153-171. o.

[139] Pl.: Preskill, J, Wise, M., Wilczek, F.: „Cosmology of the Invisible Axion." *Physics Letters, 120B.* (1983) 133-136.; Ellis, J., Hagelin, J.:„Supersymmetric Relics from the Big Bang." *Nucl. Physics B238.* (1984) 453-476. (Ilyen maradványok lehetnek a fotínók, a gravitonok., stb. Ezek mind közösek abban, hogy teoretikus megfontolásokból vezették be őket, s még semmiféle empirikus jellegű információ sem utalt létezésükre.); Freese, K., Price, R., Schramm, D. M.: „Formation of Population III-Stars and Galaxies with Primordial Planetary-Mass Black Holes." *The Astrophysical Journal 275.* (1983) 105. o. (Ez „fekete lyukakat" javasol sötét anyagnak. A gondolat, hogy a fekete lyukak jelentősen befolyásolhatják a világegyetem átlagos tömegsűrűségét, B. Carrnál jelent meg: Carr, B.: „The Primordial Black Hole Mass Spectrum." *The Astrophysical Journal 201.* (1975) 1-19.).

Áttekintést, illetve összefoglaló elemzést többek között a következő írásokban találhatunk: Abott, Pi: „Dark Matter". in: *Infl. Cosm.*; Schramm: id. mű.; Faber, S. M.: „Dark Matter: Key Issues." in: Kormendy, Knapp: 1-12. o.; Turner, M. S.: „A Cosmologist's Tour Through the New Particle Zoo,(Candy Shop?)" in: Kormendy, Knapp: 445-448. o., valamint Trimbler, Virginia: id. mű.

[140] Vö.: 106. jegyzet

[141] Vö.: 139. jegyzet

a kozmikus sötét anyag témakörében. Ezen túl azonban még mind a két változat számos részproblémával küszködik.[142]

3. A fölfúvódó világegyetem elmélete az elmélet első, Guth-féle variánsa után az úgynevezett *Coleman-Weinberg*-féle potenciállal dolgozott.[143] Ebből a potenciálból azonban a kozmikus háttérsugárzás olyan nagymértékű inhomogenitása következik, hogy a megfigyelési bázis azt teljesen falszifikálja.[144] Ezt a kellemetlen következményt a teoretikusok úgy kerülték ki, hogy másik potenciálfüggvényt kerestek. Ám a *Coleman-Weinberg*-potenciál volt a fölfúvódó világegyetem teóriájában az utolsó olyan potenciálfüggvény, amely a kozmológiai problémáktól független GUT-beli megfontolásokból származott. Az ezután bevezetésre kerülő új potenciálokat már oly módon konstruálták meg, hogy szem előtt tartották a háttérsugárzás említett homogenitását — azaz ehhez a homogenitáshoz konstruálták hozzá őket.[145] Így a fölfúvódást generáló potenciálok teljesen ad hoc, és a kozmosz mai képével már előre számoló, retrospektív módon megalkotott matematikai formulákká degenerálódtak, amelyek nem magyarázhatnak meg semmit: a megmagyarázandó összefüggéseket

---

[142] „Szükségünk van mindkettő néhány tulajdonságára, jóllehet (a hideg sötét anyag kozmikus anyagsűrűsége=a forró sötét anyag kozmikus anyagsűrűsége) egyenlőség teljesülése nem szükségképpen adja a helyes keveréket" — írja e szituációról Virginia Trimbler. Trimbler: id. mű: 389. o.;

[143] Vö.: Linde, A. D.: „A New Inflationary Universe Scenario." *Physics Letters B 108.* (1982) 389-393. o.; Albrecht, A., Steinhardt, P. J.: „Cosmology for Grand Unified Theories with Radiatively Induced Symmetry-Breaking." *Physical Review Letters 48.* (1982) 1220-1223. o. (Lásd még e fejezet 119. jegyzetét is.)

[144] Vö.: Hawking, S.: „Limits on Inflationary Models of the Universe." *Physics Letters B150.* (1985) 339-341. o.; Guth, A., Pi, S-Y.: „Quantum Mechanism of the Scalar Field in the New Inflationary Universe." *Physical Review D32.* (1985) 1899-1920. o.

[145] Vö.: Steinhardt, Turner: „Prescription for Succesful New Inflation." *Physical Review D29.* (1984) 2162-2171. o.; Abott, Pi: id. mű: 499-501. o.

Hawkingnak ma már az a véleménye, hogy ez az új, és a potenciál vonatkozásában korrigált inflációs elmélet is „mint tudományos elmélet kimúlt". (Vö.: *Az idő rövid története* 137. o., s Linde elméletét tartja a megoldásnak, amely a „kaotikus infláció" fogalmára épít: Linde, A.: „Partical Physics and the Inflationary Cosmology." *Physics Today 40.* (1987) 61-68. o. A fölfúvódó világegyetem elméletének mai helyzetéről Barrownak a 126. jegyzetben megadott összefoglaló tanulmánya ad áttekintést.

eleve beléjük építették. (Itt természetesen jelen van a tudománymetodológiai szinten már elemzett ismeretelméleti szituáció is: olyan részecskegyorsító nem építhető, amelynek segítségével ellenőrizhetnénk, hogy léteznek-e egyáltalán e hipotetikus potenciálokkal föltételezett mezők, s ha igen, pontosan milyen potenciálfüggvény felel meg nekik.)

4. A „lambda" kozmológiai tag a fölfúvódó világegyetem elméletében a vákuumenergia sűrűséget fejezi ki. „Lambda" értéke a világegyetem mai empirikus képe alapján közelítőleg nulla, ám a fölfúvódó világegyetem elméletének keretében egyáltalában nem világos, hogy ez miért van így. A „lambda közelítőleg egyenlő zéró" állítás legalább olyan erős követelmény az új elméletben, mint a tér kvázi-eukleidészi jellegével kapcsolatos megszorítás volt a standard paradigma klasszikus változatában. Így ezen érték megmagyarázatlansága legalább annyira súlyos az új teoretikus kontextusban, mint amilyen a simasági probléma volt a régiben .[146]

5. A második pontnál említettük, hogy a galaxisok kialakulása során számos részletprobléma merül föl. Ezek egy része azzal függ össze, hogy különböző értékeknek az elmélet működése érdekében valószínűtlen, s megmagyarázatlan módon kell arányulnia egymáshoz, azaz az ezekhez tartozó paramétereket „mesterséges", ad hoc módon egymáshoz kell hangolni.[147] Ez általános jellemzője a fölfúvódó világegyetem elméletének. Lényegében ilyen „finom hangolás" („fine tuning") a kezdeti potenciál ad hoc megkonstruálása, és a „lambda" mai értékének nullához közeli posztulálása is. Az elméletnek ez a sajátossága lexikailag is kimutatható: a

---

[146] Vö.: 135. jegyzet

[147] Az inflációhoz a világegyetemnek először le kell hűlnie, majd ezután újra kell melegednie. Az újramelegedési hőmérséklet ennek során nem lehet tetszőleges, hanem „elég" forrónak kell lennie ahhoz, hogy a mai barionaszimmetriát generálja. Ehhez a fázistranszformációnak „lassan" kell végbemennie. Ugyanakkor az újramelegedésnek fölső határa is van. Ezek a föltételek a potenciálfüggvény megfelelő „hangolásával", illetve megfelelő potenciálfüggvény konstruálásával érhetőek el. (Vö.: 144. és 145. jegyzet.) A galaxisok kialakulását az elmélet szerint kozmikus húrok kialakulása előzte meg. E húroknak is hasonló speciális föltételeknek kelett eleget tenniük. (Vö.: Schramm, D. N.: „The Consistency Problem of Large Scale Structure." 56. o.). Ezen túl a kozmikus húrok fönnmaradása érdekében a kezdeti fázistranszformációt szintén hangolni kell, még pedig oly módon, hogy a húrok csak az infláció után keletkezzenek. (u.o.). Abban az esetben, ha a húrelméletben e finomhangolási kényszerek zavarnak, létezik az úgynevezett „robbanásos" elmélet, mint alternatíva, ám ennek kapcsán ugyanúgy beleütközünk a hangolási problémába (u.o.: 57. o.), sít.

„fine tuning" és a vele rokon kifejezések a paradigmában dolgozó tanulmányok egyik leggyakoribb kifejezése. Ha sikerülne is az összes problématikus ponton a kívánatos „tjuningolás"-t megvalósítani, egy formálisan kielégítő elmélethez juthatnánk ugyan, ám ez mégiscsak pusztán fenomenologikus modell volna, amely semmire sem ad valódi magyarázatot, hiszen minden olyan következménye, amely a világegyetem ma ismert empirikus összefüggéseire és jelenségeire vonatkozna, csak tautologikus következmény lehetne, amelyet a finomhangolással eleve beleépítettek az elméletbe. Egy ilyen elmélet csak akkor válhatna természettudományos szempontból igazán kielégítővé, ha minden ilyen finoman hangolt pontra empirikus — vagy a kozmológiai megfontolásoktól független teoretikus — magyarázatot is sikerülne nyújtani. Ám oly sok ilyen pont van a fölfúvódó világegyetem mai elméleteiben, hogy legalábbis kétséges ennek a követelménynek a teljesíthetősége.

Az eddig fölsorolt nehézségek alapján látható, hogy a fölfúvódó világegyetem elmélete természettudományos szempontból vizsgálva legalább annyira problematikus, s legalább olyan súlyos nehézségekkel terhelt, mint a standard paradigma klasszikus változata. Ezért az az állítás, mely szerint ez az elmélet a klasszikus változat problémáit megoldja, és így egy annál jobb elmélet, melynek alapján mélyebben érthetjük a világegyetemet, nem több sajátos mítosznál. De nemcsak ez az állítás mítosz. Maga az elmélet is tele van mitikus „ízű" entitásokkal: negatív nyomás, negatív gravitáció, szuperlehűlés és újramelegedés, a sötét anyagnak még soha, és semmiféle kísérletek által nem tapasztalt egzotikus változatai, amelyek a hipotézis szerint a világegyetem anyageloszlásában össztömegükkel négyötödnyi részt foglalnak el — s mindezeknek egy olyan különleges, valószerűtlen kombinációja, amely éppen a mai világegyetemet adja... A paradigma képviselőinek legjobbjai tisztában vannak az elmélet e specifikus, különös, sok vonatkozásban a régi mítoszokra emlékeztető vonásaival. Pl. a neves kozmológus, Joseph *Silk* egy tudományos konferencián a következő szavakkal kezdte a fölfúvódó világegyetemről szóló előadását:

„Egy modern mítoszt fogok elmesélni Önöknek..."[148]

[148] „Egy modern mítoszt fogok elmesélni Önöknek. Van egy előnye az antik

Ha azonban ez a helyzet, mi a titka az elmélet sikerének és diadalmas térnyerésének? Erre a válasz a Lakatos-féle tudományfejlődési modell alapján kézenfekvően adódik: a standard paradigma, mint kutatási program, az e fejezet elején jelzett problémák következtében elakadt, lefulladt, s ebből az állapotból a fölfúvódás eszméje emelte ki. Ez az eszme azonban nem „megoldotta", hanem csak „meghaladta" ezeket a problémákat — a „meghaladás" alatt azt értve, hogy ezeket csak új nehézségek árán sikerült eltávolítania. *Ezt azonban oly módon tette, hogy a kereteiben megfogalmazódó új kérdésekkel a kutatás számára új, korábban nem létező távlatokat nyitott föl.* Ennek nyomán a standard paradigma újra *ígéretes és izgalmas* kutatási programmá válhatott, amely egyben lehetőséget adott korábban önállóan létező kutatási programok — például a nagy egyesítés elméleteinek, a galaxisok kialakulásának és a sötét anyag problémájának — összekapcsolására. A fölfúvódó világegyetem elmélete tehát nem válaszolta meg igazán a régi nagy kérdéseket, ám új kérdések és problémák sokaságát hozta a korai univerzum kutatásában, s így — Thomas Kuhn hasonlatával élve — a korábbinál szerteágazóbb, gazdagabb és izgalmasabb rejtvényfejtés bázisát képezheti. A fölfúvódó világegyetem eszméje ebben az értelemben valóban a standard paradigma továbbfejlődése. Ugyanakkor látnunk kell azt, hogy a megnyíló új távlatok a paradigma egységességének, egyszerűségének sérülését is jelentik. A kérdéseknek és a lehetséges válaszoknak e távlatokat nyitó sokasodása pedig magában rejti a standard paradigma fölbomlásának tendenciáit is.

---

mítoszokkal szemben : falszifikálható. Ez teszi tudománnyá. A mítosz sok-sok évvel ezelőtt kezdődött a világegyetem keletkezésével. Addig nem volt semmi, egyáltalán semmi. Nem volt tér s nem volt idő sem. Ez volt a kvantumgravitáció birodalma." (Silk, Joseph: „Galaxy Formation: Confrontation with Observation." 391.o. in: Hevitt, Burbidge, Fang. *Obs. Cosm.* 391-413. o.) Ez az idézet önmagában megér egy hosszabb elemzést. Egyrészt tudományelméleti szempontból kétséges az, hogy a mai tudományos elméleteket az különböztetné meg az ókori mítoszoktól, hogy velük szemben falszifikálhatóak: e mítoszok többnyire ugyanúgy tartalmaznak falszifikálható és nem falszifikálható mozzanatokat, mint a modern tudományos elméletek. Bárhogyan is ítéljük meg azonban ezt a dolgot, e kétséges distinkció megtétele után Silk rögtön abszolut falszifikálhatatlan állításokat tesz, mintha egyenesen cáfolni akarná előző állítását.(Az igazi mítosz nem az, amiről Silk itt beszél, hanem az a hit, hogy amiről itt szó van, az már nem mítosz, hanem tudomány!)

Függelék az első részhez

Bebizonyította-e a modern kozmológia a világegyetem „semmiből" történt keletkezését?

F1. A standard paradigma a népszerűsítő irodalomban

Az eddigiek során megismerkedhettünk a standard paradigmának, s e paradigma újabb változatának , a fölfúvódó világegyetem elméletének történetével. A történet reprodukálása közben — ahol ennek szükségességét éreztük — kiléptünk az elmélet kereteiből s kritikai reflexiókat is fűztünk hozzá. Az a kedves olvasó, aki eddig elsősorban a standard paradigmának elkötelezett népszerűsítő irodalmat olvasta, most talán zavart érez. Hiszen a jelen munkából is az derül ki a számára, hogy egy komoly elméletről van szó, amely kiváló — sokszor zseniális — kutatók és tudósok sok évtizedes munkájának gyümölcse, s amely számos sikeres csillagászati predikciót nyújtott. Másrészt viszont — a népszerűsítő irodalomtól eltérően — kritikai megjegyzésekkel is találkozhat könyvünk olvasása közben, a fölfúvódó világegyetem elmélete kapcsán pedig a standard paradigma fölbomlásának a lehetőségét vetettük föl. Mi hát az igazság végül? Hiszen néha már arról is olvashatunk, hogy a modern kozmológia vitathatatlanul bebizonyította a világegyetem 15-20 milliárd évvel ezelőtti keletkezését egy sajátos, végtelen sűrűségű szingularitásból!

Mielőtt rátérnénk az ilyen típusú kijelentések bírálatára, röviden jelezni szeretnénk azt, hogy a modern kozmológiával foglalkozó népszerűsítő irodalomban gyakran jelentős manipulációval találkozhatunk. Annak érdekében, hogy jobban megértsük, mire is célzunk a „manipuláció" kifejezést használva, tekintsük először William *Kaufmann Relativitás és kozmológia* című könyvének 6. és 7. fejezetét a fekete és fehér lyukakról illetve a „féreglyukakról".[149]

E fejezetekben Kaufmann korrekt módon és szemléletesen mutat be olyan matematikai leírásokat, amelyek a relativisztikus kozmológiában lehetségesek; sőt: nemcsak lehetségesek hanem az ott alkalmazott egyenletek megoldásaiként kapjuk meg őket. Két értelmezésben olvashatjuk ezeket a fejezeteket. Egyrészt mint matematikai érdekességeknek izgalmas,

[149] Kaufmann, W. J. III.: *Relativitás és kozmológia.* Bp.: Gondolat, 1985. 54-77. o.

szemléletes leírását, másrészt mint ténylegesen létező fizikai objektumok reprodukcióját, melyeket a matematikai leírás mintegy csak „tükröz". A fekete lyukak és a „féreglyukak" ismertetésekor használt szemléletes példák viszont azt sugallmazzák, hogy az ilyen konfigurációk reálisan léteznek a kozmoszban, csak még nem fedeztük föl azokat. Így a szemléltetésnek ez a reflexió nélküli módja, amellyel itt találkozhatunk, a második olvasatot ösztönzi. Ez az olvasat azonban tévútra visz bennünket! Ugyanis *abból, hogy egy matematikai-fizikai egyenletrendszernek bizonyos megoldásai adekvát módon írják le a tapasztalati adatok, objektumok egy részét, még egyáltalában nem következik az, hogy az egyenletrendszer valamennyi megoldásának reális létezők felelnek meg.* Gondoljunk csak arra, hogy a középiskolai matematikai példák megoldásakor gyakran olyankor is negatív gyököket kapunk, amikor a feladatból következőleg ezeknek nincsen értelme!

Tekintsük példaként a következő feladatot: Egy osztályban kettővel több lány van, mint fiú. Húsvét alkalmából mindegyik fiú egy-egy szál szegfűt ajándékoz minden egyes lánynak. Annak érdekében, hogy ne száradjanak el a virágok, a lányok a tanítás végéig egy nagy, közös vázában helyezik el őket. A váza összesen 24 darab szegfűt tartalmaz. Mennyi a fiúk és mennyi a lányok száma az osztályban?

Ha matematikai egyenletrendszer segítségével számítjuk ki a fiúk és a lányok számát, két megoldást kapunk: hat lány és négy fiú, illetve mínusz hat fiú és mínusz négy lány. Vajon nem küldenénk-e orvoshoz azt a tanulót, aki bár kiváló matematikus — vagy talán éppen ezért — , az egyenletrendszer megoldásai alapján váltig azt erősgetné, hogy vannak negatív emberek — negatív fiúk és negatív lányok?

A relativisztikus kozmológia egyenleteivel is hasonló a helyzet. Igaz, ezeknek az egyenleteknek tudományos státusza jóval magasabb, mint a példamegoldás közben fölállított egyenleteké, s ezért jobban tiszteljük őket. Ám ez semmit sem változtat a szituáció lényegén: a fölhasználható, illetve alkalmazható megoldások létezéséből itt sem következik szükségképpen, hogy minden megoldásnak reálisan létező entitások felelnek meg. Bár a fekete lyukak és a féreglyukak az általános relativitáselmélet egyenleteinek valóságos és helyes megoldásai, abban hogy fejünkön kívül, reálisan is léteznek ilyenek, mindaddig, amíg tapasztalatilag nem találkozunk

velük, ugyanúgy kételkedhetünk, mint a negatív fiúk és a negatív lányok létezésében. Ami pedig a tapasztalatot illeti: a Cygnus-X, amelyről Kaufmann könyvében olvashatunk[150], nem igazi, nem meggyőző példa. Mégha léteznek is olyan kozmikus objektumok, amelyek nagy sűrűségük miatt a fekete lyuk fogalmával hozhatóak összefüggésbe, mindaddig a legkisebb empirikus információnk sem lesz arról, hogy ezek valóban fekete lyukak-e vagy nem, amíg nem tapasztaljuk meg azt, hogy bennük az idő „árama" fordítottja annak, amit a bennünket körülvevő világban élünk meg, és így a jövőből a múlt irányába folyik, s hogy ugyanígy, az oksági hatás szokásos rendje is a fordítottjára váltott át. Hiszen a relativitáselmélet értelmében vett fekete lyuk attól fekete lyuk többek között, hogy ezek a furcsa relativisztikus effektusok is föllépnek benne. Hiába találnánk azonban olyan kozmikus objektumokat, amelyek külsőleg fekete lyukaknak látszanának, nem lehetnénk bizonyosak ekkor sem a dolgunkban, hiszen vagy beléjük kellene hatolnunk, vagy műszereinket kellene eljutattni belsejükbe. Így viszont mi elpusztulnánk, műszereink tönkremennének.

A csillagokba sem tudunk behatolni, s mégis van információnk belsejükről — vethetjük itt ellen. Ez igaz. Ám ha valaki azt állítaná, hogy a Nap közepében van egy százméteres gömb, amelyben az idő fordítva folyik, ezt sohasem tudnánk tapasztalatilag cáfolni, vagy igazolni. A relativitáselmélet pedig kimondottan állítja, hogy a fekete lyukakban megfordul az idő! De ettől eltekintve is: a csillagok belsejéről azért lehetnek információink, mert kisugárzásuk ilyennel szolgál. Jóllehet, Stephen Hawking eredményének megfelelően a fekete lyukak maguk is sugároznak, ha valóban léteznek ilyenek[151], de ez olyan kismértékű sugárzás volna, hogy lényegi információhoz nem juthatnánk segítségével. A hivatalos marxizmus[152] naiv ismeretelméleti dogmájával ellenben szerénynek kell lennünk,

[150] id. mű: 80-84. o.

[151] A fekete lyukak a relativitáselmélet egyenletei alapján nem sugároznak, ám Stephen Hawking kiszámolta, hogy ha a kvantummechanikai effektusokat is figyelembe veszük, — ha valóban léteznek — mégis sugározniuk kell. Vö. pl.: Hawking, S: „The Quantum Mechanics of Black Holes." *Scientific American*, May 1977.; illetve: *Az idő rövid története*. 107-120. o.

[152] A hivatalos marxizmuson a Szovjetunióban és a kelet-európai országokban eddig állami ideológiaként funkcionáló, s így művelt, így tanított marxizmust értem, amely természetesen sok vonatkozásban eltér az eredeti marxi eszméktől. Ez a marxizmusnak az a variánsa, amelytől sokáig nem volt célszerű eltérni, ha az ember féltette munkahelyét, s ezzel vannak tele még ma is hivatalos filozófiai tankönyveink.

s be kell látnunk: a megismerés bizonyos szituációiban igenis adódhatnak olyan elvi határok, amelyeket nem léphetünk át. Természetesen mindez nem jelenti a fekete lyukak létezésének tagadását: ezek létezhetnek, ám létezésük semmiképpen sem következik abból, hogy fizikai egyenleteinknek ilyen megoldásai is vannak. Így a fekete lyukak és a féreglyukak létezése ugyanúgy hit kérdése, mint a negatív lányoké és fiúké.

Később Kaufmann a következőeket írja a kozmológiai szingularitásra gondolva:

> „a tudomány története során egy fizikus elmélete mindig egyszerűen rossz volt, valahányszor csak egyenletei 'végtelent' adtak eredményül."[153]

Kaufmannak igaza van. A múltbeli szingularitást teoretikus oldalról Einstein kozmológiai egyenletének megoldása adja, s az így nem tapasztalati eredetű. Ezért amiképpen a negatív emberek létezése sem valószínű, úgy lehetséges az is, hogy fejünkön kívül ez a kozmológiai szingularitás sem létezett sohasem. Maga a szingularitás matematikai megjelenése a kozmosz múltjának adekvát reprodukálása helyett lehet egyenletünk fogyatékosságának megnyilvánulása is! Kaufmann itt teljesen korrekt, hiszen — szemben más ismeretterjesztő munkákkal — utal erre a lehetőségre. Ami a szemére vethető az az, hogy a fekete lyukak és a féreglyukak kapcsán elfeledkezik erről.

Egy másik jellegzetesen manipulatív mozzanatként a standard paradigmáról gyakran kategorikusan beszélnek, illetve úgy, mintha ez volna az egyetlen tudományos, és a tapasztalattal összeegyeztethető kozmológiai elmélet; s még csak meg sem említik, hogy mellette riválisok elméletek — Thomas Kuhn terminológiájával riválisok „paradigmák" — is jelen vannak a tudományos közéletben.[154] A helyes beszédmódot nem a kategorikus kijelentések, hanem a „ha", „amennyiben igaz", stb., bevezetésű mondatok adnák, úgy, mint ahogyan ezt néhány helyen Kaufmann könyvében

[153] id. mű: 150. o.

[154] Tipikus példa Atkins már idézett *Teremtés* (Bp.: Gondolat, 1987.), vagy szolidabb mértékben Weinberg *Az első három perc* (Bp: Gondolat, 1984.) című műve.

láthatjuk.[155] Kaufmann itt korrekt, s ezen túl korrekt abban is, hogy az általánosan jelllemző gyakorlattól eltérően szintén pozitív hangsúlyokkal mutatja be a standard paradigmát elutasító Hoyle-Narlikar-féle elméletet.[156]

További manipulatív mozzanatként a standard paradigma népszerűsítői a fölfúvódó világegyetem elméletének megjelenéséig nem beszéltek a paradigma eredeti változatát lehetetlenné tévő nehézségekről. Így — s erre már a fölfúvódó világegyetem teóriájával foglalkozó fejezetben utaltunk — a háttérsugárzás homogenitása a standard paradigmát erősítő evidenciaként szerepelhetett, miközben éppenséggel az eredeti változat egyik legsúlyosabb falszifikációját jelentette. Ez a fajta manipuláció tovább folytatódott a fölfúvódó világegyetem viszonylatában. Guth és Steinhardt már említett cikke a *Tudomány* című folyóirat 1985. évi első számában ennek egyik iskolapéldája. A szerzők igen tehetségesen és igen élvezetesen ismertetik itt az új elméletet. Viszont teljesen kategorikus és diadalittas hangvételben teszik ezt, s egyáltalában nem foglalkoznak azokkal a súlyos nehézségekkel, amelyekről korábban írtunk, s amelyek már akkor is tudottak voltak (s nemcsak tudottak, hanem egyben a tudományos konferenciák kurrens témáit is képezték). Így ez a cikk minden erénye ellenére teljesen hamis képet sugallmaz, melynek alapján teljesen érthetetlen és váratlan Stephen Hawking sommás minősítése: az új elmélet „mint tudományos elmélet már kimúlt".[157] Hawking ezen kijelentése ugyanis nem új fölfedezéseken alapult, amelyekről még négy-öt évvel ezelőtt senki sem tudhatott: Hawking egyszerűen csak a konzekvenciát vonta le mindazokból a nehézségekből, amelyek köztudottak voltak, és kezdettől fogva végigkísérték a fölfúvódó világegyetem eszméjét.

Mi lehet az oka annak, hogy kiváló tudósok, kutatók, népszerűsítő írók is belemennek a most jelzett manipulációkba? Az okok között van egy fontos társadalmi tényező: az elméletek szimbolikus és a népszerűsítő könyvek szó szerinti értelemben vett eladhatóságára való törekvés. Minnél több izgalmas, a fantáziát megmozgató leírás van egy elméletben, minnél

[155] „Ha az ősrobbanás elmélete helyes..." kezdi például az egyik bekezdést idézett könyvének 138. oldalán, ily módon utalva arra, hogy ez az elmélet még egyáltalában nem kételymentes.

[156] id. mű: 148-155. o.

[157] Hawking: id. mű: 137. o.

több furcsasággal és különlegességgel szolgál, annál inkább „harap rá" a közönség. Ez a törekvés párosul azután azzal a természetes elfogultsággal, amelyet mindenki érez az az elmélet iránt, amellyel „eljegyezte" magát. E jelzett két motiváció pedig beágyazódik egy mélyebb tudásszociológiai, illetve tudományfilozófiai összefüggésbe, amelyről Thomas Kuhn ma már klasszikusnak számító tudományfilozófiai művében olvashatunk. Kuhn itt meggyőzően mutatja be, hogy a tudós szemléletmódját, „látását" (azt, ahogyan a valóság általa vizsgált tapasztalati szelete felé fordul) alapvetően meghatározza az az elmélet, s az az elmélethez kapcsolódó szélesebb gondolat- és értékrendszer — Kuhn kifejezésével tudományos „paradigma" — amelynek a tudós elkötelezettje, amelynek helyességéről meg van győződve. A követett paradigma így befolyásolja a tudósok látását, s a különböző paradigmákban dolgozók mást és másként látnak, még akkor is, ha látszatra „ugyanazt" szemlélik.[158] Kuhn vizsgálódásai és az ezek nyomán kibontakozott viták eredményeképpen kiderült hogy a *Bécsi Kör* nagy ideálja, a semleges, a tisztán, egyértelműen és vitathatatlanul előttünk álló empirikusan „adott"-ra épülő, spekulációmentes tudomány elérhetetlen.[159] Nincsen tisztán és egyértelműen „adott"; nincsenek tiszta tények. A fiatal Lukács György szavaival: már az úgynevezett „tények" puszta fölsorolása, puszta egymás mellé helyezése is interpretáció.[160] Lukács természetesen más szövegkörnyezetben és más hangsúlyokkal, más céllal fogalmazta meg ezt az állítását, mint amilyen vonatkozások a tudományfilozófiát érdeklik. Ám az a tudományfilozófiai állítás, hogy nincsen elméletfüggetlen tapasztalat, s minden „empirikusan adott" már eleve teóriával terhelt, az idézett lukácsi kijelentés megfelelője. Ahogyan az ismert pszichológiai kísérletben ugyanazokat a vonalakat nézve az egyik kísérleti alany nyulat lát, a másik kacsát, a különböző paradigmában dolgozó tudósok is mást és mást látnak az általuk vizsgált empirikus tartomány felé fordulva.[161] S ahogyan egy elkenődött tintafoltban az egyik páciens angyalt, a másik ördögöt láthat érzelmi és általános pszichikai állapotától

[158] Lásd: Kuhn, Thomas: *A tudományos forradalmak szerkezete.* Bp.: Gondolat, 1984.

[159] A Bécsi Körrel kapcsolatban lásd: *A Bécsi Kör filozófiája.* (Szerk: Altrichter Ferenc) Bp.: Gondolat, 1972.; A Kuhn nyomán kialakult vitákról pedig Fehér Mártánál olvashatunk: *A tudományfejlődés kérdőjelei.* Bp.: Akadémia, 1983.

[160] Lukács György: *Történelem és osztálytudat.* Bp.: Magvető, 1971. 216. o.

[161] Vö.: Kuhn: id. mű: 93-95., 119-120., 153-164. o. Természetesen amilyen mértékben e pszichológiai analógia találó, ugyanolyan mértékben — mint általában minden analógiának — megvannak a korlátai is.

függően, ugyanúgy függ a tudós esetében a követett paradigmától az, ami kirajzolódik előtte a tapasztalatok és megfigyelési eredmények rendelkezésére álló összességét vizsgálva. Ahol például Halton *Arp* a Hubble-törvényt megkérdőjelező vöröseltolódás-anomáliákat lát, ott vitapartnerei pusztán csak véletlen és látszólagos égi konfigurációkat.[162] S ami Hoyle számára a standard paradigma súlyos fogyatékossága, az e paradigma hívei számára csak apró probléma, amelyet meg lehet oldani.

Kuhn elméletének birtokában úgy fogalmazhatunk, hogy a standard paradigma népszerűsítői elkötelezettjei ennek a paradigmának, s ezért az határozza meg szemléletmódjukat. Az a manipuláció, amelyben tetten érhetjük őket, elsősorban ennek a következménye, s ilyen értelemben nem tudatos, nem „rosszhiszemű". Ezért említésre méltó e vonatkozásban Kaufmann idézett könyve, hiszen szerzője, bár határozottan elkötelezettje a relativisztikus kozmológiának, mégis, bizonyos pontokon kilép e paradigmából, s így képes arra, hogy Hoyle elméletére is tárgyszerűen reflektáljon.

F2. A világegyetem kezdetével kapcsolatos kérdések természettudományos eldönthetetlenségéről

A bevezetésben utaltunk rá, hogy a szemléletmód, a „látás" paradigmafüggését nem szabad abszolutizálnunk. A pszichológus ábráján láthatunk kacsát és láthatunk nyulat is, de abban mégiscsak egyetérthetünk, hogy a nyúl, vagy a kacsa egy ábra, amely fehér papirosra rajzolt fekete vonalakból áll. Persze Kuhn éppen itt látja ennek az analógiának a határát. Hiszen itt még rendelkezésünkre áll egyfajta semleges nyelv, amely a „papír", a „vonal", az „ábra" kifejezéseket tartalmazza, szemben a tudományos elméletekkel, amelyekkel kapcsolatosan Kuhn egyik legfontosabb és nehezen tagadható állítása éppen az, hogy ilyen közös, elkötelezettségmentes, interteoretikus nyelv nem lehetséges. Az újkori európai szellemtörténet — s ennek részeként a természettudományos racionalizmus újkori tradíciója — kialakított azonban egy olyan nyelvet, kultúrát és szemléletmódot, amelynek kereteiben mégiscsak értelmes tényekről, illetve tényszerű empirikus ismeretekről beszélni. Ezért bár nincs értelme arról merengeni, hogy nyulat vagy kacsát ábrázol-e a pszichológus

[162] Vö.: Arp, H., Bahcall, J. N., Field, G. B.: *The Redshift Controversy*. London, Amsterdam, etc.: W. A. Benjamin, 1973.

ábrája, a természettudományos megismerés adott kereteiben a kérdések jelentős részéről mégiscsak lehet értelmesen vitatkozni, s ezek egy része többé-kevésbé eldöntő módon megválaszolható. Így bár nézhetünk úgy az Androméda-ködre mint a Tejútrendszer lokális alrendszerére, tudományos szempontból ez ma már egyértelműen helytelen megközelítés. Az újkori természettudományos racionalizmus kulturális-szellemi keretei között ugyanis a tudományos megismerés eszközeivel eldönthető volt, s eldőlt, hogy ez a csillagrendszer a Tejútrendszerhez hasonló, vele azonos léptékű kozmikus objektum.[163] Az az állítás azonban, amely szerint a relativisztikus kozmológia bebizonyította volna a világegyetem 15-20 milliárd évvel ezelőtti keletkezését, mind tudományfilozófiai, mind pedig természettudományos szempontból abszurditás. *A standard kozmológiai paradigmával kapcsolatos indokolatlanul pozitív kijelentések tehát két különböző szinten helyezkednek el. Egyrészt* olyan állításokról van szó, amelyek a természettudomány szintjén is értelmesen vizsgálhatók és vitathatók. Ilyen például a sötét anyag problémája, amelyről Guth és Steinhardt említett cikke hallgat, annak érdekében, hogy elméletük pozitívabb színben tűnhessen föl. *Másrészt* olyan kijelentésekkel találkozhatunk, amelyek már nem tartoznak a természettudomány szférájába, s pusztán ennek kontextusában értelmesen nem taglalhatók. Tipikusan ilyen a világegyetem múltbeli keletkezésének problémája.

Láttuk, hogy a múltbeli kozmológiai szingularitáshoz két úton juthatunk el teoretikusan: a standard paradigma alapegyenletének matematikai megoldása alapján, és a jelenleg megfigyelt expanzió korlátok nélküli visszavetítésével. Elsőként tegyük föl, hogy valóban létezett ez a szingularitás! Következik-e ebből az, hogy a világegyetem ekkor (a szingularitásnak megfelelő időpontkor) keletkezett? Természetesen nem — s akkor sem, ha az abszolut kezdet kikerülésének ismert lehetőségét, a pulzáló modelleket elvetjük. Semmiképpen sem zárható ki annak lehetősége ugyanis, hogy a szingularitást megelőző időszakban a világegyetem számunkra ismeretlen állapotban és ismeretlen fizika szerint létezett, s ez hozta létre a ma megfigyelhető állapot szempontjából kezdetet jelentő szingularitást. Ebben az esetben, ha visszafelé követjük időben a világegyetem múltját, a szingularitáshoz érve jelen fizikánk törvényei érvényüket veszítenék. Így

[163] Vö.: Ferris, T: *A vörös határ.* Bp.: Gondolat, 1985. 22-38. o.

tehát a múltbeli szingularitás realitásának posztulálása után is nyitva marad számunkra a kezdetre vonatkozó kérdés, s a szingularitást ugyanúgy tekinthetjük a világegyetem abszolut kezdetének, mint olyan múltbeli állapotnak, amely a világegyetemre ma jellemző időbeli fázisnak kezdetét jelenti. Ahogyan S. W. Hawking és G. F. R. Ellis írják tudományos körökben nagy sikert aratott monográfiájukban:

> „A szingularitást tekinthetjük úgy, mint azt a helyet, ahol fizikánk jelen törvényei összeomlanak. Alternatívaként pedig gondolhatjuk azt is, hogy a szingularitás a tér-idő szélének részét reprezentálja, de egy olyan részét, amely a végtelen helyett véges távolságra van."[164]

Ugyanakkor azonban a szingularitás múltbeli realitása sem garantált: a ma fönnálló expanzióból egyáltalában nem következik, hogy azt egészen a szingularitásig vissza kellene vetítenünk ahhoz, hogy a világegyetem történetét helyesen írjuk le. Lehet, hogy ez a korlátlan visszavetítés éppen hamis képet eredményez a kozmosz múltjáról. Könnyen lehetséges, hogy a visszavetítés csak egy adott múltbeli pillanatig helyes, mivel egy ilyen pillanat előtt a kozmosz olyan sűrű volt, hogy mai fizikánk érvénytelen volt még. S ha ez a lehetőség áll fönn, a kozmológiai egyenletre sem hivatkozhatunk, hiszen akkor még a relativitáselmélet is érvénytelen volt. Az az érv, hogy a relativitáselmélettel az eddigi tapasztalat összhangban van, itt semmit sem ér, hiszen ez a tapasztalat a mai, s a maihoz sokban hasonló múltbeli kozmikus állapotokhoz kapcsolódik. Egy ilyen régebbi, nagysűrűségű kozmikus állapot viszont már teljesen más körülményeket jelentene. Egyébként is láthattuk már: abból, hogy a kozmológiai egyenlet szinguláris megoldást ad, egyáltalában nem következik e szingularitás realitása.

A szingularitás realitásának föltételezéséhez, s ahhoz, hogy ezt abszolut kezdetnek tekintsük, nem tudományos „bizonyítás", nem matematikai egyenletek, s nem a tapasztalat segítségével, hanem egy tradicionális metodológiai kritériumnak, az *Ockham-borotvának*, illetve a *gondolatökonómia elvének* követésével juthatunk el, hiszen — mint ahogyan erre az

[164] Hawking, S., Ellis, G. F. R.: *The Large Scale Structure of Space-Time*. Cambridge: Cambridge University Press, 1973. 3. o.

ősrobbanással foglalkozó fejezetben már utaltunk — az ezekkel ellentétes föltevések egyrészt fölöslegesen bonyolítanák az elméletet, másrészt (a szingularitás előtti időintervallum esetében) elvileg ellenőrizhetetlen, s a magyarázat szempontjából fölöslegesnek tűnő időintervallumokat vezetnének be. Ám az, hogy követjük-e az Ockham-borotvát vagy sem, már nem természettudományos, hanem tudományfilozófiai és metodológiai kérdés, s a világegyetem felől nézve a dolgot teljesen szubjektív, teljesen önkényes dolog. Ami a követés mellett szól, az a kényelmesség szempontja, hiszen így elméletünk egyszerűbb lesz. Csakhát arra önmagában semmiféle garanciánk sincs, hogy az egyszerűbb az „igazabb", az adekvátabb.

Ez a probléma egyébként nemcsak a kozmológia vonatkozásában merül föl. Mivel elméleteink sohasem csak a tapasztalatból erednek, hanem „eszünk", „fejünk" belső törvényei szerint formálódnak, klasszikus filozófiai problémát képez a gondolkodásunk segítségével kialakított „belső" teóriák és a „külső", a tapasztalati világ viszonya. Az újkori filozófia első nagy alakja, René *Descartes* szembekerült ezzel a problémával, s úgy próbálta azt megoldani, hogy föltételezte: eszünket, „rációnkat" egy nálunknál hatalmasabb és tökéletesebb transzcendens lénynek — Istennek — köszönhetjük. Mivel egy ilyen lényről nem föltételezhetjük azt, hogy gondolkodóképességünket úgy alakította volna ki, hogy segítségével hamis képet kapjunk a világról, megbízhatunk gondolkodásunkban, s így a racionális megismerés segítségével kialakított világkép szükségképpen helyes — foglalható össze Descartes okoskodásának lényege.[165] Ezt a megoldást úgy jellemezhetjük röviden, hogy benne transzcendens — ezen a világon túli — garanciákhoz fordulunk annak érdekében, hogy elméleteinknek és a rajtunk kívülinek tételezett objektív realitásnak összhangját biztosítsuk. Ha most Descarteshoz hasonlóan föltesszük, hogy megismerőképességünket egy transzcendens lénytől vagy egy transzcendens világtörvény által kaptuk, vagy ilyenek formálták olyanná, amilyen, annak érdekében, hogy

[165] „Mert először is maga az, amit az imént a szabálynak vettem ... csak azért bizonyos mert Isten van, tőle származik. Ebből következik, hogy képzeteink, vagy fogalmaink, minthogy valóságos dolgok és Istentől származnak, mindabban, amiben világosak és határozottak, csakis igazak lehetnek" - írja például Descartes *Értekezés a módszerről* című művében: *Válogatott tanulmányok*. I. köt. Bp.: Akadémia, 1961. 226. o.

segítségével a világot helyesen ismerjük meg, akkor biztosítékaink lesznek arra, hogy a megismerés kialakult normái szerint racionálisan megkonstruált elméleteink helyesen írják le a világot. Ekkor azt is mondhatjuk, hogy az Ockham-borotva követése nem szubjektív: Isten, vagy a transzcendens világtörvény azért alakította ki bennünk ezt az ismeretelméleti normát, mert követésével a világ helyes leírásához juthatunk. S ekkor abból, hogy a kozmológiai egyenlet és az Ockham-borotva együttes alkalmazásával a világegyetem kezdetéhez jutunk el, az is következik, hogy volt ilyen kezdet, hiszen az a nálunknál nagyobb, hatalmasabb tényező, amely megismerőképességünket adta, garantálja ezt. E garanciához azonban előbb el kell fogadnunk e transzcendens lénynek vagy világtörvénynek a létezését, s az, hogy ezt elfogadjuk-e vagy sem, nyilvánvalóan nem természettudományos kérdés, és a természettudománynak a legkisebb köze sem lehet hozzá. Ilyen transzcendens garanciák nélkül pedig csak annyit állíthatunk, hogy lehet, hogy volt szingularitás, s lehet, hogy nem; s hogy lehet, hogy ez volt a világegyetem kezdete, de az is lehetséges, hogy a világegyetemnek egy számunkra ismeretlen korszaka létezett előtte. S mondhatjuk azt is: kényelmesebb föltenni az abszolut kezdetet. Ám ahhoz a kijelentéshez, hogy ilyen kezdet vitathatatlanul volt, már valamilyen transzcendens garancia szükséges.

Ezen a helyen visszautalhatunk arra az állításunkra is, amely szerint a görbült és az eukleidészi térrel dolgozó elméletek között Einstein relativitáselméletének ismeretében is választhatunk. Mint láttuk, maga Einstein is fontosnak tartotta hangsúlyozni, hogy a fizikai elméletek teoretikus kategóriáit nem valamiféle tapasztalati kényszer adja, hanem ezek szabad tételezések, amelyek vonatkozásában választási lehetőségünk van. A görbült és az eukleidészi tér közötti választás lehetősége a kozmológia vonatkozásában annyit jelent, hogy abban az esetben, ha a kozmológiai vöröseltolódást expanziós effektusként értelmezzük, még mindig rendelkezésünkre áll két teória ennek az expanziónak a természetéről. Egyrészt a standard paradigmának megfelelően tekinthetjük e tágulást a tér tágulása következményének; másrészt — ettől eltérő interpretációban — tekinthetjük az expanziót a galaxisok eukleidészi térben történő, kifelé irányuló mozgásának is. Mint láttuk, ez a kép helytelen, ha a standard paradigma értelmében vett tágulást képzeljük el ily módon. Ez azonban nem jelenti azt, hogy nem lehet ilyen értelmezést adni a kozmikus expanziónak. Ez

egy lehetséges értelmezés, csak éppen tudni kell, hogy ez a relativisztikus kozmológia teóriájával nem azonos, hanem annak egyik riválisa. (A későbbiekben foglalkozni fogunk a Milne-McCrea-féle newtoni modellel, amely az ilyen értelmezés matematikai alapjait is megadja.) A görbült tér bevezetése, és a relativisztikus effektusok euklideszi térben történő interpretációja szintén olyan alternatívapárt képez, amelyek között nem választhatunk tisztán tapasztalati, illetve tisztán természettudományos alapon.

Az előbbiekben a természettudományos megismerés területén, illetve az ennek módszereivel eldönthetetlen problémákat tárgyaltunk. A természettudományon belüli és a rajta kívüli régiók között azonban létezik egy elmosódott tartomány, ahol nem egyértelmű a kérdések természetének és megválaszolhatóságának minősítése. Ide tartozik például a kozmikus vöröseltolódás jelensége. A Hoyle-Narlikar-féle interpretáció szerint nem a galaxisok távolodnak, hanem az atomok és az elemi részecskék tömege növekszik a kozmikus idő múlásával.[166] Ez az elmélet és az expanziós hipotézis között természettudományos eszközökkel szintén lehetetlen dönteni: e két elmélet relációjában is megmarad mindig a választás lehetősége számunkra. Ám az expanziós hipotézis és a fényfáradás elméletek viszonyában már van relevanciája a természettudományos kutatásnak is. E vonatkozásban ugyanis elvileg már elképzelhető, hogy tapasztalati oldalról egyre valószínűbbé válik az egyik hipotézis, és egyre tarthatatlanabbá a másik. Bár az egyértelmű döntés e két elmélet között is lehetetlen, ezek vonatkozásában így mégiscsak van értelme természettudományos eszközökkel — például kísérletekkel és kozmológiai megfigyelések elemzésével — azt vizsgálni, hogy melyik a meggyőzőbb, a hitelesebb.

A vöröseltolódáshoz hasonló a helyzet a forró univerzum és az ősrobbanás hipotézisével. Abból ugyanis, hogy a szingularitás múltbeli realitása nem bizonyos, és hogy a világegyetem időbeni keletkezéséről értelmetlen a természettudomány kereteiben beszélnünk, még nem következik az, hogy ez az ősrobbanás esetében is igaz volna. A szingularitás reális vagy fiktív volta egyáltalában nem érinti azt a lehetőséget, hogy a világegyetem — vagy annak általunk ismert régiója — valamikor a múltban igen sűrű és forró — bár nem szinguláris — állapotban létezett, s az ekkor bekövetkezett robbanás váltotta ki a galaxisvilág ma megfigyelhető

[166] Vö. Kaufmann: id. mű: 147-155. o.

expanzióját. Száz százalékos biztonsággal eldönteni azt, hogy létezett-e e forró univerzum, s hogy volt-e ősrobbanás, nem lehet. Ám a természettudományos megismerés kereteiben értelmes azt vizsgálni, hogy valóban volt-e ilyen állapot, illetve ilyen esemény, s lehet mellette és ellene érveket és ellenérveket fölhozni.

Az eddigi példák talán érzékeltetik, hogy milyen fontos világosan látnunk: meddig értelmesek és mettől kezdve már nem azok, a tőlünk függetlenül létezőnek előföltételezett, „külső" világra vonatkozó természettudományos kérdésföltevések. Ha nem reflektálunk megismerési módszereinkre, s nem vesszük észre ezek határait, óhatatlanul eltévedünk. Ahhoz, hogy valóban képesek legyünk érteni és becsülni a tudományt, a tudományos elméleteket és a tudósok munkáját, ismernünk kell a tudományos megismerés korlátait is. S különösen fontos ez tárgyunk, a kozmológia esetében.

A világegyetem keletkezésére vonatkozó kérdésre visszatérve: most már láthatjuk, hogy az az állítás, amely szerint a relativisztikus kozmológia bebizonyította volna a világegyetem időbeni keletkezését, mind természettudományos, mind pedig tudományfilozófiai szempontból értelmetlenség, s a természettudományos — és általában: az emberi — megismerés jellegének és szerkezetének teljes meg nem értésén alapul. De igaz ez a fordított állításra is: a sematikus materializmus — s különösen a hivatalos marxizmus — kedvenc tézise, amely szerint a tudomány bebizonyította (vagy akár csak valószínűvé tette volna) a világegyetem örökkévaló, nem teremtett voltát, ugyanolyan értelmetlenség és félreértés, mint a kozmikus kezdet bizonyítottságát a természettudományra hivatkozva állítani.

F3. A Duhem-Quine-féle aluldeterminánltsági tétel és a naiv realizmus

Az előző alfejezetben konkrét példákon keresztül láthattuk, hogy bár a természettudományos megismerés kontextusában értelmes empirikus tényekről beszélni, ennek ellenére sem dönthetünk pusztán csak e tények alapján a különböző kozmológiai hipotézisek adekvát vagy nem adekvát voltáról: a fizika és a csillagászat tapasztalati anyaga mindig hagy bizonyos játékteret a különböző elképzelések számára. Korunk kiemelkedő logikusa és tudományfilozófusa, Willard O. *Quine* szélesebb összefüggésben — az emberi megismerésre általában vonatkoztatva — fogalmazott meg egy hasonló fölismerést. Quine szavaival, úgynevezett tudásunk vagy vélekedéseink egésze a geográfia és a történelem legmellékesebb adataitól az elemi fizika, a matematika és a logika legmélyebb törvényeiig egy ember csinálta szövedék, amely a tapasztalattal csak a „peremek" mentén érintkezik. Olyan ez, mint egy fizikai erőtér, amelynek határföltételeit a tapasztalat adja. A tapasztalat és e „tudástér" a széleken ütközik össze egymással, s az ilyen összeütközések a tudásban új rendszert hoznak létre. Ám — hangsúlyozza Quine, s ez mondanivalójának lényege — a tudás egészét a peremen adódó tapasztalati kényszerföltételek oly kevéssé határozzák meg, hogy nagy mértékben fönnáll a választás lehetősége: választhatunk abban, hogy mily módon változtassuk meg tudásunkat — hipotéziseinket, elméleteinket — a föllépő tapasztalati kényszerek hatására.[167] Mivel a neves francia tudománytörténész Pierre *Duhem* a fizikai hipotézisek vonatkozásában hasonló állítást fogalmazott meg századunk elején, erre az összefüggésre a tudományfilozófiában a *Duhem-Quine-féle aluldeterminánltsági tétel* néven szoktak hivatkozni. E tétel tehát azt mondja ki, hogy a tapasztalat sohasem determinálhatja egyértelműen tudásunkat — s ennek részeként elméleteinket — s így ugyanazon tapasztalati bázisra mindig több elmélet, hipotézis, illetve interpretáció építhető. Könnyű belátni, hogy e tétel következményeképpen a tapasztalat sohasem „bizonyíthatja" vitathatatlanul egy-egy elmélet kizárólagosan helyes voltát, s így mindig hagy számunkra bizonyos lehetőséget arra, hogy a különböző elméletek között a tapasztalattól független, „belső" megfontolások alapján

[167] Quine, W. O.: „Az empirizmus két dogmája." *Magyar Filozófiai Szemle, 1979.* 225-239. o. Az ismertetett gondolatok: 237. o.

válasszunk.[168] E tudományfilozófiai fölismerés alapján, ha a standard kozmológiai paradigma természettudományos szempontból jóval stabilabb és erősebb elmélet volna is, mint amilyen valójában, az alternatív kozmológiai elméletek továbbra is lehetségesek, és tudományfilozófiai szempontból jogosultak volnának.

Az aluldeterminánltság fogalmának segítségével korábbi fejtegetéseinket a következőképpen összegezhetjük: Ami a szingularitás realitására, vagy a kozmikus kezdetre vonatkozó kérdéseket illeti, ezek teljesen aluldeterminánltak és szükségképpen mindig ilyenek is maradnak, ha a tapasztalat irányából vizsgáljuk a dolgot. A forró univerzum múltbeli realitásával, illetve a kozmikus vöröseltolódás interpretációjával kapcsolatosan viszont már van bizonyos tapasztalati determináltság, s ennek növekedése — annak ellenére, hogy teljessé az sohasem válhat — elvileg nem kizárt. Maga a Hubble-féle törvény pedig empirikusan még ezeknél is meghatározottabb, s természettudományos tudásunk mai kontextusában már-már evidenciának számít.

A Duhem-Quine-féle tétel és a Kuhn-féle paradigmaelmélet a naiv realista szemléletmód számára nehezen „emészthető" meg, hiszen ennek számára a tudomány attól tudomány, hogy a tapasztalat által bizonyítja állításait, s ha ez egy-egy elmélet esetében már megtörtént, akkor az vitathatatlan tudományos igazság, amely már nem lehet bírálat tárgya. Ha pedig ez így van, a tőle eltérő elméletek és hipotézisek mind hamisak és tévesek. S itt nemcsak egyszerűen a naiv realizmusról van szó, hanem arról is, hogy ez a nézet gyakran alapul szolgál egyfajta primitíven scientista tudományfölfogásnak, amely a tudományos megismerést, s az ennek kereteiben uralkodóvá vált paradigmákat a naiv realista fölfogás dogmáira hivatkozva mitizálja és fetisizálja.

Ezt a fetisizált tudományképet — első megközelítésben talán paradox módon — az a hivatalos, „álllami" marxizmus használta föl, amely másrészt durván megsértette a tudományos kutatás autonómiáját. Ez

[168] Arról, hogy milyen interpretációkat adhatunk a Duhem-Quine-féle tételnek, a Rákosi Mátyás börtönéből szabadult, és 1956-ban nyugatra menekült *Lakatos* Imrénél olvashatunk részletes elemzést. Vö.: Lakatos, I: „Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes." in: Lakatos, I., Musgrave, A.: *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Camb. University Press, 1970. 184-189. o.

azonban nem véletlen: éppen a fetisizált tudományértelmezés jelentette egyik ideológiai hátterét a tudományokon elkövetett erőszaknak. Hiszen a „vitathatatlan bizonyítottság" tudományfilozófiai szempontból naiv és hamis formulája, illetve a megkérdőjelezhetetlen tudományos igazság mítosza igen jól illik a parancsuralmi rendszerek logikájába — s különösen így van ez abban az esetben, ha a rendszer elsősorban ideológiai alapokon próbálja meg legitimálni magát. A parancsuralmi viszonyok között *hivatalos* filozófiaként funkcionáló *hivatalos* marxizmus többek között éppen a fetisizált tudománnyal, mint ideológiai „bunkóval", próbálta meg ledöngölni az övétől eltérő álláspontokat. Ugyanis, ha a tudományos elméletet a tapasztalat „bizonyítja", s így azt vitathatatlanná teszi, akkor aki vitatkozik vele csak tudatlan, vagy őrült lehet. A fetisizált tudomány ideológiai fölhasználása vezetett el azután a durva ideológiai beavatkozásokhoz, hiszen azokon a pontokon, ahol egy-egy tudományos teória ellentmondott a direkt ideológiai elvárásoknak, a hatalomnak demonstrálnia kellett, hogy itt nem tudományról, hanem tévedésekről, sőt „burzsoá hamisításokról" van szó.

Azt, hogy a tudomány és az ideológia e relációjában a konkrét tartalmi kérdések csak másodlagosak, s a lényeg a tudományt fetisizáló megközelítési módban van, meggyőzően láthatjuk a relativitáselmélet hivatalos szovjet megítélését vizsgálva. Korábban a Szovjetunióban támadták Einstein elméletét, mint nem tudományos, téves elméletet, s vele szemben a hivatalos ideológia képviselői a relativisztikus effektusok Lorentz-féle interpretációját értették. Később megváltozott ez a helyzet, s polgárjogot nyert Einstein elmélete, mégpedig mint vitathatatlan tudományos igazság, amely bizonyította a tér, az idő és az anyag elválaszthatatlanságára vonatkozó dialektikus materialista tételt, s amely ezáltal fényes példaként szolgál ennek az ideológiai tanításnak igazságára. Ezekkel az álláspontokkal szemben — mint láthattuk — sem a tér eukleidészi jellege, sem pedig a tér görbültsége nem bizonyítható, hiszen azokra az effektusokra, amelyeket értelmezhetünk a görbültség empirikus megjelenéseként, egyben magyarázatot adhatunk az eukleidészi fogalmi keretben is; s ugyanez igaz megfordítva. Ténylegesen itt — mint ahogyan ezt Einstein helyesen látta — nem tisztán tapasztalati kérdésről van szó, hanem olyan gondolkodási

kategóriákról, amelyek tekintetében választhatunk, s amelyek jogosultságát nem a tapasztalat, hanem használhatóságuk igazolja.[169]

Az eddigiekből következik, hogy a hivatalos marxizmus tudományképének és természetfilozófiájának valódi alternatíváját nem fogalmazhatjuk meg a fetisizált tudományfölfogás alapján. Fáy László például egyik cikkében, amelyben a „sztálinista" tudományt bírálja, szó szerint a következőeket írja: „az általános relativitáselméletből a 'Big Bang', azaz a világ teremtése következik."[170] Ez az állítás, azon túl, hogy tudományfilozófiai és természettudományos nonszensz, a sztálinista tudományhoz hasonlóan rövidre zárja az ideológia és a természettudomány viszonyát. Ugyanitt az arisztotelészi logikára hivatkozva Fáy azt is állítja, hogy a relativitáselmélet megcáfolta az éter létezését, s ahhoz csak az olyan személyek ragaszkodnak, mint az általa sztálinistának minősített Jánossy Lajos. Ha Fáynak igaza volna, akkor bizony ez igen szomorú lenne magára Einsteinre nézve is, hiszen Einstein az ismeretterjesztő irodalomban gyakran elbukkanó bornírt leegyszerűsítéssel szemben elismerte, hogy bár a speciális relativitáselméletben nincsen szükség az éter fogalmára, ez az elmélet nem is cáfolja azt. Ami pedig az általános elméletet illeti: ezt egy bizonyos értelemben Einstein szerint is az éter képzete kíséri.[171] Az arisztotelészi logikát egyébként maga Fáy sérti meg, hiszen ha a relativitáselméletből a világegyetem időbeli kezdete következne is, a világegyetem teremtettségével ez még ekkor sem volna azonos. Cikke alapján úgy tűnik, Fáynak halovány fogalma sincsen a tudományfilozófia eredményeiről, sem a relativitáselmélettel kapcsolatos interpretációs vitákról. Ha komolyan vennénk Fáynak a relativitáselmélettel kapcsolatos kijelentéseit, akkor azt

[169] Vö.: Einstein, Albert: „Bemerkungen zu in diesem Bande vereignigten Arbeiten." in: Schilpp, A. P.: *Albert Einstein als Philosoph und Naturforscher.* Stuttgart: Kohlhammer, 1949. 499-500. o.

[170] Fáy László: „Tudományos sztálinizmus." *Hitel 1989/17.* (augusztus 23.) 47. o.

[171] „A speciális relativitáselmélet megtiltja nekünk azt, hogy az étert időbelileg követhető részecskékből állónak tekintsük. Ám az éterhipotézis önmagában nem mond ellent a speciális relativitás elméletének." Einstein, A.: *Äther und Relativitäts-Theorie.* Berlin: Verlag von Julius Springer, 1920. 10. o. Ugyanezen tanulmányának végén Einstein a következőeket írja: „Összefoglalólag azt mondhatjuk: Az általános relativitáselmélet szerint a tér fizikai minőségekkel rendelkezik; ebben az értelemben létezik éter. Az általános relativitáselmélet szerint a tér éter nélkül elgondolhatatlan..." uo.: 15. o.

kellene föltételeznünk, hogy a londoni *British Society for the Philosophy of Science* és a zürichi *European Physical Society* vagy őrültekből, vagy pedig sztálinistákból áll, hiszen az előbbi az utóbbi szponzorálásával a relativitáselmélet különböző lehetséges interpretációiról — s közöttük az éterbázisú interpretációkról — rendezett nemzetközi tudományos konferenciát.[172] Ugyanígy, Fáy alapján arra a következtetésre kellene jutnunk, hogy a sztálinista tudomány Angliában és az Egyesült Államokban lelt hazára. Hiszen amíg a Szovjetunióban az einsteini interpretációt, mint a dialektikus materializmust bizonyító elméletet, ma már nem szokás bírálni, az említett országokban újra és újra előkerülnek az alternatív interpretációk.[173]

---

[172] Vö.: *Physical Interpretations of Relativity Theory*. London: The British Society for the Philosophy of Science, 1988.

[173] A sztálinista tudományt az jellemezte, hogy különösebb fölkészültség nélkül lehetett tudományként nonszenszeket tálalni, ha az kellően vörösre volt festve. Úgy tűnik, napjainkban szintén el lehet adni felületes formulákat, frázisokat s a tudományra hivatkozó kinyilatkoztatásokat, ha a köntös, amibe ezeket belebújtatták kellően „antivörös". S Fáy cikkével mindez történik abban az egyébként célját tekintve tiszteletreméltó *Hitel*ben, amely az Európához való fölzárkózást szeretné elősegíteni. Ily módon azonban nehezen válhatunk európaiakká! Bármilyen nehéz is, ki kell mondanunk: Fáy László háborgása a „tudományos sztálinizmus" ellen színvonalában, s abban ahogyan magabiztos kategorikussággal állít nonszenszeket, éppen a tudományos sztálinizmusra emlékeztet. Vö.: Fáy László: id. mű.

[Fáy egyébként nemcsak a tudományfilozófia és az alternatív tudományos interpretációk területén tájékozatlan, hanem azon a konkrét tudományterületen is, amelyre hivatkozik. Hiszen a klasszikus big bang elmélettel szemben (amelyből ugyan, mint láthattuk, a világegyetem keletkezése sohasem következhet kötelező érvénnyel, de amelynek keretei között a múltbeli szingularitás kétségen kívül értelmezhető ilyen abszolut kezdetként is) S. Hawking, Newton cambridgei tanszékének mai örököse olyan elméletet javasol, amelyben az idő, a térhez hasonlóan, végessége ellenére is határtalan, s így értelmetlen benne a világegyetem kezdetéről beszélni. (Vö.: *Az idő rövid története*. 138-146. o.) Persze minden zsenialitása ellenére Hawking is megmarad a vulgáris teológia szintjén, amikor azt sugalmazza, hogy egy ilyen világegyetemben nincsen helye a teremtés aktusának. (Vö.: 122., 146., 176. o.) A naiv és közönséges értelmezéssel szemben a keresztény teológia teremtés-aktusa valójában téren és időn kívüli esemény, amelyben ugyanúgy teremtődhetett egy térben és időben határtalan világ, mint egy térben és időben határolt és korlátozott. Hawking új modelljének elfogadásából ugyanúgy nem következik a teremtőnek és a teremtésnek a tagadása, mint ahogyan a big bang abszolut kezdetként történő értelmezéséből sem következik

Fáy László tanulmányát azért ismertettük és bíráltuk hosszabban, mert jellegzetes példát ad arra, milyen tévutakra vezethet a naiv realizmuson alapuló fetisizáló scientizmus. Végeredményben — a tudományokra történő minden hivatkozása ellenére — ez is egyfajta tekintélyelvű, s jellegében represszív tendenciájú ideológia. Mi úgy érezzük, hogy a naiv realizmussal, s a tudományos ismeretekre történő reflexió nélküli, tekintélyelvű hivatkozásokkal szemben Mach, Poincaré és Einstein helyesebben látta és jobban értette a tudományos gyakorlatnak és a tudományos ismereteknek valódi természetét. Mert ahogyan a szétkenődött tintafoltban lelkiállapotának függvényében angyalt vagy ördögöt lát a páciens, és így bár csak egy „rajta kívüli" tintafoltot néz, magát is szemléli, ugyanúgy van jelen a megismerő ember elméleteiben. Ha egy meleg nyári napon a Hortobágyon, vagy a Kiskunságon sétálva egy pusztai kút fölé hajolunk, saját arcunk s a fölöttünk lévő kék ég fog visszanézni ránk. A vizet nézzük, ám magunkat látjuk, s fejünk mögött az ég kékjét. Mégsem mondhatjuk azt, hogy a vizet nem látjuk. A kút vizét látni: ez éppen visszatükröződő arcunkat jelenti; s megfordítva: visszatükröződő arcunk a vizet. A világegyetemmel ugyanígy vagyunk: a természetet, a kozmoszt, a Földet és a csillagokat kutatjuk, ám míg feléjük fordulva faggatjuk a létezés titkát, saját arcunk néz vissza ránk. Ez azonban mégsem jelenti azt, hogy csak magunkat látjuk, s nem a világot. A világot, a világegyetemet látni: ez éppen visszanéző önmagunkat jelenti. Ahogyan a kútba lenézve a vizet és arcunkat látjuk elválaszthatatlan egységként, ugyanúgy elválaszthatatlan egységet képez általában a cselekvő, a szemlélő — a szubjektum —, s az amihez viszonyul, amit szemlél — az objektum. Ez igaz a tudományos megismerés, a tudományos tapasztalat vonatkozásában is. Így igaza van a kozmológia dimenziójában Kaufmannak, amikor a következőt írja az alternatív kozmológiai elméletekre gondolva:

ezek valósága: az egyik oldalról a filozófiai, az ontológiai, valamint a teológiai kérdések, a másikról pedig a természettudományos problémak különböző szférákban helyezkednek el, s az egyik terület kérdései a másik által megválaszolhatatlanok.]

„A múltban a bolygókat isteneknek gondolták, és sajátságos szellemi tulajdonságokkal ruházták föl az égen látottakat. A modern tudósok az efféle elképzeléseket teljesen értéktelennek, sőt félrevezetőnek tartják. De amikor ugyanezek a tudósok távcsövükhöz vagy ciklotronjukhoz lépnek, magukkal visznek egy sor axiómát, amelyek éppen olyan mértékben elméjük tartozékai, mint a zikkurát tetejére mászó ókori babiloni csillagászok megkérdőjelezhetetlen fogalmai voltak. Ezért nyilvánvaló, hogy ha magunkról többet tudnánk, a Világegyetem természetét is inkább lennénk képesek fölfedezni és megismerni."[174]

F4. A forró univerzum hipotézisének természettudományos státuszáról

A kozmikus vöröseltolódás előrejelzése mellett a standard paradigma másik eredményes elméleti predikciójaként a kozmikus rádió-háttérsugárzásnak előrejelzését szokták megemlíteni. Természetesen tudományelméleti szempontból egyetlen teljesült predikció sem tekinthető perdöntőnek egy-egy elmélet mellett vagy ellen. Természettudományos értelemben, a természettudományos kutatás egy-egy részterületének adott, konkrét kontextusában azonban az ilyen predikciók az elmélet mellett szóló evidenciákként funkcionálhatnak. Így értelmes föltennünk a kérdést: Vajon a standard paradigma szűkebb kontextusában tekinthető-e a kozmikus háttérsugárzás a forró univerzum elmélete mellett szóló evidenciának? A válasz erre a kérdésre: nem. Bár az vitathatatlan, hogy ez a kozmikus jelenség a forró univerzum elméletének tudományos státuszát erősíti, az még a paradigmán belül sem tekinthető kielégítő értékű empirikus evidenciaként.

A forró univerzum elméletét érintő kételyek két oldalról fogalmazódhatnak meg. Ezek közül az első oldalhoz olyan „rendellenességek" tartoznak, amelyek már regisztrált empirikus jelenségekkel kapcsolatosak:

[174] Kaufmann: id. mű: 158. o.

1. A háttérsugárzás valóban feketetest-sugárzás jellegű-e? E kérdés vonatkozásában 1978 óta jelennek meg szkepszist sugalmazó álláspontok, illetve empirikus kutatási eredmények.[175]
2. A kémiai elemek kozmikus eloszlásának ma becsült értékei eltérnek a forró univerzum elméletéből számított értékektől, s így komolyan fölvetődik az a lehetőség, hogy a forró univerzum esetleg nem létezett, a rádió-háttérsugárzás pedig más eredetű.[176]

A most jelzett kételyekkel kapcsolatban röviden jeleznünk kell azt, hogy nem maradtak meg puszta kételyekként, hanem alternatív elméletek kidolgozására ösztönöztek. Így David Layzer kidolgozta a „hideg big bang" elméletét, amelyben a kozmikus elemek egy részét nagytömegű csillagok korai generációja „gyártotta le", és amelyben a kozmikus rádióháttér e csillagok termalizálódott sugárzási energiájából keletkezett.[177] Ami pedig a kozmikus háttérsugárzás spektrumát illeti: legújabban Fred Hoyle és munkatársa, Chandra Wickramasinghe próbált meg érvet kovácsolni a kozmikus háttérsugárzás és a feketetest sugárzás görbéjének eltéréséből a big bang teória ellen, és az állandó állapotú világegyetem elméletének új változata mellett, megfogalmazva azt a hipotézist, amely szerint e háttérsugárzást a szupernovák robbanásakor keletkező, majd a

[175] A háttérsugárzás föltételezett feketetest-sugárzás jellegétől eltérő első karakterisztikus eredmények: Woody, D. P., Richards, P. L.: „Spectrum of the Background-Radiation." *Physical Review 42.* (1979) 925-929. o. Újabban Hayakawa és munkatársai kaptak olyan mérési eredményeket, amelyek szerint a háttérsugárzás spektruma a milliméter alatti szakaszon eltér a feketetest sugárzás spektrumától. Hayakawa, S., etc.: „The Submillimeter Spectrum of the Cosmic Background Radiation." *The Astrophysical Journal 329.* (Nr.2., 1988. June 15.) 567-571. o.

[176] Vö.: Wagoner, R. V.: „Big Bang Nucleosynthesis Revisited." *The Astrophysical Journal 179.* (1973) 343-360. o.; Audouze, J., Tinsley, B. M.: „Chemical Evolution of Galaxies." *Annual Reviews of Astronomy and Astrophysics 14.* (1976) 43-49. o.; Layzer, David: *Das Univerzum.* Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft, 1986. (a *Constructing the Universe.* New York: Scientific American Books, 1984. fordítása): 209-210. o.

[177] Layzer elméletének részletes ismertetését és a forró big bang elméletével való összevetését megtalálhatjuk előbb idézett könyvében (212-238. o.). A teória történetét tekintve fontos tanulmány még D. Layzer és R. Hively 1973-as közös publikációja: „Origin of Microwave Background." *Astrophysical Journal 179.* 361-369. o.

kozmikus térben szétszóródó vasszilánkok generálják.[178] Layzer elméletével kapcsolatban igen fontos hangsúlyozni, hogy az nem jelenti a standard paradigma teljes elvetését, hanem csupán korrekcióját, a forró univerzum tagadását. Az elmélet ugyanis nem zárja ki sem a kiinduló kozmikus szingularitásnak, sem pedig a fölfúvódás fázisának lehetőségét. (Ezért szoktak a „hideg big bang teóriája" elnevezéssel reflektálni rá.) A Hoyle és munkatársa által megfogalmazott elmélet ugyanakkor nem teljesen független a Layzer-féle elmélettől. Hoyle-ék ugyanis a Layzernél szereplő termalizálódási processzushoz hasonló effektusban képzelik el a rádió-háttérsugárzás keletkezését: elméletükben a hipotetikus vasszilánkok szerepe ugyanaz, mint ami a Layzer-féle elméletben a korai csillagok által szétszórt kozmikus anyagé: ezen generálódik a kozmikus háttérsugárzás. A „vastű világegyetem" elmélete természetesen ezzel a párhuzammal együtt is jóval radikálisabb, mint Layzeré, hiszen nemcsak a forró univerzumot, hanem az ősrobbanásnak és a fölfúvódásnak minden formáját is tagadja. (Az a közös föltevés egyébként, amely a rádióháttért valamiféle termalizálódási processzusra vezeti vissza, egyáltalában nem tekinthető mesterkéltnek: nemcsak rádióháttér, hanem kozmikus röntgen-háttérsugárzás is létezik, s ez egyértelműen nem kozmikus maradványsugárzás, hanem termalizálódott jelleget mutat.[179] Ezért a röntgenháttér jelenléte valószerűvé teszi azt a lehetőséget, hogy talán a big bang maradványának vélt rádiósugárzás is hasonló eredetű, s így mégsem kozmikus maradványsugárzás.)

Természetesen ezekkel az alternatívákkal szemben a forró univerzum eredeti elmélete nem védtelen, s tud érveket fölhozni saját álláspontja mellett. A rádiótháttér mért eltérése a feketetest sugárzástól ugyanis olyan mértékű, hogy az értelmezhető disztorziós eredetű eltérésként is. Azaz elképzelhető, hogy nem azért tér el a mért spektrum a várttól, mert nem maradványsugárzásról van szó, hanem azért, mert valamiféle torzító effektus működik a kozmoszban. Pl. Zeldovics és munkatársa, Sunyajev már 1969-ben fölvetette, hogy a Compton-effektus eltorzíthatja a kozmikus háttérsugárzás spektrumát. Ebből a hipotézisből azonban nem az a disztorzió következne, amit a mérések mutatnak, s így más jellegű

[178] Vö.: Hoyle, F., Wickramasinghe, Ch.: „Die Eisennadel-Theorie: Die Welt hat keinen Anfang." *Bild und Wissenschaft.* (Stuttgart) *1989/1.* 77- 84. o. (Hoyle itt tapasztalati oldalról Hayakawa és csoportjának eredményeire hivatkozik.)

[179] Vö. pl.: Layzer: id. mű: 218. o.

disztorziós effektusok hipotézisére van szükség, ha a standard paradigma keretében szeretnénk a spektrum mért eltérését megmagyarázni.[180] Ez azonban semmiképpen sem jelenti azt, hogy ilyen magyarázat lehetetlen volna. Ami pedig a kételyekre alapot adó másik adatot, az elemek kozmikus gyakoriságát illeti: ez már jóval közvetítettebb tapasztalat, mint a rádió-háttérsugárzás mért görbéje. Itt már ugyanis nem egyszerű mérésről, hanem számos hipotézis segítségével történt becslésről van szó, ami ezért igen bizonytalan, s ennek következtében erősen függ a teoretikus elkötelezettségtől. Így lehetséges az, hogy amíg pl. David Layzer a tényleges gyakoriságok és a hot big bang predikciójának diszkrepanciáját tényként állítja, Boesgaard és Steigman ugyanekkor éppen ellentétesen ítéli meg a helyzetet, s úgy véli, hogy a tényleges gyakoriság a forró big bang modellt verifikálja.[181] (A háttérsugárzásra mért eredmények és az elemek kozmikus gyakoriságára adott becslések kezelése tudományfilozófiai szempontból eltérő szituációkban történik: amíg a paradigma melletti elkötelezettség az utóbbi esetben a becslési processzusban működhet, addig a háttérsugárzásra vonatkozó mérési eredmények, mint a műszereken közvetlenül megjelenő adatok, csak a használt technikai apparátus megkérdőjelezésével volnának vitathatók. Ezért ebben az esetben már segédhipotézisekre, illetve segédelméletre van szükség a paradigma megmentése érdekében. Ezt a segédelmélet-funkciót láthatja el valamilyen disztorziós-effektus jelenlétének föltételezése.)

A big bang standard elméletét érintő kételyek másik oldala empirikusan hiányzó kozmikus effektusokkal kapcsolatos:

3. Ha a forró big bang elmélete helyes, a rádióháttér mellett neutrínó- és gravitációs maradványsugárzást is észlelnünk kellene. Ilyen sugárzásokat azonban mindmáig nem sikerült találni.[182]

---

[180] Vö. pl.: Wilkinson, D. T.: „Recent Measurements of the Cosmic Microwave Radiation." in: Audouze, J., Pelletan, M-C., Szalay, A.: *Larges Scale Structures of the Universe*. Dordrecht, etc: Kluwer, 1987. (IAU Symposium, 130th) 7-14. o.; Sato, K., Kawakasi, M.: „Distortion of Cosmic Microwave Background Radiation and Decay of Weakly Interacting Particles." uo.: 509. o.

[181] Vö.: Boesgaard, A. M., Steigman, G.: „Big Bang Nucleosynthesis. Theories and Observations." *Annual Rew. Astronomy and Astrophysics 23.* (1985) 319-378. o.

[182] Ami a gravitációs háttérsugárzást illeti: nemcsak hogy ilyet nem sikerült

Az előbb érintett három probléma azt mutatja, hogy a forró univerzum természettudományos státusza nem egyértelmű. Ezért az alternatív elméletekkel való kísérletezés nemcsak tudományelméleti, hanem a legszűkebb természettudományos értelemben is jogosult és megalapozott. Természetesen a gravitációs és a neutrínóháttér fölfedezése sem zárná ki az alternatív elméletek lehetőségét és jogosultságát, ám az is tagadhatatlan, hogy a forró univerzum elméletének természettudományos státuszát jelentősen megerősítené, s azt az alternatív elméletekkel szemben perdöntően kitüntetné. Ma azonban még hiányoznak ezek az empirikus eredmények, s ezért csak annyit állíthatunk, hogy a forró univerzum elmélete a korai világegyetem kutatásának eddigi legsikeresebb, és legígéretesebb paradigmája, amely mellett azonban alternatív elméletek megfogalmazása ma még természettudományos szempontból is jogosult és kívánatos.

---

mindmáig fölfedezni, hanem még maguk a gravitációs hullámok is csak hipotetikus entitások, amelyek létezésének egyértelmű kísérleti kimutatása mindmáig nem történt meg. A témakör iránt részletesebben érdeklődők számára a következő kötetet ajánljuk: Deruelle, N., Piran, T. (ed.): *Gravitational Radiation.* (1982. Les Houches Summer School.) Amsterdam: North-Holland Publisher, 1983. (Vö. még: Kaufmann: id. mű: 100-106. o.)

II. Rész

A világegyetem mint a természettudományos kozmológiai kutatás objektuma

1. A világegyetem természettudományos fogalma

1.1. A világegyetem fogalmának meghatározása a sense-reference típusú jelentéselméleti paradigmában

Ha a világegyetem fogalmát, mint a természettudományos kozmológiai vizsgálódások tárgyát megragadó fogalmat definiálni szeretnénk, úgy tűnik, hogy sajátos logikai körbe ütközünk. Mi a világegyetem? A kozmológiai megfigyelések hatókörébe vont csillagászati objektumok összessége? Az ismert és még ismeretlen galaxisokból és quasarokból összeálló tér-időbeli, kozmikus konglomerátum? Azonos-e a világegyetem a relativisztikus kozmológiában elméletileg leírt expandáló objektummal? Vagy ez az objektum csak része annak, mert a világegyetemet az ebből, és még végtelen sok hozzá hasonló további objektumból összeálló nagyobb egész képezi? E kérdések megválaszolása már bizonyos konkrét kozmológiai ismereteket, állításokat, hipotéziseket tételez föl magáról a világegyetemről: arról az objektumról, amelyről még nem tudjuk pontosan, hogy tulajdonképpen mi: amelyet éppen definiálni szeretnénk.

Természetesen logikai szempontból teljesen korrekt, ha bizonyos konkrét tulajdonságok, már adott, konkrét leírások segítségével határozunk meg egy-egy fogalmat: talán ez a legelterjedtebb formája a tudományos definíciónak. Számos nevezetes meghatározás ilyen jellegű, gondoljunk csak arra a paradigmatikus példára, amely szerint az ember kétlábú, gondolkodó élőlény, vagy arra a klasszikus definícióra, amely az embert „társadalomban élő lény"-ként határozza meg. Ilyen definíciókkal adják meg többek között a deduktív matematikai rendszerek nem posztulatív fogalmait: például „a kör azon pontok mértani helye, amelyek adott távolságra vannak egy kijelölt, konkrét ponttól"... De nemcsak az elvont, deduktív rendszerek, hanem a konkrét, empirikus vonatkozású leírások fogalmai is meghatározhatóak ily módon. A csillagok természettudományos definícióját például a következőképpen adhatjuk meg: „viszonylag forró,

önállóan sugárzó, kozmikus testek, amelyekben termonukleáris folyamatok zajlanak". Ezt a definíciós eljárást a XX. századi tudományfilozófiai törekvésekben sokáig kiemelten kezelték, azt gondolva, hogy minden valóban kielégítő, valóban tudományos definíció ilyen. A tudományfilozófiában használt szokásos terminológiát fölhasználva ezt a definíciós eljárást úgy jellemezhetjük, hogy benne az *intenzió* — a „sense", a „Sinn", (a „jelentés") — határozza meg az *extenziót* — a referenciát, a „Bedeutung"-ot, („a jelöletet") — : olyan deskriptív predikátumok segítségével próbálunk meg megadni egy-egy fogalmat, melyek intenziójának metszete föltevésünk szerint egyértelműen meghatározza a referenciát.[1] (A csillag test, amely kozmikus, forró és sugárzó...) Ez a fajta jellemzés nemcsak a Bécsi Kör jelentéselméletére igaz: a fogalommeghatározásnak ez a típusa attól függetlenül működik, hogy a „sense"-et platonista módon, vagy a verifikációelméletnek megfelelően értelmezzük-e?

Köztudott, hogy ez a jelentéselmélet, ha azt a tudományos megismerésre alkalmazzuk, számos súlyos konzekvenciával jár, amelyek közül a legfontosabbak a *Feyerabend-féle radikális jelentésváltozás tétele* és a *radikális összemérhetetlenség tétele*.[2] Ezek a konzekvenciák a szóban forgó jelentéselméletet elfogadva teoretikusan kikerülhetetlenek, ám az is egyértelmű, hogy a tudományos megismerés tényleges gyakorlatában ilyen radikális formában nem működnek az általuk leírt effektusok. Persze ez a helyzet még értelmezhető úgy, hogy a tudományos kutatás hamis tudományfilozófiai előföltevésekkel dolgozik, s a tudományfilozófia érdeme éppen az, hogy ezeket a hamis előföltevéseket leleplezte. Ám ezzel az állásponttal szemben jogosan fölhozható, hogy kívánatosabb volna egy olyan jelentéselmélet, illetve tudományfilozófia, amely jobban el tudna számolni ezzel a gyakorlattal. A sense-reference dichotómiával jellemzett jelentéselmélet tudományfilozófiai elégtelenségére azonban véleményünk szerint az is utal még, hogy nem tesz különbséget az absztrakt-deduktív rendszerek fogalmai és a közvetlenül empirikus vonatkozású fogalmak között. Igaz, a modern természettudomány — deduktív-axiomatikus orientációja miatt — ezeket a közvetlenül empirikus vonatkozású fogalmakat is egyre inkább

[1] Vö.: Fehér Márta: *A tudományfejlődés kérdőjelei*. Budapest, Akadémia Kiadó, 1983. 105-117. o.

[2] U.o.

„beszívja" a deduktív rendszerekbe, hogy ott újradefiniálja őket, ám ennek ellenére nyilvánvaló, hogy a körre vonatkozó geometriai definíció a formális hasonlóság ellenére is minőségileg különbözik a csillagokra, mint kozmikus objektumokra vonatkozó meghatározástól...

A sense-reference típusú jelentéselméletben tehát kikerülhető a világegyetem fogalmának meghatározásával kapcsolatos logikai kör, hiszen ezen elmélet alapján a tudományos fogalmakat éppen a reájuk vonatkozó leírással, a reájuk vonatkozó elmélettel lehet megadni. Pontosabban: ezeket a fogalmakat éppen az a teória mint egész definiálja, amely használja őket. Ezért a látszólagos logikai kör kapcsán föltett kérdéseinkre egyértelműen válaszolhatunk: ezen jelentéselmélet alapján egyik leírás sem adja meg „A világegyetem" fogalmát, ugyanakkor azonban mindegyik egy-egy, a többivel teljesen összemérhetetlen világegyetem-fogalmat definiál.

A kozmológia tárgyának meghatározásakor, illetve a világegyetem fogalmának használatakor valóban találkozhatunk olyan jellegű értelmezéssel, amely ennek a sense-reference típusú jelentéselméletnek feleltethető meg. Ilyen értelemben használja például a világegyetem fogalmát B. *Sticker*, amikor arról ír, hogy a kozmológia tárgyát nem lehet a kozmológia fejlődésének adott történeti időszakától elvonatkoztatva megadni.[3] E fölfogás nyomán Arisztotelész vagy Ptolemaiosz számára a kozmológia objektumát — illetve a világegyetemet — a Föld-középpontú, véges, az állócsillagok szférájával lezáruló bolygórendszer jelentette, míg Kopernikusz vagy Kepler számára az ugyancsak véges, Nap-középpontú Nap-rendszer. Ugyanígy, ebben az értelmezésben a XIX. századvégi kutatók egy részének világegyeteme a Tejútrendszerrel volt azonos, míg a mai kutatók számára a Hubble-törvény által leírt vöröseltolódást mutató galaxisvilággal ekvivalens.

Ha elfogadjuk ezt a koncepciót, ám ugyanakkor a radikális jelentésváltozás tétele zavar bennünket, lehetséges egy olyan, első pillanatra vonzó, ám ténylegesen igen vulgáris és hamis tudománytörténet-értelmezés, amely — ha nem volna tarthatatlan — biztosíthatná számunkra a kozmológia tárgyának részleges történeti folytonosságát. Eszerint a végtelen — vagy legalábbis az eredeti elképzeléseknél jóval nagyobb — kiterjedésű kozmoszban a megismerés egyre messzebb és messzebb hatolt

[3] Sticker, B.: *Bau und Bildung des Weltalls.* Freiburg-Base-Wien: Verlag Herder, 1967.

történeti fejlődése során, mégpedig oly módon, hogy a megismerés haladásával térbeli extenzióját tekintve a világegyetem fogalma egyre tágult, bővült. Ebben az értelmezésben szerepel azonban a kozmosznak, mint a tulajdonképpeni világegyetemnél térbeli extenziójában nagyobb, de közelebbről meg nem határozott tér-időbeli entitásnak a fogalma, amely — ha nem akarunk megmaradni az intuitív szóhasználatnál — szintén definíciót kívánna. Azaz a definíciós problémát így egy újonnan bevezetett fogalomra hárítjuk át, s ezért ez a fajta értelmezés nem oldana meg semmit akkor sem, ha eltekintenénk attól, hogy az olyan világegyetem-fogalom, amely egy nagyobb kozmikus egésznek — esetünkben a „kozmosznak" — részét jelöli, önellentmondó. De tarthatatlan a történetileg változónak tekintett világegyetem-fogalmaknak ez a hierarchikus elrendezése azért is, mert a kumulatív tudománytörténet-értelmezés jegyében durván megerőszakolja a különböző korok és gondolkodók kozmológiai elképzeléseit. (Arisztotelész világegyeteme például semmiféle nagyobb kozmosznak sem képezte részét: benne az állócsillagok szférájával maga a tér is lezárult. Az ókori atomisták, vagy Bruno végtelen világegyeteme pedig egyáltalában nem illeszkedik bele ebbe a hierarchikus sorba!) Így, ha a világegyetem fogalmának meghatározását, illetve értelmezését a hagyományos, „sense-reference" dualizmussal jellemzett jelentéselmélet segítségével szeretnénk megadni, elkerülhetetlenül pluralizáljuk ezt a fogalmat: ebben az értelmezésben nincsen a rá vonatkozó konkrét elméletektől független világegyetem-fogalom, hanem az teljességgel az elméletektől függ, az elméletek által definiált, aminek következtében a különböző kozmológiák „másról beszélnek", „másról szólnak", s ezért összemérhetetlenek egymással.

A kozmológia történetével foglalkozva azonban egy ilyen elmélet nem igazán kielégítő. Hiszen valamilyen módon mégiscsak léteznie kell a ma kozmológiainak nevezett elméletek folytonosságának — még akkor is, ha a kozmológia kifejezés újkori eredetű. S ugyanígy, Arisztotelész vagy Demokritosz kozmológiájukban valamilyen értelemben mégiscsak ugyanarról beszélnek, amiről később Giordano Bruno, vagy a mai relativisztikus kozmológia. Még nagyobb a nehézség, ha a mai, egymással rivalizáló kozmológiákat vizsgáljuk, hiszen ezek között létezik kommunikáció, s közös

az az előföltevésük hogy ugyanarra az objektumra — az elméleti előföltevésektől független, egyetlen egy, ugyanazon példányban létező világegyetemre — vonatkoznak. Természetesen a tudományfilozófiai tételek birtokában tekinthetjük ezt az előföltevést úgy is, mint a természettudományos kutatók illúzióját, amelyet a tudományfilozófiai elemzésnek kellett lelepleznie. Ám e kényelmes megoldásnál sokkal igényesebb módon járunk el, ha megpróbáljuk megkeresni ennek a kommunikációnak az alapját, s megpróbáljuk értelmezni az „ugyanaz a világegyetem" formuláját. Erre tett kísérletet a modern kozmológiai elméletek vonatkozásában M. K. *Munitz*, aki a *Tér, idő és teremtés* című könyvében már Kuhn nevezetes könyvének megjelenése előtt (s így a könyv nyomán fölvetődő problémáktól, valamint a velük kapcsolatos vitáktól függetlenül) próbált meg megoldást találni arra, hogy milyen módon „mérhetőek össze" — azaz: milyen értelemben azonosíthatók — a különböző kortárs kozmológiai paradigmák világegyetemei.[4]

1.2. M. K. Munitz cluster típusú világegyetem-definíciója

A radikális jelentésváltozás és a radikális összemérhetetlenség tételének következtében elvész az elméletek hatékony empirikus kontrolljának lehetősége, hiszen ezeknek érvényessége esetén az empíriára vonatkozó fogalmakat is teljességgel az elmélet definiálja, aminek következtében az elméleti tartalom minden „külső", nem-elméleti tényezővel szemben intakttá válik. Ezért ezen a metateoretikus bázison a tudományos elméletek realista értelmezése meglehetősen megnehezül, szemben az instrumentalista értelmezéssel, amely jól összeegyeztethető az előbbi két tétellel. Nem tekinthető véletlennek így, hogy a Kuhn nyomán haladó tudományfilozófiai irányzat az instrumentalista értelmezés felé vonzódott,[5] s az sem, hogy a realista irányzat az, amely a legnagyobb igyekezettel törekszik e tételek eltávolítására (s ennek részeként a sense-reference típusú jelentéselmélet

[4] Munitz, M. K.: *Space, Time and Creation.* (Philosophical Aspects of Scientific Cosmology.) Glencoe, Illionis: The Free Press and The Falcon's Wing Press, 1956.

[5] Vö. pl.: Feyerabend, P: „Consolations for the Specialist". 214-229. o. in: Lakatos, I., Musgrave, A. (ed.): *Criticism and the Growth of Knowledge.* Cambridge: 1970. 197-230. o.

meghaladására!). A tudomány instrumentalista értelmezése azonban jóval régebbi tudományfölfogás, mint a tudományfilozófia úgynevezett „válsága".[6] Amíg a „kuhniánus" tudományfilozófiát a jelentéselméleti problémák ösztönözték az instrumentalista értelmezés irányába, addig Munitz esetében éppen fordított a helyzet: a világegyetem fogalmának és a kozmológiai elméleteknek instrumentalista értelmezése vezette el őt olyan típusú jelentéselméleti problémákhoz, amelyek a Kuhn könyve után kibontakozott „válság"-ot jellemezték. Ez a „titka" annak az első pillantra talán misztikusnak tűnő benyomásnak, hogy Munitznál mintha már ekkor és itt a későbbi viták jellegzetes problémái reflektálódnának.

Ez a gondolati szerkezet — az, hogy Munitz az instrumentalista értelmezéstől jutott el az „összemérhetetlenség vagy összemérhetőség" problémájához — már elemzésének elején szépen kirajzolódik, amikor Munitz a világegyetem fogalmának meghatározásában szerinte követendő módszertani alapelveket fejtegeti. Az elmélet által nyújtott világegyetemnek mint egésznek azonosítása — írja ennek során Munitz — (elméleti) definícióval történik, nem pedig megfigyeléssel, s így a különböző elméleteknek, a különböző leírásoknak (pl. a relativisztikus modelleknek, vagy a Milne-féle modellnek) más és más világegyetem felel meg. A világegyetem ennyiben éppen ezekkel a konkrét modellekkel, konkrét leírásokkal azonosítható, melyek között választva a számunkra már megfigyelhető és még megfigyelhetetlen jelenségekre is kijelentéseket fogalmazhatunk meg.[7] A világegyetem definíciója Munitz szerint tehát *választás* kérdése, és *senki sem* rendelkezik azzal a privilegizált tudással, hogy *„hogyan kell a világegyetemet definiálni, vagy reprezentálni"*.[8] A modellek által adott különböző világegyetemek fogalmi értelemben komplett egészek[9] s az egész univerzumnak (*the whole universe*) felelnek meg. Maga az „egész univerzum" kifejezés az elmélet szintjén azonban nem olyan, amit megfigyelhetünk, vagy elvileg megfigyelhetővé tehetünk:

---

[6] Gondoljunk csak arra, hogy Lukács György az instrumentalista tudományértelmezést egészen Bellarmin bíborosig vezeti vissza! (Vö.: *A társadalmi lét ontológiájáról.* Bp.: Magvető, 1976. I. köt.: 30-36., 43-46. o.)

[7] Munitz, M. K.: *Space, Time and Creation.* 66. o.

[8] U.o. 68. o.

[9] U.o. 67. o.

„Azt, amit az 'egész világegyetem' kifejezés jelent, olyan reprezentációk és matematikai, vagy más szimbólumok komplex eszköz-halmaza teszi értelmessé, amelyek egy-egy konkrét elméletben kerülnek alkalmazásra abból a célból, hogy a megfigyelhető világegyetemre vonatkozó adatokat értelmezzék, és prediktív jellegű következtetéseket adjanak a világegyetem jövőben megfigyelendő régióira. A 'világegyetem mint egész' (universe — as-a-whole) így nem alkotja olyan objektum vagy entitás nevét, amely már vizsgálódásunk előtt is, vagy tőle függetlenül is létezik, s amelynek struktúráját föltárni s artikulálni igyekszünk."[10]

Munitz „világegyetemei" tehát csak instrumentális funkcióval bírnak, föladatuk — megint csak Munitz szavaival — az empirikus adatok intelligibilissé tétele, valamint predikciók megadása.[11]

Munitz itt azonban nem áll meg, és az „ugyanarról a világegyetemről van szó" formulát nem minősíti értelmetlennek, hanem a kérdéses kifejezés értelmezésére az Achinstein-féle jelentéselmélet[12] *cluster-koncepcióját* megelőlegező megoldást talál. Eszerint a jelenleg egymással rivalizáló kozmológiai elméletekben léteznek olyan állítások, amelyek közösek, amelyekben egyetértés van: erre az egyetértésre éppen az utal, hogy a világegyetem fogalmát elméletek közötti közvetítő, a konkrét elméletektől látszatra független, önálló fogalomként is használják.[13] Mivel Munitz szerint ez a fogalom csak akkor lehet kognitive megragadható, ha néhány konkrét tulajdonságot kapcsolunk hozzá, interteoretikus használata föltételezi szerinte ilyen közös tulajdonságok meglétét.[14] Vagyis:

---

[10] U.o. 66. o.

[11] U.o. 67. o.

[12] Vö.:Achinstein, P.: *Concepts of Science.* Baltimore: John Hopkins Press, 1968. 31-54., 98-105. o.

[13] Munitz: id. mű: 66-67. o.

[14] U.o. 71. o.

„értelmes azt mondanunk, hogy a különböző elméleti számadások ugyanarról a világegyetemről szólnak. Mert amit az 'ugyanaz a világegyetem' (the same universe) jelent, azonos azzal, amit azok a kölcsönösen elfogadott és elismert adatok identifikálnak, melyekkel minden felelősségteljes elméletnek (any responsible theory) foglalkoznia kell."[15]

Maga Munitz nem nevez meg ilyen adatokat, de ma pl. ilyen evidensnek tekinthető, a különböző elméletek által közösen elismert adatokat összegez az az állítás, amely szerint galaxisok sokaságával vagyunk körülvéve, s ezek a Hubble-féle törvényben leírt vöröseltolódást mutatják föl színképükben. Az ilyen közösen elfogadott állítások evidenciahálója tehát az összes ma releváns kozmológiai elméletet tekintve is kétségen kívül létezik, s így a Munitz által javasolt megoldás használható. Ám az is nyilvánvaló — s ezt maga Munitz is hangsúlyozza —, hogy a szóban forgó evidenciaháló állandóan változik.[16] Ezért Munitz megoldása csak egy-egy konkrét tudománytörténeti szituációban adhatja meg a világegyetem fogalmának interteoretikus, s így a konkrétan egzisztáló elméletektől relatíve független jelentését, s semmi a priori garancia sincsen arra, hogy az minden esetben működjék. Történetileg távoleső kozmológiákat tekintve pedig elenyészik ez a közös evidenciaháló, s ezért például az arisztotelészi kozmológia és a modern kozmológia világegyetemét tekintve továbbra is érvényben marad a radikális jelentésváltozás tétele. Ha ezt elfogadjuk, Munitz megoldásánál, mint ami a maga fogalmi keretében koherens, megállapodhatunk. Ennél azonban mindenképpen kielégítőbb volna egy olyan világegyetem-fogalom, amely biztosítaná a kozmológiáknak tekintett leírások folytonosságát egészen a naiv mítoszoktól a mai elméletekig, s amely alá ezért akár Arisztotelész, akár Ptolemaiosz, akár a modern kozmológia világegyetemei odarendelhetőek volnának. Vajon csak illúzió volna ez a folytonosság és azonosság, s bele kellene törődnünk abba, hogy a világegyetem fogalma, amelynek segítségével történetileg is identifikálható

[15] U.o.: 71. o. (Achinstein elméletét alkalmazva Munitz álláspontjára, úgy fogalmazhatunk, hogy a szemantikailag releváns tulajdonságokat a világegyetem számára azok az adatok identifikálják, amelyekben általános egyetértés van. Természetesen az így definiált szemantikai relevancia nem adott egyszer és mindenkorra, hanem történetileg változik.)

[16] U.o. 72. o.

volna a kozmológiának, mint egy sajátos kulturális-szellemi törekvésnek azonossága, Munitz koncepciójának megfelelően különböző világegyetem-fogalmakra hulljon szét? Mivel úgy tűnik, hogy Munitz a konkrét leírásokkal operáló definíciós eljárásnak lehetőségeit maximálisan kihasználta, ha nem törődünk bele ebbe a lehetőségbe más irányban kell elindulnunk: a konkrét-tartalmi jegyektől elvonatkoztatott — formális — meghatározást kell keresnünk. Mielőtt azonban ebben az irányban elindulnánk, röviden foglalkozunk azzal, hogy mennyiben alkalmazható a világegyetem fogalmának meghatározásakor egy olyan jelentéselméleti törekvés, amely a hagyományos tudományfilozófiai jelentéselmélet meghaladásával próbálkozva szeretné az összemérhetetlenség és a radikális jelentésváltozás tételét eltávolítani.

1.3. A „metafizikai" és a „fizikai" világegyetem

A Kripke-Putnam-féle jelentéselméletben a sikeres referálás és a sense „helyes" volta — azaz a sense-nek teljes vagy részleges teljesülése a referens vonatkozásában — elválik egymástól, mivel — legalábbis a fogalmak olyan jelentős osztályában, mint a természetbeni létezőket és az ezek fajait, típusait jelölő fogalmak — a fogalom és a referencia egymáshozrendelése nem a jelentés segítségével történik.[17] Ennek következtében a sense „szabadabban" változhat, anélkül, hogy a referencia — azaz a fogalom által megragadott létezők, illetve létezőtípusok — megváltoznának vagy kicserélődnének.

Amennyiben egy ilyen jelentéselméletnek a segítségével szeretnénk megadni a világegyetem fogalmát, akkor vagy olyan kezdeti, „eredendő" referenciakijelölő aktust kell találnunk, melyről kimutatható, hogy a referálókon keresztül történetileg egészen a mai kozmológiai elméletekig áthagyományozódott (mint ahogyan ez a Putnam-féle oksági referencia-elméletben, vagy a Kleiner-féle elméletben szerepel[18]), vagy pedig olyan megismerési szituációt kell föltárnunk, melyben a fogalom referenciája a

[17] Vö.: Fehér Márta: id. mű: 167-178. o. Arról, hogy a Kripke-Putnam-féle szemantika sem oldja meg igazán a problémákat, szintén Fehér Mártánál találhatunk részletes elemzést: Fehér Márta: „Some Remarks on Kripke-Putnam Theory of Reference." *Doza 9.* Budapest: Institute of Philosophy, 1984. 35-52. o.

[18] Fehér Márta: *A tudományfejlődés kérdőjelei.* 167-178. o.

világegyetemről kialakított konkrét elképzelésektől, teóriáktól függetlenül — például osztenzív módon — kijelölhető volna.

A naiv kultúrák világképét, gondolkodását, mítoszait vizsgálva azt tapasztalhatjuk, hogy ezekben mindig föllelhető egy olyan leírás, egy olyan elképzelés, amely valamiképpen a világra mint egészre, illetve egy olyan „teljesség" rendjére, törvényszerűségeire és történetére irányul, amely átfogja vagy összefogja a létezőket; melynek minden létező részét képezi. Ezek azok a mítoszok, amelyeket a „naiv kozmológiák" jelzővel illethetünk. E kozmológiák alapján egyrészt megállapíthatjuk azt, hogy minden primitív kultúrában él — illetve élt — egy olyan vélekedésrendszer és tevékenységi mód, amely valamely egzaktan nehezen megragadható, a létezők mindegyikét átfogó intuitív egész leírására, artikulálására irányul; másrészt pedig világosan látszik az is, hogy e mitikus kozmológiák funkcióját veszik át, azt racionalizálják, illetve demitizálják a görög, majd a későbbi kozmológiák. E kozmológiák tárgya egyrészt a létezőket átfogó világ mint egész (az, amit ma a „világmindenség" vagy a „világegyetem" kifejezéssel illetünk meg); másrészt az ebben érvényesülő átfogó, meghatározó törvényszerűségek, szabályok, hatalmak és erők. Munitz az ilyen értelemben vett világegyetemet pusztán „belső", pusztán „pszichikai" entitásnak tekinti.[19] Ám ha ez így volna, akkor is megmutathatnánk azt osztenzív módon, mint azt az intuitív képzetet, amelyet először a mitikus kozmológiák artikuláltak. Ez a „pszichikai képzet" kétségen kívül ma is létezik bennünk, s a természettudományos kozmológia szintén tekinthető úgy, mint ennek a képzetnek teoretikus artikulálása. Egy ilyen értelmezés azonban önmagában még nem kielégítő. Nemcsak azért nem, mert szubjektivista értelmezést ad a kozmológiának, s így kizárja annak realista — vagy „mérsékelten realista" — értelmezését, hanem azért is, mert akkor is félrevezető, ha a kozmológia iránti igényt a „belső", intuitív emberi képzetek segítségével szeretnénk megérteni: *ahogyan a világ, amelyben élünk, eredendően életünk élményeként adott számunkra, s ettől nem válik pusztán „belsővé", „pszichikaivá", úgy a világegész képzete sem redukálható pusztán ilyenné.*

A mitikus kozmológiák osztenzív módon is megmutatható világegyeteme az elérhető „itt" (a földi világ, illetve ennek a lakóhelyhez földrajzilag közeleső szelete) és az elérhetetlen „ott" (a földalatti és az égi

[19] Vö.: Munitz: id. mű: 66-67. o.

világ, illetve az elérhetetlenül nagy távolságra sejtett földi régiók) világát írja le közös rendszerként, melynek az ember is szerves részét alkotja ugyan, de amelyben már a nem pszichikai jellegű „külső"-nek és a lelki „belső"-nek a fogalma is elkülönült. *A „külső" és a „belső" ezen artikulálódása mögött viszont egy mélyebb, eredendőbb struktúra rejtekezik, és ez az, amelyben ennek a „külső" és „belső" világgal jellemzett dualizmusnak a forrása föllelhető.* Ez pedig nem más, mint *létezésünk talán legalapvetőbb élménye, amelyet önmagunk véges, korlátozott voltának és a nálunknál teljesebb, egyetemesebb létezés lehetőségének egyidejű megértése és megélése ad*: az az élmény, amelyet legerősebben az előbb vagy utóbb elkerülhetetlenül bekövetkező halál tudatában, a halállal kapcsolatosan érzett tudatosan is reflektált szorongásban élünk meg. A végességnek, a korlátozottságnak ez az élménye indukálja valami magunknál „nagyobb"-nak, teljesebbnek, valami „külső"-nek intuitív képzetét, amely végessé tesz, amely korlátoz. Amennyiben az élet és a halál, az akarat és a vágyak, valamint az ezekkel konfrontációba kerülő világról van szó, ez az élmény elvezet a halállal, az akarat korlátokba ütközésével, a szándékok célba nem érésével nem jellemezhető transzcendens kozmikus lény képzetéig, az egyetemes és végtelen Istenség fogalmáig. Természetesen a naiv mítoszokban még nem található meg ez a fogalom: istenségeik azonban a közöttük föltételezett hierarchiával már ebbe az irányba mutatnak. *Amikor létezésünk ezen eredendő élménye a tér- és időbeli dimenzióban jelenik meg számunkra, mint tér és időbeli korlátozottságunk, illetve ebben az erősen redukált aspektusban viszonyulunk hozzá, az időbeni és térbeni, ám az időben és a térben nem korlátozott, időbelileg és térbelileg mindent átfogó egész képzetéig juthatunk el.* A naiv kozmológiákban az előbbi két mozzanat mindegyike föllelhető: egyrészt a teremtő és uralkodó istenségek és a hozzájuk kapcsolódó kozmikus rend és törvények képzetében, másrészt a világ térbeli struktúráját és időbeli történetét leíró, illetve elmondó elbeszélésekben. S e kezdeti forrásoknak, illetve az intuitív módon így konstituálódó világegyetem-fogalom referenciájának, mint e mitikus leírások referenciájának, egyformán örököse mind a *„metafizikai-transzcendens"*, mind pedig a *„tudományos-evilági"* kozmológiai tradíció. *Maga a „tudományos-evilági" — azaz a természettudományos, a „fizikai" — kozmológia a „metafizikai" kozmológiáktól szeparálódott el, mégpedig oly módon, hogy differencia specifikájává egyik oldalról a tér-időbeli egész*

„kutatása", a tér-időbeli egész artikulálása, másik oldalról pedig ennek végrehajtásában a természettudományos kutatás hagyományos módszerének alkalmazása vált. (Ha eltekintünk ettől az utóbbi, módszertani mozzanattól, akkor az így adódó kiterjesztett értelemben már a görög atomisták, vagy Arisztotelész kozmológiáját is a fizikai kozmológia kategóriája alá sorolhatjuk.)

Az eddig tárgyalt módon konstituálódó „világegyetem"- fogalom tehát bensőséges kapcsolatban van az ember végességének-végtelenségének eredendő élményével: megélt korlátozottságával, amelyet azonban vágyaiban, akaratában, gondolataiban transzcendálni képes. Ez az élmény pedig eredendőbb mint az a struktúra, amelyben már „külső"-ről és „belső"-ről lehet beszélni, nem is beszélve arról, hogy a „pszichikai" fogalma és a „pszichikai" értelmében vett „belső" csak az újkori természettudományos racionalizmus kontextusában értelmes, s ez már többszörös derivátuma az említett élménynek. Így az az élményfogalom, amellyel a pszichológia dolgozik, alkalmatlan arra, hogy a végesség-végtelenség eredendő élményét, s a belőle konstituálódó világegész fogalmát valóban megragadja — amit nyújtani tud, az csak ennek sápatag visszfénye.

A világegyetem fogalmának most tárgyalt levezetése természetesen kívül esik a természettudományos gondolkodás és világmegértés keretein, s minden bizonnyal a tudományfilozófia sem ismerheti el, hiszen ez a gondolkodási irányzat eredetileg a szubjektív értelmében vett pszichikai mozzanatok kikapcsolására törekedett, s ma is csak a természettudományos értelmében vett „pszichikai" nyert polgárjogot kereteiben. Így az előzőekben fejtegetett végesség-végtelenség élményt már minden bizonnyal a „metafizikai" kategóriája alá sorolná. S valóban valami ilyen metafizikairól van szó: a metafizikai és a természettudományos kozmológia nemcsak eredetüket tekintve vannak bensőséges kapcsolatban egymással! Az utóbbi persze megpróbált leválni, szeparálódni „gyanús" rokonától, ám ez a rokonság ennek ellenére újra és újra előbukkan. Amikor például Stephen *Hawking* a természettudományos kozmológiára gondolva arról ír, hogy szeretné tudni, miért pont olyan a világ, mint amilyen, s miért létezik egyáltalán; vagy a keleti filozófiák és az általa javasolt kozmológiai

eszmék rokonságával kacérkodik, ez éppen azt bizonyítja, hogy a legszigorúbban természettudományos, a legszigorúbban racionalista kozmológiai elméletalkotó tevékenységben is ott munkálkodik valamiféle abszolutumra törekvés.[20] (Különösen erősen érződik ez a „mítoszpótló" jelleg, a mítosz és a metafizika iránti igény szégyenlős kielégítése a matematikai-fizikai formulákat és fogalmakat képszerűvé tenni igyekvő, sokszor vulgáris hasonlatokban. Már bizonyos mértékig az általunk hosszabban elemzett gömb-analógia is ezek közé tartozott, ma pedig egyértelműen ilyen a „sajt-világegyetem" metaforája.) William *McCrea* azon állítása, amely szerint a kozmológiát nem lehet választani, mert az nem olyan, ami választható, hanem „megtörténik" az emberrel, szintén csak a „metafizikai" és a „természettudományos" világegyetem fogalmának részleges ekvivalenciája alapján érthető meg.[21] S ugyanezért sugalmazhatja *Marx* György Atkins *Teremtés* című könyve kapcsán, hogy a természettudományos kozmológia végleges válaszokat adhat azokra a kérdésekre, amelyekre a világ keletkezésével kapcsolatosan korábban a vallásos világnézet próbált meg megválaszolni.[22] (Atkins szóban forgó könyve egyébként minden látszata ellenére sem természettudományos ismeretterjesztő munka: Atkins ténylegesen egy scientista természetmítoszt vázol föl benne. A könyv sikere éppen mítoszpótló voltával magyarázható.)

Természetesen Marx és Hawking állításai határsértést jelentenek, hiszen a természettudományos kozmológiát éppen az specifikálja, hogy szigorúan a világegész tér- és időbeli — vagy általánosabban: fizikai — aspektusára irányul, szemben a metafizikai megközelítési móddal, amelyet nemcsak a tér- és időbeli vonatkozások, hanem az egyetemes kozmológiai törvények és világszabályok, valamint a „transzcendens" mozzanatok is érdeklik. (Persze Marx György vagy Stephen Hawking éppen azt állítja, hogy nincsen szükség a metafizikára, mivel a tradicionális metafizikai kérdések megoldást nyerhetnek a modern fizikában — illetve a modern fizikai kozmológiában. Ám éppen ezzel az állítással lépnek át a metafizika

[20] Vö: Boslough, J.: *Jenseits des Ereignishorizons.* Hamburg: Rowohlt, 1985. 86-87. o.

[21] „Én úgy gondolom, hogy a kozmológia olyan valami, ami megtörténik valakivel, s nem olyan amit választani lehetne." Elhangzott a Royal Astronomical Society 1963. februári ülésén, McCrea elnöki beszédében. Idézi: Harrison: *Cosmology.* 260. o.

[22] Marx György: „Utószó Atkins 'Teremtés' című könyvéhez." Atkins: *Teremtés.* Bp.: Gondolat, 1987. 144-146. o.

területére, s tulajdonítanak metafizikai funkciót a fizikának: a fizika ilyen értelmezése már olyan előzetes metafizikai, illetve ontológiai garanciákat követel meg, amelyeket a természettudomány nem biztosíthat!)

Paradox módon tehát egy olyan elmélet — konkrétan: a Putnam-Kripke-féle szemantika — segítségével, amely a tudományos vállalkozás „tudományos", racionalista voltát igyekszik megmenteni, illetve biztosítani, a természettudományos és a metafizikai kozmológia, valamint a természettudományos és a metafizikai világegyetem-fogalom részleges ekvivalenciájának fölismeréséig jutottunk, s *a természettudományos kozmológia világegyetem-fogalmát mint a metafizikai világegyetem-fogalom tér-időbeli aspektusát, illetve mint a végesség-végtelenség élmény tér- és időbeli kivetülését kaptuk meg.* Mivel dolgozatunk a természettudományos — illetve a „fizikai" — kozmológiával foglalkozik, ennek a „metafizikai"-nak nevezett aspektusnak irányába vezető, sokak számára minden bizonnyal „gyanús", kétségeket ébresztő, és kétségen kívül igen nehezen járható, sok veszélyt tartalmazó utat elhagyjuk.

Ez azonban semmiképpen sem jelenti azt, hogy azonosulnánk ezen aspektus relevanciájának ma divatos tagadásával, vagy előző fejtegetéseink irányát tévútnak tartanánk!

1.4. A világegyetem fogalmának formális definíciója. A „világegyetem" mint a kozmológiai elméletalkotás a priori objektuma

Ha ki akarjuk kapcsolni a „metafizikai" vonatkozást, a természettudományos kozmológia világegyetemét az — egyenlőre még intuitív — világegész tér-időbeli aspektusaként definiálhatjuk. Ám éppen a világegész fogalma az, amit Munitz pusztán „pszichikai"-nak tekint. Miképpen lehetne ezt a fogalmat oly módon megadni, miképpen lehetne ennek „pszichikai"-ként történő minősítését úgy elkerülni, hogy a metafizikai aspektustól is elvonatkoztatunk?

E kérdésre válaszolva kézenfekvő annak az igénynek a megfogalmazása, hogy valamilyen módon operacionalizáljuk ezt a fogalmat. E. H. *Hutten* szerint például a világegyetem azonos az empirikusan elért, és az adott ismeretek szintjén elvileg még elérhető létezők osztályával.[23] Ez a

[23] Hutten, E. H.: „Methodological Remarks Concerning Cosmology." *Monist* 47. (1962) No. 1.

meghatározás kétségen kívül operacionális, ám az „elvileg még empirikusan elérhető" fogalma önmagában erősen ködös. Természetesen a relativitáselmélet fogalmi keretében, az itt föllépő oksági horizontra gondolva ez a ködösség teljesen eloszlatható, és Hutten meghatározása egzaktabbá tehető. Az így kapott egzakt definíció azonban — mint ahogyan erre *Swinburne* fölhívja a figyelmet — önellentmondó lesz: az oksági horizontot egy teória fogalmi keretében definiáljuk ugyanis, s definíciója éppen azért lehetséges, mert e teóriában az e horizonton kívüli létezőkről is beszélünk.[24] Az a követelmény, hogy függesszük föl a horizonton kívüli tartományok létezésére vagy nem létezésére vonatkozó állításainkat, megvalósíthatatlan — hangsúlyozza Swinburne —: e horizont éppen az elmélet értelmében még elérhető és már el nem érhető tér-idő tartományok között húz választvonalat, s így létezésének levezetése már eleve állításokat tartalmaz ezen el nem érhető tartományokról.

Huttennél alaposabb metaelméleti elemzést nyújt e tárgykörről R. *Harre* „A kozmológia filozófiai aspektusai" című írásában, ahol a következő három világegyetem-fogalmat elemzi:

1. A világegyetem mint minden létező.
2. A világegyetem mint minden létezőnek bizonyos határolt, véges alrendszere.
3. A világegyetem mint minden létező, abban az értelemben, hogy minden ami az adott pillanatban már tudományos állítás tárgyává vált.[25] (Értsd ezalatt: a tudományok által már létezőnek tekintett. — Sz. L.)

Harre szerint a tulajdonképpeni „kozmosztudományok" azok, amelyek az első vagy a harmadik értelemben foglalkoznak a világegyetemmel, míg azok, amelyek csak a második értelemben vett világegyetemét tekintik tárgyuknak, nem kozmosztudományok, hanem csak „csillagtudományok".

Ha Harre első definícióját tekintjük, észrevehetjük azt, hogy ez is egy leírást ad meg a világegyetem definíciójaként. Ez a definíció azonban

[24] Swinburne, R.: *Space and Time.* New York, etc.: Macmillan, 1968. 175. o.;

[25] Harre, R.:"Philosophical Aspects of Cosmology." *The British Journal for the Philosophy of Science 13.* (1962) No. 50. 104-119. o.

mégsem tekinthető a hagyományos értelemben vett konkrét-attributív definíciónak, hiszen nem nyújt semmiféle konkrét-tartalmi jellemzést a referensről: *olyan formális jellegű identifikáció, amelyet a konkrét leírásoknak, elméleteknek kell megtölteniük tartalommal, de amelynek referenciája e konkrét leírások nélkül is egyértelműen megadott és létezik.*

A következőkben a „világegész" fogalmát Harre első definíciója nyomán, és ezt a definíciót pontosítva a „létezők összessége, mint egész"-ként definiáljuk. Az így megadott definíció referenciája függetlenül attól, hogy milyen konkrét elméletünk van a létezőkről, garantáltan létezik, hiszen a létezők összességének minden egyes tagja definíciószerűen létezik — s ebből következőleg létezik azok összessége is. Az „egész" kifejezés pedig arra utal, hogy ennek struktúrájára mint egészre tekintünk — függetlenül attól, hogy ez az összesség összefüggő rendszert alkot-e, vagy részrendszerekre hullik-e szét.

> „... az ilyen kijelentés: 'a világegyetem — ez minden létező' nem tekinthető úgy, mint a világegyetem fogalmának definíciója, a 'létezés' terminus több jelentésű, s ennek folytán több jelentésű a 'minden létező' terminus is. Vajon a kozmológiában a 'létezés' és a 'minden létező' terminus milyen jelentéséről van szó?"

— kérdezi az ilyen típusú definíciókkal kapcsolatosan a témával foglalkozó egyik szerző.[26] Bár mi nem a „minden létező" kifejezést használtuk, ez az ellenvetés a „létezők összessége" terminusra is vonatkozik. Ám ennek ellenére mégsem jogos! Definíciónk formális jellegét ugyanis éppen az adja, hogy bár a referencia egyértelműen kijelölt, mégis, a létezőkről és a nem létezőkről kialakított konkrét elképzelések függvényében — azonosságának megőrzése ellenére — változhat. Bármilyen elképzeléseink is vannak a létezőkről, a „létezők összessége" mindig a „létezők összessége" marad.

Az, hogy a „létező" kifejezés milyen entitásokra vonatkozhat, hogy milyen dolgok, milyen entitások „léteznek" ontológiai kérdés: a „létezők"

[26] Kazjutyinszkij, V. V.: „A világegyetem fogalma." 130. o. in: *Végtelenség és világegyetem.* Bp.: Gondolat, 1974. 129-140. o.

azok a dolgok, amelyek egy bizonyos ontológiai státusszal rendelkeznek, s így konkrét mibenlétük ontológiánk függvénye. A létezők összessége konkrét mibenlétében, a reá vonatkozó konkrét leírás vonatkozásában tehát ontológiafüggő fogalom. Ám bármilyen ontológiát is választunk, ez a fogalom mindegyikben alkalmazható, s — ontológiafüggése ellenére — a különböző konkrét leírásokkal jellemzett referencia az eltérő ontológiák bázisán is egyértelműen azonosítható. Így például a „létezők összessége" a keresztény ontológiában Istent is magába foglalja, míg pl. a materialista ontológiákban nem. Ugyanígy, egy platonista ontológiában az ideákat tartalmazó harmadik világ része a létezők összességének, míg egy olyan ontológia számára, amely szerint létező csak az, ami empirikusan adott, illetve csak az, ami elvileg előbb vagy utóbb ilyenné tehető, a létezők összessége pusztán az úgynevezett empirikus világegyetemmel lesz azonos. A referenciára vonatkozó konkrét leírások az ontológiák függvényében változnak, a referencia azonban változatlan: a „létezők összessége".

A „világegész" általunk bevezetett fogalmával kapcsolatosan fölvethető még egy kifogás. A definíciókban szereplő „létezők összessége" kifejezést úgy kaptuk meg, hogy az „összesség" operátort a „létezők" kifejezésre alkalmaztuk. Az olvasó rögtön fölteheti a kérdést: jogosult-e ez az eljárás? Megáll-e a szigorúbb vizsgálódás előtt? Nem keletkeznek-e itt olyan problémák, mint amilyeneket az „összes halmaz halmaza" látszatra hasonló jellegű fogalma okozott?

Erre az ellenvetésre a következő választ adhatjuk: az összes halmaz halmaza, mint az európai gondolkodás történetében kialakult fogalom, kétségen kívül létezik, s tagja a létezők összességének, ugyanúgy mint ahogyan számtalan más fogalom is tagja ennek az összességnek. Más kérdés az, hogy ha kihasítjuk ebből az összességből kultúránk — vagy még szűkebben: a naiv halmazelmélet — fogalmait, s ezeken a logikai következtetési szabályok segítségével deduktív rendszert próbálunk meg kiépíteni, annak a követelménynek a megkívánásával, hogy benne egyetlen egy állítás sem lehessen egyszerre igaz és hamis, ez az ismert antinómiák miatt nem fog sikerülni: ahhoz, hogy egy ilyen rendszert kiépíthessünk, a naiv halmazelmélet bizonyos halmazait ki kell zárnunk a rendszerből, s az így kapott új rendszerben csak az „osztály" kifejezést alkalmazhatjuk rájuk.[27] Ez azonban nem változtat azon, hogy a naiv halmazelméletben

[27] Vö. pl.: Russell, B.: *Filozófiai fejlődésem.* Bp.: Gondolat, 1968. 105-120. o.

eddig konkrétan megkonstruált, definiált illetve megnevezett halmazok összessége létezik. Az ilyen halmazok száma szükségképpen véges, hiszen eddig véges számú halmazelméleti tanulmány jelent meg, s ezek mindegyikében csak véges számú halmazleírást találhatunk. Pl. nem találhatjuk meg bennük az összes valós számot, csak az összes valós számnak, mint egy kontinuum végtelenségű halmaznak a fogalmát, s egyes konkrét valós számokat, stb. A naiv halmazelméletben eddig megadott halmazok halmaza pedig, annak következtében, hogy itt írunk róla, szükségképpen tartalmazkodó halmaz, amely önmaga mellett tartalmazza az összes halmaz halmazát is, s mint ilyen, tagjai logikai értelemben inkonzisztens sokaságot alkotnak. Az már viszont nem halmazelméleti, hanem ontológiai kérdés, hogy ezeknek a halmazoknak, mint a kultúrában létező fogalmaknak milyen tőlünk függetlenül létező, „reális" entitásokat feleltetünk meg. Például a valós számok halmaza mint fogalom létezik kultúránkban, és érvényes az a reá kimondott állítás, hogy végtelen sok valós számot tartalmaz. Ez azonban csak a valós számok halmazára kimondott állítás, amely nem változtat azon, hogy kulturális fogalomként az előbbieknek megfelelően csak véges sok konkrét valós szám létezik. A végtelenség itt „csak" annyit jelent, hogy léteznek olyan eljárások, amelyek segítségével újabb és újabb valós számok nevezhetőek meg — illetve generálhatóak. Arra a kérdésre viszont, hogy megfeleltethetőek-e a tőlünk független valóságban bizonyos entitások, vagy „reáliák" a kulturálisan ténylegesen vagy potenciálisan létező valós számoknak, már csak ontológiánk függvényében válaszolhatunk. Föltételezhetünk például egy olyan „harmadik" világot, amelyben az összes, kultúránkban ténylegesen és potenciálisan létező, valós számnak egy-egy „reális" valós szám felel meg, de részlegesen vagy teljesen tagadhatjuk is egy ilyen harmadik világ létezését, stb. Ugyanígy választhatunk olyan ontológiát, amely szerint egy harmadik világban „reálisan" is léteznek mindazok a halmazok, amelyek kulturális fogalomként adottak. Természetesen ekkor a harmadik világ halmazai inkonzisztens sokaságot fognak alkotni, ám egyáltalában nem zárható ki logikailag egy olyan Teremtő lehetősége, aki azzal tréfálta volna meg az emberiséget, hogy a harmadik világban ilyen halmazokat teremtett. Így mindenképpen hamis az az állítás, amely szerint a matematika vagy a logika bebizonyította volna az összes halmaz halmaza létezésének lehetetlenségét. Ahhoz, hogy a matematika vagy a logika „belső" eredményeiből ilyen „külső" —

azaz lételméleti — következtetést vonjunk le, hasonló metafizikai garanciák elfogadására volna szükségünk, mint amilyenekkel Descartes dolgozott. Ilyen garanciákat azonban a matematika vagy a logika önmagában sohasem adhat!

A fizikai kozmológia tárgyaként tekintett világegyetem természetesen nem azonosítható a létezők összességével, hiszen egy platonista ontológia esetében a harmadik világ sem részeiben, sem pedig egészében nem tartozna a fizikai kozmológia objektumához. Ugyanígy Arisztotelész tér- és időbeli világegyeteme az állócsillagok szférájával lezárul, ám ezen „kívül" az arisztotelészi ontológiában létezik még a nem térbeli és nem időbeli mozdulatlan mozgató, ami esetleg a „metafizikai" kozmológiának tárgya lehet, de semmiképpen sem a fizikainak. *A fizikai kozmológia nem egyszerűen a létezők összességével, hanem a tér- és időbeli létezők összességével áll relációban.* Ha tehát a fizikai kozmológia világegyetemét meg szeretnénk különböztetni a metafizikai értelemben vett világegyetemtől, csak a tér- és időbeli létezők összességéről, illetve az ennek megfelelő téridőbeli világegészről szabad beszélnünk. Ez azonban még mindig nem elegendő a metafizikai vonatkozások kizárására: az általános világrendről, a világtörvényekről, a világ harmonikus voltáról, vagy a „jó" és a „rossz" harcáról, stb., beszélhetünk a tér- és időbeli világegész vonatkozásában is — ugyanakkor az ilyen jellegű vonatkozások sem tartozhatnak a fizikai kozmológia tárgyához. A fizikai kozmológia a világegésznek mint egésznek pusztán fizikai aspektusával foglalkozik. Ezért *a fizikai kozmológia világegyetemét a tér- és időbeli világegész fizikai aspektusaként* — a „fizikai világegészként" — *definiálhatjuk.*

Figyelembe véve a kozmológia kifejezés tudománytörténeti jelentését, amely szerint ez mindig valamilyen módon a világegészre irányuló vállalkozásokat jelölte, s ennek nyomán elfogadva Harre azon tételét, amely szerint a világegyetem lokális jellegű részeire irányuló tudományok csupán „csillagtudományok", a fizikai kozmológia tudományának objektumát *a priori mint a fizikai világegész konkrét tér-időbeli szerkezetét, valamint mint azokat a nagyléptékű kozmikus struktúrákat és objektumokat határozhatjuk meg, amelyek relevánsak ennek a szerkezetnek a szempontjából.*

Definíciónk segítségével — ahogyan ezt konkrét elemzésekkel kimutathatjuk — azonosíthatjuk a különböző kozmológiák világegyetemének referenciáját, s segítségével így identifikálhatjuk a fizikai kozmológiát,

mint sajátos elméleti területet. Ugyanígy biztosíthatjuk a világegyetem tér- és időbeli fölépítésére vonatkozó különböző korokban született leírások referenciájának azonosságát, és így a kozmológia történelmi folytonosságát is. Arisztotelész számára például a tér- és időbeli létezők összességét az állócsillagokkal lezáruló, Föld-középpontú bolygórendszer képezte, míg Demokritosz számára ez a kavargó atomok konfigurációiból álló világok végtelen sokaságával volt azonos. Bruno számára mindaz, ami tér- és időbelileg létezik, a végtelenbe nyúló, de mégis szerves egészként egzisztáló csillagvilág volt, — a csillagokon és a bolygókon föllelhető élőlényekkel, — míg Kant számára a hierarchikusan fölépülő világegyetem. A tér- és időbelileg létezők összessége, mint fizikai egész: ugyanez elmondható Engels, Einstein vagy Hoyle világegyetemeről, de a különböző pozitivista világegyetemekről is. (Ezen utóbbi esetben a létező az, ami empirikusan közvetve vagy közvetlenül adott — és ezen túl esetleg még mindaz, ami potenciálisan ilyenné tehető. Ekkor pedig a tér- és időbelileg létezők összessége valóban az empirikus — illetve „megfigyelhető" — világegyetem lesz.)

2. A lokalitás—globalitás probléma

2.1. Az ismeretelméleti-metodológiai szint

A lokalitás elve szerint jelenlegi kozmológiai ismereteink csak helyi érvényességűek lehetnek, mivel olyan módszerek és ismeretek, természettudományos törvények és összefüggések révén jutottunk el hozzájuk, amelyeket a földi világnak és szűkebb kozmikus környezetünknek kutatása során nyertünk, illetve alakítottunk ki magunknak. Maga a kozmológia empirikus bázisa ugyanígy lokális jellegű — állítja e fölfogás —, hiszen ez azzal a ma kb. 12-15, esetleg húsz milliárd fényév sugarú gömbbel azonos, amelynek határáig mai műszereink teljesítőképessége elér. A lokalitás elve szerint tehát mai kozmológiánk *nem kozmológia igazából*, hanem csupán — Harre kifejezésével — „*asztrotudomány*". Ennek alátámasztására általában az „antiextrapolációs" elvet használják, amely szerint minden olyan intenció, amely a világegyetem egészének leírására irányul, lokális ismereteinket és módszereinket extrapolálja jogosulatlanul azokra az empirikusan még el nem ért — vagy eleve el sem érhető — térbeli tartományokra és időintervallumokra, amelyekhez képest itt és most megismert környezetünk elenyészően kis mértékű lehet.

A lokalitás elvének egy „enyhébb" változata szerepel *Bondi*nál, aki *Cosmology* című monográfiájában a kozmológia tárgyára alternatív definíciókat ad.[28] Bondi ennek során nem zárja ki annak a lehetőségét, hogy ez a tárgy magával az egész világegyetemmel legyen azonos — vagy legalábbis ennek méretében releváns részét alkossa —, de inkább ennek ellenkezőjét tartja valószínűnek.[29] Ezt az álláspontot a következőekben a *lokalitás gyenge elv*ének nevezzük. Ez az elv szerint annak következtében, hogy véges környezetünknek foglyai vagyunk, nem tehetünk kijelentéseket itt és most megismert természettörvényeink, itt és most érvényes fizikánk kozmikus extrapolálhatóságáról: ugyanúgy lehetnek ezek az egész világegyetemre érvényesek, mint ahogyan ennek csak lokális jelentőségű alrendszereire. Mivel e kérdésben nem tudunk a tudomány eszközeivel dönteni, módszertanilag az a helyes álláspont, ha az ilyen jellegű kérdéseket felfüggesztjük. (Az olyan világegyetem–fogalom, mint amilyennel pl.

[28] Bondi, H.: *Cosmology*. Cambridge: Camb. Uni. Press, 1952. 10-11. o.
[29] U.o.

Huttennél találkoztunk, többek között éppen arra szolgál, hogy az ilyen típusú kérdések eleve megfogalmazhatatlanok legyenek.)

A lokalitás gyenge elvével szemben az *erős elv* szerint itt és most nyert ismereteink csak lokális érvényességűek lehetnek, s az a tértartomány, amelyre ezek esetleg extrapolálhatóak a világegyetemnek elenyészően kicsi részét képezi. A lokalitás erős elvének képviselőit elsősorban azon marxista igénnyel föllépő szerzők között találhatjuk meg, akik az Einstein-Fridman-Lemaître-féle kozmológia bizonyos — „relatív" — igazságtartalmát elismerve továbbra is ragaszkodnak a világegyetem hagyományos értelemben — azaz nemcsak a határtalanság, hanem a metrikus végtelenség értelmében is — vett végtelenségéhez. Az elv funkciója ebben az összefüggésben az, hogy a konkrét természettudományos elméletektől érintetlenül továbbra is hirdetni lehessen a világegyetem, az „anyagi világ" tér- és időbeli végtelenségének hagyományos tételét.[30] A globális extrapoláció kritikája a módszertani ellenvetések mellett e szerzőknél

[30] E módszertani funkció explicit formában fogalmazódik meg pl. Kazjutyinszkijnél:

„Minthogy azonban a 'Fridman-féle világegyetem' — a metagalaxis — nem azonosítható az 'egész anyaggal' (anyagi világgal), a 'táguló világegyetem' elméletéből adódó következtetéseknek az anyag (anyagi világ) végtelen sokféleségére és kimeríthetetlenségére vonatkozó dialektikus materialista tételekkel való 'összeegyeztetése' mint probléma egyszerűen nem létezik." Kazjutyinszkij, V. V.: „Az anyagi világ végtelenségéről és a világegyetem végtelenségéről." in: *Végtelenség és világegyetem.* Bp.: Gondolat, 1974. 247. o.

... Ha figyelembe vesszük, hogy a 'Fridman-féle világegyetem' egy konkrét fizikai rendszer és így végessége és végtelensége nem az anyagi világ végességét és végtelenségét jelenti, akkor az ilyen típusú kijelentéseket: 'a világegyetem térben (időben) véges' lehetetlen lesz idealista szellemben fölhasználni, hiszen nem az egész 'anyagról' van szó. Másfelől elveszíti alapját az az állítás, hogy az egyik-másik fizikai világegyetem esetleges végessége 'semmiképpen sem összeegyeztethető' a dialektikus materializmussal." uo.: 247-248. o.

„...a kozmológiának hozzá kell járulnia a világegyetem végtelenségének bizonyításához, de nem azzal, hogy az egészben vett anyagi világ valamilyen végleges modelljét alkotják meg... A véges és a végtelen problémájának magával az objektív világgal adekvát megoldását csakis a tudományos, marxista-leninista filozófia és a természettudományok szoros szövetsége nyújthatja, ha ezen belül mindegyikük helyesen fogja föl szerepét és lehetőségeit." Szvigyerszkij: „A reális végtelen fogalma és kozmológiai jelentősége". uo.: 289-290. o.

„... a világegyetem végtelenségének tézise szilárdan be van bizonyítva a természettudomány anyaga alapján, olyannyira szilárdan, hogy ezt nem lehet

többnyire ideológiai töltéssel is párosul: az ilyen eljárást gyakran mint idealistát bélyegzik meg. A modern kozmológia legerősebb idealista mozzanata abban rejlik — állítja pl. *Bitsakis* —, hogy a világegyetem egészét tekinti vizsgálata tárgyának, s ehelyett azt javasolja, hogy a kozmológiát olyan tudománynak tekintsük, amely csak az univerzum megfigyelésre hozzáférhető részével, a „mi kozmoszunk"-kal foglalkozik.[31] Bitsakisnak ez a megfogalmazása arra utal, hogy a kozmológia tárgyát körülöttünk elhelyezkedő gömbként képzeli el, amelynek határait jelenlegi megfigyelési eszközeink szabják meg, s amelyen túl helyezkedik el végtelen távolságokra nyúlva a világegyetem mindeddig ismeretlen része. A következőket írja ezzel kapcsolatban tanulmánya végén:

> „A tudománytörténet ugyanis azt mutatja, hogy a tudományos haladás a világegyetem már föltárt része határainak kiszélesedésében áll".[32]

(Nem akarunk itt azzal foglalkozni, hogy ez az állítás így, ebben a formájában nem igaz. Például a tudományos haladás egyik nagy eseménye, Kopernikusz elméletének megalkotása nem ebben állt, de ugyanígy nem ez a lényege az einsteini és a newtoni mechanika viszonyának sem. Ám ha el is fogadjuk az idézet állítását, a standard paradigma modelljeinek esetében az például nem alkalmazható, hiszen az ezek által hipotetikusan leírt objektumnak nincsenek határai, és ezért azok nem is szélesedhetnek ki a további megismerés során.)

Bitsakis szóban forgó cikkében azt is kijelenti, hogy az ÁRE egyenletei csak lokális érvényességűek, és úgy tesz, mintha ezzel a mai fizika egyik evidenciáját ismételné meg, amely ezért nem szorul különösebb megindoklásra.[33] Bitsakis tézisével ellentétben azonban a mai fizikusok

függővé tenni az adatok bizonyos, viszonylag korlátozott összefüggésétől (például attól, hogy mennyi az anyag átlagos sűrűsége a kozmosz bennünket körülvevő tartományában) ... Ellenkezőleg: ezeket az adatokat és interpretációjukat a filozófia tekintetében kell értékelni, egybevetve őket a világ végtelenségének tézisével." Karmin, A. Sz.: „K posztanovke problemi beszkonyecsnosztyi v szovremennoj nauke." in: *Voproszi Filoszofii* 1965/2. 131. o.

[31] Bitsakis E.: „Tudomány és ideológia a kozmológiában." *Magyar Filozófiai Szemle 1983/1.* 19-20. és 31-32. o.

[32] U. o.

[33] U.o. 34. o.

többsége számára — természetesen mindig a létező, de ma határozottan kisebbségben lévő alternatív elképzelések mellett — ez az elmélet univerzális érvényességű, s mint láttuk, maga Einstein is ilyennek tekintette azt. Einstein gravitációs egyenletei két módon lokalizálhatóak: vagy elvetjük a fizikai anyag gravitációs tulajdonságának egyetemes jellegét, vagy pedig, ezt továbbra is univerzálisnak tartva, a reá vonatkozó összefüggéseket térben vagy (és) időben változónak tekintjük. A térben változó gravitációs törvények elmélete egészen Seeligerig vezethető vissza, azaz komoly tudománytörténeti tradíciója van[34]; az időben változó gravitációs törvény eszméje pedig mint a Dirac-hipotézis ismert napjaink fizikájában.[35] A gravitációs törvény lokalizálásának elsőként említett változata tudomásunk szerint nem található meg a modern természettudományos gondolkodásban, viszont a már említett Meljuhin és Szvigyerszkij határozottan ezt az álláspontot képviseli.[36] Akár a Seeliger-féle, akár

[34] Vö.: Seeliger, H.: „Über das Newton'sche Gravitationsgesetz." *Astronomische Nachrichten, 137.* (1894) 129-136. o.

[35] Vö.: Dirac, P. A. M.: „The Cosmological Constans." *Nature 139.*(1937 február 20.) 323. o.; Dirac, P. A. M.: „A New Basis for Cosmology." *Proceedings of Royal Society A-165.* (1938);

A Dirac hipotézis a gravitációs konstansnak olyan nagymértékű változását követeli meg, hogy ezt nehéz összeegyeztetni az empirikus adatokkal. Viszont a Brans-Dicke elmélet kikerüli ezt a problémát:.Brans, C., Dicke, R. H.: „Mach's Principle and a Relativistic Theory of Gravitation." *Physical Review 124.*(1961) 925. o.;

E témával kapcsolatban lásd még: Dicke, R. H. „Dirac's Cosmology and Mach's Principle." *Nature 139.*(1961. november 3.) 440. o.

[36] „Az anyagi világ nem állhat végtelen mennyiségű gravitáló tömegből és végtelen azonosságú világító csillagból. Ezeknek végesnek kell lenniük."; „... szó sem lehet gravitációs vagy fotometriai jellegű paradoxonról, mert az anyagi világ nem állhat végtelen számú gravitációs tömegből és világító csillagból" — fogalmazza meg e koncepció első változatát még a végtelenség kozmikus paradoxonaira hivatkozva Szvigyerszkij. Szvigyerszkij, V. I.: *Filoszofszkije znacsenyija posztransztvo-vremennih predsztavlenyij v fizike.* Leningrad: 1956. 157.; illetve Szvigyerszkij, V. I.: *Tér és idő.* Bp.: Gondolat, 1959. 130. o. Filozófiai oldalról ezt Szvigyerszkij az anyag minőségi sokféleségének és folytonos-megszakított jellegének — a mennyiség és a minőség dialektikájának — elvével támasztja alá. Ezek mellett jelenik meg az a tézis, amely szerint a gravitáció, mint az anyag konkrét tulajdonsága, éppen e konkrétsága miatt nem abszolutizálható. Pl.: „nem állíthatjuk azt, hogy az adott téridőbeli struktúra, amely a világegyetem bennünket körülvevő részét jellemzi, az anyag valamennyi állapotához kivétel nélkül

a Meljuhin-Szvigyerszkij-féle megoldást választjuk, elszakadunk mind a klasszikus fizika tradícióitól, mind pedig a modern fizikától, — s nemcsak természettudományos, hanem ismeretelméleti-módszertani értelemben is. Bitsakis erre azonban nem reflektál, s úgy tűnik, mintha azt a látszatot szeretné kelteni, hogy az ő értelmezése a fizikai szempontból egyedül autentikus.

Meljuhin és *Szvigyerszkij* a kozmológiai ismeretek lokalitásának erős elvét a gravitációs anyag lokalitásának elvére alapozza, s ennyiben elméletük Bitsakis elképzeléseivel szemben konzekvens. Bár Einstein az egész világegyetemre érvényesnek tekintette gravitációs egyenleteit, tévedett, mert a gravitáció csak lokális tulajdonsága az anyagnak — foglalható össze röviden a Meljuhin-Szvigyerszkij-féle álláspont Einstein gravitációs elméletével kapcsolatban.[37] E koncepció alapján Einstein egyenleteinek univerzialitása bizonyos értelemben továbbra is állítható, hiszen ezek érvényesek maradnak arra a körülöttük elterülő kozmikus világnak egészére, amelyet a gravitáló anyag jellemez, s érvényességük csak ott szakad meg, ahol a föltételezés szerint eltűnik, megszűnik ez a gravitáló anyag, és az anyagnak más, számunkra teljesen ismeretlen, a gravitáció tulajdonságával nem rendelkező típusa kezdődik. Így az ÁRE és a relativisztikus kozmológia lokalitása a gravitációs tulajdonság lokalitásának következményeként jelenik meg, míg maga az ÁRE a gravitáló anyag relációjában egyetemes érvényességű maradhat.

Meljuhin és Szvigyerszkij ezen elméletének bázisát egyik oldalról a modern fizikának azok a vonásai képezik, amelyek szakítást követeltek a hagyományos fizika anyagfogalmával. A hullám-részecske dualizmus, a kvantumterek elmélete, a kvantumfluktuáció, vagy a fekete lyukakban föltételezett folyamatok valóban „bizarrak" a hagyományos fizikai gondolkodás számára. Meljuhin és Szvigyerszkij ezeket az elképzeléseket radikalizálja, amikor bevezeti a gravitáció nélküli fizikai anyag fogalmát. Ezt a

hozzárendelhető. Másképpen szólva: el kell ismernünk a mozgó anyag konkrét sajátosságainak korlátozott jellegét."

Szvigyerszkij, V. I.: „O gyialektiko-matyerialisztyicseszkom ponyimanyiji konyecsnovo i beszkonyecsnovo." in: *Filoszofszkije problemi tyagotyenyija Einsteina i relatyivisztkoj koszmologyiji.* Kijev 1965. 267. o.
Szvigyerszkijhez hasonlóan érvel Meljuhin és Karmin is.

[37] Vö.: Meljuhin, S. T.: „Die Philosophische Grundlagen der Idee der Unendlichkeit des Universums." in: *The Idea of the Universe.* Moscow: 1978. 48-54. o.; illetve Szvigyerszkij idézett művei.

fajta radikalizálódást pl. Meljuhinnak *A véges és a végtelen problémája* című könyvében tetten is érhetjük, hiszen itt kvantummechanikai analógiák alapján vezeti be a metatér, illetve a szupertér fogalmát. E szupertér tartalmazná Meljuhin szerint a standard paradigma megfelelő modellje által leírt metagalaxist, más hozzá hasonló metagalaxisokkal egyetemben.[38] Meljuhin így — spekulatív filozófiai megfontolásokból — egy olyan modellt alkotott, amely az Einstein-féle kozmológia Nordmann-féle interpretációjával rokonítható, s amely egyik változata a világok pluralizmusát állító kozmológiáknak.[39] A szupertér kifejezés Meljuhinnál arra utal, hogy a metagalaxist tartalmazó tér struktúrájára már nem az Einstein-féle elmélet az érvényes, illetve ha mégis, akkor a metagalaxis úgy helyezkedik el benne, mint ahogyan a metagalaxison belül az einsteini elmélet alapján föltételezett fekete lyukak: a tér-, illetve a szupertér sajátos, magába záruló résztotalitásaként. Ennek az elméletnek absztraktabb, már csak filozófiai kategóriákkal operáló változata a Szvigyerszkij — és részben Karmin — által kidolgozott „reális végtelenség" elmélete, melyet később Meljuhin is elfogadott. Ezt az elméletet jelen könyvünk egy későbbi fejezetében részletesebben is ismertetni fogjuk.[40]

A gravitáció lokalitásának tétele, illetve a nem gravitáló anyagnak, mint reálisan létező anyagtípusnak bevezetése ellentmond a *Ockham-borotva elv*ének, hiszen természettudományos oldalról semmi sem teszi

[38] Meljuhin, Sz. T.: *A véges és a végtelen problémája.* Bp. Gondolat, 1959. 177-205.o.

[39] Meljuhin elképzeléseihez hasonlít Kobuskin kvázi-zárt modellje, amely zárt ugyan a gravitációra, és az összes ma ismert fizikai kölcsönhatásra, de mégis olyan nagyobb térnek a része, amelyet bizonyos hipotetikusan bevezetett háttérrészecskék generálnak. Tekintettel arra, hogy e háttérrészecskék az anyagnak magasabb szerveződési szintjéhez tartoznak, a modell számunkra nyitott lesz, s így általuk kommunikáció — illetve információ áramlás — jöhet létre e metatér és a zárt modell belső tere között. Mivel a metatér további zárt világokat tartalmazhat, itt is egy sajátos „világok pluralizmusa" koncepcióval állunk szemben. Vö.: Kobuskin, P. K.: „Nyekotorije filoszofszkije problemi szovremennoj koszmologyiji." in: Csokalo, I. Z. (ed.): *Filoszofszkije voproszi szovremennoj fiziki.* Kijev: 1964. 116-148. o.; A kvázizárt tér eszméje nem Kobuskintól ered, hanem már megtalálható G. I. Naan egy korábbi munkájában: Naan, G. I.: „O szovremennom szosztojányiji koszmologyicseszkoj nauki." in: *Voproszi koszmogoniji, VI.* Moszkva: 1958. 277-329. o.

[40] Lásd könyvünk harmadik részének megfelelő fejezetét. (178-186. o.)

szükségessé az ilyen anyag fogalmát: annak bevezetése egyértelműen filozófiai-spekulatív megfontolásokon nyugszik. Óvatos, szkeptikus, de ezzel együtt az ontológiai jellegű kijelentések lehetőségét nem tagadó ismeretelméleti beállítódást preferálva esetleg jogosultnak tűnhet annak az eshetőségnek komoly számbavétele, hogy a gravitációs anyag csak lokális, s létezik a gravitáció tulajdonságával nem rendelkező anyagtípus is. Karmin, Meljuhin és Szvigyerszkij viszont erről az anyagról kategorikus módon beszél, s mint ahogyan ezt később látni fogjuk, létezését a filozófia eszközeivel bizonyíthatónak tartja. Ám ha a fizikai anyag nem szükségképpen rendelkezik eddig legfontosabbnak, legalapvetőbbnek tartott tulajdonságával, akkor mi marad belőle? Ezt a kérdést a fönti szerzők nem teszik föl, és megelégednek annak a kijelentésével, hogy az ilyen anyag számunkra ismeretlen és elképzelhetetlen.[41] Ha a gravitációtól megfosztjuk az anyagot, akkor ugyanilyen módon megfoszthatjuk tehetetlenségétől is, sít., s ekkor hol húzhatunk határt? Vajon identifikálható-e az „anyag" pusztán absztrakt-filozófiai tulajdonságokkal, vagy „materialisztikus" jellege csak úgy garantálható, ha általános fizikai vonásokat is tulajdonítunk neki? (Figyelembe véve, hogy az előbb említett szerzők marxistának vallják magukat, legalább arról tudniuk kellene, hogy Engels egyszer már szembekerült ezzel a dilemmával, és valószínűleg azért hajlott arra, hogy a nehézkedést az anyag általános tulajdonságának tartsa, mert kérdésünket a második lehetőség szerint tartotta megválaszolandónak.[42])

Zelmanov fölhívja a figyelmet arra, hogy az az állítás, amely szerint csak a világegyetem véges, lokális részeire fogalmazhatunk meg kijelentéseket, önellentmondó, hiszen maga is a világegyetem egészére vonatkozik: egy olyan tulajdonságot ír le, amely a világegyetemnek mint egésznek a sajátja.[43] Zelmanov állítását a gravitáció lokalitásának tézisével illusztrálva: e tézis az egész világegyetemről fogalmaz meg állítást: azt mondja

[41] Lásd Meljuhin, Karmin és Szvigyerszkij idézett műveit.

[42] Engels, Fr.: „A természet dialektikája." *Marx és Engels Művei, 20. kötet.* 510. o.

[43] „Annak tagadása, hogy jogosultsága van a világegyetemről, mint egészről szóló tanításnak — a világegyetemre vonatkozó bármilyen elképzeléseken is alapszik — logikailag ellentmondásos, hiszen ezek az elképzelések mindig ilyen tanítás elemeinek tekinthetőek, s így e tanítás jogosultságának tagadása kizárja az ezen tagadásnak alapul szolgáló elképzelések jogosultságát is." Zelmanov, A. L.: „Koszmologyija". in: *Razvityija asztronomiji SzSzSzR.* Moszkva: 1967. 321.o.

ki, hogy a *világegyetem egészére* nem jellemző ez a tulajdonság. S ennyiben semmivel sem jogosultabb, vagy jogosulatlanabb, mint ellenkezője, amely szerint a gravitáció a világegyetem egészét jellemzi abban az értelemben, hogy mindenütt, minden szférájában jelen van, és törvényszerűségeit mindenütt az ÁRE írja le. Így azt állítani, hogy az einsteini elméletet univerzálisnak tekintő álláspont tudománytalan — sőt: idealista — , mint ahogy ezt Bitsakis teszi, vagy Meljuhin és Szvigyerszkij sugalmazza, abszurditás. (Ilyen alapon egyben saját álláspontjukat is „idealistának" minősíthetnék!) Meljuhin és Szvigyerszkij persze igyekszik kikerülni a Zelmanov által jelzett ellentmondást, hiszen ők csak annyit állítanak, hogy a természettudományos módszer alkalmatlan a világegyetem egészére vonatkozó adekvát kijelentések megfogalmazására, míg a filozófiát — pontosabban az általuk képviselt filozófiát — alkalmasnak és képesnek tartják erre. Ehhez azonban meg kellene mutatniuk azt, hogy mi az a specifikuma a filozófiának, a filozófiai elméletalkotás módszertanának, amely felruházza ezzel a természettudomány számára szerintük elérhetetlen képességgel, ezt azonban nem teszik meg.

A lokalitás erős elvének mégsem ez a legfőbb fogyatékossága, hanem az, hogy látensen olyan tudományelméleti alapokat előföltételez, amelynek középpontjában az induktív megismerés és az extrapoláció áll. Ez a fajta tudományelmélet azonban véleményünk szerint nem alkalmas igazán a természettudományos — s ennek részeként a fizikai — megismerés struktúrájának megértésére. A tudományos elméletek általános alapelveihez ugyanis nem minden esetben juthatunk el extrapoláció segítségével, s a pozitív esetekben is csak formális extrapolációról lehet szó, értve ezalatt, hogy formálisan nézve valóban véges esetből viszünk át tulajdonságokat nagyobb számosságú véges vagy végtelen esetre — illetve véges tér-idő intervallumból végtelen intervallumra. Tartalmi szempontból nézve viszont itt sem a végesből kiinduló extrapolációval van dolgunk, hiszen alapvető természettudományos törvényeink megfogalmazásukban és formájukban kategorikus jellegűek: megsérülésük magának a tudományos elméletnek a bukását jelentené. A világegyetem egészére történő extrapoláció módszertani jogosulatlanságát állító nézettel szembeszegezhető már a newtoni mechanika földi változata is, mint amely szintén a végtelenre vonatkozik: bármilyen sokszor is hajtunk végre itt a Földön szabadesés-kísérleteket,

azoknak mindig a gravitáció törvénye szerint kell megtörténniök — állítja ez az elmélet. Még nem léptük át a földi szférát, s már kiterjesztettük Newton mechanikáját potenciálisan végtelen sok esetre! Ha holnaptól kezdve a Föld akár egyetlen egy pontján, s itt is csak 1/1000 valószínűséggel, a leejtett vasgolyó fölfelé repülne, és minden olyan kísérlet kudarcot vallana, amely valamilyen magyarázatul szolgáló zavaró hatás földerítésére irányul, egész természettudományos tudásunk épülete omlana össze. Ha itt extrapolációval nyert ismeretről volna szó, az ilyen kísérleti eredmények nem okoznának problémát: elintézhetnénk ezeket azzal, hogy extrapolációnk túl radikális volt, s az adott esetekre nem érvényes. Természetesen az ilyen általános törvények formálisan vagy pszichikailag extrapolációként jelenhetnek meg, ám a részletesebb elemzés — s ennek részeként az előbbi példa elemezése alapján — úgy gondoljuk, egyértelművé válhat, hogy ezek tudományos tétel minőségükben nem extrapolációval nyert ismeretekként funkcionálnak. (Az előbbi példánkhoz hasonló, de talán még érzékletesebb példát szolgálhat a „minden ember halandó" kijelentés. Ha ez a tétel csak egyetlen egyszer is „megsérülne", nem kellene-e vajon egész modern világképünket, s ennek részeként természettudományos tudásunk egész épületét újragondolnunk?!) Einstein relativitáselméleteinek posztulátumait pedig még formális értelemben sem tekinthetjük extrapolációknak, hiszen az empirikus adatokat értelmezni lehet a Lorentz-féle interpretáció segítségével is.[44] Mind Newton, mind pedig Einstein esetében — ugyanúgy mint Schrödinger hullámfüggvényénél, vagy a szilárdtest-fizikai analógiákon nyugvó Heisenberg-féle mátrix-mechanika esetében — *olyan heurisztikus előföltevésekről van szó, amelyek éppen hatékonyságuk, eredményességük következtében szilárdultak meg, s váltak érvényes tudássá az újkori természettudományos gondolkodás kontextusában.* S e kontextusban általánosan elfogadott, hogy a világegyetemben egyfajta fizikai egység érvényesül, amely többek között éppen olyan alapvető fizikai tulajdonságok egyetemességében jelenik meg, mint a gravitáció. Így Einsteinnek nem kellett volna extrapolálnia a gravitáció tulajdonságát a végtelenre még akkor sem, ha világegyeteme tényleg végtelen lett volna, hiszen a gravitáció, mint az anyag egyetemes tulajdonsága már adott volt számára

[44] Vö. pl.: Jánossy Lajos: *A relativitáselmélet a fizikai valóság alapján.* Bp.: Akadémia Kiadó, 1971.

a természettudományos megismerés újkori tradíciójában. (Einstein azonban nem tekintette a gravitáció érvényességi szféráját végtelennek: mint láttuk, éppen a végtelenséggel kapcsolatban fölvetődő problémák miatt fordult a véges, de határtalan Riemann-féle modellhez.[45]) Természetesen el lehet vetni egy induktivista-extrapolációs ismeretelmélet jegyében azt a tradíciót, amely a klasszikus és a jelenkori fizikát szolgáltatta számunkra, s Hume-t parafrazálva beszélhetünk arról, hogy a leejtett vasgolyók holnaptól kezdve talán fölfelé repülnek. S értelmezhetjük a gravitációt a fizikai anyag lokális — nem egyetemes — tulajdonságaként is. Ám ekkor tudatában kell lennünk annak, hogy milyen tradícióval szakítottunk, s vállalnunk kell ennek a szakításnak minden elméleti következményét. Enélkül ugyanis álláspontunk óhatatlanul eklektikus lesz.

2.2. A természettudományos szint

A lokalitás elve természettudományos szinten *a mai, konkrét kozmológiai elméletek*, illetve *empirikus adatok, összefüggések vonatkozásában* fogalmazódhat meg, ám — Zelmanov tézisének megfelelően — csak *az egész világegyetemre vonatkozó természettudományos jellegű modellek* illetve *hipotézisek segítségével*. Azaz bizonyos konkrét elméletek, ismeretek érvényességének lokalizálása a fizikai világegyetem egészére vonatkozó — tehát globális — modellek, illetve elméleti elképzelések segítségével történhet.

A lokalitás-elv e szinten történő megfogalmazásának egyik változata szerint a standard kozmológia modelljei, annak ellenére, hogy képesek voltak sikeres predikciókat nyújtani, pusztán teoretikus-matematikai konstrukciók, amelyek nem írják le érvényes módon sem az egész világegyetemet, sem pedig annak véges részét. E fölfogás szerint az a bennünket magábanrejtő expandáló objektum, amelyet megfigyelhetünk, egy nagyobb világegyetemnek — esetleg a végtelen, üres térnek — részét képezi, melynek adekvát leírását valamely — a standard paradigma modelljeitől különböző — nem relativisztikus modell adja. Ilyen típusú modelleket például a newtoni gravitációelméleten alapuló kozmológia fölelevenítésével alkothatunk. Az elméleti alapokat ehhez *Milne* és *McCrea* 1934-es

[45] Lásd könyvünk első részének első fejezetét!

dolgozatában találhatjuk meg, ahol a szerzők a newtoni mechanika bázisán vezették le a Fridman-Lemaître egyenlet nem zéró „lambda" tagot tartalmazó, de zéró nyomású változatát.[46] (Maga a „lambda" tag úgy jelenik meg az egyenletben, hogy a levezetés kiindulásánál föltételezünk egy kozmikus taszítóerőt, amely a gravitációval ellentétesen hat, s amely kis távolságok esetén elhanyagolható.) David Layzer a Milne-McCrea modell kapcsán 1954-ben arra hívta föl a figyelmet, hogy a gravitációs erő hatástalanná válik egy olyan világegyetemben, amelynek nincsen széle és közepe.[47] Így — következik Layzer nyomán —, ha a newtoni mechanika segítségével szeretnénk leírni a világegyetemet, föl kell tennünk azt, hogy annak anyageloszlása véges és határral rendelkezik, még akkor is, ha ez a határ oly távol van, hogy gyakorlatilag közömbös a számunkra.[48] A newtoni mechanikán alapuló expanziós modell tehát egy véges, expandáló gömb, amelyben a galaxisok a térben mozogva kifelé haladnak, s amelynek dinamikáját a standard kozmológia alapegyenletével azonos egyenlet írja le. E modell ugyanakkor mégis ellentéte a relativisztikus kozmológia megfelelő modelljeinek, hiszen középponttal és határral rendelkezik, s tágulása nem a tér tágulása, hanem a tér által tartalmazott kozmikus objektumok helyváltoztatása. Ezért expandáló kozmikus környezetünk e modellben, bármilyen nagynak is tételezzük azt, pusztán lokális státuszú: a nálánál nagyobb kozmosz lokális objektuma. Tekintettel azonban

[46] McCrea, W, Milne, E.: „Newtonian Universes and the Curvature of Space." in: *Quarterly Journal of Mathematics (Oxford Series) 5.*(1934) 73-80. A témához kapcsolódva lásd még:
Milne, E.: „A Newtonian Expanding Universe." u.o. 64-72. o. McCrea, W. H.: „On the Significance of Newtonian Cosmology." in: *Astronomical Journal 60.* (1955) 271-274.
A newtoniánus, expandáló univerzum-modell a fenti eredmények alapján az elméleti kozmológiai monográfiák egyik fejezeteként szokott szerepelni. Vö. pl.: Bondi, H.: *Cosmology.* Cambridge: Cambridge Uni. Press, 1952. 75-89. o.; Heckmann, O.: *Theorien der Kosmologie.* Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1968. (Az 1942-es kiadás javított utánnyomása.) 7-31. o.
Kevésbé technikai, inkább tudománytörténeti-metateoretikus leírást ad Milne modelljéről: North, J. D.: *The Measure of the Universe.* (A History of Modern Cosmology.) Oxford: Clarendon Press: 1965. 176-185. o.

[47] Layzer, D.: „The Significance of Newtonian Cosmology." in: *Astronomical Journal 59.*(1954) 268-270. o. (McCrea 1955-ös cikke Layzer ezen írására válaszol.)

[48] U.o.

arra, hogy e modell a newtoni mechanika fogalmi keretében fogalmazódott meg, magában foglal egy globális jellegű állítást is: azt, amely a newtoni mechanika szemléletének megfelelően a tér végtelenségét mondja ki.

Struktúrájában hasonló ehhez a modellhez az *Alfvén–Klein*-féle modell, mely szerint a körülöttünk lévő galaxisok olyan véges, határolt metagalaktikus rendszert alkotnak, amely a körülötte elterülő térbe expandál.[49] A véges, gömbszerű, határolt modellek között kell megemlítenünk Milne kinematikus modelljét. Ez szintén középponttal és határral rendelkezik, bár középpontja és határa a modellben posztulált anyageloszlás és a relativisztikus effektusok miatt a belső megfigyelő számára nem jelenik meg.[50] E modellek mind közösek abban, hogy a kozmosz leírására, illetve az empirikus kozmológiai ismeretek értelmezésére nem Einstein ÁRE-ét, hanem más elméleteket használnak, s a világegyetem expanzióját nem a tér expanziójának, hanem az eukleidészi térben elhelyezkedő, gömbszerű, véges galaxisvilág tágulásának tekintik. (Azaz: nem használják azt a fogalomrendszert, amelyet Einstein kozmológiája teremtett a végesség-végtelenség probléma újszerű tárgyalására!)

Az expandáló galaxisvilág általunk megismert sajátosságainak lokalizálására a másik járható út az ÁRE elfogadása, viszont a standard

---

[49] Vö. pl.: Alfvén, H.: „Plasmaphysics Applied to Cosmology." *Physics Today 24.* (1971/2) 28. o.; Klein, O.: „Arguments Concerning Relativity and Cosmology." *Science 171.* (1971) 331. o.; Alfvén, H.: *Worlds-Antiworlds.* San Francisco: Freeman, 1966. 50-103. o.
Alfvént követve hasonló modellt dolgozott ki Elvius, Karlson és Laurent: Vö.: Elvius, A., Karlson, E. T., Laurent, B. E.: „The Low Density Symmetric Cosmology." in: Longair (ed.): *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data.* Dordrecht: Reidel, 1974. 341-345. o.

[50] Milne, E. A.: *Zeitschrift für Astrophysik 6.*(1933) 1-95. o. (Ez a Milne-féle kozmológia első megfogalmazása.) Milne, E. A.: *Relativity, Gravitation and World Structure.* Oxford: 1935.; Milne, E. A.: *Kinematic Relativity.* Oxford: Oxford University Press and Clarendon Press, 1948.
A Milne-féle elmélet és modell bemutatása a newtoni expandáló világegyetemhez hasonlóan standard témája a kozmológiai monográfiáknak. V.ö.: Heckmann: id. mű: 77-99. o.; Bondi: id mű: 123-139. o.; Treder, H. J.: *Elementare Kosmologie.* Berlin: Akademie Verlag, 1975.; Vogt, H.: *Aussergalaktische Sternsysteme und Struktur der Welt im grossen.* Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, 1960. 112-123. o.
Tudománytörténeti, leíró jellegű megközelítésben lásd: North: id. mű: 149-176. o.; valamint Kanitscheider, Bernulf: *Philosophisch-historische Grundlagen der physikalischen Kosmologie.* Stuttgart: Kohlhammer, 1974. 121-132. o.

paradigma másik fontos előföltevésének, a homogenitás-posztulátumnak elvetése. A nevesebb szerzők között ilyen modellekkel találkozhatunk H. P. *Robertson*[51],G. C. *Omer*[52], G. F. R. *Ellis*[53] vagy A. L. *Zelmanov*[54] tanulmányaiban. Különösen érdekes az, ahogyan az *inhomogenitás lehetősége* és az *ideológiai-világnézeti* értékek korrelálnak egymással a Zelmanov-féle világegyetem modellben. E két mozzanat összekapcsolódása már a *Szovjet Enciklopédia* 1953-as kiadásában megtalálható, ahol a kozmológia címszó alatt utalást találhatunk a relativisztikus gravitációs egyenletek inhomogén kozmológiai megoldásaira, mint a véges modellek materialista alternatíváira.[55] A hatvanas-hetvenes években ennek az álláspontnak következetes híveként Zelmanov foglalkozott az inhomogenitás lehetőségével, és ennek során kidolgozott inhomogén modelljével számos Meljuhinnal és Szvigyerszkijjel vitatkozó szovjet filozófus — pl. G. I. *Naan* és E. M. *Csugyinov* — is rokonszenvezett.[56]

„A kozmológia alapjául fogadva el az általános relativitás elméletét, ezt nem kell kiegészíteni semmiféle olyan leegyszerűsített föltevésekkel, mint a homogenitás és az izotrópia."

— írja Zelmanov,[57] aki végül nem elégszik meg pusztán e két előföltevés föladásával, hanem lehetségesnek tartja a relativitáselmélet olyan

[51] Robertson, H. P.: „On the Present State of Relativistic Cosmology." in: *Proceedings of American Philosophical Society 93.*(1949) 527-531. o.

[52] Omer, G. C.: „A Nonhomogeneuos Cosmological Model." in: *Astrophysical Journal 109.* (1949) 164-176. o.

[53] Ellis, G. F. R.: „Is Universe Expanding?" *General Relativity and Gravitation 9.* (1978) 87-94. o.

[54] Zelmanov, A. L.: „K posztanovke koszmologyicseszkoj problemi." in: *Trudi Vtorogo Szjezda VAGO* Moszkva: 1960.
u.ő.: „Koszmologyija". in: *Fizicseszkij enciklopegyicseszkij slovar II.* Moszkva: 1962.; u.ő.: „Metagalaktyika i Vszelennaja." in: *Nauka i cselovecsesztvo,* 1962. Moszkva: 1963.; u.ő.: „Koszmologyija." in *Razvityije asztronomiji v SzSzSzR.* Moszkva: 1967.; u.ő: „Az anyagi világ sokfélesége és a világegyetem végtelenségének problémája." in: *Végtelenség és világegyetem.* Bp.: Gondolat, 1974.

[55] *Bolsaja Szovetszkaja Enciklopegyija. 9.* (1951) „Vszelennaja": 290-297. o., különösen 296. o.; valamint 23. (1951) „Koszmologyija": 109-113. o., különösen 112. o.

[56] Lásd a már hivatkozott *Végtelenség és világegyetem* kötetet.

[57] Zelmanov, A. L.: „Az anyagi világ sokfélesége ..." 345. o.

általánosítását, melynek alapján a jelenleg egymást kizáró Fridman-Lemaître-féle modelleknek megfelelő objektumok, mint a világegyetem alrendszerei, egyidejűleg is létezhetnének.[58]

Zelmanov az inhomogén világegyetem által alrendszerekként tartalmazott Fridman-Lemaître-féle modellek ideájához úgy jut el, hogy a „lambda" tagot tartalmazó egyenlet De Sitter-féle üres megoldásából kiindulva megvizsgálja a különböző üres modellek egymásba ágyazhatóságának matematikai lehetőségeit. Zelmanov vizsgálódásai azt az eredményt adják, hogy az üres modellek esetében a végesség–végtelenség kérdése a metrika függvényévé válik, és így e modellek véges, vagy végtelen volta a metrika megfelelő választásával relativizálható.[59] A relativizálhatóság egyik következményeképpen például az üres, végtelen modellek más üres — véges, vagy végtelen — modellekbe helyezhetők bele. Zelmanov szavaival:

> „A tér-időbeli világ esetleg nem öleli föl az egész világegyetemet: része lehet egy térbelileg véges vagy végtelen másik tér-időbeli világnak. Az egész világegyetemet felölelő tér-időbeli világ ezzel szemben esetleg térbelileg nem végtelen, de ugyanakkor tartalmazhat térbelileg végtelen világtartományokat".[60]

Zelmanov vizsgálódásainak ezen eredménye teoretikus szempontból igen érdekes, ám az itt bemutatott matematikai-geometriai lehetőségeknek a fizikai realitáshoz való viszonya problematikusabb annál, hogy sem ezek birtokában automatikusan arra következtessünk: a tényleges fizikai világban reális — vagy potenciális — struktúrák felelnek meg nekik. (A végtelenség relativizálásának Zelmanov számára fontos ideológiai funkciója van: ily módon fokozottabban rámutathat arra, hogy mennyire tarthatatlan az anyagi világ végtelenségéről tett hagyományos kijelentések differenciálatlan, az új kozmológia fogalmaira és lehetőségeire nem reflektáló ismételgetése. Fönti idézetünkből az is látható, hogy Zelmanov nem tekinti szükségszerűnek a világegyetem egészének végtelenségét: a

[58] U.o.: 351-353. o.
[59] U.o.: 346-347. o.
[60] U.o.: 347. o.

homogenitás-posztulátum elvetésére nem a hagyományos, metrikus végtelenséghez való ragaszkodás, hanem az anyagi világ minőségi sokféleségével és kimeríthetetlenségével kapcsolatos meggyőződése motiválja.[61])

Az inhomogén világegyetemnek az a variánsa, amelyet Zelmanov az ÁRE általánosításához kapcsol, sajátos változata annak a világok pluralizmusa koncepciónak, amely szerint a relativisztikus kozmológia alapegyenleteire kapott „standard" megoldások mindegyikének egy-egy reális „világ" — azaz kozmikus megaobjektum — felel meg. Különbség két pontban van. Egyrészt a világok pluralizmusa koncepció radikális változatában a világok nem a fizikai, hanem egyfajta absztrakt-logikai térben helyezkednek el, s ezért jogos mindegyiket külön-külön világegyetemnek nevezni, hiszen a létezőknek az a nagyobb konfigurációja, ami ezeket átfogja, már nem fizikai. Másrészt Zelmanov modelljével szemben, ahol a kozmikus alrendszerek egy általánosított relativisztikus térből generálódnak, s e térnek mint közvetítő közegnek a segítségével kapcsolatot teremthetnek egymással, a logikai térben elhelyezkedő világok egymástól teljességgel szeparáltak, s még akkor sem lehetne kapcsolat közöttük, ha föltételeznénk távolbaható erők működését.[62]

A Zelmanov-féle inhomogén modell és a világegyetemek pluralizmusát állító radikális fölfogás között helyezkedik el a metagalaxisok pluralizmusát állító koncepció. Láttuk már, hogy az Alfvén-Klein-modellben expandáló galaxisvilágunk csak egy tér-időbelileg véges, lokális rendszert képez. Bár nincsenek sem empirikus, sem pedig elméleti információink arról, hogy más ilyen rendszerek léteznek-e, ezen elmélet fogalmi keretében

---

[61] U.o.: 300-304. o.

[62] A „világok pluralizmusa" koncepciónak két változata van. Az egyik a relativisztikus kozmológia egyenleteiből deriválható világegyetem-modellekhez rendel hozzá egy-egy reális világegyetemet, a másik a kvantummechanika Everett- és Wheeler-féle interpretációjával kapcsolatos.
Vö.: Trimbler, Virginia: „Cosmology: Man's Place in the Universe." *American Scientist 65.* 1977. január-február. (A világegyetemek Trimbler szerint öt-, vagy még ennél is többdimenziós térben helyezkednének el.)
Everett, H.: „Relative State Formulation of Quantum Mechanics." *Review of Modern Physics 29.* (1957) 454-462. o.; Wheeler, J. A.; Zurek, W. H.: *Quantum-theory and Measurement.* Princeton: Princ. University Press, 1983.; De Witt, B. S., Graham, N.: *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics.* Princeton: Princeton University Press, 1973.

értelmes — bár kétségen kívül igen spekulatív — azt föltételeznünk, hogy a világegyetemben ilyen — vagy ehhez hasonló — rendszerek sokasága található. Ha elfogadjuk ezt a hipotézist, modellünkben a „meta"-galaxisok válnak a korábbi csillagok és naprendszerek, majd galaktikák után a világegyetem „világai"-vá. Így egy olyan végtelen világegyetemet kapunk, amely a metagalaxisok sokaságát tartalmazza, s amelyben az „egy világegyetem — sok világ" struktúra „az egy világegyetem — sok metagalaxis" struktúrában realizálódik. Ez a modell mégsem a Bruno-féle modellel lesz rokon, hanem a görög atomisták kozmológiai elképzeléseivel: mivel a mi metagalaxisunkon kívüli többi metagalaxis létezésére semmiféle empirikus jelzés sem utal, a rájuk vonatkozó hipotézis hasonlóan spekulatív, mint a görög atomisták állításai más világok létezéséről. A metagalaxisok sokaságának tételét megtalálhatjuk *Alfvén*nél és *Klein*nél, s szintén ilyen modell híve a szovjet G. I. *Naan*.[63] A görög filozófiával való rokonság e kozmológusok esetében abban is jelentkezik, hogy a metagalaxisok pluralizmusa mellett elsősorban a világegyetem szimmetriájának — tehát egy esztétikai mozzanatnak — biztosítása érdekében érvelnek.[64] (Természetesen a szimmetria-kérdésnek természettudományos vonatkozása is van,[65] ez azonban nem választható el az esztétikai mozzanattól.) Naan metateoretikus alapállásában annyiban különbözik Kleintől és Alfvéntől, hogy létezik számára egy olyan világnézeti érték, amely a szimmetriához képest is prioritást kap nála: a dialektika és ezen belül a dialektikus ellentmondás elve, amely jól összhangba hozható a világegyetemben posztulált anyag-antianyag szimmetriával.[66]

Amikor Zelmanov az ÁRE általánosításának lehetőségére utal, a homogenitás-posztulátum elvetése mellett a klasszikus relativitáselméletre alapozott kozmológia eszméjét is megkérdőjelezi. Ilyen, már nem az ÁRE-re mint gravitációs báziselméletre alapozott inhomogén modellt

[63] Naan, G. I.: „Szimmetricseszkaja Vszelennaja." *Publikaciji Tarturszkoj Asztronomicseszkoj Obszervatoriji AN ESzSzR. 34.* (1964) 423-444. o.

[64] Vö.: 49. jegyzet,; valamint: Naan, G. I.: id. mű.

[65] Világegyetemünket túlnyomó részt a negatív elektronokkal és a pozitív protonokkal jellemezhető „normál anyag" tölti ki. A big bang standard elmélete ezen aszimmetria keletkezésére sokáig nem tudott magyarázatot adni. A fölfúvódó világegyetem elméletében szereplő fázistranszformáció segítségével azonban ez is levezethetővé vált a ma normáltudományként funkcionáló fizika kereteiben.

[66] Vö.: Naan: id. mű.

dolgozott ki Fred Hoyle, a steady-state modell egyik megalkotója, J. V. *Narlikarral* közösen 1972-ben.[67]

Az expandáló galaxisokból összeálló, empirikusan is megragadható kozmikus objektumnak — a „metagalaxisnak" — lokalizálására az eddig bemutatottokon kívül van még egy karakterisztikus lehetőség: a hierarchikus kozmológia eszméjének föléleventése a modern kozmológia bázisán. A hierarchikus modellt ajánlotta 1918-ban Einstein modellje helyett Selety,[68] s az ilyen modellek a harmincas években népszerűek voltak a Szovjetunióban[69] —, ahol népszerűségüket minden bizonnyal térbeli végtelenségüknek köszönhették: annak, hogy metrikusan is kielégítették az anyagi világ végtelenségére vonatkozó filozófiai normát. A hierarchikus világegyetemnek azonban ma is vannak képviselői: ilyen pl. G. de *Vaucoleurs*, aki a hierarchikus világegyetem ma talán leginkább ismert és respektált híve.[70]

A bemutatott modellek tanulságait összegezve megállapíthatjuk tehát, hogy a kozmosz ma elénk táruló képének jelentősége az egész világegyetem szempontjából lokalizálható ugyan, de e lokalizálás nem jelenti magának a kozmológiai elméletnek a lokalizálását, hanem éppen ellenkezőleg: minden esetben a világegyetem globális szerkezetéről alkotott elképzeléseket előföltételez. A lehetséges modellek sokasága világosan mutatja azt is, hogy a kozmológiai probléma, jellegéből következően, a hozzá csatolt kozmológiai báziselmélettel, s az e báziselmélettel már

[67] Hoyle, F., Narlikar, J. V.: „Cosmological Model in a Conformally Invariant Gravitation Theory 2. New Models." *Monthly Notices of Royal Astr. Soc. 157.* (1972) 323. o.

[68] Selety, F.: „Beitrage zum Kosmologischen Problem." *Annalen der Physik 68.* (1922) 281-334. o.

[69] Vö.: Fessenkov, V. G.: „L'univers infini et la luminositi du ciel nocture." *Comptes Rendus (Doklady) de l'Academie des Sciences de l'URSS 15.* (1937) 123-125. o.; Ejgenszon, M. Sz.: „Lambert's Universe and Seeliger's Paradox." uo. 26. (1940) 139-141. o.; uő.: „Cosmological Relativity and Relativistic Cosmology." uo.: 751-753. o.

[70] Vaucouleurs, G. de: „Case for a Hierarchical Cosmology." *Science 167.* (1970) 1203. o.
Ugyancsak említésre méltó még H.-J. Treder J.-P. Mückettel közös hierarchikus modellje: Treder-Mücket: *Grosse Kosmische Systeme.* Berlin: Akademie-Verlag, 1981. (Lásd még a harmadik rész 42. jegyzetét.)

elfogadott metateoretikus előföltevés-rendszerrel együtt is jelentős szabadságfokot hagy még a teoretizálás számára, amelyeken keresztül beáramolhatnak azután a kozmológiai elméletbe a világnézeti, illetve az ismeretelméleti-metodológiai értékek. E szabadságfok fokozottan érinti a középponti kozmológiai-kozmogóniai kérdést: a világegyetem tér- és időbeli végességének-végtelenségének problémáját. Kozmológiai elméletünk érvényességének lokálisra redukálása ugyanakkor anélkül, hogy a világegyetem egészére fogalmaznánk meg állításokat, nem lehetséges, és az egyetlen vitathatatlan kijelentés, amit e vonatkozásban megfogalmazhatunk, egy semmitmondó tautológia, amely a következőképpen hangzik: a bennünket körülvevő expandáló objektum empirikusan elért, és még el nem ért részeivel együtt alkothatja az egész világegyetemet — vagy annak térbelileg releváns részét — de ugyanúgy elképzelhető az is, hogy a nálánál jóval nagyobb — esetleg végtelen — világegyetem elenyészően kicsiny részét képezi. *E tautológiából pedig csak a világegyetem egészére vonatkozó előzetes — „a priori" — posztulátumok segítségével léphetünk ki. Így az, hogy kozmológiai leírásunknak lokális vagy egyetemes érvényességet tulajdoníthatunk-e, nem empirikus kérdés, hanem előzetes metodológiai, ontológiai vagy világnézeti értékválasztásunktól függ.*

3. A kozmikus horizont problémája

3.1. Időhorizont a relativisztikus kozmológiában

Bitsakis kapcsán láthattuk, hogy a kozmológia tárgyára vonatkozóan él egy olyan naiv hit, amely szerint a kozmológiai megismerés határa empirikus megismerési eszközeink teljesítőképessége által adott. E hit szerint bár már fényév-milliárdokra „láthatunk" el, látókörünk egy műszereink hatósugara által meghatározott, Föld-középpontú gömb felszíne mentén véget ér. A megismerésnek azonban nincsenek határai: az emberi leleményesség egyre jobb és jobb eszközöket konstruál, s így egyre tágabbra és tágabbra bővíti ezt a gömböt, amely mindazonáltal sohasem lehet azonos az egész világegyetemmel.[71]

Ez a kép természetesen számos vonatkozásban inadekvát, s kozmikus környezetünk mai képét, vagy a standard paradigma modelljeit tekintve különösen az. Mindenekelőtt arra kell emlékeztetnünk, hogy a Bruno-féle fogalmi-teoretikus fordulat nélkül az egyre hatékonyabb távcsövek is csak egy konstans távolságú szféra mind részletesebb és részletesebb kinagyítását jelentették volna a megfigyelő számára — azaz az állócsillagok vonatkozásában nem teleszkópként, hanem mikroszkópként funkcionáltak volna.[72] Ugyanígy, az Einstein-féle modell vagy a Fridman-féle modellek megszületésében sem volt szerepe az űr mélységeibe történő mind teljesebb behatolásnak, sőt: Fridman expandáló modellje éppenséggel megelőzte az empirikus kutatásokat. Persze ezzel nem azt akarjuk állítani, hogy nincsen alapvető szerepe a csillagászati megfigyelési eszközök és módszerek fejlődésének a világegyetemről kialakuló képünk formálódásában. Ám ez a fejlődés nem mindig jelenti a tér mélységeibe történő behatolást, ha ezt abban az értelemben vesszük, hogy egyre távolabb lévő objektumokat fedezünk föl! A Hubble konstans többszöri módosítása például, amely pedig jelentősen megnövelte a kozmosz empirikusan megragadott részének méreteit, „csak" a már ismert objektumok távolságának átértékelését jelentette.[73]

---

[71] Bitsakis: id. mű: 19-20., 31-32. o.

[72] Kepler pl. „mikroszkóp"-nak tekintette a távcsövet! Vö.: Koyré, A.: *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore: John Hopkins Press, 1957. 75-76. o.

[73] Lásd könyvünk első részének azon fejezetét, ahol az időskálák eltérésének megszűnésével foglalkozunk.

E rövid utalásokkal azt szerettük volna jelezni, hogy az empirikus expanziónak az a képe, amelyet Bitsakis is sugalmaz, teoretikus oldalról mennyire helytelen, hiszen ténylegesen nem empirikus környezetünk leírásáról van szó a kozmológiában, hanem a világegyetem modelljeiről, amelyek vagy alkalmasak arra, hogy értelmezzék számunkra a kozmosz empirikusan is megjelenő képét, vagy pedig nincsenek ezzel összhangban és ezért elvetendőek. A Hubble-törvény és a fénysebesség maximális voltának elfogadásával azonban a tér mélységeibe történő egyre teljesebb empirikus behatolás képe a világegyetem föltételezett méreteitől függetlenül is hibássá válik: e fogalmi-teoretikus keretben megjelennek ugyanis a kozmikus horizontok, és bizonyos horizontokat elérve empirikus kutatóeszközeink hatósugarát hiába növeljük, ezzel nem tehetjük nagyobbá a világegyetem empirikusan elérhető részét. *A standard modell fogalmi keretében gondolkodva már napjainkban megközelítettük ezt a horizontot: nem azért fogynak el a galaxisok egy bizonyos távolság után, mert ott van műszereink teljesítőképességének határa, hanem mert elértük azt a horizontot, amelyet a következőkben a galaxisok „időhorizontjának" fogunk nevezni.* Az időhorizontok a fény, illetve az információ közvetítésére alkalmas effektusok véges és korlátolt terjedési sebességének következtében lépnek föl, és a szakirodalomban talán nem a legszerencsésebben „részecskehorizontnak" nevezett horizonttípussal vannak szoros kapcsolatban.[74] Magának az időhorizontnak a fogalma ismereteink szerint nem szerepel a kozmikus horizontokkal foglalkozó tudományos munkákban, s így e terminust minden valószínűség szerint itt, ebben a monográfiában vezetjük be először. Bevezetését az indokolja, hogy az ily módon jelölt effektus, annak ellenére, hogy szorosan összefügg a „részecskehorizont" kifejezéssel jelölt effektussal, mégsem azonos teljesen vele, s ugyanakkor a metaelméleti elemzésben, a kozmológia teoretikus és empirikus oldala relációjának, illetve az empirikusan elért és el nem ért régiók viszonyának szempontjából szerencsésebb fogalom, mint a részecskehorizont fogalma.

Mint már utaltunk rá, a kozmikus horizontok annak a relativitáselméletbeli tételnek a következtében jelennek meg, amely szerint a jelek, információk közvetítésére alkalmas hatások terjedési sebessége fölülről a

[74] Rindler, W.: „Visual Horizons in World-Models." In: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 116.* (1956) 663-677. o.

fény terjedési sebessége által korlátozott.[75] Elfogadva a fény sebességét, mint az információ terjedési sebességének korlátját, megkapjuk az első horizontot — H_1-et —, amelyet a speciális relativitáselmélet közismert fénykúpja definiál. (148. oldal, első ábra.)

Ez a horizont relatív abban az értelemben, hogy mindig a megfigyelés adott időpontjának — az ábrán t_0-nak — függvénye, abszolut viszont abban az értelemben, hogy a megfigyelőnek a horizonton kívüli eseményekről az információ maximális terjedési sebességének véges volta miatt nem lehet semmi információja.

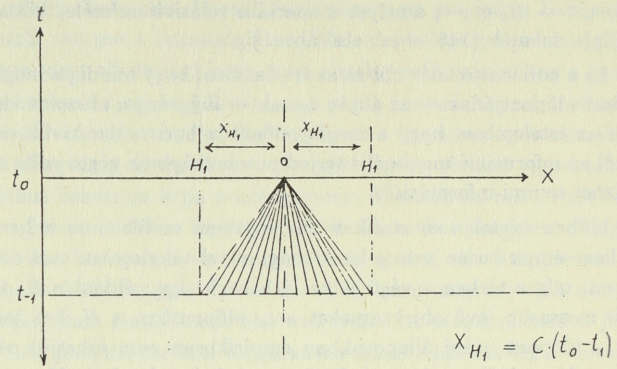
Időben végtelen és statikus világegyetem esetében ez a horizont vizuálisan-empirikusan nem jelenik meg, mivel ténylegesen csak időbeli horizont, míg a térben a végtelenbe láthatunk. Így például a H_1 távolságnál messzebb lévő objektumokat a t_0 időpontban a H_1-hez tartozó $t = t_{-1}$ időpont utáni állapotukban empirikusan nem érhetjük el. Ha most a világot időben végesnek föltételeznénk és a kezdeti időpontot a $t = t_{-1}$ időpillanatnak feleltetnénk meg, a fénykúpnak megfelelő horizont empirikusan megjelenne, és ezért a H_1 távolságnál messzebb nem tekinthetnénk. Az ily módon adódó térbeli horizont pedig már abszolut volna.

Abban az esetben viszont, ha a világegyetem — vagy annak környezetünkbe eső része — térbelileg nem volt statikus, hanem evolvált, s ennek során jelentős állapotváltozásokon ment keresztül, az előbbihez hasonló, de nem föltétlenül abszolut, térbeli horizontok fognak megjelenni. Ha például a világegyetem a $t = t_{-2}$ időpont előtt a mai állapotától gyökeresen eltérő állapotban volt — pl. nem tartalmazott galaxisokat és csillagokat —, a világegyetem elektromágneses-empirikus képén a galaxisok és a csillagok a H távolságtól kezdődően eltűnnek, függetlenül attól, hogy a világegyetem véges-e vagy végtelen. (Második ábra.) Ugyanezt általánosabban megfogalmazva: ha a világegyetem t_{-2} előtt a A_1, ezután pedig a A_2 állapotban volt, H-nál egy elválasztó vonal lesz észlelhető, amelytől közelebb az A_2, távolabb pedig az A_1 állapotnak megfelelő képet regisztrálhatjuk. Ha az A_1 és A_2 állapotok közötti átmenet nem „átcsapással", hanem egy hosszabb időintervallumot igénybe vevő evolúció által történt, ez az elválasztó vonal elmosódott lesz: például a „csillagtalannak" és a „csillagosnak" látszó területet az evolúció stádiumainak megfelelő

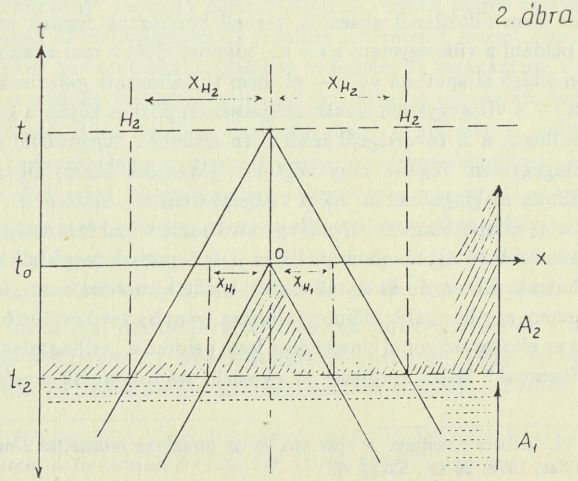
[75] Vö. pl.: Albert Einstein: *A speciális és az általános relativitás elmélete.* Bp.: Gondolat, 1978. 26-48., 53-54. o.

Ezen a lapon van az első és a második ábra helye.

1. ábra



2. ábra



gyűrűk fogják egymástól elválasztani. *Az evolúciós folyamat térbeli kivetítődésében megjelenő ilyen típusú elválasztó vonalakat fogjuk a következőkben „időhorizont"-nak nevezni.* Ennek megfelelően időhorizontok csak evolváló — azaz nem statikus — világegyetemekben léphetnek föl, s egy időhorizont csak abban az esetben abszolut, ha a neki megfelelő múltban olyan folyamatok játszódtak le, amelyeknek ránk maradt képe elzárja számunkra a múltba való további visszatekintés lehetőségét. Így előző példánkban a galaxisok keletkezésével kapcsolatos időhorizont — nevezzük így: „a galaxisok időhorizontja" — pusztán csak a galaxisoknak a távolság függvényében történő elfogyását jelenti, s nem azt, hogy nem láthatunk messzebb nála, míg a kozmológiai rövidhullámú háttérsugárzás már közel van az abszolut horizonthoz, amelyet a big bang föltételezett kezdőpillanata definiál.

Az időhorizont természetéből következik, hogy metrikusan végtelen, homogén és a jövőjében már statikus világegyetemben a végtelenig expandál: pl. ábránkon a t_1 időpontban az X_{H1} távolság már jóval a horizonton belül helyezkedik el, s a horizont az X_{H2} távolságnál fog megjelenni. Ha az ábrán bejelölt A_1 állapot egy sötét, homogén porfelhő-világegyetem, A_2 pedig egy homogén, világító csillagokkal teli világegyetemnek felel meg, akkor az A_1 állapotnak megfelelő porfelhő a világegyetem elektromágneses képén a t_0 időpillanatban X_{H1} távolságra fog kezdődni, mint a megfigyelések számára áthatolhatatlan, sötét fal, a t_1 időpillanatban pedig az X_{H2} távolságnál. Azaz a világegyetem térbeli mélységeibe való behatolás nem a műszerek teljesítőképességének, hanem az idő múlásának függvénye lesz: a horizont, mint sötét fal, az idő múlásával fokozatosan visszahúzódik, s így az empirikusan megragadható univerzum expandálni fog, anélkül, hogy a világegyetem ténylegesen expandálna. Természetesen az expandáló modellekben a fönti összefüggések bonyolultabbak, hiszen az elektromágneses és más jellegű sugárzások terjedése közben a tér tágul. Ennek ellenére a részecskehorizont, és ennek megfelelően a különböző időhorizontok, a Fridman-Lemaître-féle világegyetemekben hasonlóan jelennek meg, mint fönti elemzésünkben.

3.2. Időhorizont és „look-back-time" a standard paradigmában

Véleményünk szerint a modern kozmológia egyik legizgalmasabb kérdése éppen ezekkel a kozmikus időhorizontokkal kapcsolatos. *Ha ugyanis a világegyetem valóban egy korábbi, nagysűrűségű kozmikus állapotból fejlődött ki, e fejlődés különböző fázisainak különböző időhorizontoknak kell megfelelniük, s ezeknek meg kell jelenniük a világegyetem empirikus képében.* Vajon sikerült-e már az empirikus kutatásban ilyen horizontokat elérnünk? S mennyire sikerült eljutnunk a big bang időpontjának megfelelő abszolut horizontig? Ezek a kérdések, a *visszatekintési idő* — „look-back-time" — problémájával szoros összefüggésben, a mai empirikus kozmológiai kutatás középpontjában találhatóak. Ennek során a standard paradigmán belül — azaz a kvazárok és a rádiógalaxisok vöröseltolódásának kozmológiai eredetét föltételezve — beszélhetünk a galaxisok, a rádiógalaxisok és a kvazárok időhorizontjáról,[76] s úgy tűnik, hogy a kvazárok régióján belül is a kvazárok fejlődési stádiumainak megfelelő gyűrűk mutatkoznak.[77] Mindennek alapján a standard paradigma fogalmi keretében gondolkodva már nem várható, hogy újabb galaxis-, vagy kvazárrégiókat fedezzünk föl: a galaxisok vagy a kvazárok nem azért fogynak el egy távolságon túl, mert gyenge csillagászati műszereink teljesítőképessége, hanem mert az e távolságoknál nagyobb távolságoknak megfelelő időintervallumokban még nem voltak galaxisok, illetve kvazárok! Igaz, ez ma még nem jelenti azt, hogy az empirikus kutatásnak nem volna föladata a térbe való mélyebb behatolás szempontjából: a mai empirikus kozmológia egyik legizgalmasabb kutatási programja a kvazárhorizonton kívüli régióra, a galaxishalmazok kialakulásának első fázisaként föltételezett korai kozmikus fluktuációk empirikus földerítésére irányul.[78] E fluktuációk azonban

[76] Vö. pl.: Peacock, J. A.: „Radio-Source Evolution and the Redshift Cut-off." Osmer, P. S.: „The Quasar Redshift Limit." Mindkettő in: Abell, G. O., Chincarini, G.: *Early Evolution of the Universe and its Present Structure.* Dordrecht, Boston, etc.: Reidel 1983: 35-38. o., illetve 43-45. o.

[77] Vö.: Bracessi, A.: „QSO Surveys and Quasar Evolution." uo. 23-29. o.; Schmidt, M.: „Cosmic Distribution of Optically Selected Quasars." in: Hewitt, A. Burbidge, G. Fang, L.Z.: *Observational Cosmology.* Dordrecht, Boston, etc.: Reidel, 1987. 619-625. o.; Veron, P.: „The Cosmic Evolution of Quasars at High Redshift." uo.: 639. o.

[78] Vö.: Sandage : „Observational Cosmology 1920-1985." 23. o. in: *Observational Cosmology*: 1-23. o.

paradox módon nem a nagyobb távcsövekkel való „messzebbre látás"-sal, hanem a kozmikus rádióháttérben mindeddig meg nem talált anizotrópiák és inhomogenitások kutatásával lelhetőek meg. S hasonlóan nem „messzebb", hanem még a rádióháttérben föltételezett fluktuációknál is közelebb kell keresni azokat a hidrogénfelhőket, amelyek a föltételezés szerint a galaxisok kialakulásának második — a szóban forgó fluktuációkat követő — stádiumát képezhették.[79] Amennyiben ezeket a fluktuációkat és hidrogénfelhőket megtalálnánk, az empirikus kutatás egy olyan sajátos időláncot vázolhatna, elénk amely a fluktuációknak, a pregalaktikus felhőknek, a kvazároknak, a rádiógalaxisoknak és a galaxisoknak megfelelő fázisokból állna, s amely jelentősen alátámasztaná a világegyetem evolúciójára vonatkozó elméletet. Ekkor pedig a „még messzebbre", „még régebbre" való látást már csak a mikrohullámú háttér melletti további kozmikus háttérsugárzások — a neutrínó- és a gravitációs háttérsugárzás — fölfedezése jelenthetné. Figyelembe véve azonban, hogy a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzásnak megfelelő időpontig már ma is „visszalátunk", a standard paradigma alapján elvileg belátható világegyetemrészt ma már gyakorlatilag teljesen belátjuk. *Ha Bruno nyomán az égbolt felé fordított optikai lencserendszerek már nem mikroszkópként, hanem teleszkópként működhettek, ma éppen újra „mikroszkópként" működő eszközökre van szükségünk*: nem az a legfontosabb föladat, hogy „messzebb" lássunk, hanem hogy „jobban" lássuk azt, amit már ma is láthatunk. Így a kezdeti fluktuációk fölfedezéséhez nem kell messzebbre ellátnunk, mint ameddig ma látunk, hiszen a kozmikus rádió-háttérsugárzást már ma is vizsgálhatjuk: a föladat éppen e sugárzás finomszerkezetének földerítése. Ugyanígy nem „teleszkópra", hanem „mikroszkópra" van szükségünk az evolúciós régiók finomabb vizsgálatához is. Ezen utóbbi problémakörben különösen fontos volna az evolúciós effektusok kimutatása a galaxisok tartományán belül. Hiszen ha igaz, hogy a galaxisok fejlődés révén alakultak ki, s jutottak el mai állapotukig, a külső régiók és a közeli galaxisok között számtalan evolúciós fázisnak illetve evolúciós effektusnak kellene

[79] Silk, J.: „Galaxy Formation: Confrontation with Observation." 399-340. o. in: *Obs. Cosm.* 391-343. o.; Swarup, G., Subrahmanyan, R.: „Search for Proto-Clusters at Meter Wavelengths." in: *Obs. Cosm.* 441-444. o.

jelentkeznie, ám ugyanakkor mindeddig még egy ilyet sem sikerült vitathatatlanul fölmutatni.[80] Ám ebben a föladatban sem új, még ismeretlen, még nem látott, a már láthatóaknál messzebb elhelyezkedő objektumok föltárása szükséges, hanem az, hogy amit már láthatóvá tettünk, „jobban lássuk". Persze ez többek között a hagyományos és a modernizált távcsövek teljesítőképességének növelésével érhető el — e teljesítménynövekedést azonban már *mikroszkópfunkcióban* kell fölhasználnunk.

A kozmikus horizontok problémája tehát hallatlanul jelentős ismeretelméletileg, hiszen egyrészt összekapcsolja egymással az evolváló univerzum elméletét és az empirikus kozmológiát, másrészt pedig fontos információt ad az elvileg belátható és a már belátott világegyetem viszonyáról. Természetesen mind az elvileg belátható világegyetemet lezáró horizont létezése és jellege, mind pedig az evolúcióval kapcsolatos időhorizontok elméletfüggőek. Ezen azonban nem kell csodálkoznunk, hiszen *a kozmoszról nyert empirikus összefüggések is csak egy teória fogalmi keretében állhatnak össze konzisztens kozmikus képpé, csak konkrét teóriák függvényében konstruálható meg belőlük kozmikus környezetünk struktúrája. Azt pedig könnyű belátni, hogy a kérdésre „Meddig láthatunk el a kozmoszban?" csak a kozmosz struktúrájáról kialakított képünk függvényében válaszolhatunk. Így a kozmikus horizontok teóriafüggése tautológiaként következik az elméletsemleges, tisztán empirikus leírás lehetetlenségét állító tudományelméleti evidenciából.*

---

[80] Vö.: Sandage: id. mü.
Az időhorizontok empirikus megjelenésével kapcsolatos mai kutatások szempontjából igen fontos még a következő kötet: Bergeron, etc.: *High Redshift and Primeval Galazies.* France: Editions Frontiers, 1987. A kötetben található tanulmányok szerzőinek többsége erős elkötelezettje a standard paradigmának, illetve annak a hipotézisnek, hogy a galaxisok milliárd évekkel ezelőtti kialakulását a standard paradigmának megfelelően ma megfigyelhetjük. Ezzel magyarázható az, hogy számos olyan tanulmány található benne, amely azt sugalmazza: már „látjuk", már megfigyeljük a Sandage által keresendőnek ítélt evolúciós effektusokat. Sandage számára viszont — aki pedig szintén szimpatizál a standard paradigmával, ám ugyanakkor mégis „keményebb" megfigyelő csillagász annál, mint hogy rövidre zárja a megfigyelési eredményeket és a teoretikus várakozásokat — ezek még nem igazán meggyőzőek. Vö.: Sandage: „Observational Test for World Models." *Ann. Review of Astronomy and Astrophysics 26.* (1988) 561-630. o. (különösen: 600-609. o.)

3.3. Az empirikus megismerés horizontjainak kikerülhetetlensége térbelileg végtelen világegyetemben

Előbbi gondolataink, illetve elemzésünk a standard paradigmán, illetve a relativitás elméletén belül mozogtak. Ám az időhorizonttal kapcsolatos elemzésünk minden olyan kozmológiában érvényes marad, ahol kozmikus környezetünk evolvál, s az információk lehetséges terjedési sebessége fölülről korlátos. Így a mai fizika bázisán kimondhatjuk azt, hogy a konkrét kozmológiai paradigmáktól függetlenül is léteznek horizontok, s értelmes beszélni a világegyetem elvileg belátható tér-időbeli tartományáról. *Mivel Swinburne gondolatmenetének megfelelően nem korlátozhatjuk teóriánkat az elvileg belátható régiókra, a kozmológiai elméleteket szükségképpen az empirikusan már föltárt, az empirikusan elvileg föltárható és az empirikusan elvileg föltárhatatlan régiókra vonatkozó kijelentések sajátos kölcsönhatása jellemzi.* A metrikusan véges világegyetem esetében ez a szituáció annyiban föloldható, hogy elvileg elképzelhető a teljes univerzum földerítése. Végtelen világegyetem esetében viszont az elvileg belátható világegyetem mindig csak részét fogja alkotni az egész világegyetemnek. Igaz, ennek az elvileg belátható résznek horizontja expandálni fog, de ezzel együtt is, az mindig csak töredéke marad az univerzum egészének.

A horizontok problémájával kapcsolatosan természetesen fölvethető ad hoc módon az is, hogy hátha mégiscsak létezik olyan kozmikus effektus, amely tetszőleges gyorsasággal képes szállítani az információt. Ebben az esetben — ami a mai fizika szempontjából igencsak spekulatív, hiszen az maximum a részecskefizikai dimenziókban ismeri el ilyen hatás lehetőségét — úgy tűnik, megszűnne a horizontprobléma, s elvileg bármilyen távoli területről is szerezhetnénk információt. Ez azonban csak részben igaz. Ahogyan ugyanis az elektromágneses sugárzás csak olyan folyamatokról nyújthat információt, amelyek azt generálják, vagy kölcsönhatásban vannak vele, e spekulatív módon föltételezett új hatás is csak az őt generáló és a vele kölcsönható folyamatokról, illetve objektumokról volna képes információt adni. Mivel azonban ezt a hatást ad hoc módon posztuláltuk, s így föladtuk vele a fölösleges hipotézisektől való tartózkodás elvét, elfogadása után már semmi sem akadályozhat meg bennünket abban, hogy olyan létezőket is föltételezzünk, amelyekkel sem ez, sem pedig más, ma már ismert fizikai folyamat sem léphet kapcsolatba. S ráadásul ez csak a dolog egyik oldala. Másik vonatkozásban, ha ez a hatás

az egész végtelennek tételezett világegyetemre jellemző volna, s nem létezne olyan horizont, amely felénk lehatárolná azt, a Chéseaux-Olbers-, illetve a gravitációs paradoxonban föllépő effektushoz hasonló effektus révén olyan információfényesség lépne föl, amely minden hasznos információt kioltana, s így e hatást ismeretelméletileg értéktelenné tenné. Abban az esetben pedig, ha ez a végtelen gyorsan terjedni képes hatás csak a világegyetem véges régióját jellemezné, ismét megjelennének a horizontok. Így végtelen világegyetem esetében teóriánktól függetlenül, elkerülhetetlenül létezik objektív ismeretelméleti horizont, s ezt nem műszereink, vagy megismerőképességünk véges teljesítőképessége definiálja, hanem a világegyetem a priori lehetséges struktúráiból ered, s egy adott, konkrét időpontban elvileg meghaladhatatlan. *Ezt figyelembe véve a végtelen világegyetem empirikusan még csak megközelítőleg sem ismerhető meg: az empirikus értelemben vett megismerhetőség csak a metrikusan végesnek posztulált világegyetemeknek lehet sajátossága.* A metrikusan végtelennek posztulált világegyetemben pedig csak akkor lehet empirikusan megragadott kozmikus környezetünknek ismeretelméleti relevanciája az egész világegyetem tekintetében, ha azt egyben *homogénnek* is posztuláljuk: a homogenitás-posztulátum nélkül csak transzcendens garanciák segítségével beszélhetnénk egy ilyen világegyetem megismerhetőségéről.

4. A „beágyazhatatlansági tétel"

Mint már az előzőekben több ízben láthattuk, a kozmológiai ismeretek lokalizálására irányuló törekvések egyik tipikus változata magának az Einstein-Fridman-Lemaître-féle kozmológiának érvényességét szeretné lokális kozmikus környezetünkre redukálni. A következőkben megmutatjuk, hogy ez a kozmológia csak globális érvényességű lehet, azaz az e kozmológia keretében kapott modellek nem ágyazhatóak bele egy nagyobb háttérbe, s így teljesen hibás és szakszerűtlen az az állítás, amely szerint a standard paradigma lokális elméletté tehető, s csak így fogadható el. Ennek következtében, ha nem akarjuk elfogadni a világegyetem leírásának azokat a lehetőségeit, amelyet ez a paradigma ad számunkra, nem kritizálhatjuk azt oly módon, hogy egyetemességét tagadva érvényességét lokálisra korlátozzuk, hanem egyetlen járható útként e paradigma — azaz a klasszikus relativisztikus kozmológia — teljes elvetése marad. Ez egyben azt is jelenti, hogy a kozmológiai elméletek érvényességének lokálisra redukálását lehetővé tévő teoretikus szabadságfokunk a standard paradigma elfogadásával megszűnik: ez a paradigma *a priori* az egész világegyetemre vonatkozik, s elfogadásával már eleve el kell fogadnunk azt is, hogy a kereteiben megfogalmazódó modellek az egész világegyetemet írják le.

Azt a sajátosságot, amely szerint a szóban forgó kozmológiai modellek nem ágyazhatóak bele egy nagyobb, bővebb térbeli háttérbe, a következőekben a megismerés, illetve elméletalkotás két szintjén fogalmazzuk meg:

4.1. A tudományelméleti-metodológiai szint:

Einstein kozmológiai egyenletét, amely a standard paradigma keretében folytatott minden vizsgálódás kiindulópontja, a világegyetem egészére írta föl, s ezzel — mint ezt már láttuk — azt az újkori természettudományos tradíciót folytatta tovább, amely szerint a gravitáció az anyag univerzális tulajdonsága. A gravitációs elmélet kozmológiai alkalmazása — azaz a gravitációs tulajdonság kozmológiai univerzalitásának tétele — tekinthető ugyan formális szempontból véges és lokális terjedelmű empirikus ismereteink extrapolációjának, ténylegesen azonban az elmélet

heurisztikus előföltevéseként funkcionál. A standard paradigma ennek az előföltevésnek bázisán konstruálta meg modelljeit, és érte el sikereit. A gravitáció tulajdonságának, vagy az einsteini gravitációs elméletnek lokalizálása kihúzza ezt a bázist a paradigmában megfogalmazódó kozmológiai elmélet alól, s ennek következtében az elmélet maga is megváltozik. Minden olyan elmélet, amely az Einstein-Fridman-Lemaître-féle kozmológia objektumát egy nagyobb világegyetem részének tekinti, kibékíthetetlen ellentétben van az eredeti elmélettel, vagy — Kuhn terminológiájával — egy vele összemérhetetlen másik paradigmához tartozik.

4.2. A nem-eukleidészi modellek nagyobb-dimenziószámú eukleidészi terekbe történő beágyazhatóságát vizsgáló matematikai „beágyazhatósági tétel"

A nem-eukleidészi terek matematikájában szerepel egy tétel, az úgynevezett „beágyazhatósági tétel", amely a standard paradigmára általunk bevezetett beágyazhatatlansági tétel logikai-topológiai szintjének általános megfelelője.[81] Ez a tétel azt mondja ki, hogy minden Riemann-féle tér tekinthető valamely nálánál nagyobb, többdimenziós, sima — azaz eukleidészi — tér hiperfelületeként, s egyben megmutatja az ilyen jellegű beágyazhatóság föltételeit. Így egy tetszőleges, n-dimenziós Riemann-tér beágyazásához minimum $\binom{n}{2} + 4$ eukleidészi dimenzióra van szükségünk, aminek következtében a relativitáselmélet négydimenziós téridő-világa egy tízdimenziós eukleidészi téridő-világba mindig beágyazható. Amennyiben nem tetszőleges Riemann-térről van szó, hanem speciális, egyszerűbb változatáról, a beágyazáshoz szükséges minimális dimenziószám csökkenhet. Így például a homogén és izotróp kozmológiai modellek beágyazhatóságához szükséges minimális dimenziószám öt. Figyelembe véve, hogy a standard paradigma modelljei ebbe a kategóriába tartoznak, szükségképpen következik, hogy a nekik megfelelő négydimenziós téridő-világ eukleidészi térbe történő beágyazásához minimum ötdimenziós téridő-világra van szükségünk. Mivel az idő egydimenziós, ez azt jelenti, hogy a beágyazhatósághoz legalább négy térdimenzió kell, ebből pedig az általunk előbbiekben megfogalmazott állítás következik: a standard paradigma modelljei nem ágyazhatóak bele náluknál metrikusan nagyobb, háromdimenziós térbe, s nem lokalizálhatóak ily módon.

[81] Vö. pl.: Stephani, H.: *Allgemeine Relativitätstheorie*. Berlin: Deutscher Verlag, 1988. 187-188. o.

4.3. A standard paradigma modelljeinek háromdimenziós euklideszi térbe történő beágyazhatatlanságát kimondó tétel megfogalmazása

Előző fejtegetéseink eredményeképpen kimondhatjuk a „beágyazhatatlansági tételt". Eszerint a *standard kozmológiai paradigma modelljei értelemszerűleg az egész világegyetemet írják le, s nem ágyazhatóak bele egy nagyobb, „átfogóbb" háromdimenziós térbe, vagy metatérbe.* A világegyetemről adott leírásuk lehet helyes vagy helytelen, el lehet fogadni, vagy el lehet vetni őket, de globális jellegüket megszűntetni, s érvényességüket lokálisnak tekinteni mind tudományelméleti, mind pedig matematikai szempontból hiba.

A tétel kimondása természetesen nem jelenti annak a lehetőségnek elvi tagadását, hogy a bennünket körülvevő galaxisokból és quasarokból álló objektum — a metagalaxis — esetleg csak apró része világegyetemünknek. Ilyen leírást adhatnak például a relativisztikus, inhomogén modellek, a hierarchikus modellek, vagy a Milne és McCrea nyomán megkonstruált newtoni modellek. Elképzelhető olyan lokális leírás is, amely matematikai megformulázásában azonos a standard paradigmában szereplő leírással. E matematikai ekvivalencia azonban semmiképpen sem jelentené azt, hogy ugyanarról az elméletről van szó! A beágyazhatatlansági tétel megengedi, hogy a standard paradigma valamely modelljének megfelelő matematikai leírást egy lokális, „beágyazott" objektumnak feleltessük meg, csakhogy az így kapott elmélet, illetve modell már nem a standard paradigmához fog tartozni: *ahogyan például a matematikai ekvivalencia ellenére a Lorentz-féle és az Einstein-féle elmélet két különböző, egymással ellentétes elmélet, úgy a Fridman-Lemaître-féle véges, de határtalan és a Newton-féle véges és határolt, expandáló modell sem azonos egymással, hiába írja le őket formális oldalról ugyanaz az egyenlet.* A beágyazhatatlansági tétel nem tagadja az ilyen matematikai ekvivalenciák önnállásának lehetőségét, ám éppen azt állítja, hogy a teljes elmélet szempontjából ezek csak látszólagos ekvivalenciák, s ezért a standard paradigma nem őrízhető meg megszüntetett-megőrzött formában az ilyen, vele matematikailag ekvivalens formulák által leírt alrendszereket tartalmazó inhomogén modellekben: ezek a modellek nem tartalmazhatják a standard paradigmát olyan lokális érvényességű részelméletként, amely a világegyetem lokális résztartományait írná le. Ezt különösen azokkal a marxista igénnyel

föllépő törekvésekkel szemben kell hangsúlyoznunk, amelyek egyrészt ragaszkodnak a világegyetem metrikus végtelenségéhez, másrészt pedig — a relativitáselmélettel kapcsolatos rossz emlékű vitákra visszagondolva —, az einsteini kozmológia relevanciáját sem szeretnék tagadni. E fölfogásban az egyik oldalon a metrikus végtelenség filozófiai-spekulatív „kellése" áll, míg a másik oldalon a természettudományos tekintélyek fetisisztikus tisztelete, amely megakadályozza azt, hogy az előbbi „kellés" konzekvens következményeképpen elszakadjon a standard paradigmától, s a modern kozmológiában élő, létező más paradigmák valamelyikéhez csatlakozzon.

4.4. A beágyazhatatlansági tétel és a fölfúvódó világegyetem

E fejezet befejezéseképpen még egy rövid fogalmi tisztázást kell nyújtanunk a standard paradigma klasszikus modelljei és a fölfúvódó világegyetem modellje közötti viszonyról, hiszen felületesen nézve az a benyomás alakulhat ki bennünk, hogy ez az utóbbi modell a klasszikus modelleket lokalizálja. Ez azonban nem így van. A fölfúvódó modellt tekintve a standard paradigma modelljei a fölfúvódó világegyetem egészének felelnek meg. Megfordítva: a fölfúvódó világegyetem globális térszerkezetének lehetséges modelljeit éppen ezek a klasszikus modellek adják. A különbség csak a világegyetem föltételezett méreteiben és belső struktúrájában van. A klasszikus elmélet szerint az Einstein-Fridman-Lemaître-féle világegyetem a mi galaxisvilágunkkal azonos: ez jellemzi az egész világegyetemet, függetlenül attól, hogy az véges-e vagy végtelen. A fölfúvódó világegyetem elmélete szerint az Einstein-Fridman-Lemaître-féle világegyetem jóval nagyobb, mint a galaxisok által konstituált világ: ez csak egy „buborék" — egyfajta inhomogenitás — ebben a világegyetemben. Így ami változott, az a környezetünket alkotó galaxisvilág státusza. A klasszikus elképzelések szerint ez a galaxisvilág a standard paradigma által leírt világegyetem releváns részét alkotja, az újabb elmélet szerint azonban ennek csak buborékát képezi, s méretének az egészhez való viszonyáról nincsen tudomásunk.[82]

[82] Vö. pl.: Guth, A. H., Steinhardt, P. J.: „A fölfúvódó világegyetem." *Tudomány*, 1985/1. 72-83. o.

III. Rész

Világnézet, ideológia és a modern kozmológia

Az előző részben azokkal az ideológiai-világnézeti, illetve metodológiai értékekkel foglalkoztunk, amelyek közvetlenül megjelennek a kozmológiai elméletalkotásban és befolyásolják a konkrét kozmológiai elképzeléseket. Dolgozatunk jelen részében a standard paradigma ideológiai-világnézeti értékelésével kapcsolatos vitát, illetve az ebben jelentkező legfontosabb álláspontokat fogjuk elemezni. Azaz egy olyan teoretikus területet, amely már a végleges, önálló és szeparált kozmológiai elmélethez viszonyul: nem az elméletalkotás kapcsán fölvetődő módszertani problémák érdeklik, hanem a már kész kozmológiai elméletekre reflektál az ideológiai-világnézeti motívumok által vezérelten.

1. A modern kozmológia és a keresztény teológia

Materialista oldalról a modern kozmológia standard paradigmájával szemben leggyakrabban hangoztatott és legtipikusabb vád, hogy az „idealista" elmélet, amely két vonatkozásban is a hagyományos keresztény természetképet eleveníti föl:

a.) egyrészt tagadja a világegyetem térbeli végtelenségét;

b.) másrészt végesnek tekinti a világegyetem korát, ami ekvivalens azzal az állítással, hogy a világegyetem valamikor a múltban keletkezett, s így tagadja az anyag megmaradásának s a világegyetem örökkévalóságának materialista tételét.

A b.) pontban jelzett érv módosított változatát a modern kozmológia legfőbb „nem standard" elméletével szemben, az „állandó állapotú világegyetem" elméletével szemben is föl szokták hozni. E szerint az értékelés szerint ez az elmélet az anyag permanens keletkezésének tétele következtében ugyanúgy kreacionista, mint a standard paradigma, s így világnézeti szempontból közömbös az a sajátossága, hogy a „big bang"-nek nevezett kezdeti szingularitást kiküszöbölte.

Amit a fönti érvekkel kapcsolatban elsődlegesen meg kell jegyeznünk, az természetesen az, hogy a természettudományos elméletek és az

ideológiai-világnézeti álláspontok, illetve elképzelések ilyen direkt-közvetlen összekapcsolása, e két egymástól különböző gondolkodási szféra viszonyának ilyen „rövidre zárása" hibás. A természettudományos elméletek önmagukban nem lehetnek sem „idealisták", sem pedig „materialisták", még annak ellenére sem, hogy — amint ezt a kozmológiai elméletek kapcsán láthattuk — konkrét megformálásukat jelentősen befolyásolhatják előzetes ideológiai-metodológiai értékek: a természettudományos elméletalkotásnak egyik legfontosabb normája, hogy eredménye ideológiai vonatkozásban semleges legyen. Az elméletalkotást vezérlő metodológiai értékek természetesen „tárgyiasulnak" a megszülető elméletekben, ám ez nem szünteti meg az ideológiai semlegesség lehetőségét, hiszen ezek az értékek annak ellenére, hogy többnyire ideológiailag motiváltak, végeredményben az ideológiától független, semleges mozzanatok. Pl. Kopernikusz vagy Kepler a világegyetem harmóniáját kutatta, s e motivációjuk vallásos, illetve misztikus érdeklődésükből fakadt. Ennek ellenére sem a Kopernikusz-féle világmodell, sem pedig a Kepler-féle törvények nem tekinthetőek önmagukban vallásos vagy misztikus elméleteknek, mint ahogyan természetesen a „materializmust bizonyító" tudományos eredményeknek sem.[1]

Annak az állításnak, hogy a modern kozmológia idealista — vagy legalábbis „nem materialista" — természetesen van némi gondolkodástörténeti alapja, hiszen olyan paradigmaváltást jelentett, amely a materializmushoz tradicionálisan kapcsolódó, térben és időben metrikus értelemben végtelen, eukleidészi világegyetem képét cserélte föl egy másik,

[1] A természettudományos elméleteknek és az ideológiai szférának ezen szeparáltsága egyébként a dogmatikus marxizmus által oly gyakran hivatkozott Lenin számára is teljesen nyilvánvaló volt. Ha elővesszük például a hivatalos marxizmus által klasszikusnak tekintett művét, a *Materializmus és empiriokritikizmust* (Lenin Összes Művei 18. Bp.: Kossuth, 1974.), ennek egész érvelési stratégiájában e két szféra relatív önállóságának fölismerését és tudatos alkalmazását fedezhetjük föl. Ezen túl Lenin e művében többször hangsúlyozza explicit formában is azt a nézetét, hogy egy természettudományos elmélet nem önmagában, hanem csak a hozzá kapcsolt filozófiai-világnézeti interpretációk révén rendelkezik világnézeti relevanciával. Pl.: 241-243., 249., 261. o. (Az már természetesen más kérdés, hogy egyes Leninre is hivatkozó dialektikus materialista jegyzetek ezt nem veszik észre, és olyan állításokat fogalmaznak meg, amelyek szerint a természettudomány „bebizonyította" a materializmus egy-egy tételét — pl. az anyag teremthetetlenségét és elpusztíthatatlanságát, vagy a világegyetem örökkévalóságát — ami természetesen abszurd állítás.)

ettől jelentősen különböző leírással.[2] Ezért ha a materializmus természetképét szorosan hozzákötjük ehhez a korábbi elképzeléshez, az új elmélet valóban idealistaként jelenhet meg. Ugyanígy a materializmust kritizáló ideológiák is kihasználhatják ezt a változást, hiszen a tradicionális materializmus kozmológiai elképzeléseinek meghaladását értelmezhetik hamisan úgy is, mint a materializmus általános bukását. Különösen kedvező a lehetőség az ilyen értelmezésre a keresztény vallás képviselőinek számára, hiszen az új paradigmában újra a világegyetem „végességéről" van szó, s a big bang elmélete formálisan valóban párhuzamba állítható a bibliai teremtésmítosszal. Ez a két mozzanat volt az, amely a materializmus oldaláról kezdetben az „idealista elmélet" minősítést indukálta. Nem közömbös azonban annak a megvizsgálása sem, hogy a keresztény teológia valóban élt-e — él-e — ezekkel a formális párhuzamokkal, s ha igen, akkor hogyan?

Elsőként a „végesség" problémájával fogunk foglalkozni. Ez a vonatkozás viszonylag könnyen elintézhető, hiszen mint tudjuk, e végességfogalom egyáltalában nem a tradicionális, középkori, véges világegyetem eszméjének fölelevenedését jelentette. Ha a materializmus számos képviselője számára ez nem is volt rögtön világos — lásd például a már említett Meljuhint és Szvigyerszkijt —, a vallásos világnézet képviselői e mozzanat tekintetében helyesebben értékelték az új elméletet, s az új kozmológiában szereplő végességmozzanatot nem próbálták meg világnézeti álláspontjuk érdekében fölhasználni. Sőt, éppen ellenkezőleg, a kozmológiával is foglalkozó angliai püspök, E. W. *Barnes*, azt tartotta az új kozmológia egyik legfontosabb erényének, hogy a térbeli metrikusság bevezetésének ellenére is megőrizte a térbeli határtalanság eszméjét: egy határolt, korlátolt világegyetem szerinte nem lenne méltó Isten végtelenségéhez és határtalanságához.[3] Ez a gondolat nem újkeletű: a világegyetem térbeli végtelensége sohasem volt igazán kényelmetlen a teológia számára, és Brunótól kezdődően egyre gyakrabban szerepelt Isten mellett szóló érvként, vagy

[2] Vö. a *Világosság* című folyóirat 1987. áprilisi számában megjelent tanulmányommal.

[3] Barnes, Ernest William: *Scientific Theory and Religion.* (The World Described by Science and its Spiritual Interpretation. The Gifford Lectures at Aberdeen, 1927-1929.) Cambridge: At the University Press, 1933. 183-184. o.

a világegyetem Istentől leszármaztatott és Istenhez egyedül méltó tulajdonságaként.[4] Az az állítás, hogy a keresztény teológiának a világegyetem térbeli végességére volna szüksége a materializmus elleni vitájában, illetve megfordítva, térbeli végtelensége jól használható érv Isten létezése ellen, nem több az ellentétes világnézeti pólus, a materializmus mítoszánál. Ez a mítosz a kereszténység Isten-fogalmának azon naiv elképzelésén alapul, amely szerint Isten egy térben és időben határolt világegyetemen kívül helyezkedik el.

Sokkal differenciáltabb és összetettebb probléma-komplexumot alkot a világegyetem időbeli kezdetének — azaz a világegyetem múltbéli határoltságának, a „big bang"-nek, — és a keresztény teológiának kapcsolata, ugyanis e vonatkozásban — elsősorban a népszerűsítő írások, de nem csak azok — megpróbáltak a keresztény elképzelések mellett érveket kovácsolni az új kozmológiai elméletből. S itt a vallásos világfölfogás nemcsak a világegyetem kezdeteként értelmezhető szingularitásra hivatkozhatott, hanem arra is, hogy az új elmélet alapján az egész kozmosz evolvál — azaz a kozmosz állapota egy határozott irányban változik — , amely a „big bang" és a teremtés fogalmának vulgáris összekapcsolásánál jóval szubtilisebb kapcsolatteremtésre ad lehetőséget a természettudományos kozmológia és az Istenre irányuló létezés eszméje között.

Bármilyen meglepő is, a modern fizika világegyetemének és a keresztény vallás eszméinek ilyen jellegű összekapcsolására mégsem a „big bang" paradigma alapján került sor először: a világegyetem kezdetére vonatkozó fizikai-természettudományos föltevés és az evolváló univerzum természettudományos eszméje a XIX. század végéről származik, s megfogalmazásához alapul a Clausius-féle entrópia tétel, a termodinamika későbbi 2. fő tétele szolgált.

Materialista oldalról a Clausius-féle tételt — illetve ennek kozmológiai alkalmazását — a belőle következő „hőhalál" miatt szokták bírálni; — nyilván azért, mert ez értelmezhető egyfajta világvégeként, illetve az anyag minőségi sokféleségének pusztulásaként . Ám a második fő tétel nemcsak a kozmikus jövőt, hanem a kozmikus múltat is kérdésessé teszi. Ha a világegyetemet időben végtelennek föltételezzük, rögtön fölmerül

[4] Vö.: Rossi, Paolo: „Az ember nemessége és a világok sokasága." in: Rossi, P.: *A filozófusok és a gépek.* Bp.: Kossuth, 1975. 265-275. o.

a kérdés: hogyan lehetséges az a mai, kis entrópiájú állapot, amelyet a forró, fényes objektumok, a sötét, hideg kozmikus testek, és a még hidegebb kozmikus tér jellemez? Hiszen ha a világegyetem végtelen idő óta — vagy már „elég" régóta — létezik, e hőmérséklet-különbségeknek régen ki kellett volna egyenlítődniük, s a világegyetemnek el kellett volna érkeznie már a hőhalál állapotába. Mivel nem ez a helyzet, a második fő tétel eredeti változata és a logika elemi szabályai alapján kézenfekvően következik, hogy a világegyetem véges idő óta létezik, s kezdetben a mainál kisebb entrópiájú állapotból indult evolúciója. Ezért a második fő tétel egyetemes érvényességét elfogadva — s az Ockham-borotva elve emellett szól — , a kezdeti állapotot a fizikának posztulálnia kell, s nincsen lehetőségünk arra, hogy fizikai magyarázatot adjunk eredetére. Ha viszont nem elégszünk meg a kezdeti állapot e posztulálásával, s továbbra is magyarázatot szeretnénk keresni rá, szükségünk van egy fizikán kívüli hatás bevezetésére, s ez a hatás a keresztény hit alapján Isten teremtő aktusával azonosítható.

Természetesen a fönti gondolatmenet a Boltzmann-féle termodinamikában a második fő tétel statisztikai értelmezésének következtében érvényét veszíti: a Boltzmann-féle fluktuációs hipotézis nemcsak az abszolut hőhalál állapotának bekövetkezését küszöböli ki, hanem egyben lehetőséget teremt arra, hogy kozmikus környezetünk mai állapotát az időbelileg végtelen világegyetem kontextusában is a fizika segítségével magyarázzuk meg.[5] A Boltzmann-féle termodinamika ezen következményét azonban sokan figyelmen kívül hagyták, s a világegyetem kezdetének természettudományos eszméje, valamint ennek teológiai fölhasználása a modern fizikában a termodinamikára hivatkozó gondolatmenettel, a termodinamikára hivatkozó érvrendszerben született meg. Így érvel például Isten mellett a neves természettudós *Whittaker*, aki *A világ kezdete és vége* című könyvében a következőket írja:

> „Mivel az entrópia lényege szerint pozitív, szabályszerű növekedésének olyan kezdettel — teremtéssel — kellett kezdődnie, amelynél az entrópia csekélyebb volt, mint bármikor ezt követően."[6]

[5] Vö. könyvünk negyedik részének Boltzmann-fejezetével.

[6] Whittaker, E. T.: *Der Anfang und das Ende der Welt.* (The Beginning and End of the World.) Stuttgart: Günther Verlag, 1955. 55. o.

Mivel a világnak kezdete van, s egyszer vége lesz — fejtegeti a termodinamika alapján Whittaker —, az nem lehet azonos Istennel, s ennek következtében a panteista természetfölfogás lehetetlenné vált: Isten a világon kívül létezik, s ő a világ teremtője.[7] Whittakerhez hasonlóan érvel a világegyetem teremtettsége, és így Isten létezése mellett Robert E. D. Clark *Az univerzum: terv vagy véletlen?* című művében. *Clark* nem elégszik meg az entrópia-törvényre történő egyszerű hivatkozással, hanem a lehetséges ellenvetéseket is elemzi, s ennek során *Eddingtonra*, valamint *Bridgmanra* hivatkozva kritizálja az entrópia-tétel valószínűségi értelmezését, s meglepőnek tartja, hogy egyáltalában vannak olyanok, akik ezt komolyan veszik.[8] Az előbbi szerzőkhöz hasonlóan a világegyetem teremtettségére utaló természettudományos evidenciaként tárgyalja a termodinamika második fő tételét E. L. Kassel,[9] F. Allen,[10] a már említett E. W. Barnes,[11] A. Romana[12] és J. E. Horigan.[13]

Amikor Lemaître a maga ősatomelméletét megfogalmazta, a világegyetem kezdetére vonatkozó fönti gondolatmenet már ismert volt, s a helyzet csak annyiban változott, hogy most már nemcsak a második fő tétel, hanem a relativisztikus kozmológia alapján is érvelni lehetett a világ kezdete és Isten által való teremtettsége mellett. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy ez az érvelés sohasem vált egyeduralkodóvá, s például Lemaître — annak ellenére, hogy fölszentelt teológus volt — mindig

---

[7] U.o.

[8] Clark, Robert E. D.: *The Universe: Plan or Accident.* Philadelphia: Muhlenberg 1961. 19-25. és 29-35. o.

[9] Kessel, E. L.: „Let's look at facts, without bent or bias." 50-51. o. in: Monsma, J. C. (ed.): *The Evidence of God in an Expanding Universe.* New York: Putnam's Sons, 1958. 49-54. o.

[10] Allen, Frank: „The origin of the world — by chance or design?" 20. o. in: Monsma (ed.): id. mű: 19-24. o.

[11] Barnes, E. W.: id. mű: 595-596. o.
(Barnes itt a hagyományos kozmológiai argumentum modern változataként elemzi a termodinamikai érvet, s azt az előbbiekben idézett szerzőktől eltérően szkeptikusan ítéli meg.)

[12] Romana, Antonio: „Die Welt, ihr Ursprung und ihre Strukture im Blick der Wissenschaft und des Glaubens." 118. o. in: De La Saudeé (ed.): *Gott, Mensch, Universum.* Graz, Wien, Köln: Styria Verlag, 1957. 76-130. o.

[13] Horigan, J. E.: *Chance or Design?* New York: Philosophical Library, 1979. 124-125. o.

elutasította a fizikai elméletből következő kezdetnek és a vallás értelmében vett teremtésaktusnak azonosítását.[14] Azok számára viszont, akik elfogadták a teológiának és a természettudományos kozmológia standard paradigmájának ezen összekapcsolását, továbbra is szükséges maradt a termodinamikai argumentum, hiszen a paradigma pulzáló világegyeteme időben örökkévaló lehetne, ha az entrópia-tétel nem volna érvényes rá.

Egy olyan új természettudományos érv, amellyel speciálisan a modern kozmológia szolgált a keresztény teológia számára, nem a standard paradigmától, hanem annak legjelentősebb riválisától, az állandó állapotú világegyetem elméletétől származott. Az anyag spontán keletkezésének sajátos változatát fogalmazta meg P. *Jordan*, aki az expandáló modellel kapcsolatos gravitációelméleti megfontolásokból — konkrétabban: a gravitációs konstans változásával, illetve állandóságával kapcsolatos hipotézisek alapján — jutott arra a föltételezésre, hogy a kozmikus térben korábban nem létező anyagtömegek jelenhetnek meg, mégpedig szupernovák formájában.[15] Jordan közvetlenül összekapcsolta ezen föltételezését a materialista természetkép kritikájával.[16] A fizikai anyag spontán keletkezése a *Bondi- Gold- Hoyle*-féle steady-state elméletnek is középponti tézise,[17] s így ez az elmélet is látszatra kitűnő természettudományos ér-

[14] Vö.: Berger, A. (ed.): *The Big Bang and Georges Lemaître.* Dordrecht: Reidel, 1984. 387. o.

[15] Jordan, Pascual: *Die Herkunft der Sterne.* Stuttgart: Wissenschaftliche Verlag, 1947.; illetve: uő.:: „Bemerkungen für Kosmologie." *Annalen der Physik* (Leipzig), *86.* (1939. szeptember) 64-70. o.; uő.: „Formation of the Stars and Development of the Universe." *Nature* (London) *164.* (1949.) 637-640.o.; uő.: „Das Technetium als Prüfstein kosmologischer Theorien." *Die Naturwissenschaften* (Berlin-Stuttgart) *40.* (1953) 407-408. o.

[16] Vö.: Jordan, P.: *Die Herkunft der Sterne...*

[17] Az anyag permanens keletkezésének ideája a modern fizikában már jóval a steady-state elmélet megjelenése előtt megfogalmazódott. (Vö.: North, J. D.: *The Measure of the Universe.* Oxford: Clarendon Press, 1965. 198-205. o.), ám közismertté és népszerűvé csak a steady-state kozmológia által vált.
A steady-state elmélet a következő tanulmányokban jelent meg: Bondi, H., Gold, T.: „The Steady-State Theory of the Expanding Universe." *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (London) *108.* (1948) 252-270. o.; Hoyle, F.: „A New Model for the Expanding Universe." u.o. 108. (1948) 372-382. o.; „On the Cosmological Problem." u.o. 109 (1949) 365-371. o.; valamint „Stellar Evolution and the Expanding Universe." *Nature 163.* (1949. február) 196-198. o.
Összefoglaló áttekintést ad a steady-state teória első éveiről: Bondi, H: *Cosmology.* Cambridge: Cambridge University Press, 1952. 140-156. o.

vet szolgáltat a materialista, ateista természetkép kritikájához. A dolog azonban mégsem ilyen egyszerű! Igaz, a Jordan-féle elméletben és a Bondi- és Gold-féle állandó állapotú világegyetemben nincsen semmiféle leírás az anyag „keletkezésének" konkrét mechanizmusáról, az elmélet Hoyle-féle változatában ez a mechanizmus teljesen természettudományos formát kapott. Hoyle szerint az „új" anyag egy kozmikus háttérmezőből generálódik a világegyetem expanziója során. Hoyle ezt a mezőt, és az anyag belőle történő keletkezését matematikailag egzakt formában megfogalmazta, s az így kapott leírást Einstein ÁRE-ével összhangba hozta.[18] Így Hoyle elméletében az új anyag csak annyiban keletkezik a „semmiből", amennyiben a forrásmező empirikusan nem jelenik meg a számunkra. Ennél azonban lényegesebb az ideológiatörténeti vonatkozás: Hoyle sohasem tulajdonított vallásos értelmezést elméletének! Sőt, éppen ellenkezőleg, a steady-state elmélet egyik erényét abban látta — és látja ma is —, hogy a bing bang fogalmának eltávolításával kevesebb lehetőséget ad a teista értelmezésre, mint a standard paradigma. Így Hoyle — sok természettudóstól eltérően — *közvetlenül reflektál* elmélete kapcsán a két nagy ideológiai irányzat ellentétére, s ennek során határozottan elutasítja a teista teremtésmítoszt.[19]

A modern kozmológia és a keresztény teológia összekapcsolódása tehát sem logikailag, sem pedig ideológiailag nem szükségszerű, nem elkerülhetetlen. Ugyanakkor tagadhatatlan, hogy lehetséges az idetartozó elméleti elképzelések idealista-vallásos értelmezése, — s ez a lehetőség ténylegesen realizálódott is a XX. századi gondolkodás történetében. Ez az összekapcsolódás talán *XII. Pius* pápa *1951*-es nevezetes enciklikájában érte el tetőpontját, hiszen itt a pápa az Isten létezésére utaló legújabb természettudományos gondolatok között a modern kozmológia két eszméjét is megemlítette: a Lemaître-féle ősatom-hipotézist és a kozmikus anyag permanens keletkezésének elméletét.[20]

[18] Hoyle, F.: id. művek és „A Covariant Formulation of the Law of Creation of Matter." *Mont. Not. R. Astr. Soc. 120.* (1960) 256-262.o. Továbbá: McCrea, W. H.: „Relativity Theory and the Creation of the Matter." *Proceedings of the Royal Society, A. 206.* (1951) 562-575. o.; McVittie, G. C.: „The Age of the Universe in the Cosmology of the General Relativity." *Astronomical Journal 58.* (1953) 129-134. o.

[19] Vö. pl.: Hoyle, F.: *The Nature of the Universe.* Oxford: Basil Blackwell, 1960. 100-101. o.

[20] Vö. *Osservatore Romano*, 1951. november 23.

A pápai tekintély fényében érthető, hogy a népszerűsítő teológiában egy darabig hangsúlyozott szerepet kapott az ősrobbanás hipotézise a vallásos elképzelések melletti érvelésben. Antonio *Romana*, aki XII. Piusra kifejezetten hivatkozik, a következőképpen vélekedett 1957-ben:

> „A szigorú tudományosságnak eleget téve meg fogjuk mutatni, hogy az asztrofizika a legcsekélyebb olyan tényt sem konstatálta, amely a teremtő okot kizárná. Ellenkezőleg: sok olyan tényt állapít meg, amelyeket, ha nem is akarjuk őket a teremtés végérvényes bizonyítékainak tekinteni , mégis úgy tűnik, nem lehet más által megmagyarázni, mint egy külső, tőlük különböző ok által kiváltott világkezdettel."[21] ..."Az asztrofizika e tények egész sorát nyújtja nekünk, s ezek arra utalnak, hogy az örök evolúció lehetetlen, hogy tehát szükségszerű a világ kezdetének föltételezése. A mindenség tágulása megköveteli a kezdetet."[22]

Bár a fönti idézetben teljesen egyértelmű és határozott a teremtés eszméjének és a standard paradigmának összekapcsolása, ezzel együtt a szerzőt mégis egyfajta óvatos, távolságtartó szkepszis jellemzi, amikor az elmélet által konkrét, múltbeli eseményként tételezett big bang és a bibliai teremtésaktus viszonyát érinti:

> „Nem állítjuk, hogy a pár milliárd éve végbement jelentős esemény — amelyre a csillagászati adatok az expanzión túl is utalnak — azonos a teremtéssel. De egy állandó, örök idők óta tartó evolúció végérvényesen kizárttá vált."[23]

Még jóval Romano tanulmánya előtt, az említett pápai enciklika évében írta Heinrich Vogt *Kozmosz és Isten* című könyvét. Ebben Vogt világos distinkciót tesz természettudomány és világnézet között és a kérdést: *„Honnan származik ez a világ?"*, a természettudomány által elvileg

[21] Romana, A.: id. mű: 113. o.
[22] U.o.: 120. o.
[23] U.o.: 121-122. o.

megválaszolhatatlan kérdések közé sorolja.[24] Mégis, a kozmológiai szingularitásnak egyértelműen kreacionista értelmezést ad:

„Ennél az időpontnál egy teremtő elemi aktussal jött létre kozmoszunk."[25]

Ez a megállapítás Vogt számára egyben a természettudományos megismerés határvonalát is kijelöli. A teremtő aktusra még következtethetünk a természettudományos ismeretek alapján — állítja Vogt — ám

„Ennek az elemi teremtő aktusnak ősokát az egzakt természettudomány álláspontjáról aligha lehet valaha is megalapozni. Ennél az időpontnál található számunkra az időáram forrása, itt van világmindenségünk kezdete."[26]

Hasonlóan 1951-es kiadású Hans Schmeiser *Világkeletkezés* című könyve, aki szerint a big bang szintén a világegyetem abszolut kezdetét jelenti, amelyen „túlra" a természettudomány már nem képes eljutni. A kérdések: *Honnan keletkezett az ősatom?* vagy *Mi az oka az anyag semmiből való keletkezésének?*, a természettudomány számára Schmeiser szerint már értelmetlen kérdések, s arra utalnak, hogy a természettudományos tudás határolt. S itt, a határokon túl — állítja Schmeiser — a kinyilatkoztatáshoz kell fordulnunk.[27]

Ha megvizsgáljuk az előbb említett álláspontokat, láthatjuk, hogy a kozmológiai szingularitás és a teremtésaktus különböző erősséggel kapcsolódik össze bennük egymással. Vogt határozottan azonosítja a kettőt, Schmeiser csak sugalmazza, hogy ezek azonosak lehetnek, míg Romano nem tartja szükségesnek azt, hogy egyenlőségjelet tegyünk közéjük. Az álláspontok mégis közösek abban, hogy a modern természettudományos kozmológiát úgy interpretálják, mint amiből elkerülhetetlenül a világegyetem időben való keletkezése következik, s az így kapott interpretációnak

[24] Vogt, Heinrich: *Kosmos und Gott.* Heidelberg: Kerle Verlag, 1951. 121. o.
[25] U.o.: 120. o.
[26] U.o.
[27] Schmeiser, H.: *Weltentstehung.* Linz: Katolische Schriftenmission, 1951. 32-36. és 51-52. o.

teológiai relevanciát tulajdonítanak. Ez a fajta megközelítési mód és értelmezés azonban azóta visszaszorult, s ma — ha előfordul is — már egyáltalában nem jellemző. Helyét egy igényesebb álláspont vette át, amely világos distinkciót tesz *világnézet* és *természettudomány* között, s a teológia szempontjából irrelevánsnak tartja a modern kozmológia konkrét természettudományos állításait.

Ez az elhatárolódás megtalálható például G. A. *Wetter* azon könyvében, amelyet a „szovjet" dialektikus materializmus ellen írt, s amely nálunk G. Klaus *Jezsuiták, Isten, anyag* című , őt kritizáló könyve révén vált ismertté.[28] Szintén a természettudomány és a világnézet — konkrétan a természettudomány és a vallás, illetve az utóbbihoz kapcsolódó teológia — határozott megkülönböztetése jellemzi J. V. Peack *Teremtés és kozmológia* című könyvét. Bár a korábban ismertetett nézetek alapján ez a cím megint csak a kozmológiai szingularitás és a teremtésmítosz összekapcsolását sugalmazhatná, a könyv tényleges tartalma éppen ellentétes ezzel az állásponttal.

> „A föltevés, hogy valaki ezeknek az elméleteknek valamelyikét föl tudná használni arra, hogy megadja a teremtési aktus eredeti dátumát, vagy az elmélet felülinterpretálásában, vagy a tudományos és a teológiai terminológia elemi összekeverésében vétkes,"

— írja Peack a modern kozmológia elméleteire hivatkozva.[29] Peack azonban nemcsak a teoretikus fogalmaknak e konkrét és durva összemosódását bírálja, hanem általánosan is hangsúlyozza a természettudományos kozmológia teológiai irrelevanciáját:

---

[28] Wetter, Gustav A.: *Der dialektische Materialismus. Seine Geschichte und sein System in der Sowjetunion.* (3. Auflage.) Wien: Herder, 1956. 329-333. o. Hasonlóan elhatárolja magát Wetter attól az álláspontól, amely a teológiai tételeket a természettudományos állításokkal közvetlenül összekapcsolja, egy későbbi könyvében: Wetter, G. A.: *Soviet Ideology Today.* New York, Washington: Preager, 1966. 35-38. o.; Klaus említett könyve: Klaus, Georg: *Jezsuiták, Isten, anyag.* Budapest, Kossuth, 1960.

[29] Peack, J. V.: *Creation and Cosmology.* London: Burns and Oates, 1965. 94. o.

„A kozmológiai elméletek biztosan precízebbé és jobban megalapozottabbá válnak majd, ám nem valószínű, hogy a nem természettudományos diszciplinák vonatkozásában jelentőségük növekedni fog. Jóllehet köszönettel tartozhatunk a kozmológiának azért, hogy mélyebb betekintést ad számunkra a világegyetem természetébe, a világegyetem irányában elfoglalt attitűdünket más típusú belátások fogják megalapozni.[30]

A világegyetem időbeli végtelensége egyébként sem kellemetlen lehetőség a teológia számára — állítja Peack — sőt:

„Mivel Istent nem időbeli lényként tekintjük, az idő az első dolgokkal együtt teremtődött a kezdeti teremtésnél... Ezért egy végtelen időtartamú világegyetem inkább valószínű."[31]

Ehhez az utolsó gondolathoz hasonló véleményt fogalmaz meg eltérő okfejtéssel a neves teológus, R. *Swinburne*. Amíg Peack Isten fogalmából következtetett a vallásos világkép és a végtelen idejű világegyetem összeegyeztethetőségére, addig Swinburne megfordítva érvel, azt állítva, hogy az időbelileg végtelen világegyetem ugyanúgy szükségessé teszi Isten fogalmát, mint a véges idejű univerzum.[32]

Még talán az előző szerzőknél is radikálisabban kritizálja a modern kozmológiának és a keresztény teológia tanításának összekapcsolását *Jáki* Szaniszló, akinek, mint tudománytörténettel foglalkozó teológusnak, a természettudományos kozmológia speciális kutatási területét képezi.[33] Hasonlóan hiányzik a modern kozmológia és a keresztény teológia tételeinek összekapcsolása Bolberitz Pál teológus nálunk megjelent *Kozmológia* című könyvéből, amelyben pedig a szerző részletesen ismerteti a standard kozmológiai paradigmát is.[34]

---

[30] U.o. 107. o.

[31] U.o.: 104. o

[32] Swinburne, R.: *The Existence of God.* Oxford: 1979. 122. o.

[33] Jaki, Stanislav: *Cosmos and Creation.* Edingburgh: Scottish Academic Press, 1980. 1-25. o.

[34] Bolberitz Pál: *Kozmológia.* Budapest: R.k. Hittudományi Akadémia, 1982. 262-265. o.

Az eddigiek összegzéseképpen megállapíthatjuk tehát, hogy a keresztény teológián belül létezett egy olyan irányzat, amely a modern kozmológia eszméi közül a big bang hipotézisét, illetve a fizikai anyag spontán keletkezésének tételét összekapcsolta a vallásos világképpel, ám ez az irányzat napjainkra háttérbe szorult, s a teológusok többsége határozottan elhatárolja magát a természettudomány és a teológia viszonyának ilyen „rövidre zárásától". Ez az álláspont pedig megfelel annak a helyes fölismerésnek, hogy a modern természettudományos kozmológia állításaiból önmagában még nem következik a keresztény világfölfogás igaza, s így az nem tekinthető egyszerűen „idealista" elméletnek, ugyanúgy ahogyan megfordítva, a vallásos világfölfogás tagadása, a materialista természetkép „igazsága" sem következik belőlük.

Annak az irányzatnak a háttérbe szorulását, amely a big bang elméletét a teremtésmítosz alátámasztásaként, „igazolásaként" értelmezte, nem tekinthetjük a teológia teoretikus „visszavonulásának", ugyanis ez kezdettől fogva vulgáris értelmezés volt, amely sohasem uralkodott igazán az újkori teológia tradíciójában. A keresztény világkép és az újkori természettudományos eredmények összekapcsolása létezett és létezik ugyan a teológiában, ám nem volt sohasem igazán jellemző a konkrét természettudományos állításoknak és eredményeknek ez a primitív értelmezése. Az újkori természettudományos nézetek és elméletek vallásos értelmezésének legjelentősebb irányzata az úgynevezett *természeti teológia* (natural teology), amelynek kulcsérveként a *design argumentum* szerepel.[35] Ez az argumentum a természet, a világegyetem, a kozmosz rendezettségével

[35] Az újkori természettudományos megismerés által föltárt természeti összefüggések teleologikus értelmezésére, a bennük megjelenő rendnek Istenre utaló evidenciaként történő tárgyalására az első karakterisztikus példát a Newton-Bentley levelezésben találhatjuk meg. Ebben ugyanis sokkal többről van szó, mint a kezdet, az „isteni lökés" problémájáról. (Vö.: Newton, I.: *A Principiából és az Optikából. Levelek Bentley-hez.* Bp.: Kriterion, 1981. 175-194. o.)
Maga a „természeti teológia" kifejezés William *Paley*-től ered, aki *Natural Theology* címmel jelentette meg 1802-ben azt az újkori teológia történetének szempontjából klasszikusnak számító művét, melyben a „desing argumentum" alapján tárgyalja a természetet. E mű elején található Paley híres órahasonlata, amely a mechanikus materializmus világleírását önmaga ellentétébe, — azaz Isten melletti érvvé — fordítja át.

operál, s mint ilyen a teleologikus világkép, a teleologikus természetértelmezés egyik tipikus változatát képviseli. A természet ilyen értelmezése viszont független a konkrét természettudományos eredményektől, s attól függetlenül jól működik, hogy a fizikai értelemben vett anyag és energia megmarad-e vagy sem; hogy a világegyetem időbeli múltjában véges-e vagy végtelen; stb. Ami egyedül lényeges a design argumentum számára az az, hogy a természet mind a mindennapi életben, mind pedig a természettudományos megismerés által elénk tárt képében rendezettséget, szabályosságot, az egyre komplexebb struktúrák hierarchikus szerkezetét és esetleg a primitívebbtől a komplexebb, a „magasabbrendűbb" felé mutató fejlődési tendenciát mutat. Ezeket a tulajdonságokat viszont ugyanúgy lehet értelmezni a világ teleologikus és Istenre utaló jellegének evidenciáiként, mint ahogyan a világ anyagi egységének, az anyag önszerveződési képességének, vagy az anyagban rejlő immanens, dialektikus fejlődési tendenciák létezésének természettudományos alátámasztásaként. Ezt figyelembe véve konkrétabban is megfogalmazhatjuk a természettudományos elméletek ideológiai semlegességével kapcsolatos korábbi állításunkat: ezen nem azt értjük, hogy ezek nem használhatóak föl a két nagy ideológiai irányzat, a materialista, ateista és az idealista, vallásos világfölfogás vitájában, hanem azt, hogy — a hozzájuk kapcsolt interpretációk függvényében — akár az egyik, akár a másik oldal mellett is fölhasználhatóak. A természettudomány és a fönti két ideológiai irányzat viszonyával kapcsolatos félreértésekre az ad okot, hogy a természettudományos elméleteket és a hozzájuk kapcsolódó, már ideológiai tartalmú interpretációkat össze szokták keverni egymással. Így születhet meg azután az „idealista", „burzsoá" valamint a vallásos világképet alátámasztó — vagy éppen ellenkezőleg, az azt cáfoló — természettudomány mítosza.

A természeti teológia design-argumentuma két mozzanatra bontható: egy strukturális és egy evolúciós — mondhatjuk úgy is „dialektikus" — mozzanatra. A strukturális mozzanatnak is két összetevője van: az egyik a világban tapasztalható rendezettséggel és szabályszerűséggel kapcsolatos, a másik pedig a természet hierarchikus szerveződésével. Az első összetevőnek a világ teremtettségére, és így egy *tervezőre* utaló evidenciaként történő értelmezése egészen az emberi gondolkodás kezdetéig, a naiv kultúrák teleológikus világképet elénk rajzoló mítoszaiig, a filozófia

történetében pedig legalább Platonig nyúlik vissza. A természet hierarchikus szervezettségére hivatkozó gondolatmenet pedig az arisztotelészi és a tomista tradíciót követi. Amiben újat hozott a természeti teológia, az az volt, hogy ehhez a tradicionális érveléshez közvetlenül az újkori természettudomány világképét használta föl, illetve érvelését ebből kiindulva bontotta ki.

A design argumentum evolúciós mozzanata azokra a természeti evolúcióra vonatkozó természettudományos elméletekre alapoz, amelyek szerint evidenciának tekinthető, hogy a természetben létezett és létezik egy olyan fejlődési tendencia, melyben a primitívebb és homogénebb létezőkből fokozatosan bonyolultabb, differenciáltabb és szervezettebb — valamint ezen kritériumok alapján „magasabbrendűnek" tekinthető — létezők alakulhattak ki. Ez az evolúciós folyamat a keresztény világfölfogásban a strukturális hierarchiához kapcsolódó érvekhez hasonlóan értelmezhető egy már nem természeti jellegű lényre mint célra irányuló mozgásfolyamatként. S ezen a ponton jelenik meg a modern kozmológia standard paradigmájának az a specifikuma, amelynek következtében a modern kozmológia a nem vulgáris értelmezés alapján is új, a keresztény gondolkodás számára kedvező fordulatot hozott a természet tudományos leírásában: *ez a mozzanat a standard modell azon tulajdonsága, hogy benne nemcsak a részstruktúrák, hanem az egész világegyetem is evolvál.* A design argumentum ezen evolúciós mozzanata egyébként eléggé rendhagyó a hagyományos és a hivatalos teológia számára, s így nem tekinthető véletlennek, hogy Teilhard *de Chardin* hivatalos egyházi körök által sokáig elutasított kozmológiájában szerepel középponti érvként, és meghatározó princípiumként természet és Isten viszonyában. Igaz, Chardin ennek során nem használja föl a big bang paradigmát, és a fizikai kozmosz evolúciójára vonatkozó elképzelése inkább a termodinamika második fő tételével kapcsolatos, korábban bemutatott érveléssel rokon.[36] Az ősrobbanás és a táguló

[36] Teilhard de Chardin, P.: *Az emberi jelenség.* Budapest: Gondolat, 1980. Természetesen az evolúciós tényezőre hivatkozó design-argumentum nemcsak Chardinnél található meg. Az evolúciós design argumentum története szempontjából kulcsfontosságú volt Darwin evolúcióselméletének beemelése a természeti teológia gondolatvilágába. Maga Darwin, tanulmányai folyamán Paley *Natural Theology*-jával megismerkedve egy darabig annak hatása alá került, s úgy emlékezett később erre a hatásra vissza, mint ami csak Eukleidész *Elemek*jének reá gyakorolt benyomásával volt összemérhető. [Vö.: Barlow, N. (ed.): *The Au-*

világegyetem elmélete azonban határozotabbá és karakterisztikusabbá teszi az evolváló kozmosz eszméjét, s ezért a korábbi természettudományos kozmológiáknál jobban kapcsolható mind a Chardin-féle teológia kozmológiájához, mind pedig általában a design argumentumhoz.

A standard paradigma evolúciós jellegével kapcsolatosan van még egy olyan új ideológiai tartalmú fejlemény, amit itt meg kell említenünk: ez az *antropikus kozmológiai elv*nek nevezett princípium megjelenése és térnyerése a modern kozmológián belül. Mivel az antropikus kozmológiai elv értelmezhető egy új, evolúciós design-argumentumként, és fölhasználható a teleologikus természetkép mellett, határozottan ideológikus — ám nem föltétlenül vallásos — jellegű princípium. Figyelembe véve azonban, hogy ez az elv az utóbbi másfél évtized egyik legérdekesebb kozmológiai eszméje, indokolt külön fejezetben foglalkozni vele. A külön fejezet mellett azonban mégsem elsősorban ezért döntöttünk, hanem azért, mert az általánosan elterjedt véleménytől eltérően véleményünk szerint benne és a hozzá kapcsolódó problémakomplexumban jóval többről van szó, mint egy új típusú design-argumentumról. Az ezzel kapcsolatos elképzeléseinket részletesebben az antropikus kozmológiai elvvel foglalkozó önálló fejezetben fogjuk kifejteni.

---

tobiography of Charles Darwin, Volume I. New York: Dewer 1958. 19. o.] Bár Darwin később saját elméletét a Paley-féle érvek cáfolataként értelmezte, az evolúciós mechanizmus kitűnő design-argumentumként szolgálhat. Darwin elméletéből ugyanis önmagában egyáltalában nem következik szükségszerűséggel az antiteleologikus világkép, s ilyen értelmezés csak akkor adható neki, ha már korábban az antiteleologikus világértelmezés mellett köteleztük el magunkat. Darwin evolúcióselméletének első teleologikus értelmezései Asa *Gray*-nél, John *Fiske*nél, s Thomas *Huxley*-nél találhatóak meg: Gray, A.: *Darwiniana.* New York, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1963. (A mű eredetileg New Yorkban jelent meg 1876-ban.) 72-145. o.; 293-320. o.; Huxley, T. H.: „On the reception of the Origin of Species". in: Darwin, F. (ed.): *The Life and Letters of Charles Darwin, Vol. 2.* New York: Appleton 1897. 305. o. Fiske kapcsán lásd: Reese, Gustav: *Evolutionismus und Theismus bei John Fiske.* Leipzig: Quelle und Meyer, 1909. 37-56. o.

2. A modern kozmológia és a „dialektikus materializmus"

2.1. Bevezetés

A metrikusan végtelen világegyetem-modellekre és a Lemaître-féle ősatom elméletére — illetve később a big bang Gamow-Alpher-Hermann-féle elméletére — vonatkozó első marxista igényű reflexiók érthető módon a Szovjetunió filozófiai közéletében fogalmazódtak meg. Ennek során a húszas-harmincas években olyan kozmológiai tárgyú filozófiai elemzések születtek, amelyek a metrikusan véges modellekkel szemben a metrikusan végtelen, nem-relativisztikus, hierarchikus modelleket preferálták.[37] Szintén megemlítendő, hogy *Zsdanov* 1947-es hírhedett beszédében konkrétan kitért a relativisztikus kozmológiára, s annak „ideológiai bűnösségét" abban látta, hogy a relativitás elméletét megengedhetetlenül kiterjeszti az egész világegyetemre, s ezen az úton megfogalmazza a világegyetem végességének tételét.[38] Az 1952-es, 8. csillagászati világkongresszus kapcsán egy darabig jelentős hangsúlyt kapott a steady-state elmélet bírálata. B. V. *Kukarin*[39] és A. G. *Maszevics*[40] pl. burzsoá tudományként jellemezte az anyag permanens keletkezésének „idealista és abszurd" elméletét, elutasítva mind a klasszikus, Bondi-Gold-féle, mind a mezőelméleti, Hoyle-féle, mind pedig a Jordan-féle változatot. Egy évvel később A. S. *Arszenyev* Jordan elméletét mint az idejét múlt XIX. századi katasztrofizmus fölelevenítését és kozmológiai alkalmazását kritizálta.[41]

A tárggyal kapcsolatos intenzív filozófiai-világnézeti diszkussziók a fönti előzmények ellenére is csak az ötvenes évek közepétől kezdődtek el igazán — viszont egészen máig tartanak. A modern kozmológiával kapcsolatos legfontosabb és legjellemzőbb marxista igénnyel föllépő reflexiók

[37] Fessenkov, V. G.: *Dokladi AN. SzSzSzR, 15.* (1937)123-125. o.; Ejgenszon, M. Sz.: *Dokladi AN. SzSzSZR, 26.* (1940) 139-141., 751-753. o.

[38] Zsdanov, A. A.: „Fölszólalás A. G. F. Alexandrov 'A nyugat-európai filozófia története' című könyvével kapcsolatban rendezett vitán." 37. o. in: *A művészet és a filozófia kérdéseiről.* Bp.: Szikra 1952. 37-38. o.

[39] Kukarin, B. V., Maszevics, A. G.: „Szovetszkije asztronomi na VIII. szjozde mezsdunarodnovo asztronomicseszkovo szojuza v Rime." *Voproszü filoszofii* 1953/1. 222-230. o.

[40] U.o.

[41] Arszenyev, A. Sz.: „Nyekatorije metodologyicseszkije aszpekti koszmologyiji." *Voproszü Filoszofii* 1953. 32-44. o.

ebben a vitában formálódtak ki, s a Szovjetunión kívüli ilyen tartalmú megnyilvánulások többnyire e vita oldalágait képezték. A legjelentősebb kivételt ez alól az NDK-ban élő német fizikus, H-J. *Treder* körül kialakult iskola képezi.[42] Említhető még — bár nem eredeti, s a Treder-féle iskolához képest összehasonlíthatatlanul kisebb jelentőségű — álláspont a szintén marxista igénnyel föllépő görög tudományfilozófus, *Bitsakis* véleménye.[43]

---

[42] Hans-Jürgen Treder, a Berlini Tudományos Akadémia tagja, az einsteini fizikai hagyományt továbbfolytatva arra törekedett, hogy a gravitáció és a tehetetlenség ekvivalenciájának elvét a Mach-elvvel Einstein sikertelen próbálkozása után most már sikeresen összeegyeztesse.. Ennek során dolgozta ki úgynevezett gravodinamikáját, amelyben nem a gravitációt vezeti vissza a tömegre, hanem éppen megfordítva, a tömeget, a tehetetlenséget a gravitációra. Ezt az elméletet Treder a *Die Relativität der Trägheit* (Berlin 1972.) című monográfiájában összegezte. Treder ugyancsak kidolgozott két alternatív kozmológiai modellt. Ezek közül az egyik Einsteinnek az általános relativitáselmélet megalkotása utáni teoretikus kísérletezéseit folytatja tovább. E modell a relativitáselmélet alapegyenletének olyan módosításán alapul, amely nyomán az elméletből következő klasszikus predikciók csak jóval a mérhetőség határain belül térnek el az eredeti predikcióktól, viszont a kozmológiai megoldásokból eltűnik a múltbeli időbeli szingularitás. Az így kapott szingularitásmentes modell egy pulzáló világegyetemet ír le, amely a nem szinguláris, nagy, de mégis véges sűrűségű forró univerzum, s a kissűrűségű expanziós végállapot között pulzál. (Treder ezt oly módon éri el, hogy elméletében a nehézségi erő a nehéz tömegek jelenlétében leárnyékolódik, és így elmaradnak az általános relativitáselmélet gravitációs kollapszussal együttjáró anomáliái: például egy csillag összeesése csak addig folytatódhat, amíg nem sérül meg a kauzalitás szokásos rendje, stb. Ugyanígy, a tömeg leárnyékolódása akadályozza meg azt is, hogy a kozmikus sűrűség szinguláris sá váljék. Az elmélet érdekes párhuzamba állítható az anyag permanens keletkezésének elméletével: bár e modellben nem keletkezik anyag, a világegyetem expanziójával — azaz az anyag ritkulásával — a tömegek leárnyékoltsága csökken, és így az effektív kozmikus tömeg növekedni fog.) Vö.: Treder, H-J.: „Geophysik und Kosmologie." in: uő: *Philosophische Probleme des physikalisches Raumes.* Berlin: Akademie-Verlag 1974. 20-47. o.
Treder másik kozmológiai modellje egy gravodinamikán alapuló hierarchikus modell, amelyet Kant kozmológiájához hasonlóan a permanens továbbépülés jellemez, s amelynek matematikai részleteit Jan-Peter *Mücket*, Treder munkatársa számolta ki. Ez a modell — hasonlóan a korábbi, pulzáló modellhez — magyarázatot ad azokra az empirikus jelenségekre, amelyek a mai megfigyelési kozmológiában evidenciáknak számítanak. Vö.: Treder, H-J. Mücket, J-P.: *Grosse kosmische Systeme.* Berlin: Akademia-Verlag, 1981.

[43] Bitsakis, E.: „Tudomány és ideológia a kozmológiában." *Magyar Filozófiai Szemle*, 1983/1. 19-35. o.

Annak okát, hogy éppen az ötvenes évek közepétől kezdtek intenzívebben foglalkozni a kozmológiai kérdésekkel a természettudományok iránt érdeklődő szovjet filozófusok, elsősorban abban látjuk, hogy ekkorra dőlt el pozitív irányban a relativitáselmélet filozófiai státuszával kapcsolatos közismert vita. Tekintettel arra, hogy a modern kozmológia első világegyetem-modelljei a relativitáselmélet kereteiben fogalmazódtak meg, érthető, hogy amíg az negatív — „idealista", „nem marxista" — minősítést kapott, e kozmológiai modellek másodlagos jelentőségűek maradtak. A relativitáselmélet elfogadásával viszont gyökeresen megváltozott a helyzet: a kereteiben levezetett kozmológiai modellek egycsapásra relevánssá váltak, s így aktuálissá vált az a kérdés, hogy miképpen kell viszonyulnia a dialektikus materialista filozófiának ezekhez az új kozmológiai elképzelésekhez. E kérdés megválaszolása nem volt egyszerű, mert a relativisztikus kozmológia két legjelentősebb eszméje — a világegyetem metrikus végességének lehetősége és az ősatom (illetve a big bang) hipotézise — olyan új világnézeti-filozófiai problémákat indukált a marxista filozófia számára, amelyek a speciális és általános relativitás elméletével általában foglalkozó vitában még eleve nem fogalmazódhattak meg. Ezért egyáltalában nem tűnhetett természetesnek az e filozófiát követők számára, hogy Einstein elméletének pozitív irányú átértékelésével az ezen elmélet kereteiben megalkotott új kozmológiához is pozitívan lehet viszonyulni. A relativitás elméletével foglalkozó diszkusszió lezárulásának szerintünk azonban nemcsak abban volt szerepe, hogy a kozmológiai kérdések előtérbe kerültek, hanem abban is, hogy a relativisztikus kozmológiával foglalkozó vitában a *végesség-végtelenség* és *nem a szemléletesség* problémája játszotta a fő szerepet. Ugyanis abban, ahogyan a relativitáselméletet idealistának minősítették, fontos szerepet játszott az az érv, amely az elmélet „képtelenségeire" hivatkozott,[44] és ezért a szemléletesség-probléma középpontba állítása a vereséget szenvedett, és ennek következtében már rossz színben föltűnő álláspontot idézte volna föl.

A következőkben az említett vitákban megfogalmazódott legkarakterisztikusabb álláspontokat fogjuk bemutatni.

[44] „Nem kell elfogadnunk a paradox hipotéziseknek azon sokaságát, amelyekben Einstein elmélete bővelkedik" — írta például A. K. Tyimirjazev: Tyimirjazev, A. K.: *Jesztesztvozvanyije i dialekticseszkij matyerializm.* Moszkva: 1925.

2.2. A standard paradigma idealista-burzsoá elméletként történő interpretálása I. A Szvigyerszkij-Meljuhin-féle modell

Mint ahogyan erre már korábban utaltunk, a Szovjetunióban a húszas-harmincas években speciális szerep jutott a hierarchikus világegyetem-modelleknek, mint a relativisztikus, metrikusan véges terű világegyetem metrikusan végtelen alternatíváinak. A relativisztikus kozmológia másik jellegzetes alternatívájaként pedig továbbra is a hagyományos, Bruno-féle, körforgásos modell szerepelt. Az első olyan irányzat, amely túllépett e tradicionális megközelítéseken, s valami újat alkotott, paradox módon egy fölöttébb konzervatív vonalon alakult ki: arra a *Szvigyerszkij-Meljuhin-féle absztrakt-spekulatív modellre* gondolunk, amely jelentős hatást gyakorolt a természettudományos kozmológiával foglalkozó marxista igényű tanulmányokra, s ugyanígy a dialektikus materialista tankönyvekre és jegyzetekre. Bár a Szovjetunióban kezdettől fogva erős ellenzéke volt ennek az elméletnek és a hozzá kapcsolódó „filozófiának", a szerzők hivatalos pozíciója következtében álláspontjuk a Szovjetunión kívül sokak számára úgy jelent meg, mint „Az autentikusan szovjet" — és így „A marxista" — álláspont. Ez érvényes hazánkra is, ahol ezt a hatást növelte, hogy Meljuhin és Szvigyerszkij e témával foglalkozó könyveit szinte rögtön lefordították és megjelentették magyarul: a kozmológiával kapcsolatos koncepciójuk kimutatható egészen a legutóbbi évek hivatalos tankönyveiig és jegyzeteiig.(Ennek részeként paradigmatikus, hogy a Csillagászati Kisenciklopédia — tehát egy szakmai enciklopédia! — 1969-es kiadása is tudománytalan elméletnek minősítette a fölfúvódó világegyetem elméletét.[45])

Meljuhin *A véges és a végtelen problémái* című könyvében még a hagyományos, XIX. századi, végtelen, körforgásos modellt próbálja meg artikulálni a XX. századi fizika bázisán. Ennek során az „egész világegyetem keletkezését" állító modelleket Meljuhin kategorikusan elveti, ám elképzelhetőnek tartja azt, hogy a világegyetemen belül legyenek lokális, pozitív görbületű régiók, s azt is, hogy az ilyen részek — közöttük pl. a mi kozmikus környezetünk — táguljanak. Ugyanakkor határozottan elutasítja a világegyetem *egészének* tágulását állító elméletet, s azt „tudománytalan, fideista hamisítás"-ként jellemzi. Így Meljuhin megfogalmazza

[45] Róka, G., Kulin, Gy., (szerk.): *Csillagászati Kisenciklopédia.* Budapest, Gondolat, 1969. 235-236. o.

a relativisztikus kozmológia standard modelljeire vonatkozó *lokális érvényesség* tételét, amely szerint e kozmológia standard, expandáló modelljei a *végtelen világegyetem* véges régióiban ugyan érvényesek lehetnek, de a világegyetem egészét tekintve megengedhetetlen, tudománytalan konstrukciók.[46] Az így kapott modell egy olyan inhomogén világegyetemet vázol föl, amelyben a standard kozmológiai modellek által leírt objektum nem azonos az egész világegyetemmel hanem csak az inhomogén kozmosz egyik lokális, homogén alrendszerét képezi.

Meljuhin az általa konstruált inhomogén világegyetemmel a világegyetem végtelenségére vonatkozó ideológiai tételt és a standard paradigma véges, expandáló modelljeit szeretné összeegyeztetni. Mivel azonban a hivatalos ideológusoknál és tankönyvíróknál nagyobb természettudományos fölkészültséggel rendelkezik, tisztában van azzal is, hogy a végtelenségre vonatkozó ideológiai követelménynek és a modern kozmológiának összeegyeztetése önmagában még nem elégséges, hiszen a világegyetem tér- és időbeli végtelenségére vonatkozó tézis már a XIX. századi természettudomány alapján is komoly problémákat vetett föl: az úgynevezett Seeliger-paradoxonnak megfelelően egy végtelen világegyetemben a gravitációs erő nagysága minden pontban végtelen nagyságú volna, míg Chéseaux és Olbers számításai alapján az éjszakai égboltnak a Nap fényességével kellene ragyognia. Emellett az időbeli végtelenség vonatkozásában jelentkezik még a hőhalál problémája is. Meljuhin e nehézségeket oly módon igyekszik kikerülni, hogy természettudományos szempontból teljesen ad hoc kozmológiai modelljében további ad hoc összefüggések és folyamatok fönnállását, illetve működését föltételezi. Meljuhin úgy véli, hogy ezek segítségével megoldotta a kozmológiai végtelenséggel kapcsolatos előbbi természettudományos ellentmondásokat, illetve dilemmákat, s így a velük kiegészített inhomogén modellre hivatkozva mind a végtelenség-paradoxonokkal, mind pedig a modern kozmológiával szemben megőrizhetőnek tartja a kozmosz végtelenségére vonatkozó hagyományos filozófiai-ideológiai tézist.[47]

Az inhomogén világegyetem-modelleknek most ismertetett változata természetesen teoretikusan hibás, hiszen a beágyazhatatlanági tétel

[46] Meljuhin: *A véges és a végtelen problémái.* Bp.: Gondolat, 1958. 195-197. o.

[47] Meljuhin: id. mű: 180-187., 194-197., 202-205. o.

miatt a standard modellek nem illeszthetőek bele egy náluknál nagyobb, inhomogén térbe, hanem értelemszerűen *az egész* világegyetemre vonatkoznak. Meljuhin elmélete csak akkor lehetne konzekvens, ha *szakítana* a standard paradigmával, amelynek egyik előföltevése — „posztulátuma" — éppen az az állítás, amely szerint a világegyetem *mint egész* megközelítőleg homogén, s amelyet így az inhomogén világegyetem elmélete *fogalmából következőleg* tagad.

Meljuhin most vázolt elmélete erősen spekulatív jellege miatt nem vált népszerűvé a témakörrel foglalkozó szovjet természettudósok és filozófusok között, de kritika érte elképzeléseit a hozzá hasonló beállítódású Szvigyerszkij részéről is. Szvigyerszkij kritikája azért érdekes, mert ez már azon a határozottan új koncepción alapul, amelyet később Meljuhin is elfogadott, s amelyre az előbb a Szvigyerszkij-Meljuhin-féle absztrakt-spekulatív modell megjelöléssel hivatkoztunk.[48]

Szvigyerszkijnek a kozmikus végtelenséghez, illetve a relativisztikus modellek végességéhez való elméleti viszonyulása teljesen azonos Meljuhinéval, s ennek következtében ő is a relativisztikus kozmológiák lokális érvényességének tételét vallja. Mégis, az a filozófiai — sőt, mondhatnánk úgy is: „metafizikai" — keretelmélet, melynek kontextusában Szvigyerszkij ezt a tételt megfogalmazza, jelentősen eltér Meljuhin most ismertetett teóriájától. Szvigyerszkij szerint ugyanis a Meljuhin-féle elemzés filozófiai szempontból alapvetően hibás. Meljuhin — állítja Szvigyerszkij *Tér és idő* című könyvében — a „rossz", a metafizikus végtelenség eszméjének rabja, amikor a gravitációs és a fotometriai paradoxonnal vívódik, s az anyagi világ végtelenségére vonatkozó materialista tétel megőrzése érdekében e paradoxonok föloldására törekszik. A mennyiségi és a minőségi változások egymásba történő kölcsönös átcsapásának tételéből Szvigyerszkij szerint ugyanis szükségképpen következik, hogy a kozmoszra vonatkozó természettudományos leírások minden vonatkozásban véges érvényességűek, illetve hogy térbeli hatósugarukban végesek. Ennek oka — érvel

[48] Szvigyerszkijnek a következőkben ismertetésre kerülő koncepciója már megjelenik a *Tér és idő* című könyvében: Bp.: Gondolat, 1958. További források: Szvigyerszkij, V. I., Karmin, A. Sz.: *Konyecsnoje i beszkonyecsnoje.* Moszkva: Nauka, 1966. 233-245. o. Szvigyerszkij, V. I.: „A reális végtelen fogalma és kozmológiai jelentősége." in: *Végtelenség és Világegyetem.* Bp.: Gondolat, 1974. 275-290. o.

Szvigyerszkij — az, hogy a természettudományok az anyag *konkrét* tulajdonságait vizsgálják. Ezek a tulajdonságok pedig annak következtében, hogy az anyagi világra nem a „rossz", hanem a dialektikus, a „minőségi" végtelenség jellemző, csak véges térbeli régiókban lehetnek jelen. A Chéseaux-Olbers- és a Seeliger-paradoxon így filozófiai „tévedés" következménye — állítja Szvigyerszkij — : az általunk ismert fizikai anyag konkrét tulajdonságainak — a gravitációs tulajdonságnak és a forró, sugárzó csillagok formájában való megjelenés tulajdonságának — megengedhetetlen abszolutizálásából fakadnak. Így ha valóban dialektikusan fogjuk föl az anyagi világ végtelenségét — kritizálja Meljuhint Szvigyerszkij — föl sem vetődhetnek ezek a paradoxonok.[49]

A mennyiségi és a minőségi változások tétele alapján Szvigyerszkij az anyag minden általunk ismert és nem ismert fizikai tulajdonságát lokális tulajdonságnak tekinti, s eljut ahhoz a világegyetem-modellhez, amelyet korábban bíráltunk. Mint ahogyan már láttuk, Szvigyerszkij elméletében ennek során új értelmet kap a standard paradigma modelljeinek lokális érvényességét állító tétel is: ezek a modellek abban az értelemben mégiscsak univerzálisak maradhatnak, hogy az *egész* gravitáló anyagmezőre érvényesek. Ugyanakkor lokális érvényességük éppen ebből fog következni, hiszen a gravitációs tulajdonság Szvigyerszkij szerint a fizikai anyagot csak lokálisan jellemzi.[50]

Szvigyerszkij a kozmosz ilyen végtelenségét a *reális végtelenség* fogalmával jelöli.[51] Eszerint a térbeli végtelenbe egyre messzebb és messzebb hatolva szükségképpen új és új anyagtípusokkal találkozunk, amelyek kezdetben még mutathatnak ugyan valamilyen hasonlóságot kozmikus környezetünk anyagtípusával, ám előbb vagy utóbb ezek a hasonlóságok is elfogynak, s olyan típusokhoz érünk, amelyek semmiféle konkrét tulajdonságukban sem közösek az általunk ismert anyaggal, s ugyanígy egymással sincsen konkrét, közös tulajdonságuk. Amiben mégis hasonlóak, és így az „anyag" minősítésre alkalmasak maradnak, azok csak az „általános", „filozófiai" jellegű tulajdonságok. (Pl. teremthetetlenség, elpusztíthatatlanság, tér- és időbeliség, objektivitás stb.) E kép alapján, ha

[49] Vö.: *Konyecsnoje i beszkonyecsnoje*. 233-245. o.

[50] Vö. a második rész második fejezetének Meljuhinnal és Szvigyerszkijjel foglalkozó szakaszával. (130-133. o.)

[51] Vö. *Tér és idő*, illetve Szvigyerszkij másik két idézett műve

az általunk ismert anyagtípust A_1-el, a többi, tőle és egymástól is teljesen különböző anyagtípust A_i-vel ($_{1,2,3,4}$...) jelöljük; a konkrét tulajdonságokat T_{ij}-vel, az absztrakt, „filozófiai" anyagfogalmat F-el, ennek tulajdonságait pedig F_{Th}-val; a szóban forgó modellt vázlatosan a mellékelt ábra szerint szemléltethetjük.

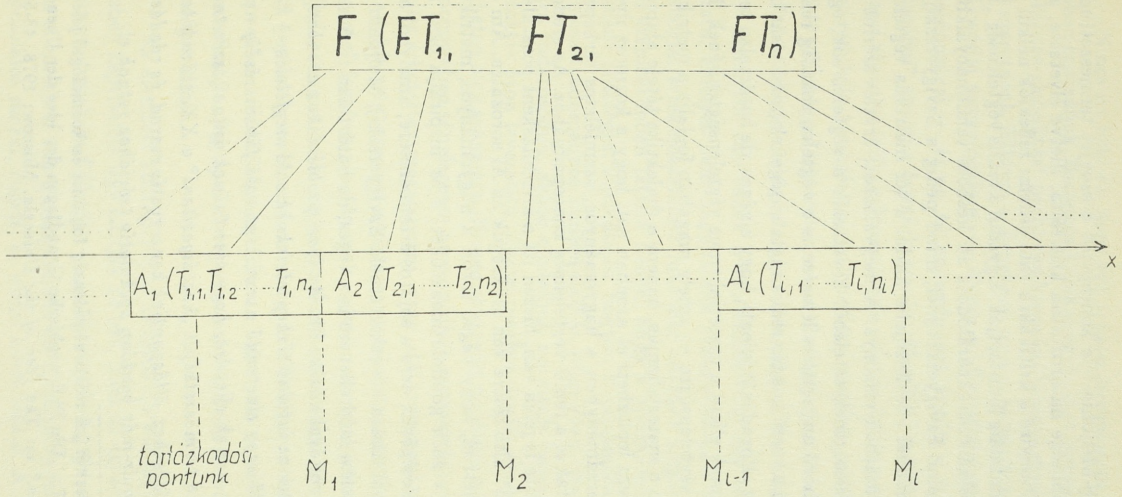
Az ábrán látható A_i tartományokon belül még szintén elképzelhetőek M_{i1}, M_{i2}, ... „átcsapási" pontok, ahol olyan A_i és A'_i anyagtípusok váltják föl egymást, amelyek bár eltérőek, tulajdonságaikban, mégsem teljesen diszkjunktak. Például a kozmikus környezetünkben található anyag gravitációs jellege elvben előbb megszűnhet, mint — mondjuk — az elektromágneses tulajdonsága. A *reális végtelenség* Szvigyerszkij-féle koncepciója alapján azonban előbb vagy utóbb mindenképpen léteznie kell egy olyan távolságnak, ahol az anyagnak minden környezetünkben tapasztalható és megismerhető, nem filozófiai jellegű tulajdonsága eltűnik, és más, általunk még soha nem tapasztalt tulajdonságoknak adja át helyét.
A reális végtelenség Szvigyerszkij értelmezésében az $A_1, A_2, ...A_i$... térbeli — s ha a koncepciót az időre is alkalmazzuk, időbeli — sorozattal, mint a kozmosz ténylegesnek, „reálisnak" föltételezett struktúrájával azonos.

E koncepció eredeti változatában Szvigyerszkij a „rossz végtelen" elkerülésére vezeti be az Ai sorozatot. Ennek az okoskodásnak a váza a következő:

1. A megismerés története során kiderült, hogy a világot csak a dialektikus materialista fölfogás írhatja le helyesen.
2. A „rossz végtelen" kozmikus realitása ezzel összeegyeztethetetlen.
3. A világegyetem végtelen.
4. Ha az anyag bármely nem filozófiai jellegű tulajdonsága végtelen kozmikus régióban volna érvényes, az rossz végtelen volna.
5. Konklúzió: 1-4. alapján az Ai végtelen sorozat létezik.[52]

Láthatjuk, hogy e gondolatmenetben kulcsfontosságú a világegyetem végtelenségének hagyományos értelemben vett értelmezése, amely mind Szvigyerszkij, mind pedig a reális végtelenség koncepcióját később elfogadó Meljuhin esetében a Riemann-féle szférikus tér, és ezzel a relativisztikus standard paradigma kereteiben megfogalmazott véges modellek végességének helytelen értelmezéséből következik.

[52] A *Tér és időben* ezt az érvelést, ezt a logikát találhatjuk meg.



$$\{T_{i,1}, T_{i,2} \ldots\ldots T_{i,n_i}\} \cap \{T_{j,1}, T_{j,2} \ldots\ldots T_{j,n_j}\} = \emptyset \quad , \quad ha \; i \neq j$$

M_l : a térbeli távolsággal bekövetkező „minőségi átcsapás" pontja

A Szvigyerszkij-Meljuhin-féle koncepciót a szovjet természettudósok és filozófusok többsége határozottan kritizálta, illetve elvetette, ám képviselőik azt — többnyire a kritikákra való érdemi reflexiók nélkül — változtatás nélkül mindmáig fönntartják. Egyedül a reális végtelenség „realitása" melletti érvelésük struktúrálódott át: későbbi tanulmányaikban mind Meljuhinnál, mind Szvigyerszkijnél, mind pedig a Szvigyerszkijjel együtt dolgozó Karminnál ellenkezőjébe fordul a tér metrikus végtelenségének és az Ai sorozatnak viszonya. A megváltozott érvelés szerint az anyag minőségi sokféleségének tételéből következik a végtelen sok, egymástól elvileg különböző anyagtípus létezése, s e végtelen sokaság realitása teszi szükségessé a kozmikus tér reális végtelenségének „realitását".[53] Ez implicite annak az elfogadását jelenti, hogy a véges, de határtalan terű modellek nem mondanak ellent a materializmus végtelenségtézisének, hiszen itt már a reális végtelenségre — amely magában foglalja a metrikus végtelenséget — nem a materializmus, hanem a dialektika tétele alapján következtetnek. Ez sem leplezheti el azonban azt, hogy a kozmosz ilyen leírásának hívei végeredményben a hagyományos, szemléletes térképzetekhez kötődve jutottak el a reális végtelenség koncepciójához. Az eredeti változatban ez explicite is jelen van, hiszen itt a kiindulásként posztulált metrikus végtelen „jó" kitöltésére van szükségük az Ai sorozatra. Ám az új változat sem fedheti el, hogy végső soron a hagyományos, metrikus végtelenség fogalma vezérli gondolatmenetüket, s ez inspirálja őket az anyag minőségi sokféleségének arra a sajátos értelmezésére, amelyből azután az Ai sorozat realitására következtetnek. Szvigyerszkij, Meljuhin és Karmin így az új érvelési mód ellenére is a véges, de határtalan terű modell nem szemléletes voltával küszködik. *Az igazi problémához azonban, a szemléletesség — illetve az intuitív térképzeteinknek való megfelelés — kritériumának követendő vagy elvetendő normaként való fölismeréséig nem sikerül eljutniuk. Így, annak ellenére, hogy szeretnének újítani, szeretnék a materialista filozófia természetképét „hozzáigazítani" a XX. századi természettudomány fejlődéséhez, álláspontjuk konzervatív marad, és ráadásul egy fölöttébb furcsa, már-már bántóan spekulatív teóriához jutnak el.*

[53] Vö. pl.: Szvigyerszkij: „A reális végtelenség fogalma és kozmológiai jelentősége."; Meljuhin, S. T.: „Die Philosophische Grundlagen der Idee der Unendlichkeit des Universums." in: *The Idea of the Universe*. Moscow: 1978. 48-54. o.

Nincs itt hely rá, hogy ezt a most bemutatott koncepciót részletesebben kritizáljuk. Bizonyos kritikát egyébként is megfogalmaztunk már a „lokalitás-globalitás" probléma kapcsán. Viszont részletesebb elemzés nélkül szeretnénk fölhívni a figyelmet arra a hierarchikus viszonyra, amely a filozófiai anyagfogalom, — illetve a „filozófiai értelemben" vett anyag tulajdonságai — és az Ai anyagtípusok között e modellben fönnáll. A „filozófiai" anyag a hozzá kapcsolt „filozófiai" tulajdonságokkal itt mint valami abszolut örök, változatlan és vitathatatlan szerepel a teljesen lokálisra redukált, konkrét anyagtípusokkal szemben, ahol a közvetítés alulról fölfelé teljességgel lehetetlen: ez az elméleti struktúra érdekes és elgondolkodtató tudásszociológiai megfontolásokra adhat alkalmat!

Ezen túl van ennek a modellnek még egy említésre méltó mozzanata, amelyet nem hagyhatunk reflexió nélkül: éppen a világnézeti-ideológiai értékmozzanatok már-már abszurd szeparálódása következtében szembetűnően látszik benne, hogy a világnézeti mozzanatokat tartalmazó ontológiai kijelentések hogyan funkcionálhatnak normákként a természettudományos elméletalkotás irányában. Ha ez képviselőik számára tudatosodna, akkor modelljük normatív jellegű posztulátumokból deduktív úton levezetett, illetve megkonstruált elméleti rendszerként jelenhetne meg számukra. Hiszen az anyag minőségi sokféleségének tétele e koncepcióban ténylegesen az empirikus tapasztalat előtti *norma*, amelyet elvileg lehetetlen megalapozni, vagy alátámasztani az empíria oldaláról: az a sokféleség, amelyet a világegyetemben tapasztalhatunk, a „reális végtelenség" fogalma alapján csak egyetlen anyagtípuson, az általunk ismert fizikai anyagon belül megmutatkozó sokféleség, míg a „reális végtelenség" fogalmához elvezető minőségi sokféleség koncepciója éppen az ettől alapvetően különböző, empirikusan soha nem tapasztalt, és soha nem tapasztalható anyagtípusok végtelen sokaságának létezését és minőségi sokféleségét állítja.

Az elemzett koncepcióban kirajzolódó világegyetem-modell — miközben képviselőik úgy állítják be azt, mint az egyedül lehetséges dialektikus materialista fölfogást — spekulatív-deduktív jellegének következtében ellentétben van a materialista és dialektikus természetértelmezéssel kapcsolatos marxi, engelsi és lenini intenciókkal. A modellben magában

megalkotóinak módszertana jelenik meg a világegyetem szerkezeti sajátosságaként: ahogyan módszertanukban a filozófiai-világnézeti jellegű kijelentések és tételek a régi, spekulatív metafizika és természetfilozófia kiinduló tételeihez hasonló státusszal rendelkeznek, mint megingathatatlanok és önmagukban teljes értékűek, és mint amelyekből deduktív úton levezethető a kozmosz részletes szerkezete, úgy „lebegnek" a végtelen és örök érvényességű, absztrakt filozófiai tulajdonságok az anyag eleve végesnek tételezett többi tulajdonsága fölött — még pedig oly módon, hogy közvetítés közöttük csak fölülről lefelé lehetséges, és alulról fölfelé sohasem...

2.3. A standard paradigma idealista-burzsoá elméletként történő interpretálása II. Bitsakis álláspontja.

Azt várnánk, hogy a standard kozmológiai paradigma konzervatív, a „burzsoá elmélet" minősítéssel operáló elutasítása a nyolcvanas évekre teljesen elveszítette szalonképességét. Ám ez mégsem így van. A nyolcvanas évek elején az ismert görög tudományfilozófus, *Bitsakis* újból e konzervatív megközelítés jegyében elemezte a modern kozmológiát.[54] A térbeli végtelenséggel kapcsolatos Bitsakis-féle álláspontot már korábban ismertettük és kritizáltuk. Ennek során láthattuk, hogy Bitsakis stratégiája részben azonos az előbb tárgyalt szerzők által követett stratégiával: az ő álláspontjára is a véges és határtalan, Riemann-féle tér valódi természetének helytelen értelmezése jellemző, s ő is a relativisztikus modellek lokalizálásával keresi a kiutat az ebből keletkező dilemmából. Lényeges különbség azonban, hogy Bitsakis akkor bírálja újból ily módon a modern kozmológiát, amikorra már ez az álláspont a marxista filozófia képviselői között is háttérbe szorult, és — különösen a Szovjetunióban — kimondottan ezzel ellentétes álláspontok fogalmazódtak meg. Bitsakis egyszerűen a régi formulákat ismétli kategorikus kijelentések formájában, mint „autentikusan" materialista, marxista álláspontot. A kozmológiával foglalkozó tanulmányában — illetve utóbbi könyvének megfelelő fejezetében — furcsa módon nem reflektál az övétől eltérő marxista igényű álláspontokra. Önkéntelenül is fölvetődik a kérdés: ha nem ismeri a téma marxista irodalmát, milyen alapon lép föl a marxista filozófia nevében? Ha pedig

[54] Bitsakis, E.: „Tudomány és ideológia a kozmológiában." *Magyar Filozófiai Szemle*, 1983/1. 19-35. o.

ismeri és ennek ellenére sem reflektál az övétől eltérő véleményekre, ez még inkább elgondolkodtató...

A tudományelméleti és a természettudományos alapok zavarossága és a szakirodalom ismeretének hiánya — vagy annak elhanyagolása — következtében a tanulmány kontextusában Bitsakis egyébként önmagában helyes befejező gondolata is hamisan cseng. E befejező gondolat szerint a természettudomány sohasem döntheti el, hogy véges-e vagy végtelen a világegyetem. Bitsakisnak ebben természetesen igaza van. Ám e tézisből még nem következik az, hogy a véges és határtalan modellek idealisták, mint ahogyan ezt Bitsakis állítja. Bitsakis számára ugyanúgy nem válik világossá, mint ahogyan nem vált azzá Szvigyerszkij és Meljuhin számára sem, hogy e modellek nem szemléletes, — természetes, intuitív térszemléletünknek ellentmondó — volta az, ami igazán zavarja őt. Ám az, hogy tényleg erről van szó, explicit módon is megjelenik tanulmányában, amikor több ízben használja a „fölfoghatatlan" jelzőt a modern kozmológia különböző elképzeléseivel kapcsolatosan.[55] Ennek ellenére távol marad attól, hogy fölismerje: az intuitív térszemléletünknek való megfelelés értelmében vett fölfoghatóság kritériuma olyan metodológiai jellegű értékmozzanat, amelynek tudatos vállalása vagy elutasítása fontos elméletalkotó és elméletkiválasztó tényező lehet. Így azt sem ismerheti föl, hogy a standard paradigma véges, de határtalan modelljeinek konzekvens elfogadása vagy elutasítása végeredményben attól függ, hogy miképpen viszonyulunk ehhez a kritériumhoz, illetve miképpen viszonyítjuk azt olyan más metodológiai elvekhez, mint amilyen például az Ockham-borotva elve. *Ugyanígy az sem derül ki Bitsakis cikkéből, hogy a világegyetem végtelenségének vagy végességének kérdésére nemcsak a természettudomány, hanem a filozófia sem képes demonstratív választ adni: a világegyetem végtelenségét a filozófia is csak legfeljebb posztulálhatja — ám azt sohasem „bizonyíthatja" be.*

[55] „...a két eljárás, a matematikai és az asztrofizikai, kölcsönösen kiegészítik egymást, éspedig teljesen önkényes, sőt *fölfoghatatlan* idealizációk és posztulátumok árán." (id. mű: 26. o.); „Tehát az általunk elemzett hipotézis szerint, az univerzum egy végtelen anyagsűrűségű kezdeti „szingularitás" robbanásából született. Mondottuk már: ez a hipotézis önkényes és *fölfoghatatlan*." (u.o.: 27. o. Kiemelés mindkét esetben: Sz. L.)

2.4. A standard paradigma idealista elméletként történő értékelésének kritikája. Naan és Zelmanov inhomogén világegyetem-modelljei

A Szvigyerszkij-Meljuhin-féle konzervatív állásponttal ellentétes megközelítési mód középpontjában a szovjet filozófiában annak fölismerése áll, hogy a Riemann-féle tér szférikus végessége nem mond föltétlenül ellent az anyagi világ végtelenségére vonatkozó materialista tételnek, hiszen ebben az anyagi létezés egyedi, kizárólagos voltáról — azaz határtalanságáról — van szó, s a szférikus modell teljesíti ezt a követelményt. Ennek az álláspontnak első határozott megfogalmazója G. I. *Naan* volt, aki már a relativitáselmélettel kapcsolatos vitában is pozitív szerepet játszott.[56] A Naan féle álláspont napjainkra a szovjet filozófián belül dominánssá vált, s azt képviseli többek között *Bazsenov*,[57] *Csudinov*,[58] *Fedcsenko*,[59] *Nucubidze*,[60] *Sklovszkij*,[61] *Turszunov*[62], *Zelmanov*.[63] Ez a fölfogás természetesen nem korlátozódott a szovjetunióbeli szellemi-tudományos közéletre, s így például megtalálható az NSZK-beli, marxista világnézetű Spickermann *Kozmológia és a teremtés legendája* című könyvében is.[64]

---

[56] Naan, G. I.: „O beszkonyecsnosztyi Vszelennoj." *Voproszü Filoszofii*, 1961/6. 93-105. o.; uő: „A Világegyetem végtelenségéről." *Tájékoztató* (Müv. Min.) 1962/5. 53-73. o.

[57] Bazsenov, L. B.— Nucubidze, N. N.: „A világegyetem végtelensége körüli vitához." in: *Végtelenség és világegyetem*. 143-151. o.

[58] Csudinov, J. M.: „Obcsaja tyeorija otnoszityelnosztyi i prosztransztvovremennaja sztruktura Vszelennoj." *Voproszü Filoszofii*, 1967/3. 65-75. o. Csudinov, J. M.: „A világegyetem végtelenségének problémája a relativisztikus kozmológiában a logika szemszögéből." in: *Végtelenség és világegyetem*. 201-240. o.

[59] Fedcsenko, N. A.: „Az anyagi világ végtelenségének kérdéséhez." in: *Végtelenség és Világegyetem*. 294-299. o.

[60] Bazsenov— Nucubidze: id. mű.

[61] Sklovszkij, I. Sz.: *Világegyetem, anyag, értelem*. Bp: 1976., 133. o.

[62] Turszunov, Akbar: „Osznovanija koszmologyiji. Opit gnoszeologyicseszkoj rekonsztrukciji." *Voproszü Filoszofii*, 1976/4.és uő: „Konceptualnaja i mirovozzrenyiszkije osznovanija koszmologyiji: igyeja Vszelennoj." *Voproszü Filoszofii*, 1978/6. 112-124.o.; uő.: *Osznovanija koszmologyiji*. Moszkva: Müszl, 1979.

[63] Zelmanov, A. L.: „Az anyagi világ sokfélesége és a Világegyetem végtelenségének problémája." in: *Végtelenség és Világegyetem*. 300-355. o.

[64] Spickermann, W.: *Kosmologie und die Legende vom Schöpfungsakt*. Berlin: Akademie-Verlag, 1978. 95. o.

Ha a metrikusan véges, ám határtalan világegyetem eszméjét összeegyeztethetőnek tartjuk a materializmussal, az időbeli szingularitást pedig mint a kozmosz fejlődésében jelentkező minőségileg új periódus kezdetét értelmezzük, a modern relativisztikus kozmológia standard elméletének dezantropomorf, materialista igényű interpretációjával kapcsolatos legalapvetőbb problémák megszűnnek. Természetesen ehhez az kell, hogy az intuitív tér- és időképzeteinknek való megfelelés értelmében vett szemléletesség kritériumát elejtsük, s azt a modern fizika szellemének megfelelően ne használjuk az elméleti konstrukciók közötti választásban (illetve a matematikai apparátusok fizikai interpretációjakor) követendő normaként. Az előbb említett szovjet kutatók által képviselt álláspont lényege végül éppen abban ragadható meg, hogy függetlenedett ettől a kritériumtól, s elfogadta az e kritérium nélkül dolgozó XX. századi fizika gondolkodásmódját.

Úgy tűnik azonban, hogy a szóban forgó kritérium föladása e szerzőknél sem tudatosan történt: mintha egyszerűen csak arról volna szó náluk, hogy mélyebb reflexió és elemzés nélkül elfogadták a modern fizika nem szemléletes kategóriáit és teoretikus elképzeléseit. Ezt azért gondoljuk így, mert az interpretációs probléma fönti megszüntetése ellenére ezen álláspont képviselői között is népszerűek maradtak az olyan spekulatív modellek, amelyek egyértelműen sértik az ad hoc hipotézisektől való tartózkodás — illetve az Ockham-borotva — elvét. Igaz, ezek a spekulatív modellek az ő esetükben, annak következtében, hogy motivációjuk már nem az idealistának tekintett elmélet „materialista meghaladása", gyökeresen eltérnek a Szvigyerszkij-Meljuhin-féle konstrukciótól: sokkal inkább tekinthetőek a természettudományos megismerés szférájába tartozó merész — esetleg „túl merész" — hipotéziseknek, mint ideológiai kényszerből született konstrukcióknak. Ez mindenekelőtt abban fejeződik ki, hogy erősen építenek a természettudományos ismeretekre, és részben éppen a természettudományos kutatás, illetve elméletalkotás során fölvetődő kérdésekre próbálnak meg választ adni. (Ezzel az utóbbi tényezővel magyarázható egyébként, hogy ezekkel az elméletekkel rokon elképzelésekkel eltérő szellemi-kulturális közegben dolgozó kozmológusok esetében is találkozhatunk.) Az itt jellemzett álláspontok, illetve kozmológiai modellek két legfontosabbika a már ismertetett Zelmanov-féle inhomogén

univerzum, és a Naan-féle világok–antivilágok hipotézis.[65] A kozmológiával foglalkozó szovjet filozófusok többsége ma e két modell valamelyikét részesíti előnyben a Szvigyerszkij-Meljuhin-féle elképzeléssel szemben.

A Naan-féle világok elmélete[66] s a Zelmanov-féle inhomogén modellek[67]. tehát nemcsak abban közösek, hogy szemben állnak a Bruno-Wundt-féle kritériummal, hanem abban is, hogy nem követik az Ockham-borotva elvét sem. Az Ockham-borotva szempontjából két negatív tulajdonságuk említhető meg: egyrészt fölöslegesen bonyolítják a világegyetem leírását, másrészt pedig a Szvigyerszkij-Meljuhin-féle modellhez hasonlóan empirikus alapok nélkül föltételezik olyan kozmikus régiók létezését, amelyek, ha reálisan léteznek is: vagy elvileg elérhetetlenek, vagy pedig csak nagyon nehezen, további önkényes hipotézisek segítségével tehetőek elvileg elérhetőekké az empirikus kozmológiai kutatás számára. (Sőt, ha még ez az utóbbi eset állna fönn is, a gyakorlati elérhetőség messze nem párosulna ezzel az önkényes hipotézisek segítségével megkonstruált elvi elérhetőséggel!) Így Meljuhin és Szvigyerszkij nézeteinek kritikusai végül olyan modellekhez jutnak el, amelyek a bennük található spekulatív, önkényes mozzanatok következtében rokonok az általuk bírált szerzők elméletével — jóllehet spekulatív jellegükben jóval szolidabbak annál. *Ami mégis Naan és Zelmanov előnyére válik az az, hogy jobban kapcsolódnak a konkrét természettudományos ismeretekhez és elméletekhez, s ennek következtében modelljeik formájukban és jellegükben tekinthetőek úgy, mint merész természettudományos hipotézisek.* Ha viszont túllépünk ezen az értelmezésen, s az anti-metagalaxisokról, vagy az inhomogén világegyetemről dogmatikusan, kategorikus kijelentések formájában beszélünk, eltűnik ez az előny. S különösen eltűnik akkor, ha akár az egyik, akár a másik modell realitása mellett a dialektika elveire hivatkozva próbálunk meg érvelni, s például a minőségi sokféleség elvéből az inhomogén világegyetem, vagy az ellentmondás elvéből legalább egy „anti-metagalaxis" szükségszerű — vagy erősen valószínű — létezésére következtetünk. Ebből a szempontból nagyon tanulságos G. M. *Idlisz* monográfiája, amelyben Naan és Zelmanov elképzelései — éppen az affirmatív, kategorikus

[65] Pl.: Zelmanov: id. mű.; Naan, G. I.: „Szimmetricseszkaja Vszelennaja." *Publikaciji Tarturszkoj Asztronomicseszkoj Obszervatorii.* AN ESzSzR. 34. (1964) 423-444. o.

[66] Naan: id. mű.

[67] Zelmanov: id. mű.

tárgyalásmód következtében — teljesen a Szvigyerszkij-Meljuhin-féle modellhez hasonló spekulációba fordulnak át.[68] Idlisz spekulatív tárgyalási módját azután különösen karikaturisztikussá teszi, hogy spekulatív kozmológiai elképzelései alapján olyan új, a természettudományos kozmológiában most kibontakozó tudományos forradalomról értekezik, amely szerinte jelentőségében a kopernikuszi és az einsteini fordulattal mérhető össze, ám amelynek a legkisebb jele sincsen a kozmológiai kutatás mai gyakorlatában.[69]

Mi lehet az oka annak, hogy a Szvigyerszkij- és Meljuhin-féle koncepció ezen ellenpólusa is végül a spekulatív elméleteknél köt ki? A mélyben rejlő ok véleményünk szerint az, hogy e szerzők sem tisztázták a természettudományos kozmológia ismeretelméleti státuszát, és nem elemezték a szubjektív és az objektív mozzanatok sajátos szerepét, korrelációját a kozmológiai — s általában a természettudományos — elméletalkotásban. *Így tisztázatlan* — vagy legalábbis reflexió nélküli — *marad számukra a logikailag-matematikailag lehetséges kozmológiai modellek gazdag tárháza és a természettudományos megismerés értelmében vett realitás viszonya.* Úgy tűnik, mintha nem vált volna világossá e kutatók számára az sem, hogy a spekulatív fantázia szabad szárnyalása révén keletkezett elméletek jelentős része nem azért elfogadhatatlan a természettudományos megismerés számára, mert eleve kizárt az, hogy a realitást, vagy a „világot" ezen elméletek valamelyike helyesen írja le, hanem mert nem tesznek eleget e megismerési típus módszertani kritériumainak. A természettudományos megismerés differencia specifikáját ugyanis módszertana adja: egy természettudományos elméletet az tesz természettudományos elméletté, hogy megfelel bizonyos módszertani kritériumoknak. Ilyen módszertani kritériumok az elvi tesztelhetőség; a prediktív és a magyarázó erő; az elmélet fogalmainak a logika és a magyarázó erő szempontjából konzisztens rendszere; a fölösleges fogalmaktól és az ad hoc hipotézisektől való tartózkodás — illetve az Ockham-borotva — elve; a már korábban kialakult és elfogadott természettudományos elméletekkel való koherencia; az egyszerűség és a gondolati szépség; stb. Természetesen ezek a kritériumok egzaktan nem definiálhatóak, s így a vad, „tudománytalan", önkényes fantáziálás és a tudományos hipotézisek közötti határvonal elmosódott: létezik

[68] Idlisz, G. M.: *Revoljuciji asztronomiji, fizike i koszmologyiji.* Moszkva: Nauka, 1985. 60-71. o.

[69] Uo. 72-74. o.

egy tartomány, amelyen belül nehéz eldönteni, hogy egy-egy teóriát hová soroljunk. *Ám e tartománytól eltekintve az újkorí természettudományos megismerés egy-egy időbeli stádiumában van értelme a spekulatív fantázia és a tudományos elmélet közötti különbségtételnek, s ez éppen a fönti, és a föntiekhez hasonló metodológiai kritériumok alapján lehetséges.* Egy teljesen extrém példával élve: a kozmikus eseményhorizonton kívüli kozmikus régiókban föltételezhetnénk akár nem fizikai, kísértetszerű lényeket is. Egy ilyen föltételezés nem azért nem fog megfelelni a természettudományos hipotézis követelményeinek, mert valamilyen garanciákkal rendelkezünk arra, hogy ilyenek létezése kizárt: miért ne lehetne a kozmosz realitása olyan, hogy ezek létezzenek? Ez a föltételezés *a metodológiai kritériumok következtében* nem minősülhet tudományos hipotézisnek, ugyanis

a.) elvileg tesztelhetetlen;

b.) nem növeli az elmélet magyarázó erejét, s ugyanígy prediktív erejét sem;

c.) fölöslegesen növeli az elméletbe bevezetett fogalmak, illetve teoretikus entitások számát;

d.) nem tesz eleget a koherencia követelményének;

e.) bár logikai inkonzisztenciához nem vezet, de a fogalmi rendszert a magyarázó erő szempontjából inkonzisztenssé teszi, hiszen ilyen természetű entitások nem szerepeltek eddig a természettudományos elméletekben, hanem antropomorf voltuk miatt „metafizikai" entitásoknak számítottak.

Előző példánk talán túl primitívnek tűnik, amely nem érdemelné meg az általunk nyújtott részletezést. Ám e primitivitás tudatában foglalkoztunk vele ilyen részletesen. Ugyanis az előbbiek birtokában rögtön föltehetjük a kritikus kérdést: mennyiben különbözik a Meljuhin és Szvigyerszkij által föltételezett nem gravitáló anyag ismeretelméleti státusza a példánkban szereplő szellemi lények státuszától? És az is talán világossá válhat e példa segítségével, hogy miért tűnik Naan és Zelmanov elmélete kevésbé spekulatívnak, mint a Szvigyerszkij-Meljuhin-féle, s miért tárgyalható már merész természettudományos hipotézisként az előbbivel szemben: mert a mai természettudományos kozmológia fogalmi rendszerére alapozottak, s nem sértik — vagy csak kis mértékben sértik — a koherencia és a fogalmi konzisztencia kritériumát. Viszont az a.)-ban, a

b.)-ben s a c.)-ben megfogalmazott ellenvetések ezekkel a teóriákkal szemben is érvényesek maradnak.

A természettudományos megismerés tradicionális kritériumai között ott szerepel a magyarázó erő fogalmához kapcsolódva az általunk Bruno-Wundt-féle kritériumnak nevezett elv is. A modern kozmológiának — s általában a modern fizikának — egyik fontos sajátossága, hogy az Ockham-borotvával, a prediktív és kalkulatív erővel, valamint a matematizálhatósággal és a gondolati szépséggel kapcsolatos kritériumok szembekerültek az intuitív képzeteinknek, szemléletünknek való megfelelés kritériumával: ezen utóbbi kritérium követése csak az előbbiek sérülésével lehetséges. Sem Naan, sem pedig Zelmanov nem reflektál ezekre az összefüggésekre, s így preferálnak végül olyan elméleteket, amelyek egyformán sértik a fönti kritériumok mindegyikét. A megfelelő metodológiai-ismeretelméleti reflexió segítségével ugyanis fölismerhetővé válhatott volna számukra, hogy a Szvigyerszkij-Meljuhin-féle fölfogással ellentétes attitűdjük ellenére közösek e szerzőkkel abban, hogy maguk is a spekulatív természetfilozófiát folytatják tovább.

Természetesen rögtön fölvetődik a kérdés, hogy meghaladhatja-e egyáltalán a természettudományos kozmológia ezt a természetfilozófiát? Amennyiben ezen a meghaladáson a minden spekulatív és a priori föltevéstől mentes elmélet lehetőségét értjük, akkor a válasz: nem. Ám a tradicionális természetfilozófián abban az értelemben mégiscsak túllépheünk, hogy tartózkodunk az olyan kozmológiai fantáziáktól, amely egyszerre túl sok ponton, s túl egyértelműen sérti a természettudományos megismerés általánosan követett módszertani kritériumait.

3. A modern természettudományos kozmológia dezantropomorf, racionalista értékelésének lehetőségei

3.1. A standard paradigma dezantropomorf, dialektikus interpretációja

Láthattuk korábban, hogy a standard paradigma annak ellenére sem tekinthető vallásos, vagy „idealista" elméletnek, hogy benne véges, és a világegyetem történetének kezdeteként is értelmezhető időbeli szingularitást tartalmazó modelleket alkothatunk. Ebből a megállapításból tautológikusan következik, hogy a paradigmának lehetséges dezantropomorf interpretációja is. Ám egyből föltehetjük a kérdést: vajon azon túl, hogy értelmezhető dezantropomorf módon, beilleszthető-e egy ilyen elmélet a racionalista természetképbe, illetve általában: a racionalista világértelmezés kereteibe? Abból a dolgozatunk korábbi részében nyújtott elemzésből, amelyet az általunk Bruno-Wundt-féle kritériumnak nevezett elvről adtunk, kiderül, hogy erre a kérdésre csak föltételesen válaszolhatunk. Amennyiben azonban lemondunk erről a kritériumról, és egy világleírást akkor is racionálisnak fogadunk el, ha ezt a kritériumot nem teljesíti, úgy a föltett kérdésre igennel válaszolhatunk, s elhárulhatnak a standard paradigma racionalista értelmezésének akadályai. Ha ugyanis a Bruno-Wundt-kritériumot föladjuk, s ezen túl még az időbeli szingularitást — azaz a „big bang" első pillanatát — sem tekintjük abszolut kezdetnek, hanem csak egy új fázis kezdetének a világegyetem evolúciójában,[70] fölvázolhatunk egy olyan absztrakt-filozófiai világegyetem-képet, amely egyrészt eleget tesz a dezantropomorf és racionalista természetleírás igényeinek, másrészt pedig összhangban van a standard paradigma által nyújtott világegyetem-képpel. Az így konstruálható modell ugyanakkor számos olyan tulajdonsággal is rendelkezik, amely értelmezhető a világ dialektikus természetének megjelenéseként, s így a dialektikus világfölfogás számára is kedvező.

[70] Mint ahogyan erre már az első részben utaltunk, a kozmológiai egyenletből, illetve a mai expanzió visszavetítéséből kapott múltbeli végtelen sűrűséget és a hozzá tartozó időpontot metodológiai értékválasztásunktól és filozófiai-világnézeti beállítódásunktól függően egyaránt tekinthetjük abszolut kezdetnek, vagy egy új fejlődési fázis relatív kezdetének a világegyetem történetében.

E világegyetem-képnek legfontosabb mozzanatai a következőek:

1. A világegyetem nem a végtelen, eukleidészi térben elhelyezkedő végtelen anyagmennyiség, hanem az anyagi jelenségek metrikusan véges, vagy végtelen — de mindenképpen határtalan — tér- és időbeli totalitása.

2. A világ materiális egységessége nemcsak a létezők fizikai egyneműségében valósul meg ebben a modellben, hanem ezek összessége a kozmológiai dimenzióban is szerves rendszert alkot, amelyen belül minden rész minden résszel, s minden rész az egésszel összefügg.

3. A permanens változás folyamata nemcsak kisebb-nagyobb, de végeredményben lokális szerveződésekre érvényes, hanem az univerzumra mint egészre is. Szemben a XIX. századi, végtelen modellel, amely a világegyetem egészére csak egy állapotot ismer, azaz a világ örökkévalóságának újkori eszméjét a jelen állapot múltba és jövőbe történő kivetítésével realizálja, ebben az értelmezésben az univerzumnak olyan állapotai is léteztek, amelyekben az anyag konkrét megjelenése és a világegyetem térszerkezete gyökeresen különbözött a maitól. (A mai állapotra bevezethetjük például a „csillagállapot", az ősrobbanás időszakára pedig a „forró univerzum állapota" elnevezést.)

4. Mivel e leírás szerint nemcsak a világegyetem alrendszerei, hanem maga az egész világegyetem is történeti, a termodinamikai kezdet problémája automatikusan megoldódik. Eszerint a mai, viszonylag kis entrópiájú állapot a múltbéli forró, nagysűrűségű állapot maradványa, amely egy korábbi, számunkra ismeretlen állapotból keletkezett az univerzum evolúciójában történt „minőségi átcsapás"-sal. Így ha természettudományos szempontból el is jutunk a $t=0$ időpontig, ezen értelmezésben az nem abszolut kezdet, hanem természetes magyarázatot kapunk rá: mivel empirikus ismereteink a világegyetem fejlődésének abból a stádiumából származnak, amelyben élünk, a világegyetem 3. pontban jelzett sajátossága miatt ezek múltbeli extrapolálhatóságának szükségképpen végesnek kell lennie.

A most bemutatott koncepció előföltételezi a *Bruno-Windt-féle kritérium* föladását. De vajon összeegyeztethető-e a dezantropomorfizáló-racionalista tradícióval ennek elvetése? Figyelembe véve a XX. századi fizika szellemét, pragmatikus szempontból célszerű igennel válaszolni erre a kérdésre, mert ellenkező esetben az ilyen világfölfogás iránti igény nemcsak a standard kozmológiai paradigmával, hanem a kvantummechanika

és a relativitáselmélet általánosan elterjedt interpretációjával is szembekerül. Ám megfogalmazhatóak-e a pragmatikus megfontolásokon túl elvi érvek is? A válasz erre az, hogy amennyiben a dezantropomorf-racionalista világfölfogást a dialektikus világértelmezéssel kapcsoljuk össze, igen. A modern fizika és a modern kozmológia ugyanis a természet olyan szféráiba hatolt be, illetve olyan régióit vette vizsgálat alá, ahol a méretek jelentősen eltérnek azoktól a dimenzióktól, amelyek között mindennapi életünket éljük.[71] A dezantropomorf-racionalista, illetve a természettudományos világkép szerint megismerőképességünk — és ennek részeként intuitív képzeteink és fogalmaink — a biológiai, valamint a társadalmi evolúció során alakult ki hosszú évmilliók során. Mivel környezetünkkel való kapcsolatunk a méterek világához kötődött, s csak a XX. századi természettudományos megismerésben került az emberiség kontaktusba a mikrofizikai és a kozmológiai méretek birodalmával, egy ilyen ismeretelméleti koncepció alapján szükségszerűnek tűnhet az, hogy szemléletünk a méterek világában fönnálló viszonyok által determinált. Abban az esetben pedig, ha a dialektika elvei alapján közelítünk a közvetlenül tapasztalható világ méreteitől jelentősen eltérő dimenziójú mikrofizikai és kozmológiai tartományokhoz, a mennyiségi és minőségi változások összefüggésének elve alapján szintén természetesnek tűnhet, hogy ezekben a más méretekben egyben más viszonyok is uralkodnak, mint a számunkra közvetlenül tapasztalható, „megélhető" világban. Így, ha a dialektikus és a dezantropomorf világfölfogás alapelveit összekapcsoljuk, magyarázatot kaphatunk arra, hogy a mikrofizikai és a kozmológiai jelenségekről szerzett ismereteinkben miért vész el a szemléletesség. Sőt: ez mint szükségszerű folyamat jelenhet meg számunkra.

Ezt a fönti, igen meggyőzőnek tűnő gondolatmenetet elfogadva nemcsak föladható, hanem egyenesen *föladandó* a Bruno-Wundt-féle kritérium, mint egy gondolkodástörténetileg jelentős, de végeredményben mégiscsak naiv és idejét múlt eszme. Ám rögtön *megkérdezhető* ezen gondolatmenettel és érveléssel szemben, hogy a különböző szférákban uralkodó különböző viszonyok létezése érinthet-e olyan alapvető kategóriákat, mint *tér* és *idő*, *determinizmus*, *okság* és *egyértelműség*? Vajon például a milliárdnyi fényévek létezése elfogadhatóvá tehet-e olyan — legalábbis

[71] Vö. pl.: Zelmanov: „Az anyagi világ sokfélesége..." 306-307. o.

mindennapi gondolkodásunk és intuitív térképzetünk számára — *abszurd* elképzeléseket, mint a véges, de határtalan, háromdimenziós tér fizikai realitása? Vajon nem süllyesztettük-e le a dialektikát ebben az érvelésben olyan eszközzé, amelynek segítségével azt próbáljuk meg önmagunk előtt elleplezni, hogy — a *credo quia absurdum est* tételét elfogadva — *a modern kor Tertullianusaivá* váltunk?

3.2. A standard paradigma elutasítása a racionalista igényű világfölfogás kontextusában a Bruno-Wundt-féle kritérium alapján

Ha a „racionális" fogalmát a modern természettudomány kalkulatív racionalizmusa értelmében vesszük, előző fejezetünk befejező kérdésére tagadó válasz adandó. Ha viszont a „racionális" fogalmához a Bruno-Wundt-féle kritériumnak való megfelelést is hozzáértjük, igenlően kell válaszolnunk. Ebben az esetben a standard paradigmát legföljebb csak dezantropomorf elméletként minősíthetjük, de semmiképpen sem „racionális"-ként.

A Bruno-Wundt-féle elvet a XX. századi természettudományra is érvényesnek tekintve, a kozmikus végtelenség új típusú megoldásának, a véges, de határtalan világegyetem eszméjének elfogadása lehetetlenné válik. Ezt az utat konzekvensen azonban csak akkor választhatjuk, ha egyben az egész standard paradigmát is elvetjük, hiszen ennek alapján a véges, de határtalan modell lehetséges, s ugyanakkor az a beágyazhatatlansági tétel miatt nem lokalizálható, nem tehető az eukleidészi értelemben végtelen világegyetem véges alrendszerévé. A negatív görbületű, végtelen világegyetem pedig szintén ellentétes intuitív térszemléletünkkel, és így a Bruno-Wundt-féle kritérium ezt is kizárná a racionálisnak tekinthető elméletek közül. Az a megoldás pedig, amely a standard paradigma kritikus sűrűségű, eukleidészi modelljét választaná a fönti kritérium alapján, fölöttébb zavaros és eklektikus eljárás volna, hiszen a standard paradigmával eleve elfogadjuk annak a lehetőségét, hogy a világegyetem tere nem eukleidészi is lehet, s az, hogy ez konkrétan ilyen-e, vagy sem, az elmélet kontextusában már esetleges ténnyé válik. Azaz, a standard paradigma elfogadása már eleve a Bruno-Wundt-féle kritérium elvetését jelenti, s ezért ezt a kritériumot ezen a paradigmán belül alkalmazni: abszurditás.

A Bruno-Wundt-féle kritérium konzekvens vállalása tehát szükségképpen valamilyen nem standard, nem relativisztikus kozmológiát indukál. Mivel ilyen kozmológiák a riválisa természettudományos elméletek között már léteznek, ez nemcsak tudományelméleti, hanem természettudományos szempontból nézve sem tekinthető lehetetlen követelménynek. Ugyanakkor magától a XX. századi fizikai tradíciótól sem teljesen idegen ilyen jellegű metateoretikus kritériumok alkalmazása.

Annak illusztrálására, hogy a fizika huszadik századi történetében permanensen jelen vannak a Bruno-Wundt-féle elvhez hasonló metakritériumok, elsőként a fizikai elméletekkel kapcsolatos einsteini attitűdre hivatkozhatunk. Köztudott, hogy Einstein éppen a tudományos elméletalkotással és világleírással szemben megfogalmazott metakritérium alapján vetette el a kvantummechanika koppenhágai interpretációját.[72] Maga a determinizmus követelménye — *„Isten nem kockajátékos"* — az újkori racionalizmus és az újkori természettudományos megismerés egyik fontos tradicionális elve, amely tekinthető a Bruno-Wundt-féle kritérium specifikus változatának, „alesetének". Einstein ezen attitűdjének lényege éppen az, hogy benne a világ struktúrájára vonatkozó „prefizikai" elvek szembesülnek kritikailag a fizikai elmélet *matematikai-kalkulatív* rendszerével, és ebben a konfrontációban egyértelműen a *prefizikai* megfontolások kapnak prioritást. Kevésbé ismert, de tartalmilag igen hasonló Einstein első reflexiója Lemaître expandáló modelljére: *„Az ön számításai korrektek, ám az ön fizikai belátóképessége szörnyűséges"* — minősítette állítólag Einstein Lemaître eredményét 1927-ben.[73] Einsteinnek ez a reflexiója egyben magyarázatot ad arra is, hogy fizikai szempontból miért nem tért vissza Fridman megoldásaira azután, hogy elismerte ezek matematikai korrektségét: egyszerűen nem tulajdonított fizikai jelentőséget nekik.[74] Ebben az

---

[72] Vö. pl.: Heisenberg, W.: *A rész és az egész.* Bp.: Gondolat, 1983. 88-97. o.; Einstein, A.: „Bemerkungen zu in diesem Bande vereignigten Arbeiten." in: Schilpp, A. P.: *Albert Einstein als Philosoph und Naturforscher.* Stuttgart: Kohlhammer Verlag, 1949.

[73] Idézi Deprit, André: „Georges Lemaître." 370. o., in: Berger, A. (ed.): *The Big Bang and Georges Lemaître.* Dordrecht: Reidel, 1984. 363-389. o.

[74] Einstein Fridman első tanulmányában matematikai hibát vélt fölfedezni. Fridman erre egy Einsteinhez eljutatott levéllel válaszolt, amely alapján Einstein elismerte, hogy ő tévedett. Ennek ellenére Fridman tanulmánya feledésbe merült, illetve ismeretlen maradt egészen addig, amíg — elsősorban Eddington hatására

einsteini reflexióban szintén egy előzetes teoretikus megfontolás — konkrétan: a statikus világegyetem melletti teoretikus elkötelezettség — került szembe a matematikai-kalkulatív rendszerből következő teoretikus lehetőséggel. Figyelemre méltó, hogy itt Einstein — a mai kozmológiában általánosan elterjedt szemlélettől eltérően — egy olyan kozmológiai megoldáson néz át mint fizikailag értelmetlenen, amely pedig az ő általa alkotott kalkulatív rendszerből következett. (Csak később, a Hubble-törvény fölfedezése — azaz egy empirikus oldalról jövő esemény — nyomán változott meg Einsteinnek az expandáló modellel kapcsolatos álláspontja.)

Talán a föntieknél is jelentősebb Einstein értékelése a görbült térnek a fizikába történt bevezetéséről. Ezzel kapcsolatosan ugyanis Einstein lényegében elfogadta a Poincaré-féle konvencionalizmust, s e fogalom fizikán belüli megjelenését — általa történő bevezetését — pusztán módszertani döntésnek, olyan választás következményének tekintette, amelyet a kényelmesség és az egyszerűség szempontjai motiváltak.[75] Részben ezzel, részben pedig az előbbiekben tárgyalt metakritériumokhoz hasonló megfontolásokkal magyarázható, hogy amíg a mai standard kozmológia számára az Einstein-féle gravitációs egyenletektől való eltérés mintegy „szentségtörésnek" számítana, maga Einstein nem sokkal ezek megkonstruálása után már azzal kísérletezett, hogy ezeket másik egyenletekkel cserélje föl.[76]

A prefizikai metakritériumok és a hatékonyan működő matematikai-fizikai kalkulatív rendszerek konfrontációja végigkísérte a XX. századi fizikát a relativitáselmélet és a kvantummechanika nem standard — azaz alternatív — értelmezéseiben. Ebbe a tradícióba tartoznak természetesen azok a törekvések is, amelyek a dogmatikus marxizmus ideológiáját jellemezték,[77] s amelyek a szocialista országokban diszkreditálták az ilyen

— népszerűvé nem váltak az expandáló megoldások. Fridman így úgy halt meg, hogy kozmológiai eredményeinek elismerését nem élhette meg. Vö. pl.: Ferris, T.: *A vörös határ*. Bp.: Gondolat: 1985. 63. o.

[75] Vö. pl.: Einstein: „Bemerkungen..." 499-500. o. (in: Schilpp, A. P.: id. mű.)

[76] Vö. pl.: Treder, H-J.: „Geophysik und Kosmologie." in: *Philosophische Probleme des physikalisches Raumes*. Berlin: Akademie-Verlag, 1974. 20-47. o. Itt: 40. o.

[77] Vö.: Székely László: „Physical Theory and Philosophical Values." *Doxa 9*. Bp.: MTA Filozófiai Intézete, 1986. 161-171. o.

irányú elméleti kutatásokat. Ám az alternatív relativitáselmélet kidolgozásával kísérletezők között olyan személyiséget is megtalálhatunk, mint az amerikai H. E. *Ives*, aki a hidegháború időszakában Truman elnöktől kapott kitüntetésekkel dicsekedhetett.[78] S az az állítás, amely szerint Einstein relativitáselmélete a modern mítoszok egyike, szintén nem Sztálin Szovjetuniójából, hanem Svédországból, a Nobel-díjas fizikus Hans *Alfvéntől* származik.[79] Ugyanígy nem marxista irányzat a *protofizika* sem, amelyre alapozva a bécsi csillagda igazgatója, B. *Thüring* alternatív kozmológiai elképzeléseit kidolgozta.[80] Bár a relativitáselmélettel kapcsolatos viták ismertebbek a nagyobb közönség előtt, talán még inkább szembetűnő egyik oldalról a metaelméleti megfontolások, valamint az ezek által vezérelt interpretációk, másik oldalról pedig a matematikai-kalkulatív rendszerhez történetileg legelőször kapcsolódott, s így vele összemosódott koopenhágai interpretáció konfrontációja a kvantummechanika különböző értelmezéseit vizsgálva.[81] Ezeknek az összefüggéseknek érintése a téma közelebbi ismerői számára talán fölöslegesnek tűnhet, ám éppen a modern fizikai elméletek ellen vezetett ideológiai kampány még ma is kísértő emléke miatt szükségesnek éreztük kitérni reájuk. (Az akkori vitákat mai szemmel újra áttekintve bizonyára érdekes, racionális mozzanatokat is fölfedezhetnénk a marxizmus nevében akkor kritizáló szerzőknél, ezeket azonban abban a korban és társadalomban, amelyben tevékenykedtek, elborította az a ragacsos és visszatetszést keltő ideológiai máz, amely a mából visszatekintve leginkább szemünkbe ötlik.).

A „józan észnek", illetve az intuitív képzeteinknek, szemléletünknek ellentmondó elméletek elvi alapon történő elutasítása a marxizmuson

[78] Hazelett, R., Turner, D.: *The Einstein Myth and the Ives Papers. A Counter-Revolution in Physics.* Old Greenwich: 1979.

[79] Alfvén, H.: „Cosmology: Myth or Science?" in: Yourgrau, W., Breck, A. D.: *Cosmology, History and Theology.* New York, London: Plenum Press, 1974. 4-14. o.

[80] Thüring, Bruno: *Methodische Kosmologie.* (Alternatives zur Expansion des Weltalls und zum Urknall.) Frankfurt am Main: Herchen Verlag, 1985.

[81] Erről a témáról *Szegedi* Péter kandidátusi disszertációjában találhatunk részletes és informatív elemzést. Szegedi Péter: *Determinisztikus törekvések a kvantummechanikában.* (Történeti-filozófiai elemzés.) Kandidátusi értekezés. Bp: MTA 1989. (Kézirat). Az értekezés egyik fejezete megjelent utószó formájában: Szegedi Péter: „Utószó D. I. Blohincev '*A kvantummechanika alapjai*' című könyvéhez." Bp.: Gondolat, 1987. 274-290. o.

belül — a jelzett történelmi előzmények után — elveszítette hitelét. Csak két olyan konzekvens és teoretikusan igényes személyiségről tudunk, aki az akkor elvárt és szokásos ideológiai máz nélkül — e „mázt" is kritizálva —, de ugyanakkor mégis a marxista világértelmezés kereteibe ágyazva fogalmazta újjá ezt a tradicionális kritériumot: *Lukács* György és *Jánossy* Lajos.

Bár Jánossy és Lukács nem egyszerűen a racionális és dezantropomorf, hanem határozottan a materialista és dialektikus világkép nevében érvel, az ő törekvéseik is abba az általánosabb, racionalista-dezantropomorfizáló tudományos tradícióba tartoznak, amelyet az előbbiekben jeleztünk. Sőt, úgy gondoljuk, hogy a természettudománnyal kapcsolatos megjegyzéseikben, illetve álláspontjukban, annak ellenére, hogy a „marxizmus" nevében beszélnek, tulajdonképpen a racionalista világkép iránti igény motiválja őket, s ezt azonosítják azután a materialista, illetve marxista természetfölfogás iránti igénnyel. Ez az oka annak, hogy a modern fizikával kapcsolatos álláspontjuk beleilleszkedik a huszadik századi fizika történetén átívelő szélesebb tradícióba, s ezért jelentősebb álláspontjuk annál, mintha az pusztán csak a marxizmus mozgalom- és ideológiatörténeti belügye volna.

Közismert, hogy Lukács György *A társadalmi lét ontológiájáról* című művében a modern tudományosság önmagáról kialakított pozitivista tendenciájú „öntudatát" egészen *Bellarmin* bíborosig vezeti vissza, s a materialista-realista tradíció bázisán kritizálja azt.[82] Ennek részeként több ízben is bírálóan reflektál Einstein relativitáselméletére.[83] E reflexiók mögött nevelt fiának, Jánossy Lajosnak teoretikus törekvései húzódnak meg, s e háttér nélkül azok nehezen volnának érthetőek. Van azonban egy hosszabb reflexió, amely önmagában is teljes, és az általunk részletesen bemutatott gömb-hasonlatra vonatkozik.[84] Ebből a szövegrészből egyértelműen kiderül, hogy Lukács érzi e hasonlat problematikus voltát, jóllehet az nem válik igazán világossá előtte, hogy itt egy nem szemléletes — sőt: intuitív szemléletünk számára már abszurd — fogalom „szemléltetése" a cél. Azt viszont Lukács határozottan látja, hogy

[82] Lukács György: *A társadalmi lét ontológiájához I-III.* Bp.: Magvető, 1976. Pl.: I.: 30-36. o., 44-46. o.

[83] Id. mű: I. 42., 50., 56-60., II.: 437., 441. o.

[84] Id. mű: I.: 56-60. o.

ez a hasonlat látszólagos funkciója ellenére sem pusztán a témához nem értő laikusoknak szól, szemléltetve számukra a „nehéz" tudományt, hanem egy tudományos konstrukció által föltételezett struktúra realitását szeretné elfogadtatni, illetve plauzibilissebbé tenni. Nem reális, pusztán gondolatilag létező konstrukciókkal nem lehet ugyanilyen konstrukciók tudományos jogosultsága és realitása mellett érvelni — bírálja itt Lukács ezt az eljárást.

Jánossy Lajosnak a relativitáselmélettel kapcsolatos kritikája szintén ismert, s annak elemzésével e monográfia szerzője máshol már foglalkozott.[85] Mivel itt nem tartjuk fontosnak, hogy részletesebben kitérjünk rá, csak Jánossy Lajos ismeretelméleti koncepciójának esszenciáját kifejező szavait idézzük:

> „... a tudományos gondolkodásmód nem lehet más, mint a mindennapi gondolkodás dialektikus kifinomítása, elmélyítése és egyben továbbfejlesztése. ... Annak a tézisnek a bizonyítására, hogy a tudományos gondolkodás a mindennapi gondolkodás dialektikus továbbfejlesztése, a legjobb módszer rámutatni arra, hogy a relativitáselmélet egész komplexusa a mindennapi gondolkodásmódnak megfelelő, természetes módszerekkel is fölépíthető.[86]

Jánossy e szavaiban a Bruno-Wundt-féle kritérium újrafogalmazásáról, és az újkori természettudományos megismerés e tradicionális kritériumának tudatos vállalásáról van szó — még azon az áron is, hogy ez szükségszerűen konfrontációt jelent a modern fizikában uralkodó szemléletmóddal. Ami specifikus a Jánossy-féle megfogalmazásban, az az, hogy ezt a tradicionális értékmozzanatot Jánossy összekapcsolja a materialista és dialektikus világfölfogással, s a racionalista világkép iránti igénye mint a materialista dialektika iránti igény fogalmazódik meg nála. Az általunk Bruno-Wundt-féle elvnek nevezett kritérium Jánossy által adott újbóli megfogalmazását, — amely már a XX. századi fizika relációjában, erre

[85] Székely László: „A szemléletesség problémája a modern fizikában." *Világosság, 1986/7.*

[86] Jánossy Lajos, Elek Tibor: *A relativitáselmélet filozófiai problémái.* Bp.: Akadémia Kiadó, 1963. 9. o.

a fizikára vonatkoztatva fogalmazódott meg, s e fizika mindennapi tudatunkkal összhangban lévő újrainterpretálására szólít föl — a következőkben a *Jánossy-féle elv* kifejezéssel fogjuk jelölni.

Bár Jánossy Lajos nem foglalkozott kifejezetten kozmológiával, a Jánossy-féle elvből közvetlenül, de a relativitáselméletre történő alkalmazásából közvetve is következik, hogy a standard kozmológiai paradigma minden heurisztikus szerepe és kalkulatív sikeressége ellenére sem fogadható el a világegyetem struktúráját racionálisan — s ezzel maradéktalanul tudományosan — leíró elméletként. Így a Jánossy-féle elvet követve a világegyetemnek nemcsak határtalannak, hanem metrikus értelemben is végtelennek kell lennie, hiszen a hagyományos végtelenségfogalom e két mozzanatának szétválasztása már abszurd a mindennapi gondolkodás számára. Ha azonban Jánossy Lajos ismeretelméleti álláspontját fogadjuk el, akkor nem elég a standard paradigma elvetését deklarálni, hanem szükség van alternatív, a Jánossy-féle kritériumnak már eleget tévő kozmológia kidolgozására. Figyelembe véve a kozmológiai elméletalkotás nagy szabadságfokát, valamint azt, hogy mind a relativitáselmélet, mind pedig a kvantummechanika uralkodó — „ortodox" — interpretációjának vannak riválisai, az az esetleges ellenvetés a standard paradigma követői részéről, amely szerint ilyen alternatív kozmológia nem lehetséges, megalapozatlan volna. Az ismert nem standard kísérletek — például *Alfvén*[87] *Arp*[88],

[87] Pl: Alfvén, H.: *Worlds-Antiworlds.* San Francisco, London: Freeman, 1966. 50-103. o.

[88] Halton *Arp* empirikus kozmológiai kutatási programja az úgynevezett „vöröseltolódás anomáliák" földerítésére irányul. A „vöröseltolódás anomália" kifejezés a kozmikus objektumok színképében föllépő olyan nagymértékű vöröseltolódásokat jelöli, amelyek nem értelmezhetőek kozmológiai effektusként. Arp kutatási programja során olyan — szerinte fizikailag is összefüggő tagokból álló — kozmikus konfigurációkat talált, amelyeknek tagjai különböző vöröseltolódást mutatnak. A standard paradigma képviselői Arppal ellentétben ezeket nem tartják igazi ellenpéldáknak a nagymértékű vöröseltolódások kizárólagosan kozmológiai jellegére, mivel a szóban forgó objektumcsoportokat csak a megfigyelés során föllépő projektív mechanizmusok által véletlenszerűen okozott, látszólagos együtteseknek vélik. A két fölfogás vitája szép példáját adja annak a Kuhntól származó tételnek, hogy az eltérő paradigmák között nem lehetséges kötelező érvénnyel elfogadandó, — azaz konkluzív — érvelés. Ezt az úgynevezett „redshift controversy"-t, amely Arp elmélete körül alakult ki, a következő reprezentatív tanulmánygyűjtemény foglalja össze: Field, G., B., Arp, H., Bahcall, J. N.: *The Redshift Controversy.* London, Amsterdam: Benjamin, 1973.

Treder[89], *Thüring*[90] vagy *Vigier*[91] törekvései — pedig természettudományos oldalról mintegy gyakorlatilag is alátámasztják az ilyen elméletek lehetőségét. E lehetőség tudományelméleti alapjait ugyanakkor a *Duhem-Quine-féle aluldeterminánltsági tétel* adja meg.[92]

Azt, hogy konkrétan milyen irányban indulhatunk el, ha a Jánossy-féle elvet a kozmológiában alkalmazni szeretnénk, s milyen problémák vetődnek föl a ma látható irányokban, sajnos hely hiányában nem elemezhetjük. Ami azonban evidens — és dolgozatunk szempontjából ez a legfontosabb — az az, hogy egy ilyen alternatív kozmológia fizikai bázisának el kell térnie a modern fizikától, s olyan fogalmakra, entitásokra és összefüggésekre van szüksége, amelyek bevezetése sem az empirikus kutatások, sem pedig a fizikai megismerés szűkebb tradíciója alapján nem indokolt. Konkrétabban: bevezetésük indoka egyedül a *Bruno-Wundt-féle*, illetve a *Jánossy-féle* elvhez való alkalmazkodás lehet. Azaz a már többször érintett dilemmával találkozunk: *a szemléletesség elvét kövessük-e, még azon az áron is, hogy más tradicionális kritériumokat föladunk, vagy a kalkulatív erőt és az Ockham-borotvát tekintsük perdöntőnek a szemléletességgel kapcsolatos metateoretikus megfontolásokkal szemben?*

Ha valaki a modern kozmológiát racionalista és dezantropomorf fogalmi keretben szeretné értékelni, számára a most bemutatott alternatíva adott: vagy a Bruno-Wundt-féle elv megindokolt föladása és ennek nyomán a standard modellhez történő kapcsolódás, vagy pedig ezen elv vállalása oly módon, ahogyan ezt Jánossy Lajos tette, és ennek megfelelően törekvés alternatív kozmológia kidolgozására. Persze logikailag más lehetőségek is adottak. Például a relativisztikusan inhomogén, végtelen

---

Arp kutatási eredményeit, illetve álláspontját újabban többek között a következő előadásában foglalta össze, illetve erősítette meg: „Observations Requiring a Non-Standard Approach." *Observational Cosmology.* (Edited by Hewitt, A., Burdidge, G., Fang. L. Z.) Dordrecht, Boston...: D. Reidel, 1987. 479-496. o.

[89] Vö. a 42. jegyzettel e részben.

[90] Thüring: id. mű.

[91] Pecker, J. C., Vigier, J. P.: „A Possible Tired-Light Mechanism." in: *Observational Cosmology.* 507-511. o.

[92] Vö.: Quine, W. O.: „Az empirizmus két dogmája" *Magyar Filozófiai Szemle, 1978/1-2.* 225-239. o.; valamint: Lakatos, I.: „Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes." in: Lakatos, I., Musgrave, A.: *Criticism and the Growth of Knowledge.* Cambridge, 1970. 180-189. o.

világegyetem sincsen ellentmondásban egy racionalista, dezantropomorf világképpel. Ám ebben a modellben már mind világnézeti, mind pedig metodológiai szempontból fölösleges, spekulatív elemek vannak jelen. A *„Miért ne lehetne ilyen a világegyetem?"* kérdés metodológiai elvként történő alkalmazása ugyanis jóval gyöngébb metateoretikus elv, mint az Ockham-borotva, vagy a Bruno-Wundt-féle kritérium. Mivel ez a két tradicionális kritérium egyszerre nem teljesül, ezek vonatkozásában választásra kényszerülünk: a kettő közül az egyiket föl kell adnunk. Mindkettő egyidejű föladása azonban indokolatlan és fölösleges, s így kevésbé tekinthető racionális lépésnek: már bizonyos mértékű elmozdulást jelent a mitikus vagy a metafizikus világleírások irányába.

Eredményül tehát azt kaptuk, hogy a dezantropomorf-racionalista világértelmezésre törekedve is megmarad a modern kozmológia vonatkozásában a metodológiai értékválasztás lehetősége: az, hogy az előbbi két, egymással ellentétbe került metodológiai elv közül melyiknek adunk prioritást, s hogy miképpen értékeljük világnézeti-ideológiai szempontból a modern kozmológiai teóriákat, metodológiai értékválasztásunk függvénye marad. A modern kozmológiának racionalista igényű értékelése így attól függ, hogy ezeket a metodológiai értékeket hogyan kapcsoljuk össze a racionalista világértelmezéssel — illetve attól, hogy a „racionális" fogalmához hozzátartozónak tekintjük-e a Bruno-Wundt-féle kritériumnak való megfelelést. Erre azonban nincsen egyértelmű recept. *Ahogyan a vallásos természetképből és világfölfogásból sem következik egyértelműen, hogy miképpen döntsünk a fönti metodológiai dilemmában, úgy a dezantropomorfizáló-racionalista világértelmezésből sem következhet ez.*

4. Kozmológiánk választhatósága a modern, huszadik századi kozmológia fogalmi keretében

A tudomány realista fölfogása alapján előző eredményünk két szempontból is negatívan értékelhető:

— Mivel a kutatás tárgyával szemben a metodológiai elvek kapnak prioritást benne, végeredményben agnoszticista álláspont: az elmélet e koncepció alapján a metodológiai elvek függvénye lesz, s így nem az objektív, tőlünk független realitást, hanem metodológiai döntésünket fogja tükrözni.

— A metodológiai elvek választhatóságának következtében megjelenő teoretikus szabadság tétele a szubjektív idealizmust támasztja alá, hiszen az elmélet tárgyának — esetünkben a kozmosznak — jellemzői eszerint attól függenek, hogy milyen metodológiai elvek mellett döntöttünk.

A következőkben azt szeretnénk röviden megmutatni, hogy *ez a két ellenvetés megalapozatlan*, s a kozmológiai elméletek választhatóságával kapcsolatos állításunk független a világnézeti álláspontoktól: *agnoszticista vagy szubjektív idealista értelmezés csak akkor adható neki, ha már előzőleg elfogadtuk az agnoszticizmus vagy a szubjektív idealizmus álláspontját.*

Ami a második ellenvetést illeti, valóban állítjuk: az, hogy milyennek jelenik meg számunkra a kozmosz, alapvetően metodológiai értékválasztásunktól függ. Feyerabend szavaival: kozmológiánkat — ebben az értelemben — valóban magunk választhatjuk meg. Ám ez a választás mégsem önkényes. Az adott kulturális-szellemi tradícióban, illetve az adott társadalmi-történelmi gyakorlat kontextusában léteznek olyan evidenciák, amelyeket spekulatív-logikai lehetőségekként persze kétségbe vonhatunk, ám amelyeknek tényleges megkérdőjelezése sértené a felelős, komoly, tudományos vállalkozás kritériumát. Olyan evidenciák, amelyekkel — Munitz szavaival — minden felelősségteljes elméletnek foglalkoznia kell. Ezért ma — föltéve, hogy a tudományosság ma általánosan elismert kritériumainak eleget szeretnénk tenni — nem választhatunk tetszőleges kozmológiát. Például olyat biztosan nem, amelyben a galaxisok szisztematikus kék-eltolódást mutatnának, sem pedig olyat, amelyben egyáltalában nincsenek galaxisok, vagy — hogy ne ennyire extrém elképzeléssel példálózzunk — nincsen kozmikus háttérsugárzás. Létezik tehát egy számításba

veendő, s komolyan nem vitatható evidenciaháló, amelynek „adottsága" és „milyensége" nem függhet speciális metodológiai megfontolásainktól, s amely elsősorban empirikus jellegű evidenciákat foglal magába.

Persze tudományelméleti megfontolások alapján tudjuk: a szóban forgó evidenciák is elmélettel és metodológiával terheltek. Ez azonban csak az igazság egyik fele. Ténylegesen nemcsak adott, konkrét elméletek függvényei ezek, hanem egész kulturális-szellemi tradíciónk — illetve mai kulturális-szellemi valóságunk — ott van bennük (értve ezen, hogy csak ennek kontextusában jelennek — jelenhetnek — meg evidenciákként). Mindez azonban nem változtat azon, hogy ezek az evidenciák adva vannak, és a tudományos kutatásnak, ha erre a megnevezésre — amelynek jelentése természetesen megint csak a mai történelmi-társadalmi valóság kontextusában adott — igényt tart, számolnia kell velük.

A föntiek figyelembevételével föltárhatjuk a tudományos elméletekben rejlő objektív mozzanatokat. A mai természettudományos kozmológiában például a metodológiai értékválasztástól független, objektív jellegű mozzanatot ír le az az állítás, amely szerint ha bizonyos műszereket bizonyos módon az égbolt felé fordítunk, és segítségükkel fényképfölvételeket készítünk, majd ezeket kinagyítjuk, a galaxisoknak nevezett objektumok körvonalai rajzolódnak ki előttünk. Ugyanígy az objektív mozzanatokhoz tartozik az, hogy ezeknek a galaxisoknak a színképe hasonlít a csillagok színképéhez, és az is, hogy a megfelelő színképvonalak színképükben a vörös irányában eltolódva jelennek meg. S szintén objektív jellegű evidencia, hogy az égbolt felé fordított csillagászati rádióantennák a kozmikus háttérsugárzásnak megfelelő effektust fogják regisztrálni. Már a modern kozmológián belül ilyen evidenciák sokasága sorolható föl. Vegyük észre azt, hogy ezek mind hasonlítanak egymáshoz egy vonatkozásban: valamennyi emberi cselekvésekkel való korrelációban jelentkezik.

A fönti evidenciák adottak; a kérdésre azonban, hogy mi az „*értelme*", vagy mi az „*oka*" ezeknek, már nem adhatunk a metodológiai döntéseinktől független választ! S különösen nem arra a kérdésre, hogy véges-e vagy végtelen a világegyetem... De maradjunk csak a kozmikus vöröseltolódásnál! Mi okozza ezt az effektust? A fényfáradás? A kozmikus térben történő recesszió következtében föllépő Doppler-effektus? Vagy a tér relativisztikus expanziója? Az ezekre adható válaszok ma elsősorban

metodológiai megfontolásoktól függenek, s ezért itt már jelentős szabadságunk van a különböző koncepciók közötti választásban. Ezen a területen azonban elvileg még elképzelhetőek olyan empirikus jellegű evidenciák, amelyek későbbi ismeretében esetleg az ilyen megfontolások háttérbe szorulhatnának, s már magában a természettudományos megismerés általánosan elfogadott módszertani normáinak alapján is egyértelműen dönthetnénk a rivális hipotézisek között. Ezzel szemben az olyan kérdésekre, mint „Mi van az esemény-horizonton kívül? A metagalaxisok végtelen sokasága? Vagy a Zelmanov-féle inhomogén struktúrák? Esetleg a standard modell negatív görbületű, végtelen világegyeteme?" elvileg lehetetlen előzetes metodológiai értékválasztás nélkül válaszolni.

Az előző kérdések esetében válaszolhatunk affirmatív módon vagy tagadólag, valamint a semmitmondó tautológiával: lehet, hogy igen, de az is lehet, hogy nem. Ezek közül az utolsó ekvivalens a válasz megtagadásával, a „*nem tudom*" kijelentéssel. A „*nem tudom*" mint megoldás viszont szintén metodológiai megfontolásokból következik. A kozmológiában — s nemcsak itt, hanem általában a természettudományban — az, hogy milyen elméleti keretben dolgozzuk föl teoretikusan az empirikus jellegű evidenciahálót, illetve hogy milyen teória segítségével értelmezzük és magyarázzuk azt, nagy mértékben függ az általunk képviselt — illetve elutasított — metodológiai értékektől. Így a *természettudomány* és a *filozófia*, az *empirikus evidenciaháló* és a *metodológiai megfontolások* — ezeknek megfelelően pedig az *objektív* és a *szubjektív* mozzanatok — elkerülhetetlenül összefonódnak egymással. A természettudományos megismerésre, illetve a konkrét természettudományos elméletekre irányuló filozófiai reflexió egyik legfontosabb föladata pedig éppen az, hogy ezt az összefonódást, — s ennek részeként a természettudományos elméletekhez, illetve az ezek interpretációihoz kapcsolódó világnézeti és metodológiai értékmozzanatokat — analizálja, és ezen az úton explicitté tegye.

Az előbbiekben kozmológiánk szabad választhatóságával foglalkozva Feyerabendet idéztük. Fontos, hogy Feyerabendnek ez a kijelentése nem azonos a metodológiai pluralizmusra vonatkozó „*bármi elmegy*" (anything goes) elvével — amelynek megfogalmazása szintén tőle származik —, és így a kozmológiánk választhatóságát állító tétel nem jelenti az ismeretelméleti anarchizmus koncepciójának elfogadását. Feyerabend a kozmológia

szabad választhatóságáról írva csak arról értekezik, hogy az instrumentálisan működő matematikai-kalkulatív rendszereket több módon lehet ontológiailag interpretálni; több egymástól különböző realitás rendelhető hozzájuk úgy, hogy egyik sem lesz egyértelműen preferálható a többivel szemben.[93] Ha viszont ez így van, azok nem adhatnak információt arról, hogy a különböző hozzájuk rendelhető realitások közül melyik a „valóban" reális, vagyis kozmológiánkat — értsd: ontológiánkat — tényleg magunk választhatjuk meg. Ez a tétel ebben a formájában azonban még csak egy elvont, logikai lehetőséget fogalmaz meg, s mint ilyen, addig, amíg nem helyezzük bele a természettudományos megismerés történeti tradíciójába, a levegőben lebeg. Ha elfogadjuk az *anything goes* elvét, a kozmológia szabad választhatósága valóban az ismeretelméleti anarchiát hozza magával. Ám a természettudományos megismerés hagyományán belül gondolkodva olyan módszertani kritériumokkal kell számolnunk, mint az Ockham-borotva elve, és ugyanakkor figyelembe kell vennünk a megismerés adott korszakában evidenciaként megjelenő állításokat is. Ezek kontextusában pedig már szóba sem jöhet az ismeretelméleti anarchia.

Kozmológiánkat egy elvont értelemben tehát szabadon választhatjuk meg. Ám dolgozatunkban többek között éppen azt próbáltuk eddig megmutatni, hogy nem egyszerűen azért van választási szabadságunk a modern kozmológiai elméletek relációjában, mert létezik ez az elvont, logikai lehetőség. Ez csak szükséges, de nem elégséges föltétel: ha a tradicionális metodológiai kritériumok egyértelműen ugyanazt a paradigmát jelölnék ki, e szabad választás megmaradna pusztán logikai-spekulatív lehetőségként. A modern kozmológia esetében egyik oldalról az ad hoc hipotézisektől, illetve a fölösleges fogalmaktól és elméleti entitásoktól való tartózkodás elvének és a kalkulatív erőnek, másik oldalról pedig az általunk Bruno-Wundt-féle kritériumnak nevezett princípiumnak, mint két pólusnak a konfliktusa definiálja azt a metodológiai szituációt, amely az újkori természettudományos tradíció figyelembevételével is lehetővé teszi számunkra a tudományos igényű kozmológiák közötti szabad választást. E választhatóság konkrét szituációjában tehát éppen az ismeretelméleti anarchia ellentétéről van szó: *konkrét elméletek közötti választás lehetőségről, melynek realizálódása konkrét, meghatározott metodológiai, ismeretelméleti és világnézeti értékek konkrét, jól definiálható függvénye.*

[93] Vö.: Feyerabend, P.: „Consolation for the Specialist." 214-230. o. in: *Criticism and the Growth of Knowledge.* Cambridge: 1970. 197-230. o.

5. A standard paradigma, mint a kalkulatív gondolkodás dominanciájával jellemzett kultúra kozmológiája

Korábbi elemzésünkből kiderült, hogy a modern kozmológia kapcsán három korábban harmonizáló ismeretelméleti-metodológiai érték összhangjának a megbomlásáról van szó. Ezeknek funkcionálása az újkori természettudományos megismerésen belül szorosan összefügg egy olyan kultúra térnyerésével, amelyben a természet birtokbavétele, a természettel, a társadalommal — és általában: a létezők világával — való hatékony bánásmód és kalkuláció, valamint a természet fölötti uralomra irányuló törekvés dominál. Ezért nem tekinthető véletlennek, hogy napjainkra a kalkulatív-manipulatív erő, s ennek alárendelten a teoretikus takarékosság kritériumai váltak dominánssá, míg a józan észnek való megfelelés elve, vagy az oksági princípium háttérbe szorult. E szituációnak a figyelembevételével érthető meg az Ockham-borotva és a Bruno-Wundt-féle kritérium relációja is. Amíg ugyanis ennek az utóbbinak és a klasszikus, „szigorú" oksági elvnek a föladása a kalkulatív erőt növeli, addig az Ockham-borotva — „levágva" a hatékony kalkuláció szempontjából fölösleges erőfeszítéseket kívánó fogalmakat és hipotéziseket — hatékonyabbá teszi az elméleti munkát.[94] Ugyanígy, a gondolatilag nem elég szép elméletek bonyolultságuk és nehézkes áttekinthetőségük miatt szintén a kalkulatív hatékonyságot csökkentenék, s így a szépség és a velük kapcsolatos kritériumok is erősebbek a mai természettudományban a „józan ész" normáinál.

Ma azért választhatunk a különböző kozmológiai teóriák között a természettudományos megismerés hagyományos metodológiai bázisán, mert ez a metodológia az előbb jelzett mozzanatok szembekerülése következtében fölbomlott, ám a győztes mozzanatokkal együtt még itt „kísértenek", még nem haltak el teljesen a háttérbe szorult értékek sem. Ebben az értelemben a standard paradigmával szembeni riválisok elméletek képviselői a múlt emberei. S így tekintve a választás lehetősége már csak a

[94] „Célszerűbb, ha a gazdaságosság elvéhez folyamodunk, elővesszük Ockham borotváját, és lemetéljük az összes olyan részletet az elméletről, amelyet nem lehet megfigyelni" — írja például Stephen Hawking bestsellerré vált népszerűsítő könyvében, *Az idő rövid története*"-ben. (Bp.: Macænas, 1989. 65. o.)

múlt jelenünkig elérő kísértése: *a kalkulatív-manipulatív erő preferenciája kultúránk alapvető jellemzője, s így e kulturális konteztusban szükségszerűen az a paradigma vált uralkodó paradigmává, amely leginkább hangsúlyozza ezt a mozzanatot.* S ez nemcsak a kozmológiára, hanem általában, a modern természettudományra is igaz. Így nem véletlen például, hogy a huszadik századi fizika egyformán lemondott a hagyományos, „szigorú" értelemben vett oksági elvről és a Bruno-Wundt-féle kritériumról: ezek a megértés és a magyarázat klasszikus fogalmaihoz rendelődnek, s ma a kalkulációs-manipulatív készség, a „kiszámíthatóság" az erősebb érték!

Természetesen az értékrendszer ilyen átalakulása maga után vonja a megértés fogalmának transzformációját is: a kalkulatív gondolkodás kereteiben megértetté egyre inkább az válik, amire hatékony kalkulatív rendszert konstruálhatunk, ami kiszámítható. Ezért nyilatkozhat a modern kozmológiára gondolva Stephen *Hawking* a következőképpen:

> „Célom egyszerű. A világegyetemet egészében és teljesen szeretném érteni. Szeretném tudni, miért olyan, amilyen, és miért létezik egyáltalán."[95]

S ezért állíthatja E. *Gunzing* és F. *Wilczek* : a metafizika nagy kérdése *„Miért vannak egyáltalában létezők, miért nem létezik inkább semmi sem?"* nem rejtély többé, mert a modern kozmológia a nagy egyesítés és a fölfúvódó világegyetem elméletével már eljutott e kérdés megválaszolásáig.[96]

---

[95] Lásd Hawking nyilatkozatát John Boslough róla készített monográfiájában: Boslough, John: *Jenseits des Ereignis-horizons.* Hamburg: Rowohlt, 1985. (Az eredeti angol: *Stephens Hawking's Universe.* New York: Morrow, 1985.) 86-87. o.

[96] Wilczek, F.: „Materie und Antimaterie in Universum." *Spektrum der Wissenschaft.* Februar, 1981. 91-101. o.; Gunzing, E.: „Self-Consistent Cosmogenesis." 181-182. o. in: Bressan, O., Castagnino, M., Hamity, V. (ed.): *Relativity, Supersymmetry and Cosmology.* Singapore: World Scientific, 1986.
Mind Gunzing mind pedig Wilczek válasza: „azért mert a semmi instabil". Nem akarjuk most itt részletesebben elemezni e válasz többszörös szellemtelenségét. Arról, hogy az a sajátos fizikai mező — a „hamis vákuum" —, amelyről itt a semmi címén szó van, egyáltalában nem „semmi", s hogy eleve: ami fizikai értelemben az instabilitás tulajdonságával rendelkezik, az már valamilyen fizikai entitás, s semmi köze sincsen a bármiféle filozófiai értelemben vett semmihez,

Mielőtt megdöbbennénk Hawking, Gunzing és Wilczek állításain, gondoljunk csak arra, hogy egy bizonyos értelemben jogosak és megalapozottak: ha *megérteni* és *megválaszolni* nem jelent számunkra mást, mint *kiszámítani* és *kalkulálhatóvá tenni*, akkor valóban bezárul a kör, s mindenféle olyan értelem és értelmezési lehetőség, amely ezen túlmutat, eltűnik. S e körön belül mozogva a Gunzing és Wilczek által említett metafizikai kérdésföltevés valóban a létezőket átfogó világegyetem kialakulásának kalkulatív leírására irányuló kérdésként jelenik meg. Hawking megértésprogramja szintén e lezárt tartományon belül mozog. Amikor azután Hawking máshol a modern kozmológia és a keleti misztika közötti párhuzamokkal foglalkozik, ez arra utal, hogy érzi e bezártságot, s igény él benne annak transzcendálására.[97]

A „megmagyarázni" és „megérteni" jelentésének ez a transzformációja az újkori természettudományos megismerésnek kialakulásától kezdődően egyik jellemző tendenciája volt. Ebből a szempontból tanulságos az *axiomatikus rendszer magyarázó funkciójá*nak összehasonlítása *Arisz-*

talán nem is kell beszélnünk. Annak mélyebb megértéséhez, hogy miért jelenhetett meg látszólagosan ebben a fizikai relációban a semmi kategóriája, a newtoni és az ensteini térfogalomnak, valamint a klasszikus és az Einstein-féle éternek viszonyát kellene elemezni. Végeredményben itt egy olyan fogalmi manipulációról van szó, amely kihasználja a fizika einsteini fordulatát, de amely a fizikának az einsteini koncepció szemszögéből nézve is inautentikus értelmezésén nyugszik. Gunzing és Wilczek válaszának bornírtsága azonban éppen akkor válik különösen szembetűnővé, ha elfogadjuk Gunzing és Wilczek fogalomhasználatát. Mert tegyük föl azt, hogy valóban azért léteznek a létezők, azért létezik a világ, mert a „valódi" semmi instabil. Közelebb jutunk-e ekkor akár csak egy hajszálnyival is az eredeti kérdés megválaszolásához? Természetesen nem. Hiszen a filozófiai kérdés megfelelője ekkor az a kérdés lesz, hogy miért instabil a semmi? S ha azt válaszolná a fizikus erre, hogy azért, mert egyenleteinek ilyen megoldásai vannak, akkor ez a válasz sem volna válasz, hiszen arról, hogy miért pont ilyenek az egyenletei, s miért nem olyanok, amelyek alapján a semmi stabil volna, megint csak nem lenne információnk. Akik ily módon szeretnék e kérdést megválaszolni, éppen a lényeget nem értik: a szóban forgó filozófiai kérdés a létezés alapvetően megválaszolhatatlan, s a racionális gondolkodás által ugyan elhallgatható, de föl soha nem oldható misztikumára vonatkozik. A nagy fizikus, Feynman szavaival: *„A világmindenség nem lesz kevésbé misztikus, ha tudunk egyet mást róla."* (Feynman, R. P., Leighton, R. B., Sands, M.: *A mai fizika. I.* Bp.: Műszaki, 1968. 45. o.)

[97] Vö.: Boslough: id. mű: 55. o.

totelésznél, *Descartes*nál és *Newton*nál:[98] Arisztotelésznél a tudományos magyarázat még azt jelentette, hogy azt, ami kevésbé világos, kevésbé érthető, világosabb, érthetőbb, szilárdabb fogalmakra, illetve tételekre vezetjük vissza.[99] A Descartes-féle módszer lényegét hasonlóképpen karakterizálhatjuk. Kiindulópontunkul olyan evidenciákat kell találnunk, amelyek önmagukban világosan és tisztán állnak elménk előtt, s amelyek ezért további magyarázatot nem igényelnek: ezek azok, amelyek alkalmasak arra, hogy deduktív módon fölépített rendszerünk kiindulópontjává váljanak.[100] Itt bizonyítani, illetve megmagyarázni valamit, szintén azt jelenti, hogy azt nála evidensebbre, világosabbra, nyilvánvalóbbra kell visszavezetni, illetve ilyenből kell levezetni. Newton mechanikájában ez a dolog teljesen ellentétébe fordult: a gravitáció jelensége Newton számára ismeretlen, megmagyarázatlan hatás, amelynek fenomenológiáját matematikai összefüggések formájában ugyan leírhatjuk, de amelynek tényleges mibenlétét homály fedi.[101] Amikor Newton ebből a gravitációból vezeti le, ennek segítségével „magyarázza" a szabadesés jelenségét és a Kepler-törvényeket, éppen ellenkező módon jár el, mint ahogyan ezt Arisztotelész és Descartes megkívánta. *Ténylegesen Newton itt egy kalkulációs rendszert épített ki, amelyben matematikailag bonyolultabban kifejezhető, s látszólag egymástól független összefüggéseket vezetett le egy és ugyanazon, egyszerűbben kifejezhető összefüggésből. A „magyarázat" itt már a kalkulációs rendszer fókuszából* — illetve axiómáiból — *való levezetést jelenti.* Newton azonban még tisztában volt azzal, hogy ez nem igazi magyarázat, s ilyenné csak azután válhatna, ha a gravitációs hatás mibenlétét sikerülne tisztázni.[102]

---

[98] Az arisztotelészi és a newtoni értelemben vett axiomatikus magyarázat ellentétes jellegére *Fehér* Márta hívta föl a figyelmemet egy előadáson. Descartes evidenciafogalmát magam kapcsoltam be az elemzésbe.

[99] Vö.:Arisztotelész: *Metafizika*. Bp.: Fölsőoktatási Jegyzetellátó, 1957. 68-69. o.

[100] Descartes: „Értekezés az ész helyes vezetésének és a tudományos igazság kutatásának módszeréről." in: *Válogatott Művek*. Bp.: Akadémia Kiadó, 1961. 205-249. o.

[101] Vö.: Newton: *A Principiából és az Optikából. Levelek a Bentley-hez*. Bp.: Kriterion, 1981. 186., 188-189. o.

[102] „...éppen a gravitáció oka az, amiről nem állítom, hogy tudni vélem, s még jó időbe telne, hogy fontolóra vegyem" — írja Newton Bentley-nek (id. mű: 186. o.)

Newton tehát többek között a gravitáció fogalmára, mint egy számára homályos fogalomra építette fizikáját. S ha ma a modern kozmológiának megfelelően egy hullámfüggvényből, vagy egy vákuum-fluktuációból vezetjük le a világegyetemet, ezek vajon nem a leghomályosabb kiindulópontok lesznek? A modern kozmológia válasza erre az, hogy: *nem*. De csak azért mert „érteni" illetve „megmagyarázni" annyit jelent számára mint kiszámítani...

A „megértés" fogalmának erre a sajátos deformálódására különösen kifejező példával szolgál Stephen Hawking *Az idő rövid története* című könyve. Hawking e könyvében újra megfogalmazza azt a már többször idézett programját, amely a világegyetem megértésére, „Isten gondolatainak" kifürkészésére irányul. [103] Ezt természetesen a fizika segítségével, egy olyan fizikai elmélet kidolgozásával tartja elérhetőnek, amelyben a fizikai törvényekből kiindulva és a matematikai szabályok alkalmazásával az egész megfigyelt világegyetem levezethető illetve megkonstruálható volna. Már azonban itt találkozhatunk egy furcsasággal. Az első fejezetben ugyanis a következőeket olvashatjuk a tudományos elméletekről:

> „Az elmélet csak a mi elménkben létezik, ezen túl semmi realitása nincs (akármit jelentsen is ez)." [104]

Hawkingnak ezzel a kijelentésével bizonyos módosítással egyetértünk. A módosítás azért szükséges, mert valójában nem tudhatunk semmit sem arról, hogy elméleteinknek milyen realitása van elménken kívül, s ezért nem zárható ki teljesen az sem, hogy bizonyos mértékig mégiscsak van ilyen realitásuk. (Gondoljunk csak az első rész függelékében tárgyalt Descartes-féle metafizikai garancia lehetőségére!) Ám Hawkinggal szemben rögtön megkérdezhetjük: ha valóban úgy van, ahogyan ezt ő írja, akkor mennyire segítheti egy fizikai elmélet az általa reálisnak tekintett világegyetem megértését? Hiszen egy reálisnak föltételezett képződmény megértése valami olyat jelent, hogy sikerül annak saját, reális, „tőlünk független" fölépítését, szerkezetét megismerni.

---

[103] Hawking, S. W.: *Az idő rövid története*. Bp.: Mecænas, 1989. 22-23., 176-177. o.

[104] u.o.: 19. o.

De felejtsük el ezt az ellentmondást, s nézzük meg, milyen is az az elmélet, amellyel Hawking szerint — igaz még egyenlőre csak hipotetikusan — közel kerültünk ehhez a megértéshez! Figyelembe véve azt, hogy sem a hagyományos big bang elmélete, sem pedig az elterjedt inflációs („fölfúvódó") modellek nem alkalmasak igazán arra, hogy belőlük kiszámítsuk a világegyetem számunkra megjelenő képét, Hawking annak érdekében, hogy hatékonyabbá tegye a kozmológia kalkulációs rendszerét, Feynmannak a kvantumelmélettel kapcsolatosan kidolgozott számolási módszeréhez fordul. Ennek során a következő szavakkal jellemzi azt a teoretikus helyzetet, ahol Feynman módszere hasznosnak bizonyul:

„Ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy mekkora valószínűséggel halad át a részecske egy bizonyos ponton, akkor összegeznünk kell mindazon hullámokat, amelyek a pontot érintő pályákhoz tartoznak. Amikor azonban tényleg el is akarjuk végezni ezeket az összegzéseket, súlyos technikai nehézségekbe ütközünk. Megkerülésükre csupán egy megoldás kínálkozik: azoknak az eseményeknek megfelelő hullámokat kell összegezni, amelyek nem a „valós" időben — abban, amit önök és én is érzékelünk —, hanem a képzetesnek nevezett időben érvényesek."[105]

„A Feynman eseményösszegzéseivel kapcsolatos nehézségek elkerülése végett a képzetes idő használatához kell folyamodnunk. Azt is mondhatjuk, hogy a számítások lehetővé tételéhez az időt nem valós, hanem képzetes számokkal kell mérnünk."[106]

Azaz világosan kiderül itt: a kalkulációs rendszer nem működik, mivel technikai nehézségekbe ütközünk. Annak érdekében, hogy kikerüljük ezeket a nehézségeket, ki kell bővítenünk ezt a rendszert és a képzetes időhöz kell folyamodnunk. Teljesen világos tehát, hogy a képzetes időt és a vele kapcsolatos számolási szabályokat technikai eszközökként hoztuk be

[105] u.o.: 139. o.
[106] u.o.: 139-140. o.

az elméletbe, hogy legyőzzük nehézségeinket. Ezután következik azonban Hawking nagy — tudatos vagy öntudatlan — szemfényvesztése:

> (A képzetes időnek) „érdekes hatása van a téridőre: megszűnik a tér és az idő közötti különbség."[107]

A korábbiakból egyértelműen kiderül — és Hawking ezt hangsúlyozza —, hogy a képzetes időt fejünkben vezetjük be, s azon a papíron, amelyen számolunk, pusztán annak érdekében, hogy továbbfolytathassuk számításainkat. Vajon egy ilyen „aktus", egy ilyen bevezetés megváltoztathatja-e a világot? Megváltoztathatja-e a „reális" teret és időt? Attól, hogy nem tudunk elméletünkön belül számolni, és ezért be kell vezetnünk a képzetes időt, egy reálisnak előföltételezett világegyetem tere és ideje egyáltalában nem változhat meg! És ezt magának Hawkingnak is tudnia kellene, hiszen könyvének elején még azt hangsúlyozta: a tudományos elméletek csak „elménkben" léteznek. Hawking „trükkje" itt az, hogy a kalkulatív apparátus technikai motivációjú kibővítése nyomán közvetlenül lételméleti jellegű kijelentéseket tesz a térről és az időről. Pedig itt hasonló dologról van szó, mint amikor a bakterológus a mikroszkóp optikáját a tárgylemez és a szeme közé iktatja: annak érdekében, hogy vizsgálni tudja az apró élőlényeket, egy technikai eszköz alkalmazására kényszerül. E technikai eszköz alkalmazásának semmiféle „reális" következménye sincs a baktériumokra, s ő maga sem „tükrözi", írja le azokat. Ugyanígy, a baktériumok semmivel sem lesznek nagyobbak attól, hogy a mikroszkóp nagyobbnak mutatja őket. A mikroszkóp a képzetes idő fogalmával állítható párhuzamba: Hawking ugyanúgy illeszti be ezt a fogalmat matematikai-kalkulatív rendszerébe, mint a bakterológus a mikroszkópot empirikus megfigyelési apparátusába, csak éppen Hawkingnál mindez a teória relációjában történik. Ám abból, hogy fejünkben és papírunkon megjelenik számolási nehézségeink kiküszöbölésére a képzetes idő, így sem következik az, hogy ennek valamiféle „reális", valamiféle „valóságos" felelne meg.

Ha azonban a képzetes idő csak technikai eszköz, akkor a képzetes időben történő képzetes eseményekkel nem magyarázhatunk és nem

[107] u.o.: 140. o.

érthetünk meg valójában semmit sem. Hawking ennek ellenére itt megértésről beszélhet, mert számára „megérteni valamit" annyit jelent, mint „kiszámítani valamit". S a képzetes idővel — ha esetleg még nem is tudjuk kiszámítani mindazt, amit Hawking szeretne — könnyebben folytathatjuk tovább számításainkat.

Annak súlyos következménye, hogy Hawking egy technikai trükk nyomán lételméleti kijelentésekhez ér el, pár oldallal később mutatkozik meg. Itt Hawking abból, hogy elmélete szerint a képzetes időben nincsen határa a világegyetemnek, arra következtet, hogy ezen elmélet alapján nem marad hely a teremtés számára, s így megoldódik a világegyetem időbeni kezdetével vagy időbeni végtelen voltával kapcsolatos többezeréves dilemma. [108] Csakhogy rögtön föltehetjük itt a kérdést: „hol az a képzetes idő, amelyben a világegyetem határtalan?" A válasz erre a kérdésre persze az, hogy ez az idő éppen azért képzetes, mert „láthatatlan", tapasztalhatatlan, megélhetetlen. Ezáltal pedig az érzékelhető, a megélhető és tapasztalható világ — terével és idejével együtt — egy eredetileg kalkulatív technikai eszközként bevezetett furcsa árnyékvilág levezetettjévé válik. S hogy mennyire erről van szó, az rögtön elő is tűnik, amikor Hawking a következőeket írja:

> „Elképzelhető hát, hogy a képzetesnek nevezett idő az alapvetőbb, míg a valóságosnak nevezettet csupán azért találtuk ki, hogy könnyebben leírhassuk, milyennek is gondoljuk a világegyetemet." [109]

Hawking itt azt a lehetőséget sugalmazza, hogy a kalkulatív rendszer javítására bevezetett entitás volna a tényleges, a reális, az eredendőbb, míg az, amit valóságosan megélünk, megtapasztalunk, a pusztán technikai. Ő is érzi azonban, hogy itt túl spekulatív területre tévedt, mert — könyvének eleje óta talán először — újból az instrumentalista tudományértelmezésre hivatkozik:

[108] u.o. : 141-142., 145-146. o.
[109] u.o.: 144. o.

„a tudományos elmélet csupán matematikai modell, amit megfigyeléseink leírására használunk, s mint ilyen csak elménkben létezik. Értelmetlen lenne tehát föltenni a kérdést: melyik idő a „valós" vagy a „képzetes"? Kizárólag arról van szó, hogy melyikkel lesz eredményesebb a leírásunk."[110]

Ezen állításnak lényegében igazat is adhatunk. Ha azonban így van, milyen alapon állítja azt Hawking, hogy abban az esetben, ha elmélete helyes, a világegyetem határtalan és így kizárja a teremtés aktusát? Hiszen ekkor a helyesség csak annyit jelent, hogy eredményes a leírásunk, s egyáltalában nem azt, hogy az elmélet entitásai és a közöttük konstruált relációk a világegyetemet tükröznék, vagy reprodukálnák. Ekkor csak annyit mondhatunk, hogy elméletünk az empíria matematikai-fizikai rekonstruálásában eredményesebb akkor, ha bevezetjük a képzetes időt, s ebben határtalan képzetes eseményfolyamatot tételezünk föl, mint enélkül. Azt azonban semmiképpen sem mondhatnánk, amit Hawking sugalmaz, illetve a teremtéssel kapcsolatosan határozottan állít: hogy a világegyetem határtalan a képzetes időben. Hiszen csak azt tudhatjuk ekkor is: a képzetes idő a mi modellünkben létezik, s ebben a modellben a képzetes időt tekintve a világegyetem határtalan. Ebből azonban előzetes metafizikai garanciák nélkül semmi sem következhet a reális világegyetemre: mindez pusztán csak eszköz, ami nagy valószínűséggel csak fejünkben és papírjainkon létezik.[111]

Hawking most elemzett „csúszkálása" a technikai követelmények és eszközök, valamint az ontológiai kijelentések között, bármily súlyos fogyatékossága is könyvének, még „bocsánatos bűn"-nek számít, hiszen mint fizikustól, kevésbé várható el tőle az instrumentális és a lételméleti vonatkozások határozott megkülönböztetése. Könyvének „Összegzés"-ében azonban, amikor közvetlenül a filozófiát érinti, már-már abszurditásba hajló vulgarizálást követ el:

---

[110] u.o.: 144. o.

[111] Gondoljunk itt csak vissza az első rész függelékében szereplő matematikai példára a negatív fiúkról és lányokról!

„Azok az emberek viszont, akik tisztjüknél fogva a *miértek* megkérdezésére vállalkoztak — a filozófusok —, képtelenek voltak lépést tartani a tudományos elméletek fejlődésével...A filozófusok oly mértékben csökkentették vizsgálódásuk területét, hogy Wittgenstein, századunk leghíresebb filozófusa kijelentette: 'Nem marad más feladat a filozófia számára, mint a nyelvek elemzése.' Micsoda bukás az Arisztotelésztől Kantig terjedő nagyszerű filozófiai tradícióhoz képest![112]

Hawkingnak ezek a sorai meggyőzően bizonyítják, hogy a fizikai-matematikai kalkulációkban mutatott kiemelkedő zsenialitása ellenére — vagy talán éppen ezért? — az általa nagyszerűnek nevezett filozófiai tradíció egyetlen egy komolyabb kérdését sem sikerült valóban megértenie. Hiszen e tradíció sohasem arra irányult, hogy a tapasztalati világot egyké egyenletből, és az ezekhez kapcsolt homályos fogalmakból kikalkulálja vagy levezesse. E tradíció „miért" kérdései pontosan attól filozófiai kérdések, mert az ilyen matematikai-fizikai rendszereknek és levezetéseknek nincsen jelentésük és jelentőségük a számukra. A kalkulatív gondolkodás bűvöletében élő gondolkodók persze csak ott látnak kérdéseket, ahol rendszerükön belül számítási probléma lép föl, s a válasz számukra ezek megoldása. Így Hawking is a mai kalkulatív gondolkodás kérdéseit véli ott fölfedezni, ahol teljesen másról, a kalkulatív gondolkodás számára elérhetetlen, megragadhatatlan „miért"-ekről van szó. Hawkingnak az általa negatív összefüggésben megemlített Wittgenstein szavaival válaszolhatunk (aki egyébként jóval inkább értette a fizikát és a matematikát, mint Hawking a filozófiát)[113]:

---

[112] u.o.: 176-177. o.

[113] Természetesen Hawkingot kritizálva egy pillanatra sem vonjuk kétségbe matematikai-fizikai teljesítményeinek zsenialitását, sem pedig azt, hogy szóban forgó könyve a konkrét természettudományos elképzelések vonatkozásában jól megírt és élvezetes ismeretterjesztő munka.
(A Hawkinggal kapcsolatosan itt megfogalmazott kritikát vö. még az első rész 173. jegyzetének Hawkingra vonatkozó részével; jelen rész 95. jegyzetével; valamint a negyedik rész utolsó fejezetével.)

„Az egész modern világszemlélet alapja az az illúzió, hogy az úgynevezett természettörvények a természeti jelenségek magyarázatai.

Úgy állnak meg a természettörvényeknél, mint valami érinthetetlennél, mint ahogyan a régiek álltak meg Istennél és a Sorsnál. És mind a moderneknek, mind a régieknek igazuk is van meg nem is. *A régiek annyiban mégis világosabban láttak, hogy elismertek egy világos határt, míg az új rendszerek esetében szükségszerűen tűnik úgy, mintha m i n d e n meg lenne magyarázva.*"[114] (Kiem.: Sz. L.)

* * * * *

Az újkori természettudomány tehát a kalkulatív gondolkodás által jelemzett kultúra terméke és építőeleme, amelyen belül magában is egyre inkább a kalkulációval kapcsolatos értékek kerültek előtérbe. Az instrumentalista, illetve a pozitivista tudományfölfogásban ez az elemzett értékeltolódás fejeződött ki. Az ilyen típusú értelmezéseknek érdeme, hogy nyíltan kimondják: a modern, matematizálódott természettudományokban elsősorban kalkulatív rendszerekről van szó, és egy kalkulatív rendszer hatékonyságára hivatkozva nem lehet egyértelműen áttérni ontológiai jellegű kijelentésekre. Lukács György egyrészt helyesen látja Ontológiájában az összefüggést a manipuláció által jellemzett kultúra és a pozitivista tudományfölfogás között — másrészt viszont nem veszi észre, hogy a természettudományos megismerés módszertanának és a természettudományos elméleteknek ez a tudományfölfogás adja adekvát megértését: *a természettudományos leírásokból csak akkor lehet áttérni ontológiai kijelentésekre, ha már előzetesen létezik ontológiánk.*

A Bruno-Wundt-féle kritérium és az oksági elv eredetileg ontológiai tartalmú kritériumok voltak, amelyek természetesen pusztán instrumentalista módon is értelmezhetőek. *A kalkulatív értékek által dominált kulturális tradíció kezdetben abban a hitben élt, hogy a természet uralásához azt a hagyományos értelembe véve érteni is kell, és a józan észnek vagy az okságnak ellentmondó világ nem kezelhető — illetve az ilyen leírások*

[114] Wittgenstein, Ludwig: *Logikai-filozófiai értekezés.* Bp.: Akadémia, 1963. 174. o. (6.371 és 6.372)

segítségével nem valósítható meg a fölötte való uralom. Ennek megfelelően az újkori gondolkodásnak sokáig jellemzője volt a természet ésszerűségére vonatkozó ontológiai meggyőződés, és ennek részeként a világegyetem teljes oksági determinációjába vetett hit. Kiderült azonban: az uralomra irányuló program megvalósításához elegendő a kiszámíthatóság; a kalkulatív rendszerek által történő leírhatóság. A természet ésszerűsége és oksági sajátossága Kantnál elveszítette ontológiai jellegét, majd később konvencionalista, illetve instrumentalista értelmezést kapott. A modern fizikában pedig kiderült, hogy a kiszámíthatóság, illetve a leírás kalkulatív ereje nemcsak a Bruno-Wundt-féle kritérium, hanem paradox módon az oksági elv szigorú érvényesítése nélkül is realizálható (amely utóbbi pedig mindennapi életünk során éppen a kalkulatív cselekvések megszervezésének alapjául szolgál).

A standard kozmológiai paradigma a kalkulatív hatékonyságra hivatkozva ontologizálja a kalkulatív rendszert. Ha például a fölfúvódás fogalmának bevezetése hasznos, és segítségével a modell jobban működik, akkor a paradigma szemléletmódjának megfelelően *volt* fölfúvódás. Amennyiben ez a fölfúvódás csak a negatív nyomás segítségével generálható a kalkulatív rendszeren belül, akkor a paradigma szerint ugyancsak léteznie kellett egy olyan korszaknak, amikor negatív nyomás uralkodott a világegyetemben... S ha a világegyetem kezdetének „levezetésére" egy kozmikus hullámfüggvényre van szükségünk, ez egy ontológiai kérdést generál számára: ha e kezdet előtt még sem idő, sem pedig tér nem létezett, hol volt ez a hullámfüggvény? Az ilyen szellemben megfogalmazódó kérdések eredményeképpen pedig végül egy olyan platonista jellegű metavilágot kapunk, amely nem ideákat tartalmaz, hanem egyedül csak ezt a hullámfüggvényt, s amely „semmi" ugyan — hiszen a világegyetem e teória szerint a „semmiből" keletkezett, s keletkezése előtt „semmi" sem volt —, ám amely mégis e platonikus szférából vezérelte a világegyetem „semmiből" való keletkezését.[115] E furcsa kozmológiában a kalkulatív rendszer kozmológiaivá — sőt: metafizikaivá! — transzformálódik, s ily módon a kalkulatív rendszer egyenlete Isten helyére kerül, mint amely vagy a „teremtés" előtt is létezve a „semmiből" vezérelte a világegyetem „semmiből" való

[115] Vö.: Davies, Paul: „Law and Order in the Universe." *New Scientist 120.* (1988. október 15.) 58-60. o.

keletkezését, vagy pedig a képzetes idő örök és határtalan birodalmából generálta a „képzetes" világ „képzetes" eseményeinek segítségével valóságos világunkat.. A kalkulatív rendszer így létrejövő kozmikus kivetítésével kapott világegyetem-kép a népszerűsítő propaganda révén azután visszakerül annak a manipulatív világnak mindennapjaiba, amelynek terméke, s amelynek egyben egyik szellemi elitszféráját képezi.[116]

Ha véletlenül sikerülne a mai univerzumot a „semmiből" — vagy a képzetes időben lejátszódó képzetes eseményekből — levezetni, Stephen Hawking programja megvalósulna: a kalkulatív értékek kultúrájában nem lenne többé kérdés, minden megmagyarázottá és értetté válna, hiszen itt a megmagyarázni és a kiszámítani ugyanazt jelenti. A világegyetem története ekkor úgy jelenhetne meg, mint a kalkulatív rendszer fölépítésének időbeli kivetítése: ahogy a kalkuláció során a hullámfüggvényből levezetésre kerülne a vákuum-fluktuáció, ebből a kezdeti univerzum, majd a szimmetria-sértés és a fölfúvódás, úgy állítaná a standard paradigma — sőt: hipotetikusan állítja már ma is —, hogy kezdetben valóban vagy csak ez a „semmi" volt, „benne" a hullámfüggvénnyel, vagy a képzetes idő, képzetes eseményeivel, majd ezután következett a vákuum-fluktuáció, mint a térnek és az időnek a keletkezése, s.í.t. A kalkulatív gondolkodás „racionalizmusának" bűvöletében élő olvasók pedig eltöprenghetnének azon, milyen hatalmas és nagy is a tudomány: „kisöpörte" a metafizikát és a materializmust, „kisöpörte" a vallást és Istent, és „szigorúan tudományos" magyarázatot adott az anyag és a világegyetem Isten nélküli, „semmi"-ből való — vagy Hawking elméletét elfogadva: a képzetes világból történő — keletkezésére...

A modern kozmológia standard paradigmája tehát a kalkulatív gondolkodás által dominált kultúra kozmológiája, melynek istene — már-már lassan nemcsak szimbolikusan, hanem szó szerint is — az a kalkulatív rendszer, amely egyre inkább *az ember fölé vetített ernyővé — kozmosszá — válik, s egyre inkább világegyetemként — sőt: a hullámfüggvény esetében már-már Istenként — személyesül meg.* Korábban azt hangsúlyoztuk, hogy a természettudományos elméletek ideológiailag semlegesek. Ezen azt értettük, hogy az ideológiai irányzatok szempontjából addig, amíg nem

[116] Ez a kapcsolat magyarázza Hawking könyvének nagy népszerűségét a laikus közönség soraiban.

fűzünk valamilyen ideológiai motivációjú interpretációt hozzájuk, közömbösek. Ha azonban tágabb értelemben használjuk az ideológia fogalmát, s egy speciális kultúra jellemző értékrendszerét is ideológiának tekintjük — függetlenül attól, hogy ez kapcsolatban van-e az idealizmus és a materializmus ellentétével —, akkor az ideológiának *ebben a tágabb értelmezésében* mégiscsak azt kell mondanunk, hogy *a standard paradigma erősen ideologikus: a kalkulatív értékeket preferáló kultúra kozmológiája.* Ám ez természetesen nem jelenti azt, hogy a Kelet-Európában sokáig használt hivatalos, primitív terminus értelmében „burzsoá" elmélet volna, hiszen — eltekintve attól, hogy kétséges, lehet-e ennek a fogalomnak komoly, tudományosan is használható értelmet tulajdonítani — a kalkuláció-orientált kultúra — pozitív és negatív vonásaival — egyaránt és egyformán jellemzi korunk különböző társadalmait. S ugyanígy, ebből a tágabb értelemben vett ideológiai meghatározottságból nem következik az elmélet hamissága sem: semmi sem zárja ki például annak lehetőségét, hogy a világegyetem valamikor ténylegesen is „fölfúvódott" — úgy ahogyan ezt a kalkulatív rendszer állítja. A fölfúvódás tagadása ugyanúgy nem következik e kulturális meghatározottságból, mint ahogyan az elmélet ténylegesen realizálódott kalkulatív erejéből sem következik az, hogy valamikor tényleg volt ilyen esemény.

S itt, ezen a ponton eljutottunk a modern kozmológiai elméletek közötti választási lehetőségünk mélyebb megértéséhez. *Az alternatív metodológiai megfontolásokból származó modelleket éppen az jellemzi, hogy előföltevés-rendszerükben a kalkulatív értékek dominanciáját kérdőjelezik meg. S különösen így van ez a Bruno-Wundt-féle kritériumhoz való tudatos kötődés esetén, amely az „érteni" fogalmának eredendőbb értelméhez való ragaszkodást, a „megérteni, annyi mint kiszámítani" formula elutasítását fejezi ki.* Természetesen az ideológia előbb érintett tágabb értelmezésében ez is ideológikus tartalmú választás. S így a metodológiai választás mögött mégiscsak ideológiai motívumok rejlenek — ám semmiképpen sem az „ideológiai pártok" közötti ellentét, vagy az ideológia hétköznapi, vulgáris értelmében, hanem csakis abban az értelemben, amely alapján a természettudományos világszemlélet is, mint a világnak egyik specifikus megközelítési módja, egyfajta sajátos ideológiaként értelmezhető.

IV. Rész

Az „antropikus kozmológiai elv" és a természettudományos világmegértés határai

1. Bevezetés

Az újkori gondolkodás kezdetét általában azzal a kopernikuszi fordulattal szokták jelölni, melynek következtében az ember elveszítette kitüntetett kozmikus helyét, és a lakóhelyéül szolgáló, korábban mozdulatlannak tekintett Föld a Naprendszer bolygóinak egyikévé redukálódott. Ebből a szempontból másodlagos, hogy Kopernikuszban olyan gondolkodót látunk-e, aki — az általa végrehajtott fordulat ellenére is — a középkor világához áll közelebb, vagy aki — éppen ellenkezőleg — az újkor első jelentős gondolkodója: az a tendencia, amely az ember kozmikus trónfosztásával kezdődött, a modern gondolkodás, s az ennek középpontjában elhelyezkedő természettudományos megismeréseszmény egyik legfontosabb karakterisztikájává vált. A modern természettudománynak kitüntetett normája az a követelmény, amely szerint a világ leírásából ki kell kapcsolnunk az antropocentrikus és teleologikus elemeket, s ez szorosan összefügg azzal a meggyőződéssel, hogy a kozmosz rendje önmagáért való, s nem tekinthető az emberi létezésre irányuló célra orientált rendszernek. Ez a megismeréseszmény, amelyet Lukács György találóan a „dezantropomorfizáló tudományosság" kategóriájával jelöl.[1]

2. Antikopernikánus fordulat a természettudományban?

Napjaink természettudományos kozmológiájával foglalkozva azonban úgy tűnik, mintha változás kezdődött volna a természettudományos megismerés e normájával kapcsolatosan, s ahogyan a kopernikuszi fordulat kozmológiai fordulat volt — hiszen Kopernikusz és kortársai számára a világegyetem még a bolygórendszerrel volt azonos, s így a Föld és a Nap helycseréje kozmikus jelentőségű változást jelentett világképükben

[1] Vö.: Lukács György: *A társadalmi lét ontológiájához.* Bp.: Magvető, 1976. II.: 387-408., 427-447., 547-562. o.; III.: 21-38., 315-338. o. Különösen: II.: 405-408., 427-431. o.; III.: 30-33. o.

—, most mintha újra a kozmológiában bontakozna ki egy hasonló, de éppen ellenkező előjelű fordulat: az utóbbi évek kozmológiai publikációiban egyre gyakrabban találkozhatunk az úgynevezett *antropikus kozmológiai elv*vel, amely szerint, ha az ember térbeli elhelyezkedését tekintve nincs is kitüntetve, mélyebb és fundamentálisabb értelemben mégiscsak privilegizált pozícióval rendelkezik a kozmosz rendjében.[2] Hangsúlyoznunk kell, hogy az antropikus elvben nem egyszerűen annak a teleologikus világképnek újabb variánsáról van szó, amely kívülről mindig is hozzákapcsolható volt a természettudományos világleírás dezantropomorf testéhez, hanem egy olyan princípiumról, amelyet közvetlenül a fizikai kozmológiában fogalmaztak meg, s amely nélkül — legalábbis a kozmológusok jelentős része szerint — úgy tűnik, hogy a természettudományos kozmológia nem boldogulhat.

Valóban így van-e ez? Valóban szükséges-e, hogy a természettudományos megismerés föladja a dezantropomorfizáló tudományosság igényét, és új — antikopernikánus — fordulatot hajtson végre? Vagy esetleg különös „érzékcsalódásról" van szó? Arról, hogy az antropikus elv megfogalmazását inspiráló összefüggések valamilyen sajátos, észrevétlen elméleti fénytörő közegen keresztül jutnak el hozzánk? Annyi bizonyos, hogy az antropikus kozmológiai elv hosszú idő óta a legkomolyabb kihívás a dezantropomorf világleírással szemben, és nem intézhető el a természettudományos ismeretekre történő hagyományos hivatkozással, mint ahogyan ez általában a teleologikus érvekkel szemben történni szokott. S nem léphetünk át rajta az ideológiai minősítés, az ideológiai megbélyegzés eszközével sem, mint a természettudományos világleírás vallásos, idealista igényeknek megfelelő eltorzításán.

---

[2] „Kopernikusz azt tanítja nekünk, hogy nem foglalunk el privilegizált, centrális helyet a világegyetemben. Sajnos van egy határozott tendencia arra, hogy ezt egy erősen megkérdőjelezhető dogmává terjesszék ki: egészen addig, hogy elhelyezkedésünk semmiképpen sem lehet privilegizált. Ez a dogma nyilvánvalóan tarthatatlan..." Carter, B.: „Large Number Coincidences and the Anthropic Principle in Modern Cosmology." in: Longair, M. S. (ed.): *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data.* Dordrecht: Reidel, 1974. 291. o. Mint láttuk, a „(kopernikuszi) kozmológiai elv" kifejezéssel a szakirodalomban az Einstein-féle paradigma homogenitás-posztulátumát jelölik. Az „antropikus kozmológiai elv" kifejezésben az tükröződik, hogy használói azt olyan — a kopernikuszival egyenrangú — tudományos elvként szeretnék elfogadtatni, amely bár tartalmában ellentétes, de metodológiailag mégis rokon ezzel a másik elvvel.

A következőkben ezt az új kozmológiai princípiumot szeretnénk röviden bemutatni, majd kísérletet teszünk arra, hogy megmutassuk: benne a természettudományos világképnek olyan aspektusa manifesztálódott, melynek segítségével megérthetjük és leleplezhetjük a dezantropomorf világleírás egyik régi, de sokáig rejtve maradt, „elbújtatott" titkát.

3. Az antropikus princípium megjelenése a modern kozmológiában

A modern kozmológia antropikus elvét megfogalmazó két, az elv története szempontjából ma már klasszikusnak tekinthető tanulmány B. *Cartertől* és a S. *Hawking* — C. *Collins* szerzőpártól származik.[3] E két írás fogalmazta meg először ezt a princípiumot explicit formában, s hatásukra került az a kozmológusok érdeklődésének középpontjába. Ám mint minden tudományos ideának, így a szóban forgó antropikus elvnek is vannak előzményei, s az említett két tanulmány előtt is jelentek meg olyan tudományos munkák, amelyekben hasonló gondolatokkal találkozhatunk.

Az előzmények között elsőként századunk neves csillagász-fizikusának, Sir Arthur *Eddingtonnak* kozmikus „számmágiáját" kell megemlítenünk.

Vajon csak véletlenek, esetlegesek a fizikai konstansok arányos értékei — kérdezte *Eddington* —, vagy éppen ellenkezőleg, fundamentális és ezért általánosabb elvekből levezethető összefüggések vannak köztük? Eddington ügyes kalkulációk révén arra az eredményre jutott, hogy pozitívan kell megválaszolnunk ezt a kérdést, mivel a szóban forgó számok között harmonikus arányok és invariáns összefüggések mutathatóak ki.[4] Az Eddington-féle összefüggések ugyan azóta már összeomlottak, a fizika karakterisztikus dimenziótlan számai, illetve konstansai között esetleg föllelhető összefüggésekre irányuló eddingtoni kérdésföltevés továbbra is aktuális maradt.

---

[3] Carter: id. mű. in: *Longair*: 291-298. o.; Collins, C. B., Hawking, S. W.: „Why is the Universe Isotropic?" *Astrophysical Journal, 180.* (1973) 317-334. o. Bár Carter tanulmánya 1974-ben jelent meg, szerzője annak tartalmát egy 1970-es konferencián előadta, s azt 1973-ban Collins és Hawking már ismerte. Az 1974-es szöveg egyébként egy 1973-as előadás anyaga.

[4] Eddington, A. S.: *The Mathematical Theory of Relativity.* London: Cambridge University Press, 1923. 167. o.; uő.: *A természettudomány új útjai.* Bp. Franklin Társulat, év nélkül. 219-242. o.
(Lásd még: Ferris, T: *A vörös határ.* Bp.: Gondolat, 1985. 89-93. o.)

Az Eddington által megkezdett elméleti úton továbbhaladva fogalmazódott meg *Dirac Nagy Számok Hipotézise*, amely a fizika nagyértékű konstansainak kapcsolatára vonatkozott.[5] Eszerint a természetben jelentkező minden nagyértékű, dimenziótlan szám oly módon áll relációban egymással, hogy hányadosuk elsőrendű értéket ad. Mivel hipotézisében egyaránt szerepel a világegyetemnek a standard paradigma időskáláján szereplő t=0 időponttól számított kora és a gravitációs állandó, az első érték értelemszerű változásának következtében hipotézise fönntartása érdekében Diracnak szüksége volt egy másik föltevésre is, amely a gravitációs állandónak az idő múlásával való csökkenését mondja ki. Hipotézise alapján Dirac arra következtetett, hogy létezik egy olyan, ma még ismeretlen természettörvény, amely a fizikai világ fundamentális struktúrájában érvényesül, s ezzel magyarázhatóak az általa föllelt összefüggések. E következtetés azon a metateoretikus meggyőződésen alapul, hogy a természeti értékek valószínűtlen egybeesései nem lehetnek a puszta véletlen művei, hanem azoknak valamilyen immanens természeti okuk van. Ezen a ponton kapcsolódik Dirac hipotéziséhez *Dicke* 1961-es tanulmánya, amelyben — annak explicit megfogalmazása nélkül — először szerepel az antropikus kozmológiai elv úgynevezett „gyenge" változata.

Teller Ede a gravitációs állandóra vonatkozó diraci föltevéssel kapcsolatban arra hívta föl a figyelmet, hogy következtében a földtörténet prekambriumi korszakában a Föld felszíni hőmérsékletének el kellett érnie a 100°C értéket, ami katasztrófális következményekkel járt volna az élet szempontjából.[6] Teller fölismeréséből kiderül, hogy a földi élet — s ennek részeként a fizikus létezésének — valósága jelentős restrikciós tényezőként szerepelhet a fizikai elméletalkotás során még olyankor is, ha a szóban forgó hipotéziseknek látszólag semmi köze sincsen a biológiai dimenzióhoz. Dicke elmélete ezen az úton halad tovább, mégpedig oly módon, hogy tovább konkretizálja a fizikai világ alapvető struktúrája és az élet lehetőségföltételei közötti összefüggést.[7] Amíg Teller a földtörténeti evolúciót emelte be a számításba veendő tényezők közé, addig Dicke

[5] Dirac, P. A. M.: „The Cosmological Constant". *Nature 139.* (1937) 323. o.

[6] Teller, E.: „On the Change of Physical Constants." *Physical Review 73.* (1948) 801-802. o.

[7] Dicke, R.: „Dirac's Cosmology and Mach's Principle." *Nature 192.* (1961) 440-441. o.

a standard kozmológiai paradigma — azaz a relativisztikus, Einstein-Fridman-Lemaître-féle „big bang" modell — alapján magát a kozmikus evolúciót vonta be a vizsgálódásba, s ennek eredményeképpen arra a következtetésre jutott, hogy a kozmoszban való jelenlétünk szorosan hozzárendelődik egy konkrét időbeli intervallumhoz. Ennek oka az, hogy a relativisztikus kozmológia szerint csak egy konkrét intervallumban adottak az élet számára kedvező föltételek: a korábbi időszakokban még nem alakulhattak ki azok a lokális csillagászati konfigurációk — pl. csillagrendszerek és bolygók —, amelyek az általunk képviselt élethez szükségesek; később pedig el fognak tűnni a világegyetemből — ki fognak „hűlni" — az élet alapfolyamatai számára nélkülözhetetlen energia forrásaként szolgáló forró kozmikus testek. Ezt az intervallumot pedig éppen az jellemzi, hogy akkor is fönnáll benne a nagy számok Dirac-féle egybeesése, ha a gravitációs együtthatót időben változatlannak tekintjük. Sőt, a gravitációs együtthatót mai ismereteinknek megfelelően konstansnak tekintve ezek éppen ebben az intervallumban, s nem máskor érvényesülnek.

Dicke elemzése így magyarázatot nyújt arra, hogy miért mutatják a fizika szóban forgó értékei a Dirac által föltárt kapcsolatot: mi csak egy olyan világot, a világnak csak egy olyan állapotát figyelhetjük meg, ahol ezek érvényesek. Ha nem lennének érvényesek, nem lehetnénk itt, hiszen nem létezhetnénk — okoskodhatunk, s ez a magyarázat logikai szempontból teljesen kielégítő. Így formálisan minden rendben van, s úgy tűnik, hogy megtaláltuk a Dirac-hipotézist magyarázó, ez idáig ismeretlen természeti összefüggést, ám mégis marad ebben a magyarázatban valami gyanús, valami nyugtalanító. Valóban: magyarázatunk szerint létezésünknek szigorú kozmikus föltételei vannak, s az univerzum fejlődése során el is jut abba az állapotba, amely eleget tesz ezeknek a szigorú föltételeknek. Ám arra nem kapunk választ, hogy ez miért van így? Ez a kérdés sokkal súlyosabb, és a létezéssel kapcsolatos kérdések mélyebb régiójában helyezkedik el, mint Dirac hipotézise, s — mint ahogyan erre majd visszatérünk — már *kivezet* a természettudományos világmegértés kereteiből.

Dicke 1961-es dolgozata nem váltott ki különösebb szenzációt, s a benne található új típusú — de a dezantropomorf megismeréseszménynek még eleget tevő — érve nem került be az érdeklődés középpontjába. Az ilyen típusú érvelés újbóli — s már nagy figyelmet kiváltó — megjelenésére több mint egy évtizedet kellett várni, egészen Brandon *Carter* „A (fizikai)

nagy számok egybeesései és az antropikus elv a kozmológiában" című dolgozatáig, mellyel az antropikus elv valósággal „berobbant" a modern fizika köztudatába.[8] Carter tanulmányának nagy sikere véleményem szerint két mozzanatnak volt köszönhető: egyrészt a találó „ antropikus princípium" terminológia bevezetésének, amely kifejezően és koncentrált módon ragadja meg az érintett problémakomplexumot, s ugyanakkor eléggé „képszerű", markáns, a spekulatív fantáziát is megmozgató kifejezés; másrészt pedig annak, hogy Carter itt kifejtett gondolatait közvetlenül fölhasználta Collinsszal közösen írt cikkében az első jelentős sikereit éppen akkor arató Stephen Hawking, napjaink egyik legismertebb és legnépszerűbb elméleti fizikusa.

Carter az antropikus elvet két — a gyenge és az erős — változatban fogalmazta meg. Ezek szerint:

1. Elhelyezkedésünk a világegyetemben szükségképpen privilegizált abban az értelemben, hogy összeegyeztethető megfigyelői minőségben való létezésünkkel.[9] (A „gyenge" antropikus elv.)
2. A világegyetemnek — s így a fundamentális paramétereknek, amelytől az függ — olyannak kell lennie, hogy fejlődésének egy vagy több stádiumában lehetővé tegye magában megfigyelők kialakulását.[10] (Az erős antropikus elv.)

Meg kell jegyeznünk azt, hogy Carter a két elvet nem ontológiai, hanem csupán módszertani vonatkozásban vezette be; funkciójukat nem abban látta, hogy a világegyetemre fogalmaznak meg követelményeket, hanem csupán abban, hogy segítségükkel olyan — falszifikálható — előrelátások tehetőek, amelyekre egyébként nem volna lehetőség.[11] A gyenge elv alkalmazására Carter Dicke elméletét hozza példának, ahol éppen ennek, mint módszertani elvnek a segítségével jutottunk egyébként véletlennek tűnő egybeesések magyarázatához. Tanulmánya végén pedig az erős elvről megjegyzi, hogy

[8] Carter, B.: id. mű.
[9] U.o.: 293. o.
[10] U.o.: 294. o.
[11] U.o.: 291-292. o.

„amíg azok a predikciók, amelyek csupán a gyenge antropikus elven alapulnak, komplett fizikai magyarázatokat eredményezhetnek, másik oldalról még egy teljesen szigorú predikció sem lesz kielégítő a fizikus szempontjából, ha az az erős elven alapul; ugyanis ebben az esetben mindig megmarad az a lehetőség, hogy egy mélyebben fekvő elméletet találjunk, amely megmagyarázná az (erős antropikus elv segítségével) előrejelzett relációkat."[12]

Azaz az erős elv a Carter-féle módszertani értelmezésben heurisztikus funkcióval bír: az univerzum szerkezetére olyan összefüggéseket szab meg követelményként, amelyek adott fizikai ismereteinkből nem következnek szükségszerűen, s amelyeket így az erős elv segítségével fedezhetünk föl — anélkül azonban, hogy ez az elv egyben magyarázatot is adna rájuk. A nyugatnémet tudományfilozófus, Bernulf *Kanitscheider* hasonlatával az erős elv ebben a funkcióban olyan, mint egy kitöltetlen blanketta, amelyben már be van jelölve a beírandó szöveg szerkezete, de még kitöltendő a dinamikus — értsd: nem teleologikus, kauzális — magyarázattal.[13]

Az antropikus elv Carter-féle posztulálása önmagában tehát még egyáltalában nem jelenti azt a teleologikus fordulatot, amelyet tanulmányunk elején jeleztünk: a módszertani értelmezés a dezantropomorfizáló megismeréseszmény szempontjából is korrekt. Ám az is nyilvánvaló, hogy az erős elv ösztönöz arra, hogy lételméleti értelmet is tulajdonítsunk neki, s különösen így van ez, ha a kozmosznak a standard paradigmában elénk táruló képét elemezzük. A „blanketta" kitöltésére irányuló kanitscheideri követelmény a dezantropomorf, nem teleologikus kozmológia iránti követelménnyel egyenértékű. Ám addig, amíg blankettánk üresen áll — vagy legalábbis addig, amíg jelen ismereteinkben erős garanciákat nem találunk arra, hogy valóban van mivel kitölteni — csak a jövő kutatásaiban reménykedhetünk. Ha pedig ez a remény nem elégít ki, s abba sem akarunk beletörődni, hogy létezésünk kozmikus föltételei megmagyarázhatatlan, akcidentális egybeesések következményeiként adottak, elkerülhetetlenül a teleologikus kozmoszhoz, az erős antropikus elv ontológiai

[12] U.o.: 295. o.

[13] Kanitscheider, B.: „Explanation in Physical Cosmology." *Erkenntnis 22.* (1985) 261. o. (Vö. még: uő.: „Physikalische Kosmologie und anthropisches Prinzip." *Naturwissenschaften, 72.* (1985) 613-618. o.)

értelmezéséhez kell menekülnünk. S végső soron ez az a szituáció, amely Carter tanulmányát az érdeklődés középpontjába helyezte, s az antropikus elv módszertani megfogalmazását az ontológia irányába csúsztatta el. Mivel az antropikus kozmológiai elv létélméleti értelmezése csak következetesen ateleologikus kozmológiákban kapcsolható ki egyértelműen, e szituáció jobb megértése érdekében hasznos röviden áttekintenünk azt, hogy miként állt egymással relációban a kozmosz és az élet a XIX. századi természettudományos világképben.

4. A Boltzmann-féle antropikus elv

A kozmosz XIX. században általánosan elterjedt természettudományos képének legjellemzőbb sajátossága a csillagokkal és csillagrendszerekkel azonosnak posztulált kozmikus „világok" permanens keletkezésének, virágzásának és elmúlásának eszméje volt, melynek eredete egészen az ókori atomista világképig nyúlt vissza.[14] A világok sokaságának hipotézisét fölelevenítő Giordano Bruno számára a kérdés: „Miért kedvező a kozmosz szerkezete az élet számára?" panteista-teleologikus világképe következtében értelmetlen volt.[15] A későbbiek során Bruno panteista modellje mechanizálódott és természettudományos szempontból operacionalizálódott: a világok sokasága a természettudományos világképben a konkrét, gravitáló — s általában a földi fizika és kémia törvényeinek eleget tévő — anyagstruktúrák: kozmikus ködök és porfelhők, nap- és csillagrendszerek végtelen sokaságával azonosult.[16] Ebben a keretben kapott új értelmet a világok permanens keletkezésének, virágzásának és elmúlásának az eszméje is. Az atomok véletlenszerű kombinálódásának elvét ennek során fölváltotta azonban az anyag szerveződését szükségszerűen meghatározónak előföltételezett tendenciáknak, az anyagi világon belül immanensen érvényesülő természettörvényeknek a fogalma. A „világokat" e kontextusban már nem az atomok véletlenszerű kavargása, hanem az anyag immanens szerveződési törvényszerűségei hozzák létre. Ezek kezdetben a newtoni

[14] A XIX. századra jellemző „körforgásos" kozmológiai modellt részletesebben elemeztem a *Világosság* című folyóirat 1987. áprilisi számában megjelent tanulmányomban, s az ott kifejtett gondolatok kiegészítik az itteni elemzést.

[15] Vö. pl.: „A világegyetemről, a végtelenről és a világokról." in: Bruno, G.: *Két párbeszéd.* Bp.: Magyar Helikon, 1972.

[16] Vö.: *Világosság* 1987/4. 218-220. o.

mechanika törvényeit jelentették, s ez a *„világokat létrehozó véletlen" — „világokat létrehozó természettörvények"* transzformáció az igazi értelme azoknak a kozmológiáknak — Kant és Laplace elméletének —, amelyek Newton törvényeinek segítségével próbálják meg levezetni a csillagok és a bolygók kialakulását.[17] Bár a természettörvények kulcsszerephez jutottak, a valószínűségi faktor — illetve a véletlen — szerepe nem kapcsolódott ki föltétlenül az ilyen típusú kozmológiákban sem: a XIX. században általánosan elterjedt elképzelés szerint a természettörvények pusztán az élet irányába mutató fejlődési tendenciát biztosítják, s maguk a kozmikus evolúciós folyamatok csak bizonyos valószínűséggel juthatnak el az életig. Mivel azonban e kozmológiák a világegyetemet végtelennek és végtelen sok világot tartalmazónak föltételezik, e valószínűség szükségképpen realizálódik szerintük a „világok" — értsd: csillag- és naprendszerek — meghatározott hányadában.

A világok körforgásszerű keletkezésének és elmúlásának tétele így egyben az élet számára kedvező kozmikus föltételek kialakulására is teoretikus magyarázattal szolgált. A kozmosz és az élet viszonyának ezt a harmonikus egyensúlyát kérdőjelezte meg Clausius entrópia-tétele. Ha az entrópia növekedése szükségszerű, s a kozmosznak a természettudományos világfölfogásnak megfelelően nem volt kezdete, akkor hogyan magyarázható meg a termodinamika figyelembevételével az élet számára kedvező mai, kis entrópiájú állapot? — kérdezhetjük, antropikus vonatkozást adva a Clausius elmélete nyomán keletkezett hőhalál-problémának. Hiszen a termodinamika második fő tétele alapján a kozmoszban ma megfigyelhető hőmérsékletkülönbségeknek már régen ki kellett volna egyenlítődniük, s ma már nem volnának lehetségesek olyan energiaforrásként szolgáló forró kozmikus objektumok, mint amilyenek például a csillagok.

Ludwig Boltzmann e probléma dezantropomorf, ateleologikus megoldására javasolta azt a hipotézist, amelyet a *fluktuációs antropikus elvnek* nevezhetünk. E hipotézis szerint a végtelen világegyetem nagyobbik része a hőhalál állapotában található, ugyanakkor azonban az entrópia-tétel valószínűségi értelmezése következtében szükségszerűen tartalmaz itt-ott véletlenszerűen létrejött fluktuációkat. Ugyancsak a valószínűségi értelmezés

[17] Kant, I.: „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels." (1755) in: *Kants Werke, I.* Berlin: Walter de Gruyter, 1968.; Laplace, P.: *Exposition du systeme du monde.* Párizs: 1789/99.

— valamint a világegyetem végtelensége — következtében, a Boltzmann-féle világegyetemben végtelen sok ilyen fluktuációnak kell léteznie, s a végtelenség miatt ezek között szükségképpen lennie kell olyanoknak is, amelyek az élet számára alkalmasak. A mi kozmikus környezetünk pedig e modell szerint éppen egy ilyen, számunkra óriási — a világegyetem méreteihez képest viszont elenyésző nagyságú — fluktuációban helyezkedik el, s ebben már nincsen semmi csodálatos, hiszen egyszerűen máshol nem létezhetnénk.[18]

A görög atomisták, illetve Giordano Bruno kozmológiai modelljének XIX. századi természettudományos változatában és a Boltzmann-féle fluktuációs elméletben az élet és a kozmosz viszonyának szerkezeti váza azonos: egyrészt mind a kettőben olyan kozmikus anyagmezővel van dolgunk, amelyben immanens törvényszerűségek érvényesülnek, s ezek hatására alakulnak ki a különböző lokális kozmikus konfigurációk; másrészt ezek az immanens törvények mind a kettőben lehetőséget adnak a biológiai evolúció kozmikus föltételrendszerének kifejlődésére, s ezek — annak ellenére, hogy tényleges létrejöttük esélye igen kicsi — a világegyetem végtelensége következtében különböző helyeken és időpontokban szükségképpen újra és újra meg is jelennek. Két alapkategória működik e vonatkozásban mindkettőben: a törvényszerűségek által megszabott skálán belül szerepet kapó véletlen és a kozmosz tér- és időbeli végtelensége. A valószínűségi faktor — azáltal, hogy az élet felé való fejlődésnek az esélyét a lehetőségek összességének a töredékére redukálja, s így megszünteti a kozmikus folyamatok közvetlen életre-irányultságát — a nem teleologikus, dezantropomorf világképet biztosítja; míg a végtelenség azt, hogy ezen valószínűségi redukció ellenére is szükségszerű folyamatként kapjuk meg az élet kifejlődését. E leírásokban a világegyetem egésze kedvező az élet számára, s azt minden időpillanatban — bár természetesen nem mindenhol — tartalmazza: a biológiai evolúció, illetve az intelligens élet általunk ismert és képviselt formája szempontjából kedvező vagy kedvezőtlen változások csak lokálisan történnek benne.

[18] Boltzmann, L.: „On Certain Questions of Theories of Gases." *Nature, 51.* (1985) 413-415. o.; uő.: „Zu Hermann Zermelo's Abhandlung 'Ueber die mechanische Erklärung irreversibler Vorgange'." *Annalen der Physik und Chemie, 60.* (1897) 392-398. o.

5. A kozmosz és az élet a „big bang" paradigmában

A XX. századi kozmológia standard paradigmájának kontextusában a kérdést: *„Miért olyan a világegyetem, hogy lehetséges benne az élet?"*, a következőre kell módosítani: *„Miért és hogyan fejlődött — fejlődhetett — olyanná, hogy alkalmas legyen az élet számára?"* Azt a képet ugyanis, amelyben az élet a kozmoszban állandóan jelen volt, van és lesz, a táguló univerzum és az ősrobbanás eszméjének következtében fölváltotta egy másik leírás, amelyben a kozmosz maga is egy élettelen állapotból kiindulva az élet felé evolvál. Amíg a korábbi elképzelés alapján ez a fejlődési vonal a világegyetemben csak helyenként volt jelen, s így csak a végtelen sok világnak egy hányadában — igaz: végtelen számosságú hányadában — realizálódott ténylegesen is, s ezáltal „elbújt" és „föloldódott" a valószínűségi érvelésben, addig most az egyedi és az „evilági" létezés legegyetemesebb fizikai keretét adó fizikai világegyetem fejlődési jellegeként rajzolódik ki elénk — s ez kétségtelenül kedvező fordulat az emberért létező teleologikus kozmosz híveinek számára. Persze ez nem azt jelenti, hogy a dezantropomorf, nem teleologikus kozmológia ennek nyomán lehetetlenné vált volna, pusztán csak annyit, hogy az antropocentrikus érvelés számára a kozmológiai „terep" kedvezőbbé vált.

Mivel az újkori természettudománynak alapvető igénye a dezantropomorf, nem teleologikus világleírás, az előbbiekben jelzett paradigmaváltás nem hozhatott be közvetlenül antropocentrikus, teleologikus érveket a természettudományos kozmológiába. Sőt: miután a háttérsugárzás fölfedezése nyomán az általános érdeklődés a forró univerzum elméletének részletesebb kidolgozása felé fordult, a cél éppen az volt, hogy ezt az élet felé mutató fejlődésvonalat a hagyományos, kauzális magyarázatstruktúrába illesszék bele.[19] És itt, ezen a ponton válik nagyon izgalmassá ez a dolog. Ugyanis a fizika ma ismeretes törvényei alapján annak valószínűségére, hogy a kezdeti, forró univerzumból életre alkalmas világegyetem fejlődjön ki, a nullához igen közel álló értéket kapunk. Konkrétabban: ha fejlődésének korai szakaszában a világegyetem túl gyorsan tágult volna, a kozmikus anyag olyan hamar szétszóródott volna az expanzió során létrejövő kozmikus térben, hogy nem lett volna lehetőség kozmikus testek —

[19] Vö.: Weinberg, S.: *Az első három perc*. Bp.: Gondolat, 1982. 48-129. o.

sem galaxisok, sem csillagok, sem pedig bolygók — kialakulására; ha pedig túl lassú lett volna a kezdeti tágulás üteme, az általunk képviselt élethez szükséges csillagok szintén nem jöhettek volna létre, s a világegyetem hőmérséklete sem hűlt volna le annyira, hogy testünkhöz hasonló biológiai struktúrák fejlődhessenek ki benne. Az élet számára kedvező föltételeket biztosító kozmikus fejlődési pálya e „túl gyors" és „túl lassú" között helyezkedik el, mégpedig egy igen keskeny sávban.[20] Így egyáltalában nem triviális, hogy az univerzum fejlődése során eljuthatott az élet számára kedvező stádiumba, mint ahogyan ezt a Dirac-féle összefüggések Dicke által nyújtott magyarázata előföltételezi.

Ahhoz, hogy ezt jobban megértsük, képzeljünk el egy vékony élű és több méter hosszú vonalzót, amely úgy van letámasztva, hogy ez a vékony éle fölfelé mutat. Ha nagyon ügyesek vagyunk, talán sikerül ráhelyeznünk erre az élre egy golyót úgy, hogy az ne essék rögtön le róla. Ha azonban ezután a golyót meglökve azt tapasztalnánk, hogy az végiggurul a vonalzó több méter hosszú élén, ezt nem ügyességünknek tulajdonítanánk, hanem elkerülhetetlenül arra a következtetésre jutnánk, hogy a golyó és a vonalzó éle között valami számunkra ismeretlen kapcsolat van: a vonalzó éle és a golyó össze van hangolva. Annak valószínűsége, hogy a világegyetem evolúciója a kritikus pályán induljon el, és ott is maradjon, a modern kozmológia standard paradigmája alapján jóval kisebb volt, mint annak valószínűsége, hogy golyónk a fönti, vékony élen méterek hosszán végigguruljon. A világegyetem — ahogyan az létezésünkből szükségszerűséggel következik — mégis ezen a kis valószínűségű pályán evolvált. Miért történt ez így? Erre a kérdésre kauzális-valószínűségi magyarázatot mind ez idáig nem sikerült adni, azaz a kanitscheideri blankettát mind ez idáig nem sikerült kitölteni — s ez az a szituáció, ami az antropikus kozmológiai elv ontológiai értelmezését ösztönözte.

Az ontológiai értelmezés Hawkingnál és Collinsnál jelent meg először, akik az univerzum izotróp és kvázi-eukleidészi tulajdonságára alkalmazták azt, kimutatva, hogy ezek a tulajdonságok szorosan összefüggnek az élet számára kedvező kozmikus struktúra kialakulásával.[21] „Miért izotróp a világegyetem?" — teszik föl a kérdést nevezetes tanulmányuk

[20] Vö.: Collins-Hawking: id. mű.
[21] U.o.

végén. *„Azért, mert mi itt vagyunk benne!"* — hangzik a tanulmány sokkoló szándékú, népszerűvé vált válasza.[22] Az izotrópia és a nagyléptékű kozmikus tér kvázi-eukleidészi jellegének talánya ugyan azóta megoldódott a standard paradigma legújabb variánsában, a fölfúvódó világegyetem korábban elemzett elméletében, azonban a kezdeti expanziónak itt is speciális föltételeket kell kielégítenie ahhoz, hogy az élet később kifejlődhessen. Így az élet irányába mutató kritikus fejlődési pálya valószínűsége itt sem válik nagyobbá, s ezért a fenti, eredeti szituáció lényege ezen elmélet bázisán sem változik meg.[23]

Az antropikus elv lételméleti értelmezésében szintén megkülönböztethetjük egymástól a gyenge és az erős változatot. Collins és Hawking a gyenge változat klasszikus formáját, a világegyetemek sokaságának hipotézisét használja, amelyre — mint az erős elvben megfogalmazott követelmény teleologikus jellegének lehetséges föloldására — már Carter is utalt. Collinst és Hawkingot idézve:

> „...nem egy világegyetem van, hanem a világegyetemeknek végtelen halmaza, az összes lehetséges kezdeti föltétellel... Majdnem minden világegyetem jelentős mértékben anizotróppá válik. Ám az ilyen univerzumoktól nem várható el, hogy galaxisokat tartalmazzanak, ugyanis kondenzációk csak olyan világegyetemekben fejlődhetnek ki, amelyek expanziós rátája éppen hogy elegendő a rekollapszió elkerüléséhez. A galaxisok létezését az intelligens élet bármely formájának kifejlődéséhez elengedhetetlen előföltételnek tekinthetjük."[24]

Ezen a ponton a félreértések elkerülése végett röviden ki kell térnünk arra, hogy itt a gyenge és az erős elv fogalmát bizonyos mértékig eltérően használjuk attól, mint ami az irodalomban elterjedt. A világegyetemek sokasága koncepciót ugyanis többnyire az erős elv egyik változatának szokták tekinteni. Ezt mi indokolatlannak tartjuk, hiszen az

---

[22] Uo.: 334. o.

[23] Vö.: Guth, A.: „Inflationary Universe." *Physical Review D 23.* (1981) 347-356. o.; Guth, A., Steinhard, P.: „A fölfúvódó világegyetem." *Tudomány,* 1985/1.; Barrow, J., Tripler, F.: *The Anthropic Cosmological Principle.* Oxford: Clarendon Press: 1986. 430-444. o.; illetve lásd a fölfúvódó világegyetem elemzésével foglalkozó fejezetünknek azt a részét, ahol a finomhangolásról van szó.

[24] Collins-Hawking: id. mű: 319. o.

„erős" és a „gyenge" kifejezés az emberre irányuló teleológia elvének alkalmazására vonatkozik, s ezen alkalmazás erősségének értékére utal. A világegyetemek pluralizmusát állító koncepció pedig éppen arra szolgál, hogy ne kelljen a direkt teleológiát bevezetni, és hogy így a számunkra adott kozmosz alkalmassága arra, hogy benne élet alakuljon ki, e nélkül is megmagyarázható legyen. Az elterjedt használatban egy sajátos fogalmi zavar tükröződik, amely abból ered, hogy az antropikus elv ismeretelméleti és lételméleti értelmezését nem különböztetik meg egymástól, s ezt pótolandó a gyenge elv ontológiai változatához is az „erős" jelzőt kapcsolják. Ez az eljárás persze annyiban jogos, hogy az ontológiai változat erősebb állításokat fogalmaz meg a világegyetemre, mint az episztemológiai variáns. Ám itt mégiscsak egy olyan elvről van szó, amely az emberre vonatkoztatást, az emberhez történő kapcsolódást fejezi ki, és így az elv erősségéről és gyengeségéről csak ezen vonatkoztatottságra, ezen kapcsolódásra utalva helyes beszélnünk. A Dicke-féle koncepció és a világegyetemek sokasága hipotézis között pedig e viszonylatban nincsen különbség: a valószínűségre hivatkozó érvelés mindkettőben föloldja a közvetlen emberre irányultságot.

A gyenge elv tehát az ontológiai értelmezésben sem tartalmaz semmiféle teleológiát, s csak annyiban különbözik a módszertani értelmezéstől, hogy posztulálja a világegyetemek sokaságát. Persze rögtön fölvetődik a kérdés, hogy hol helyezkedik el ez a sok világegyetem, hiszen ezek már nem lehetnek egymással olyan relációban, mint a XIX. századi kozmológia „világai", amelyek az egyetlen világegyetem alrendszereit képezték. Tekintettel arra, hogy e világegyetemek mindegyike a fizikai létezőknek egy-egy totalitását képezi, nem tartalmazhatja őket egy átfogó, közös fizikai tér — hiszen ekkor csak egy világegyetem világai volnának —, s ezért a világegyetemek pluralizmusának föltevésével elkerülhetetlenül posztulálnunk kell egy logikai jellegű, platonikus metateret, amelyben ezek a világegyetemek „elhelyezkednek". Azonban a gyenge elv lételméleti értelmezése nem követeli meg föltétlenül a világegyetemek sokaságának állítását. Föltételezhetjük azt is, hogy az univerzum nagyobbik része anizotróp, és kozmikus horizontunkon kívül a legkülönbözőbb konfigurációkat tartalmazza, amelyek között mi egy izotróp, galaxisokat tartalmazó — tehát az élet számára kedvező — régióban helyezkedünk el. Ugyanígy nincsen

szükségünk a világegyetemek pluralizmusára a fölfúvódó világegyetem elméletében, amelyben — föltéve, ha expanziójának kezdetén a megfelelő föltételeknek eleget tett — a világegyetem kozmikus buborékok sokaságát tartalmazhatja, s ezek között — éppen sokaságuk következtében — nagy valószínűséggel kell lenniük olyanoknak is, amelyek kedvezőek az élet számára.[25]

Vegyük észre, hogy struktúrájában az előbbi három változat mindegyike hasonlít ahhoz a megoldáshoz, amellyel a XIX. századi természettudomány magyarázta meg az élet számára kedvező kozmikus föltételek kifejlődését: itt is kicsi a valószínűsége annak, hogy ezek kialakuljanak, s egyben itt is az alapegységként vett objektumok sokasága magyarázza meg azt, hogy kicsinysége ellenére miért realizálódott mégis ez a valószínűség. S e struktúra is ugyanúgy éppen a dezantropomorf kozmológiának és az élet kozmikus létezési föltételeinek összekapcsolhatóságát biztosítja. A szóban forgó eset azonban mégis jelentősen különbözik a régi modelltől: ebben az utóbbiban ugyanis azok a „világok", amelyek a kozmikus valószínűségi mező egységeit képezték, a ténylegesen megfigyelt csillagokkal, nap- és csillagrendszerekkel voltak azonosak. Ezzel szemben a most említett három változatban a dezantropomorf kozmológia áraként elvileg megfigyelhetetlen objektumoknak és kozmikus régióknak sokaságát kell föltételeznünk: olyanokét, amelyek posztulálására semmi empirikus alapunk sincsen, s amelyek tényleges létezését empirikus eszközökkel alátámasztani elvileg lehetetlen. Ez pedig, mint már láttuk, erősen spekulatívvá teszi az elméletet, s egyben sérti a természettudományos elméletalkotás tradicionális kritériumát, az Ockham-borotva elvét is.

Az antropikus elv erős változatának ontológiai értelmezését úgy kapjuk meg, ha a módszertani értelmezésben szereplő szükségszerűséget az új törvények keresési irányának kijelölésén túl a világegyetem belső, strukturális vonásának tartjuk. Eszerint a világegyetem kezdeti fejlődése vagy azért indult el az élet irányába mutató kis valószínűségű pályán, mert a világegyetemnek eleve tulajdonsága az életre irányultság, vagy pedig azért, mert maga az élet okozta, váltotta ki ezt. Az első lehetőséget választva azt a klasszikus, célra orientált világegyetemet kapjuk meg,

[25] Vö.: Guth-Steinhardt: id. mű. A világok sokaságának modern variánsairól lásd még: J. Leslie, „Anthropic Principle, World Ensemble, Design." *American Philosophical Quartley 19.* (1982) 141-151. o.

amely a panteisztikus és a vallásos ontológiák felé mutat, míg a másodikkal azt tételezzük föl, hogy a kozmikus megfigyelő mai valósága valamilyen misztikus módon képes hatni az univerzum múltjára. Ahogyan Dicke és Peebles sugalmazza:

> „Lehetséges, hogy a megfigyelő jelenléte az, ami determinálja a világegyetem múltját?" [26]

6. Az antropikus elv és a természettudományos világmegértés határai

Az antropikus elvet látszólag elintézhetnénk azzal, hogy a tudományos ismeretekben föllelhető fehér folt elfedésére fogalmazták meg, s a tudományos haladás majd szükségtelenné teszi, mint ahogyan ezt lényegében Kanitscheider állítja. Ám többről van itt szó!

Az antropikus elv megfogalmazásához vezető problémakört három módon lehetne megszüntetni a természettudomány szintjén:

1. Ha a kozmológiai elmélet mellé ügyesen bevezetnénk egy olyan restrikciós egyenletet, amely kizárja az élet számára kedvezőtlen megoldásokat, olyan matematikai modellt kaphatnánk, amelyben szükségtelenné válna az antropikus elv. Csakhogy ez az eljárás nem volna több puszta szemfényvesztésnél, hiszen restrikciós egyenletünknek nem volna fizikai jelentése, s az így nem volna más, mint az erős antropikus elv matematikai megformulázása.
2. A fizikai kutatás során olyan új törvények tárulnak föl számunkra, amelyek következtében a kozmológiai egyenletet módosítani kell, mégpedig olyan irányban, hogy jelentősen megnő az élet felé vezető fejlődési pálya valószínűsége.

---

[26] Dicke, R. H., Peebles, P. J. E.: „The Big-Bang Cosmology — Enigmas and Nonstrums." in: Hawking, Israel: *General Relativity*. Cambridge, etc.: Cambridge University Press, 1979. 504-516. o. Itt: 514. o.
Az antropikus elv eddig tárgyalt változatai mellett létezik még az úgynevezett participációs antropikus elv, amelynek megfogalmazása Wheeler nevéhez fűződik, s amely a kvantummechanika koopenhágai interpretációjának kozmológiai kiterjesztése; valamint a finalista antropikus elv, amely szerint ha már egyszer kialakult az élet a világegyetemben, ennek örökké meg kell őriznie azt. Vö.: Barrow, Tripler: id. mű: 20-23., 613-677. o.

3. A fizika jövőbeli eredményei alapján a teljes standard paradigmát el kell majd vetnünk, s olyan új paradigmára kell áttérnünk, amelyben az élet kozmikus föltételeinek kialakulása valószínű esemény.

Az antropikus elv tényleges föloldását csak a második és a harmadik lehetőség nyújthatja, s mindkét esetben a modern fizikát forradalmasító fölfedezésekre volna szükség. Ám e fölfedezésekre számítani, abból kiindulva, hogy az antropikus elv kényelmetlen a számunkra, azt jelentené, hogy normatív igénnyel lépünk föl a természet struktúrájával szemben. E normatív igény pedig tudatunk, gondolkodásunk struktúrájából fakadna: abból az igényből, hogy saját életünk kozmikus lehetőségföltételeit ne szerencsés véletlenként, hanem szükségszerűnek mutassuk föl. S egyáltalában nem biztos, hogy a fizika jövőbeli eredményeinek ebbe az irányba kellene mutatniuk.

Ha azonban nem természettudományos tudásunk fehér foltjára vezethető vissza az antropikus princípium megjelenése, mégis: mi az igazi, a mélyebb forrása ennek az elvnek? A válasz e kérdésre az, hogy ez a forrás a természettudományos világmagyarázat és világmegértés strukturális — azaz nem ismereteink fogyatékosságából származó, s ezért nem túlhaladható — határvidékein található. Amikor a standard paradigma fizikai ismereteinken alapuló matematikai egyenleteinek megoldása alapján azt állítja, hogy a világegyetem expanziójának kezdetén még számos evolúciós pálya állt lehetőségként nyitva, egyáltalában nem világos, hogy mit kell értenünk a „lehetőség" szó és a „nyitva állt" kifejezés alatt. Egy kockát ezerszer és ezerszer földobhatunk, s megállapíthatjuk, hogy annak a lehetősége, hogy a hatost mutató felével fölfelé állapodik meg, 1/6 valószínűségű. Egy részecskefizikai kísérletet elvileg szintén tetszőlegesen sokszor megismételhetünk, s így föltárhatjuk lefolyásának lehetséges variációit, s ezek realizálódásának valószínűségét. Ám mi az értelme a lehetőség és a valószínűség fogalmának, ha egyszeri, egyedi objektum egyszeri, egyedi evolúciójáról van szó, amely soha meg nem ismételhető, és soha nem reprodukálható? Van-e értelme annak az állításnak, hogy a világegyetem evolúciója során húszmilliárd évvel ezelőtt még különböző evolúciós pályák álltak nyitva? A lehetőség és a valószínűség természettudományos fogalma egy egyedi fogalom egyedi fejlődésére átvihetetlen. Ha azonban racionális-természettudományos leírást szeretnénk adni, mégis elkerülhetetlenül használnunk kell ezeket a fogalmakat, s ez az a tulajdonképpeni

paradoxon, ami az antropikus elvhez elvezet. Nem véletlen ezért az, hogy a gyenge változat a világegyetemek — vagy újra: a világok — pluralizmusában keresi a kiutat, hiszen éppen a dezantropomorf, természettudományos leírást szeretné megmenteni. Ehhez pedig a lehetőség és a valószínűség fogalmának értelmes használatára van szüksége, amit a világegyetemek — vagy az egyetlen világegyetem részét alkotó kozmikus alrendszerek, azaz a státuszukban Giordano Bruno világaihoz hasonló világok — sokaságának hipotézisével már biztosítani lehet. Ám így a feje tetején áll a dolog: eredetileg nincsen adva a valószínűség fogalmának alkalmazásához elkerülhetetlen sokaság és ezért az inkorrekt módon kerül alkalmazásra, majd az inkorrekt alkalmazásból eredő problémákból következtetünk egy ilyen sokaság létezésére. Az erős elv ontológiai értelmezése tendenciájában éppen ellentétes a gyenge elvével, és ez az, amiért nincsen szüksége a világok pluralizmusára: nem megmenteni próbálja a természettudományos tradíciót, hanem nyíltan a teleológiához fordulva föladja azt. Bármilyen lesz is a fizika jövőbeli fejlődése, a szóban forgó strukturális probléma nem fog megszűnni, hiszen ha az újabb fizikai elméletek alapján már szükségszerűként is fog megjelenni az élet irányába mutató evolúciós pálya, a szükségszerűség fogalma e használatban továbbra is homályos marad: az az állítás például, hogy egy elejtett kő szükségszerűen a földre zuhan, e tapasztalat sokszori megismétlődésén alapul (még akkor is, ha Hume nyomán tudjuk, hogy e tapasztalatból logikailag sohasem következhet e szükségszerűség).

Az antropikus elvben még egy másik vonatkozásban is a természettudományos világleírás strukturális határai tükröződnek. Ennek megértését segítendő tegyük föl, hogy a jövőbeli kutatás mégiscsak föl fog tárni olyan törvényeket, amelyek alapján az élet irányába mutató fejlődési pálya — a szükségszerűség fönti, inkorrekt értelmezésében — szükségszerű lesz: azaz azt, hogy a Kanitscheider által említett blanketta mégiscsak kitölthető. Ebben az esetben teljessé válna a dinamikus-kauzális magyarázat, s az antropikus kozmológiai elvre már nem lenne többé szüksége a természettudománynak. Ám az, hogy ilyen, számunkra kedvező fizikai törvények létezzenek, egyáltalában nem szükségszerű, s így ezek konkrét fölfedezése csak annyit jelentene, hogy az esetlegesség kategóriája az univerzum konkrétan realizálódott fejlődési pályájáról az ezt meghatározó természettörvényekre tevődne át. Amikor tehát a természettudományos

kozmológia az antropikus elv ontológiai értelmezéséhez fordul, helytelenül cselekszik, hiszen saját határait szeretné átlépni! A standard paradigma — illetve a fölfúvódó világegyetem elmélete — az élet számára kedvező kozmikus körülményeket ma esetlegesnek — nullához közeli valószínűségű esemény szerencsés, véletlen megvalósulásának — mutatja föl, s mivel elégedetlen ezzel, s szeretné ezeket szükségszerűeknek tudni, az antropikus kozmológiai elv ontológiai értelmezéséhez fordul. Csakhogy a természettudományos megismerés szintjén mindig esetlegesek maradnak ezek a körülmények! Hiába válnának azok új törvények fölfedezésével a természettudományos szükségszerűség fogalmának előbb jelzett inkorrekt értelmezésében szükségszerűekké, a kérdés, hogy miért pont olyan törvények érvényesek, amelyek komplexuma a kozmosz élet felé mutató evolúciós pályáját jelöli ki, továbbra is megválaszolatlanul maradna. (E vonatkozásban válik különösen szembetűnővé a kozmosz tervezettségét állító hagyományos „design" argumentum és az antropikus kozmológiai elv különbözősége. Hiszen a szóban forgó törvények az antropikus elvet fölöslegessé tennék, viszont másik oldalról éppen kitűnő anyagot szolgáltatnának a kozmosz tervezettségével operáló érvelés számára. Így nem vezethetnek túlságosan mélyre azok az elemzések, amelyek az antropikus elvben nem látnak többet egy új design argumentumnál.)

S itt, ezen a ponton eljutunk a filozófiai antropikus elvhez. Abban az esetben ugyanis, ha nem kívánunk a teleologikus világmagyarázathoz menekülni, de ugyanakkor életünk lehetőségföltételeit szükségszerűeknek szeretnénk látni, egyetlen lehetőségünk marad: posztulálnunk kell, hogy az anyagi világban immanensen jelen van az élet — s az intelligens élet — felé mutató fejlődés tendenciája. A XX. századi természettudományos kozmológia nem tett mást, mint kiemelte, hangsúlyozta ezen tendencia elkerülhetetlen posztulálását. Gondolkodásunknak mai struktúrája olyan, hogy megdöbbentőnek tűnik számunkra, és a teleologikus gondolkodás irányába ösztönöz, ha egy egyszeri, egyedi folyamat — esetünkben konkrétan: a világegyetem evolúciója — mutat az élet irányába, míg ha az ilyen irányú fejlődést a XIX. századi kozmológiának megfelelően a „világok" — értsd: csillag- és naprendszerek — sokaságában érvényesülő tendenciává fokozzuk le,[27] ez megnyugtató, nem teleologikus magyarázatnak tűnik.

[27] Vö.: *Világosság* 1987/4. 218-223. o.

Pedig e lehetőségek a filozófia szintjén nem képviselnek igazán alternatívákat: a kozmosz egészét tekintve a második esetben is olyan fejlődési tendenciáról van szó, amely egyértelműen és határozottan az élet felé mutat. Ezért a két eset ekvivalens. Az a benyomás, hogy az antropikus elvvel szemben a dezantropomorf világértelmezés szempontjából kielégítőbb természettudományos megoldáshoz jutunk az élet kozmikus lehetőségföltételeinek megmagyarázásában akkor, ha e tendenciát elbújtatjuk a XIX. századi kozmológiának a valószínűségi faktort és a világok sokaságát használó érvrendszerében, pusztán „érzéki csalódás", illúzió.

Mivel kétségtelenül itt vagyunk, a világegyetem kétségen kívül olyan, hogy ezt lehetővé teszi. S — elfogadva a természet evolúciós leírását — olyan volt, hogy a biológiai evolúciót lehetővé tette. Miért ilyen a világegyetem? Ha erre a kérdésre nem akarunk teleologikus választ adni, egy lehetőségünk marad: posztulálni az élet felé történő fejlődés immanens tendenciáját. S e posztulátum logikája erősen hasonlít az erős antropikus elvhez: létezésünk „itt"-jéből és „most"-jából következtetünk egy olyan tendenciára, amely ezen itt és most irányába mutat. *Ezért ezt a posztulátumot, illetve e posztulátum kimondásának kényszerét nevezhetjük a filozófia antropikus elvének is.*

Az antropikus kozmológiai elv kritikáját tehát abban összegezhetjük, hogy a természettudományos szintre húz le olyan problémákat, amelyek csak a filozófia szintjén ragadhatóak meg igazán.[28] A természettudományos megismerés szintjén nem volna szükség erre az elvre, hiszen a valószínűségi elmélet alapján a kis valószínűségű lehetőségek is realizálódhatnak. S ahogyan a földobott kocka akár ezerszer egymásután is eshet a hatosra, úgy a standard paradigma teoretikus keretében vizsgált evolúciónak is volt ezen elmélet alapján esélye arra, hogy az élet irányába mutató kritikus pályán induljon el — bármilyen kicsi is volt ez az esély. Létezésünk mai valósága azt mutatja, hogy éppen ez a standard paradigma szerinti kis lehetőség valósult meg, s ezzel a természettudománynak meg kellene elégednie. Abban, hogy ez mégsem így történt, nem természettudományos, hanem azon kívüli motivációt lelhetünk föl; s ez nem más, mint annak nyugtalanító érzése, hogy elméletünk szerint létezésünk a kozmosz

[28] Vö. pl. Stephen Hawking korábban idézett programjával! (Harmadik rész, ötödik fejezet.)

fejlődésében korábban történt — számunkra szerencsés — véletlennek a következménye. Természetesen a természettudományos racionalitás keretében megnyugtatóbb lenne, ha új törvények fölfedezésével biztosítani lehetne a szükségszerűséget annak az itt — mint láthattuk inkorrektül — használt értelmében, s ezáltal megszüntethetnénk az antropikus kozmológiai elv lételméleti értelmezését ösztönző szituációt. Így kialakulhatna az az illúzió, hogy a természettudomány megtalálta a régóta keresett, hiányzó megoldást, s megfejtette a kozmosz „rejtélyét". Ám, mint az előzőekben láthattuk, ez csak illúzió volna, s *a kérdések: miért pont az adott törvények érvényesek, s ezek konstellációja miért determinál olyan kozmoszt, amely alkalmas az élet számára, továbbra is megválaszolatlanul maradnának.*

A filozófiai reflexió szintjén tehát a természettudomány jövőbeli eredményeitől függetlenül eljutunk az antropikus elvhez: a teleologikus világképhez, vagy pedig az anyagban rejlő vak, de mégis az élet irányába mutató tendencia posztulálásához. Ebből az alternatívából nem léphetünk ki, hacsak nem úgy, hogy értelmetlennek minősítjük a fönti kérdéseket, s megtagadjuk reájuk a választ. Ez a sajátos szituáció pedig óhatatlanul a természettudományos — illetve még tágabban: a természettudományon alapuló racionalista beállítódású — világmegértés korlátaira utal: arra, hogy ennek számítgató-kalkuláló gondolkodásmódjának keretei között foglyok maradunk, s ha ezt nem akarjuk, arra kell törekednünk, hogy határait átlépve a gondolkodás másik szférájába térjünk át. Nem mintha ily módon az előbbi kérdésekre jobb válaszokat adhatnánk, hanem azért, mert ily módon talán világossá válhat ezek kontextusfüggése, és az, hogy ezek csak bizonyos beállítódásban tűnnek centrális jelentőségűeknek a világ — s önmagunk — megértése szempontjából. S talán azért, mert ily módon kiderülhet: e kérdések már olyan régiókat érintenek, amelyekről — Wittgenstein szavaival — hallgatnunk kellene, mert hiszen nem lehet beszélni róluk, ám amelyekről mégis újra és újra, kikerülhetetlenül beszélni próbálunk.

Alfvén és Klein kozmológiája 138 141-142, 203

Alpher, R. és a kozmikus maradványsugárzás predikciója 47-48

alternatív kozmológiai elméletek 38-39, 92-93, 101-105, 203-204

- a Duhem-Quine-féle tétel mint az alternatív kozmológiai elméletek lehetőségének tudományfilozófiai alapja 204

aluldeterminánltság: a tudományos elméletek empirikus aluldeterminánltsága (a Duhem-Quine-féle tudományfilozófiai tétel)

- a Duhem-Quine-féle aluldeterminánltsági tétel 95-96
- a Duhem-Quine-féle aluldeterminánltsági tétel és a naiv realizmus 96-98
- a Duhem-Quine-féle tétel mint az alternatív kozmológiai elméletek lehetőségének tudományfilozófiai alapja 204

az antropikus kozmológiai elv 174, 225-245

- gyenge 228, 230, 236-239, 242
- erős 230-231, 237-240, 242
- Boltzmann-féle 232-234
- és a természettudományos világmegértés határai 240-245

Arisztotelész az aziomatikus magyarázat kiinduló tételeiről 212-213

Arisztotelész világegyeteme 110, 114, 126

Arp, Halton a vöröseltolódás-anomáliákról 88, 203-204

Atkins, P. W. Teremtés *című könyve* 1-2, 119

a „beágyazhatatlansági" tétel

- tudományelméleti-metodológiai szint 155-156
- a nem-eukleidészi geometriák nagyobbdimenziószámú eukleidészi terekbe történő beágyazhatóságát vizsgáló matematikai „beágyazhatósági tétel" 156

- a standard paradigma modelljeinek háromdimenziós eukleidészi terekbe történő beágyazhatatlanságát kimondó tétel 157-158
- a beágyazhatatlansági tétel és a fölfúvódó világegyetem 158

Bécsi Kör II, 24, 87, 108

big bang: lásd: ősrobbanás

Bitsakis nézeteinek bírálata 129-130, 145-146, 186-187

a Bruno-Wundt-féle elv 8, 21-24, 189-190, 193, 197-205, 209-211, 220, 223
- a standard paradigma elutasítása a racionalista igényű világfölfogás kontextusában a Bruno-Wundt-féle kritérium alapján 197-205

Cepheida-skála 49-50

Chéseaux-Olbers (fotometriai) *paradoxon* 15, 179, 181

Descartes, René
- evidenciafogalma, a descartesi evidencia, mint a deduktív fölépítésű magyarázat kiinduló fókuszpontja 213
- Descartes transzcendens garanciája a világ racionális megismerhetőségére 91-92, 124-125, 214

design-argumentum és kozmológia 171-174, 226, 243

dezantropomorf természetkép
- a standard paradigma dezantropomorf, dialektikus interpretációja 194-197
- a dezantropomorf természetkép és az antropikus kozmológiai elv 231-232, 239, 243-244

Dicke, R. H.
- a Dirac-féle Nagy Számok Hipotézisről és az élet kozmikus föltételeiről 228-229, 236
- szerepe a rádió-háttérsugárzás kozmikus maradványsugárzásként való értelmezésében 48

Dirac, P. A. M.
- Nagy Számok Hipotézise 228-229, 236
- hipotézise a gravitációs konstans változásáról 130, 228

Duhem-Quine-féle aluldeterminánltsági tétel 95-98, 204

Eddington, Sir Arthur
- érvei a szemléletesség föladása mellett a modern fizika vonatkozásában 28-30
- kimutatja Einstein modelljének instabilitását 35
- számmágiája 227
- a végtelen „furcsa" mennyiségéről 16

Einstein, Albert
- az éterről 98
- első reflexiói az expandló megoldásokra 198-199
- és a Mach-elv 11-13
- ismeretelméleti nézetei 31, 199
- kozmológiai dolgozata 9-14

entrópia
- az entrópia növekedése és a világegyetem múltja 162-164, 233

expanzió, expandáló világegyetem: lásd: tágulás

Fáy László nonszenszeket tartalmazó cikke a „Hitel"-ben 98-99

fényfáradás elméletek 38-39, 93

Feyerabend
- kozmológiánk választhatóságáról 206, 208-209
- a radikális jelentésváltozásról 108

forró univerzum
- a forró univerzum hipotézise és a világegyetem szálas-szivacsos szerkezete 55
- a forró univerzum teóriájának kialakulása és a mikrohullámú háttérsugárzás fölfedezése 44-48

- a forró univerzum természettudományos státuszáról 101-105

fölfúvódó világegyetem

- a fölfúvódó világegyetem: tudományelméleti és tudomány-metodológiai elemzés 61-69
- a fölfúvódó világegyetem: természettudományos problémák 74-80
- Guth, Alan áttörést jelentő cikke a fölfúvódó világegyetemről 59-60, 67
- mitikus mozzanatok a fölfúvódó világegyetem elméletében 61, 81-82
- a világegyetem-részecskegyorsító analógia visszájára fordulása 69-74

Fridman, A. A.

- a kozmológiai egyenlet Fridman-féle megoldásai 35-36
- és Einstein 198-199

galaxisok

- evolúciós effektusok keresése a galaxisok csillagállományában 151-152
- horizontja 150
- protogalaxisok keresése 152
- valódi természetének fölismerése 37
- vöröseltolódása 5, 37-43, 88, 92-93, 203-204, 207-208
- távolsága 37, 49-50

Gamow, G. szerepe a kozmikus maradványsugárzás predikciójában 46-47

gravitációs (Seeliger-) paradoxon 15, 179, 181

háttérsugárzás

- a forró univerzum teóriájának kialakulása és a mikrohullámú háttérsugárzás 44-48
- fölfedezése A. A. Penzias és R. W. Wilson által 48
- valóban maradványsugárzás-e a mikrohullámú kozmikus rádió-háttérsugárzás? 101-104

- rötgenháttér 103
- gravitációs és neutrínóháttér 104-105

Hawking, Stephen
- Hawking eredménye a fekete lyukak sugárzásáról 84
- Hawking és Collins közös cikke a világegyetem izotrópiájáról (az antropikus elv népszerűvé vált alkalmazásával) 236-237
- Hawking és Ellis a kozmológiai szingularitás lehetséges értelmezéseiről 90
- Hawking programja a világegyetem megértésére, s ennek kritikája 118-119, 211-220

Hermann, R. és a kozmikus maradványsugárzás predikciója 46-47

hiányzó tömeg (missing mass)
- a "missing mass" problémája 51-52
- a hiányzó tömeg a fölfúvódó világegyetem elméletében 74-76

a hideg big bang elmélete 102–103

hierarchikus világegyetem-modellek 143, 175

horizont
- „időhorizont" a relativisztikus kozmológiában 145-149
- az időhorizont és a " look-back-time" a standard paradigmában 150-152
- az ismeretelméleti horizontok kikerülhetetlensége térbelileg végtelen világegyetemben 153-154

horizontprobléma a standard paradigma klasszikus változatában 57-58

Hoyle, Fred
- elmélete az anyag folytonos keletkezéséről 165-166
- hipotézise a „vastű világegyetemről" 102-103
- Hoyle elmélete és a teológia 165-166
- Hoyle és Narlikar a kozmikus vöröseltolódástól 93
- Hoyle és Narlikar inhomogén modellje 143

Hubble törvénye a szisztematikus vöröseltolódásról 38, 40-41, 49-50

időskála

- a kozmikus és a lokális időskálák közötti különbség föloldódása 49-51

intuitív térszemléletünk (szemléletes térképzeteink) 7, 17-20, 31-33, 184, 187, 192-193, 196-197, 200-203

Jánossy Lajos programja a modern fizika matematikai apparátusának újrainterpretálására 202-203

Kant térelmélete és a relativitáselmélet 30-33

Kaufmann, William J. III. „Relativitás és kozmológia" *című könyve* 82-86, 100

Kopernikuszi (kozmológiai) posztulátum

- a relativisztikus kozmológia és a kopernikuszi posztulátum 11, 40-41, 224-225
- a szálas-szivacsos szerkezet viszonya a kopernikuszi posztulátumhoz, és a big bang paradigma magját képező gázgolyó-analógiához 53-55

kozmológia

- alternatív: lásd e címszó alatt
- metafizikai 118-120
- naiv, mitikus 116-117
- a standard kozmológiai paradigma, mint a kalkulatív gondolkodás dominanciájával jelzett kultúra kozmológiája 210-223
- természettudományos (fizikai) 117-126
- a természettudományos kozmológia objektuma (a természettudományos kozmológiai elméletek lokális vagy globális relevanciájának kérdése) 126-144

kozmológiai („lambda"-) tag

- Einstein bevezeti a kozmológiai tagot 13

- a „lambda"-tag a fölfúvódó világegyetem elméletében 75, 78-79
- a „lambda"-tag és a Mach-elv 13, 34-35

Kuhn, Thomas paradigmaelmélete 6, 87-88

a kvantummechanika alternatív fizikai interpretációiról 200

Lakatos Imre tudományfejlődés-elmélete 6, 50, 61

Layzer, David
- a newtoni kozmológiáról 137
- elmélete a hideg „big bang"-ről 102-103

Lemaître, G.
- ősatomelmélete 46-47
- megtorpanásos modellje 49

Lukács György
- a kalkulatív kultúráról és a pozitivista tudományfölfogásról 112, 201, 220
- reflexiói a relativitás elméletéről 201-202
- a „tények"-ről 87
- a tudományos dezantropoformizációról 225

Mach-elv 11-13, 34-35

Marx György és Szalai András Sándor a neutrínó nyugalmi tömegének kozmológiai jelentőségéről 52, 76

McCrea, W.
- és a természettudományos kozmológia metafizikai vonatkozása 119
- a Milne-McCrea-féle newtoni világegyetem 93, 136-138, 157
- és a steady-state elmélet 166

Meljuhin, Sz. T.
- kvázizárt modellje 132
- nézeteinek bírálata 19-20, 131-136, 178-180, 184-186
- a gravitáció lokalitásáról 131-136

a „megérteni" és a „megmagyarázni" fogalmának a transzformációja a kalkulatív kultúrában 212-214, 220-223

metafizika

- a metafizikai alapkérdése 211-212
- a metafizikai kérdések természettudományos megválaszolhatatlansága 1-4, 211-212, 219-221
- a természettudomány metafizikává transzformálása 1-4, 118-120, 210-222

Milne, E

- a Milne-McCrea-féle newtoni világegyetem 93, 136-138, 157
- kinematikus modellje 138

Munitz, M. K. világegyetem-fogalma 111-115

Nagy Egyesítés (GUT) 60, 68-74

Naan, G. I. világegyetem-modellje 142, 190-193

nem-eukleidészi terek lásd: szférikus világegyetem, illetve intuitív térszemléletünk

Newton

- az axiomatikus fölépítésű magyarázat Newtonnál 213
- expandáló modell Newton gravitációelméletében 93, 136-138

Ockham-borotva 7-8, 44-45, 63-64, 92, 189-193, 209-210, 239

ősrobbanás

- az ősrobbanás hipotézise 46-48, 93-94, 101-105
- az ősrobbanás (big bang) és a világegyetem időbeni keletkezésének kérdése 93-94

paradigmaváltás

- Einstein kozmológiai dolgozata, mint a természettudományos kozmológia paradigmaváltásának kezdete 9-11, 14
- az einsteini paradigmaváltás mint a világ fizikai leírására használt fogalomrendszer transzformációja 30-33

- Thomas Kuhn elmélete a tudományos paradigmaváltásról 6, 87-88

Peebles, P. J. E.

- szerepe a kozmikus háttérsugárzás maradványsugárzásként történő azonosításában 48
- szerepe a világegyetem szálas-szivacsos szerkezetének fölfedezésében 52-53
- a sötét anyagról 52

Popper, K. falszifikációs elmélete 6, 61

racionális

- a természettudományos elméletek racionalitásának klasszikus fogalma, és ennek megváltozása a modern fizikában és kozmológiában 21-24, 196-197
- a standard paradigma elutasítása a racionalista igényű világfölfogás kontextusában a Bruno-Wundt-féle kritérium alapján 197-205

a relativitáselmélet alternatív fizikai interpretációiról 92-93, 98-99, 199-202

részecskegyorsító

- a részecskegyorsítók mint az empirikus kozmológiai kutatás eszközei 55-56
- a világegyetem-részecskegyorsító analógia visszájára fordulása 69-74

Riemann-féle tér lásd: szférikus világegyetem

Russell, Bertrand a nem-eukleidészi geometriákról 26-28

simasági probléma 58-59, 65

Sitter, W. de

- a görbült tér fogalmáról 23
- az időskálák eltéréséről 60
- P. Kerszberg De Sitter szerepéről Einstein statikus modelljének megszületésében 11

- üres világegyeteme 34-35, 140

Schlick, Moritz érvei a szemléletesség föladása mellett 24-25

sötét anyag a világegyetemben (dark matter in the universe)

- a sötét anyag, mint a gravitációs törvény alapján számított hiányzó anyag 51-52
- a sötét anyag, mint a fölfúvódó világegyetem empirikus falszifikációjának kikerülésére bevezetett hipotetikus kozmikus anyag 74-76
- hideg sötét anyag 76-77
- forró sötét anyag 76-77
- a neutrínó mint sötét anyag 52, 76-77

a standard kozmológiai paradigma

- dezantropomorf, dialektikus interpretációja 194-197
- fétisizálása, „metafizikává transzcendálása" 1-3, 118-120, 211-212, 221-222
- a horizont-, a simasági probléma és a mágneses monopólusok problémája a standard paradigma klasszikus változatában 57-59
- a népszerűsítő irodalomban 82-87
- és a kalkulatív gondolkodás 211-212, 220-223

steady-state: az állandó állapotú világegyetem elmélete (Bondi, Gold, Hoyle, Jordan, McCrea, McVittie) 165-166

Szalai András Sándor és Marx György a neutrínó nyugalmi tömegéről 52, 76

szálas-szivacsos (filamental, sponge-like): a világegyetem szálas-szivacsos szerkezete

- a szálas-szivacsos szerkezet fölfedezése 52-53
- a szálas-szivacsos szerkezet viszonya a kopernikuszi posztulátumhoz, és a big bang paradigma magját képező gázgolyó-analógiához 53-55

szemléletesség: fizikai elméleteink szemléletességének problémája

- a szemléletesség követelménye: a Bruno-Wundt-féle elv 21-24
- Schlick, Russell és Eddington érvei a szemléletesség föladása mellett 24-30
- a szemléletesség problémája, Kant térelmélete és a relativitáselmélet 30-33

szférikus világegyetem, a világegyetem szférikus modellje

- a szférikus — véges, de határtalan — világegyetem eszméjének megszületése Einstein kozmológiai dolgozatában 11-13
- a szférikus világegyetem-modell, mint a kozmosz térbeli végességének vagy végtelenségének megválaszolására irányuló klasszikus kozmológiai probléma újszerű megközelítése 14-16
- a szférikus modell és intuitív térszemléletünk 17-20

szingularitás: a kozmológiai szingularitás 46-48, 85-86, 89-94, 98, 194-195

Slipher, V. M. szerepe a galaxisok szisztematikus vöröseltolódásának fölfedezésében 37

Szvigyerszkij, V. I.

- a gravitációs kölcsönhatás lokalitásáról 131-136
- nézeteinek bírálata 19-20, 131-136, 180-186
- a „reális végtelenség" Szvigyerszkij féle fogalma 180-184

a szubjektum és az objektum egymástól való elválaszthatatlansága 100-101, 206-208

tágulás: táguló világegyetem; a világegyetem tágulása (expanziója)

- Einstein egyenletének expandáló megoldásai 34-36
- a világegyetem expanziójára vonatkozó eszme kialakulásának empirikus oldala 37-40
- a világegyetem relativisztikus expanziójának helyes értelmezése 41-43

teleológikus világkép 171-174, 225-226, 231-232, 234-240, 243

Teller Ede a gravitációs konstans változásának Dirac-féle hipotéziséről 228

teológia: a keresztény teológia és a modern kozmológia 159-174

teremtés: a világegyetem „semmiből" történ keletkezése, „teremtése" 88-89, 93-94, 162-165, 211-212, 221-222

- a világegyetem kezdetével kapcsolatos kérdések természet tudományos eldönthetetlenségéről 88-92, 94

a természettudományos világmegértés határai 2-4, 8, 88-92, 94, 211-212, 219-220, 229, 232-237

Treder, H.-J gravodinamikája és kozmológiai elméletei 176

véges, de határtalan: lásd: szérikus világegyetem; a világegyetem szférikus modellje

a világegyetem fogalma

- a világegyetem fogalmának meghatározása a sense-reference típusú jelentéselméleti paradigmában 107-111
- M. K. Munitz cluster-típusú világegyetem-definíciója 111-115
- a „metafizikai" és a „fizikai" világegyetem 115-120
- a világegyetem fogalmának formális definíciója 120-125
- a „világegyetem" mint a kozmológiai elméletalkotás a priori objektuma 125-126

visszatekintési idő (look-back-time) 150-152

vöröseltolódás: kozmikus vöröseltolódás 4, 37-43, 88, 92-93, 203-204, 206-208

Wirtz, C. szerepe a galazisok vöröseltolódásának fölfedezésében 37-39

Wittgenstein, L. 219-220, 245

Wundt, W. Zöllner szérikus modelljéről 22-23

Zeldovics elmélete a sötét anyag szerepéről a galaxisok keletkezésében 53, 76

Zeldovics-Sunyajev-effektus 104-105

Zelmanov inhomogén modellje 139-141, 189-193

Zöllner, J. C. Fr. szférikus világegyeteme 9-10, 22-23

KÖNYV-TÁR

4439-2

Nyomtatta és kötötte a Dabasi Nyomda
Felelős vezető: Bálint Csaba igazgató
Munkaszám: 90-0950

Ha egy meleg nyári napon a Hortobágyon, vagy a Kiskunságon sétálva egy pusztai kút fölé hajolunk, saját arcunk s a fölöttünk lévő kék ég fog visszanézni ránk. A vizet nézzük, ám magunkat látjuk, s fejünk mögött az ég kékjét. Mégsem mondhatjuk azt, hogy a vizet nem látjuk. A kút vizét látni: ez éppen visszatükröződő arcunkat jelenti; s megfordítva: visszatükröződő arcunk a vizet. A világegyetemmel ugyanígy vagyunk: a természetet, a kozmoszt, a Földet és a csillagokat kutatjuk, ám míg feléjük fordulva faggatjuk a létezés titkát, saját arcunk néz vissza ránk. Ez azonban mégsem jelenti azt, hogy csak magunkat látjuk, s nem a világot. A világot, a világegyetemet látni: ez éppen visszanéző önmagunkat jelenti.

Mert tegyük föl azt, hogy valóban azért léteznek a létezők, azért létezik a világ, mert a „valódi" semmi instabil. Közelebb jutunk-e ekkor akár csak egy hajszálnyival is az eredeti kérdés megválaszolásához? Természetesen nem. Hiszen a filozófiai kérdés megfelelője ekkor az a kérdés lesz, hogy miért instabil a semmi? S ha azt válaszolná a fizikus erre, hogy azért, mert egyenleteinek ilyen megoldásai vannak, akkor ez a válasz sem volna válasz, hiszen arról, hogy miért pont ilyenek az egyenletei, s miért nem olyanok, amelyek alapján a semmi stabil volna, megint csak nem lenne információnk. Akik ily módon szeretnék e kérdést megválaszolni, éppen a lényeget nem értik: a szóban forgó filozófiai kérdés a létezés alapvetően megválaszolhatatlan, s a racionális gondolkodás által ugyan elhallgatható, de föl soha nem oldható misztikumára vonatkozik. A nagy fizikus, Feynman szavaival: *„A világmindenség nem lesz kevésbé misztikus, ha tudunk egyet-mást róla."*

SZÉKELY • EINSTEIN KOZMOSZÁTÓL A FÖLFÚVÓDÓ VILÁGEGYETEMIG