

O PRAČUDEŽU

Razmislek o nekaterih filozofskih vidikih sodobne kozmologije

MARKO URŠIČ

*V večnost je moje srce odprto:
iz Kaosa v Kozmos.
(Kosovel, Integrali)*

Kozmologija si že od starogrških začetkov prizadeva, da bi razložila nastanek in razvoj vesolja, ki so ga klasiki razumeli kot porajanje sveta »iz Kaosa v Kozmos«. Med svojim tisočletnim iskanjem je kozmologija že skoraj obupala nad tem, da je možno spoznati univerzum kot *celoto*, vendar je v dvajsetem stoletju, spodbujena z razvojem fizike in astronomije, doživela velik preporod in postala tako rekoč vodilna med »mejnimi« znanostmi. A tudi dandanes se zastavlja vprašanje, do kod lahko seže znanstvena razlaga tega »pračudeža«, ki ga imenujemo vesolje, in kje mora kozmologiji priskočiti na pomoč filozofija ali celo teologija. Italijanski filozof-kozmiolog Evandro Agazzi je zapisal:

»...pravi pojem *univerzuma* je tipično filozofski pojem. Dejstvo, da ga je znanost postavila za predmet svojega natančnega raziskovanja, pomeni, da se je znašla skupaj s filozofijo v soigri, ki je bila znana že na začetku, a naj bi bila menda pred nedavnim [tj. v obdobju novoveškega znanstvenega pozitivizma] odpravljena. [...] Z razvojem kozmologije je sodobna znanost znova našla mnoge vezi s filozofijo...« (Agazzi, 203 in 208)

Kljub tej nesporni in plodni kozmološki zvezi med sodobno znanostjo in filozofijo pa je treba ohraniti nekatere pomembne distinkcije, zato želim najprej uvesti terminološko razločevanje med pojmi 'vesolje', 'univerzum', 'kozmos' in 'Vseobsegajoče'. – S pojmom *vesolje* (natančneje, *naše vesolje*) mislim na celoto vsega tistega bivajočega, ki nam je potencialno izkustveno dostopno v prostoru-času.¹ Ob tako pojmovanem vesolju si je možno zamisliti tudi *dru-*

¹ Malce drugačno, čeprav ekstenzionalno ekvivalentno definicijo pojma vesolja je podal kozmiolog Hermann Bondi: »Vesolje je največja množica [prostorsko-časovnih entitet], znotraj katere lahko uporabimo naše fizikalne zakone« (gl. Kanitscheider (1), 389).

ga vesolja (druge »možne svetove«), ki so nam izkustveno načelno nedostopna; razlogi za njihovo nedostopnost so lahko različni, o tem nekaj več pozneje. – S pojmom *univerzum*, ki se v sodobni kozmološki literaturi, še posebej v angleški, običajno uporablja kot izraz za vesolje, pa bom tu mislil predvsem na *enost* vesolja (oziroma enost celotne množice vesolij, če jih je več: Univerzum), namreč na njegovo »unikatnost«, ki konceptualno ne dopušča množstva. Kozmološki pojem univerzuma se od abstraktnejšega pojma »univerzum diskurza« loči po tem, da je domena prvega nujno prostorsko-časovna, drugega pa ne (saj je določen s poljubno abstraktno topologijo). – S pojmom *kozmos* pa mislim predvsem na *urejenost* vesolja in/ali univerzuma, tj. na vesoljni red, ki ga določajo zakoni fizike in navsezadnje principi »vesoljnega uma«, *logosa*. – »Onstran« vseh treh kozmoloških pojmov, vesolja, univerzuma in kozmosa, pa ostaja »Vseobsegajoče«: *das Umgreifende* pri Karlu Jaspersu, *Dao* v stari kitajski modrosti, *Eno* pri Plotinu... toda o tem »najvišjem« pojmu, ki presega vsako pozitivno določljivo pojmovnost, tu ne bom veliko govoril, čeprav je treba pri razvijanju filozofske kozmologije vseskozi v mislih ohranjati *Vseobsegajoče*.

Vesolje je torej *celota* vsega v prostoru-času dostopnega bivajočega: to celoto pa lahko pojmujeemo bodisi kot *potencialno*, bodisi kot *aktualno* dostopno območje vesoljnih »fenomenov«, npr. zvezd, galaksij, sevanj ipd. Obseg aktualne dostopnosti fenomenov je odvisen seveda od zmožnosti naših čutov in instrumentov (teleskopov, spektrografov itd.), ki nam močno razširijo področje opazovanja, vendar meja med potencialno in aktualno dostopnim vesoljem ni določena le z zmožnostjo instrumentov, temveč tudi z načelnimi *horizonti*, s katerimi je zamejen naš pogled. Sodobni kozmološki modeli poznajo več vrst horizontov glede na to, *kaj* horizont zastira pred našim opazovanjem (bodisi dogodke v vesoljnem prostoru-času, bodisi »delce« vesolja oz. galaksije, bodisi sevanje), in odnosi med različnimi horizonti so precej zapleteni, ker so odvisni od okvirnih teoretskih modelov vesolja (o tem gl. npr.: Harrison, 438-457 ali Kanitscheider (1), 385-396). Skupno vsem *zaznavnim* horizontom pa je, da so to »optične« meje pogleda v »globino« vesolja – analogno kakor je horizont na morju optična meja našega vsakokratnega pogleda z ladje na širjavo oceana – niso pa ne fizične meje vesolja, ne fizikalne meje našega kozmološkega spoznanja. Vsakokratni zaznavni horizont opazovalca je v dinamičnih (razvijajočih se) modelih vesolja, ki so v kozmologiji 20. stoletja – predvsem seveda s *standardnim* modelom »prapoka« – prevladali nad statičnimi modeli, načelna meja opazovalčevega videnja vesolja v njegovem ali njenem prostoru in času, drugače rečeno: *oddaljenost horizonta od opazovalca se s časom spreminja*.

V sodobni kozmološki literaturi se običajno navaja *horizont fotonov* (svetlobe), ki sferično obdaja vsakega opazovalca na razdalji, ki jo je svetloba, po-

tujoča s konstantno hitrostjo c , lahko prepotovala v času od prapoka do časa opazovanja, v našem primeru do dandanes, tu-in-zdaj. Eden izmed temeljnih kamnov sodobne kozmologije, znameniti *Hubblev zakon*, ki ga je ameriški astronom Edwin Hubble leta 1929 formuliral na osnovi opazovanj rdečih premikov spektralnih črt svetlobe bližnjih galaksij, določa, da je hitrost oddaljevanja galaksij premo sorazmerna z njihovo oddaljenostjo (razmerje ni več linearno za zelo daljne galaksije oziroma kvazarje). Linearni koeficient tega sorazmerja, tj. hitrostna stopnja (angl. *rate*) oddaljevanja galaksij oziroma stopnja hitrosti raztezanja vesoljnega prostora v času, se imenuje *Hubbleova konstanta*. Na osnovi Hubbleovega zakona je nadalje definiran *Hubblev čas* kot obratna vrednost Hubbleove konstante; če Hubblev čas pomnožimo s svetlobno hitrostjo c , dobimo radij namišljene krogle, imenovane *Hubbleova sfera*, ki meri nekje med 10 in 20 milijardami svetlobnih let, če upoštevamo kar najširši interval rezultatov merjenj vrednosti Hubbleove konstante, od največ 100 do najmanj 50 (km/s)/Mpc.² S pomočjo ustreznih korekcij, predvsem za zgodnje vesolje – ker se prostor ni raztezal ves čas enako hitro, ampak sprva zelo hitro, potem vse počasneje – lahko iz Hubbleovega časa izračunamo dejansko starost vesolja tako, da Hubblev čas pomnožimo s faktorjem 2/3 (za t.i. Einstein–De Sitterjevo varianto standardnega modela, o njej še pozneje); če znaša Hubblev čas nekje med 10 in 20 milijardami let (oziroma radij Hubbleove sfere med 10 in 20 milijardami *svetlobnih let*), potem je vesolje dejansko staro nekje med 7 in 14 milijardami let – rajši več, saj astrofiziki pravijo, da so najstarejše zvezdne kopice stare skoraj 10 milijard let (deli vesolja pa seveda ne morejo biti starejši od celote) – recimo torej, da je realna starost vesolja kakih 13 milijard let.

Horizont fotonov, ki ga lahko v našem kontekstu, da ne bi razlage preveč zapletli, enačimo s Hubbleovo sfero, je torej optična meja med vidnimi in zaradi raztezanja vesolja (še) nevidnimi galaksijami. V standardnem kozmološkem modelu, v katerem se raztezanje vesolja upočasnjuje, ne pa pospešuje, se Hubbleova sfera *veča* s potekom časa: izza horizonta prihajajo nove in nove galaksije, katerih svetloba nas »lovi« in nas prej ali slej tudi »ujame« v raztezajočem se vesolju. Onstran horizonta pa ostajajo v določenem trenutku kozmološkega časa (opredeljenega s Cauchyjevimi »hiperploskvami«, ki povezujejo lokacije z enako gostoto mase in/ali energije v raztezajočem se prostoru) nevidne tiste galaksije, ki se od opazovalca oddaljujejo s hitrostjo, večjo od

² 1 pc (parsek, tj. »paralaksa-sekunda«) = 3,26 svetlobnih let. Hubbleova konstanta, ki izraža *prirastek* hitrosti raztezanja na dolžinsko enoto (na parsek ali svetlobno leto), bi torej znašala, izražena s svetlobnimi leti, približno od 30 (max) do 15 (min) kilometrov na sekundo na (vsakih) milijon svetlobnih let oddaljenosti opazovane galaksije od opazovalca (oziroma, splošno, medsebojne oddaljenosti galaksij).

svetlobne (kar ni v nasprotju z Einsteinovo relativnostno teorijo, saj gre za raztezanje samega prostora, v katerem galaksije *mirujejo* na »raztezajočih se koordinatah«) – ali preprosteje rečeno, onstran horizonta ostajajo v opazovalčevem času galaksije, katerih svetloba še ni dosegla opazovalca, tostran pa so tiste, ki jih lahko že vidi.³

Niso pa vsi zaznavni horizonti odvisni od (sedanjega) poteka kozmičnega časa. Standardni model na primer predvideva, da je bilo zgodnje vesolje – prvotna »ognjena krogla«, če rečemo figurativno – vse do kozmičnega časa približno pol milijona let, dokler se ni temperatura sevanja zaradi raztezanja znižala na približno 3000° K, napolnjeno s plazmo, za katero iz fizike delcev (namreč iz laboratorijskih poskusov) vemo, da *ni transparentna* za svetlobo oziroma nasploh za elektromagnetna sevanja, ker se fotoni, svetlobni kvanti, v plazmi »sipajo« ob prostih elektronih. To pomeni, da je temperatura 3000° K tisti zaznavni *horizont*, do katerega lahko vidimo vesolje s pomočjo elektromagnetnih sevanj *nazaj* v preteklost (mimogrede, če bi znali zgraditi učinkovite nevtrinske teleskope, bi lahko videli še dlje nazaj v kozmični čas, ker se nevtrinsko sevanje sprostí mnogo prej kot fotonsko); obenem pa horizont transparentnosti za fotone pomeni, da je fotonsko *prasevanje* ali »mikrovalovno sevanje ozadja«, ki sta ga leta 1965 odkrila Penzias & Wilson in je dandanes pomemben vir kozmoloških informacij, *najstarejši* »fenomen«, ki ga lahko še »vidimo« v vesolju z našimi teleskopi (namreč vključno z radijskimi in drugimi elektromagnetnimi napravami).⁴ In vendar tudi tu ne gre za mejo našega fizikalnega *znanja*, saj kozmološka fizika lahko s teoretsko »retrovizijo« seže dlje nazaj v čas nastajanja vesolja, za horizont fotonske transparentnosti, k višjim temperaturam, bliže prapoku, kajti iz opaženih in izmerjenih posledic *tostran* tega horizonta ter s pomočjo dognanj na področju fizike visokoenergetskih delcev, pridobljenih v zemeljskih laboratorijih, lahko znanost *modelira* stanje *onstran* horizonta, tj. v zelo zgodnjem vesolju, ki ni neposredno dostopno fotonskim instrumentom.

Po ugotovitvi, da zaznavni horizonti v kozmologiji ne pomenijo meje znanstvenega modeliranja, saj se slednje lahko *posredno* izkustveno potrjuje, s čimer se širi območje kozmološkega znanja, se nam zastavlja vprašanje, ali obstajajo in, če obstajajo, kateri so *miselni* horizonti sodobne kozmologije – namreč *teoretske* meje kozmološke fizike. Ali ima kozmologija glede na svoj položaj

³ Razumljivejša postane ta misel, če standardnemu modelu prapoka dodamo še »hipotezo napihnjena«, o njej pozneje.

⁴ Če odmislimo nadaljnje izboljševanje instrumentov, horizont transparentnosti za fotone *ni* odvisen od poteka časa; naši daljni zanamci glede »globine« (preteklosti) opazovanja prasevanja ne bodo nič na boljšem kot mi, kvečjemu na slabšem, saj bo z nadaljnjim raztezanjem vesolja prasevanje čedalje bolj šibko.

»mejne« znanosti, ki ji je dan z njenim tematskim predmetom, tj. s *celoto* vesolja, neke posebne teoretske meje, ali se mora sprizajziti s težje presegljivimi ali celo nepresegljivimi miselnimi horizonti kot druge naravoslovne znanosti? Odgovor na to vprašanje je vsekakor pritrđen. Najprej pomislimo na *singularnosti*, ki so, kot sta pokazala Penrose & Hawking, *nujne* posledice Einsteinove splošne teorije relativnosti, za katero nesporno velja, da je teoretsko ogrodje vsega sodobnega kozmološkega modeliranja. Singularnosti, nedosegljiva in nerazumljiva središča »črnih lukenj«, kjer se znotraj zaprtega »horizonta dogodkov« stekajo in končujejo vse svetovnice v izginjajočem prostoru-času, sicer ne nastopajo samo v kozmologiji, vedi o celoti vesolja, saj je njihov domicil pravzaprav v astrofiziki, kjer naj bi bile črne luknje končna faza v razvoju velikih zvezd ter prisotne tudi v središčih galaksij, pa je v standardnem kozmološkem modelu problem singularnosti še posebno pereč, saj je *kozmična črna luknja* oziroma domnevna singularnost samega prapoka postavljena v sam začetek vesolja (in če je vesolje »zaprto«, tudi na njegov konec). V singularnosti pa znana fizika ne seže, saj v *vrzelih*, kjer prostor-čas sploh »ni definiran«, odpovejo tudi vse fizikalne teorije. Znana so prizadevanja nekaterih fizikov-kozmologov, še posebej Stephena Hawkinga (pa tudi Andreja Lindeja, Edwarda Tyrona in drugih), da bi s pomočjo *kvantne kozmologije* »zaobšli« nezazeleno začetno singularnost vesolja, vendar so njihove teorije za zdaj še povsem hipotetične in bodo bržkone ostale takšne vse dotlej, dokler ne bo (če sploh bo) najdena in izkustveno potrjena kvantna teorija gravitacije oziroma »končna teorija« poenotenja vseh fizikalnih sil, ki delujejo v vesolju. Kozmološka singularnost se zaenkrat kot enigmatična sfinga še skriva v standardnem modelu prapoka in je teoretska meja, ki onemogoča popolno fizikalno-znansveno razlago nastanka vesolja ter pomeni bistveni *manjko* v sodobni kozmologiji. Načelna spodnja časovna meja današnje kozmologije oziroma fizike, ki še ni poenotena, pa ni šele začetna singularnost, ampak »že« t.i. Planckov čas, najmanjši časovni interval (vsega 10^{-43} sekunde!), do katerega je, kakor uči kvantna teorija, še smiselno govoriti o prostorsko-časovni in kavzalni strukturi narave.

Toda singularnost prapoka in Planckov čas nista edina »miselna horizonta« v sodobni kozmološki znanosti. Drugačne vrste teoretsko mejo si kozmologija načelno postavlja sama, sicer ne bi mogla seči niti za seženj čez svoja aktualna zaznavna obzorja v »potencialno« vesolje onstran njih. S tem mislim na *kozmolosko načelo*, ki je osnovna, *apriorna*, tj. vnaprej postulirana predpostavka kozmologije kot vede o *celoti* vesolja. Celota zaradi obstoja zaznavnih horizontov nikoli ni neposredno dana, toda v kozmoloških modelih vendarle nastopa vesolje kot celota: to je možno samo zato, ker modeli predpostavljajo, da je vesolje v celoti *homogeno* in *izotropno* (povsod in v vseh smereh enako, če

odmislimo »lokalne« posebnosti, ki pa sežejo vse tja do galaktičnih jat in velikanskih »mehurjev« medgalaktične praznine). Univerzalna homogenost vesolja je postulirana s kozmološkim načelom, ki ga je prvi eksplicitno formuliral Edward Milne (1933), čeprav ga kozmologija bolj ali manj »samoumevno« predpostavlja že ves novi vek: za vse opazovalce v vesolju, ne glede, kje oz. odkod opazujejo in v katero smer gledajo, je vesolje videti *enako*, če le odmislijo svoje lokalne posebnosti in če opazujejo v istem trenutku kozmičnega časa. Nikjer ni središča, nikjer ni oboda! Opazovalec je vselej v središču svojega horizonta, medtem ko je tam, »na obodu«, lahko spet nek drug opazovalec – in vsi opazovalci (natančneje: vsi, ki v odnosu do raztezanja vesolja mirujejo) ob istem kozmičnem času vidijo vsepovsod okrog sebe enako nebo, ne glede na to, kje se v vesolju nahajajo.

Toda kako smo prišli do te drzne predpostavke? Le zakaj naj bi bilo vesolje homogeno, za vsakega opazovalca izotropno? No, sprejemanje kozmološkega načela gotovo ni brez razloga: najprej vidimo, da je vesolje okrog nas izotropno, namreč v vseh smereh enako (seveda, če odmislimo »lokalno« posebnost Mlečne ceste, ki se pne čez nebo kakor velikanski curek Herinega mleka, ki je zgrešilo lačna usta njenega božanskega dojenca Hefajsta): teleskopi nam kažejo, da so povsod okrog nas enake zvezde, galaksije, kvazarji... predvsem pa je pomemben podatek, da je prasevanje izotropno, in sicer vse do malone zanemarljivih (čeprav za nastanek vesoljskih struktur odločilnih) odklonov v razmerju ena proti deset tisoč. Nadalje induktivno sklepamo, da je bolj verjetno kot ne, da naša lokacija v vesolju ni »nič posebnega« (tej trditvi kozmologi pravijo tudi *kopernikansko načelo*: »Nismo v središču sveta«). In nazadnje združimo obe premisi, namreč opaženo izotropijo in kopernikansko načelo, v sklep: vesolje je *homogeno*. Toda vtis, da smo homogenost vesolja oziroma kozmološko načelo s tem sklepanjem dokazali, je varljiv, kajti v »sklepu« je implicitna *posplošitev*, ki smo jo v nasprotju s pravili induktivne logike izvedli iz *enega* samega primera, namreč zgolj iz izotropije *našega*, nam vidnega območja vesolja. Hipotetično pa se lahko onstran našega zaznavnega horizonta skrivajo povsem *drugačne* vesoljske regije: bogve kakšni »zmaji« ali »angeli« so tam, ki jih mi sploh ne vidimo! Prav blizu za horizontom jih sicer verjetno ni, vsaj materialnih ne, sicer bi tudi tostran horizonta zaznali *učinke* njihove »onstranske« prisotnosti... a vendar, kako naj vemo, da jih sploh ni, nikjer v brezmejnem vesolju? Kako naj bomo gotovi, da je vesolje v celoti homogeno in izotropno? Tega preprosto ne moremo vedeti, čeprav moramo, če hočemo razvijati znanstveno kozmologijo, *a priori* predpostaviti načelno enakost vseh lokacij v vesolju, tj. sprejeti nedokazljivo »kozmoško načelo«. Znani angleški astronom in kozmolog Martin Rees v svoji knjigi *Pred začetkom (Before the Beginning, 1997)* pravi:

»Korak od našega sedanjega Hubblovega radija k celotnemu obsegu našega vesolja je morda mnogo večji kakor korak od enega samega delca do Hubblovega radija. Svetloba, ki nas bo dosegla v daljni prihodnosti, prihajajoča iz regij daleč onstran našega sedanjega horizonta, nam lahko razkrije, da živimo na (morda netipični) zaplati, všiti v veliko večjo strukturo. Možno je, na primer, da prebivamo celo v končnem ali 'otoškem' vesolju, katerega rob bi lahko nekoč uzrli.« (Rees, 172)

V dosedanjem razmišljanju o filozofskih razsežnostih kozmologije sem večkrat uporabil pojem *kozmoški model*, ne da bi ga posebej opredelil, saj menim, da je večini bralcev ta pojem znan. Kljub temu pa ne bo odveč, če si še malce bolj razjasnimo, kaj *model* v kozmologiji pravzaprav pomeni. Nemški filozof-kozmozolog Bernulf Kanitscheider je kozmoški model opredelil kot »celoto idealizacij, ki so uporabljene v okviru neke [kozmoške] teorije« (Kanitscheider (1), 408), pri čemer je poudaril, da ne gre za ikonično rekonstrukcijo realnosti (kakor npr. pri modelu ladje ali hiše ali celo Osončja), temveč za njeno *simbolno* reprezentacijo. Model vesolja je torej idealizirana simbolna reprezentacija realnega vesolja: simbolna, ker je zgrajen iz matematičnih oz. fizikalnih enačb, idealizirana pa zato, ker enačbe nikoli ne morejo povsem »realno« zajeti neskončno kompleksnost same realnosti. Pri kozmoških modelih je presenetljivo, da so praviloma mnogo enostavnejši od modeliranja nekega lokalnega fizikalnega dogajanja, na primer »viharja« v čajni skodelici, ali pa, če vzamemo kozmologiji bližji primer, od modeliranja nastanka posameznih zvezd in galaksij. Razlog te sorazmerne enostavnosti je predvsem v dvojem: prvič, omogoča jo predpostavljeno kozmoško načelo, in drugič, sodobni kozmoški modeli so zgrajeni na osnovi enačb Einsteinove splošne relativnostne teorije, ki za »idealizirane« primere nudijo enostavne in elegantne rešitve. Med vsemi relativističnimi modeli vesoljnega prostora-časa je bržkone najenostavnejši in, filozofsko vzeto, tudi najbolj »eleganten« prvi Einsteinov model, ki ga je sam véliki mojster predlagal za razlago vesolja že leta 1917, torej dve leti po objavi »enačb polja« splošne relativnostne teorije. Ta model je *statičen*, torej se v njem vesolje ne razvija v času, niti ni nastalo, niti ne bo minilo, ampak je večno in kot celota nespremenljivo; matematično je model opisan z Riemannovo sferično geometrijo, v kateri ima tri-razsežni ukrivljeni (neevklidski) prostor *končen* krivinski radij in *pozitivno* ukrivljenost (npr. vsota notranjih kotov trikotnika je večja od dveh pravih kotov). Einstein je temu modelu dodal »kozmoško konstanto« in jo označil z grško črko Λ (*lambda*), namreč zato, da bi uravnovesila splošno gravitacijo, ki bi sicer v takšnem statičnem vesolju privlekla prej ali slej vsa telesa skupaj (s tem problemom se je ukvarjal že Newton, ki je domneval – napačno, kot se je

izkazalo pozneje – da je ravnotežje zagotovljeno z enakomerno razporeditvijo teles in njihove veliko medsebojno oddaljenostjo v neskončnem evklidskem prostoru). Kanitscheider ugotavlja, da gre v Einsteinovem statičnem, »riemannovskem« vesolju za »znova odkriti finitizem«, in čeprav dandanes, pravzaprav že od Hubblovega odkritja sistematičnih rdečih premikov svetlobe galaksij, ta prvi relativistični model vesolja s svojo statično razporeditvijo materije in od časa neodvisno konstantno ukrivljenostjo »ne pride več v poštev kot ustrezen opis sveta«, pa –

»...je ta model pokazal, da je možna konsistentna obravnava kozmološkega problema, da je mogoče kljub vezanosti opazovalca na točko, s katere opazuje, racionalno in izkustveno odločljivo ugotoviti, kakšna je vesoljna razporeditev materije in njej pripadajoči prostor-čas. Posebne pozornosti pri tem modelu je seveda vredna ponovna oživitev *finitizma*. Toda končnost tega sveta ni preprosto zvedljiva na vrnitev k finitističnim mislim iz srednjeveške slike vesolja, ki so jo oblikovali Aristotel, Ptolemej in Dante in pri kateri je bil središčni položaj Zemlje obdan z nebesnim obokom zvezd stalnic. V Einsteinovem svetu je uresničena Riemannova zamisel združitve končnosti in brezmejnosti. Drugače kot v srednjeveških predstavah ima ta svet sicer končno prostornino [*Rauminhalt*], vendar nima nobenih zunanjih meja. Vsako točko v njem lahko smatramo za središčno točko in nikjer ne dospemo do roba, kjer bi lahko stegnili roko skozi kako mejo v 'zunanost'.« (Kanitscheider (1), 156)

K tej odlični oznaki prvega Einsteinovega kozmološkega modela bi lahko dodali samo to, da je na spekulativno metafizični ravni razmišljal o vesolju brez središča in roba že Nikolaj Kuzanski v 15. stoletju, ki v tem smislu velja za daljnega Einsteinovega predhodnika. – Torej, če nadaljujem: ko se je nekaj let po Einsteinovem statičnem modelu vesolja izkazalo, da so možne tudi *dinamične* rešitve njegovih gravitacijskih enačb, kar je pokazal ruski matematik Alexander Friedmann (1922), predvsem pa, ko je s Hubblovim odkritjem postalo jasno, da se vesolje dejansko razteza, je Einstein rekel, da je bila uvedba kozmološke konstante (*lambda*) »največja zmota« v njegovem življenju, in je skupaj z danskim astronomom Willemom de Sitterjem (1932) tudi sam predlagal varianto Friedmannovega dinamičnega modela vesolja *brez* kozmološke konstante (saj ni bila več potrebna), namreč model evklidsko »ravnega« raztezajočega se vesolja, ki je natanko na ločnici med pozitivno in negativno prostorsko ukrivljenimi Friedmanovimi modeli (in tako tudi sam Einstein–De Sitterjev model spada v družino Friedmannovih oziroma FWR-modelov⁵).

⁵ Pozneje sta na osnovi kozmološkega načela (izotropija + homogenost vesolja) Friedmannovo dinamično metriko prostora-časa dopolnila Howard Robertson in Arthur Walker, zato danes govorimo o »FWR-modelih« vesolja.

V našem kontekstu je zanimivo ugotoviti, da sta oba Einsteinova modela – prvi, »parmenidovsko« statični, ki »žal« ni več empirično ustrezen zaradi opaženega raztezanja vesolja (in drugih razlogov), predvsem pa drugi, dinamični Einstein–De Sitterjev »ravni« model, ki pa je še vedno aktualen za opis dejanskega vesolja – s *filozofskega* stališča najbolj zaželena med vsemi sodobnimi kozmološkimi modeli, ker sta najbližje našim predstavam o idealni kozmologiji, preprosti in jasni sliki sveta, platonski popolnosti vesolja, ki naj bi čimbolj jasno odražalo enovitost in večnost naravnega *nomosa* in/ali božjega *logosa*. Toda kot kažejo nekatere najnovejše astronomske meritve ukrivljenosti vesoljnega prostora s pomočjo opazovanja zvezd supernov v drugih galaksijah (Perlmutter, Garnavich, 1998 in pozneje), je verjetno tudi »preprost« Einstein–De Sitterjev idealno »ravni« model prej plod nekakšnega umišljenega oziroma v mislih pričakovanega popolnega *kozmosa* kot pa opis dejanskega vesolja.⁶ Ironija v razvoju kozmologije pa je, da se Einsteinova domnevno »največja zmota«, namreč *lambda*, zdaj znova kaže kot upravičena, še več, današnji kozmologi v njej vidijo možnost zapolnitve vrzeli med doslej izmerjeno in »pričakovano« (tj. za »ravno« vesolje kritično) povprečno gostoto mase in/ali energije v vesolju: *lambda* naj bi izražala »energijo vakuuma« in tako znova, tako rekoč po ovinku, postavila na kozmološki prestol filozofsko zaželeni model »ravnega« vesoljskega prostora, tj. neko posodobljeno, ne več tako preprosto varianto Einstein–De Sitterjevega kozmosa. Vendar je treba k temu takoj dodati, da oživitev *lambda* obenem pomeni vdor množstva novih možnih modelov oziroma scenarijev razvoja vesolja, tako da je enostavnost zdaj že »klasičnih« FRW-modelov, v katerih je imela *lambda* ničelno vrednost, videti že skoraj idilična (več o merjenju kozmološke konstante in ukrivljenosti prostora gl. tudi v reviji *Scientific American*, januar 2001).

Ali se z novimi empiričnimi podatki približujemo rešitvi »uganke vesolja« (vsaj kar zadeva »obliko« celotnega kozmosa v prostoru-času) – ali pa se oddaljujemo od nje? O tem so mnjenja deljena: nekateri kozmologi so optimistični v prepričanju, da smo zdaj tako rekoč tik pred ciljem, drugi pa so v svojih ocenah stanja današnje kozmologije bolj previdni. Da bi bil položaj še bolj zapleten, oživljajo tudi »srednjeveške« zamisli o vesoljni »kvintesenci«, skrivnostnem »etru«, ki si privzema nove pojavne oblike (Ostriker & Steinhardt, gl. prav tam); poraja se celo sum o tem, da je svetlobna hitrost konstantna (J. Magueijo s podporo znanega kozmologa Johna Barrowa, *ibidem*). Takšne reši-

⁶ V sodobni kozmologiji se ponavlja Keplerjeva zgodba: kljub njegovemu prizadevanju, da bi Osončje opisal kot platonsko navdahnjeno popolno »svetovno harmonijo«, so Keplerja dejstva prisilila, da je v zakone gibanja planetov uvedel namesto krožnih eliptične orbite – in glej: prav s tem odmikom od idealnosti je postal, poleg Kopernika, utemeljitelj noveške astronomije!

tve seveda posegajo v same temelje sodobne kozmologije, namreč v Einsteino relativnostno teorijo, ki pa – to je treba poudariti – v skoraj stoletju po svojem nastanku še nikoli ni bila izkustveno postavljena pod vprašaj, saj jo vsa dosedanja opazovanja in eksperimenti potrjujejo. Zato so bržkone boljši od navedenih »heretičnih« kozmologij tisti eksotični modeli, ki ohranjajo splošno teorijo relativnosti, vendar žrtvujejo brezpogojno veljavnost kozmološkega načela, na primer presenetljivi modeli »zrcalnega« vesolja, v katerem bi opazovalec videl v vesoljnem prostoru *zrcalne časovne replike galaksij*, tj. njihove mlajše razvojne faze (gl. Cornish & Weeks, 1998); toda predlagateljem takšnih modelov doslej še ni uspelo najti na nebu nobenega takšnega »zrcalnega para« galaksij, niti simetričnih območij na »ozadju« prasevanja.

Vrnimo se torej k standardnemu modelu razvoja vesolja, z mislijo, da bo v prihodnje verjetno izboljššan z novimi »nestandardnimi« dopolnitvami. Prej smo se vprašali, kaj je *kozмолоški model*, in odgovorili, da je to neka idealizirana simbolna reprezentacija realnega vesolja, zgrajena iz matematičnih oz. fizikalnih enačb. Dodati je treba, da sodobni standardni model ne sestavljajo samo gravitacijske enačbe Einsteinove splošne relativnostne teorije, ampak tudi – in še posebej za opis zgodnjega obdobja vesolja – enačbe oziroma zakonitosti »mikrofizike«, tj. fizike osnovnih delcev: z njimi so namreč znanstveno »rekonstruirane« tiste znamenite »prve tri minute« kozmološkega časa po prapoku, ki jih je v poljudno kozmološko literaturo uvedel Steven Weinberg.

Ko govorimo o »prapoku«, je najprej treba poudariti, da je sama beseda *big bang* (dob. »veliki pok«), ki naj bi izražala začetek vesolja, nastala po naključju, sprva je bila izrečena z ironičnim podtonom (uporabil jo je Fred Hoyle kot zastopnik takrat še aktualne nasprotne teorije, namreč »stacionarnega« modela vesolja, po katerem se vesolje razteza brez začetka in celovitega razvoja v času), poleg tega pa je ta beseda lahko tudi zavajajoča, če si z »velikim pokom« predstavljamo eksplozijo, ki počí na nekem določenem mestu in se potem širi s svojim udarnim valom v prostor; prapok namreč ni takšna eksplozija, ki bi se širila v neki že pred tem prvim vesoljnem Dogodkom obstoječi prostor, ampak se z njim začne »razpirati« tudi prostor sam. To lahko izrazimo tudi s *principom vsebovanja*: »Vesolje vsebuje prostor in čas; ne obstaja v prostoru in času.« (Harrison, 147). Ali še drugače: »Prapok je bil dogodek, ki se je zgodil *povsod*.« (Morris, 51) Izkustvena evidenca tega dogodka, njegova »sled«, ki se je ohranila do dandanes, približno 13 milijard let po prapoku, je izotropno *prasevanje* oziroma mikrovalovno sevanje »ozadja«; z ozadjem tu ni mišljen kak substrat, kak »eter«, ampak sevanje samo, ki je izotropno glede na vse »osnovne« opazovalce, ki *mirujejo*, »pripeti« na svoje koordinate raztezajočega se prostora.

Standardni model razvoja vesolja intuitivno pomeni predvsem to, da se

vesolje razteza in ohlaja. Iz izotropnega rdečega premika sprektalnih črt svetlobe galaksij in iz prasevanja sklepamo, da je bilo vesolje nekdaj veliko bolj gosto in vroče. (Strogo vzeto, to še ne pomeni, da se je prapok resnično kdaj zgodil, namreč kot časovno prvi Dogodek, čeprav nas misel navaja k temu.) Evidenca za sklepanje, da je bilo vesolje nekoč silno vroče, se skriva tudi v opaženih količinskih razmerjih med elementi v vesolju, predvsem med vodikom in helijem kot dvema najpogostejšima, ter obstoj devterija (»težkega vodika«) v medzvezdnem prostoru. Poleg tega je pomemben argument za *razvoj vesolja* tudi »globinska« slika galaksij in kvazarjev (tj. zelo oddaljenih in silno močnih svetlobnih virov, ki jih razlagajo kot aktivna jedra mladih galaksij, napajana z gravitacijsko energijo črnih lukenj): ko namreč gledamo daleč v vesoljni prostor, gledamo tudi daleč nazaj v čas, kajti svetloba daljnih objektov je potrebovala milijarde let, da je prišla do nas – in vesolje »globinsko« ni homogeno: kvazarji se na primer pojavijo na določeni razdalji, potem jih je največ na še večji razdalji, nato spet manj... Vesolje se torej očitno razvija v času in ta ugotovitev velja tudi neodvisno od tega, ali se je prapok dejansko zgodil ali ne. Starosta ameriške kozmologije, James E. Peebles, je nedavno zapisal: »Bistvo teorije prapoka je v tem, da se vesolje razteza in ohlaja. Opazili boste, da nisem nič rekel o 'eksploziji' – teorija prapoka opisuje, kako se vesolje razvija, ne pa, kako se je začelo.« (Peebles, v *Scientific American*, januar 2001, str. 44)

Pa vendar nas v kozmologiji zanimajo predvsem tiste »prve tri minute« ali celo sama prva sekunda po domnevnem prapoku. K zdaj že klasičnemu standardnemu modelu nastanka in zgodnjega razvoja vesolja, ki se je postopoma oblikoval v desetletjih po Hubblovem odkritju oddaljevanja galaksij, je bila v osemdesetih letih dodana še hipoteza »vesoljnega napihnjenja« (*inflation theory*, Alan Guth, 1981), ki naj bi rešila nekatera pereča vprašanja relativistične kozmologije prapoka. Kot je znano tudi iz poljudne kozmološke literature, je bistvo teorije napihnjenja domneva, da se je v drobnem delčku prve sekunde zaradi »fazne spremembe« ob zlomu simetrije med močno in elektrošibko atomsko silo sprostila velikanska energija, ki naj bi vesolje »napihnila« (po analogiji z balonom, ki pa ni vselej najbolj ustrežna) v razmerju neznanskega faktorja najmanj $1 : 10^{28}$ (gl. npr. Kanitscheider (1), 283). Če je hipoteza napihnjenja resnična, bi odgovorila tudi na dve »paradoksnii« vprašanji, ki se zastavljata znotraj FWR-modelov kot standardnih scenarijev razvoja vesolja po prapoku: 1) zakaj je vesolje videti tako »ravno«, evklidsko, namreč v smislu globalne prostorsko-časovne relativistične geometrije, in 2) kako to, da znotraj našega zaznavnega horizonta vidimo kot izotropne – in ob predpostavljenelem kozmološkem načelu obenem kot homogene oziroma »uskklajene« – tudi tiste regije vesolja (npr. dve regiji na nasprotnih straneh neba), ki po FWR-

modelih raztezanja prostora sploh niso mogle nikoli biti medsebojno vzročno povezane (namreč zaradi »prepočasne« svetlobne hitrosti, ki pa je po relativnostni teoriji največja možna hitrost, s katero se lahko prenašajo vzročne verige po prostoru). Guthova teorija napihnjenja rešuje *problem ravnosti* (1) z domnevo, da se je prostor v tistem drobnem delcu prve sekunde tako neznanjsko povečal, da je zdaj znotraj celotne Hubblove sfere videti »raven« (ali vsaj »skoraj raven«, kvazi-evklidski), čeprav je bil morda pred napihnjenjem ves kaotično »naguban«; *problem horizonta* (2) pa bi bil rešen s tem, da se je, domnevno, med napihnjenjem prostor raztezal z *nadsvetlobno* hitrostjo, kar bi pomenilo, da so regije, ki so bile *prej* lahko vzročno povezane in že »uskrajene«, šele z napihnjenjem izgubile možnost vzročne povezave. – Ob teoriji napihnjenja je treba poudariti, da gre še vedno, čeprav je od tega predloga minilo že dvajset let, zgolj za hipotezo, ki nima nobene izkustvene opore in je verjetno še dolgo ne bo imela, kajti energije delcev, ki so zanjo relevantne, so mnogo prevelike, da bi jih lahko dosegli v obstoječih laboratorijskih pospeševalnikih. Pri tej teoriji gre torej za neke vrste *wishful thinking* fizikov-kozmozologov, da bi z dokaj »elegantno« hipotezo zapolnili nekatere očitne vrzeli standardnega modela prapoka. Toda v zgodovini znanosti so se nekatere elegantne hipoteze pokazale kot napačne.

Za filozofa, ki premišljuje o sodobni znanstveni kozmologiji, je še posebej zanimivo, da je standardni model s teorijo napihnjenja in tudi z drugimi, še bolj »spekulativnimi« dodatnimi predlogi (na primer z Lindejevo teorijo »kaotičnega napihovanja« ali Hawkingovim »imaginarnim časom« ali celo s Tiplerjevo »fiziko nesmrtnosti«), zašel v domeno izrazito *metafizičnih* vprašanj, ki pa jih fizika skuša reševati s svojo bolj ali manj standardno, karseda eksaktno znanstveno metodologijo. Uspeh tovrstnih projektov je dvomljiv ravno zato, ker pogosto niso razjasnjeni osnovni pojmi, ki vstopajo v nove »meta-fizične« teorije. Eden izmed takšnih pojmov je, na primer, »stvarjenje iz nič« (*creatio ex nihilo*): ko filozofija ali teologija govorita o stvarenju iz nič v tradicionalnem (recimo tomističnem) pomenu, je s tem mišljen *nič* v dobesednem pomenu, kolikor je o niču sploh mogoče govoriti; ko pa fiziki-kozmozologi govorijo o stvarjenju ali nastanku vesolja iz nič, s tem mislijo na nastanek materije in energije ter prostora-časa iz *vakuuma*, ki seveda ni »čisti« nič, saj naj bi v njem že veljale določene kvantne zakonitosti. Podobni konceptualni nesporazumi nastajajo pri vprašanju »začetka časa«: začetek časa si običajno mislimo kot »prvi dogodek«, ki pa je neizogibno že *v času*, sicer ne bi bil prvi. O začetku časa se v sodobni kozmološki literaturi pogosto govori precej filozofsko naivno, zato nas npr. filozof-kozmozolog Bernulf Kanitscheider opozarja, da ni nujno, da bi v razvojnem modelu vesolja sploh obstajal kak *prvi* dogodek, četudi je vesolje končno staro: »Dogodki v bližini $t = 0$ lahko 'potekajo'

kakor realna števila v odprtem intervalu $(0, 1)$, ko se približujejo ničli« (Kanitscheider (1), 263), tako »da ni *nobenega* prvega dogodka« (prav tam, 444).

Še posebno težko rešljivi problemi, pa tudi nesporazumi, nastajajo zaradi ne dovolj reflektiranega pojma neskončnosti. Kot je znano, je že klasična filozofija uvedla razlikovanje med pojmom potencialne in aktualne neskončnosti – Aristotel je sprejemal prvo, zavračal pa drugo. Podobno je menil Kant, ki mu je bila aktualna neskončnost samo regulativna ideja, ne pa analitična kategorija. Toda s Cantorjevo transfinitno teorijo množic se je v matematiki in posledično v filozofiji bistveno spremenil odnos do neskončnosti: z aktualno neskončnostjo (natančneje, z *mnogimi* aktualnimi neskončnostmi) je matematika začela računati kot z »realnimi« entitetami. Problem distinkcije med potencialno in aktualno neskončnostjo je znova oživel ter se prenesel v sodobno fiziko in kozmologijo, kjer pa pravzaprav še danes ni zadovoljivo rešen. Težko je namreč odgovoriti na vprašanje, ali kozmologija, ko govori o »odprtih« relativističnih modelih prostora-časa (tj. o vesolju, ki naj bi se raztezalo *ad infinitum* – in ravno ta možnost se trenutno zdi najbolj realistična), misli na potencialno ali na aktualno neskončnost. Kajti sam »odprti« model je že zdaj (aktualno?) neskončen, saj ne more postati neskončen v nekem poznejšem času, če to ni že zdaj... po drugi strani pa si je težko zamisliti, da bi *aktualno neskončno število galaksij*, ki je v »odprtih« relativističnih modelih neizbežno zaradi povezanosti prostora-časa z materijo/energijo, dejansko konvergiralo z vsemi svojimi neskončno mnogimi svetovnicami v domnevni začetni singularnosti (tj. v trenutku prapoka, času $t = 0$). O tem piše Kanitscheider naslednje:

»Zdaj je že treba opozoriti na neko kočljivo težavo pri predstavljanju [*Anschauung*, zrenje], ki nastopa pri odprtih vesoljih. V Einstein–De Sitterjevem vesolju je prostor v *vsaki* časovni točki [trenutku] aktualno neskončno velik. Če [v mislih] sledimo razteznemu oddaljevanju galaksij v nasprotni smeri, proti singularnosti, bi se moral pri natančni simetriji sekati v [času] $t = 0$ vsak poljuben par njihovih svetovnic. Za končno vesolje bi to pomenilo, da imajo vse galaksije svoj izvor v neki točkasti [*punktförmig*] razsežnosti. To pa ni preprosto prenosljivo na primer, ko je prostorska razsežnost neskončna. Če v vsaki časovni točki obstaja v prostoru neskončno mnogo galaksij, namreč pojmovno ni definirano, kaj pomeni, da se neskončno mnoge svetovnice vseh teh galaksij sekajo v eni točki. Zato si je tu bolje predstavljati, da se vsak poljubno velik, vendar končen delni volumen vesolja skrči na to minimalno razsežnost. S tem približkom k aktualno neskončnemu prostoru, z možnostjo potencialno neskončnega povečanja števila galaksij, se namreč izognemo miselnemu konfliktu ob predstavi, da bi se neskončno število (Alef₀)

galaksij v eni časovni točki skrčilo v izginjajoči prostor.« (Kanitscheider (1), 209-210)⁷

V sodobni kozmologiji in nasploh v fiziki poleg problema neskončnosti ni rešeno načelno vprašanje odnosa med variabilnimi in konstantnimi količinami. Obstaja namreč vrsta »naravnih konstant« (na primer svetlobna hitrost c , gravitacijska konstanta G , električni naboj elektrona e , Planckova konstanta h , pa razmerje med masama protona in elektrona itd.), ki se z vidika današnje razvojne stopnje fizike kažejo kot *kontingentne*, saj niso ne *a priori* nujne, ne izpeljane iz fizikalnih teorij, ampak preprosto izmerjene »kot tolikšne«. Vprašanje ima seveda filozofsko ozadje: kakšno je razmerje med nujnimi in kontingentnimi lastnosti naravnih pojavov? Ali je v svetu sploh kaj nujnega? Ali pa obratno: je v svetu sploh kaj kontingentnega? S stališča »popolnega« filozofskega sistema, kakršen je Spinozov, je vse bivajoče *in ultima analysi* nujno, saj je ravno v nujnosti sveta razvidna njegova umnost, »nepoljubnost«, kajti svet je izraz božjega uma ali *logosa*. V popolnem kozmosu ne more biti nič naključnega, nič »prigodno« kontingentnega – in vendar v fizikalnih »naravnih« konstantah ne razberemo nobene nujnosti: mar samo zato ne, ker fizika še ni popolna, ker se iz njenih doslej ne povsem povezanih teorij še ni izoblikovala popolna, »končna« Teorija? Mnogi fiziki menijo, verjetno upravičeno, da je odsotnost končne teorije glavni razlog za to, da se nam naravne konstante kažejo kot »poljubne« in nepovezane, čeprav obenem kot zelo dobro izbrane, »dobro uglasene« za obstoj našega kozmosa in bitij, kakršna smo mi, zavestni opazovalci vesolja. Posebnost fizikalnih predstav o končni teoriji v primerjavi s filozofskimi pa je v tem, da se *končna teorija v fiziki* kaže kot že »skoraj« dosegljiva, kajti pojmovana je v jasno določenem pomenu, namreč kot teorija, ki naj bi vzpostavila najvišjo teoretsko »simetrijo«, in sicer tako, da bi povezala vse štiri osnovne sile v naravi: močno jedrsko, elektromagnetno, šibko jedrsko in gravitacijo. Prve tri so že (vsaj na teoretski ravni) poenotene, medtem ko gravitacija ostaja še izven simetrije. Problem formulacije fizikalne končne teorije je predvsem v tem, da sta Einsteinova splošna relativnostna teorija, ki opisuje gravitacijo, in kvantna fizika, ki opisuje preostale tri sile –

⁷ Z intuitivnega stališča je v FRW-modelih vesolja nenavadno tudi to, da je *kvalitativno* bistvena meja med odprtim (neskončnim) in zaprtim (končnim) vesoljem odvisna od majhne *kvantitativne* razlike v povprečni gostoti snovi, natančneje od razmerja (Ω) med dejansko povprečno gostoto materije in/ali energije ter kritično gostoto – namreč od praga, pri katerem dejanska gostota preseže kritično, tu pa gre za vprašanje nekaj delcev (protonov) na kubični meter prostora. Simplicitaj se sprašuje, kako je lahko neskončnost oz. končnost vesolja odvisna od tega, ali so v kubičnem metru vesolja povprečno trije ali štirje delci? S teoretskega stališča FRW-modelov je to sicer jasno, saj je v splošni relativnostni teoriji topologija prostora-časa odvisna od materije/energije v njem, toda z intuitivnega vidika je tako določena meja med končnostjo in neskončnostjo vesolja precej nenavadna.

metodološko nezdržljivi. Rešitve se iščejo v »kvantni teoriji gravitacije«, v »teoriji strun« ipd., vendar za zdaj še brez uspeha. Steven Weinberg, avtor knjižne uspešnice *Prve tri minute*, predvsem pa znani nobelovec, ki mu je uspelo vzpostaviti fizikalno simetrijo med elektromagnetno in šibko jedrsko silo (hkrati z Abdusom Salamom), pravi v svoji drugi popularni knjigi z naslovom *Sanje o končni teoriji* (1993) naslednje:

»Na osnovi izkušenj zadnjega stoletja bi lahko sklepali, da bo končna teorija slonela na simetrijskih načelih. Pričakujemo, da bodo te simetrije poenotile gravitacijo s šibkimi, elektromagnetnimi in močnimi silami. ... Teorija strun se je pokazala kot prvi primerni kandidat za končno teorijo.« (Weinberg, 163)

Če končno teorijo konceptualno omejimo na vzpostavitev simetrije med štirimi silami, je morda upravičeno pričakovanje, da se bosta v ne tako daljni prihodnosti vendarle poenotila »mikrokozmos« (kvantni svet) in »makrokozmos« (vesoljni prostor-čas, ki ga določajo Einsteinove enačbe gravitacijskega polja). Toda nekateri fiziki, med njimi Weinberg in tudi Hawking, pričakujejo od fizikalne končne teorije še precej več, namreč odgovore na tako rekoč *usa* relevantna vprašanja, ki nam jih zastavlja narava, tudi rešitev uganke samega začetka vesolja, pojasnitev problema aktualne neskončnosti, dokončno razlago kozmične urejenosti ipd. Pri tem gre bržkone res samo za *sanje* o končni Teoriji, za pričakovanja, ki so s kritičnega filozofskega zornega kota nerealna in nesprijemljiva (saj se »narava rada skriva«), vsekakor pa precej manj verjetna od pričakovanega fizikalnega poenotenja relativnostne teorije in kvantne mehanike. Weinbergovo ambivalentno stališče do zares dokončne Teorije, »teorije vsega« (*theory of everything*), je razvidno tudi iz naslednjega stavka:

»Morda obstaja končna teorija, preprosta množica zakonov, iz katere izhajajo vse puščice razlag, a je nikoli ne bomo mogli odkriti. Človek morebiti ni dovolj inteligentno bitje, da bi zmožgel odkriti ali razumeti končno teorijo.« (Weinberg, 178)

Po eni strani se v tej »psihologizaciji« problema končne Teorije – ki bi bila, seveda če bi obstajala, gotovo prej *filozofska* (in/ali teološka) kot fizikalna, vsaj če fiziko pojmuje v današnjem pomenu – kaže precejšnja filozofska naivnost; Weinberg pač gleda na filozofijo zgolj iz svojega fizikalnega zornega kota in jo, mimogrede rečeno, v *Sanjah o končni teoriji* tudi precej kritizira.⁸ Po drugi strani pa je iz njegovih besed čutiti nostalgijo znanstvenika, iskal-

⁸ Drugi, nič manj slavni fizik Roger Penrose se loteva problema »končne teorije« na drugačen, filozofsko precej bolj relevanten način kot Steven Weinberg. Penrosovo iskanje presega današnje pojmovanje fizike predvsem v tem, da skuša v formulaciji svoje

ca resnice, blago žalost spričo spoznanja, da človek zaradi svoje intelektualne nepopolnosti morda ne bo zmozel ne odkriti ne razumeti končne teorije, tudi če bi mu jo razodel kak dobrohotni bog ali angel ali marsovec... ali pa Mefisto, kakor staremu Faustu. – Zato prvi del razprave o sodobni kozmologiji končujem z Goethejevimi verzi:

*O srečna vera, da se vzpneš
sploh kdaj iz brezen zmote in zablode!
Prav tisto res pogrešaš, kar ne veš,
kar veš, pogrešal bi brez škode.*
(Goethe, *Faust*, 89)

* * *

Doslej smo govorili o *našem* vesolju, zdaj pa pridejo na vrsto še *druga* vesolja, pa univerzum in kozmos. Najprej *predpostavimo*, da je standardni model vesolja, ki ga je sodobna kozmologija zgradila korak za korakom (tj. klasični model prapoka, skupaj s teorijo napihnjenja in tudi z morebitno ponovno vključitvijo kozmološke konstante) – *resničen*, namreč da je ustrezen model resničnega razvoja vesolja. S tem modelom se je vesolje v dvajsetem stoletju spet uredilo v *kozmos* (ko je v prejšnjih že kazalo, da to ni več mogoče), namreč v kozmos moderne fizike oziroma v fizikalni vesoljni *red*, »modeliran« z matematičnimi formulami. Poleg tega se zdi, da je bil s standardnim modelom znova najden tudi *univerzum*, saj je prapok edinstveni dogodek, z njim pa je vse naše vesolje enkratno in neponovljivo, »unikatno«. Standardni model naj ne bi bil samo opis strukture in razvoja vesolja, ampak naj bi ponujal tudi razlago (razen v začetni singularnosti), *zakaj* je vesolje takšno, kot je.

V tem znanstvenem »optimizmu« pa so se kmalu začele pojavljati slepe pege. Eno izmed vprašanj, na katero tudi najboljši kozmološki model (za zdaj) še ne more odgovoriti, je vprašanje, *zakaj* (odkod?) je naše vesolje že od svoje prve sekunde tako »dobro ubrano« (angl. *well-tuned*, dob. »dobro uglašeno«). Sodobna kozmološka fizika namreč vedno znova odkriva evidence dobre ubranosti in ugotavlja, da če bi bilo naše vesolje v svojih osnovnih parametrih le malce drugačno, se v njem sploh ne bi moglo razviti življenje, a ne samo to – v njem ne bi mogli nastati niti planeti, niti zvezde, niti galaksije, še več: niti osnovni delci snovi, iz katerih je zgrajena celotna narava, vključno z nami, ne bi obstajali, če bi bili začetni fizikalni parametri le prav malce drugačni. Kako je mogoče, da je vesolje tako dobro ubrano? Odkod to? Ali gre za »srečno

različice povezovalne teorije vključiti *zavest*, ki pa jo pojmuje kot nezvedljivo na »algoritmčno logiko« računalnikov in nasploh sodobne znanosti. Gl. predvsem (Penrose, 1989).

naključje» ali za »božji načrt« (*God's design*)? Znanost načeloma ne sprejema niti naključja niti božjega načrta, saj naključje sploh ni nobena razlaga, medtem ko božji načrt – ali širše, teleologija – ni *znanstvena* razlaga. Toda, ali obstaja kakšna druga možnost razlage dobre ubranosti, če se odpovemo sanjam o končni fizikalni Teoriji, ki naj bi razložila prav vse? Videli bomo, da božjemu načrtu alternativno razlago omogoča t.i. »antropično načelo«, najprej pa pogledjmo nekaj najbolj očitnih dobrih ubranosti v vesolju.

Fizik-kozmozolog Robert Dicke je na primer izračunal (leta 1978), da bi po standardnem modelu vesolja eno sekundo po prapoku zmanjšanje hitrosti širjenja za eno samo milijoninko (!) povzročilo, da bi se vesolje spet zrušilo vase, še preden je postalo transparentno za fotone, kar se je zgodilo kakih pol milijona let po prapoku; nasprotno pa bi enako majhno povečanje hitrosti širjenja po prvi sekundi povzročilo, da bi raztezanje prostora popolnoma prevladalo nad gravitacijo, tako da ne bi prišlo do zgoščevanja zvezd, oblikovanja galaksij itd. (podobne, še bolj presenetljive izračune navaja Stephen Hawking v *Kratki zgodovini časa*). – Na neko drugo vprašanje, namreč kako da so vzročno nepovezane regije na horizontu videti tako dobro usklajene (tj. »problem horizonta«), so kozmologi, kot smo že rekli, skušali odgovoriti s teorijo napihnjenja: toda tudi sam »mehanizem« napihnjenja je moral biti zelo dobro ubran! Teorija napihnjenja ne rešuje dokončno problema usklajenosti oziroma dobre ubranosti zgodnjega vesolja, ampak ga prenese na drugo, osnovnejšo raven razlage.

Morebitni ugovor, da je v teh primerih dobra ubranost vezana na standardni kozmološki *model*, ki še sam ni povsem preverjen, čeprav nedvomno precej dejstev govori zanj (zato smo tudi mi predpostavili njegovo resničnost) – ta ugovor je prekratek, saj obstaja vrsta argumentov za dobro ubranost tudi na področju fizike delcev, ki ni odvisna od kozmologije; na primer, razlika med masama protona in nevtrona je približno enaka masi dveh elektronov (torej sorazmerno majhna), a če bi bila razlika le malce drugačna, ne bi bil možen obstoj stabilnih elementov, tj. večina elementov bi bila radioaktivnih, kar bi nadalje preprečevalo nastanek velikih organskih molekul, npr. aminokislin, ki so gradnice žive snovi itd. V ozadju tovrstnih kvantnih ubranosti niso nobeni teoretski (nujni, apriorni) razlogi, kajti, kot je bilo že rečeno, *fizikalne konstante* niso izpeljane iz enačb same teorije, ampak se nam – vsaj na sedanji ravni znanosti, ko še ni »končne teorije« – kažejo kot *kontingentne*: v enačbe jih vnesemo za uskladitev variabel v fizikalnih zakonih. Torej s teoretskega stališča ne bi bilo nič protislovnega, če bi imela npr. gravitacijska konstanta G drugačno vrednost, toda posledice te spremembe bi bile drastične, podobno kakor v drugih že navedenih primerih. Dobra ubranost narave se kaže tudi v razmerjih med štirimi osnovnimi fizikalnimi silami; na primer, če bi bila moč-

na jedrska sila, ki veže kvarke v protonih in nevtronih ter protone in nevtrone med seboj, še rahlo močnejša, bi se vsa snov spremenila v jedra skoraj neomejene velikosti, nekakšne miniaturne nevtronske zvezde; gostote in pritiski v takšnih telesih bi bili velikanski, razmere torej zelo »negostoljubne« za življenje, kakršnega poznamo.

Primerov dobre ubranosti bi lahko naštevali še in še. Očitno je, da se nam vesolje kaže kot dobro ubrano za obstoj nas samih kot mislečih bitij, in sicer že na fizikalni, kaj šele na kemijski in biološki ravni (npr. če pomislimo na izjemno majhno možnost naključnega nastanka molekule DNK). Nastanek življenja, še posebej pa zavesti, je velika skrivnost; in tudi če te skrivnosti (še) ne poskušamo znanstveno razložiti, se soočimo z vprašanjem, kako to, da so bili začetni pogoji, za katere je bilo, teoretično vzeto, neskončno drugih možnosti, tako dobro izbrani za nastanek same snovi, osnovnih elementov, iz katerih smo sestavljeni. John Leslie, kanadski filozof-kozmozolog, eden izmed glavnih sodobnih teoretikov dobre ubranosti in njenih epistemoloških posledic, je v svoji knjigi *Vesolja (Universes, 1989)* zapisal: »Bog je moral biti zelo skrben pri odločanju, katero fiziko je izbral.« (Leslie, 63) – Toda Leslie je ta stavek mislil ironično, saj sam ni teist, ampak neke vrste panteist (oziroma »novoplatonik«, kot se je na koncu knjige sam imenoval). Zastavlja se namreč vprašanje: ali je »pravo« fiziko res moral izbrati Bog, da bi se mi, ljudje, opazovalci, rodili v zavedajočem se telesu in se takole spraševali – ali pa se to nenavadno »naključje« dá razložiti tudi drugače? Dejstvo je, da je dobra ubranost narave in celotnega vesolja očitna in da kliče k razlagi, saj se razum, ki zahteva zadosten razlog za kontingentna dejstva, ne more sprijazniti, da bi bila tolikšna natančnost pri razvoju vesolja zgolj naključna. In potem ko znanost zavrne naključje, po drugi strani pa tudi teleologijo in Boga »postavi v oklepaj«, še vedno preostane sicer vprašljiva, vendar teoretsko zanimiva možnost, da se pri razlagi nenavadnih naključij in celotne dobre ubranosti uporabi »antropično načelo«.

Kozmozolog Brandon Carter, ki je prvi formuliral in tudi poimenoval *antropično načelo* (1974), je to načelo postavil nasproti splošnemu trendu novoveške astronomije in/ali kozmologije, izraženem v že omenjenem »kopernikanskem načelu«, ki pravi, da naš položaj (lokacija) v vesolju ni v nobenem pogledu izjemen: ne samo, da nismo v središču sveta, kot so menili stari, ampak naj ne bi bili s svojim položajem na planetu Zemlji, v Osončju, v Mlečni cesti... prav v ničemer »privilegirani«. Carter sicer ne zanika kopernikanskega načela v prvotnem, čisto prostorskem pomenu (torej ne oživlja starega geocentrizma), ampak poudarja privilegiranost naše – človeške, »antropične« – lokacije v nekem drugem pomenu, namreč da smo v vsem širnem vesolju privilegirani po zmožnosti, da smo *opazovalci*, tj. da imamo čute in razum, s katerimi lahko opazujemo vesolje in se čudimo, kako to, da je tako dobro ubrano,

da smo se v njem lahko rodili mi, opazovalci... Carter na osnovi te epistemološke »zanke« (*loop*) formulira antropično načelo kot trditev, da »mora biti tisto, kar lahko pričakujemo, da bomo opazovali [v vesolju], omejeno s pogoji, ki so nujni za našo prisotnost kot opazovalcev.« In v oklepaju dodaja: »Čeprav naš položaj ni nujno *središčni*, je neizbežno do neke mere privilegiran.« (Carter, 132). Antropično načelo pa ima že pri svoji prvi formulaciji dve različici: »šibko« in »močno« (tako ju je imenoval Carter sam).

Šibko antropično načelo se glasi:

»...pripravljene moramo biti upoštevati dejstvo, da je naš položaj [*location*] v vesolju *nujno* privilegiran v tem smislu, da je združljiv [*compatible*] z našim obstojem kot opazovalcev.« (Carter, 133)

Močno antropično načelo pa pravi:

»...da Vesolje [*the Universe*] (in torej osnovni parametri, od katerih je odvisno) mora biti takšno, da dopušča nastanek opazovalcev znotraj sebe na neki [svoji razvojni] stopnji [*within it at some stage*]. Če parafraziramo Kartezija: 'Cogito ergo mundus talis est' ['Mislim, torej svet takšen je'].« (Carter, 135)

Večina kozmologov je pripravljena sprejeti veljavnost šibkega antropičnega načela, čeprav mnogi pravijo, da gre zgolj za tautologijo, ki nima prave razlagalne vrednosti; glede veljavnosti močnega načela pa se mnenja zelo razhajajo, predvsem zaradi različnih interpretacij (in tudi nerazumevanja) modalitete nujnosti, izražene v načelu z glagolom *mora*, pa tudi zaradi pomenske nejasnosti izraza *Vesolje (the Universe)* – ali je tu mišljeno *naše* vesolje, ali *Univerzum* kot celota vseh »možnih vesolij«, ali celo *vsako* (od možnih) vesolij? Slednji pomen bi vodil v teleologijo, in tako so nekateri znani kozmologi, žal napačno, razumeli Carterjev predlog.⁹

Premislimo najprej šibko različico antropičnega načela. Šibko načelo govori o našem položaju oziroma naši *lokaciji* v vesolju – tako prostorski kot časovni lokaciji, ki nam omogoča opazovati in je (zgolj) v tem smislu privilegirana. Kaj lahko takšno načelo sploh pojasni? Kateremu še nepojasnenemu astronomskemu in/ali kozmološkemu pojavu lahko naša lokacija nudi razlago? Presenetljivo, zagovorniki načela so prepričani, da je z njim možno na primer razložiti, *zakaj* je naše vesolje tako velikansko (spomnimo se, da radij Hubblove sfere znaša med 10 in 20 milijardami svetlobnih let). Tako kot dobri stari silogizmi, tudi ta antropična argumentacija za velikost vesolja vodi k sklepu prek »srednjega pojma«, in sicer *časa*, ki je potekel od nastanka vesolja:

⁹ Na primer Joseph Silk, ki v svoji sicer zanimivi knjigi *Cosmic Enigmas* (1994) pravi, da je antropično načelo »golo teleološko besedičenje« itd. (Silk, 8).

vesolje namreč *mora* biti zelo staro, da bi se v njem lahko rodili opazovalci, saj smo sestavljeni tudi iz takšnih elementov, ki se lahko »zvarijo« samo v središčah zvezd in se potem v eksplozijah supernov raztrosijo po galaktičnem prostoru, od koder se nekateri spet zberejo prav na naši zemlji in končno prav v naših zavedajočih se telesih; in ker astrofizika uči, da zvezde živijo več milijard let, se mi lahko rodimo iz njihovega prahu šele po preteku tega časa; seveda pa zvezde ne morejo biti mlajše od celotnega vesolja; in ker se Hubblov horizont fotonov (ali Hubblova sfera) oddaljuje od nas vsaj s svetlobno hitrostjo, je dandanes, ko smo končno tu in opazujemo nebo, oddaljen od nas že, recimo, 15 milijard svetlobnih let.¹⁰ In *zato* je vesolje tako ogromno. (In Hubblova sfera, znotraj katere lahko vidimo galaksije, je po standardnem modelu vesolja povrh vsega še majhen del celotnega vesolja!) – Kozmologa John Barrow in Frank Tipler, avtorja obsežne monografije z naslovom *Antropično kozmološko načelo* (*The Anthropic Cosmological Principle*, 1986) k tej argumentaciji dodajata:

»Nihče naj ne bo presenečen ob spoznanju, da je Vesolje [*the Universe*] tako ogromno, kot je. V nekem [vesolju], ki bi bilo znatno manjše, mi ne bi mogli obstajati. Še več: argument, da v Vesolju zaradi njegove ogromnosti kar mrgolijo civilizacije, zgubi precej svoje prepričljivosti: Vesolje mora biti tako veliko, kot je, da bi lahko vzdrževalo [*support*] eno samo samotno oporišče življenja.« (Barrow & Tipler, 18)

Vsekakor presenetljiva misel! Kljub temu pa se nam zdi, da antropični razlagi velikosti vesolja nekaj manjka. Tako drugačna je od razlag, ki smo jih sicer vajeni v znanosti, da nemudoma pomislimo na teleologijo: vesolje je tako silno veliko *zaradi* nas? Toda pri antropičnem načelu, predvsem pri šibkem, a tudi pri močnem, če ga pravilno razumemo (o njem več pozneje), ne gre za *causa finalis*, ampak zgolj za *logični* razlog nekega opaženega pojava, na primer velikosti vesolja. Vseeno pa navedeni argumentaciji manjka še nekaj, tudi če je ne razumemo finalistično: vprašamo se namreč lahko, zakaj ne bi

¹⁰ Natančneje: hitrost raztezanja Hubblove sfere (tj. hitrost oddaljevanja »horizonta fotonov« od opazovalca v središču sfere) je odvisna od relativističnega modela: v FRW-modelih, pri katerih se hitrost raztezanja s potekom kozmičnega časa zmanjšuje (tj., pri katerih je vrednost »zaviralnega parametra« q pozitivna), je hitrost oddaljevanja Hubblove sfere celo *večja* od svetlobne in sicer za faktor: $c(1+q)$. Kot je bilo že rečeno, to ni v nasprotju z Einsteinovo (posebno) teorijo relativnosti, ker Hubblova sfera ni kak materialen objekt, ampak zgolj geometričen pojem. Hubblova sfera je definirana tako, da se galaksije na njeni »površini« (na samem horizontu fotonov) zaradi raztezanja vesolja oddaljujejo od opazovalca s svetlobno hitrostjo, torej za opazovalca niso več vidne. Hubblov horizont fotonov v FRW-modelih z upočasnjenim raztezanjem vesolja »prehitava« samo raztezanje, zato s potekom kozmičnega časa prihajajo »na našo stran« horizonta nove in nove galaksije – preprosto rečeno: opazovalčev horizont se širi. (Gl.: Harrison, 446-447)

zvezde živele krajši čas, zakaj ne bi bil Hubblov horizont fotonov bližji, zakaj ne bi – navsezadnje – imela konstanta svetlobne hitrosti c višjo vrednost...? Saj nimamo nobene *primerjave* s kakim *drugim* vesoljem, da bi lahko rekli, da je *naše* vesolje nujno v teh-in-teh svojih lastnostih in kontingentno v drugih. In res, antropično načelo je smiselno le, če predpostavimo *mnoštvo vesolij*, seveda hipotetičnih, saj do možnih drugih vesolij nimamo dostopa, povsem smo znotraj našega. Samo če je domena antropičnega načela množstvo vesolij (*ensemble of universes* ali »*multiverse*«, kot se izrazi John Leslie), v katerih so nekateri parametri fiksni, drugi pa variabilni, lahko s tem načelom razložimo dobro ubranost našega vesolja za nas kot opazovalce – brez te predpostavke mnogih vesolij pa je antropično načelo res prazna tautologija, kakor mu tudi sicer očitajo nekateri kritiki. Vzemimo znova za primer dobro ubranost hitrosti raztezanja vesolja v prvi sekundi kozmološkega časa: antropična razlaga te »neverjetno«
dobre ubranosti, ki »protidejstveno«
pravi, da *če ne bi bilo vesolje tako dobro ubrano že na samem začetku, potem nas opazovalcev pač ne bi bilo tukaj*, ker pa smo tukaj, je vesolje *moralo* biti dobro ubrano – ta logična razlaga, če odmislimo teleologijo, je učinkovita samo tedaj, če predpostavlja zelo mnogo vesolij, v večini katerih opazovalcev ni, ker zanje pač niso bila dobro ubrana, in se tako zdaj tam, v večini tistih drugih vesolij, nihče ne more spraševati, odkod njihova (ne)ubranost. Smiselnost antropične razlage temelji na »učinku opazovalne selekcije«
med vesolji, ta pa seveda nujno predpostavlja njihovo *mnoštvo*, sicer ne nujno neskončno mnogo vesolij, gotovo pa zelo veliko število, »nebroj«
vesolij.

John Leslie ilustrira razlagalno funkcijo antropičnega načela z vrsto zgodbic, med katerimi najdemo tudi *ribiško zgodbico*. Recimo, da si ribič in da veš, da je motna voda jezercu skrivala natanko 87,6 cm dolgega sulca – saj si tako velikega sulca pravkar ujel in izmeril. Ali to dejstvo zahteva kakšno posebno razlago? Niti ne, kajti vsaka riba mora imeti neko dolžino. Vendar si zatem dobro ogledaš svojo novo ribiško palico (recimo, da bi preveril, ali se ni kaj poškodovala zaradi tako velike ribe) in presenečen ugotoviš, da na njej z drobnimi črkami piše, da je »s to palico možno loviti samo ribe dolžine natančno 87,6 ($\pm 0,1$) cm«
! Zdaj pa si precej zbežan in različne hipoteze ti švigajo po glavi, da bi si razložil to nenavadno ujemanje: najprej pomisliš, (α) da je v jezercu morda bila ena sama riba, namreč ravno ta, ki si jo pravkar ujel: nekdo jo je vzgajil pravzaprav, da bi te razveselil s slastno ribjo večerjo; toda potem podvomiš v to hipotezo, kajti le *kdo* bi to lahko storil? Zato pomisliš na drugo možnost razlage (β), namreč da v motnem jezercu plava »nebroj«
različno dolgih rib in da si čakal dovolj časa, da je končno prijela tista, ki je ravno pravšnje dolžine za tvojo ribiško palico. – S stališča logike sta *obe* razlagi sprejemljivi in sta lahko celo združljivi (čeprav je v tem primeru ena od njiju od-

večna). Nasprotno pa za razlago ne pride v poštev misel, da je bila v motnem jezercu ena sama riba, ki je povsem po *naključju* ustrezala tvoji ribiški palici. Takšnega neverjetnega naključja razum preprosto ne more sprejeti, kajti za vsako kontingentno dejstvo zahteva zadosten razlog. Prav tako za razlago ne pride v poštev misel, da je v motnem jezercu sicer mnogo rib in da so *use* enako dolge, namreč ravno pravnjše za tvojo ribiško palico. Za naš kontekst pa je posebej zanimivo to, da imajo v razlagi (β), ki je ravno tako ali morda še bolj sprejemljiva razumu kot razlaga (α), razlagalno funkcijo pri ulovu ravno pravnjega sulca za tvojo palico tiste *druge* ribe, namreč ribe drugih dolžin, ki jih v motni vodi sploh ne vidiš in za katere izkustveno ne veš, ali resnično obstajajo ali ne. (Analogno pri kozmološkem antropičnem načelu pojasnjujejo nam nedostopni *drugi* svetovi dobro ubranost našega, nam edinega izkustveno dostopnega sveta.) – Kaj pa, če ne ujameš enako dolge ribe, kot je zapisano na tvoji palici? Potem se sploh ne boš čudil, ampak kvečjemu smejal.

Skratka, dobra ubranost je lahko razložena bodisi teleološko (z božjim, človeškim ali, kot je mislil Aristotel, tudi z naravnim *smotrom*) in v tem primeru za razlago ne potrebujemo mnoštva svetov – ali jo razložimo z antropičnim načelom, ki pa ima razlagalno moč zgolj tedaj, če predpostavimo mnoštvo svetov, četudi nam razen našega edinega niso dostopni. Vendar ribiška zgodbica ni povsem adekvatna ilustracija razlagalne funkcije antropičnega načela, ker analogija med vesolji in ribami različnih velikosti ni čisto ustrezna: čeprav ribič v motnem jezercu ne vidi drugih rib, pa iz svojih prejšnjih izkušenj ve, da na svetu obstajajo ribe drugih velikosti od tiste, ki jo je ujel, medtem ko kozmolog nima prav nobene izkušnje, da poleg našega vesolja obstajajo tudi druga vesolja. Odkod torej sploh njegova misel, da druga vesolja utegnejo obstajati? V sodobni relativnostni in kvantni fiziki je več možnih teoretskih »scenarijev« za obstoj mnoštva vesolij, svetov, ki niso v medsebojni vzročni zvezi (sicer ne bi bila različna vesolja): od možnega neprekrivanja »svetlobnih stožcev« dveh regij vesoljnih dogodkov v prostoru-času (Einstein), prek časovno ločenih vesolij v ciklično »utripajočem« univerzumu (Wheeler), pa različnih možnosti lomov simetrije med osnovnimi silami pri »napihovanju« vesolij (Linde), do mnoštva vzporednih kvantnih stanj (Everett) – če jih naštejemo samo nekaj. Razen Einsteino-ve ločenosti vzročno nepovezanih regij (»vesolij«) v prostoru-času, ki pa so vendarle ločene znotraj istega *univerzuma*, so vsi drugi scenariji precej spekulativni. Carter se na koncu svojega slavnega članka ogreva za Everettove mnoge svetove kvantne valovne funkcije, medtem ko se Leslie izreka za manj fantastično varianto, saj – sledeč Einsteinu – druga vesolja pojmuje predvsem kot zelo oddaljene druge *regije* Vesolja, ki se raztezajo onstran Hubblovega horizonta, in Univerzum je v tem smislu »multiverzum« (»*multiverse*«). Ta pojem uporablja tudi že omenjeni angleški kozmolog Martin Rees:

» Z 'mnogo-svetno' verzijo kvantne mehanike [*cf.* Everett] je dan eden izmed pristopov k pojmu 'multiverzuma'. Drug možen kontekst, v katerem bi lahko obstajala druga vesolja, nudi zamisel 'večnega napihovanja' [*'eternal inflation'*, tj. vedno novih napihnenj, *cf.* Linde], čeprav je še zelo spekulativna... [kajti] napihovanje lahko ustvari ločena vesolja – [ali] ločene domene znotraj multiverzuma [*cf.* Leslie] – ki se na različne načine hladijo in v njih potem vladajo različni zakoni. ...Do kompleksne evolucije morda lahko pride le v 'oazah', kjer imajo [fizikalne] konstante ugodne vrednosti. ...Druga vesolja so lahko povsem ločena od našega, tako da ne bodo nikoli prišla v horizont naših daljnih zanamcev. ...Kar je skupno vsem tem spekulativnim stališčem, je predstava, da je naš prapok le en dogodek v veliko večji [*granden*] strukturi; celotna zgodovina našega vesolja je zgolj ena epizoda v neskončnem multiverzumu.« (Rees, 248-249)

Naj se vrnem k antropičnemu načelu. Nekateri kritiki pravijo, da gre pri šibki različici zgolj za tautologijo, ki ne more pojasniti ničesar. Tautološkost naj bi bila še bolj razvidna iz naslednje formulacije šibkega načela: »Vsako zavestno bitje, ki obstaja, se lahko (z)najde le tam, kjer je zavestno življenje možno.« Morda je ta formulacija res formalno bližje tautološkosti od izvirne Carterjeve, gotovo pa ni povsem brezvsebinska. Po strukturi je zelo podobna osnovnemu teoremu Kantove transcendentalne analitike: »Pogoji možnosti izkustva nasploh so obenem pogoji možnosti predmetov izkustva.« (Kant, *Kritika čistega uma*, II,2,2,2) Pri Kantu so sintetična apriorna načela spoznanja ista kot načela možnega izkustva, slednja pa določajo pogoje samih predmetov izkustva. V analognem smislu bi lahko rekli, da je Carterjevo antropično načelo sintetično apriorno načelo kozmologije, ki določa pogoje možnosti samega vesolja, seveda *za nas*, ne po sebi. Pri Carterju je Kantov obrat »fizikaliziran«, ostaja pa aprioren; prav apriornost načela je še posebej sporna za nekatere kozmologe, npr. za Heinza Pagelsa, ki pravi, da je antropično načelo »lenuhov pristop k znanosti« in da v izkustveni kozmologiji nima spoznavne vrednosti zaradi nemožnosti falsifikacije (v smislu Karla Popperja). Seveda antropičnega načela ne moremo izkustveno falsificirati, vendar pri tem nismo nič na slabšem kot pri kozmološkem načelu, ki je po splošnem konsenzu temeljno za kozmologijo. Očitek tautološkosti bi bil upravičen tedaj, če bi obstajalo zgolj *eno* možno vesolje in v njem ena sama možna lokacija zavestnega bitja. Ob predpostavki množstva vesolij (ali »možnih svetov«) tautološkost izgine, saj ima šibko načelo gotovo vsaj to informativno vrednost, da vzpostavlja povezavo med lokacijo v prostoru-času in opazovalcem, tj. da analogno kakor Kant povezuje spoznanje (opazovanje) in njegove možne predmete.

Res pa je, gledano s stališča kozmologije kot eksaktne znanosti, eksplikativna moč šibkega načela dokaj šibka – in zavedajoč se tega, je Carter ponudil

drugo, »močno« varianto, ki pravi, naj vas spomnim, »...da Vesolje (in torej osnovni parametri, od katerih je odvisno) mora biti takšno, da dopušča nastanek opazovalcev znotraj sebe na neki [svoji razvojni] stopnji«. Barrow in Tipler v že omenjeni monografiji *Antropično kozmološko načelo* pravita, da je možno razumeti Carterjevo močno načelo na tri načine:

»(A): Obstaja eno možno Vesolje, ki je 'načrtovano' ['*designed*'] s ciljem, da rodi in vzdržuje 'opazovalce'.

(B): Opazovalci so nujni za obstoj Vesolja [*to bring the Universe into being*].

(C): Mnoštvo [*an ensemble*] drugih različnih vesolij je nujno za obstoj našega Vesolja.« (Barrow & Tipler, 22)

Čudno: *nobena* od treh navedenih možnosti ne izraža prvotnega smisla Carterjevega močnega antropičnega načela. Barrow & Tipler se v svoji znani in vplivni knjigi zavzemata predvsem za možnost (C), kajti –

»Ta trditev je podprta z 'mного-svetno' [Everettovo] interpretacijo kvantne mehanike in s pristopom 'vsote-zgodovin' [*sum-over-histories*] h kvantni gravitaciji, saj morata obe [teoriji] neizogibno dopustiti/priznati [*recognize*] obstoj celotnega razreda [*class*] *realnih* 'drugih svetov', iz katerega je izbran naš po optimalnem [*optimizing*, dob. 'optimizirajočem'] načelu. Videli bomo... da so posledice takšne verzije močnega antropičnega načela potencialno preverljive [*testable*].« (prav tam)

Toda zakaj naj bi bilo, kot pravi varianta (C), mnoštvo drugih različnih vesolij *nujno* za obstoj našega? To je resnično težko razumeti, ne glede na to, da omenjene fizikalne teorije »dopuščajo« obstoj mnogih svetov. Sicer pa Barrow & Tipler prvo varianto (A) pripisujeta predvsem »naravnim teologom preteklih stoletij« in med sodobniki na primer Fredu Hoylu, zastopniku »stacionarnega« modela vesolja, druga varianta (B) pa naj bi izražala Wheelerjevo »soudedežnostno« [*participatory*] antropično načelo, ki pa je, kot menita avtorja, s filozofskega stališča preblizu Berkeleyevemu solipsizmu (*esse est percipi*). – Kakorkoli že, Barrow & Tipler sta izdatno pripomogla k temu, da mnogi sodobni kozmologi razumejo antropično načelo kot *teleološko* trditev, kar pa gotovo ni bila prvotna Carterjeva intenca. John Leslie, eden redkih, ki vseeno skušajo slediti izvirnemu pomenu načela, pravi, da med šibkim in močnim načelom pravzaprav ni neke bistvene kvalitativne ločnice, ampak je meja bolj kvantitativna: logična nujnost zveze med opazovalcem in mestom opazovanja se v šibki varianti nanaša na »našo lokacijo v vesolju«, v močni pa na »naše vesolje« [v celoti]; Leslie meni, da je razlikovanje med »subjektivno« lokacijo in »objektivnim« vesoljem lahko zavajajoče, saj se –

»...obe načeli zrcalita drugo v drugem. Močno antropično načelo zadeva naš univerzum, šibko pa našo regijo ali lokacijo; toda, kakor je bilo že rečeno, ni nekega edinega in enoznačno ustreznega kriterija za štetje svetov in zato tudi *ni* takšnega kriterija za razlikovanje svetov od zgolj regij. Če je svet, o katerem se govori, dovolj velika druga prostorsko-časovna regija, se lahko močno načelo nadomesti s šibkim.« (Leslie, 135)

To stališče je sicer smiselno, čeprav po drugi strani drži, da ima močno načelo intuitivno vendarle bolj »objektivni« status kot šibko, kar je razvidno tudi iz duhovite Carterjeve parafraze Kartezija, dodane k formulaciji močnega antropičnega načela: *Cogito ergo mundus talis est* (Mislim, torej svet takšen je). Najpogostejši nesporazum v zvezi z močnim načelom izvira iz zmotnega prepričanja, da *ergo* v »kartezijanski« formulaciji pomeni *vzročni* 'torej'. Če bi tu res šlo za vzročni odnos med mislečim človekom (opazovalcem) in svetom (vesoljem), namreč v tem smislu, da bi bil prvi vzrok in drugi učinek, bi bila to neizogibno smotrnostna, tj. teleološka vzročnost (*causa finalis*), kajti dejstvo je, da je bilo časovno (evolucijsko) najprej vesolje in potem šele človek-opazovalec v njem. Toda pri Carterjevem antropičnem načelu ne gre za vzročni odnos, saj načelo še zdaleč *ne* trdi, da si človek-opazovalec (*cogito* kot subjekt) z neko misteriozno *causa finalis* ustvarja ustrezne pogoje za lastno bivanje v vesolju, temveč gre zgolj za relacijo posledice (konsekvence) v logičnem pomenu: ustrezni pogoji (dobra ubranost vesolja) so *logična posledica* dejstva, da smo zdaj tu in da se lahko sprašujemo, kako to, da je vesolje tako dobro ubrano za nas, opazovalce. Ne gre torej za vzrok (*causa*), marveč za razlog (*ratio*) – za *razlago* dobre ubranosti vesolja v logičnem oziroma epistemološkem, in ne v fizikalno-vzročnem oziroma ontološkem pomenu. Tudi Kanitscheider poudarja, da antropični argument »daje le *logično* povezavo med sámozavedanjem organske snovi in določeno konstelacijo kritičnih parametrov, namreč če (ne pa: če in samo če) se je snov začela opazovati, so parametri takšni in takšni...« (Kanitscheider (2), 370). Gre torej za razlago *nujnih*, ne pa že tudi *zadostnih* pogojev za rojstvo opazovalca. – Šele ko nam je to jasno, se moramo odločiti, ali takšno vrsto razlage v naravoslovni znanosti sprejmemo ali ne. V vsakdanjem življenju imajo razlogi, ki so časovno postavljeni v prihodnost, pogosto pomembno eksplikativno funkcijo in bržkone so tovrstni »finalni« *razlogi* sprejemljivi tudi v znanosti, če jih ne zamenjujemo z vzroki in če se zavedamo, da logična razlaga ne more nadomestiti vzročne, ampak jo kvečjemu anticipirati.

V tem kontekstu naj zapišem še nekaj besed o analogiji antropičnega načela s Kartezijevim *cogito ergo sum*: če bi *cogito* razumeli v ontološkem pomenu, namreč kot *vzrok* vsega bivajočega (in Kartezij je tudi sam, morda nehote,

pripomogel k takšnemu razumevanju z racionalističnim enačenjem vzroka in razloga, *causa sive ratio*), bi nas *cogito* neizogibno vodil bodisi v solipsizem ali v subjektivni idealizem; če pa *cogito* razumemo v logično-epistemološkem pomenu (kot si ga je Kartezij prvotno zamislil, kar potrjuje tudi njegova izpeljava *cogita* iz metodičnega dvoma itd.), namreč kot *razlog* gotovosti oziroma resničnosti bivanja, potem nas poti kartezijanstva vodijo naprej h Kantu in Husserlu, vse do sodobnih fenomenoloških in analitičnih filozofij. *Cogito ergo sum*, razumljen v epistemološkem smislu, je logično nujen stavek (tj. »analitičen« stavek v smislu performativa) – seveda pa je precej problematičen, če ga razumemo kot Arhimedovo točko ontologije, kaj šele znanstvene kozmologije.

Antropično načelo, vsaj v izvirni Carterjevi obliki, torej ne izraža teleološke vzročnosti, zaradi katere ga zavračajo nekateri kozmologi. Glavna težava tega načela ni teleologija – saj je bilo, ravno nasprotno, zamišljeno kot neteleološka razlaga dobre ubranosti vesolja – ampak *predpostavka množstva vesolij*, ki kljub možnim scenarijem njihovega nastanka (Everett, Linde, Leslie, Rees idr.) ostaja povsem hipotetična, ne samo nepreverjena, ampak tudi nepreverljiva, če razumemo druga vesolja kot vzročno nepovezana z našim. Lahko rečemo, da antropično načelo »stoji ali pade« skupaj s hipotezo množstva vesolij, to pa zato, ker smiselno (netavtološko) razloži dobro ubranost (naravnih konstant idr.) zgolj tedaj, če »učinek opazovalne selekcije«, ki je bistvo antropične epistemološke zanke, prebira domeno *mnogih* vesolij ali »svetov«. V večini vesolij »multiverzuma« parametri niso dobro ubrani za nastanek zavesti, zato v njih pač ni opazovalcev, ki bi se čudili dobri ubranosti, mi pa smo »privilegirani«, saj smo se znašli v takšnem vesolju (med »nebrojem« možnih), katerega fizikalni parametri omogočajo zavest, in zato se lahko čudimo njegovi dobri ubranosti... čeprav se pravzaprav ni ničemur čuditi, če sprejmemo antropično razlago. Predpostavljeno število vesolij/svetov sicer ni nujno neskončno, vsekakor pa mora biti zelo veliko, kajti njegova velikost je določena s številom (oziroma domeno) različnih vrednosti, ki bi jih načelno lahko zavzel vsakokratni *explanandum*, npr. neka dobro ubrana, »kontingentna« fizikalna konstanta. Toda, se bo vprašal Simplicij: *kje* pa so vsi ti svetovi? Se morda razvijajo vzporedno z našim vesoljem? So onstran našega horizonta? *Kako* naj vemo, ali sploh obstajajo? Saj tega ne moremo vedeti, če druga vesolja niso vzročno povezana z našim. – Pri antropičnem načelu je najtežje sprejemljiva predpostavka, da »tisočera« druga vesolja zares *obstajajo*.

Zanimivo je primerjati vlogo množstva vesolij/svetov v kozmologiji in logiki: »možni svetovi«, ki nastopajo v semantiki modalne logike, imajo precej skupnega z »drugimi vesolji«, ki nastopajo v kozmologiji – čeprav, kot bomo videli, je med prvimi in drugimi vendarle neka pomembna razlika. Prva skupna značilnost logičnih in kozmoloških svetov je njihova tesna povezava s »pro-

tidejstveniki« (angl. *counterfactuals*). Protidejstveni stavek ima splošno obliko: 'Če bi se zgodilo *A*, *potem* bi se zgodilo *B*' – toda *A* se dejansko *ni* zgodilo; oba stavka, ki ju povezuje protidejstvena implikacija, antecedens *A* in konsekvens *B*, sta (lahko) neresnična, vendar je implikacija kot celota resnična, na primer: 'Če na ameriških volitvah leta 2000 ne bi zmagal Bush, *potem* bi zmagal Dole'. V tem primeru je »evalvacija« (resničnostno ovrednotenje) protidejstvenika enostavna, ker sta bili samo dve varianti zmage na volitvah, torej potrebuje evalvacijska semantika samo *dva* »možna svetova« – medtem ko je pri variiranju, na primer, začetne hitrosti raztezanja vesolja, možnosti *nebroj*: 'Če bi bila hitrost raztezanja vesolja eno sekundo po prapoku za eno samo milijoniko večja (ali manjša), *potem* nas, opazovalcev vesolja, ne bi bilo (tu)'.¹¹ Torej, po eni strani je nastala teorija »možnih svetov« v logiki (Saul Kripke, 1963; David Lewis, 1973 idr.) zaradi semantične evalvacije protidejstvenikov in drugih modalnih stavkov, po drugi strani pa je nastala teorija »drugih vesolij« v kozmologiji predvsem zaradi antropične razlage dobre ubranosti našega vesolja, nemreč za nas, opazovalce – v obeh primerih pa gre s formalnega stališča za opis nekih »protidejstvenih« stanj.

Odtod pridemo k drugi, za naš kontekst še posebej pomembni točki primerjave možnih svetov v logični semantiki in vesolij v kozmologiji: k premisleku o podobnosti (a tudi različnosti) pri pojmovanju *realnosti* drugih svetov/vesolij. V »metafiziki modalnosti«, ki se je v sedemdesetih in osemdesetih letih 20. stoletja razbohotila iz sprva povsem formalno-logične modalne semantike, sta se postopoma, v grobem rečeno, uveljavili dve nasprotni stališči: *aktualizem* (Kripke) in *posibilizem* (Lewis). Aktualizem pravi, da samo naš aktualni svet realno obstaja, medtem ko so »možni svetovi« modalne semantike zgolj logične konstrukcije, opisi različnih možnosti, kako *bi* svet lahko bil drugačen – na primer: kako *bi* lahko povsod vladala mir in pravičnost (pa žal ne vladata povsod). Pri aktualizmu »možnih svetov« gre torej za *hipotetične* različice dejanskega sveta, za odprt »logični prostor« zavesti, ki ni ujeta v vsakokratno aktualnost, ampak z mislimi »potuje« v druge svetove. Saul Kripke, utemeljitelj modalne semantike, poudarja, da »možni svet« ni neka oddaljena dežela, ki bi jo lahko opazovali skozi teleskop, ampak je samo le »protidejstvena situacija«, opis nekega drugega, možnega, toda neudejanjenega stanja ali razvoja našega *aktualnega* sveta. Preberimo nekaj značilnih misli iz Kripkejeve znane knjige *Imenovanje in nujnost* (*Naming and Necessity*, 1972), ki je prevedena tudi v slovenščino.

¹¹ Protidejstveniki imajo pomembno vlogo v metodologiji znanosti. Nekateri teoretiki celo menijo, da ima vsak znanstveni zakon obliko protidejstvenika oziroma da ga je mogoče »prevesti« v takšno obliko, na primer: 'Če vodo segrejemo na 100° C, *potem* voda zavre (pri zračnem tlaku enega bara)' – ta zakonitost velja seveda tudi tedaj, kadar vode (ravno) *ne* segrevamo na 100° C, kajti 'Če bi vodo segreli na 100° C, *potem* bi voda zavrela'.

»V tej monografiji nastopam proti tistim napačnim rabam pojma 'možni svetovi', s katerimi so možni svetovi pojmovani kot oddaljeni planeti, podobni našemu, le da obstajajo v drugi dimenziji... in če se kdo želi izogniti *Weltangstu* in filozofskim zmešnjavam, ki so jih številni filozofi spletili s terminologijo 'svetov', mu priporočam, naj rajši uporablja izraze 'možno stanje (ali zgodovina) sveta' ali 'protidejstvena situacija'... 'Možni svetovi' so celota 'načinov, kako bi svet lahko bil', namreč stanj ali zgodovin *celotnega* sveta... Možni – ne pa že dejanski – svetovi niso fantomski duplikati 'sveta' v tem drugem smislu.« (Kripke, 17-20)

Morda ni odveč še enkrat poudariti, da je ravno »aktualist« Kripke odkril »možne svetove« v sodobni logiki, navezujoč se na staro Leibnizovo zamisel možnih svetov v *Teodiceji*. Od Kripkejevega stališča povsem drugačno, prav nasprotno razumevanje mnogih svetov pa je razvil ameriški logik in filozof David Lewis, ki je znan kot zagovornik najradikalnejše oblike modalnega »posibilizma«. Sam izraz *posibilizem*, ki se je uveljavil ravno kot oznaka za Lewisovo metafiziko modalnosti, je sicer malce zavajajoč, saj gre pri Lewisu dejansko za *realizem* »posibilij« (možnosti), tj. za trditev, da so posibilije realne ontološke entitete, ki pač niso udejanjene v našem aktualnem svetu, marveč v *drugih*, možnih, toda načeloma enako realnih *svetovih* – Lewis torej možne svetove razume dobesedno (*at face value*). Poglejmo zdaj nekaj značilnih stavkov iz njegove knjige *O množstvu svetov* (*On the Plurality of Worlds*, 1986):

»...Vselej je toliko različnih načinov [*ways*], kako bi svet lahko bil; in eden od teh mnogih načinov je način, kako ta svet je. – Ali obstajajo drugi svetovi, ki so drugi načini? Jaz pravim, da obstajajo. Zagovarjam tezo množstva svetov ali *modalni realizem*, ki trdi, da je naš svet le en svet med mnogimi. ... Svetovi so nekaj takšnega kakor daljni planeti, čeprav so večinoma precej večji od planetov in sploh niso daljni. Niti niso bližnji. Od *tu* jih ne loči nobena prostorska razdalja. Niti niso nekje daleč v preteklosti ali v prihodnosti, a tudi blizu ne; od *zdaj* jih ne loči nobena časovna razdalja. Povsem ločeni so in med stvarmi, ki pripadajo različnim svetovom, sploh ni nobenih prostorsko-časovnih povezav. Nič, kar se zgodi v enem svetu, ne more povzročiti nekaj, kar se zgodi v drugem. ... Dejansko obstaja toliko drugih svetov, da je absolutno *vsak* način, kako bi svet lahko bil, tudi način, kako kak drug svet *je*. ... Med tem svetom in drugimi svetovi ni kategorialne razlike. Ta svet se od drugih ne razlikuje po svojem načinu obstoja.« (Lewis, 2)

Mar ni Lewisova trditev, da »obstaja toliko drugih svetov, da je absolutno *vsak* način, kako bi svet lahko bil, [obenem] tudi način, kako kak drug svet *je*« – povsem fantastična, če ne morda že malce nora? Za to, lepše rečeno, precej

čudno trditev Lewis navaja vrsto bolj ali manj sprejemljivih argumentov, začeni s pragmatičnim, češ da je teza o realnosti svetov v modalni semantiki zelo »uporabna« (serviceable, dob. »uslužna«) ipd., vendar, čim dlje premišlujem o tej džungelsko razbohotehi ontologiji, o tem pragozdu svetov, ki ga je že pred stoletjem zasejal Alexius Meinong s svojo ontološko radodarno »predmetnostno teorijo«, tem bolj se mi zdi, da je Lewisova metafizika posibilij smiselna zgolj kot *fikcija*, ki pa žal močno zaostaja za slogom nenadkriljivega mojstra »izmišljij« Jorgeja Luisa Borgesa (samo če pomislimo na njegov znameniti *Vrt s potmi, ki se cepijo*). Lewis s svojim modalnim realizmom hočeš nočeš zapušča območje treznega teoretskega diskurza, s svojim *anything goes* se odvrta od resnega filozofskega iskanja, ki mora ostati zavezano resničnosti kljub vsem miselnim posibilijam. Osebnost sem namreč prepričan, da sodobna metafizika ne sme zdrsniti nazaj v tisto poljubno, »predkritično«, »sholastično« spekuliranje, ki ga je novo-veška filozofija presegla šele z velikimi napori. Povrh vsega pa je Lewisova »realnost posibilij« s formalnega vidika pravzaprav *contradictio in adiecto*, kar je nakažal tudi Kripke. Za naš kontekst je še posebej zanimiva Kripkejeva opomba:

»Zanimivo bi bilo primerjati Lewisova stališča z Wheeler-Everettovo interpretacijo kvantne mehanike. Mislim, da lahko tudi ta fizikalni pogled trpi zaradi filozofskih problemov, ki so analogni Lewisovi teoriji dvojnikov [*counterparts*, tj. 'replik' individuov v drugih svetovih] – v duhu ji je gotovo zelo podoben.« (Kripke, 39)

Tudi Kanitscheider pripominja, da so »metafizične spekulacije o množtvu svetov tako stare kot kozmologija« (Kanitscheider (2), 374). Toda ob primerjavi možnih svetov v sodobni modalni logiki in/ali *metafiziki* ter drugih vesolij v antropičnih variantah sodobne kozmološke *fizike* kljub očitnim analogijam ne smemo prezreti neke pomembne razlike: v metafiziki so vsaj *načelno* dostopni tudi tisti možni »metafizični« svetovi, ki z našim fizičnim svetom nimajo ne prostorsko-časovne ne vzročne zveze, medtem ko v kozmološki fiziki vendarle mora obstajati med sicer ločenimi vesolji (ali regijami Vesolja) neka, čeprav »nestandardna« prostorsko-časovna »stičnost« (npr. črne luknje, »kolaps« valovne funkcije ipd.), zato da bi bilo o *drugih* vesoljih sploh smiselno govoriti: saj ravno zato antropično kozmološko načelo išče podporo na primer v Everettovi kvantni fiziki ali v Tiplerjevih »črvinah« (*wormholes*), ki naj bi, seveda povsem hipotetično, povezovale sicer ločena vesolja. Še več: antropično načelo *izgubi* svojo razlagalno vrednost (npr. za »čudežno« ubranost naravnih konstant), če druga vesolja niso pojmovana kot *realne* prostorsko-časovne entitete! V antropičnih razlagah ni uporaben kripkejski »aktualizem« možnih svetov, ampak je za njihovo smiselnost nujen lewisovski »posibilizem«, tj. realizem množstva vesolij – namreč zato, ker je za antropične

razlage, ki hočejo biti striktno neteleološke (vsaj če sledijo izvirni Carterjevi zamisli), bistven *učinek opazovalne selekcije*, ki pa, povsem analogno z Darwinovo naravno selekcijo bioloških vrst, *zahteva* (na načelni ravni) *realnost* drugih vesolij (od katerih je večina »mrtvorojenih«, brez opazovalcev), in sicer analogno kakor Darwinova evolucijska teorija za prepričljivo argumentacijo zahteva realnost fosilov izumrlih živih bitij. Tu preprosto ni možen umik v logični aktualizem, ki pravi zgolj to, da bi bila v drugih *možnih* (ne pa tudi dejanskih) svetovih živa bitja oziroma vesolja *lahko* drugačna, kot pač so tu in zdaj, kajti tako pri evolucijski teoriji živih bitij kakor pri antropičnih razlagah vesolja zgolj »logične možnosti« ne dokazujejo ničesar. In verjetno ni naključje, da je idejo o obstoju mnoštva vesolij prvi med znanstveniki izrazil *biolog*, namreč Charles Pantin iz Cambridgea (1965), ki je zapisal, da bi se čudenje nad dobro ubranostjo vesolja za življenje razblinilo, »če bi lahko vedeli, da je naše Vesolje [*our Universe*] samo eno od nedoločnega števila mnogih [drugih vesolij] z variabilnimi lastnostmi, tako da bi morda lahko uporabili rešitev, analogno načelu Naravne Selekcije« (gl. Barrow & Tipler, 19). Naravna selekcija pa je prepričljiva ali vsaj učinkovita razlaga nastanka človeka le tedaj, če res najdemo mnoštvo fosilov, kosti izumrlih živali, torej *realnih* ostankov *drugih* človeku podobnih vrst, ki so izgubile evolucijski boj z vrsto *homo sapiens*. In prav tu je čer, na kateri po mojem mnenju nasede antropično načelo kot poskus razlage očitne dobre ubranosti našega vesolja: iz *drugih* vesolij nimamo prav nobenih »fosilov«! V tem je tudi bistvena epistemološka razlika med evolucijsko biologijo in antropično kozmologijo: prva temelji na dostopnem, realnem izkustvu, druga pa je kot hiša iz kart zgrajena na spekulativni hipotezi, da *obstajajo* mnoga druga vesolja poleg našega, na hipotezi, ki jo podpirajo zgolj nekatere *analogije* z možnimi – a še zdaleč ne splošno sprejetimi – *interpretacijami* kvantne mehanike in relativnostne fizike prostora-časa.¹²

Zdaj se vračam k izhodiščemu vprašanju drugega dela pričujoče razprave, k dilemi med smotrnostno (teleološko in praviloma obenem tudi teološko-

¹² Poleg tega je tu še vprašanje meje naše predstavljalnosti, namreč zmožnosti zamišljanja, kje in kdaj (na kateri vesoljski »lokaciji«) se še lahko razvije življenje. Bi bil možen nastanek zavestnega življenja, rojstvo opazovalca ali opazovalke vesolja, na primer na površini nevtronske zvezde, kjer je gravitacijski tlak za naše zmožnosti in predstave nepojmljivo močan (tako močan, da najvišja »gora« na nevtronski zvezdi ne more biti višja od milimetra)? Organsko življenje, kakršnega poznamo, tam prav gotovo ni možno, pa tudi nobeno našemu podobno življenje, ki temelji na kemijskih reakcijah. Toda nekateri »kozmiobiologi« ne izključujejo možnosti, da bi »življenje«, bolje rečeno, zavestno procesiranje informacij, lahko temeljilo na jedrskih namesto na kemijskih reakcijah. Kje so torej meje naše predstavljalnosti? Ali res lahko povsem odmislimo možnost, da se nekakšni »angeli« s svojimi eone trajajočimi mislimi spreletavajo po medgalaktični praznini, uporabljajoč za svojo »psihosfero« zgolj vesoljna energijska polja (med njimi tudi takšna, ki so nam še neznanca) – in da so torej ta bitja realna, *živa*, ne da bi mi sploh vedeli zanje (razen iz Biblije)?

ko) razlago dobre ubranosti vesolja na eni strani in antropično, zgolj logično oziroma epistemološko razlago na drugi. Ali nam v tej dilemi spričo težko sprejemljive hipoteze o obstoju nebroya drugih vesolij, ki pa je za učinkovitost antropičnega načela nujna – potemtakem preostaja samo še prva možnost: »božji načrt« (*God's design*) ali »božja previdnost« ali preprosto »božja volja«? Mar ne bi bil to konec znanstvene, pa tudi filozofske kozmologije? Njena meja, onstran katere razum ne seže? Z znanstvenega stališča je *teleologija narave* nesprejemljiva, vsaj zaenkrat, saj se je novoveška znanost na začetku svojega vzpona z velikimi napori osvobodila ujetosti v aristotelske »entelehije«, in zato je razumljivo, da se kljub vsem težavam, s katerimi se srečuje v zadnjih nekaj desetletjih, znanost močno brani pred tem, da bi znova pripustila tovrstne spekulacije v svoje območje. Toda po drugi strani, kot smo videli, v vztrajanju pri neteleoloških razlagah (bodisi vzročnih, bodisi zgolj logičnih) sama znanost poraja nove, ravno tako ali še bolj spekulativne hipoteze; s svojo sedanjo metodologijo bi se jim lahko izognila le tedaj, če bi našla resnično »končno teorijo«, univerzalno teorijo narave, ki bi pojasnila vse njene uganke, vendar takšna teorija ostaja »sanjska« oziroma utopična – in zato se bo znanost, še posebej pa kozmologija, prej ali slej verjetno morala soočiti tudi z možnostjo teleološke razlage narave. Predvsem pa bo treba v razlago narave bolj kot doslej vključiti tudi *zavest*. Že omenjeni Heinz Pagels je pripomnil, da je »antropično načelo največ, kolikor se morejo ateisti približati Bogu«.

V kozmologiji je »hipoteza stvarnika« praviloma teleološka: čemu naj bi kozmologi v svoje teorije (ali *metateorije*) sploh vključevali Boga, če ne zato, da z božjo previdnostjo odgovorijo na vprašanja tako o izvoru kakor tudi o smotru in smislu vesolja? Vendar tudi teološka razlaga vesolja ni ena sama, ampak sta najmanj dve, ki sta bistveno različni: teistična in panteistična. Po tradicionalni teistični kozmologiji, ki jo je znotraj krščanske teologije filozofsko utemeljil Tomaž Akvinski, Bog-stvarnik svobodno *izbere* svet, katerega ustvari – izbere najboljšega od vseh možnih svetov, kot je bil prepričan Leibniz. Stvarnik je *transcendenten* svojemu stvarstvu in zato ne potrebuje množstva realnih svetov, tako kakor antropična »naravna selekcija«, saj mu zadošča množstvo *možnih svetov*, odprt »logični prostor« možnosti, posibilij, prisotnih v Njegovem vsevednem umu. Zdi se, da je to zelo preprosta in jasna rešitev dobre ubranosti vesolja – toda s »hipotezo stvarnika« se razumska potreba po razlagi samo prenese na višjo raven: kako je možen sam Bog? Kaj sploh pomeni misel, da je Bog *causa sui*, vzrok samega sebe?

Med sodobnimi analitičnimi filozofi je najbolj znan zagovornik kozmološkega teizma Richard Swinburne (*The Existence of God*, 1979, idr.). Ko kritično presoja antropično načelo in predpostavko neskončnega množstva svetov, o kateri pravi, da je manj verjetna od »hipoteze stvarnika«, se z njim v glav-

nem strinjam, čeprav za veljavnost antropičnega načela ni potrebno neskončno število svetov, ampak zadostuje »nebroj« (zelo mnogo) svetov. Poglejmo nekaj Swinburnovih misli:

»... Toda postulirati neskončno mnogo svetov zato, da bi ohranili prednostno interpretacijo neke formule, ki nikakor ni bolj razvidna in preprosta od alternativne razlage... to se zdi noro. Mnogo-svetna interpretacija [cf. Everett] je kakor velikanska obrnjena piramida teorije, ki stoji na izkustveni konici. ...Postulirati dejanski obstoj neskončnega števila svetov, ki izčrpajo vse logične možnosti ...pomeni postulirati kompleksnost... onstran vsakega racionalnega verjetja [*belief*]... Naš svet, v katerem nastaja življenje, je očitnost, ki precej bolj verjetno potrjuje obstoj Boga kakor obstoj 'mnogih svetov'.« (Swinburne, 177-178)

Druga in bistveno drugačna teleološka razlaga dobre ubranosti našega vesolja je panteistična. Panteizem tu pojmem v najširšem pomenu kot filozofsko in/ali religiozno prepričanje, da je Bog, ali bolje rečeno, Božanstvo *immanentno* svetu, vesolju, naravi (*Deus sive natura*), tj. kot nauk o vseobsegajoči božanski Enosti. Za panteizem je bistven ontološki in posledično tudi epistemološki *monizem*. Res je sicer, da se tudi s »hipotezo panteizma« razlaga prenese na neko »višjo« raven – predvsem k vprašanju, kako je možno Božanstvo *v svetu* – vendar nam panteistično izhodišče omogoča tesnejše sodelovanje med teologijo, filozofijo in kozmologijo, saj ne predpostavlja nekega (raz)umu povsem nedoumljivega prapočela *onstran* sveta. Božanski um se v panteizmu približa naravnim zakonom, ki so lahko smotrno, pa vendar neosebno izbrani oziroma dobro uglašeni za nastanek življenja in zavesti. Panteizem omogoča dve poti: 1. začetni in večni »izbor« ali nabor zakonov božanske narave *deterministično* poraja življenje in zavest (Spinozova pot); in 2. božanska narava se nenehno *svobodno* razvija in se smotrno dviga k duhu (Schellingova pot). V prvem primeru »Bog ali narava« ne potrebuje mnogih svetov, kajti svet je samo eden in ta je nujen, v drugem primeru pa je zavoljo zahteve po svobodi, ki je immanentna v sami naravi kot »vidnem duhu«, potreben vsaj »logični prostor« različnih možnosti razvoja, kar pomeni, da je svet v najglobljem smislu vendarle kontingenten (cf. Schellingove *Vekove sveta*). S tem se seveda odpira zelo globoka filozofska problematika, v katero se tu ne morem več spuščati, zato bom navedel – kot sodobni primer »panteistične« razlage vesolja in naravnih zakonitosti (ki je nekje vmes med prvo in drugo potjo) – le še nekaj zanimivih misli kozmologa-fizika Paula Daviesa, avtorja vrste znanih del o vesolju kot *kozmosu*; na njegovo knjigo *Božji um* (*The Mind of God*, 1991) se pogosto sklicujejo tudi krščanski teisti, jaz pa sem rajši izbral odlomek iz Daviesovega govora, ki ga je imel v Westminsterški opatiji, ko mu je bila leta 1995 pode-

ljena ugledna Tempeltonova nagrada za »napredek v religiji«. Takrat je med drugim dejal:

»Zame je lepota znanosti *ravno* v demistifikaciji, kajti znanost nam razkriva, kako resnično čudovito je fizično vesolje. ...Pravilno razumljena znanost je projekt [*enterprise*], ki človeka bogati in plemeniti. Ne morem verjeti, da bi bila uporaba tega daru, ki ga imenujemo znanost – če jo le uporabljamo umno – nekaj napačnega.

In kje je Bog v tej zgodbi? Ne bi rekel, da je navzoč posebej v prapoku, s katerim se je začelo vesolje, niti da se občasno vmešava v fizične procese, ki porajajo življenje in zavest. Rajši rečem, da narava lahko skrbi zase. Ideja Boga, ki naj bi bil samo še neka druga sila ali dejavnik v naravi, ki naj bi premikal atome sem ter tja, tekmujoč s fizičnimi silami, je zelo neinspirativna. Po mojem mnenju je resnični čudež narave v umni in trdni zakonitosti [*lawfulness*] kozmosa, v zakonitosti, ki omogoča, da zapleten red vznikne iz kaosa, da življenje vznikne iz nežive snovi in da zavest vznikne iz življenja, in to brez potrebe po priložnostni nadnaravni spodbudi; zakonitost, ki poraja takšna bitja, ki si ne le zastavljajo vélika vprašanja po [svojem] obstoju, ampak začenjajo nanje celo odgovarjati s pomočjo znanosti in drugih metod védenja.« (Davies, 315-316)

In kakšno je *moje* lastno stališče o »pračudežu« vesolja? Zaenkrat še ne povsem dorečeno, čeprav se bolj nagibam k panteizmu kot k teizmu. Vsekakor pa so mi blizu Hölderlinovi verzi:

*...je Bog neznan?
Je mar očiten kot nebo? To
prej verjamem. To je mera človeka.
(Hölderlin, V ljubki modrini)*

Marko Uršič
Filozofska fakulteta
Univerza v Ljubljani

Bibliografija

Agazzi, Evandro: »The Universe as a scientific and philosophical problem«, v: *Philosophy and the Origin and Evolution of the Universe*, ur. E. Agazzi & A. Cordero, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1991 (slov. prev. tega

- članka: E. Agazzi, »Univerzum kot znanstveni in filozofski problem«, *Anthropos* XXVII (1995), 3-4).
- Barrow, John D. & Tipler, Frank J.: *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford University Press, Oxford, 1986.
- Carter, Brandon: »Large number coincidences and the Anthropic Principle in Cosmology« [1974], ponatis v: *Modern Cosmology & Philosophy*, ur. John Leslie, Prometheus Books, New York, 1998.
- Cornish, Neil J. & Weeks, Jeffrey R.: »Measuring the Shape of the Universe«, *Notices of the American Mathematical Society*, Vol. 45, N° 11 (1998).
- Davies, Paul: »Our Place in the Universe«, v: *Modern Cosmology & Philosophy*, ur. John Leslie, Prometheus Books, New York, 1998.
- Goethe, Johann Wolfgang: *Faust*, prev. Božo Vodušek (1. del) in Erika Vouk (2. del), Založba Obzorja, Maribor, 1999.
- Harrison, Edward: *Cosmology. The Science of the Universe*, 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- Kanitscheider, Bernulf (1): *Kosmologie. Geschichte und Systematik in philosophischer Perspektive*, Reclam, Stuttgart, 1991.
- Kanitscheider, Bernulf (2): »The Anthropic Principle and its epistemological status in modern physical cosmology«, v: *Philosophy and the Origin and Evolution of the Universe*, ur. E. Agazzi & A. Cordero, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1991.
- Kripke, Saul A.: *Imenovanje in nujnost*, prev. Bojan Vučko, Krtina, Ljubljana, 2000.
- Leslie, John: *Universes*, Routledge, London, 1989.
- Lewis, David: *On the Plurality of Worlds*, Basil Blackwell, Oxford, 1986.
- Morris, Richard: *The Edges of Science. Crossing the boundary from physics to metaphysics*, Fourth Estate, London, 1992.
- Peebles, James E.: »Making sense of modern cosmology«, *Scientific American*, januar 2001.
- Penrose, Roger: *The Emperor's New Mind*, Oxford University Press, 1989.
- Rees, Martin: *Before the Beginning. Our Universe and Others*, Perseus Books, Reading, Massachusetts, 1997.
- Silk, Joseph: *Cosmic Enigmas*, American Institute of Physics, New York, 1994.
- Swinburne, Richard: »Argument from the Fine-Tuning of the Universe«, v: *Modern Cosmology & Philosophy*, ur. John Leslie, Prometheus Books, New York, 1998.
- Uršič, Marko: »*Cogito ergo mundus talis est*. Premislek o 'antropičnem načelu' v sodobni kozmologiji«, *Filozofski vestnik*, XVII (3/1996), str. 85-104.
- Weinberg, Steven: *Sanje o končni teoriji*, prev. Aleš Šuler, Flamingo, Nova Gorica, 1996.