

# O pračudežu

MOJSTROVO PREDAVANJE,  
ZVEČER OB MLAJU

*Profesor filozofije dr. Bruno Vran ima nocoj predavanje na Filozofski fakulteti s skrivnostnim naslovom O pračudežu. Iz svojega kraškega doma je prišel v Ljubljano na povabilo Slovenskega filozofskega društva. Za nocoj si je izbral obleko iz mišje sivega, komaj opazno črtastega bombaža, eno svojih boljših oblek, k njej pa si je zavezal temnordečo kravato. Medtem ko ga predsednica društva predstavlja tistim, ki ga še ne poznajo, mojster na grafoskopu ostri sliko, dokler se na platnu ne prikaže jasen posnetek neke spiralne galaksije. V klopeh, ki se stopničasto spuščajo h katedru, se je zbralo kar precej ljudi, med njimi tudi nekaj Brunovih bivših kolegov, prevladujejo pa študentje ter mlajši člani društva in oddelka za filozofijo. Marija, ki je prišla skupaj z Brunom, se je usedla v zadnjo vrsto, kakor da želi ostati čim bolj neopazna. Neki mladenič deli liste s povzetkom predavanja. Akademska četrt mineva, v zadnjem hipu priteče tudi Janez in mojster mu pokima v pozdrav. Potem z roko seže med sive pramene svojih sicer temnih las, premeri dvorano z orlovskim pogledom izpod košatih obrvi in se nasmehne.*

Spoštovane gospe, spoštovani gospodje!

Hvala vam, da ste se odzvali vabilu na predavanje. Kot vidite iz povzetka, bom nocoj govoril o nekaterih filozofskih vidikih sodobne kozmologije. Ker prihajam s Krasa, začnem z verzoma Srečka Kosovela iz pesmi z naslovom *Odrpto*:

»V večnost je moje srce odrpto:  
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 kozmolog 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 uvesti najprej 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.\* Ob tako pojmovanem vesolju si je možno zamisliti tudi *druga* vesolja (druge »možne svetove«), ki so nam izkustveno načelno nedostopna; razlogi za njihovo nedostopnost so lahko različni,

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

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 abstraktnjšega 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, nocoj (žal vas moram razočarati) 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, 438–57 ali Kanitscheider (1), 385–96]. 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, potujoča 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 morda ni več povsem linearno za zelo daljne galaksije). Linearni koeficient tega sorazmerja, tj. hitrostna stopnja (angl. *rate*) oddaljevanja galaksij oziroma stopnja hitrosti raztezanja vesoljnega prostora v času, se imenuje *Hubbleva konstanta*. Na osnovi Hubblevega zakona je nadalje definiran *Hubblev čas* kot obratna vrednost Hubbleve konstante; če Hubblev čas pomnožimo s svetlobno hitrostjo  $c$ , dobimo radij namišljene krogle, imenovane *Hubbleva sfera*, ki meri nekje med 10 in 20 milijardami svetlobnih let, če upoštevamo kar najširši interval rezultatov merjenj vrednosti Hubbleve konstante, od največ 100 do najmanj 50 (km/s)/Mpc.\* S pomočjo ustreznih korekcij, predvsem za

\* 1 pc (parsek, tj. »paralaksa-sekunda«) = 3,26 svetlobnih let. Hubbleva konstanta, ki izraža *prirastek* hitrosti raztezanja na dolžinsko enoto (na parsek ali svetlobno leto), bi torej znašala, izražena s svetlobnimi leti, pri-

## HUBBLOVA SFERA

zgodnje vesolje – ker se prostor ni raztezal ves čas enako hitro, ampak sprva zelo hitro, potem vse počasneje – lahko iz Hubblovega časa izračunamo dejansko starost vesolja tako, da Hubblov čas pomnožimo s faktorjem  $2/3$  (za t. i. Einstein-De Sitterjevo varianto standardnega modela; o njej še pozneje); če znaša Hubblov čas nekje med 10 in 20 milijardami let (oziroma radij Hubblove 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 Hubblovo 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 Hubblova 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 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.\*

bližno od 30 (max) do 15 (min) kilometrov na sekundo na (vsakih) milijon svetlobnih let oddaljenosti opazovane galaksije od opazovalca (oziroma, splošno, medsebojne oddaljenosti galaksij).

\* Razumljivejša postane ta misel, če standardnemu modelu prapoka dodamo še »hipotezo napihnenja«; o njej pozneje.

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 sprosti 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).\* 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

\* 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 čedalje bolj šibko.

*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 »mejne« znanosti, ki ji je dan z njenim tematskim predmetom, tj. s *celoto* vesolja, neke posebne teoretske meje, ali se mora sprijazniti s težje presegljivimi ali celo nepresegljivimi miselnimi horizonti kot druge naravoslovne znanosti? Odgovor na to vprašanje je vsekakor pritrديلen. 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« nezaželeno začetno singularnost vesolja, vendar so njihove teorije za zdaj še povsem hipotetične in bodo najbrž 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 svinga še skriva v standardnem modelu prapoka in je teoretska meja, ki onemogoča popolno fizikalno-znanstveno razlago

nastanka vesolja ter pomeni bistveni *manko* 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 *kozmolško 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 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. od kod 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



## KOZMOLOŠKO NAČELO

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 njene- ga božanskega dojenca Hefajsta): teleskopi nam kažejo, da so povsod okrog nas enake zvezde, galaksije, kvazarji... pred- vsem pa je pomemben podatek, da je prasevanje izotropno, in sicer vse do malone zanemarljivih (čeprav za nastanek ve- soljskih 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 tr- ditvi 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 naspro- tju s pravili induktivne logike izvedli iz *enega* samega prime- ra, 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 material- nih 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 goto- vi, da je vesolje v celoti homogeno in izotropno? Tega pre- prosto ne moremo vedeti, čeprav moramo, če hočemo razvi- jati znanstveno kozmologijo, *a priori* predpostaviti načelno enakost vseh lokacij v vesolju, tj. sprejeti nedokazljivo »koz- mološko 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 celotne- mu obsegu našega vesolja je morda mnogo večji kakor korak od enega samega delca do Hubblovega radija.

Svetloba, ki nas bo dosegla v daljni prihodnosti, prihaja-joča 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 *kozмолоški model*, ne da bi ga posebej opredelil, saj menim, da vam je ta pojem znan. Kljub temu pa ne bo odveč, če si še malce bolj razjasnimo, kaj *model* v kozmologiji pravzaprav pomeni. Nemški filozof kozmolog Bernulf Kanitscheider je kozmološki model opredelil kot »celoto idealizacij, ki so uporabljene v okviru neke [kozмолоške] 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 neskončne kompleksnosti same realnosti. Pri kozmoloških 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 kozmološko načelo, in drugič, sodobni kozmološki 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. Kot morda veste, je bil ta model *statičen*, torej se v njem ve-

solje 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 trirazsežni ukrivljeni (neevklidski) prostor *končen* krivinski radij in *pozitivno* ukrivljenost (npr. vsota notranjih kotov trikotnika je večja od dveh pravih kotov). Znano je tudi, da je Einstein temu modelu dodal »kozmoško konstanto« in jo označil z grško črko  $\Lambda$  (*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 njihovo 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 oživitve *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 'zunanjost'.« [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 zmeta« 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 Friedmannovimi modeli (in tako tudi sam Einstein-De Sitterjev model spada v družino Friedmannovih oziroma FRW-modelov\*). 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 zaželen med vsemi sodobnimi kozmološkimi modeli, ker sta najbliže našim predstavam o idealni kozmologiji, preprosti in jasni sliki sveta, platonski popolnosti vesolja, ki naj bi čim bolj jasno odražalo enovitost in

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

## MODELI VESOLJA

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.\* 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 oživitve *lambda* ob enem 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«,

\* 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 odklikom od idealnosti je postal, poleg Kopernika, utemeljitelj novoveške astronomije!

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 rešitve seveda posegajo v same temelje sodobne kozmologije, namreč v Einsteinovo 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 verjetno 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 »ne-standardnimi« dopolnitvami. Prej smo se vprašali, kaj je *kozmoški model*, in odgovorili, da je to neka idealizirana simbolna reprezentacija realnega vesolja, zgrajena iz matematičnih oz. fizikalnih enačb. Dodati je treba, da sodobnega standardnega modela 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 treba najprej 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 vesoljnim 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 (ali več) 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 spektralnih 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 standarnemu 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 napihnenja« (*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 napihnenja 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 ustrezna) v razmerju neznanskega faktorja najmanj  $1 : 10^{28}$  [gl. npr. Kanitscheider (1), 283]. Če je hipoteza napihnenja resnična, bi odgovorila tudi na dve »paradoksn« vprašanji, ki se zastavljata znotraj FRW-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 predpostavljenem kozmološkem načelu obenem kot homogene oziroma »uskajane« – tudi tiste regije vesolja (npr. dve regiji na nasprotnih straneh neba), ki po FRW-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 napihnenja



rešuje *problem ravnosti* (1) z domnevo, da se je prostor v tistem drobnem delcu prve sekunde tako neznansko povečal, da je zdaj znotraj celotne Hubblove sfere videti »raven« (ali vsaj »skoraj raven«, kvazi-evklidski), čeprav je bil morda pred napihnjem ves kaotično »naguban«; *problem horizonta* (2) pa bi bil rešen s tem, da se je, domnevno, med napihnjem prostor raztezal z *nadsvetlobno* hitrostjo, kar bi pomenilo, da so regije, ki so bile *prej* lahko vzročno povezane in že »uskajane«, šele z napihnjem 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 zanj relevantne, so mnogo prevelike, da bi jih lahko dosegli v obstoječih laboratorijskih pospeševalnikih. Pri tej teoriji gre torej za neke vrste *wishful thinking* fizikov kozmologov, 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 ničū sploh mogoče govoriti; ko pa fiziki kozmologi govorijo o stvarjenju ali nastanku vesolja iz ničā, 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 kozmolog 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 potencialna in aktualna neskončnost – 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 ne-

skončno 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 ( $A_{\infty}$ ) galaksij v eni časovni točki skrčilo v izginjajoči prostor.« [Kanitscheider (1), 209–10]\*

\* 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 ( $\Omega$ ) 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. Simplicij 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 geometrija prostora-časa odvisna od materije/energije v njem, toda z intuitivnega vidika je tako določena meja med končnostjo in neskončnostjo vesolja precej nenavadna.

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 lastnostmi 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 bivaajoče *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 uglašene« 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 – 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 najbrž res samo za *sanje* o končni Teoriji, za pričakovanja, ki so s kritičnega filozofskega zornega kota nerealna in nesprejemljiva (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 zmoget 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* (ali teološka) kot fizikalna, vsaj če fiziko pojmuemo 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.\* Po drugi strani pa je iz njegovih besed čutiti nostalgijo znanstvenika, iskalca resnice, blago žalost spričo spoznanja, da človek zaradi svoje intelektualne nepopolnosti morda ne bo zmoget 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 mi dovolite, spoštovani gospodje in gospe, da prvi del svojega predavanja, po katerem predlagam četrto ure odmora, končam 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 (2), 89]

\* \* \*

V prvem delu predavanja sem govoril o našem vesolju, zdaj pa pridejo na vrsto druga vesolja, pa univerzum in kozmos. Najprej *predpostavimo*, da je standardni model vesolja,

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

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* (od kod?) 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: obstajali ne bi niti osnovni delci snovi, iz katerih je zgrajena celotna narava, vključno z nami, če bi bili začetni fizikalni parametri le malce drugačni. Kako je mogoče, da je vesolje tako dobro ubrano? Od kod to? Ali gre za »srečno 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 kaka 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 kozmolog 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 napihnjena: toda tudi sam »mehanizem« napihnjena je moral biti zelo dobro ubran! Teorija napihnjena 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 zanj nedvomno govori precej dejstev (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 štiri osnovnimi fizikalnimi silami; na primer, če bi bila močna 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 kozmolog, 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 Lesliejev stavek je ironičen, 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«.

Kozmolog 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 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 *središčen*, 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 obstojem nas kot opazovalcev.« [Carter, 133]

*Močno antropično načelo* pa pravi:

## ANTROPIČNO NAČELO

»...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.\*

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 nepojasnjene- mu 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: 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 sredicah zvezd in se potem v eksplozijah supernov raz-

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

trosijo po galaktičnem prostoru, od koder se nekateri spet zberejo prav na naši zemljici 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 približno s svetlobno hitrostjo, je dandanes, ko smo končno tu in opazujemo nebo, oddaljen od nas že, recimo, 15 milijard svetlobnih let.\* 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 mrholijo 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]

\* 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 »prehiteva« samo raztezanje, zato s potekom kozmičnega časa prihajajo »na našo stran« horizonta nove in nove galaksije – preprosto rečeno: opazovalčev horizont se širi. [Gl.: Harrison, 446–7]

## MNOŠTVO VESOLIJ

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 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« dobro 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 jezera 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, ( $\alpha$ ) da je v jezercu morda bila ena sama riba, namreč ravno ta, ki si jo pravkar ujel: nekdo jo je vzgojil prav zate, 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 ( $\beta$ ), namreč da v motnem jezercu plava »nebroj« različno dolgih rib in da si čakal dovolj časa, da je končno prišla 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 odvečna). 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 *vse* enako dolge, namreč ravno pravšnje za tvojo ribiško palico. Za naš kontekst pa je posebej zanimivo to, da imajo v razlagi ( $\beta$ ), ki je ravno tako ali morda še bolj sprejemljiva razumu kot razlaga ( $\alpha$ ), razlagalno funkcijo pri ulovu ravno pravšnjega 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 teološko (z božjim, človeškim ali, kot je mislil Aristotel, tudi z naravnim *smotrom*) in v tem primeru za razlago ne potrebujemo množstva svetov – ali jo razložimo z antropičnim načelom, ki pa ima razlagalno moč zgolj tedaj, če predpostavimo množstvo 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. Od kod torej sploh njegova misel, da druga vesolja utegnejo obstajati? V sodobni relativnostni in kvantni fiziki je več možnih teoretskih »scenarijev« za obstoj množstva 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 simetrij med osnovnimi silami pri »napihovanju« vesolij (Linde), do množstva vzporednih kvantnih stanj (Everett) – če jih naštejemo samo nekaj. Razen Einsteinove 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 'mnogosvetno' 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 napihnjenj, *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 <*grand*> strukturi; celotna zgodovina našega vesolja je zgolj ena epizoda v neskončnem multiverzumu.« [Rees, 248–9]

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 brezvsebna. 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 tavitološkosti 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«) tavitološkost 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 porodi 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 ‘mnogosvetno’ [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), množstvo 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 varianta (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 »soudležnostno« <*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 lo-

kacijo; 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 najbrž so tovrstni »finalni« *razlogi* sprejemljivi tudi v znanosti, če jih ne zamenjujemo z vzroki in če se zavedamo, da logična razlaga vzročne ne more nadomestiti, ampak jo kvečjemu anticipirati.

V tem kontekstu mi dovolite 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 nujni stavek (tj. »analitični« 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 mnoštva 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 mnoštva vesolij, to pa zato, ker smiselno (netavtološko) razloži dobro ubranost (naravnih konstant idr.) zgolj tedaj, če

## PROTIDEJSTVENIKI

»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 Simpliciij: *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 množva 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 je, kot bomo videli, med prvimi in drugimi vendarle neka pomembna razlika. Prva skupna značilnost logičnih in kozmoloških svetov je njihova tesna povezava s »protidejstveniki« (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 Gore'. 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 milijoninko večja (ali manjša), *potem* nas, opazovalcev vesolja, ne bi bilo (tu)'.\* 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, namreč za nas, opazovalce – v obeh primerih pa gre s formalnega stališča za opis nekih »protidejstvenih« stanj.

Od tod 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 formalnologične 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 (pa ni) – na primer: nocoj *bi* jaz lahko bil doma na Krasu (pa nisem). 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

\* 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'.

lahko opazovali skozi teleskop, ampak je samo »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.

»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 spletli 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 Leibnizevo zamisel možnih svetov v *Teodiceji*. Od Kripkejevega stališča povsem drugačno, prav nasprotno razumevanje mnogih svetov pa je razvil ameriški logik in filozof David Lewis, 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 nečesa, 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), 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 razbohoteni 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. Osebno sem namreč prepričan, da sodobna metafizika ne sme zdrsniti nazaj v tisto poljubno, »predkritično«, »sholastično« spekuliranje, ki ga je novoveška filozofija presegla šele z velikimi napori. Povrh vsega pa je Lewisova »realnost posibilij« s formalnega vidika pravzaprav *contradictio in adiecto*, kar je nakazal 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 množstvu 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, povezovala 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 kripkejanski »aktualizem« možnih svetov, ampak je za njihovo smiselnost nujen lewisoovski »posibilizem«, tj. realizem množstva vesolij – namreč zato, ker je za antropične razlage, ki hočejo biti striktno neteleološke (vsaj če sledijo izvorni 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 mogoč 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 množstva 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 nedoločenega 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 množstvo 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.\*

Zdaj, ko je ura že pozna, se vračam k izhodiščemu vprašanju drugega dela nocojšnjega predavanja, k dilemi med smotrnostno (teleološko in praviloma obenem tudi teološko) 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 »nebroja« drugih vesolij, ki 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 aristotelске »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, z vztrajanjem pri neteleoloških razlagah (bodisi vzročnih bodisi zgolj logičnih) sama znanost poraja nove, ravno tako ali še bolj spekulativne hipoteze; s svojo sedanjo

\* Poleg tega je tu še vprašanje meje naše predstavljalivosti, namreč zmožnosti zamišljanja, kje in kdaj (na kateri vesoljski »lokaciji«) se še lahko razvije življenje. Bi bil mogoč 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 predstavljalivosti? 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 neznana) – in da so torej ta bitja realna, *živa*, ne da bi mi sploh vedeli zanje (razen iz Biblije)?

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

## VENDARLE NAMEN?

»Toda postulirati neskončno mnogo svetov zato, da bi ohranili prednostno interpretacijo neke formule, ki nika-  
kor ni bolj razvidna in preprosta od alternativne razlage  
[...] to se zdi noro. Mnogosvetna interpretacija [cf.  
Everett] je kakor velikanska obrnjena piramida teorije, ki  
stoji na izkustveni konici. [...] Postulirati dejanski obstoj  
neskončnega števila svetov, ki izčrpajo vse logične možno-  
sti [...] pomeni postulirati kompleksnost [...] onstran vsa-  
kega racionalnega verjetja <*belief*> [...] Naš svet, v kate-  
rem nastaja življenje, je očitnost, ki precej bolj verjetno  
potrjuje obstoj Boga kakor obstoj 'mnogih svetov'.«  
[Swinburne, 177–8]

Druga in bistveno drugačna teleološka razlaga dobre  
ubranosti našega vesolja je panteistična. Panteizem tu poj-  
mujem v najširšem pomenu kot filozofsko in/ali religiozno  
prepričanje, da je Bog, ali bolje rečeno, Božanstvo *imanent-*  
*no* svetu, vesolju, naravi (*Deus sive natura*), tj. kot nauk o  
vseobsegajoči božanski Enosti. Za panteizem je bistven on-  
tološki 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  
kozmozologijo, saj ne predpostavlja nekega (raz)umu povsem  
nedoumljivega prapočela *onstran* sveta. Božanski um se v  
panteizmu približa naravnim zakonom, ki so lahko smotr-  
no, 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 na-  
rave *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 pri-  
meru »Bog ali narava« ne potrebuje mnogih svetov, kajti  
svet je samo eden in ta je nujen, v drugem primeru pa je za-  
voljo zahteve po svobodi, ki je imanentna 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 nocoj 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 za nocoj rajši izbral odlomek iz Daviesovega govora, ki ga je imel v Westminsterški opatiji, ko mu je bila leta 1995 podeljena 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, 315–6]

## » BOG JE OČITEN KOT NEBO «

In kakšno je *moje* lastno stališče ob vsem tem? Zaenkrat še ne povsem dorečeno, čeprav se bolj nagibam k panteizmu kot k teizmu. Vsekakor pa so mi blizu Hölderlinovi verzi, s katerimi tudi končujem nocojšnje predavanje:

»...je Bog neznan?  
Je mar očiten kot nebo? To  
prej verjamem. To je mera človeka.«  
[Hölderlin, *V ljubki modrini*]

\* \* \*

*Po kratkem aplavzu predsednica povabi publiko k vprašanjem in razpravi. Mojster Bruno ugasne grafoskop in pospravlja svoje liste.*

*Prvi glas iz publike.* Gospod profesor, če vas prav razumem, ne sprejemate hipoteze o realnem mnoštvu vesolij in z njo zavračate tudi antropično načelo ter se zavzimate za panteistično varianto teleološke razlage vesolja – toda, ali je panteizem sploh združljiv s kozmologijo prapoka oziroma z razvojnim modelom vesolja?

*Bruno.* Da, mojo osnovno poanto ste pravilno razumeli... glede problema združljivosti panteizma z razvojem kozmosa pa priznam, da ni lahko rešljiv. Gre namreč za osnovno filozofsko – ali, če hočete, teološko – vprašanje, ali se Bog (oziroma panteistično Božanstvo, vendar bom rajši govoril kar o Bogu) lahko *razvija v času*, v kozmični zgodovini. Pritrdilen odgovor namreč pomeni, da Bog vsaj v nekem smislu »še ni uresničen«. Pri Spinozovem panteizmu se to vprašanje ne zastavlja, ker se Spinozov *Deus sive natura* ne razvija v času, ampak je večni in nespremenljiv; drugače pa je v Schellingovi filozofiji narave, ki privzema »princip panteizma« (čeprav zavrača Spinozov deterministični panteizem substance): pri Schellingu je vprašanje »udejanjenja« Boga v razvoju narave k umnemu in sámozavedajočemu se duhu odločilno... podobno kot pri Heglu, ne glede na njune siceršnje razlike. S

Schellingom in Heglom se je začela tista filozofsko-teološka smer, ki so jo v dvajsetem stoletju nekateri misleci – na primer Alfred Whitehead – poimenovali »procesna teologija«. Zanimivo je ugotoviti, da je navsezadnje tudi krščanstvo v nekem smislu *procesna* religija: Bog se učloveči v svojem Sinu, ki je »istobistven« z Očetom, potem živi med ljudmi, umre na križu, vstane iz smrti in kot »troedini« Bog po vrnitvi k Očetu pošlje na zemljo Svetega Duha, svojo tretjo osebo – toda krščanstvo skuša reševati vprašanje združljivosti časnega in večnega s *paradoksom*: Bog je obenem smrten in nesmrten, časen in brezčasen, minljiv in večen... Medtem ko pri panteistični procesni teologiji, ki je blizu tudi tistemu kozmičnemu pojmovanju Boga, za katerega se zavzema Paul Davies, kot smo videli v prej navedenem odlomku, vprašanje odnosa med procesom in realnostjo ostaja odprto. Lahko bi celo rekli, da gre pri »procesnem panteizmu« za neko skrajno radikalizacijo krščanstva, ki že močno presega pravoverno krščanstvo in se, historično gledano, uvršča med herezije: gre za verovanje v utelešenje Boga v *celotnem* kozmosu, ne le v Kristusu, ki je, kot verjamejo kristjani, pred dva tisoč leti prišel na zemljo, da bi odrešil trpečega človeka. Takšno radikalizacijo krščanstva je zagovarjal tudi Giordano Bruno in zaradi svojih heretičnih nauk končal na grmadi... No, ampak če se vrnem k sodobni procesni teologiji oziroma k panteistični kozmologiji, je tu še ena pomisel: recimo, da so v Daviesovem smislu zakoni fizike in logike *večni*, tj. nespremenljivi zakoni razvijajočega se vesolja – kar bi s teološkega vidika pomenilo, da se božji *Logos* kot večna »zakonitost« ne uresničuje šele v razvoju vesolja, ampak je vendarle resničen že *prej* in *nad* stvarstvom – ali ne pomeni takšna kozmologija le neke nove (in obenem klasično grške) variante teizma, nekakšen »immanentni teizem« (kakor se to čudno sliši), kajti večni božji *Logos*, tudi če je imanten razvijajočemu se vesolju, je v nekem bistvenem pomenu tudi transcendenten...

*Drugi glas iz publike.* Bruno, kar se mene tiče, bi se rajši vrnil iz teologije k filozofiji oziroma k racionalni kozmologiji



ji, za katero podobno kot ti menim, da je pomembna stična točka med filozofijo in sodobno znanostjo. Jaz pravzaprav ne razumem, zakaj je med filozofi kozmologi zavladalo tolikšno vznemirjenje glede t. i. »dobre ubranosti« vesolja. No, seveda, fiziki so izračunali, da morajo imeti naravne konstante in razmerja med količinami, ki si jih v predavanju omenjal, svoje vrednosti znotraj zelo omejenih intervalov vseh teoretičnih možnosti, vendar jaz v tem ne vidim kakega posebnega razloga za čudenje niti za razlagalsko krizo, ki panično uvaja množstvo svetov v teorijo, še manj pa se ogrevam za vrnitev k teleologiji narave. Naj svojo poanto ilustriram z nekim izmišljenim primerom: recimo, da bi se kak filozof pred Galilejevim odkritjem zakona prostega pada oziroma pred fizikalno določitvijo vrednosti gravitacijskega pospeška silno čudil, kako to, da je sila težnosti na zemlji tako »dobro ubrana« za obstoj dvonožnih živali s povprečno maso 75 kilogramov! In bi iznašel nekakšno »antropično načelo« in trdil, da ta sila *mora* biti takšna, ker je pač dejstvo, da ljudje hodimo po zemlji brez večjih težnostnih težav... in bi nemara še dodal, da obstajajo tudi mnoge druge zemlje, kjer težnost ni tako dobro uglasena za človeške dvonožce... pa seveda še to, da deluje v naravi »princip masne selekcije«, zaradi katerega so izumrli na primer dinozavri itd. Jasno je, da se vsi tovrstni nesmisli razblinijo, brž ko fizik odkrije *vzročno* razlago vrednosti gravitacijskega pospeška na planetu Zemlja ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ), namreč ko to vrednost fizikalno poveže z maso našega planeta... Skratka, meni se zdi, da smo dandanes glede navidezne kontingentnosti naravnih konstant načelno povsem na istem kot ta zamišljeni čudak pred nekaj stoletji, ki bi se čudil umni izbiri moči zemeljske težnosti – in zato pravzaprav nimamo druge razumne izbire, kot da preprosto in potrpežljivo, brez velikih eshatoloških pričakovanj na »končno teorijo«, počakamo na nadaljnji razvoj fizike in drugih znanosti, pa bomo prej ali slej vedeli tudi to, *zakaj* se naravni parametri kažejo kot kontingentni. Meni se zdi to edina zares racionalna pot v znanosti in posledično tudi v filozofski kozmologi-

ji, če naj bo usklajena z znanstveno. Ali ti, Bruno, misliš, da ni tako?

*Bruno, zamišljeno.* Morda bi se s tabo lahko strinjal, če model prapoka ne bi bil *standardni* kozmološki model razlage vesolja, vključno s tistimi »prvimi tremi minutami«. Če bi obveljala npr. »stacionarna teorija vesolja«, ki pa je bila, kot veš, opuščena zaradi odkritja prasevanja in drugih opažanj – tedaj verjetno res ne bi bilo pravega razloga za čudenje nad dobro ubranostjo vesolja, vsaj kar zadeva vrednosti osnovnih konstant... tako pa si je težko predstavljati, kako naj bi prihodnji razvoj znanosti pojasnil na primer dejstvo, da bi le za milijoninko drugačna začetna hitrost raztezanja vesolja preprečila nastanek galaksij, zvezd in nas samih. Zdi se mi, da ta problem vendarle ni povsem primerljiv z vprašanjem in vzročno razlago moči zemeljske težnosti, o kateri si govoril. Kajti tudi če bi se kdaj izkazalo, da je začetna hitrost raztezanja vesolja posledica nekega drugega, kozmološko prvotnejšega pojava, bi se s tem vprašanje dobre ubranosti najverjetneje zgolj preneslo na potrebo po razlagi tistega prvotnejšega pojava, podobno kot se to že dogaja v primeru »teorije napihnjenja«, ki sicer nastopa kot *explanans* problema horizonta ipd., vendar je obenem sama *explanandum*, ki kliče po neki še osnovnejši razlagi... Drži pa, da je sam standardni model, zlasti glede prvih trenutkov vesolja, še vedno precej problematičen... in povsem možno je, da je sodobna kozmologija na podobno zgrešeni poti, kot je bil Ptolemejev sistem v času pred Kopernikom. Toda boljšega modela od tega, našega »standardnega« modela, pač nimamo...

*Tretji glas iz publike (Janezov).* Mojster Bruno, eden izmed glavnih poudarkov vašega predavanja je bila misel, da je obstoj množstva svetov preveč spekulativna hipoteza, da bi jo lahko privzeli v sodobno kozmologijo – toda, ali ni bil v času Giordana Bruna njegov nauk o množstvu svetov ravno tako nesprejemljiv za njegove sodobnike? V čem je načelna razlika med sodobnim in Brunovim množtvom svetov, če odmislimo razvoj astronomije, ki je na nebu odkrivala vse večje in večje svetove?

*Bruno se nasmehne, nekaj trenutkov premišljuje in reče.* Izvrstno vprašanje – pa vendar je bistvena razlika med Brunovimi in sodobnimi mnogimi svetovi. Prvič, Brunove druge »nebesne oble« niso bile onstran našega vesoljnega horizonta, ampak je z njimi mislil predvsem na zvezde, druga sonca, in njim pripadajoče planete, dandanes pa so z drugimi vesolji mišljeni svetovi, ki z našim nimajo nobene znane prostorsko-časovne povezave. Toda to verjetno še ni zadovoljiv odgovor na tvoje vprašanje, kajti lahko bi rekli, da je Brunovim sodobnikom pomenilo Osončje, zamejeno s »sfero zvezd stalnic«, celotno vesolje, namreč to, kar nam danes pomeni Hubblova sfera z vsemi galaksijami, kvazarji in drugimi nebesnimi čudesi, ki jih ujamejo naši teleskopi. Bistvena razlika med Brunom in sodobnimi zagovorniki mnogih vesolij ali »multiverzuma« je torej v nečem drugem, namreč predvsem v Brunovem filozofskem prepričanju, da množstvo svetov tvori *en sam* vseobsežen Univerzum, v katerem je razvita – v smislu *explicatio* Nikolaja Kuzanskega – božja neskončnost, bodisi da »razvitje« Boga razumemo v panteističnem ali panenteističnem pomenu ali kako drugače, medtem ko je sodobni »multiverzum« le skupek »nebroja« nepovezanih vesolij, ki sam ni mišljen kot *eno* božansko Vesolje. V današnjih teorijah mnogih svetov le-ti tvorijo množstvo, nekakšno nejasno definirano univerzalno množico, ki se kmalu lahko znajde – kot vemo iz teorije množic – v nevarni bližini paradoksov, in zato rajši kot celovita množica sploh ni vpotegnjena v znanstveno teorijo. Brunov Univerzum pa je bil zamišljen in občuten kot vseobsegajoče božansko Eno, večno prisotno v božanskem umu, v človeškem pa le tolikanj, kolikor je človeški um podoba božjega. In še nečesa ne smemo pozabiti: pri uvedbi množstva svetov je bil izhodiščni Brunov motiv povsem drugačen od motivov sodobnih kozmologov – Brunovi svetovi so se porajali predvsem iz *čudenja* nad neizmernostjo, mistično neskončnostjo kozmosa, božanskega Univerzuma, medtem ko se svetovi v sodobnih teorijah množijo zaradi iskanja primerne *razlage* našega »dobro ubranega« sveta, zaradi redukcije enkratnosti na neenkratnost,

## O NARAVI

zaradi pojasnitve našega veselja kot »nečesa povsem normalnega«, zaradi pretežnega namena sodobne znanosti, da bi racionalno pojasnila naravo, veselje, v katerem smo se znašli kot misleča, čuteča in čudeča se bitja. Toda veselje kljub vsemu ostaja *pračudež*...

Toliko za nocoj. Hvala vsem za pozornost, tiste pa, ki želijo razpravo neformalno nadaljevati, vabim na kozarec vina k nam vsem znanemu staremu »Mraku«.

*V predavalnici završi, filozofska družčina se razhaja, nekateri pa stopijo dol h katedru, da bi pozdravili mojstra Bruna in se z njim še kaj pogovorili. Marija čaka križem rok zgoraj pri izhodu, Janez pa kmalu odhiti v junijsko noč.*