

Analiza.

Racionalne predpostavke in meje kozmologije

prvi seminar

Racionalno oziroma razumsko mišljenje je najsplošnejša metoda vsake znanosti – tudi kozmologije. Logika kot jedro racionalnosti že od Aristotela dalje služi kot *organon* (orodje) mišljenja, zlasti znanstvenega. V poltretjem tisočletju razvoja zahodne filozofije in znanosti so se oblikovala načela racionalne argumentacije, jasnosti in razločnosti, analize in sinteze, dedukcije in indukcije, sistematizacije in formalizacije jezika; spletle so se metodološke in epistemološke vezi med logiko, matematiko in izkustvenimi znanostmi. Zato začenjam svoj filozofski premislek o sodobni kozmologiji s pregledom osnovnih načel racionalnega mišljenja, s kratko analizo tistih nujnih metodoloških pogojev, ki jih mora izpolnjevati vsaka razumna teorija. Obenem pa moram nemudoma poudariti, da *upoštevanje osnovnih načel racionalnega mišljenja še ne implicira racionalizma*, namreč racionalizma kot specifičnega filozofskega stališča do resničnosti, saj upoštevanje racionalnosti v spoznavni metodi še ni *eo ipso* racionalizem v pomenu prepričanja o prvenstvu ali celo izključnosti razuma. Tudi v tem kontekstu bi lahko uporabili priljubljeno filozofsko »prisprodobo lestve«: z razumom se je treba podati na spoznavno pot, se z njim vzpenjati kakor po lestvi, da bi ga šele *potem* presegli v umu, morda v »zrenju« ali kakor pač imenujemo od razuma višje spoznavne zmožnosti.

Filozofski premislek o sodobni kozmologiji torej začenjam z navedbo in kratkimi analizami osnovnih načel racionalnega mišljenja – lahko bi rekli tudi racionalnega diskurza ali razumskega spoznanja – za katera menim, da jih mora upoštevati vsaka znanost, tudi kozmologija, če hoče biti znanost. Gre za predpostavke racionalnosti z različno stopnjo normativnosti: logični zakoni, ki temeljijo na načelu neprotislovnosti, imajo čisti *normativni* status, medtem ko imajo nekatera

druga načela, na primer »načelo enostavnosti«, predvsem *regulativni* pomen: so pravila <lat. *regulae*>, ki naj jih racionalno mišljenje upošteva, kolikor je pač mogoče. Izhajajoč iz teh pravil (ali načel ali predpostavk), lahko ovrednotimo racionalnost neke hipoteze ali teorije s »tehtanjem«, presojo, ali razlogi v prid njeni razumnosti pretehtajo njene pomanjkljivosti. Navedel in kratko analiziral bom sedem osnovnih načel racionalnosti; njihovo število bi bilo lahko tudi manjše (če bi jih bolj združevali) ali večje (če bi jih bolj razčlenili), po svojem okusu sem se pač odločil za *sedmerko*. Z njimi poskušam opredeliti minimalni konsenz o tem, kaj je metodološka racionalnost znanosti, posebej kozmologije.

Sedem osnovnih načel racionalnega mišljenja

1. JASNOST IN RAZLOČNOST. Racionalno mišljenje naj bo izraženo jasno in razločno (Descartes: *clare & distincte*), in sicer v tolikšni meri, kolikor je le mogoče na obravnavanem področju. Načelo jasnosti in razločnosti ima *normativni* značaj znotraj strogega znanstvenega diskurza, širše vzeto pa ima za racionalnost *regulativni* pomen. Preprosto rečeno: vedeti moramo, o čem govorimo; pojmi, ki jih uporabljamo v racionalnem diskurzu naj bodo definirani čim bolj jasno in razločno, po možnosti naj bodo enoznačni (ne dvoumni) in pomensko izvedeni iz prvotnejših, kar se da intuitivno razumljivih pojmov. Seveda pri intuitivni razumljivosti znanstvenih pojmov nastajajo težave, ki se z razvojem in formalizacijo sodobne znanosti močno povečujejo, kajti formalni jeziki znanosti, na primer fizike, niso preprosto prevedljivi v t. i. »naravni jezik«. Bertrand Russell je v razpravi *Meje znanstvene metode* (1931) zapisal: »Običajni jezik je povsem neustrezen za izražanje tistega, kar fizika dejansko trdi, kajti besede vsakdanjega jezika niso dovolj abstraktne« [Russell, 626]. Po drugi strani pa je upravičena tudi na videz nasprotna ugotovitev Alfreda Tarskega v razpravi *Pojem resničnosti v formaliziranih jezikih* (1933), kjer pravi, da je naravni jezik tisti zadnji (ali prvi, če gledamo »od spodaj

navzgor«) člen hierarhije formalnih meta-jezikov, ki vsem njenim stopnjam nazadnje (ali sprva) podeljuje pomen: »Ne bi bilo v skladu z značajem naravnega jezika, če bi obstajal kak termin, ki ga ne bi bilo mogoče prevesti v ta jezik; lahko rečemo, da če o nečem sploh smiselno govorimo, lahko o tem govorimo tudi v naravnem jeziku« [Tarski, 164-65]. Kartezijsko regulo *clare & distincte* je torej treba upoštevati na »obeh straneh« spoznavne poti: tako v naravnem kot v formaliziranih jezikih.

Načelo jasnosti in razločnosti pa ima nenazadnje tudi etični pomen. Karl Popper je v svojem tübingenškem govoru *Strpnost in intelektualna odgovornost* (1981) med drugim dejal: »[V]elikih, temačnih, mogočnih in nerazumljivih besed, takšnega načina pisanja ne bi smeli več občudovati, da, intelektualci ga ne bi smeli več trpeti. Tak slog je intelektualno neodgovoren. Uničuje zdravi človeški razum, umnost. Tak stil omogoča tisto držo, ki jo označujemo kot *relativizem*« [Popper (2), 1429]. – Se strinjam, vendar to nikakor ne pomeni, da mora biti spoznavni jezik ves in vselej popolnoma jasen, transparenten, temveč da je tisto, kar se dá razložiti, *treba* razložiti jasno & razločno, gotovo pa se vsega ne da racionalno razložiti, saj o vsem še govoriti ne moremo, kot je modro zapisal racionalist in mistik Ludwig Wittgenstein v slavni zadnji tezi *Logično-filozofskega traktata* (1921): »O čemer ne moremo govoriti, o tem moramo molčati« [Wittgenstein, 7].

2. ZADOSTNI RAZLOG. Že Grki, zlasti Aristotel, so poznali načelo zadostnega razloga v obliki maksime *lógon didónai* (»dati razlog«) za vsako trditev; v novoveški filozofiji je to načelo formuliral Leibniz, tudi v *Monadologiji* (1714): »Naša umovanja temeljijo [...] na načelu zadostnega razloga, na osnovi katerega premislimo, da ne more biti nobeno dejstvo resnično ali eksistirajoče in noben stavek resničen brez zadostnega razloga, zakaj je tako in ne drugače, četudi nam ti razlogi v večini primerov ne morejo biti znani« [Leibniz, str. 138-39]. Iz te opredelitve je razvidno, da gre za *regulo*, pravilo, »napotek«, ne za nujno, kategorično normo. Sicer pa

načelo zadostnega razloga v izkustvenih znanostih sploh ne more biti strogo normativno, kajti »resnice dejstev« (nasproti »resnicam razuma«) nikoli ne morejo biti dokončno razložene, utemeljene – razen če, skupaj z Leibnizem, pokličemo na pomoč Boga, ki naj bi bil prvi in poslednji »zadostni razlog« vseh kontingentnih resnic oziroma dejstev. Tudi moderni racionalist Russell, ki pa je bil v nasprotju z Leibnizem prepričan ateist, je v že prej omenjeni razpravi zapisal: »Jasno, če naj verjameš v karkoli zunaj svoje lastne izkušnje, moraš imeti kak razlog, da to verjameš« [*op. cit.*, 620] – toda filozof se zaplete pri vprašanju, do kod sega lastna izkušnja. Russell je njen domet opredelil z védenjem »po seznanjenju« <*by acquaintance*> v nasprotju z védenjem »po opisu« <*by description*>.

Naj omenim, da sta termina *razum* in *razlog* v francoščini in angleščini izražena z isto besedo: *raison*, *reason*, v lat. *ratio* – torej tudi etimologija priča, da je ugotavljanje razloga ali razlogov za izražene trditve eminentna dejavnost razuma. Treba pa je razlikovati med pojmom razlog <*ratio*> in vzrok <*causa*>: prvi je spoznavni oz. epistemološki pojem, drugi je ontološki (ali transcendentelni, pri Kantu), čeprav se v racionalističnih sistemih razlog in vzrok pojmovno precej zblížata (v Aristotelovi *causa formalis* ali pri Descartesu in Spinozi: *causa sive ratio*). Moderna analitična filozofija praviloma razločuje epistemološko in ontološko raven obravnave, čeprav se v njuni različnosti kaže tudi bližina. Karl Popper v *Logiki znanstvenega odkritja* (1959) pojmuje »načelo vzročnosti« kot »trditev, da *lahko* prav vsak dogodek vzročno pojasnimo« [Popper (1), 61], vendar tako pojmovanega »metafizičnega« načela niti ne sprejme niti ne zavrne, marveč namesto njega predlaga »metodološko pravilo, ki se tako tesno ujema z 'načelom vzročnosti', da nanj lahko gledamo kot na njegovo metafizično različico. To je preprosto pravilo, da ne smemo opustiti iskanja splošnih zakonov in enotnega teoretičnega sistema ter da nikoli ne prenehamo poskušati, da bi vzročno pojasnili vsak dogodek, ki ga lahko opišemo. To pravilo vodi znanstvenega raziskovalca pri njegovem delu« [*ibid.*]. Popper dodaja, zanimivo, da razvoj

moderne kvantne fizike *ne* zahteva, da bi se odpovedali temu pravilu. Mislim, da je glede vztrajanja pri »načelu vzročnosti« podobno razmišljal tudi Einstein [gl. Uršič (4), 276-82]. Popperjevo *metodološko* »pravilo vzročnosti« je pravzaprav le nekoliko strožja (in obenem manj »metafizična«) varianta Leibnizevega načela zadostnega razloga.

3. NEPROTISLOVNOST, konsistentnost. Nепrotislovnost je glavni logični »aksiom« v izvornem, aristotelskem pomenu besede. Aristotel opredeljuje neprotislovnost na ontološki ravni (*ni možno, da nekaj hkrati biva in ne biva*) in na logični oziroma epistemološki ravni (*ni možno nekemu izbranemu subjektu pripisovati in ne pripisovati isti predikat*). V sodobnejši, »standardni« različici se načelo neprotislovnosti glasi: *Ni možno, da sta stavek in njegova negacija oba resnična (ali oba neresnična)*. »Posplošena« neprotislovnost, ki se nanaša na množico stavkov, na ves sistem, je konsistentnost. Če kak *formalni* sistem ni konsistenten, namreč, če v njem najdemo protislovje, je tak sistem *eo ipso* »trivialen«, kar pomeni, da v njem lahko izpeljemo in s tem tudi formalno dokažemo prav vsak *poljuben* stavek oziroma trditev (ali tezo ali teorem). Na primer, če sistem ni konsistenten, lahko v njem izpeljemo tudi trditev 'ena in ena je tri', ki je očitno neresnična. Zakaj jo lahko izpeljemo? Ker sklepamo takole: *če* sprejmemo v sistem kot resnično neko protislovje – recimo, da je maček Ervin obenem živ in neživ (in to v istem času, prostoru, kontekstu itd.) –, *potem* lahko (»magari«) sprejmemo kot resnično tudi trditev, da je ena in ena enako tri, saj slednja ni nič bolj nesmiselna kot protislovje, ki smo ga sprejeli že v predpostavki. V logiki se takšno sklepanje, pri katerem »iz neresničnega sledi karkoli«, po latinsko imenuje *ex falso quodlibet* (EFQ) – in ravno zaradi racionalnega sprejemanja veljavnosti tega sklepanja je *vsako* protislovje v formalnem sistemu tako »eksplozivno«, da »raznese« ves sistem.

Toda nekateri »alternativni« logiki, privrženci »parakonsistentnosti« in/ali »dialektičnosti« znotraj formalnih sistemov, se ne strinjajo s splošnim prepričanjem, da je (EFQ) sámoumeven: zakaj naj bi eno samo protislovje raz-

vrednotilo ves sistem? če sprejmemo njihovo mnenje kot racionalno, potem podvomimo, da je konsistentnost – in posledično tudi sama neprotislovnost – zares univerzalno in nujno načelo racionalnosti. Vendar je takšen dvom preuranjen, kajti tudi če je neprotislovnost *znotraj* nekega, recimo, »parakonsistentnega« formalnega sistema upoštevana zgolj »s pridržki«, pa še vedno velja *kot načelo* na »zunanji« *meta*-ravni. Pojasnimo to z zgledom iz fizike: tudi če je v kvantni mehaniki mogoče, da ima kvant dve medsebojno protislovni lastnosti (denimo, da je kvant delec oz. »ne-val« in *obenem* val oz. »ne-delec«), pa v sami kvantni *teoriji* nesporno velja metodološko načelo neprotislovnosti, namreč za njene enačbe, za funkcije, ki opisujejo ta »protislovni« delec-val. Schrödingerjeva valovna mehanika mora biti *kot teorija* nujno neprotislovna (ravno tako tudi Heisenbergova matrična mehanika itd.), kar pomeni, da na metodološki ravni ni dopusten noben »parakonsistenten« *regressus ad infinitum*. Zato, *tudi* zato lahko rečemo, da je načelo neprotislovnosti (konsistentnosti) – in posledično drugi logični zakoni, ki sledijo iz tega osnovnega logičnega aksioma – nujno in neizogibno načelo racionalnega mišljenja. Vse »alternativne« logike (ni jih malo: večvrednostne, modalne, parakonsistentne, dialektične itd., poleg njih pa tudi kaka »logika konkretnega« ali »logika smisla« ipd.) se morajo prej ali slej utemeljiti na načelu neprotislovnosti.

Analogno velja za klasično filozofsko dialektiko, bodisi heraklitsko, bodisi sokratsko, bodisi hegllovsko: pri dialektiki ne gre za preprosto zanikanje formalne logike, tj. neprotislovnosti v domeni racionalnega diskurza, ampak za različne oblike umskega in nadumskega *preseganja* formalne logike in razumske analize v »višji« spoznavni sintezi. Takšno preseganje je smiselno in najbrž celo nujno tudi v filozofski kozmologiji – toda če kozmologijo (za zdaj) omejimo na območje znanstvenega, racionalnega spoznanja, gotovo tudi zanj velja načelo neprotislovnosti kot eno izmed osnovnih načel in ima izrazito normativen pomen. Temu načelu sledita dve sorodni, čeprav bolj regulativni načeli, sistematičnost in enostavnost, ki ju lahko pojmujejo *per analogiam* z drugim

in tretjim standardnim kriterijem (če je prvi konsistentnost) za izbor aksiomov v formalnih sistemih, tj. s popolnostjo in neodvisnostjo.

4. SISTEMATIČNOST, tudi enotnost, (po)polnost. Racionalno mišljenje naj bo čim bolj sistematično: enovito in celovito, notranje strukturno povezano v odnosih med celoto (ali celotami) in deli, tj. koherentno, ter pregledno urejeno bodisi v hierarhično (piramidalno ali krožno oz. sferično) bodisi v mrežno strukturo, največkrat pa v splet obeh. Vzor sistematičnosti v logiki in matematiki je dobro zgrajen aksiomski sistem. Formalizacija jezika olajšuje sistematičnost, vendar ni njen nujni pogoj. Visoka stopnja sistematičnosti je mogoča tudi v »naravnem jeziku« (npr. Spinozov filozofski sistem v *Etiki* ali Kantov v *Kritiki čistega uma* ali Heglov v *Fenomenologiji duha*).

Pomembna prvina sistematičnosti je (po)polnost sistema, tj. njegova zmožnost, da »zajame« celotno obravnavano domeno oziroma, v formalnih jezikih, da sintaksa brez preostanka »pokrije« vso semantiko; v tem kontekstu puščamo ob strani razliko med strožjo sintaktično polnostjo in milejšo semantično popolnostjo [gl. Uršič & Markič, 240-41]. Obe zgodovinsko izvirata iz »načela polnosti« <*principium plenitudinis*>, ki ga najdemo v časovni varianti že pri Aristotelu (če je stavek *p* možen, potem je v nekem času tudi resničen – seveda, če je čas potencialno neskončen),¹ v strožji ontološki obliki pa ga zgodovinarji filozofije pripisujejo Ockhamovemu sodobniku Walterju iz Chattona (14. st.): *Entium varietas non temere esse minuenda* (»Različnosti entitet [tj. bivajočih stvari] nepremišljeno ne zmanjšujmo«); tako izraženo načelo polnosti je bilo mišljeno kot antiteza nominalistični »Ockhamovi britvi« (gl. v nadaljevanju). Toda že prej, v zgod-

¹ Sodobno opredelitev »načela polnosti« <angl. *principle of plenitude*> gl. npr. v: [Honderich, 689]. Pri Aristotelu nastopa to načelo v izrazito časovni obliki v knjigi *O nebu* I, 12 (281a29–31): »Če so stvari, ki morejo biti in ne biti, je nujno določiti največji čas tako za bivanje kot tudi za nebivanje; s tem mislim čas, v katerem je neka stvar zmožna biti in v katerem je možna ne biti ...« [Aristotel (2), 83]. O časovnem pojmovanju (potencialne) neskončnosti gl. naš peti seminar.

nji sholastični teologiji se »polnost« pripisuje Bogu, npr. v Anzelmovem ontološkem dokazu božjega bivanja (gl. drugo knjigo *Štirih časov – Poletje*, II, 20 isl.); pozneje pa, v renesansi, Giordano Bruno s tem načelom zagovarja neskončnost univerzuma, ki je (po)polno panteistično »razvitje« božanskega Enega (gl. prvo knjigo *Štirih časov – Pomlad*, 391 isl.). V novoveški teistični metafiziki najbolj izrazito uporablja načelo polnosti Leibniz, ki v *Teodiceji* (1710) dokazuje, da je Bog ustvaril svet kot najboljšega izmed vseh možnih svetov, namreč enovit svet z največjim številom možnih različnih entitet. Stvarnik torej nastopa v racionalizmu kot Veliki Sistematik, ki iz logičnega »prostora možnosti« v svojem neskončnem in (po)polnem umu/duhu izbere in ustvari najboljši možni svet.

Leibnizeva metafizično-teološka varianta načela polnosti pa še ni najbolj radikalna – mnogo bolj skrajno najdemo v sodobni metafiziki modalnosti, v »modalnem realizmu« Davida Lewisa, ki trdi, da če je *možno*, da nekaj obstaja, potem to (nekje, некоč, nekako ..., tj. v nekem »možnem svetu«) tudi *resnično* obstaja. Takšna skrajna ontološka sistematizacija *in ultima analysi* izenači možnost in resničnost ter se s tem odvrta od intuitivne, »zdravorazumske« racionalnosti, saj se kljub svoji maksimalni sistematičnosti približuje precej »baročni« fantastiki. V manj radikalnih oblikah pa je epistemološko načelo polnosti (imenovano tudi »načelo razlagalne zadostnosti«) marsikdaj pomembno metodološko, sistemsko znanstveno orodje pri iskanju novih entitet; tako so na primer v »vrzeli« med orbitama Marsa in Jupitra v 19. st. odkrili pas asteroidov; in še znan primer iz moderne fizike: na osnovi načela polnosti je Paul Dirac (1931) sklepal, da obstajajo »magnetni monopoli«, ki so konsistentni s kvantno mehaniko, čeprav jih ta ne zahteva in jih vse doslej tudi še niso odkrili – Dirac je namreč iz »sistemskih« razlogov menil, da bi bilo čudno, če magnetni monopoli ne bi obstajali v naravi, če pa so teoretsko možni in sistemsko »predvideni«. Marsikdo pa je do takšnega razmišljanja kritičen: zakaj bi bilo z magnetnimi monopoli načelno drugače kot npr. s samorogi? Tudi samorogi so »sistemsko« možni, kljub temu

pa najbrž ne obstajajo, vsaj ne na isti ontološki ravni kot konji ali nosorogi.

5. ENOSTAVNOST: kot »varčnost« in/ali »eleganca«. Načelo enostavnosti je v marsičem nasprotno načelu sistematičnosti, vsaj kar zadeva (po)polnost. Ali je lahko popolno nekaj, kar je enostavno? Z metafizičnega in/ali teološkega vidika vsekakor, vendar je združljivost popolnosti (ter posledično sistematičnosti) in enostavnosti bolj vprašljiva, kadar gre za teoretske, znanstvene modele, ki naj temeljijo na načelih racionalnega mišljenja. Tudi načelo enostavnosti (ali preprostosti) najdemo že pri Aristotelu, ki v *Drugih analitikah* zagovarja prednost tistega dokazovanja, ki *ceteris paribus* (če je vse drugo enako) izhaja iz *manjšega* števila postulatov ali predpostavk. Aristotelovo načelo enostavnosti je bilo torej predvsem metodološko (kljub njegovi znani polemiki s Platonom, saj npr. Aristotelov argument »tretjega človeka« ne temelji na enostavnosti, ampak na nesprejemljivosti neskončnega regresa) – pozneje, z Williamom Ockhamom, pa je to načelo postalo znano predvsem kot ontološko »načelo varčnosti« <*principum parsimoniae*>, saj slavna »Ockhamova britev« v svoji izvorni obliki pravi: *Entia praeter necessitatem non sunt multiplicanda* (»Entitet ne pomnožujemo bolj, kakor je nujno«). Ockham je svojo britev uporabljal kot argument za nominalizem proti platonskemu realizmu idej. Za Kopernika je bil pri uvedbi heliocentrizma spet pomembnejši metodološki vidik »parsimonije« (gl. v nadaljevanju), medtem ko je imel Galilei v *Dialogih o dveh glavnih sistemih sveta* v mislih oba vidika, spoznavnega in ontološko-naravoslovnega, ko je zapisal, »da narava ne množi stvari brez potrebe, da uporablja najlažja in najenostavnejša sredstva za izvajanje svojih učinkov, da ne počne ničesar odveč ...« [Galilei (2), 3. dan, 270]. Mimogrede se vprašajmo: ali tudi v darvinistični evoluciji živih bitij narava »nič ne počne zastoj«? (Darvinist bi najbrž pripomnil, da narava sploh nič ne »počne.«) V novo-veški filozofiji in/ali znanosti se torej prepletata oba pomena načela enostavnosti; tako se, na primer, v Newtonovih *Principih* (1687), v tretjem delu pod naslovom »Sistem sveta«,

prvo od štirih »pravil eksperimentalne filozofije« (tj. znanosti, fizike) glasi: »Ne dopuščajmo več vzrokov [oziroma vzročnih razlag] naravnih stvari od tistih, ki so resnični in obenem zadostni za razlago učinkov« [Newton, 307]. In tudi Einstein, doslej največji mojster poenotenja fizike, je seveda sledil načelu metodološke enostavnosti, bolje rečeno, enovitosti [gl. Uršič (4)].

V sodobni znanosti in posledično v filozofiji znanosti razumemo Ockhamovo britev predvsem kot teoretsko enostavnost oziroma »eleganco«, namreč kot načelo: 'Med dvema *ceteris paribus* enakovrednima razlagama (hipotezama, teorijama) rajši izberi enostavnejšo!' – V tem smislu opredeljuje teoretsko enostavnost tudi W. V. Quine v kratki razpravi *O preprostih teorijah kompleksnega sveta* (*On Simple Theories of a Complex World*, 1960): »Kadar sta dve teoriji enako branljivi v preostalih pogledih, bomo gotovo izbrali preprostejšo tako zaradi lepote kot zaradi prikladnosti <convenience>« [Quine, 255]; dodaja še, da preprostejšo teorijo smatramo tudi za verjetnejšo, saj ima »boljše možnosti za potrditvev« [*ibid.*, 258], čeprav ne nujno zaradi preprostosti same narave, ampak zaradi prepletenosti teorije in izkustva. Po drugi strani se ohranja in na nove načine obuja tudi ontološka »varčnost«, zanjo se zavzema npr. fizikalizem v kognitivni znanosti in/ali filozofiji. Vsekakor pa sta ontološka in metodološka (oz. epistemološka) enostavnost dve *različni* zahtevi, ki si lahko tudi nasprotujeta; možno je namreč, da je neka teorija ontološko preveč »razkošna« ravno zato, ker poskuša biti čim bolj metodološko »elegančna« (o ontološko zelo »razkošnih« kozmoloških modelih bomo govorili v nadaljevanju, obširneje pa v petem seminarju).

V sodobnih teoretskih modelih je torej treba razlikovati dve varianti načela enostavnosti: ontološko *varčnost*, ki jo za nadaljnje sklicevanje označimo (5a), in metodološko oz. epistemološko *eleganco*, ki jo označimo (5b). S tem pa distinkcij in problemov načela enostavnosti še ni konec. Glede načela (5b) naj omenim samo to, da pri njem lahko nadalje razlikujemo med *epistemološko* (5b') in *metodološko* (5b'') varianto: prva se utemeljuje epistemično, se pravi, da je bolj

racionalno *verjeti* v enostavnejše teorije, druga pa je motivirana pragmatično (recimo, v Quinovem smislu), se pravi, da je takšne teorije pač bolj racionalno izbrati in *privzeti* kot delovne hipoteze. Pri načelu (5a) pa notranja distinkcija seže še globlje: razlikujemo *kvalitativno* (5a') in *kvantitativno* (5a'') ontološko varčnost. Ockhamova britev v izvorni obliki, največkrat pa tudi pozneje, sodi k (5a'), saj gre za *vrste* entitet <angl. *types*>, ki jih ne »množimo brez potrebe«, ne pa za *število* primerkov znotraj vrst <angl. *tokens*>, o katerem govori varianta (5a''). Varianta (5a') je lažje združljiva z načelom sistematičnosti oziroma (po)polnosti (4), zato se zanjo zavzemajo privrženci »mnogosvetnih« teoretskih modelov: modalnega realizma v logiki možnih svetov (David Lewis) ter mnogosvetnih interpretacij v kvantni fiziki in kozmologiji (Hugh Everett, David Deutsch, Andrei Linde, Leonard Susskind, Martin Rees idr.). Sicer pa je metodološka vrednost načela enostavnosti pri *konkretnem*, vsakokratnem izboru teoretskega modela precej omejena z »robni pogojem«, izraženim s frazo *ceteris paribus*: namreč, kako pogosto se zgodi, da imamo res opravka z dvema teorijama, ki sta v vsem drugem povsem enaki (enakovredni), razen v enostavnosti? Verjetno so takšni čisti primeri dokaj redki. V ozadju največkrat prevladujejo drugi motivi in utemeljitve, »parsimonija« običajno nastopa kot dodaten argument za »že prepričane«. Kljub temu pa Ockhamova britev še vedno reže!

6. UPRAVIČENOST POSPLOŠITVE (induktivne generalizacije) v izkustvenih znanostih: iz posameznih primerov lahko posplošimo obče zakonitosti, vendar le tedaj, če je bodisi dostopen dovolj »reprezentativen vzorec« (pri statistični generalizaciji), bodisi če *a priori* predpostavimo *uniformnost* področja, ki ga raziskujemo. Uniformnost pomeni prostorsko-časovno ali nomološko ali kako drugo *homogenost* celotne, tudi potencialne domene raziskave; razumemo jo lahko kot vrsto teoretske preprostosti [Quine, 255]. – Iz zgodovine filozofije je znano, da je »problem indukcije« z vso ostrino zastavil David Hume, še posebej z vidika sklepanja iz učinkov na vzroke.

Kant je premagoval Humov spoznavnoteoretski skepticizem, vendar ga ni dokončno premagal s svojo transcendentalno filozofijo, ki pa je prinesla, zlasti s stališča fizike, nove probleme in težave (o tem v drugem seminarju). Kakorkoli že, izkustvena znanost se ne more odreči posplošitvam in nasploh upravičenosti induktivnih sklepanj. Znanstveno zaupanje v »splošno indukcijo« je razvidno že iz Newtonovega četrtega pravila v *Principih*: »V eksperimentalni filozofiji moramo smatrati tiste trditve, ki so izpeljane iz dejstev s splošno indukcijo <general induction>, za zelo močno verjetne ali skoraj resnične ne glede na katerekoli nasprotno hipotezo, ki si jih lahko zamislimo – vse dokler se ne zgodijo druga dejstva, ki te trditve bodisi še bolj utrdijo in precizirajo, bodisi jih uvrstijo med izjeme« [Newton, 309]. V 19. st. je John S. Mill sistematično razvil induktivno logiko, Charles S. Pierce pa je indukcijo pojmoval kot »zapolnjevalno« <ampliative>, kajti induktivna sklepanja razširijo, »ojačajo« in »poglobijo« naše izkustveno znanje, medtem ko je dedukcija zgolj »razlagalna« <explicative>.² Med glavne teoretike in privrženca indukcije v 20. st. sodita Rudolf Carnap in Hans Reichenbach, ki sta vsak na svoj način dokazovala njeno upravičenost z zakonitostmi verjetnostne teorije (kljub Humovi kritiki, pravzaprav izhajajoč ravno iz nje). Niso pa vsi moderni teoretiki znanosti tega mnenja, najbolj znan kritik indukcije v minulem stoletju je bil Karl Popper.

² Zanimiv problem v zvezi z induktivno »amplifikacijo«, ki upravičenost indukcije povezuje z načelom enostavnosti, je »problem ustrezne krivulje« <curve-fitting problem, gl. npr. [Foster]>. Zamislimo si, da imamo v koordinatnem sistemu množico točk z isto ordinato (y), njihove abscise ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) pa se vrstijo v enakomernih intervalih. In zdaj se vprašamo: kateri graf induktivno »izpolnjuje« vrzeli med temi točkami? Čim več je točk in čim gosteje so nanizane na ordinati y , tem bolj smo upravičeni induktivno sklepati, da jih povezuje evklidska premica. Toda *zakaj* tako sklepamo? Zaradi načela enostavnosti, ki nam pravi, da je premica enostavnejša, na primer, od sinusoide, čeprav bi tudi slednja izpolnila metodološko (apriorno) zahtevo po uniformnosti induktivne domene. – Ta problem je širše zastavljen v filozofiji konvencionalizma (Henri Poincaré), in sicer glede izbora »prave«, tj., naravi ustrezne geometrije: zakaj bi bila v množici matematično možnih geometrij za opis narave prava ravno evklidska? Vprašanje se je vključilo in tudi na nov način razrešilo v Einsteinovi relativnostni teoriji, čeprav kot *filozofski* problem še vedno ostaja odprto in zanimivo.

Popper v *Logiki znanstvenega odkritja* razvija svoj »deduktivizem« nasproti »induktivizmu«; njegov prvotni namen je bila takšna razmejitev znanosti od »metafizike« (oziroma ne-znanosti), ki se ne bi ujela v *circulus vitiosus* zgodnjega Dunajskega krožka, tj. v nezmožnost bodisi analitične bodisi empirične preverljivosti lastnih filozofsko-metodoloških postavk. Popper postavlja kot glavni kriterij znanstvenosti neke (hipo)teze in/ali teorije možnost njene ovržbe (falsifikacije) in se s tem izogne humovskemu problemu upravičenja indukcije, ki ga implicira načelo izkustvene verifikacije. »[E]mpirični znanstveni sistem mora dopuščati, da ga spodbijemo z izkustvom« [Popper (1), 39]. Popperjev predlog »temelji na *asimetriji* med možnostjo preverjanja in ovržbe« [*ibid.*], pri čemer postane glavno logično orodje *deduktivno* sklepanje, klasično imenovano *modus tollens*: če H implicira E in če E ni resničen (je ovržen), potem H ni resničen (znaka H in E lahko beremo kot kratici za hipotezo in empirično dejstvo oziroma »dogodek«, angl. *event*). S formalnega, logičnega stališča se resničnostna asimetrija kaže tudi v odnosu med eksistenčnim in univerzalnim kvantifikatorjem: stavek 'Eksistira vsaj en individuum x , ki ima lastnost F ', ni ovrgljiv, saj nam domena variable x ni nikoli v celoti dostopna, medtem ko je stavek 'Za vse x velja, da imajo lastnost F ' seveda ovrgljiv, saj je ovržen, če najdemo en sam individuum, ki nima te lastnosti. Popper malce bolj formalno definira ovrgljivo (in s tem *znanstveno*) teorijo takole: »[T]eorija je ovrgljiva, če razred njenih potencialnih ovrževalcev ni prazen« [*ibid.*, 89]. V znanstveni metodologiji, pa tudi širše (npr. v družbenem in političnem življenju) je za Popperja odločilna *kritika*, ne pa potrjevanje, ki po njegovem mnenju vodi v neskončen regres in je neizogibno podvrženo sistematičnim napakam. V tem se lahko z njim strinjamo, vendar je indukcija tudi z vidika falsifikacionizma še vedno nepogrešljiva pri vsakem izkustvenem raziskovanju, nujna za oblikovanje znanstvenih hipotez in teorij. Nobena znanost ne more napredovati v neznano brez načelne predpostavke uniformnosti oziroma homogenosti svoje predmetne domene. V sodobni kozmologiji temelji na upravičenosti posplošitve

že njeno osrednje načelo, imenovano *kozmolško načelo*, ki postulira homogenost vesolja (gl. *Pomlad*, 534 isl.).

7. SKLADNOST Z DEJSTVI, tj. možnost verifikacije ali (vsaj) falsifikacije v izkustvenih znanostih. Ne glede na nerešeni spor med »induktivisti« in »deduktivisti« pa oboji sprejemajo načelo, da mora biti vsak racionalno sprejemljiv teoretski model skladen z dejstvi – klasično rečeno: upoštevati je treba klasično aristotelsko in tudi sodobno »standardno« pojmovanje resnice (resničnosti stavkov) kot *adaequatio rei et intellectus*, »izenačenja« oziroma ujemanja (»korespondence«) med raz-umom in »stvarjo samo«, ne glede na to, da vsaj od Kanta dalje močno dvomimo o obstoju »stvari na sebi«; in tudi Tarskijeva »semantična« definicija resnice, ki se z razslojitvijo jezika in metajezika izogne naivnemu realizmu, je posodobljena varianta *adaequatio* [gl. Uršič (1), 17 isl.]. Skratka, v racionalnem diskurzu je pojmovanje resnice kot *adaequatio* še vedno osnovno in primarno v odnosu do drugih možnih opredelitev resnice (v koherentni teoriji, pragmatični teoriji, pa tudi v nekaterih bolj »specifičnih« teorijah, npr. v Heideggrovi filozofiji, kjer nastopa resnica kot »neskritost biti«). Menim, da različna »alternativna« pojmovanja predvsem »nadgrajujejo«, ne pa zanikajo *osnovno* pojmovanje resnice kot skladnosti z dejstvi, ki je naše sedmo in zadnje načelo racionalnega mišljenja.

Kratek pogled v zgodovino novoveške kozmologije

Znano je, da je Nikolaj Kopernik pri uvedbi heliocentričnega sistema, ki je za človeški razum z intuitivnega stališča gotovo težje sprejemljiv kot geocentrični, uporabljal tako matematične kakor tudi metafizične argumente. Pri obojih je sledil načelom racionalnega mišljenja. Pri matematični argumentaciji za heliocentrizem je igralo pomembno vlogo število krogov, s katerimi je bilo mogoče opisati gibanje petih tedaj znanih planetov: stari Ptolemajev geocentrični sistem, ki je bil v srednjem veku izpopolnjen do potankosti, je v ta namen

potreboval več kot dvesto krogov (deferentov, epiciklov, ekvantov), Kopernik pa je v skladu z načelom enostavnosti (5) ter načelom jasnosti in razločnosti (1) precej zmanjšal število krogov, s tem ko je v središče sistema postavil Sonce – in v tej matematični poenostavitvi je videl pomemben razlog za heliocentrizem. Po drugi strani pa je našel močan filozofski argument za heliocentrizem v pitagorejski in predvsem platonski tradiciji, ki je v metafizično središče kozmosa postavljala duhovno Luč, idejo Dobrega – najvišjo idejo, ki je neprimerljiva z vsemi drugimi idejami, saj je »onstran« vseh, in jo v čutnem svetu predstavlja Sonce (spomnimo se prispodobe o votlini). Pri tej metafizični argumentaciji je Kopernik razumno sledil načelu zadostnega razloga (2).

Toda Kopernik se kljub »varčnemu« heliocentrizmu ni mogel znebiti vseh hipotetičnih krogov pri razlagi nebesne mehanike našega Osončja. To je uspelo šele Johannesu Keplerju, ki je na osnovi natančnejših opazovanj zamenjal krožnice z elipsami. Na videz je bila ta zamenjava korak nazaj pri racionalnosti razlage, kajti krog je zaradi svoje preprostosti veljal v klasični filozofiji za najpopolnejši, najbolj »idealen« geometrijski lik – in če je nebesni red »posnetek« umnega sveta idej, kot je Platon učil v kozmološkem dialogu *Timaj*, potem se z elipsami vsekakor odmaknemo od te idealnosti. Žrtev je bila velika, in tega se je Kepler, ki mu je bil platonizem blizu, dobro zavedal. Zanimiv je podatek, da se je celo Galileo Galilei, utemeljitelj modernega naravoslovja, ki je sicer zavračal metafizične argumente v znanosti, upiral Keplerjevi uvedbi elips, in to ravno zaradi zaupanja v matematično jasnost in preprostost Kopernikovega sferičnega heliocentrizma.

Keplerjev »gambit« krogov za elipse pa se je izkazal za smiselno potezo: manj kot stoletje pozneje je v Newtonovi nebesni mehaniki nazorno jasnost nadomestila teoretska jasnost in splošnost spoznanja, da univerzalna gravitacija s svojimi načelno enostavnimi zakoni obvladuje gibanje tako na zemlji kot na nebu. A čeprav je pri Newtonu tudi Sonce fizikalno in konceptualno »razsrediščeno« – saj masno središče Osončja postane abstraktna točka, Sonce pa je le

ena izmed zvezd – se po drugi strani močno okrepi racionalno »središče« vesolja, ki je na *teoretski* ravni izraženo s splošnimi naravnimi zakoni: fizikalni zakoni veljajo *univerzalno* in z njimi je univerzum notranje bolj povezan in bolj teoretsko »usrediščen« kot kadarkoli prej. Newton je pri uvedbi nebesne mehanike upošteval tako rekoč vsa navedena racionalna načela, zlasti sistematičnost (4), enostavnost (5), upravičenost posplošitve (6) in seveda skladnost z dejstvi (7), pozoren pa je bil tudi do načela zadostnega razloga (2), vendar ga je razumel nekoliko drugače kot njegovi predhodniki, namreč bliže sami teoriji: zadostni razlog za upravičenost neke teoretske trditve je predvsem v tem, da razloži čim širše področje izkustva. A tudi Newton se ni povsem odrekel metafizičnim argumentom: v odgovoru na Leibnizeve očitke, češ da je delovanje gravitacijske sile skozi prazen prostor nerazumljivo, je v »Splošni sholiji« k drugi izdaji *Principov* poklical na pomoč Boga, vsevladarja vesolja, ki je v vesolju prisoten (skoraj tako) kot v svojem »telesu«, kajti vesoljni prostor je božji »senzori«, njegovo »čutenjsko območje« (gl. *Pomlad*, 241 isl.). – Novoveški obrat od predstave k pojmovni enostavnosti in enovitosti teorije pa se je od Newtona do dandanes samo še okrepil. V sodobni kozmologiji sploh ne gre več za preprostost naše *predstave* o vesolju, ki resnici na ljubo postaja vse bolj nepredstavljivo, ampak za enotnost oziroma epistemološko »eleganco« kozmološke *teorije*, ki v matematično-fizikalnem jeziku strukturno »opisuje« vesolje. Gre za iskanje enotnega teoretskega *modela*, ki ni več predstavna re-konstrukcija realnosti, ampak matematično *simbolna* struktura, ki poskuša povezati dele s celoto, začetek s koncem, najmanjše z največjim, ali kot so včasih rekli, združiti »mikrokozmos« in »makrokozmos«.

A preden preidemo k sodobni kozmologiji, se za hip ustavimo še pri Kantovem kritičnem odnosu do kozmološke znanosti (več o njem v naslednjih seminarjih). Čeprav je Kant, kot piše tudi na njegovem nagrobniku, najbolj občudoval »zvezdno nebo nad nami in moralni zakon v nas«, pa je v *Kritiki čistega uma* postavil ostre omejitve proučevanju celote »zvezdnega neba«. S štirimi kozmološkimi antinomijami,

predvsem s prvo, ki postavlja končnost nasproti neskončnosti prostora in časa, je Kant pokazal, da kozmološka teorija zaide v protislovja, če seže preko »vsega možnega izkustva«; raziskovanje *celote* vesolja namreč presega ne le naše dejansko izkustvo, ampak tudi vse *možno* izkustvo. Kantovo kritično zavrnitev kozmologije, utemeljeno v njegovi transcendentalni filozofiji, lahko razumemo tudi kot vztrajanje pri nekaterih osnovnih načelih racionalnega mišljenja, predvsem pri jasnosti in razločnosti (1), zadostnemu razlogu (2) ter upravičenosti posplošitve (6), saj posplošitev od našega dejanskega izkustva na spoznanje celote vesolja po Kantovem kritičnem mnenju ni niti jasna niti nima zadostnega razloga niti ni induktivno upravičena.

Od takrat se je na področju kozmološke znanosti spremenilo marsikaj, česar Kant ni mogel predvideti. Naj tu navedem samo dvoje: *prvič*, z odkritjem novih kozmoloških dejstev, med katerimi sta najpomembnejši raztezanje vesolja in prasevanje, se je v 20. st. izkazalo, da je v nekem smislu vendarle mogoče in znanstveno legitimno govoriti o *izkustveni celoti* vesolja, namreč našega vesolja, ki naj bi po sodobnem »standardnem« kozmološkem modelu nastalo s »prapokom«; in *drugič*, z uporabo neevklidskih geometrij v Einsteinovi splošni teoriji relativnosti, ki je teoretski temelj sodobne kozmologije, je Kantova antinomija končnosti nasproti neskončnosti prostora in časa izgubila precej svoje ostrine, saj se je med drugim izkazalo, da je mogoče konsistentno misliti in matematično opisati takšen fizikalno realen prostor-čas, ki je *končen in obenem brezmejen*. Torej ne gre več za apriorno antinomijo, ampak za aposteriorna, tj. znanstvena vprašanja, ali je vesolje brezmejno ali ni, ali je končno ali ni ipd. (o problemih v zvezi z neskončnostjo več v našem petem seminarju); na takšna vprašanja pa je na osnovi izkustvenih podatkov *možno* odgovoriti, morda že v sorazmerno bližnji prihodnosti, vsaj za *vidno* vesolje. Novi teoretski modeli so omogočili, da je kljub Kantovi načeloma upravičeni kritiki kozmološkega mišljenja *celote* vesolja (zlasti če upoštevamo tudi *nevidno* vesolje ali vesolja) dandanes povsem smiselna na primer naslednja misel slavnega Stephena

Hawkinga: »Lahko bi rekli: *Robni pogoj vesolja je ta, da nima nobenega roba*. Vesolje je v celoti vsebovano samo v sebi, in nič, kar je zunaj, nanj ne more vplivati. Ni ustvarjeno in tudi uničeno ne bo. Kratko malo JE« [Hawking (1), 127]. Seveda je to – vsaj za zdaj – le »spekulativna« hipoteza, ena izmed Hawkingovih zanimivih idej, vendar že sama možnost oziroma smiselnost postavljanja takšnih hipotez odvzema Kantovi metodološki kritiki kozmologije njeno prvotno ostrino. Ali natančneje rečeno: kantovska kritika ohranja svojo upravičeno ostrino le tedaj, če jo preoblikujemo in usmerimo k sodobnim »nadizkustvenim« kozmološkim teorijam (do njih pridemo pozneje).

Tri razvojne faze sodobne kozmologije

I. STANDARDNI MODEL VESOLJA: VESOLJE SE RAZTEZA, NASTALO JE IZ VROČEGA »PRAPOKA«. Spoznanje, da se vesolje razteza, da se vesoljni prostor med galaksijami širi, je prvo in temeljno spoznanje sodobne kozmologije. Gre za znamenito odkritje iz dvajsetih let minulega stoletja, do katerega je prišel ameriški astronom Edwin Hubble z opazovanjem svetlobnih spektrov galaksij. Hubble je opazil »sistematični« (tj. splošni, z redkimi lokalnimi izjemami) rdeči premik spektralnih črt, iz katerega je sklepal, da se galaksije oddaljujejo od nas kakor tudi med seboj, in to *kozmoško dejstvo* je izrazil z zakonom, ki ga imenujemo *Hubbllov zakon*: hitrost oddaljevanja galaksij je premo sorazmerna z njihovo razdaljo. Hubbllov zakon izraža raztezanje vesoljnega prostora v času ter s tem omogoča oceno starosti in velikosti vesolja. Starost vesolja po današnjih izračunih znaša okrog 14 milijard let; velikost *zaznavnega vesolja* pa označujemo z izrazom *Hubblova sfera*: to je zgolj fiktivna, »optična« sfera okrog nas, opazovalcev, ki je v treh dimenzijah analogna dvodimenzionalnemu horizontu opazovalca na ladji sredi oceana (se pravi, *ne* gre za kako »mejo« samega oceana, ampak le za mejo *naše vidnosti*); velikost Hubbllove sfere, ki torej zamejuje naš vesoljni *horizont* (in se s kozmološkim časom spreminja, spet analogno, kakor če bi splezali na jambor ladje), pa je

opredeljena tako, da je njen radij razdalja, ki jo je svetloba s svojo konstantno hitrostjo c preletela od »prapoka« do dandanes (natančneje, od časa sprostitve fotonov iz prvotne plazme, kakih tristo tisoč let po prapoku), se pravi, razdalja, ki jo je svetloba premerila v ~ 14 milijardah let.³ Na filozofsko-intuitivni ravni pa Hubblovo odkritje pomeni nekaj zelo presenetljivega – namreč glede na klasično kozmologijo (vse do Einsteina) – saj to pomeni, da se vesolje kot *celota* s časom *spreminja*, da se *razvija* ... in da se je, kot bi lahko sklepali, čeprav, kot bomo videli, to ni nujno, morda nekoč tudi *začelo*, da je nekoč *nastalo*!

³ Določitev razdalje do horizonta je odvisna od izmerjene vrednosti Hubblove konstante, pa tudi od izbire kozmološkega modela (gl. *Pomlad*, 538-39). Poleg tega ste verjetno opazili, da je pri Hubblovi sferi njen radij, tj. *prostorska* razdalja, definiran *časovno* – v kozmologiji gre namreč za Einsteinov prostor-čas (gl. *Pomlad*, 305 isl.). To, kako daleč od nas je zdaj Hubblov horizont v *prostoru*, pa ni odvisno le od hitrosti svetlobe in časa njenega potovanja, ampak tudi od hitrosti raztezanja vesolja: vesolje se namreč razteza ves čas, ko svetloba iz neke daljne galaksije potuje proti nam. Kozmologi se običajno, zlasti v bolj poljudnih knjigah, rajši izogibajo navajanju prostorske razdalje do Hubblovega horizonta, oboda Hubblove sfere, ker je ta odvisna od zastavitve vprašanja: če se postavimo na »stališče« same svetlobe, svetloba seveda ne more biti hitrejša od same sebe (niti po Einsteinu, niti po preprosti logiki), toda raztezanje vesoljnega prostora je *neodvisno* od hitrosti svetlobe (tudi po Einsteinu), kar pomeni, da se dve daljni galaksiji lahko oddaljujeta druga od druge *hitreje* od svetlobne hitrosti c – in v tem primeru se njuni Hubblovi sferi ne prekrivata, tj., galaksiji druga drugo ne vidita. Hubblov horizont lahko potemtakem opredelimo tudi kot tisto mejo, na kateri oddaljujoče se galaksije glede na nas dosežejo svetlobno hitrost (oz. neskončni »rdeči premik«), torej nam izginejo »za obzorjem«. In če se nadalje vprašamo, kako daleč v *prostoru* je naš Hubblov horizont v tem trenutku kozmološkega časa, po 14 milijardah let, ta razdalja zaradi nenehnega raztezanja prostora, po katerem potuje svetloba, *zdaj* znaša že več kot 40 milijard svetlobnih let [gl. npr. Carr, 99]. Vendar pa je ta »prostorski« vidik oddaljenosti do horizonta manj primeren kot običajni »časovni« vidik, zato ker po Einsteinovi teoriji ne obstaja noben »absolutni« opazovalec, ki bi lahko iz neke »zunanje« točke in »brezčasno« izmeril neko razdaljo v prostoru-času (recimo, prav tistih 40 mld. SL) – opazovalci smo namreč vedno umeščeni v naše konkretne prostorsko-časovne koordinate (referenčne okvire). Če pa o oddaljenosti horizonta razmišljamo še naprej, se lahko vprašamo, kako daleč od »nas« (od naše Galaksije) je *bila* neka druga, daljna galaksija *takrat*, pred milijardami let, ko so iz nje »odpotovali« svetlobni žarki, ki jih vidimo *zdaj*: zanimivo, najdlje niso bile tiste galaksije, ki imajo zdaj največje rdeče premike, ampak tiste s srednjimi ($z \approx 1$). O tem in sploh o primerjavi med časovnimi in prostorskimi razdaljami v razširjajočem se vesolju gl. izvrstni članek Albertija Masanija v reviji *Spika* (2000), bibl.→[Masani].

Kmalu po velikem Hubblovem odkritju je matematik in astronom Arthur Eddington predlagal ponazoritev raztezanja vesolja z balonom, na katerega so narisane pikice (ali pritrjeni gumbki), ki ponazarjajo galaksije in se ob napihovanju balona medsebojno oddaljujejo: čim dlje so narazen, tem hitreje se oddaljujejo druga od druge, namreč *vsaka* od vsake druge. Eddington je hotel s to ponazoritvijo predvsem popraviti napačno laično predstavo, češ da opaženo izotropno (v vse smeri enako) raztezanje vesolja pomeni, da smo ravno mi, tj. naša galaksija Mlečna cesta, v samem središču raztezanja. Nismo, saj je v vesolju vsak »mirujoči opazovalec« v svojem relativnem središču in obenem na relativnem obodu (horizontu) nekih drugih možnih opazovalcev. Eddingtonova razlaga pa je kljub svoji nazornosti malce zavajajoča, kajti središče raztezanja dvodimenzionalne površine balona je v tretji *prostorski* dimenziji, sredi balona, medtem ko tridimenzionalno vesolje nima središča raztezanja v prostoru – tudi zato ne, ker standardni model vesolja (v fazi I) še ne uvaja kakega »hiperprostora«, četrte prostorske dimenzije – ampak je »središče« raztezanja v četrti, *neprostrski* dimenziji, tj. *v času*, namreč v prvem kozmičnem »dogodku«, ki ga figurativno imenujemo »veliki pok« ali »prapok«. (Čeprav sta prostor in čas v relativnostni teoriji metrično poenotena v štiridimenzionalni prostor-čas, vendarle ohranjata kvalitativno različnost.)

Zamiseli, da se je vesolje *začelo* s prapokom, je implikacija opaženega raztezanja: če se vesolje razteza, so bile nekoč galaksije bližje druga drugi ... in tako pridemo v mislih do neke »točke«, imenovane *singularnost*, ki naj bi bila začetek raztezanja in v kateri naj bi bila vsa vesoljna masa/energija še »povsem skupaj«. Takšno sklepanje je racionalno, vendar se iracionalnost, vsaj s fizikalnega stališča, skriva v samem pojmu singularnosti, v kateri naj bi fizikalne količine (gostota, temperatura, tlak idr.) dosegle *neskončne* vrednosti, s tem pa bi se izmuznile fiziki in nasploh znanosti. Zato se mnogi kozmologi, med njimi še posebej Hawking, trudijo, da bi se izognili singularnostim, in pri hipotezah, ki jih postavljajo v ta namen, uporabljajo predvsem dognanja kvantne

mehanike.⁴ Vprašanje začetka vesolja torej še zdaleč ni znanstveno rešeno in verjetno ga znanost, kakršno zdaj poznamo, sploh ne more rešiti (baje je papež Janez Pavel II. svetoval Hawkingu, naj to vprašanje rajši prepusti teologiji, sicer pa naj le nadaljuje s fizikalno razlago »prvih treh minut« in naslednjih toliko in toliko milijard let; današnji ameriški fundamentalistični »kreacionisti« niso tako prizanesljivi do znanosti, kot je bil papež).

Vrnimo se k prvemu sodobnemu kozmološkemu dejstvu, da se vesolje razteza, torej da se *razvija kot celota*. Hubblovo spoznanje je bilo presenetljivo, kajti če se ozremo nazaj, v zgodovino filozofske kozmologije, lahko rečemo, da je od predsokratikov prek Platona in Aristotela, renesančne kozmologije pa vse do Newtona in celo Einsteina prevladovalo prepričanje, da je vesolje kot *celota* nespremenljivo, večno, eno – ne glede na to, da se »svetovi« v njem spreminjajo, kot je učil na primer Giordano Bruno, renesančni mislec neskončnosti *enega*, večnega, nespremenljivega *uni-verzuma* (gl. *Pomlad*, 369-427). In tudi Brunovi ideološki nasprotniki, krščanski teologi, so na osnovi aristotelske kozmologije verjeli v nespremenljivost stvarstva, kajti ne glede na to, da *Sveto pismo* govori o začetku (v *Genezi*) in eshatološkem koncu (v *Apokalipsi*), se med tema skrajnostma tudi krščansko pojmovano vesolje ne razvija – zgodovinski razvoj sveta se dogaja kvečjemu na duhovnem področju.

⁴ Pojem singularnosti izvira iz matematike: singularnosti funkcije se pojavijo pri tistih točkah njene domene, za katere ni mogoče določiti funkcijskih vrednosti. V fiziko je pojem singularnosti vnesla Einsteinova splošna teorija relativnosti, namreč njena aplikacija na gravitacijske »kolapse« zelo masivnih zvezd, ki lahko (teoretično) popolnoma izginejo v »črnih luknjah«. Pri tem je treba poudariti, da sama črna luknja še ni singularnost, ampak je *območje* v prostoru-času, ki je zamejeno s »horizontom dogodkov«, tj. območje, iz katerega se nič ne vrne, niti svetlobni žarek (in takšna območja zelo verjetno obstajajo) – medtem ko je singularnost zgolj *hipotetično* središče črne luknje, ki pa najbrž zaradi kvantnega načela nedoločenosti sploh ne obstaja kot »točka«, čeprav jo Einsteinova splošna teorija relativnosti, če bi veljala brez omejitve tudi za »mikrokozmos«, nujno implicira, kar sta matematično dokazala Roger Penrose in Stephen Hawking v 60-ih letih minulega stoletja. Singularnosti kažejo najbrž na teoretsko mejo veljavnosti splošne teorije relativnosti. V našem kontekstu je zanimiva povezava med črnimi luknjami in »prapokom« kot kozmično »belo luknjo«, tj. časovno inverzijo črne luknje; več o tem gl. tudi v Hawkingovi knjigi *Črne luknje in otroška vesolja* [Hawking (2)].

Statičnost celote vesolja oziroma narave je nesporna tudi v Spinozovem filozofskem monizmu, ki je, vsaj posredno, vplival na Alberta Einsteina, ko je leta 1917, leto po objavi splošne teorije relativnosti, postavil prvi sodobni kozmološki model, v katerem je z Riemannovo neevklidsko, »sferično« geometrijo matematično opisal vesolje kot *statično*, končno in obenem neomejeno, in hkrati uvedel znamenito »kozmoško konstanto« (Λ), ki naj bi statično uravnovešala gravitacijo oziroma ukrivljenost prostora. Toda po Hubblovem odkritju raztezanja vesolja je Einstein spoznal, da se je glede statičnosti motil. Revidiral je tudi svoje dotlej odklonilno stališče do dinamičnih rešitev »enačb polja«, ki jih je že v začetku dvajsetih let predlagal ruski matematik Aleksander Friedmann. Leta 1931 je Einstein skupaj z Willemom de Sitterjem formuliral dinamični, v času raztezajoči se model za »ravno vesolje«, tj. vesolje, v katerem zaradi natanko kritične gostote veljajo v globalnih razsežnostih zakoni evklidske geometrije. (Več o tem gl. *Pomlad*, 537 isl.)

Če se torej vprašamo, ali je trditev, da se vesolje razteza, *racionalna*, namreč glede na prej navedene kriterije racionalnosti, lahko na to vprašanje dandanes odgovorimo v glavnem pritrdilno. In tudi pomislek, *kam* se vesolje pravzaprav razteza – ki nam morda vzbudi dvom zaradi kartezijske zahteve po jasnosti in razločnosti – tudi ta pomislek je v sodobnih kozmoloških modelih razrešen z Einsteinovo splošno relativnostno teorijo, ki povezuje maso/energijo na eni strani (enačb polja) in prostor-čas na drugi. V tej teoriji je namreč gravitacija pojmovana kot ukrivljenost prostora-časa in opisana z neevklidskimi geometrijami. Pomislek, kam se razteza vesolje, je torej v sodobni kozmologiji brezpredmeten, saj po Einsteinu sploh ni nobenega »zunanjega prostora«, kamor naj bi se vesolje širilo. Še najboljši odgovor na intuitivno vprašanje, kam se vesolje razteza, bi torej bil: *vesolje se razteza »sámo vase«*, naj se to sliši še tako čudno. (Morda si pri premagovanju te čudnosti lahko pomagamo s predstavo koordinatne mreže, ki se »kot celota« razteza sama vase, in sicer tako, da se njene enote povečujejo.) V poljudni kozmološki dikciji pa lahko izrazimo neobstoj »zunanjega

prostora« tudi z naslednjo mislijo: prapok je bil, in v nekem smislu še vedno je (njegove sledi so) – *povsod!*

Nadalje nas morda zanima vprašanje, ali je sklepanje iz rdečih premikov galaksij na raztezanje vesoljnega prostora zares nujno in edino možno? Načelno so seveda mogoče tudi drugačne razlage rdečih premikov, na primer »utrujanje« svetlobe na velikanskih razdaljah, vendar so bile postopoma opuščene. O raztezanju prostora pričajo tudi opažene dilatacije (raztezanja) časa, ki jih predvideva posebna teorija relativnosti in so jih potrdili pri opazovanju zelo daljnih objektov, torej tistih z velikim rdečim premikom. Standardnemu modelu (I) oziroma prapoku najpomembnejša alternativna teorija, t. i. »stacionarna teorija«, ki jo je sredi minulega stoletja zagovarjal zlasti kozmolog Fred Hoyle – teorija, ki sicer priznava raztezanje vesolja, vendar ga razlaga tako, da v vmesnem prostoru nastajajo vedno nove galaksije, torej naj ne bi bilo vročega začetka s prapokom – pa je bila opuščena predvsem zato, ker ni znala razložiti drugega pomembnega kozmološkega dejstva, prasevanja oziroma »mikrovalovnega sevanja ozadja«, ki sta ga odkrila Penzias & Wilson leta 1965 in ki ga standardni model razlaga kot »sled« prvotne »ognjene krogle«, zgodnjega zelo vročega vesolja. V zadnjih desetletjih se je prasevanje izkazalo kot zelo dragoceno izkustveno izhodišče za podrobnejše kozmološke raziskave.

Potemtakem ne dvomimo več, da se vesolje razteza, da se vesoljni prostor-čas razvija. Razvijajo se tudi strukture, namreč galaksije, galaktične jate in »nadjate«, o čemer priča, med drugim, opaženo dejstvo, da se nekateri objekti, na primer »kvazarji«, za katere domnevajo, da so aktivna jedra mladih galaksij, pojavljajo v nekih določenih prostorsko-časovnih »pasovih« oziroma na določenih oddaljenostih, medtem ko pozneje – torej bližje nam – večinoma izginejo. Argumentacija za strukturni razvoj vesolja je podobna kot v paleontologiji na zemlji: zemeljske plasti, v katerih najdemo, denimo, kosti dinosavrov, pričajo o razvoju zemlje in njene biosfere. Kozmologija analogno dokazuje, da se *vesolje razvija*.

Kljub tem nespornim ugotovitvam pa zdaj »potegnimo črto« in poskušajmo s sedmimi navedenimi načeli oziroma kriteriji na kratko *ovrednotiti racionalnost* standardnega kozmološkega *modela kot celote*, zaenkrat v njegovi prvi razvojni fazi (I): razvijajoče se vesolje je nastalo iz vročega prapoka. Morda najbolj vprašljiva pri tem modelu je njegova pomanjkljiva ustreznost načelu jasnosti in razločnosti (1), saj že osrednji pojem »prapok« (ali »veliki pok« <*big bang*>, ki ni bil niti velik, niti pok v običajnem pomenu) ni jasno in enoznačno opredeljen, pa ne samo v poljudnejših, intuitivno nazornih prezentacijah, ampak v sami fizikalni teoriji; kadar kozmologi govorijo o prapoku, je največ, kar povejo, le »projekcija« sorazmerno razumljivih fizikalnih procesov v nerazumljeni in neznani začetek. Konceptualno pa niso povsem jasni tudi nekateri drugi ključni pojmi, na primer *pojem neskončnosti* (gl. *Pomlad*, 544-45); tradicionalni distinkciji potencialna–aktualna neskončnost (Aristotel) in matematična–fizična oziroma fizikalna neskončnost (zlasti po Cantorjevem odkritju aktualnih matematičnih neskončnosti) sta v sodobni kozmologiji pogosto zabrisani ali vsaj ne dovolj jasno razmejeni; podobno velja za odnos med časovno in prostorsko neskončnostjo: če ima vesolje začetek v času, kako naj bi bilo neskončno v prostoru? In če ni bilo neskončno na začetku, kako naj neskončno postane kdaj pozneje? Itd. Tudi *pojem nič* je pogosto dvoumen, namreč, če znanstvena kozmologija govori o nastanku vesolja »iz nič«, s tem misli običajno na »kvantni vakuum«, ki pa gotovo ni *nič* v metafizičnem oziroma teološkem pomenu, ni »tisti« *nihil*, ki nastopa v klasični frazi *creatio ex nihilo*. Na takšna in podobna vprašanja v sodobni kozmologiji še ne najdemo zadovoljivih odgovorov, in tudi to je eden izmed razlogov, da je sodelovanje kozmologije (ter nasploh znanosti) in filozofije nujno za spoznanje narave in vesolja.

Če nadalje na hitro pregledamo standardni kozmološki model (I) še s stališča drugih kriterijev racionalnosti, lahko ugotovimo, da spričo novih kozmoloških dejstev, ki so bila odkrita v 20. st. (raztezanje, prasevanje, razmerja med elementi), model dokaj dobro izpolnjuje kriterija (2) in (7), tj.,

ustreza načeloma zadostnega razloga in skladnosti z dejstvi. V grobem je izpolnjen tudi kriterij (3), neprotislovnost oz. konsistentnost, razen če v to rubriko uvrstimo nezdržljivost relativnostne teorije in kvantne mehanike, ki povzroča težave v kozmologiji predvsem na samem začetku (tj. v prvi sekundi kozmološkega časa). Kriterij (4), sistematičnost in (po)polnost, je tudi izpolnjen, kolikor je mogoče na sedanji stopnji razvoja fizike: »standardni model« v fiziki delcev (SM) podaja sistematično teorijo osnovnih delcev, najmanjših gradnikov vesolja, ter jih neposredno povezuje s kozmološkim standardnim modelom »prapoka« ter nadalje z nastankom in razvojem vesoljnih struktur, vse tja do zvezd, galaksij, galaktičnih jat itd. (Zato izraz 'standardni' lahko pomeni oboje, standardno fiziko delcev in/ali standardno kozmologijo.) Tudi enostavnost (5) je v modelu (I) upoštevana, kolikor pač dopuščajo izkustvena dejstva, saj sodobna slika vesolja ne kaže kake prav posebne ontološke »varčnosti« (5a), zlasti ne kvantitativne (5a'') – galaksij je znotraj Hubblove sfere, tj. našega vesoljskega horizonta, kakih sto milijard in v vsaki izmed njih je skoraj prav toliko zvezd – kljub temu dejstvu pa je sam standardni model teoretsko dokaj »eleganten« (5b), se pravi, sistemsko »varčen«, kar zagotavlja »kozmoško načelo«, ki postulira prostorsko-časovno in nomološko homogenost vesolja. V sodobni kozmologiji je zagotovljena tudi upravičenost induktivne posplošitve (6), kolikor je pač mogoče: vse bolj natančni instrumenti zbirajo vse več podatkov, pri čemer – in to je še posebej pomembno – noben od doslej znanih podatkov ne falsificira osnovnih postavk modela (I), tj., preprosto rečeno, »vročega začetka«, raztezanja in strukturnega razvoja vesolja. Dosedanje meritve prasevanja bi namreč *lahko* ovrgele standardni kozmološki model, pa ga niso.⁵ Skratka, sodobni model vesolja v razvojni

⁵ Znani angleški astronom in kozmolog Martin Rees v knjigi *Our Cosmic Habitat* (2001), v poglavju z naslovom »Kako verodostojna je teorija prapoka?«, piše: »Teorija prapoka si zasluži, da jo upoštevamo vsaj tako resno kot vse tisto, kar nam geologi ali paleontologi pravijo o zgodnji zgodovini naše Zemlje: sklepanja teh znanstvenikov o Zemlji so ravno tako posredna (in manj kvantitativna). Preživetje te teorije mi daje (in domnevam, da tudi večini današnjih kozmologov) 99-odstotno zaupanje v ekstrapolacije vse tja do prvih nekaj sekund vesoljne zgodovine«

fazi (I), ki sicer glede podrobnosti še zdaleč ni zaključena, je v fizikalnem in epistemološkem pogledu na splošno racionalno sprejemljiv kljub navedenim težavam pri kriteriju (1), ki pa so navsezadnje razumljive glede na »mejno« tematiko kozmologije. Poleg tega standardni kozmološki model v znanosti nima nobene prave alternative (mednje pač ne prištevamo, recimo, biblične *Geneze*, ki kljub svoji veličini in duhovni moči gotovo ni racionalen, še manj pa znanstven diskurz). Vendar sodobna znanstvena kozmologija že v fazi (I) trči ob meje, ki jih je mogoče preseči zgolj z novimi, precej manj trdnimi hipotezami in teorijami.

II. DOPOLNJENI MODEL: »HIPOTEZA NAPIHNJENJA« VESOLJA, iz katere sledi, da je vesolje veliko večje od Hubblove sfere, našega horizonta. Standardni model v fazi (I) namreč ne more odgovoriti na več vprašanj, med katerimi se najpogosteje omenjata naslednji: (i) »problem horizonta« in (ii) »problem ravnosti«. (Gl. tudi *Pomlad*, 542-43.)

Ad (i): V katerokoli smer pogledamo nebo, je »v globalu« (tj., če odmislimo lokalne različnosti) povsod enako – izotropno. To še posebej velja za prasevanje, ki prihaja do nas s samega horizonta, kar pomeni, da je naš najstarejši vesoljni »fosil«. Izotropija prasevanja je skoraj popolna, in še tisti mali odkloni od izotropne »temperature neba« (dandanes znaša le še 2,7 °K, tj. nad absolutno ničlo), odkloni, manjši od desettisočinke stopinje, ki jih kozmologi razlagajo kot »fluktuacije«, iz katerih so se kot iz nekakšnih prvotnih zrn porodile vesoljne makrostrukture, galaksije in/ali jate galaksij, tudi ti odkloni so skoraj povsem izotropno razporejeni po nebu. Toda – odkod takšna izotropija, če pa regije, ki jih vidimo na različnih koncih našega vesoljnega horizonta, zaradi »pomanjkanja časa« niso mogle biti medsebojno vzročno usklajene, saj jih svetloba, ki sicer potuje z največjo možno, vendar za vesoljska prostranstva sorazmerno poča-

[Rees (3), 83]. Toda k temu optimizmu Rees vendarle dodaja: »Preudarno pa bom pustil preostali odstotek za možnost, da bi bilo naše zadovoljstvo ravno tako iluzorno, kakor je bilo zadovoljstvo ptolemajskega astronoma, ko je uspešno dodal še nekaj epiciklov. Kozmologe včasih grajajo, češ da se pogosto motijo, nikoli pa ne dvomijo« [*ibid.*].

sno, konstantno hitrostjo c , sploh še ni mogla povezati v času od prapoka do danes? Ali je bilo vesolje tako »natančno naravnano«, namreč tako izotropno že na samem začetku, v prapoku? Fiziki se hočejo izogniti tej implikaciji, ker preveč diši po metafiziki, zato standardnemu modelu dodajajo hipotezo zgodnjega napihljenja vesolja.

Ad (ii): Drugo vprašanje zadeva opaženo oziroma izmerjeno »ravnost« (evklidskost) vesoljnega prostora – ravnost, ki sega vse tja do horizonta, Hubblove sfere, kot so potrdile meritve v zadnjem desetletju (predvsem z opazovanjem zvezd supernov, pa tudi že prej omenjenih »vzorcev« na prasevanju). V relativističnih, zdaj že klasičnih kozmoloških FRW-modelih (gl. *Pomlad*, 538 isl.) je povprečna gostota »ravnega vesolja« natančno enaka kritični gostoti med sklenjenim oz. »sferičnim« in odprtim oz. »hiperboličnim« vesoljem, torej $\Omega = 1$. Kako to, da je vesolje tako natančno »izravnano«? (Pri tem seveda odmislimo lokalne ukrivljenosti prostora-časa zaradi prisotnosti mas, tj. zvezd, galaksij, črnih lukenj idr.) Ali je bilo vesolje »natančno naravnano« že v samem prapoku? Tudi tej implikaciji se fiziki želijo izogniti, pri čemer si pomagajo s hipotezo napihljenja.

Hipotezo napihljenja oziroma, kot pogosteje beremo, »inflacije«, je leta 1981 prvi eksplicitno formuliral Alan Guth, potem pa so se je oprijeli tako rekoč z obema rokama mnogi sodobni kozmologi, čeprav še zdaj, več kot četrto stoletja pozneje, ni dovolj izkustveno preverjena in še vedno ostaja težko preverljiva. Guthova hipoteza pravi, da se je vesolje v svoji prvi sekundi, v skoraj infinitezimalno majhnem časovnem intervalu (10^{-35} s) prve sekunde napihnilo za velikanski faktor $1:10^{30}$ [Guth, 175] ali še precej več; navedeni faktor povečanja bi lahko primerjali z razmerjem med velikostjo atomskega jedra in celotnega Osončja. Ta silni dogodek, ki bi ga *lahko* imeli tudi za sam »prapok« in s tem vsaj nekoliko zmanjšali nejasnost tega pojma – čeprav napihljenja ne moremo postaviti v domnevni kozmološki »čas nič«, niti v Planckov čas 10^{-43} s (po katerem šele začne »teči« dobro definirani fizikalni čas, ki ureja dogodke glede na relacijo prej–potem), ampak naj bi se zgodilo malce pozneje, a še

vedno v prvi sekundi – ta Dogodek naj bi povzročila »fazna sprememba« ob zlomu simetrije med močno in elektro-šibko jedrsko silo, ki naj bi sprostila velikansko toplotno energijo, potrebno za tako silno napihljenje. Hipoteza napihljenja vesolja lahko odgovori na zastavljeni vprašanji horizonta (i) in ravnosti (ii), kajti inflacijsko raztezanje naj bi bilo *hitrejše* od svetlobne hitrosti c (to ni v nasprotju z Einsteinovo relativnostno teorijo, ker gre pri inflaciji za raztezanje samega *prostora*, ne za medsebojne hitrosti lokalnih referenčnih okvirov) – in to nadsvetlobno raztezanje naj bi izotropno izravnalo vesoljne regije, ki so sicer še dandanes svetlobno (in s tem tudi vzročno) ločene. Če spet, čeprav tokrat v drugačnem kontekstu, uporabimo ponazoritev z balonom: tudi če je balon, dokler še ni napihljen, poljubno naguban, ga hitro in močno napihljenje »izravnava«, tako da je njegova površina (skoraj) ravna s stališča katerekoli pikice (ali gumbka) na njegovi površini.

Teoretska težava prvotne hipoteze napihljenja, ki je vodila v razširitev te ideje v »večno« ponavljajoče se napihovanje (in *eo ipso* v multiverzum, o tem pozneje), je bilo vprašanje, kateri »mehanizem« je *ustavil* napihljenje, namreč ravno ob pravem času, ne prekmalu ne prepozno, zato da je lahko gravitacija (pozneje) povezala snov in/ali energijo v vesoljne makrostrukture (galaksije itd.), brez katerih tudi nas ne bi bilo tu. Zdi se, da je moralo biti napihljenje, ki sicer lahko razloži natančno »izravnano« vesoljnega prostora, tudi samo »natančno naravnano« *<fine-tuned>*. – Hipoteza oziroma zdaj že kar teorija napihljenja, saj je medtem postala zelo zaželeno in za glavino sodobnih kozmologov že skorajda samoumevno dopolnilo k standardnemu kozmološkemu modelu (I), ker pojasnjuje v njem marsikaj, kar bi sicer ostalo nerazumljivo ali celo nekonsistentno, pa se sooča predvsem s težavnostjo izkustvenega preverjanja. Glavna težava je, da so energije »inflatornega polja« teoretsko tako velike, da jih je praktično nemogoče ustvariti in raziskovati v zemeljskih laboratorijih, saj tako močnih pospeševalnikov preprosto ni mogoče zgraditi (morda še ne?), tako da pri teoriji napihljenja (tj. v fazi II) vsaj zaenkrat ni mogoč tisti fizikalno-eks-

perimentalni pristop, ki je v fazi (I) nudil dokaj zanesljivo izkustveno osnovo za oblikovanje standardnega modela (v obeh pomenih), namreč pridobivanje laboratorijskih izsledkov o visokoenergetskih delcih, takšnih, ki so bili značilni za »prve tri minute« razvoja vesolja. – V zadnjih letih se glede možnosti verifikacije teorije napihnjena vendarle nekaj premika, vsaj po prepričanju njenih privrženecv, namreč z vse bolj natančnim opazovanjem in analizo strukture prasevanja, pri čemer gre seveda za *posredne* načine preverjanja te priljubljene teorije, saj se je prasevanje sprostito šele kakih tristo tisoč ali več let po prapoku, in tako bi se lahko na prasevanju ohranile zgolj *sledi* napihnjena (vendar to v metodologiji znanosti ni sporno, saj npr. tudi elementarne delce vidimo po njihovih sledih v »mehurčni komori« *<bubble chamber>*, gl. sliko 10 v prilogi, čeprav gre v tem primeru, drugače kot pri vesoljnem napihnjenu in prasevanju, za istočasne pojave).⁶

⁶ Prvi satelit, namenjen raziskovanju prasevanja, imenovan COBE (Cosmic Background Explorer), je v devetdesetih letih z znamenito krivuljo prasevanja kot sevanja »črnega telesa« potrdil glavno postavko standardnega kozmološkega modela (I), da je vesolje nastalo iz vročega prvotnega stanja (»ognjene krogle«, ki je bila v termičnem ravnovesju), ali preprosteje rečeno, da je mikrovalovno sevanje »ozadja«, ki sta ga odkrila Penzias & Wilson (1965), resnično sled »prapoka«. Drugi satelit, imenovan WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), pa v prvem desetletju novega stoletja raziskuje fino *strukuro* prasevanja, tj. njegovo anizotropijo oziroma (majhne) odklone od globalne izotropije, ki so sledi prvotnih »zrn«, iz katerih so se razvile makrostrukture. Dosedanja poročila posredno in vsaj delno potrjujejo teorijo napihnjena na tri načine: 1) povprečna kotna velikost te zrnatosti (okrog 1°) je v skladu s teoretskim predvidevanjem, kajti njen izvor naj bi bile (izračunane) kvantne fluktuacije v inflatornem polju, ki naj bi povzročile »zvočne valove« *<acoustic waves>*, tj. zgoščine in razredčine v plazmi (»ognjeni krogli« zgodnjega vesolja), ki se ob koncu stanja plazme »vtisnejo« v fotonsko prasevanje; 2) izmerjeni zvočni valovi na prasevanju so skalno invariantni *<scale invariant>*, tj., amplitude valov se ne razlikujejo pri večjih ali manjših valovnih dolžinah, kar tudi predvideva teorija napihnjena; in 3) zvočni valovi imajo obliko sinhroniziranih harmoničnih nihanj, iz česar lahko sklepamo, da so nastali tako rekoč v istem trenutku (inflacija je trajala en sam »hip«, 10^{-35} s). – Spričo uspešnih meritev satelita WMAP fizika Wayne Hu & Martin White v članku *The Cosmic Symphony* dokaj optimistično ugotavljata: »Evidenca, ki podpira teorijo inflacije, je zdaj torej najdena v podrobnem vzorcu zvočnih valov v prasevanju« [*Scientific American*, 2004/II, 34]. S to oceno se bolj ali manj strinjajo tudi številni drugi znani fiziki-kozmologi [npr.: Silk (3), 230; Greene (2), 360 isl.; Kirshner, 249 idr.]; najbolj fascinantno pri kvantni kozmologiji pa je to, da so bile velikanske strukture, galaksije in jate galaksij, ki jih s teleskopi vidimo na nebu, prvotno le majhne, nepredstavljivo majhne kvantne fluktuacije! »Ko preučujemo kozmično mikrovalovno

Po drugi strani pa se v zadnjem času krepí tudi nasprotovanje »inflacijski kozmologiji«, najbolj zavzeto jo kritizirata Paul Steinhardt in Neil Turok s svojim novim cikličnim modelom (nekaj več o tem v petem seminarju), ki pa postavlja najbrž še težje preverljivo hipotezo, da je naše vesolje nastalo s trkom dveh tridimenzionalnih »bran« v »hiperprostoru« (izraz *brana* je slov. prevedek angl. fizikalnega neologizma *brane*, gre za posplošitev dvodimenzionalne *membrane* na več dimenzij).⁷

Pri teoriji napihnenja je pomembno poudariti, da je njena posledica silno povečanje vesolja glede na standardni model (I). Martin Rees pravi: »Korak od našega sedanjega Hubblovega radija [Hubblove sfere] do celotnega obsega našega vesolja je morda mnogo večji kakor korak od enega

ozadje [prasevanje], gledamo kvantne fluktuacije na nebu,« se čudi Silk [*ibid.*]; podobno tudi Greene: »Po inflacijski teoriji več kot 100 milijard galaksij, ki svetijo v vesolju kot nebeški diamanti, ni nič drugega kot kvantna mehanika, vtisnjena v celotno nebo. Zame ta ugotovitev predstavlja eno največjih čudes sodobne znanstvene dobe« [Greene (2), 364]. – Kljub nespornim empiričnim dosežkom pa dosedanji rezultati še ne potrjujejo enoznačno teorije napihnenja, saj so kompatibilni npr. tudi z rivalsko teorijo cikličnega kozmosa (Steinhardt & Turok). Odločilno bi bilo šele merjenje gravitacijskega valovanja kot posledice napihnenja, to pa bo najbrž naloga prihodnjih satelitov.

⁷ Tudi Roger Penrose v svoji obsežni knjigi *Pot k resničnosti* (*The Road to Reality*, 2004) kritizira teorijo napihnenja v njenih pretenzijah, da bi razložila dva glavna problema standardnega kozmološkega modela (I), termično izotropijo prasevanja in geometrično ravnost prostora: 1) Penrose kot strokovnjak za termodinamiko črnih lukenj (prapok pa naj bi bil kozmična »bela luknja«, tj. obrat črne v času in še v čem) ugotavlja, da napihnenje, ki naj bi razložilo opaženo izotropijo prasevanja, se pravi, zelo specifično, »gladko« *<smooth>*, simetrično »urejeno« stanje zgodnjega vesolja, že predpostavlja še bolj urejeno termično stanje na samem začetku, kajti z napihnenjem, ki ga Penrose pojmuje kot »termalizacijo« vesolja, bi se entropija (stopnja nereda) zaradi drugega zakona termodinamike kvečjemu povečala, ne pa zmanjšala: »Torej bi bilo vesolje še bolj posebno *<special>* pred termalizacijo kot po njej« [Penrose (1), 755]. 2) Penrose tudi dvomi, da bi se z inflacijo v vsakem primeru »izravnal« prostor v evklidski oz. »kvazievklidski«, ki ga kažejo opazovanja, namreč ne glede na to, kako »naguban« je bil pred napihnenjem – kajti možnost izravnave je odvisna od začetne (predinflacijske) geometrije in/ali topologije prostora: če bi imel prvotni prostor, na primer, povsem hipotetično, »fraktalno geometrijo«, ga ne bi moglo izravnati nobeno napihnenje, saj je »[e]na izmed pomembnih predpostavk [možne izravnave] to, da je prostor v nekem majhnem merilu gladek [raven]; toda fraktalne množice se nikoli ne zravnajo *<iron>*, 'zlikajo' ne glede na to, koliko se raztegnejo. Spomnimo se Mandelbrotove množice [gl. sliko 8, več o njej v sedmem seminarju]: zanjo lahko vsakor rečemo, da se zdi tem manj gladka, čim bolj jo povečujemo« [*ibid.*, 756].

samega delca do Hubblovega radija« [Rees (1), 178]. Gre torej za povečanje daleč prek našega horizonta, onstran meje Hubblove sfere, ki je, kot smo že rekli, definirana z razdaljo, ki jo je svetloba s hitrostjo c zmogla preleteti od prapoka (oz. od konca stanja plazme, ko se je sprostila) do danes. Celota vesolja, o kateri se govori v fazi (II), je veliko večja od vsake dejanske zaznavne celote: lahko bi rekli, da gre za teoretsko ali miselno celoto, ki pa je načelno še vedno *tostran* »možnega izkustva«, če uporabimo Kantov t rmin, saj ostaja vsaj potencialno dosegljiva (obseg te dosegljivosti je spet odvisen od kozmološkega modela; po » rnem scenariju«, ki se zadnje čase kaže kot mo en ali celo dokaj verjeten, naj bi se v prihodnosti zaradi pospešenega raztezanja vesolja naš horizont vse bolj zapiral).

In spet potegnimo črto: hipoteza napihnjena, tj. sodobni kozmolo ski model v fazi (II), ima sicer kar nekaj težav,  e jo ocenjujemo z navedenimi kriteriji racionalnega mišljenja, čeprav v splošnem lahko rečemo, da njena racionalnost verjetno pretehta iracionalne momente. Njene prednosti so: večja jasnost (po kriteriju 1) glede izvora raztezanja, sorazmerna teoretska enostavnost (3) pri razlagi vzrokov napihnjena, pa tudi skladnost z opažanji (7), na primer z izotropijo in »ravnostjo« vesolja. Pomanjkljiva pa je predvsem glede zadostnega razloga (2), saj je zaenkrat glavni argument zanjo predvsem njen razlagalni *pomen*, medtem ko je razlaga samega napihnjena še pretežno hipotetična. Za kritiko kozmolo ske inflacije je relevanten tudi razmislek o upravičenosti posplošitve (6) pri povečanju vesolja onstran našega horizonta. Kozmologija, ki sega čez dejanski izkustveni horizont daleč tja v zgolj »mo no izkustvo«, se mora opreti na *apriorno* posplo itveno načelo, tj. na *kozmo o sko načelo* (ali »posplošeno kopernikansko načelo«), ki pravi, da naše mesto v vesolju (oziroma naša regija) ni v nobenem bistvenem fizikalnem smislu specifično, ali drugače re eno: da je *vesolje v celoti homogeno*, v svojih globalnih značilnostih vsepovsod enako. Toda kako naj vemo, ali je vesolje, ki sega daleč onstran našega zaznavnega horizonta, zares enako kot naše? Rees pravi: »Mo no je, na primer, da prebivamo celo

v končnem ali 'otoškem' vesolju <island universe>, katerega rob bi lahko nekoč uzrli« [Rees (1), 178]. Mar dejstvo, da se nam vesolje kaže z naše lokacije »brez roba« v prostoru-času, res pomeni, da je vesolje brez roba tudi v celoti, namreč v pomenu *teoretske* celote, ki jo vpeljuje hipoteza napihnjena? Tega kratko malo ne vemo in najbrž niti ne moremo vedeti. Glede razmejitve med védenjem in zgolj domnevanjem se spet lahko navežemo na preudarno Reesovo misel, ki jo je zapisal v kontekstu premišljevanja o samem začetku: »Kozmologi ne bi smeli zabrisati razlike med tistim, kar je dobro utemeljeno, in onim, kar je [le] domnevno. Sicer pridemo v precep: po eni strani si dvomljive ideje lahko pridobijo čezmerno zaupanje, po drugi strani pa ob ugotovitvi, da so nekateri deli teorije dejansko še spekulativni, vztrajni skeptiki ne bodo upoštevali onih drugih delov, ki so trdno preverjeni« [Rees (3), 124]. – V *tem* pogledu ostaja tudi dandanes Kantova kritika kozmologije relevantna in upravičena.

III. RAZŠIRJENI MODELI VESOLJA, KI UVAJAJO »MULTIVERZUM« (MNOGA VESOLJA). Sodobna kozmologija je z »multiverzumom« <angl. *multiverse*, vs. *universe*> stopila v svojo tretjo, dokaj problematično razvojno fazo. Tu namreč ne gre več le za teoretsko dopolnitev standardnega modela kot v fazi (II), ampak za temeljno *modifikacijo* modela, za takšno razširitev, ki je ne moremo smatrati zgolj za nadaljevanje faz (I+II), temveč za nekaj bistveno novega. Drži pa, da podobno, kakor je kozmologija prišla do faze (II) zaradi meje, ob katero je trčila v fazi (I), prihaja tudi do razširitve na multiverzum v fazi (III) zaradi meja, ob katere sta trčili fazi (I+II).

Med prvimi protagonisti mnogih vesolij sta bila (vsak zase) rusko-ameriška kozmologa Alexander Vilenkin in Andrei Linde. Linde, eden izmed začetnikov kvantne kozmologije, je v osemdesetih letih minulega stoletja oblikoval teorijo »kaotičnega napihovanja« <*chaotic inflation*>, po kateri kvantne fluktuacije inflatornega polja naključno (nedeterminirano) ustvarjajo »kaotični« multiverzum kot množico vesoljnih »regij«, ki se zaradi različnosti fluktuacij, iz katerih vznikajo, lahko med seboj zelo razlikujejo; in ker

inflacija tako hitro razteza prostor, da se te regije ne morejo kavzalno-informacijsko povezati, so dejansko *ločena* vesolja. Lindejevo zamisel je prevzel tudi Alan Guth, začetnik teorije napihnjenja, in ta nova vesolja imenoval »žepna« vesolja <*pocket universes*>. Pozneje, predvsem v devetdesetih letih, je Linde svoj model razvil in dopolnil v teorijo »večnega napihovanja« <*eternal inflation*>, po kateri se napihnjenja (inflacije) ponavljajo in s tem nenehno porojevajo nova vesolja, ki vedno znova, kakor »mehurčkasta vesolja« <*bubble universes*> nastajajo v večno raztezajočem se prostoru. Tudi ti »mehurčki« so vzročno in/ali informacijsko ločeni, saj se tako hitro oddaljujejo drug od drugega, da med njimi svetloba ne more posredovati. Linde imenuje svoj model tudi »sámo-razplojujoči se inflacijski univerzum« <*the self-reproducing inflationary universe*>; gre seveda za multiverzum, primerljiv s »sámo-razmnožujočim se fraktalom, v katerem brstijo druga inflacijska vesolja« [Linde (1), 38 isl.]. Kakor se v fraktalu na različnih velikostnih ravneh nikoli ne ponovi povsem ista struktura, tako se tudi v fraktalnih »poganjkih« <*sprouts*> znotraj multiverzuma, tj. v posameznih vesoljih (univerzumih), ne ponavljajo natanko isti naravni zakoni, ampak v njih lahko variirajo fizikalne konstante ali celo število dimenzij. »V tem scenariju je univerzum kot celota nesmrten« [Linde, *ibid.*]. Pri Lindejevi fraktalni »večni inflaciji« gre pravzaprav za neko prenovljeno, zelo razširjeno varianto »stacionarnega modela« vesolja (Hoyle & al.), ki je bil v 20. st. opuščen predvsem zato, ker ni znal pojasniti prasevanja. – Zanimivo je, da tudi nekatere druge variante multiverzuma pri ponazoritvah uporabljajo »biološko« izrazje (npr. Hawking govori o »otročkih vesoljih« <*baby universes*>), in v petem seminarju bom skušal pokazati, zakaj to ni zgolj naključje.

V zadnjem desetletju pa je bila zakuhana najplodnejša teoretska mešanica za pripravo multiverzuma ali celo »megaverzuma«, ki povezuje Lindejevo teorijo »večnega napihovanja« s Susskindovo »Vesoljno Pokrajino« <*the Cosmic Landscape*>, izvirajočo iz znamenite kvantne »teorije strun«. Podobno kot pri Lindeju, a še bolj radikalno, se vesolja v tej teoretski sintezi ne razlikujejo samo po začetnih pogojih,

ampak tudi po različnih »efektivnih« fizikalnih zakonih, tj. po različnih vrednostih osnovnih fizikalnih konstant ali celo po različnih topologijah prostora (oblikah prostorskih »ploskev« oziroma »bran«, številu dimenzij itd.). To neverjetno razkošno Pokrajino, ki je sicer sama le »virtualni« prostor možnosti, omogoča pa velikanski »realni« multiverzum, nam na osnovi teorije strun slika Leonard Susskind: Pokrajina omogoča, vsaj v teoriji, neznansko veliko število možnih vesolij (oz. »možnih načrtov« za vesolja) – nič manj kot 10^{500} [gl. Susskind (1), 21 idr.], tj. število s petsto ničlami za začetno enico, v primerjavi s katerim je število vseh atomov znotraj vsega našega vesoljnega horizonta ($\sim 10^{80}$) le mačji kašelj; te neznanske možnosti Pokrajine, zlasti njene stabilne »doline«, pa naj bi poseljevala <populate> Lindejeva (in podobna) bujno »brsteča« vesolja (tudi o tem več pozneje). – Najbrž boste rekli, da so te teorije malce nore, in morda so res, toda za različne variante multiverzuma, čeprav ne vselej tako razkošnega kot v Susskindovi Pokrajini, se zavzema precej uglednih kozmologov, mdr. zelo izrazito tudi Martin Rees, čigar preudarne misli sem že večkrat navajal. V knjigi *Pred začetkom, naše in druga vesolja* (1997) piše: »Druga vesolja utegnejo biti celo povsem ločena od našega, tako da ne bodo nikoli prišla niti v obzorje naših najbolj oddaljenih potomcev [...] Skupno vsem tem spekulativnim glediščem je to, da vsa pojmujeemo naš veliki pok kot dogodek v veliko večji <grand> strukturi; celotna zgodovina našega vesolja je zgolj epizoda v neskončnem multiverzumu« [Rees (1), 250-51].

Sliši se res fantastično. Toda zakaj sploh multiverzum? Kateri je glavni motiv za uvajanje takšnih teorij? Katera je tista meja, tista uganka, pred katero je obstala kozmologija v fazah (I+II), da je prestopila v fazo (III), iz našega vesolja k mnogim *drugim* vesoljem, med katerimi naj bi bila celotna zgodovina našega »zgolj epizoda«? Glavni (ne pa edini) metodološki oziroma epistemološki razlog za uvedbo multiverzuma je potreba po pojasnitvi »natančne naravnosti« <fine-tuning, dob. »fine uglašenosti«⁸> našega vesolja –

⁸ V *Pomladi*, prvi knjigi *Štirih časov*, smo angl. izraz *fine-tuning* (v pridevniški oziroma deležniški obliki *fine-tuned*, včasih tudi *well-tuned*)

natančnosti, ki je statistično zelo malo verjetna, zato skoraj ne more biti naključna, je pa opaženo dejstvo oziroma cela množica dejstev. Kot sem že omenil, je moralo biti tudi samo napihnjeno v svojih fizikalnih zakonitostih »natančno naravnano«, da je nastalo vesolje, v katerem smo se ducat in več milijard let pozneje rodili mi, *opazovalci*.

Z natančno naravnano vrsto je mišljena vrsta navidezno »srečnih naključij«: 1) ustreznost osnovnih fizikalnih konstant za nastanek našega vesolja in življenja v njem, npr. Newtonove gravitacijske konstante, ki določa moč gravitacijske sile; Planckove konstante, ki je osnovna »merska enota« kvantnega sveta; konstante fine strukture *<fine-structure constant>*, ki določa moč električne privlačnosti med nabitimi delci in omogoča tvorjenje molekul, ter še vrste drugih »prostih parametrov« *<free parameters>* standardnega modela fizike delcev (SM), kot je npr. razmerje med masama protona in elektrona ipd. (*nota bene*: med »prostimi parametri« ni svetlobne hitrosti c , ki ima v Einsteinovi relativnostni teoriji »sistemski«, torej teoretsko nujni status); 2) ustreznost kozmoloških parametrov, predvsem povprečne gostote celotne snovi/energije v našem vesolju (Ω) in slavne, znova aktualne »kozmiološke konstante« (Λ), od katere je odvisno raztezanje vesolja; ter nenazadnje: 3) število prostorskih in/ali tudi časovnih (?) dimenzij (v našem vesolju: $3+1$).⁹ Vrednosti teh konstant in razmerij se namreč znotraj sedanjih, še ne dokončno poenotenih fizikalnih teorij kažejo

prevajali s sintagmo »dobra ubranost (vesolja)« (gl. *Pomlad*, 548 isl.), tudi zaradi lepe konotacije z naslovom znamenitega Bachovega cikla preludijev in fug »Dobro ubrani/naravnani/uglašeni klavir« (v angl. *The Well-Tempered Clavier*); zdaj, v *Jeseni*, pa smo se zaradi boljše pomenske ustreznosti odločili za prevod »natančna naravnano«.

⁹ Martin Rees v knjigi *Le šest števil (Just Six Numbers, 1999)* navaja in obravnava šest osnovnih fizikalnih konstant (parametrov), ki oblikujejo naše vesolje: 1. razmerje med električno in gravitacijsko silo med protoni ($N=10^{36}$), 2. jedrska povezovalna energija kot ulomek energije mirovalne mase ($E=0,007$ oziroma $7 \cdot 10^{-3}$), 3. količina snovi v vesolju v enotah kritične gostote [$\Omega=1$], vključno s »temno snovjo« ($\Omega_m=0,3$ oziroma $3 \cdot 10^{-1}$), 4. kozmološka konstanta v enotah kritične gostote ($\Omega_\Lambda=0,7$ oziroma $7 \cdot 10^{-1}$), 5. amplituda gostote fluktuacij, ki izraža »zrnatost« vesolja ($Q=10^{-5}$), 6. število prostorskih dimenzij ($D=3$ oziroma $3 \cdot 10^0$). [Rees (2), gl. tudi: Carr, 388.] Zdi se, da pri vrednostih teh šestih števil (že potenc, ki v njih nastopajo) ni kakega izrazitega »reda« oziroma »simetrije«.

kot *kontingentne*, kar pomeni, da so pač izmerjene kot tolikšne, tj., niso teoretsko nujne, niso določene s sistemskimi razlogi, vsaj dokler ni (če sploh kdaj bo) odkrita »Teorija Vsega« <*Theory of Everything*> ali »Končna Teorija« <*Final Theory*> – o kateri se govori, bodisi naklonjeno ali kritično že od Einsteina dalje¹⁰ – ta Teorija pa je v polnem pomenu »dokončnosti« komaj verjetna, vsaj v okviru sedanje znanstvene *paradigme*, če uporabim izraz Thomasa Kuhna. »Teorija Vsega« bi namreč morala zaobseči oziroma razložiti tudi *zavest*, »duha« <angl. *mind*>, saj je obstoj zavesti, vsaj na planetu Zemlji, *vesoljno* dejstvo (o nujnosti vključitve zavesti oz. duha v morebitno »Končno Teorijo« zanimivo piše npr. Roger Penrose). Drugače rečeno, »Teorija Vsega« bi morala biti tudi avtorefleksivna, razložiti bi morala tudi samo sebe, svojo lastno teoretsko nujnost (najbrž podobno ali vsaj analogno, kakor so veliki filozofi, najbolj izrazito Hegel, v svoje sisteme vključevali Subjekt). Seveda pa bi takšna sprememba v znanosti segla v samo jedro »galilejske« metodologije, ki uspešno vodi znanost že štiri stoletja, in bi sprožila novo znanstveno in najbrž tudi širšo miselno »revolucijo« z daljnosežnimi, s sedanjega stališča še nepredvidljivimi posledicami (nekaj več o možnosti in problematiki »Teorije Vsega« bom povedal v osmem seminarju).

Zato si tu le zastavimo zelo pomembno, morda celo odločilno vprašanje za današnjo kozmologijo, ki na začetku tretjega tisočletja z drznimi, morda tudi premalo premišljenimi koraki stopa v fazo (III): *Ali je potemtakem nastanek našega vesolja in naš položaj v njem* – položaj, ki je kljub »kozmoškemu načelu«, s katerim je kozmologija v fazah (I+II) postulirala fizikalno homogenost celotnega vesolja, očitno »privilegiran«, vsaj tem pomenu, da smo *opazovalci* (kar seveda ni majhen privilegij) – *rezultat golega naključja?* Razum se ne more sprijazniti z golimi naključji, vselej zahteva

¹⁰ Znani fizik, nobelovec Steven Weinberg je leta 1987 opozoril na dejstvo, da je tako rekoč nemogoče s čistimi teoretskimi razlogi pojasniti empirično zelo majhno vrednost kozmološke konstante (Λ), ki pa sploh omogoča takšno vesolje, v katerem se lahko razvijejo kompleksne fizikalne in biološke strukture ter nazadnje življenje in zavest. Gl. Weinbergovo knjigo *Sanje o končni teoriji* (1993, slov. prev. 1996).

razlago, ki naj naključja pojasni kot posledice nekih splošnih zakonitosti. Zato se moramo vprašati: katere so torej možne razlage natančne naravnosti našega vesolja, kako naj pojasnimo – če za zdaj pustimo ob strani »sanje o končni teoriji« – empirično *očitno* »uglašenosť« izhodiščnih fizikalnih parametrov, ki nam omogoča, da smo tukaj, namreč kot opazovalci, misleča in zavedajoča se bitja? Preostaneta dve vrsti razlage, vsaka od njiju pa ima več različic:

A. TELEOLOŠKA RAZLAGA: natančna naravnost je izraz oziroma manifestacija (ali kar posledica) delovanja nekega umnega smotra <gr. *télos*>, bodisi metafizičnega »smotrnega vzroka« <*causa finalis*> ali teološke »božje previdnosti« <*providentia dei*>. V klasični filozofiji so prevladovale teleološke razlage narave in kozmosa, vendar so postale nepriljubljene z začetki modernega naravoslovja in so s stališča današnje znanstvene paradigme še vedno nesprejemljive. Preveč je še živ spomin na aristotelske finalistične razlage narave, ki so žal služile tudi inkvizitorjem na Galilejevem procesu. Vendar se tu postavlja vprašanje, ki je eno izmed naših osrednjih vprašanj in se bomo k njemu večkrat vračali: kaj pa, če smotrnost ne predpostavlja stvarnika, demiurga, ampak deluje »od znotraj«, brez transcendentne božje osebe, namreč kot *telos*, ki je *immanenten* sami naravi, vesolju?

B. RAZLAGA Z »ANTROPIČNIM NAČELOM« (Brandon Carter, 1974) pa poskuša razložiti natančno naravnost našega vesolja na »naturalističen«, lahko bi rekli evolucijski način – saj je ta razlaga metodološko sorodna (v nekaterih različicah bolj, v drugih manj) darvinistični razlagi nastanka človeka v evolucijskem procesu, čeprav so med biološkim in kozmološkim pojmovanjem »naravnega izbora« tudi bistvene razlike, kot bomo videli v nadaljevanju. O »antropičnem načelu« (AN) sem v *Štirih časih* že pisal (*Pomlad*, 548-69) in tej tematici se bom obširneje posvetil pozneje, zato zdaj povzemam samo bistveno. (AN) v »močni« varianti se glasi:

»Vesolje (tj. osnovni parametri, od katerih je odvisno) mora biti takšno, da dopušča nastanek opazovalcev znotraj sebe na neki [svoji razvojni] stopnji. Če parafraziramo Descartesa: *Cogito ergo mundus talis est* [Mislim, torej svet takšen je]« [Carter, 135].

Pri izvorni Carterjevi formulaciji (AN) je treba razumeti in upoštevati predvsem dvoje: (i) da gre za »naturalistično«, neteleološko razlago natančne naravnosti našega vesolja za nastanek nas, zavestnih opazovalcev, tj. za razlago brez smotrnih razlogov, brez umnega stvarnika in tudi brez kakšne imanentne, v naravi sami prisotne teleologije; (ii) dejstvo, da je svet takšen, kakršen je, namreč primeren za nas opazovalce, nikakor ni vzročna posledica našega opazovanja (niti v pomenu aristotelskega »smotrnega vzroka«, *causae finalis*), ampak je zgolj *logična* posledica dejstva, da smo opazovalci – analogno, kakor v znamenitem Descartesovem stavku *Cogito ergo sum* bivanje moje misleče zavesti ni vzročna, ampak je *logična* posledica mojega mišljenja (kolikor gre v tem stavku sploh za sklepanje). Pri Descartesu misleča zavest s svojim mišljenjem ne ustvarja svoje biti, samo *dokazuje* jo; pri Carterju človek – *anthropos*, čeprav je tu mišljen zgolj kot opazovalec, druge človeške lastnosti za (AN) niso bistvene – s svojim opazovanjem ne ustvarja natančne naravnosti vesolja, samo *razlaga* jo.

Toda davek »antropični« razlagi je *uvredba multiverzuma*, kajti na vprašanje, kako to, da je vesolje tako natančno naravnano, zagovorniki (AN) odgovarjajo, da je naše vesolje pač eno od *mnogih* vesolij, en sam člen multiverzuma, in da mnoga (tako rekoč nešteta) druga, »mrtva« vesolja, kjer ni nobenih opazovalcev, pač niso dovolj natančno naravnana, da bi bila opazovana, kar seveda posledično pomeni, da se v njih prav nihče ne more niti spraševati o njihovi (premalo) natančni naravnosti – in s tem naj bi bila uganka natančne naravnosti *našega* vesolja razrešena: pravzaprav se ni ničemur čuditi, saj si v nekem »mrtvorojenem« vesolju tega (niti nobenega drugega) vprašanja sploh ne bi mogli zastaviti.

Razmislimo še malce globlje o tej nujni metodološki predpostavki, ki jo zahteva (AN): da bi (AN) sploh imelo kako razlagalno vrednost (da ne bi bilo zgolj trivialna tautologija), je torej treba *predpostaviti mnoga vesolja*, multiverzum, v katerem lahko (AN) »izbira« parametre našega vesolja na način »opazovalnega izbora«. Seveda pri tem ne gre za kak aktiven izbor, ampak le za povsem pasivno statistično verjetnost. Poleg tega je treba razumeti, da pri predpostavljenem multiverzumu ne gre zgolj za teoretsko *možne* variante našega vesolja (recimo za logični »prostor možnosti« v stvarnikovem umu, kot je mislil Leibniz), ampak gre za druga vesolja kot ontološko *realne entitete* – ki pa nam niso dostopna (vsaj neposredno ne), saj so *druga* vesolja!¹¹ Ni odveč še enkrat poudariti, da brez predpostavke *realnosti multiverzuma* ne deluje razlagalni »učinek opazovalnega izbora« *<observational selection effect>*, ki pa je nujen za razlago natančne naravnosti z (AN). Glede tega velja analogija z darvinizmom: ne zgolj hipotetični, ampak *realno* najdeni fosili izumrlih, evolucijsko ugaslih vej razvoja so prepričljiv argument za teorijo »naravnega izbora«. *Toda* med darvinizmom in kozmološkimi razlagami z (AN) je bistvena *razlika*: fosili na zemlji so nam dostopni, lahko jih najdemo v našem svetu, medtem ko nam ona druga, »mrtva« vesolja niso dostopna, saj so *druga*, od našega *ločena* vesolja (bodisi v prostoru-času, bodisi nomološko, bodisi kako drugače). V tem kontekstu se spomnimo še na neko bolj klasično pomisel: če premerimo multiverzum s kantovsko kritičnim pogledom, je teza o njegovem obstoju postavljena res *onstran vsega možnega izkustva*, vsaj dokler drugih vesolij izkustveno ne povežemo z našim – toda ali bi potem to še bila *druga* vesolja ali le širše »regije« našega Vesolja?

In zdaj še tretjič potegnimo črto: v razširitvi standardnega modela na multiverzum (III) naletimo na precejšnje težave glede uskladitve teorij o mnogih vesoljih z osnovnimi načeli racionalnosti. Modeli (III) še najbolj ustrezajo načelu sistematičnosti (4), zlasti (po)polnosti kot bistveni prvini sis-

¹¹ S tem, da nam druga vesolja *načelno* niso dostopna, se privrženci multiverzuma ne strinjajo [gl. npr.: Susskind (1), 325 isl.]; več o tem v petem seminarju.

tematičnosti: mnogosvetne teorije v kvantni fiziki in kozmologiji so bolj sistematične in polnejše (v semantičnem smislu) kakor enosvetne, to jim vsekakor moramo priznati. Nadalje je zanimivo, pravzaprav paradokсно, da se zagovorniki multiverzuma in (AN) radi sklicujejo na enostavnost (5), seveda ne na ontološko »varčnost« (5a), ki jo multiverzum eklatantno krši, najbrž kar v obeh variantah, kvalitativni (5a') in kvantitativni (5a''), ampak poudarjajo teoretsko »eleganco«, sicer ne epistemološke (5b'), saj v mnoga vesolja ni ravno »elegantno« *verjeti*, ampak rajši metodološko varianto (5b''), saj jih je lažje, predvsem pa »praktično« *privzeti* v teorijo.¹² Glede kriterija (1), teoretske jasnosti in razločnosti, pa teorije (III) niso kaj dosti na slabšem, morda celo malce na boljšem od (II) in (I), pač odvisno od tega, ali menimo, da je pojem 'multiverzum' v primerjavi s pojmi 'prapok', 'stvarjenje iz nič', 'začetek časa' ipd. – vendarle malce jasnejši?

Pač pa so težave teorij (III) glede zadostnega razloga (2) podobne, samo še hujše, kot smo ugotavljali pri (II), saj je tako pri hipotezi napihnjenja kakor pri vpeljavi multiverzuma glavni razlog zanj njun teoretski *pomen*, se pravi, namen razložiti natančno naravnano nete(le)ološko, medtem ko je razlaga samega multiverzuma (še) povsem hipotetična. Lahko tudi rečemo, da je v razlagi z (AN) *explanans* (tj. realno obstoječi multiverzum) dejansko še manj jaseen od *explananduma* (natančne naravnanoosti), in glede tega ima najbrž prav teistični filozof Richard Swinburne: »[P]ostulirati neskončno mnogo svetov zato, da bi ohranili prednostno interpretacijo neke formule, ki nikakor ni bolj razvidna in preprosta od alternativne razlage [tj. teistične ...], se zdi noro« [Swinburne, 177]. Teorije (III) seveda močno šepajo tudi glede upravičenosti posplošitve

¹² W. V. Quine v članku *O pomnoževanju entitet (On Multiplying Entities, 1970)* piše: »Zdi se, da človekova težnja po sistemu in enostavnosti vodi k vedno novim kompleksnostim« [Quine, 263] ter primerja »pomnoževanje entitet« v matematiki in fiziki. Matematika je v svojem razvoju dodajala »vse bolj čudne vrste [števil], da bi poenostavila teorijo« [*ibid.*]: najprej ulomke, da bi omogočila splošno uporabnost deljenja, potem negativna števila, da bi posplošila odštevanje, pa iracionalna in imaginarna števila ... Toda k tej zanimivi analogiji je treba pripomniti, da imata matematika in fizika kljub prepletenosti vendarle različen epistemološki status v odnosu do »objektivne« (ali rajši izkustvene) resničnosti.

(6), saj poznamo le en sam »primerek«, namreč naše vesolje: kako naj v našem edino znanem vesolju govorimo o drugih, nam neznanih vesoljih? Kako naj posplošujemo fizikalne zakone (pa tudi, še prej, matematične in logične) iz enega samega vesolja na mnoga? Kako naj vemo, katere zakonitosti so univerzalno »medvesoljne«, torej teoretsko nujne, in katere niso? In če smo že pri logiki, lahko izrazimo tudi dvom o logični konsistentnosti (naš kriterij 3) samega *pojma* multiverzuma: mar ne vodi v *regressus ad infinitum*? Če pa neskončni regres prekinemo tako, da postuliramo existenco zadnjega člana hierarhije vse višjih multiverzumov, tj., če uvedemo v teorijo Multiverzum *vseh* multiverzumov (ali »največji« Univerzum), mar nismo s tem pojmom v nevarni bližini tistih logičnih paradoksov, ki jih je Bertrand Russell odkril v teoriji množic in so bili sistemsko obvladani šele z velikim trudom v matematiki in logiki minulega stoletja?

Predvsem pa, kako naj sploh preverimo, ali je hipoteza multiverzuma skladna z dejstvi (7)? Zdi se namreč, da je ni mogoče ovreči – saj je že Popper poudarjal, da eksistenčni stavki niso ovrgljivi –, verificirali pa bi jo lahko samo delno, recimo tako, da bi odkrili vsaj nekaj drugih vesolij (da bi skozi neko »okno« pogledali k »sosedom«), podobno kot smo pred približno sto leti s teleskopi in spektrografi odkrili druge galaksije. Toda razlika med odkritjem neke druge galaksije, recimo Andromede, in nekega drugega vesolja najbrž ni zgolj kvantitativna. Kakorkoli že, zaenkrat je multiverzum še čisto hipotetičen, čeprav njegovi zagovorniki pričakujejo, da bodo raziskave že v bližnji prihodnosti izkustveno potrdile, da poleg našega vesolja obstaja *vsaj še eno* drugo vesolje ('vsaj eno' v pomenu eksistenčnega kvantifikatorja v logiki: eno ali tudi več, morda celo neskončno mnogo).¹³

¹³ Domneve o drugih, »vzporednih« vesoljih naj bi posredno podpirala relativna šibkost gravitacije v primerjavi z drugimi tremi glavnimi silami (elektromagnetno ter šibko in močno jedrsko), ki naj bi bila posledica »uhajanja« gravitacije v druge »3D-brane«, tj. v druge dimenzije (četrto, peto ...) in/ali v druga, vzporedna vesolja, medtem ko naj bi bila elektromagnetna sila »zaprta« v naši brani, in zato drugih dimenzij in/ali vesolij ne moremo videti; po branski M-teoriji naj bi bili fotoni »privezani« v našo brano, gravitoni pa ne [o tem gl. npr.: Greene (2), 460 isl. in 492 isl.; ali Susskind (1), 280 isl.].

Druga vesolja seveda lahko ustvarjamo v računalniku, toda le kako naj vemo, ali resnično obstajajo – kot je v nekem intervjuju lepo rekel znani fizik Freeman J. Dyson o svojih mlajših kolegih: »Članke pišejo hitreje, kot jih lahko berem. Njihova dela so čudovita matematika, toda ali imajo kaj opraviti z resničnostjo, ni prav jasno« [Delo, 2003]. Morda bi kdo od teh mlajših kolegov bolj optimistično pripomnil, da se je v zgodovini znanosti pogosto šele pozneje izkazalo, da imajo sprva povsem abstraktne matematične teorije kar precej »opraviti z resničnostjo« – lep primer so neevklidske geometrije. A tudi če bi dokazali obstoj enega ali več drugih vesolij, kako daleč bi bili še od nepojmljivo »razkošnega« multiverzuma, od tistih »nešteti« vesolij, ki jih potrebujemo za »antropične« razlage! Treba se je namreč zavedati, kaj hipoteza multiverzuma, recimo v Susskindovi varianti, dejansko *pomeni*: pomeni, da bi obstajala tudi takšna vesolja, ki bi se od našega razlikovala, na primer, zgolj po tem, da bi bila v njih vrednost gravitacijske konstante, denimo, za faktor 10^{-10} (desetinko milijardinke) večja ali manjša kot v našem, seveda pa tudi takšna vesolja, v katerih bi bila razlika še večja ali manjša – in ob tem si lahko zamislimo, koliko je variacij samo za Reesovih »šest glavnih« fizikalnih konstant oziroma kozmoloških parametrov! Le takšno silno, nepojmljivo in tudi strašljivo število vesolij bi namreč omogočilo, da bi »učinek opazovalnega izbora« v razlagah z (AN) lahko »izbral« tako zelo natančno naravnost izhodiščnih parametrov in razmerij, ki jo *logično* implicira obstoj nas, opazovalcev, vesoljnih »izbrancev«. In če o vzporednih vesoljih spekuliramo še dalje in se obenem ozremo k fantastični (v Borgesovem pomenu) Everettovi »mnogosvetni« interpretaciji kvantne mehanike, na katero se radi sklicujejo tudi sodobni privrženci kozmološkega multiverzuma, na primer Susskind, pridemo nazadnje do vprašanja: ali *obstaja* tudi takšno drugo vesolje, ki se od našega razlikuje *po enem samem samcatem atomu* (ali celo kvarku, fotonu, nevtrinu ...)? Mislim, da nam tu postane jasno, da se mora naše spraševanje, še prej pa odgovarjanje vendarle nekje ustaviti.

Se je torej treba vrniti h kaki teleološki varianti? Morda res, in osebno mi je ta možnost bližja od uvajanja multiverzuma. Težko bi se strinjal z Reesovo pripombo, češ da je nagnjenje k »enostavnim kozmologijam v smislu Ockhamove britve morda enako kratkoviden predsodek kakor Galilejevo vztrajanje pri krogih v polemiki s Keplerjem« [Rees (2), 156], saj gre pri slednjem vendarle za precej drugačno epistemološko (ne le historično) situacijo kot pri sodobnih teorijah multiverzuma; in tudi primerjava z mnogimi svetovi (»oblami«, tj. zvezdami, planeti) Giordana Bruna, ki jih je ta renesančni mislec videl v duhu *znotraj enega* neskončnega *univerzuma* (gl. *Pomlad*, 577-78), ni povsem primerna kot historični argument za sprejemljivost sodobnega multiverzuma. Toda – ali obstaja kakšna »tretja pot« razlage natančne naravnosti našega vesolja, namreč poleg božjega načrta in neizmerne multiverzuma, morda nekje sredi med njima (če spet odmislimo »Končno Teorijo«, ki naj bi *nekoč* razložila prav vse, tudi samo sebe)? Eno izmed srednjih poti išče fizik in filozof Paul Davies, o njegovi poti bom še večkrat govoril, saj mi je po »strateški« usmeritvi blizu. Ne smemo namreč pozabiti, da ni nujno, da bi bila vsaka teleološka rešitev že *eo ipso* klasično-teološka, namreč teistična – ni nujno, da teleologija narave oziroma vesolja vključuje Boga kot stvarnika, kot osebo, namreč v pomenu, kakor te pojme razume tradicionalna teologija. Saj vendar premalo vemo, kaj sploh pomeni *božja* oseba, volja, razum ... in v zgodovini smo vse preveč prenašali lastnosti nas samih na Boga. Zato mi je od klasičnega teizma bližji *panteizem*, predvsem takšen, ki vključuje razvoj in svobodno voljo, ali pa – če je izraz 'panteizem' preveč historično obremenjen – *monizem* narave in duha, njuna identiteta v razvoju. S tega filozofskega stališča je smoter, *telos*, vseskozi vsebovan v vesolju kot njegov imanentni *logos*, iz katerega in v katerem se razvija *kozmos*.

Prvi pogovor

OB PRVEM KRAJCU

Mojster Bruno in mladi mož Janez, profesor in študent filozofije, sedita pri mojstru doma na Krasu, v njegovi »viteški sobi«, kakor je Marija imenovala Brunovo knjižnico in pisateljsko delavnico. Knjige segajo vse do slemena, do »konja«, kot pravijo nosilnemu ostrešnemu tramu. Skozi obokano okno prihajajo vonji z vrta in glasovi iz vasi. Trgatev se je začela, danes je sobota in ljudje imajo čas, tudi sorodniki in prijatelji so prišli pomagat. Najprej je na vrsti belo, potem črno. Kraševci so zadovoljni, teran bo letos ravno prav trpko sladek. V Brunovem vinogradu, za katerega skrbi Angel, je le kakih tristo trt, ravno prav za domače potrebe (sam Anželo le redko popije kak kozarček, ima pa veselje z vinogradom). Trgatev torej lahko opravijo v enem samem dnevu in Angel se je odločil, da počakajo do prihodnje sobote. Sončni žarki in blago sijočem septembru božajo kamne, liste in obraze.

Bruno nalije čaj v skodelico z modrim angleškim vzorcem. Zdaj pa k stvari: rekel si, da bi me rad kaj povprašal o mojem prvem seminarju.

Janez. Ja, marsikaj mi ni bilo jasno, čeprav sem razumel vaše glavne poudarke in vašo usmerjenost v metodološka vprašanja kozmologije kot racionalne znanosti. Po predavanju sem se pogovarjal s kolegi, šli smo na pivo, in tam je bil posebej zgovoren neki absolvent, ki se poteguje za vlogo tutorja, saj veste, da se zdaj uvajajo tutorji ... no, in ta kolega se je navduševal za Kuhna in Feyerabenda, češ da sta razkrinkala vso ideološkost analitične filozofije in nasploh kapitalistične znanosti ...

Bruno se muza. O, pa ja!

Janez. ... potem je iz torbe potegnil izvod *Analize* s prevodom »Tez za anarhizem«, v katerih Feyerabend primerja epistemološki anarhizem z dadaizmom: ne le da nima programa, temveč je proti vsem programom, proti vsaki racionalni

metodi – vsaj tako sem razumel – in če navajam po spominu, pravi tudi, da je anarhistovo »najljubše razvedrilo spravljanje racionalistov v zadrego z izmišljanjem očarljivih razlogov za nerazumne doktrine« [Feyerabend (2), 136]. Kaj vi mislite o tem, mojster? V predavanju niste omenili Feyerabenda, omenili pa ste Kuhna ...

Bruno viha obrvi. Hm ... vsekakor sta oba zanimiva in Feyerabend je še zabaven povrhu, kar je pravzaprav redka vrtilina med analitičnimi filozofi (če mednje sploh še sodi), vendar je za filozofske misli bolj pomembno, da so resnične, kot da so zabavne ... No, kar se mene tiče, bolj cenim Kuhna, ki je s pojmom »znanstvene paradigme« vnesel nov pristop v sodobno filozofijo znanosti. Sprejemam pa tudi nekatere Feyerabendove zamisli o odnosu med kulturo, družbo in znanostjo, če jih ne razumemo zgolj kot anarhistične provokacije.

Janez. Bi mi lahko povedali kaj več o Kuhnu in Feyerabendu?

Bruno stopi h knjižnici, vzame s police dve knjigi, Strukturo znanstvenih revolucij Thomasa Kuhna in Proti metodi Paula Feyerabenda, ju prinese k mizi, polista po prvi, premišljuje, jo odloži, odprto nekje na začetku, potem pa si s počasnimi, preudarnimi in vselej malce odsotnimi kretnjami prižiga pipo.

Bruno. Prav, začela bova s Kuhnem. V *Strukturi znanstvenih revolucij* (1962) je začrtal pojme »znanstvene paradigme«, »normalne znanosti« in »znanstvene revolucije«, ki nastopi ob spremembi paradigme, potem ko normalna znanost pride v krizo. Najbolj znan in očiten primer takšne spremembe je Kopernikov obrat od geocentričnega k heliocentričnemu sistemu, ki je naznanjal širšo znanstveno revolucijo na začetku novega veka, preobrat iz klasične aristotelske v novoveško, »galilejsko« znanstveno paradigmo, ki prevladuje vse do dandanes. Toda v našem času, pravzaprav že od začetka minulega stoletja dalje (z relativnostno teorijo, predvsem pa s kvantno mehaniko in kozmologijo kakor tudi z razvojem

kognitivne znanosti) so se začele kazati razpoke v galilejski znanosti, čeprav je oblikovanje nove znanstvene paradigme, ki jo nekateri preroki »nove dobe« dokaj nekritično naznanjajo, najbrž še daleč, za zdaj se le naznanja na obzorju kot neka slutnja, potreba po novi celovitosti, po renesansi zavesti in duha v naravi in kozmosu.

Janez. Katere so te razpoke?

Bruno. Razpoke in vrzeli v novoveški znanstveni paradigmi so različne, najbolj pa se kažejo ravno pri metodoloških vprašanjih, na primer pri nezdržljivosti relativnostne teorije s kvantno mehaniko ali pri nezmožnosti razložiti zavest v okviru sedanjih filozofsko-znanstvenih kognitivnih modelov. Osnovna značilnost novoveške znanstvene metodologije je vztrajanje pri *enoviti*, »objektivni« metodi, toda kljub načelom racionalnosti, o katerih sem govoril, se vse bolj neizogibno zastavlja vprašanje, ali takšna razlaga sveta ustreza raznolikosti in »subjektivnosti« našega izkustva.

Janez. Torej se Kuhn zavzema za subjektivnost v znanosti?

Bruno. To ravno ne, pravi pa, da se »na dani sklop podatkov lahko vedno postavi več kot en teoretični konstrukt« [Kuhn, 77], in če to razumemo v zgodovinski perspektivi, je »spraševanje o možnem drugačnem rezultatu revolucij lahko zelo poučno« [*ibid.*, 148]. Kajti prepričanje v eno in edino možno »normalno znanost« – ki pa jo je, *zgodovinsko* gledano, zadnja znanstvena revolucija postavila za novo vladajočo paradigmo – to prepričanje, globoko zakoreninjeno pri večini uspešno prilagojenih znanstvenikov, »ne določa le, katere vrste entitet univerzum vsebuje, temveč tudi, katerih ne vsebuje« [*ibid.*, 17-18], ali pa vsaj to, katere entitete so znanstveno relevantne in katere niso. Ob spoznanju, da znanost s svojo metodo določa tudi svoj predmet, pa se zastavlja vprašanje, ali je *zavest* (človeška, morda tudi vesoljna) znanstveno relevanten »predmet« raziskave? Kaj pa *subjekt*, *sámozavedanje*, *duh*?

Janez. Po mojem vsekakor!

Bruno. Da, toda po drugi strani je treba takoj dodati, da je »novodobno« povečevanje »čutenja«, »intuicije«,

»duhovnosti« *nasproti* razumu hudo zmotno. Razum je za znanost nadvse dragocen, nepogrešljiv! Kuhn se je zavedal ranljivosti razuma, ki si je zadnjih nekaj stoletij z velikimi napori pridobil veljavo v znanosti in vsaj formalno tudi v družbi, zato je dobro razumel vztrajanje večine znanstvenikov pri galilejski paradigmi in njihovo zaupanje v »normalno znanost«.

Janez. Torej so sodobniki razumeli Kuhna preveč revolucionarno?

Bruno. Ja, in zato je v *Postskriptu* k novi izdaji *Strukture znanstvenih revolucij* leta 1969 bolj eksplicitno poudaril vlogo in pomen »normalnosti« za napredek znanosti, čeprav je seveda vztrajal pri svoji osrednji misli, namreč da se glavni preboji zgodijo ravno v »revolucijah«, ob spremembah paradigem. Filozof znanosti naj torej usmeri pozornost predvsem na te točke prehoda, ki jih lahko primerjamo s spremembami v vidnih *gestaltih*: »znamenja na papirju, ki so najprej videti kot ptice, postanejo antilope ali obratno« [Kuhn, 85]. Toda kriza mora biti res zelo globoka, da pride do splošnega preloma, kajti: »Zavrni eno paradigmo, ne da bi jo hkrati nadomestili z drugo, pomeni zavrniti znanost samo. To dejanje se ne odraza na paradigmi, temveč na človeku. Njegovi kolegi bodo nanj neizogibno gledali kot na 'tesarja, ki se pritožuje nad svojim orodjem'« [*ibid.*, 80].

Janez. Ali Kuhn govori o spremembi znanstvene paradigme na začetku novega veka ali o današnjem stanju?

Bruno. O obojem: najpomembnejša zgodovinska sprememba paradigme je sama »paradigmatična« tudi za sedanje stanje v znanosti. Pri Koperniku, Galileju, Keplerju, Newtonu, Darwinu in drugih utemeljiteljih moderne znanosti se lahko učimo ne le v znanstvenem, ampak tudi v filozofsko-metodološkem pogledu: takšne spremembe paradigem, kot so se zgodile v preteklosti, se načeloma lahko zgodijo tudi v sedanjosti in prihodnosti. Kuhn pravi, da je ena največjih pomanjkljivosti sodobnih naravoslovnih učbenikov ravno odsotnost zgodovinske refleksije razvoja znanosti. Tej nevarnosti, zanemarjanju zgodovine, deloma podlega tudi sodobna analitična filozofija, vsaj tista, ki se metodološko

vzoruje po »normalni znanosti« in pojmuje filozofsko delo predvsem kot »reševanje filozofskih vprašanj« oziroma tistih »ugank«, ki jih znanost (še) ne zmore rešiti sama.

Janez. Mojster, ali filozofija napreduje, tako kot znanost?

Bruno. Filozofija napreduje, vendar drugače kot znanost, ne časovno, ampak duhovno, v vselej živi sočasnosti, v kateri živi.

Janez. Torej moramo poznati njeno zgodovino, da bi v njej napredovali?

Bruno. Seveda, še toliko bolj, kot mora znanstvenik poznati zgodovino svoje stroke, da bi lahko o njej celovito razmišljal in se morda odločil za novo paradigmo.

Janez. Potemtakem se s Kuhnom v glavnem strinjate?

Bruno. Večidel se strinjam z njegovimi ugotovitvami, vendar Kuhn ne odgovori dovolj jasno na vprašanje, ali je znanost napredujoča, »zbirajoča«, kumulativna, in če je, na kakšen način to dosega. Navajeni smo namreč, da razumemo zgodovinski napredek znanosti kot nekakšen samoumeven aksiom, rečemo si: če sploh kaj človeškega napreduje iz roda v rod, potem je to znanost! Kajti kakšen smisel bi imelo znanstveno iskanje resnice, če ne bi z razvojem »zbiralo« in izpopolnjevalo svojih spoznanj? Mar ni ravno epistemološka kumulativnost bistvena lastnost in odlika znanosti v primerjavi z umetnostjo, religijo, filozofijo (ki imajo seveda druge odlike)? Znanost se ne more odreči napredku, če hoče ostati znanost. Toda Kuhn v znanstvenem napredku ne vidi nič posebnega, saj se v zadnjem poglavju svoje znamenite knjige sprašuje: »[Z]akaj naj bi podvzete, ki smo ga opisali [tj. znanost], enakomerno napredovalo, drugače od, denimo, napredovanja umetnosti, politične teorije ali filozofije? Zakaj je napredek privilegij, ki je skoraj izključno pridržan znanstvenim dejavnostim?« [Kuhn, 143].

Janez. Pa je napredek sploh privilegij?

Bruno se nasmehe. Jaz bi rekel, da je napredek le *relativen* privilegij, saj je, gledano *sub specie aeternitatis*, prej primanjkljaj kot privilegij. Toda Kuhn ni zanikal kumulativnega razvoja znanosti iz kake platonske perspektive, ampak zato, ker je hotel zavrtni »mit« o njenem nenehnem napredova-

nju k popolnemu, absolutnemu spoznanju. Kljub temu pa je zagovarjal *kontinuiteto* znanosti: »[N]ova paradigma mora obljubljeni, da bo ohranila velik del sposobnosti reševanja problemov, ki so jih v znanosti nakopičili njeni predhodniki« [Kuhn, 150] – in »neka vrsta napredka bo nujna značilnost tako dolgo, dokler bo obstajala znanost« [ibid.]. Žal s tem ni odgovoril na vprašanje, kaj je bistvo znanstvenega napredka, če ni kumulativen.

Janez. Koliko pa je bilo že teh zgodovinskih »sprememb paradigem«, znanstvenih revolucij? Le ena sama ali več?

Bruno trka pepel iz pipe. Da, dobro si vprašal. Problem je v tem, da Kuhn ni nikoli povsem natančno opredelil, kaj je paradigma. Pojem paradigme ima predvsem vlogo »velike metafore«, kot ugotavlja Andrej Ule v spremni besedi k *Strukturi znanstvenih revolucij* [gl. Kuhn, 208]. Po Kuhnu je paradigma sama postala »paradigmatičen« izraz za najširši pojmovni oziroma spoznavni okvir. Ostaja pa vprašanje, kako širok je ta okvir, kaj vse zaobsega. Ali lahko govorimo o prelomih paradigem v vsaki posamezni znanosti (na primer, v astronomiji s Kopernikom, v fiziki z Galilejem in Newtonom, v biologiji z Darwinom, v politični ekonomiji z Marxom, v psihologiji s Freudom itd.) – ali gre pri tem le za različne področne načine *istega* preloma paradigme, namreč »revolucije« od klasične k moderni znanosti? Osebo se bolj nagibam k interpretaciji, da je novoveška (in moderna) znanost nastala z enim samim bistvenim prelomom, ki pa se je historično zgodil večkrat zaporedoma, pač odvisno od tega, kako izoblikovana je bila v metodološkem pogledu vsaka posamezna znanost.

Janez. Toda če je bila v vsej zgodovini znanosti, strogo vzeto, doslej *ena sama* sprememba paradigme, namreč novoveška, ko se je znanost, kot jo poznamo danes, šele porodila – kako potem lahko Kuhn iz tega doslej zgolj *enkratnega* preloma sklepa karkoli o sedanji in prihodnji usodi znanosti? Ali ni to očitno neupoštevanje tistega racionalnega načela, ki ste ga imenovali »upravičenost posplošitve«?

Bruno kima. Seveda, prav imaš, dobro sklepaš ...

Janez se je spremenil od junija, ko sta se z Brunom poslovila v Ljubljani, pred fantovim odhodom k izgubljeni Dragi v Pariz. Njegov obraz ni nič manj blag, njegovi gibi so še vedno zadržani, oči še vedno goreče, a vendar je iz Janezovih besed, pravzaprav iz celotne drže očitno, da se je v nekaj mesecih prelevil iz negotovega mladeniča v mladega moža; njegovo pomladno wertherjevsko svetობolje se je umaknilo bolj možati odločnosti in samozaupanju, ki pa nista izbrisala tiste občutljivosti, s katero si je bil pridobil mojstrovo naklonjenost.

Janez nadaljuje, zavzeto. Kaj pa menite o Feyerabendu, mojster?

Bruno vzame v roke knjigo Proti metodi in polista po njej. Kljub temu da se s Feyerabendom v marsičem ne strinjam, mi je po svoje simpatičen. Sprašujem se, kako ohraniti spoznavni pluralizem brez njegovega anarhizma.

Janez. Hočete reči, da je njegova anarhistična kritika znanosti neupravičena?

Bruno. Ja, v marsičem je pretirana, včasih tudi bizarna. Na primer, ko v svoji ihti, usmerjeni proti Galileju, ki mu namenja precejšen del knjige, malone zagovarja inkvizicijo ali pa ko primerja sodobno znanost z vudujsko magijo ...

Janez. Tako daleč gre?

*Bruno. Marsikdaj ga zanese res predaleč, to je pozneje tudi sam opazil in se popravljaj – vendar je vztrajal pri svoji radikalno anarhični držji. Upoštevati pa je treba, da je Feyerabend pisal knjigo *Proti metodi* kot polemiko s svojim prijateljem »racionalistom«, Imrejem Lakatosem (sprva sta bila oba Popperjeva učenca), tako da je njegov napad na racionalizem najbrž ostrejši, kot bi bil sicer; Feyerabendova kritika znanosti in Lakatosev odgovor naj bi bila izšla, kot je bilo prvotno zamišljeno, v isti knjigi, vendar je Lakatos prekmalu umrl. Feyerabend je nadaljeval polemiko z njim še pozneje, saj je tudi v »Tezah o anarhizmu«, ki jih je tvoj kolega izvlekel iz malhe, zapisal: »Niti Lakatos in tudi nihče drug ni pokazal, da je znanost boljša od čarodejstva in da znanost napreduje po racionalni poti« [Feyerabend (2), 138].*

Janez. Res precej noro ... Kaj pa je bistvo Feyerabendovega anarhizma?

Bruno. Že v uvodu pravi, da je »veder anarhizem tudi človeško prijaznejši in ustrežnejši za spodbujanje napredka od koncepcije 'reda in zakona'« [Feyerabend (1), 7], in se pri tem, dokaj značilno, navezuje tudi na komunistične klasike (ki sicer niso preveč marali anarhizma), na primer na Lenina in Brechta. Seveda se ima Feyerabend za idejnega, ne za političnega revolucionarja, nima se za anarhista v Bakuninovem pomenu, zato pojasnjuje: »Pričujoči esej je bil napisan v prepričanju, da anarhizem morda ni ravno najprivlačnejša politična filozofija, toda gotovo je odlično zdravilo za *znanosti* in *filozofijo*« [ibid.]. Posebno gorak je sodobni znanstveni izobrazbi (sam je študiral matematiko, astronomijo in zgodovino na Dunaju ter filozofijo v Londonu, bil pa je tudi nadarjen pevec, glasbenik, igralec, režiser – v tej svoji raznolikosti spominja na Wittgensteina): »Znanstvena izobrazba [...], kot jo izvajajo na naših univerzah [mislil je predvsem na ameriške, sam je bil profesor na Berkeleyu], je do človeka sovražna, nasprotuje kultiviranju individualnosti [...] in hoče ustvariti človeka brez izrazitega značaja in s silo« [ibid., 11]. Ni čudno, da so mu ploskali revolucionarni študentje leta 1968. Seveda pa ni glavno zlo v študijskih programih, ki so zgolj posledica globljega, metodološkega, »paradigmatskega« problema. Feyerabend kritizira metodologijo kot »prisilni jopič«, zavrača vsako sistematično, enovito in dosledno znanstveno metodo, saj »ne obstaja niti eno samo samcato pravilo, četudi je še tako prepričljivo in spoznavnoteoretsko zasidrano, ki v nekem trenutku ne bi bilo kršeno« [ibid., 13]. Pogosto se zgodi, da »argumentacija izgubi svojo naravnost naprej in postane ovira napredka« [ibid., 14], in navsezadnje »obstaja samo eno načelo, ki se ga da zagovarjati v vseh okoliščinah in v vseh stadijih človekovega razvoja. To načelo je: *Anything goes*« [ibid., 21]. Fraza *anything goes* (»Vse gre skozi«) nastopa večkrat v knjigi *Proti metodi* in je tako rekoč postala Feyerabendova blagovna znamka.

Janez. Mar ni to anarhistično načelo samo v sebi protislovno, podobno kot radikalni skepticizem? Če velja *anything*

goes, potem velja tudi zanikanje tega načela: »Ni res, da gre vse skozi«, tj., so stvari, ki ne »grejo skozi« ...

Bruno pritrjuje. S klasičnega logičnega vidika imaš prav, toda Feyerabendov spoznavni anarhizem se izmuzne načelu *tertium non datur*, podobno kot radikalni skepticizem, na primer Pironov v antičnem času. Anarhist bi ti namreč odvrnil: ja, tudi tvoja logika, čeprav je nasprotna moji, »gre skozi«, zakaj pa ne? V knjigi *Proti metodi*, pa tudi v »Tezah o anarhizmu« – kot si že sam rekel – Feyerabend primerja svoj epistemološki anarhizem z dadaizmom v umetnosti: »ne samo da nima nobenega programa, temveč je tudi proti vsakemu programu« [Feyerabend (1), 218], tako da se distancira tudi od skeptika: »Za skeptika so vsa pojmovanja bodisi enako dobra bodisi enako slaba ali pa se sploh vzdrži takšne sodbe; nasprotno se epistemološki anarhist ne sramuje braniti sodbo, ki je najbolj trivialna in ki najbolj razkači« [*ibid.*]. Feyerabend je nekakšen *enfant terrible* v teoriji znanosti in si lahko privoščiti, da zagovarja katerokoli misel, kajti: »Nobena misel ni tako stara ali absurdna, da ne bi mogla izboljšati našega znanja« [*ibid.*, 43]. Lahko pa tudi ugovarja prav vsemu. In odkrito priznava, da njegov anarhizem vodi v čisti subjektivizem, ko pravi, »izbiram na skrajno individualen in subjektiven način, [...] ker sem prepričan, da ima človeštvo in celo znanost korist od tega, če vsakdo počne to, kar mu resnično ustreza« [*ibid.*, 252].

Janez. Ampak če ne sprejmeva Feyerabendovega načela *anything goes*, v čem se lahko z njim sploh strinjava?

Bruno guba čelo. Lahko se načelno strinjava z njegovim metodološkim pluralizmom, s poudarjanjem zgodovinskih in človeških vidikov znanosti – nanje morava biti še posebej pozorna pri takšnih »mejnih« znanostih, kot je kozmologija. V tem pogledu je Feyerabendova kritičnost do sodobne »standardne« znanosti precej upravičena. Prav ima, tudi ko opozarja na medsebojno povezanost dejstev in teorije, izkustva in jezika, čeprav to opozorilo ni kaj posebno novega, saj je konstitutivna moč znanstveno-teoretskih pojmov znana že od Kanta dalje, vse do Kuhna in Lakatosa. Kljub temu pa kritika pozitivizma ni nikoli odveč, saj je v znanosti še vedno

precej zakoreninjen in se pogosto izraža kot »načelo avtonomije« dejstev, proti kateremu Feyerabend pravi: »Dejstva in teorije so veliko tesneje povezana, kot to hoče priznati princip avtonomije« [Feyerabend (1), 33]. Ali pa: »Priznati je treba, da svet, v katerem živimo, ne samo spoznavamo, temveč ga s svojim spoznavnim procesom tudi neprestano na novo ustvarjamo« [*ibid.*, 323]. Zato da bi lahko vsaj nekoliko razumeli vso kompleksnost in raznolikost sveta, moramo v naše spoznavne postopke »vpeljati alternativne jezike opazovanja« [*ibid.*, 84], na primer »materialistični, fenomenološki, objektivno idealistični, teološki itd.«, in primerjalna presoja teh jezikov se »lahko začne šele tedaj, ko jih vse govorimo enako tekoče« [*ibid.*].

Janez. Toda kdo bi jih lahko dandanes govoril vse enako tekoče? Ali ne bi bil tak poliglot pravzaprav nekakšen amater v vsem, o čemer bi govoril?

Bruno. Čeprav ni lahko, je treba najti neko pravo, srednjo pot med akademskim profesionalizmom in svobodnjaškim amaterizmom. Le tako lahko ohranjamo svojo človeško raznolikost: »Za objektivno spoznanje potrebujemo veliko različnih idej; in metoda, ki podpira raznolikost, je tudi edina združljiva s humanističnim pojmovanjem« [Feyerabend (1), 41].

Janez. Hočete reči, da jo je Feyerabend našel?

Bruno. Dokončno je ni našel, jo je pa vsaj iskal. In upravičeno je opozarjal, čeprav morda za akademski okus preveč hrupno in vihravo – ampak le kako drugače? –, da mora znanost ohranjati predvsem *človečnost*: »Pri kritiki predpostavk, na primer, bi lahko opozorili na to, da mi (in to pomeni prijazni ljudje med nami) kljub vsemu napredku nečesa vendarle *nočemo* spremeniti: naše človečnosti« [Feyerabend (1), 85]. Odprl je nov prostor *znotraj* analitične filozofije znanosti, človeško in družbeno kritičen prostor, ki je bil dotlej domena pretežno tistih humanistov, ki sodobno znanost že *a priori* zavračajo v imenu »človeka«, »osebe«, »eksistence«, »svobode« in v njej vidijo predvsem »odtujitev«, »nepripravnost bivanja«, instrumentalizem, podrejanje kapitalu ipd. Feyerabend pa je, kljub svojim ekscesom,

vnesel v samo metodologijo znanosti imaginacijo, pesniško in sanjsko; nekje pravi – in to je ena njegovih najlepših misli – da je »potreben sanjski svet, da bi spoznali lastnosti dejanskega sveta, za katerega verjamemo, da v njem živimo« [Feyerabend (1), 26].

Janez. To je pa res lepo rečeno!

Bruno. Ja, ampak s svojim »umetniškim«, »dadaističnim«, anarhističnim pristopom do znanosti si je seveda med kolegi nakopal mnogo jeznih kritikov ter se praktično izločil iz »resne« znanstvene srenje. Le kako bi lahko kak resen znanstvenik mirno sprejel Feyerabendovo trditev, da »med miti in znanstvenimi teorijami ni razlike, ki bi se jo dalo jasno izraziti« [*ibid.*, 341] – saj vsi jemljejo to razliko kot samoumevno, toda ko jo je treba jasno opredeliti, so pogosto v zadregi. Najbrž pa se tudi midva ne moreva strinjati s Feyerabendovo mislijo (čeprav je navržena mimogrede, v opombi), češ da »moramo svetovne nazore *Biblije*, *Epa o Gilgamešu*, *Iliade*, *Edde* opazovati kot polno razvite *alternativne kozmologije*, ki jih lahko uporabimo za spremembo 'znanstvenih' kozmologij neke dobe in kazanje njihovih meja« [*ibid.*, 43]. Takšno izenačevanje starih, sicer veličastnih kozmoloških epov in sodobnih kozmoloških teorij vodi v popoln spoznavni relativizem in kaos, obenem pa nehote podpira novi religiozni fundamentalizem, ki verjame in pridiga (predvsem v Ameriki), da je Bog resnično ustvaril svet v šestih dneh in da so vsi fosili in geološki sloji zgolj hudičevo slepilo (ali v najboljšem primeru, dobrohotna iluzija, ki jo vsemogočni stvarnik seveda lahko pričara ubogemu človečku) ... Pravzaprav je Feyerabend tragična figura v sodobni filozofiji znanosti: njegovo iskanje »pluralistične metodologije« ga je odneslo med neresneže in fantaste.

Janez premišljuje. Ali se vam ne zdi, mojster, da je Feyerabend le nadaljeval in radikaliziral Kuhново relativizacijo znanosti, da je svoj spoznavni anarhizem pravzaprav izpeljal iz teorije sprememb paradigem?

Bruno. Deloma že, vendar je proti Kuhnu tudi polemiziral, predvsem v tem smislu, češ da je Kuhn s teorijo medsebojno ločenih paradigem preveč potrgal vezi med različnimi

spoznavnimi metodami in jeziki: »Kuhn meni, da razumevanje med različnimi paradigami ni mogoče, in tako najde dodaten razlog za svojo zahtevo normalne znanosti; jaz pa pravim, da se znanstveniki iz različnih paradigem lahko zelo dobro razumejo, in sklepam, da stabilnost smisla za razumevanje ni potrebna« [Feyerabend (1), 326]. Ne verjame v Kuhново »normalno znanost« in pravi, da niti znotraj posameznih paradigem ni potrebna »stabilnost smislov«, saj je razumevanje mogoče tudi v različnosti, nestabilnosti smislov. Ampak – če midva o tem premišljujeva dalje – ta srečavanja v različnosti morajo vendarle imeti neki skupen horizont: kje naj bi se sicer misli sploh srečavale? Skupni *logos*, istost-v-različnosti, ostaja pri Feyerabendu ne(do)mišljen, sicer pa s tem ni kaka izjema med sodobnimi filozofi, saj skupnega *logosa* mnogi niti ne iščejo več.

Janez. Torej ga bo treba domisliti!

Bruno, zamišljeno. Kaj?

Janez. Skupni *logos*.

Bruno se zasmeje. Aja, seveda ... sicer pa to že ves čas poskušam.

Janez. S platonizmom?

Bruno. Ja, predvsem pa z duhom.

Ob teh sklepnih taktih pogovora mojster vstane, pospravi knjigi nazaj med vrstnice in stopi k oknu. Iz sosednje domačije se sliši mlin, ki melje grozdje.

Bruno. Greva na sprehod med vinograde ... še kako uro imava, Marija bo ob sedmih pripravila večerjo.

Janez. Bo z nami tudi Cecilija?

Bruno pomežikne. Mislim, da bo.

Janez zardi. Že od pomladi je nisem videl.

Bruno. Morda nam bo tudi kaj zapela.

Janez, veselo. To bi bilo pa res lepo!

Po potki onstran vrta se Angel vrača v vas in jima od daleč maha s klobukom.