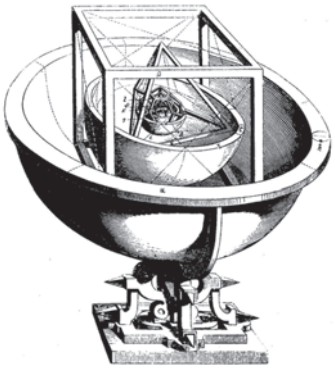
MODELI SVETA



POLIGRAFI

številka 63–64 • letnik 16, 2011

UREDIL MARKO URŠIČ

P O L I G R A F I

Glavni urednik: Lenart Škof (Univ. na Primorskem)
Uredniški odbor: Igor Škamperle (Univ. v Ljubljani), Mojca Terčelj (Univ. na Primorskem), Miha Pintarič (Univ. v Ljubljani), Anja Zalta (Univ. v Ljubljani), Rok Svetlič (Univ. na Primorskem)

Pisarna uredništva: Dr. Lenart Škof, Univ. na Primorskem,
Fakulteta za humanistične študije Koper, Titov trg 5, SI-6000 Koper, Slovenija
Telefon: +386 5 6637 744, Faks: + 386 5 6637 742, E-mail: lenart.skof@fhs.upr.si
http://poligrafi.nova-revija.si

Številka 63–64, letnik 16 (2011)
M O D E L I S V E T A
Uredil: Marko Uršič

Mednarodni uredniški odbor
Th. Luckmann (Universität Konstanz), David Kleinberg-Levin (Northwestern University), R. A. Mall (Universität München), M. Ježić (Filozofski fakultet, Zagreb), D. Louw (University of the Free State, Bloemfontain), M. Volf (Yale University), K. Wiredu (University of South Florida), D. Thomas (University of Birmingham), M. Kerševan (Filozofska fakulteta, Ljubljana), F. Leoncini (Università degli Studi di Venezia), P. Zovatto (Università di Trieste), T. Garfitt (Oxford University), M. Zink (Collège de France), L. Olivé (Universidad Nacional Autónoma de México), A. Louth (Durham University), P. Imbert (University of Ottawa), Ö. Turan (Middle-East Technical University, Ankara), E. Krotz (Universidad Autónoma de Yucatán / Universidad Autónoma de Metropolitana-Iztapalapa), S. Touissant (École Normale Supérieure), B. Mezzadri (Université d'Avignon), A. Bárabas (Instituto Nacional de Antropología e Historia, Oaxaca), Marko Uršič (Univ. v Ljubljani)

Recenzije knjižnih izdaj: Tomaž Grušovnik, Univ. na Primorskem, ZRS Koper
Garibaldijeva 1, SI-6000 Koper, Slovenija
Phone: +386 5 6637 700, Fax: + 386 5 6637 710, E-mail: tomaz.grusovnik@zrs.upr.si
Oblikoval: Peter Skalar, Tehnično urednil: Rok Predan
Slika na naslovnici: Johannes Kepler, Model Osončja, *Mysterium cosmographicum,* 1596

ISSN 2232-2833

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

113/119(082)(0.034.2)

MODELI sveta [Elektronski vir] / uredil Marko Uršič. - El. knjiga. - Ljubljana : Nova revija, 2011. - (Poligrafi, ISSN 2232-2833 ; letn. 16 (2011), št. 63-64)

Način dostopa (URL): http://poligrafi.nova-revija.si/

ISBN 978-961-6580-95-3

1. Uršič, Marko, 1951-

259545600

Revija je vključena v naslednje mednarodne baze: The Philosopher's Index, Cobiss
Izdaja in Copyright ©: Nova revija d. o. o., Časopisno in založniško podjetje
Cankarjeva 10b, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
Telefon: +386 1 2444 560, Faks: +386 1 2444 586, E-mail: info@nova-revija.si
Poligrafi so izdani s pomočjo Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo in Ministrstva za kulturo Republike Slovenije.

številka 63–64 • letnik 16, 2011

P O L I G R A F I

MODELI SVETA

Uvodna beseda
3

Miha Nemevšek: *Standardni model osnovnih delcev, nevtrini in LHC*
5

Miha Lukšič: *Teorije in modeli narave v kemiji*
33

Andrej Ule: *O kvantnomehanskih modelih zavesti*
67

Peter Lukan: *Verjetnost in znanstveni modeli sveta*
99

Tina Bilban: *Modeli procesa opazovanja v klasični in kvantni fiziki, fenomenološki pretres*
119

Marko Uršič: *Platonov Timaj in sodobni Luminetov model vesolja v obliki dodekaedra*
143

Olga Markič: *Descartesova dediščina in vprašanje mišljenja in zavesti v kognitivni znanosti*
159

Danilo Šuster: *Od odvisnosti do vpliva – Lewisov model vzročnosti*
177

Sašo Dolenc: *Nujna kontingentnost zakonov narave*
221

Miroslav Gomboc: *Libbrechtov primerjalno filozofski model*
241

Božidar Kante: *Deontologija uma ali srca? Modeli sveta etike: Kant in/ali Dostojevski*
269

Sebastjan Vörös: *Mistika: med molkom in govorico*
287

Povzetki – Abstracts
315

Avtorji – Authors
331

UVODNA BESEDA

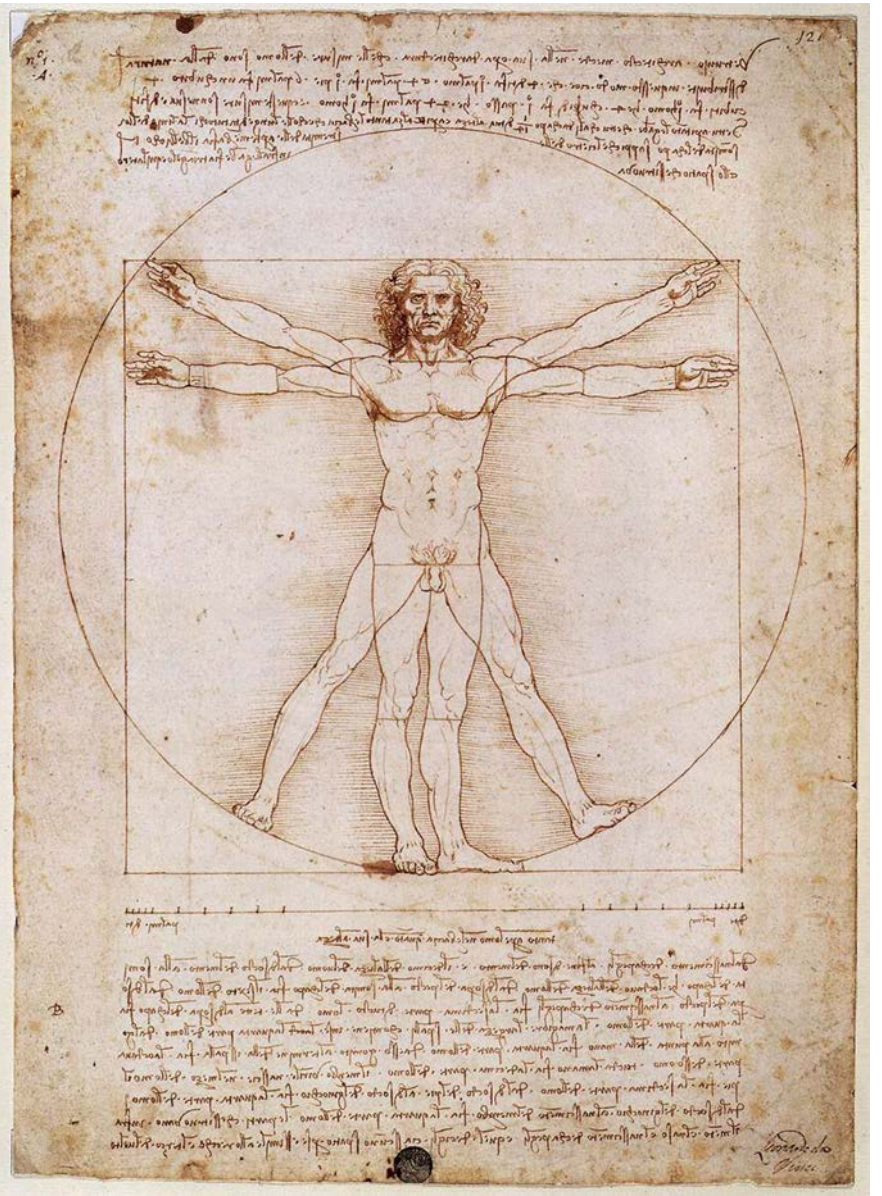
Model v najširšem pomenu je neka fizična, simbolna ali miselna struktura, s katero predstavimo, orišemo ali izrazimo neko »realno« področje raziskovanja. Modeli nam pomagajo pri spoznavanju kompleksnosti sveta, pri reševanju teoretskih in praktičnih vprašanj, včasih pa se nam zazdi, kakor da je kak model že »stvar sama«, čeprav nas kritična misel opominja, da med teoretskim modelom in realnostjo vselej ostaja nepremostljiva vrzel zaradi našega nikoli popolnega védenja o svetu.

V sodobnih teorijah večinoma ne gre več za »ikonično« modeliranje realnosti, temveč za simbolno reprezentacijo, ki jo gradimo bodisi z matematičnimi strukturami – saj je že Galilej rekel, da je vélika »Knjiga Narave« zapisana v jeziku matematike – bodisi z drugimi simbolnimi sistemi v filozofiji, humanistiki in na svoj način tudi v umetnosti. Rdeča nit tega zbornika je vprašanje, kaj dandanes pomeni *modelirati svet* na različnih področjih človeškega védenja in ustvarjanja. Pri tej zahtevni nalogi smo se izogibali preveč splošnim ugotovitvam, bolj smo se posvečali posameznim, konkretnim temam spoznavnega »modeliranja«.

Kot urednik sem povabil k sodelovanju dvanajst strokovnjakov z različnih področij, od fizikalnega »standardnega modela« osnovnih delcev do poskusa filozofske interpretacije mističnega izkustva. Prispevke sem razvrstil v tri tematske sklope: v *prvem* so prispevki (Nemevšek, Lukšič, Ule, Lukan, Bilban), ki obravnavajo teoretske modele v naravoslovnih znanostih, zlasti v fiziki in kemiji, ter filozofska razmišljanja o teh teorijah, še posebej o kvantni mehaniki; v *drugem* sklopu (Uršič, Markič, Šuster, Dolenc) so zbrane štiri razprave, ki s povezovanjem filozofije in znanosti obravnavajo modele vesolja, zavesti, vzročnosti in kontingentnosti; v *tretjem* sklopu se zbornik sklene s tremi razpravami (Gomboc, Kante, Vörös), ki obravnavajo tri specifične teoretske modele v humanistiki: primerjalno filozofski, literarno etični in »govorico molka«.

Zahvaljujem se sodelavcem in sodelavkama za zanimive prispevke in upam, da bodo naša razmišljanja pritegnila ter miselno razgibala tudi bralce in bralke.

Marko Uršič



Leonardo da Vinci, *Proporci človeka po Vitruviju,* ok. 1490.

STANDARDNI MODEL OSNOVNIH DELCEV, NEVTRINI IN *LHC*

Miha Nemevšek

1. Uvod

Za smiseln opis narave že od nekdaj uporabljamo modele, ki temeljijo na nizu enostavnih principov. Z uporabo preprostih načel o simetriji ali geometriji želimo čim natančneje opisati oziroma napovedati obnašanje osnovnih gradnikov sistema, ki ga preučujemo. Podobno, kot je Leonardo da Vinci razmišljal o geometrijskih načelih in njihovi povezavi s človeškimi proporci, se v sodobni fiziki osnovnih delcev poslužujemo simetrijskih načel za opis interakcij med osnovnimi delci.

Načelo umeritvene simetrije[1] je skupaj s simetrijo, ki je posledica splošne teorije relativnosti, ključno načelo, po katerem je bil zgrajen model, ki opisuje naravo na trenutno najmanjših dosegljivih razdaljah. To, kar danes imenujemo Standardni Model (SM), je vzorec redukcionističnega razumevanja fizikalnih pojavov. Uporaba teh simetrij na poti do odkritja SM je bila zelo uspešna in morda nam lahko pokaže pot za naprej, do novih paradigem in globljega razumevanja narave na najbolj osnovni, bazični ravni. Ta potreba po novem znanju ni le inherentna želja človeka po novem spoznanju, temveč zanjo obstajajo tako estetski kot tudi eksperimentalni razlogi.

SM ima veliko eksperimentalno preverljivih teoretičnih napovedi, zato se bom osredotočil le na tiste, za katere dosedanje meritve kažejo

[1] Umeritvena simetrija ali invarianca zahteva, da stanje osnovnega gradnika, ki ga opisujemo, ostaja isto, tudi če nanj delujemo z neko transformacijo, ki je odvisna od položaja v prostoru. Zaradi te prostorske odvisnosti mora obstajati neko dodatno polje, ki kompenzira učinek te transformacije. To polje se imenuje umeritveno polje, kompenzacijo transformacije pa razumemo kot interakcijo med osnovnimi delci, medtem ko vzburjenju polja pripišemo status delca, ki ga imenujemo umeritveni bozon.

najbolj izrazito potrebo po novem razumevanju, po Novi fiziki.[2] Eksperimentalno dokazan obstoj masivnih nevtrinov je gotovo ena izmed meritev, ki zahtevajo razširitev SM. Eno izmed temeljnih vprašanj v moderni fiziki osnovnih delcev je vprašanje, kateri oz. kakšen je teoretični mehanizem, ki je odgovoren za obstoj nevtrinske mase. Odgovor nanj prinaša potencialno drugačno dojemanje sveta in snovi okrog nas; trenutno poteka več eksperimentov, ki poskušajo razrešiti to uganko. Eksperimenti pri največjih energijah potekajo v velikem hadronskem trkalniku LHC (ang. Large Hadron Collider), a ti eksperimenti niso edini. Pomembno vlogo pri tem lahko odigra tudi kozmologija in omejitve, ki jih postavljajo meritve iz opazovanj največjih struktur v vesolju, s katerimi se vzpostavi nepričakovana povezava med največjim in najmanjšim. Poznavanje interakcij osnovnih delcev, ki si ga lahko pridobimo z eksperimenti, tudi s tistimi, ki se izvajajo na LHC-ju, nam lahko omogoči vpogled v dogajanje v zgodnjem vesolju, in obratno.

Estetski razlog za razširitev pa prihaja iz inherentne asimetrije v delovanju interakcij med osnovnimi delci. SM v trenutni obliki je v času svoje izgradnje dobil asimetrično obliko, ki pa še ni razložena. Tej asimetriji pravimo zlom parnosti oz. levo-desne simetrije. Podobno kakor *Človek* Leonarda da Vincija simbolizira simetrijo človeka in vesolja, obstajajo enostavni fizikalni modeli, ki pravijo, da je naš svet lahko popolnoma levo-desno simetričen.

Prav ti modeli, ki v svojem bistvu ohranjajo parnost, so bili prvotno služili kot podlaga za razumevanje obstoja masivnih nevtrinov. Enostavna želja po levo-desno simetričnem opisu je napovedala obstoj nevtrinskih mas veliko pred njihovim odkritjem. V nadaljevanju bomo videli, kako se je oblikovala ta teorija. Razmišljanje o masi nevtrinov, o njihovem razvoju, trenutnem teoretičnem razumevanju in eksperimentalnem preverjanju predstavlja glavnino tega prispevka. Pogojeno je z mojim osebnim pristopom in z glavnino mojega znanstvenega dela.

---

[2] Z izrazom 'Nova fizika' označujemo še neopažene prostostne stopnje izven SM. Razlog, zakaj jih do sedaj še nismo opazili, je v tem, da so ti novi delci zelo težki ali pa interagirajo zelo šibko. Iskanje Nove fizike poteka pri nizkih energijah z natančnimi meritvami in s trki pri visokih energijah.

2. Model interakcij med osnovnimi delci

Standardni model fizike osnovnih delcev je brez dvoma eden izmed največjih dosežkov sodobne temeljne znanosti. Uspešno opiše ogromno različnih eksperimentov pri nizkih in visokih energijah s sorazmerno majhnim številom parametrov. Pot do nastanka tako uspešne teorije ni bila enostavna, niti se še ni končala.

V tem poglavju bomo orisali trenutno znanje o obstoječih mikroskopskih prostostnih stopnjah, torej o številu elementarnih delcev in o njihovem medsebojnem delovanju. Zanimal nas bo predvsem način spoznavanja in pridobivanja tega znanja, zanimalo nas bo, kakšen je današnji položaj na tem področju in pri katerih vprašanjih lahko upamo, da bomo našli odgovore. Nova spoznanja nam kažejo jasnejšo sliko delovanja narave na najmanjših razdaljah, hkrati pa skoraj vedno prinašajo nove uganke, ki bodo morda zahtevale nove teoretične paradigme, predvsem pa nove generacije eksperimentov, potrebnih za njihovo potrditev.

Trenutni položaj fizike osnovnih delcev je precej optimističen. Eden izmed glavnih razlogov za ta optimizem je uspešno delovanje velikega hadronskega trkalnika LHC, ki so ga zgradili v Švici, v okviru Evropske Organizacije za Jedrski Razvoj (fr. CERN). V LHC se izvajajo eksperimenti, ki analizirajo reakcije pri trenutno najvišjih dosegljivih laboratorijskih energijah. Dodaten razlog za optimizem pa so raziskave popolnoma drugačne narave, ki hkrati potekajo v drugih laboratorijih pri nizkih energijah in z izredno natančnimi meritvami dopolnjujejo celotno sliko fizike osnovnih delcev ter kažejo pot naprej.

Eno izmed še posebej zanimivih področij fizike osnovnih delcev je fizika nevtrinov: razumevanje njihove mase in same narave njihovega obstoja.

2.1 Dirac in antidelci

Začetki nastajanja SM segajo v pozna dvajseta leta dvajsetega stoletja, v čas razvoja kvantne mehanike. Eden izmed pionirjev, zaslužnih za razvoj te teorije, je bil Paul Dirac. Njegov pristop je bil drugačen od ostalih, kvantno mehaniko je namreč formuliral s posplošitvijo metod klasične analitične mehanike. Čeprav je sam kasneje zagovarjal po-

membnost matematične lepote pri odkrivanju novih zakonov narave, je bil njegov pristop v času nastajanja kvantne mehanike zelo praktične narave [1]. Da bi pravilno pojasnil obnašanje elektrona v magnetnem polju, je zapisal enačbo gibanja prvega reda in s tem uspešno opisal njegov polovični spin [2]. Diracova enačba je bila velik uspeh, vendar so hkrati z rešitvijo prišle tudi težave. Enačba je poleg stanj, ki so opisovala elektrone s pozitivno energijo, nujno vsebovala tudi takšna z negativno energijo. Obstoj stanj z negativno energijo je nevaren, saj bi lahko vsa stanja s pozitivno energijo prešla v stanja z nižjo, negativno energijo, zato bi bila takšna teorija nestabilna. V fiziki so tovrstni paradoksi dobrodošli. Nakazujejo, da je rešitev dovolj dobra, da smo z razumevanjem na pravi poti, a zahtevajo popolnoma nov koncept za nadaljnje, globlje razumevanje, novo paradigmo. Dirac je bil deležen kritik zaradi uvedbe negativnih stanj, a je bil glede tega problema precej optimističen. Vztrajal je, da bo teorija prej ali slej sama ponudila pravi odgovor [1]. Imel je prav in rešitev problema je z današnjega stališča skoraj trivialna. Rešitve z negativno energijo niso nič drugega kot delci z nasprotnim nabojem in enakim spinom – antidelci.

Dirac je s svojo enačbo prišel do popolnoma nove paradigme. Napovedal je, da mora za vsak opaženi delec s polovičnim spinom obstajati antidelec z enakim spinom in maso ter nasprotnim nabojem. Od odkritja enačbe do jasne napovedi obstoja antidelcev, je Dirac potreboval več kot tri leta in šele leta 1931 je objavil članek [3], v katerem je dal ime novemu delcu: pozitron.

Na eksperimentalno potrditev Diracove napovedi ni bilo treba dolgo čakati. Carl Anderson je leta 1932 pri študiju kozmičnih žarkov – poleg večine sledi, ki so jih puščali elektroni – opazil par dogodkov, kjer je bila sled v merilniku obrnjena v obratno smer. To je pomenilo, da je bil opaženi naboj pozitiven: Anderson je našel Diracov pozitron [4].

Diracova napoved in kasnejša eksperimentalna potrditev obstoja pozitrona je bilo neverjetno odkritje. Diracov model za elektron je namreč napovedal nekaj popolnoma novega in še neopaženega. Njegov prvotni namen je bil opis že znanega (spin elektrona), a logična konsistentnost matematične formulacije, ki jo je zato potreboval, je napovedala nov tip snovi, anti-materijo.

2.2 Kvantna elektrodinamika

V naslednjih letih je bila Diracova enačba podlaga za razvoj teoretičnega razumevanja obnašanja delcev pri visokih energijah. Prav tako, kot je Dirac preuredil analitično mehaniko in s tem postavil temelje kvantne mehanike, so njegovi nasledniki preoblikovali njegovo enačbo in postavili teoretični okvir, ki je še danes glavno orodje fizikov visokih energij – to je kvantna teorija polja (KTP). Potreba po KTP je prišla iz preprostega vprašanja, kako združiti že znana načela splošne relativnosti z nerelativistično kvantno mehaniko. Združevanje dveh tako različnih paradigem je dober primer ustvarjanja boljšega modela, in sicer zaradi preprostega razloga: omogoča konsistenten opis narave v povečanem parametričnem prostoru. Diracov opis obnašanja elektrona v elektromagnetnem polju je vodil do izgradnje kvantne elektrodinamike, to pa je bil prvi korak k modernemu fizikalnemu jeziku, v katerem opisujemo interakcije s pomočjo umeritvenih simetrij. To teorijo so, skoraj neodvisno drug od drugega, razvili Schwinger, Tomonaga in Feynman [5].

Napovedi kvantne elektrodinamike so bile izračunljive in teorija je bila matematično konsistentna. Tu je veliko pripomogel Feynmanov izum diagramov, s katerimi je namesto zapletenih algebraičnih operacij uvedel preprosto in intuitivno razvidno sliko. Ta način razmišljanja se uporablja še danes, saj je, po Schwingerjevih besedah, »prinesel kvantno teorijo polja množicam« [6]. Privlačnost kvantne elektrodinamike ni toliko njena matematična lepota, ampak eksperimentalna potrditev. Danes so teoretični računi napravljeni na petem redu perturbacije z izračunom na tisočih diagramov in potrjeni z meritvami, kjer se v najboljše izmerjenem procesu (anomalnega magnetnega momenta elektrona) skladajo na več kot petnajst decimalnih mest.

Poglavitna ideja v pristopu trojice Schwingerja, Tomonage in Feynmana je bila uporaba simetrijskih argumentov. Ugotovitev, da zahteva po umeritveni simetriji dejansko opiše interakcijo med elektroni, je prinesla novo teoretično razumevanje, ki se uporablja še danes. Vse interakcije med osnovnimi delci danes razložimo kot posledico umeritvene simetrije. Obstoj umeritvene simetrije v kvantni elektrodinamiki narekuje ohranitev elektromagnetnega toka, ki sklaplja elektron z ele-

ktromagnetnim poljem na poseben način, s t. i. vektorskim tokom.[3] Vektorski tok pa ni zgolj posledica umeritvene simetrije, saj ima v svoji strukturi še eno dodatno simetrijo, glede na to, kako deluje na fermione. To simetrijo v fiziki imenujemo parnost in ohranitev vektorskega toka napove, da se parnost ohranja. Dirac je za opis elektrona uporabil posebno matematično strukturo, ki ji v modernem jeziku rečemo spinor, ker nosi polovični spin. V svoji formulaciji je uporabljal spinorje s štirimi komponentami, ki pa jih lahko razdelimo na dve skupini, na levo- in desnoročne. Posebnost vektorskih tokov je, da sklapljajo obe komponenti spinorjev z enako močjo. Z drugimi besedami, teorija je levo-desno simetrična.

Navkljub tem uspehom pa pogled na KTP v tistem času ni bil povsem pozitiven. Razlog za pesimizem je tičal v nekem tehničnem problemu. Za izračun merljivih napovedi se v KTP namreč uporablja metoda perturbacijskega razvoja, kjer se pri izračunu višjih popravkov pojavijo formalne matematične neskončnosti. Po drugi strani pa v eksperimentu izmerimo eno samo končno vrednost, kar pomeni, da mora biti v računu vsota vseh možnih prispevkov končna in smiselna. Postopek obravnave teh neskončnosti se imenuje renormalizacija. Njen namen je vzpostavitev postopka za ločevanje končnih, smiselnih napovedi od matematičnih artefaktov. Ta postopek v kvantni elektrodinamiki dobro deluje, zato rečemo, da je ta teorija renormalizabilna. V fiziki osnovnih delcev se je za računske potrebe skupaj s postopkom renormalizacije pojavil v splošnem sicer že znani koncept renormalizacijske grupe, ki opisuje spreminjanje interakcijske sklopitve glede na velikost sistema oz. glede na energijsko skalo, pri kateri opazujemo neki proces. Izkaže se, da ima kvantna elektrodinamika, četudi je renormalizabilna, probleme pri zelo visokih energijah. Pri določeni zelo visoki vrednosti energije postane interakcijska sklopitev ogromna in teorija neperturbativna ter zato neopisljiva. Prvi je na ta problem opozoril Lev Landau in po njem se ta fenomen imenuje Landauov pol. Zaradi močne kritike je bilo prisotno mišljenje, da KTP niso primeren opis narave, ker njihovo obnašanje v

---

[3] Tok je ime za opis sklopitve med dvema fermionoma, ki ju opišemo s spinorji, in umeritvenim bozonom, ki ga opišemo z vektorjem. Vektorski tok sklaplja direktno levo in desnoročno komponento obeh spinorjev (in ne navzkriž) in tako ohranja parnost.

splošnem vodi do nesmislov pri visokih energijah. Splošno prepričanje na podlagi poznane teorije kvantne elektrodinamike je bilo, da se vse druge KTP verzije obnašajo enako in prej ali slej razvijejo Landauov pol. To mišljenje je bilo napačno, a dovolj močno, da so v ospredje prišli alternativni opisi, ki so danes že pozabljeni, KTP pa je morala na svoj trenutek počakati precej časa, kot bomo videli na koncu tega poglavja.

2.3 Parnost in elektrošibka interakcija

Zlom parnosti

Elektromagnetna interakcija ni edina opažena sila v naravi. Obstaja še en tip procesov, ki se imenuje beta razpad, ki ne more potekati preko elektromagnetne interakcije. Takšni procesi so precej redki, zato so novo silo poimenovali šibka interakcija.[4] V teh šibkih procesih se zgodi, da nevtron razpade v njemu podoben proton, in v popolnoma različna elektron in le-temu pripadajoči nevtrino. Medtem ko v elektrodinamiki elektron vedno ostane elektron in foton lahko ustvari le par elektron–pozitron, se v šibkih procesih dogajajo prehodi med gradniki. Kako lahko jedro, ki nosi v sebi le protone in nevtrone, izstreli elektrone in nevtrine, ki ne čutijo močne interakcije? To vprašanje je vodilo do nastanka teorije elektrošibke interakcije, razumevanja parnosti in na koncu do SM, kot ga poznamo danes.

Začetnik fizike šibke interakcije je Enrico Fermi, ki je leta 1934 postavil prvi prototip teorije, s katero naj bi razložil te redke procese [7]. Za podlago je vzel že dobro znano elektromagnetno interakcijo z vektorskim tokom. Postuliral je direktno sklopitev med vektorskim tokom, ki ga nosita nevtron in proton, s tokom elektrona in nevtrina. Na ta način je našel dokaj dober opis, ki je veljal za beta razpade veliko vrst jeder, vendar ne za vse.

Neskladje med eksperimenti, ki so merili različna jedra in ki naj bi potekali preko šibke interakcije, je privedlo do velikega odkritja, ki je spremenilo pogled na temeljne simetrije v naravi. Mlada ameriška fizi-

---

[4] Poleg elektromagnetne in šibke interakcije poznamo še močno silo in silo gravitacije. Močna interakcija se v okviru SM opiše s kvantno kromodinamiko, katere razvoj in status bi zahteval poseben prispevek in tudi ni relevantna za naše razmišljanje. Gravitacija pa je pri opisu dinamike med osnovnimi delci pri visokih energijah popolnoma zanemarljiva.

ka, Lee in Yang, sta leta 1956 predlagala hipotezo, da se parnost v naravi ne ohranja [8]. Njuna analiza je nakazovala, da je naše vesolje, vsaj kar se tiče šibke interakcije, intrinzično levo-desno asimetrično. To je bilo veliko presenečenje, saj je bila parnost do takrat splošno uveljavljena simetrija in mnoge je zaskrbelo, da je njen zlom v nasprotju z osnovnimi fizikalnimi zakoni. Lee in Yang sta hkrati z njuno trditvijo o zlomu parnosti ponudila zamisel, kako bi bilo mogoče zlomitev parnosti eksperimentalno preveriti. Eksperimentalna potrditev njune domneve je sledila zelo hitro. V nekaj mesecih sta dve skupini neodvisno potrdili, da je parnost v naravi res močno kršena. Fermijev poskus opisa šibke interakcije z vektorskim tokom je torej propadel. Njegova teorija je bila levo-desno simetrična in se torej ni skladala z eksperimentom.

Fizikalna skupnost je bila tedaj postavljena pred problem, kako razširiti Fermijevo teorijo, ki je bila približno pravilna, na tak način da bi opisala tudi kršitev parnosti. Problem sta rešila Sudarshan in Marshak [9]. Dejstvo je, da vektorski tok ni edini možni način, kako opisati sklopitve v naravi v skladu s splošno teorijo relativnosti. Poleg njega obstaja še celoten nabor operatorjev (skalar, psevdo-skalar, vektor, aksialni-vektor in tenzor) med osnovnimi delci in nekateri od njih tudi kršijo parnost. Toda katera kombinacija lahko pravilno razloži vse meritve? Z detajlno teoretično analizo sta uspela izluščila eno samo možnost: pravilna kombinacija je bil t. i. V-A (vektor minus aksialni-vektor) tok. Kot pravi Weinberg [10], je bilo njuno odkritje ključno za nastanek SM.

Čeprav se da Fermijevo teorijo enostavno prepisati v V-A strukturo in čeprav lahko V-A tok, ki sta ga predlagala Sudarshan in Marshak, služi kot dober efektivni opis narave pri nizkih energijah, to ne zadostuje. Ta teorija pri višjih energijah ni smiselna. Drugače kot v kvantni elektrodinamiki, je obstoj matematičnih neskončnosti v višjih redih perturbacije resen problem, ki se ga ne da tako enostavno odpraviti. V-A teorija je nerenormalizabilna in ne zmore opisati šibkih interakcij pri visokih energijah.

Glashowov model

Matematično konsistenten opis šibke interakcije je zahteval precej truda. Temelj za renormalizabilno KTP šibkih interakcij, na katerem zdaj slonita dve tretjini SM, sta postavila Yang in Mills [11] s svojim čudovitim delom o neabelskih[5] umeritvenih simetrijah. Pokazala sta, da v primeru, če namesto enostavne abelske umeritvene simetrije, ki v elektrodinamiki opiše interakcijo med elektronom in fotonom, postuliramo manj trivialno simetrijo, dobimo nosilce interakcije, ki interagirajo tudi sami med seboj. Foton je namreč nevtralen glede na elektromagnetno interakcijo, saj sam ne nosi naboja. V primeru nosilcev interakcije z neabelsko simetrijo pa se ti sklapljajo tako z osnovnimi delci kot tudi sami med seboj.

To odkritje je sprožilo val hipotez in grajenja novih modelov na podlagi neabelskih, tj. Yang-Mills simetrij in ta trend traja še danes. Model, ki je služil kot podlaga za opis šibke interakcije, je napisal Schwinger [12] in je bil osnovan na kompleksni grupi $SU(2)$, vendar ni bil realističen. Njegov študent Sheldon Glashow ga je leta 1961 razširil s trivialno abelsko grupo na produkt $SU(2) \times U(1)$ [13]. Ta model predstavlja prvi poskus poenotenja dveh interakcij: elektromagnetne in šibke. Glashow je uspel postaviti model elektrošibke interakcije, čeprav zaradi produkta dveh različnih grup ne moremo govoriti o pravem poenotenju z eno samo sklopitveno konstanto. Pri nizkih energijah se njegov model reducira na Fermijevo teorijo z V-A tokom, pri visokih ga nadomesti teorija z neabelskimi prenašalci sile. Glashowov model ima dva prenašalca, umeritvena bozona, ki ju imenujemo W z negativnim nabojem in nevtralni Z-bozon; sta neabelska ekvivalenta fotonu iz elektrodinamike.

Na prvi pogled sta si bila teorija kvantne elektrodinamike in Glashowov model precej podobna. Teorija je temeljila na abelski grupi, model pa na produktu abelske in neabelske grupe. Glavna razlika med njima je bila v masi umeritvenih bozonov. Medtem ko je foton brez

---

[5] Abelske simetrije temeljijo na abelski grupi, kjer zaporedje delovanja transformacij ni pomembno. Takšen primer je rotacija v ravnini, ki jo opišemo z grupo $SO(2)$. Pri neabelskih grupah ta trditev ne drži in je zaporedje delovanja pomembno, primer je rotacija v 3D-prostoru, ki jo opisuje grupa $SO(3)$. V matematičnem jeziku rečemo, da pri neabelskih grupah generatorji transformacij med seboj ne komutirajo.

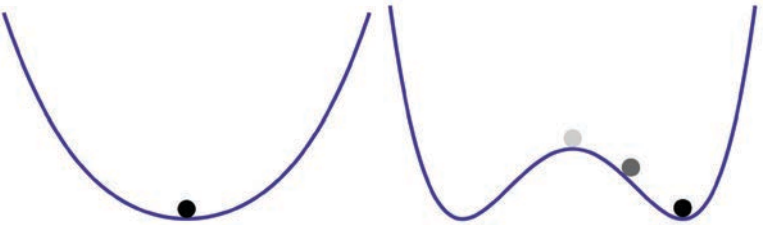
mase, sta W in Z zaradi eksperimentalnih omejitev morala biti težka, vsaj precej težja od mase protona.

Glashowov model pravilno opiše šibke interakcije pri nizkih energijah in ta vidik modela ostaja veljaven še danes. Problematično je bilo le njegovo obnašanje pri zelo visokih energijah. Tiste KTP, ki so temeljile na neabelskih grupah, torej vse teorije, osnovane na Yang-Mills simetrijah, in ki so vsebovale masivne umeritvene bozone, so se zdele nerenormalizabilne. Glashowov model je spadal prav v to kategorijo in zato je njegov dosežek v tistem času doživel le omejen uspeh. Ključni problem, kot vemo danes, je v masnem členu za umeritvene bozone. Glashow je v svojem modelu dodal ta člen popolnoma »ad-hoc«, ker je to pač zahteval eksperiment. Danes v modernem jeziku pravimo, da takšni členi kršijo umeritveno simetrijo, kar vodi do nesmislov pri izračunu višjih popravkov.

Kako dobiti masni člen na renormalizabilen način, ne da bi direktno zlomili simetrijo? Odgovor je zahteval nov način razmišljanja o simetrijah in o njihovem zlomu.

Spontani zlom simetrije

Odločilni korak je bila ideja o spontanem zlomu simetrije, do katere so v začetku šestdesetih prišli Goldstone ter Nambu in Jona-Lasinio [14]. Koncept je relativno preprost, a vsebuje daljnosežne posledice. Obravnavali so sistem, ki so ga opisovale popolnoma simetrične enačbe gibanja, sestavljene iz kinetičnega in potencialnega člena. Zastavili so ključno vprašanje, kako so rešitve teh enačb gibanja odvisne od oblike potenciala.



Slika 1: Simetričen potencial (levo) s simetričnim minimumom ter asimetričen potencial (desno) z nestabilnim simetričnim potencialom, označenim s svetlo-sivo točko, in stabilnim osnovnim stanjem v temni točki, ki ni simetrično.

Pri opisu narave nas tipično zanima opis sistema, ki je v ravnovesnem stanju. To pomeni, da želimo najti minimum v potencialu in proučevati obnašanje v okolici te točke. Če je potencial takšne oblike, da je točka simetrična, torej v skladu s simetrijami enačb gibanja, se simetrija ohranja, kar vidimo na sliki 1, levo. Lahko pa se zgodi, da ima potencial takšno obliko, da njegov minimum ne upošteva prvotne simetrije enačb gibanja. V tem primeru pravimo, da je simetrija spontano zlomljena, kot je razvidno na desni strani slike 1. Povedano z drugimi besedami: osnovno stanje, ki predstavlja stabilni vakuum, ni simetrično. Ker pa verjamemo, da je naše vesolje stabilno, je potrebno vse člene v poljubnem modelu razviti okoli stabilne točke, ki ni simetrična. Ko opravimo ta razvoj, so nekatera stanja v modelu masivna, nekatera pa ne. Vzorec v masnem spektru je odvisen od simetrij interakcij in od simetrije osnovnega stanja. Modeli, ki so jih obravnavali na začetku, niso vsebovali umeritvenih interakcij in so po zlomu tipično dali preveč brezmasnih stanj, t. i. Goldstonovih bozonov. Ker teh v naravi ne opazimo, se je zdelo, da je njihovo delo bolj akademske narave kot uporaben način za opis masivnih stanj.

Kmalu po omenjeni trojici [14] je nekaj avtorjev [15] prišlo po neodvisnih poteh do zaključka, da je stanje, če v modelu zahtevamo umeritveno simetrijo, povsem drugačen. V tem primeru po zlomu ne dobimo brezmasnih stanj, ampak se ta absorbirajo v dodatno prostostno stopnjo, ki jo potrebujemo za pravilni opis širjenja masivnih umeritvenih bozonov. Ta princip danes imenujemo Higgsov mehanizem, po Petru Higgsu, ki je bil eden izmed očetov te ideje.

Standardni model elektrošibkih interakcij

Kmalu po odkritju Higgsovega mehanizma sta ga Weinberg in Salam [16] uporabila na Glashowovem modelu [13]. Njegova umeritvena W in Z-bozona sta sedaj lahko dobila maso, ne da bi neposredno zlomili umeritveno simetrijo, kar naj bi bil glavni vzrok za slabo obnašanje teh teorij pri velikih energijah. Vse, kar je bilo treba dodati, je bilo Higgsovo polje z asimetričnim potencialom, ki je sprožilo spontani zlom simetrije. Skalarni delec, ki je vzburjenje tega polja, se po Petru Higgsu imenuje Higgsov bozon in je še zadnji neopaženi delec v SM.

Vse to dogajanje je takrat potekalo v senci nezadovoljstva s KTP. Tudi po zgoraj opisanih teoretičnih odkritjih, ko je bil model elektrošibke in-

terakcije že v celoti zgrajen, ni bil dosežen splošni konsenz o smiselnosti KTP, še posebej pri tistih teorijah, ki so slonele na neabelskih simetrijah. Potreben je bil matematični dokaz za renormalizabilnost teh teorij, tako v popolnoma simetričnem primeru kakor tudi v primeru spontanega zloma simetrije. Za enostavne modele se je namreč že vedelo, da se v primeru, če je model v simetrični fazi renormalizabilen, spontani zlom simetrije ne spremeni njegovih dobrih lastnosti. Zadnji korak, potreben za ta dokaz, je napravil mlad doktorski študent iz Utrechta, Gerardus 't Hooft skupaj s svojim mentorjem Martinusom Veltmanom. Najprej je s pravim »tour-de-force« izračunom pokazal renormalizabilnost Yang--Millsovih teorij. Za ta podvig je izumil poseben postopek ločevanja med neskončnimi in končnimi prispevki, ki so se pojavljali v računih. Genialna ideja je bila v tem, da je integral po gibalni količini delcev v Feynmanovih diagramih izvedel v večdimenzionalnem prostoru in na koncu poslal število dimenzij nazaj v štiri dimenzije (tri prostorske in eno časovno). Izkaže se, da je ta postopek zelo uporaben, saj ohranja umeritveno invarianco in deluje na poljubnem redu perturbacije, ne le na eni zanki. Z njunim dokazom so Yang-Millsove teorije pridobile na veljavi in prišle v ospredje.

Posplošitev dokaza na spontano zlomljeni primer je bila enostavna in model elektrošibke interakcije je lahko dobil svojo končno podobo in trdno matematično podlago. Kot zanimivost lahko povemo, da je 't Hooft po dokončanem dokazu znova odkril vse rezultate Weinberga in Salama iz leta 1967, čeprav z njunim delom ni bil seznanjen [17].

Eksperimentalna potrditev

Zmagoslavje tega obdobja je prišlo z dokončno eksperimentalno potrditvijo napovedi elektrošibkega modela. Ta je zahteval obstoj novih nosilcev interakcije, masivnih W in Z-bozonov. Sprva so s pomočjo natančnih meritev, podobnih beta razpadu, uspeli oceniti razpon mas, v katerem naj bi se bozona nahajala. Napoved je bila nekje med desetimi in stotimi masami protona. Za dejansko odkritje umeritvenih W in Z--bozonov pa je bilo treba zgraditi dovolj zmogljiv pospeševalnik – to je bil trkalnik protonov in antiprotonov SPS, ki je začel z obratovanjem leta 1981. Dve leti kasneje se je zgodila dokončna in spektakularna po-

trditev paradigme masivnih prenašalcev elektrošibke interakcije, saj je SPS našel oba bozona: *W* in *Z*.

Vse od takrat dalje opravljene dodatne meritve, povezane z V-A strukturo SM, se skoraj popolnoma ujemajo s teoretičnimi napovedmi. Masa *W*-bozona znaša približno osemdeset mas protona, medtem ko je nevtralni *Z*-bozon še malenkost težji. Za natančne študije nevtralnega bozona je bil v CERN-u na novo zgrajen ogromen pospeševalnik LEP, ki je trkal elektrone in pozitrone. V njem so proizvedli na milijone *Z*--bozonov in testiranje SM je prešlo iz začetnega stadija, ko se je model šele uveljavljal, do stanja natančnega preverjanja, ko lahko rečemo, da je dobil status teorije narave.

Kljub eksperimentalnim in teoretičnim dosežkom pa še vedno čakamo na eksperimentalni preboj za dokončen dokaz o obstoju mehanizma spontanega zloma simetrije. Da bi zares izvedeli, ali živimo v svetu z asimetričnim osnovnim stanjem, je treba odkriti Higgsov bozon in izmeriti njegove sklopitve. Drugače od *W* in *Z*-bozonov, za katera sta bili masi predhodno napovedani, pa za Higgsov bozon na žalost ne obstaja konkretna napoved njegove mase. Higgsova masa je torej v SM povsem prost parameter, ki ga je treba določiti z eksperimentom.

Trkalnik LEP je imel premalo energije za odkritje Higgsovega bozona, zato je bilo treba zgraditi nov pospeševalnik z večjo energijo prav za ta namen. Zdaj v CERN-u v istem podzemnem tunelu, kjer je bil LEP, obratuje nova naprava, ki trka protone s protoni. To je veliki hadronski trkalnik – LHC. Pospeševalnik in detektorji na trkalniku LHC so narejeni s primarnim namenom, da odkrijejo Higgsov bozon in dokažejo spontani zlom simetrije.

3. Enigma masivnega nevtrina

Glavni motiv v izgradnji SM, ki smo ji sledili doslej, je bila uporaba umeritvenih simetrij pri opisu interakcij med osnovnimi gradniki v modelu. Za izbiro nabora gradnikov pa je bil uporabljen drug princip gradnje modelov, ki je poznan že od Ockhama, to je načelo varčnosti. V SM je namreč prisotno minimalno število prostostnih stopenj, potrebnih za opis eksperimentov. Tako je Weinbergov model leptonov za opis elektrošibke interakcije potreboval le en dublet, v katerem sta bila

levoročni elektron in levoročni nevtrino.[6] Weinberg je vedel, da se morajo z umeritvenimi bozoni sklapljati le levoročne komponente, saj bo ta struktura avtomatično dala V-A tok, dublet pa je bila najmanjša netrivialna upodobitev v simetrijski grupi $SU(2)$, ki jo je lahko uporabil in je delovala. Potreboval je tudi desnoročni elektron, da je lahko opisal vektorsko interakcijo s fotonom. Desnoročnega nevtrina Weinberg ni potreboval iz več razlogov. Prvič, nevtrino je nevtralen, zato se njegove komponente ne sklapljajo s fotonom. Drugič, vsi eksperimenti so kazali, da šibka interakcija maksimalno krši parnost, torej se sklaplja le in samo z levoročno komponento, ki jo torej nujno potrebujemo, desnoročne komponente pa te interakcije ne čutijo. Tretji razlog je, da so v tistem času nevtrini veljali za brezmasne, in ker za opis fermionskega masnega člena v Diracovi enačbi potrebujemo obe komponenti spinorja, je odsotnost desnoročne komponente avtomatično izključevala obstoj nevtrinskih mas. Ta teorija je povsem očitno asimetrična: ne le da en del spinorja ne čuti interakcije, ampak desnoročnega nevtrina v njej sploh ni. Osnovni gradniki Weinbergove teorije leptonov so torej bili:

$$\begin{pmatrix} \nu_L \\ e_L \end{pmatrix}, \; e_R .$$

Takrat se je vedelo, da ni mogoče zapisati masnega člena za nevtrino samo z levoročno komponento, a to Weinberga ni skrbelo, ker te mase preprosto ni potreboval. SM je nosil v sebi lepo napoved: nevtrini so brezmasni. To prepričanje je v fizikalni skupnosti ostalo še dolgo časa in zdelo se je, da tudi enostavne teorije velikega poenotenja vseh interakcij podpirajo to sliko [18].

---

[6] Takrat so že poznali mion, ki je težja verzija elektrona z istimi interakcijami, le z večjo maso. Vključitev dodatnih družin je enostavna; za vsako družino se doda dodatna kopija dubleta in singleta. Zdaj vemo, da v naravi obstajajo tri takšne družine.

3.1 Levo-desno simetrični modeli

Očeta zloma parnosti, Lee in Yang, o njiju smo že govorili, sta bila sicer prva, ki sta predlagala, da je parnost pri nizkih energijah zlomljena, vendar tega v resnici nista verjela. Bilo jima je nepredstavljivo, da je lahko naš svet resnično asimetričen. Čisto na koncu članka [8] sta predlagala model, v katerem se parnost na visokih energijah kljub vsemu ohranja. Zamislila sta si svet, v katerem poleg že znanih delcev, obstaja tudi le-tem zrcalni niz delcev, ki se sklaplja z obratno parnostjo. To je bil prvi poskus teoretičnega opisa levo-desno simetričnega vesolja. Čeprav sta Lee in Yang kasneje pozabila na svoj lastni predlog, so se njune sanje o popolnoma simetrični teoriji mnogo let kasneje vendarle izpolnile.

Navkljub uspehu SM je tudi kasneje mnogo fizikov motila njegova asimetrična podoba. Teorija Leeja in Yanga o zrcalnih fermionih ni dobro uspela, ker je napovedala obstoj zrcalnih delcev z isto maso in obratno sklopitvijo s šibkimi bozoni. Tako bi npr. morali opaziti še en nabit fermion z maso elektrona, kjer bi se njegova desnoročna komponenta v celoti sklapljala z *W*-bozonom, levoročna pa ne. Teh zrcalnih delcev v naravi nismo opazili, zato ta simetrija v svetu ne obstaja, vsaj ne popolna.[7]

Obstaja še en konceptualno drugačen razred modelov, ki znova vzpostavljajo parnost pri visoki energiji. Za razliko teorije od Leeja in Yanga, kjer se v zrcalnem modelu podvojijo gradniki, se v levo-desnih (LD) modelih razširi interakcija. Princip izgradnje LD modelov je drzno enostaven. Simetrijska grupa $SU(2)\times U(1)$, ki je v SM opisovala šibko interakcijo in je delovala le na levoročne spinorje, se preprosto podvoji na produkt dveh grup, ena za levo in druga za desno:

$$SU(2)_L \times U(1) \rightarrow SU(2)_L \times SU(2)_R \times U(1)$$

Kot vemo, povečanje umeritvene simetrije implicira obstoj novih umeritvenih bozonov. Ti so zaradi enake umeritvene grupe $SU(2)$ popolnoma analogni tistim iz SM, le da delujejo samo na desnoročno komponento – od tod imena W_R in Z_R.

---

[7] Zrcalni fermioni bi lahko bili zelo težki in zato še neopaženi, podobno kot superpartnerji pri supersimetriji.

Ideja za koncept LD simetrij je vzniknila kot stranski produkt iz želje po poenotenju kvarkov in leptonov v modelu, ki sta ga predlagala Pati in Salam [19] in ki sta ga kasneje v poenostavljeni, minimalni verziji prepisala Mohapatra in Pati [20]. S tem minimalnim opisom sta napravila prvi korak proti popolnoma simetrični LD teoriji, vendar je njun minimalni model imel podobno pomankljivostjo, kot jo je imel že zrcalni svet Lee in Yanga. Model je bil v resnici LD asimetričen. Simetrija je bila eksplicitno zlomljena z asimetričnim členom v potencialu. Čeprav so bile interakcije vseh fermionov, torej snovi, ki jo vidimo, pri visokih energijah simetrične, je bila v modelu skrita asimetrija, ki je bila zapisana »ad-hoc«.

Kmalu zatem je Mohapatrov doktorski študent Goran Senjanović pokazal, da je mogoče odpraviti to pomanjkljivost in skonstruirati popolnoma LD simetričen model, v katerem se simetrija zlomi spontano [21]. Ta ideja je analogna Higgsovem mehanizmu v SM: enačbe gibanja so LD simetrične, osnovno stanje pa ni. Leejeve in Yangove sanje so se uresničile: to je model sveta, v katerem imajo vse komponente snovi enake interakcije in parnost je ohranjena, ne le za elektromagnetizem, temveč tudi za vse šibke interakcije.

Prekletstvo ...

Pati-Salamov model in LD simetrije so kmalu po njihovem nastanku prišle v modo. Asimetrijo standardnega modela so razložile na renormalizabilen način z izračunljivimi napovedmi za eksperimente. Poleg tega so vodile do novega napredka pri razumevanju teorij poenotenja in so se lahko umestile v večje, enostavne umeritvene grupe.

Zaradi povečane simetrije enačb gibanja je po drugi strani prišlo med fiziki do trenj. Glavni razlog za skrb je povzročala enostavna napoved: nevtrini v minimalnem LD modelu [21] imajo neničelno maso, ki naj bi bila, naivno gledano, podobna masi elektrona. To bi lahko pričakovali že iz same umeritvene strukture, elektron in nevtrino sta sedaj res v dubletu, tako za levo- kot za desnoročno komponento:

$$\begin{pmatrix} \nu_L \\ e_L \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} \nu_R \\ e_R \end{pmatrix}.$$

Obe komponenti zdaj čutita interakcijo in, naivno gledano, obe polji dobita podoben masni člen, torej bi pričakovali, da bo nevtrino dobil maso, podobno masi elektrona, kar pa gotovo ni bilo v skladu z eksperimentom.

Majorana in teorije nevtrinskih mas

Rešitev tega problema je potrebovala boljše razumevanje masnih členov za nevtralna polja in je prinesla nepričakovana vprašanja, ki še danes niso odgovorjena. Začetek teorije nevtrinskih mas sega, presenetljivo, skoraj 50 let nazaj, tja v trideseta leta, ko je nastajala Fermijeva teorija beta-razpada.

Fermi je takrat v Rimu vodil aktivno skupino mladih fizikov, ki so se ukvarjali z vrsto aktualnih fizikalnih problemov. Član te skupine je bil študent s Sicilije, Ettore Majorana. Navkljub svoji mladosti je bil aktiven raziskovalec v Fermijevi skupini in je, med drugim, prispeval k razvoju njegove teorije o beta-razpadu. Bil je prvi, ki je napovedal obstoj nevtrona (*sic!*) iz podatkov, ki sta jih objavila zakonca Joliot-Curie. Po Fermijevih besedah je bil eden izmed velikanov v fiziki, primerljiv z Galilejem in Newtonom. Majorana je bil tudi nadarjen matematik, vendar ni hotel objavljati člankov. Na srečo je moral za svojo habilitacijo v Neaplju poslati v objavo članek, s katerim je postavil temelje za področje fizike nevtrinskih mas. Nekaj mesecev po sprejetju teze je izginil na ladji na poti iz Palerma v Neapelj, nihče ne ve kam [22].

Majorana je ugotovil, da je mogoče opisati nevtralen delec s polovičnim spinom na drugačen način kot nabite fermione, skonstruiral je realno rešitev, ki ji danes pravimo Majoranov spinor [23]. V primerjavi z Diracovim spinorjem, za katerega vemo, da uspešno opisuje vse znane nabite delce v SM, je bila Majoranova rešitev v osnovi različna. Kajti če hočemo napisati masni člen za Diracovo polje, potrebujemo obe komponenti, levo- in desnoročno. Z Majoranovim realnim spinorjem zadostuje ena sama komponenta. Odkril je nov tip masnega člena, ki ga je mogoče napisati le za nevtralne delce, kot je nevtrino.

Majoranova teorija dolgo časa ni bila širše znana, delno zato, ker je bila objavljena v italijanščini, delno pa zaradi velikega uspeha SM, ki ni potreboval masnega člena za nevtrino, saj so vsi eksperimenti nakazovali, da je nevtrino brez mase.

... in blagoslov

Iz raznih teoretičnih razlogov (npr. zaradi razvoja supersimetrije) se je v poznih sedemdesetih ponovno obudil koncept Majorana-spinorjev. Kot smo že rekli, je bila v LD teorijah glavna napoved obstoj nevtrinove mase, primerljive z maso elektrona. Čeprav je bila takratna eksperimentalna zgornja meja za maso levoročnega nevtrina relativno visoka, so bili nevtrini z maso primerljivo masi elektrona eksperimentalno popolnoma izključeni, torej je bila ta napoved napačna. Poleg tega desnoročni nevtrino še do danes ni bil opažen v eksperimentu, torej bi moral v LD modelu imeti zelo veliko maso.

Z zapisom obeh, Majoranovega in Diracovega masnega člena za nevtrino, se je v LD modelu zgodilo nekaj nenavadnega. Odkrit je bil mehanizem, kako v modelu hkrati zadostiti zahtevam po masi levo- in desnoročne komponente nevtrina. Še več, majhnost mas levoročnih nevtrinov je bila povezana z veliko maso desnoročnih nevtrinov. Gell-Mann je ta princip imenoval »see-saw«, tj. gugalnični mehanizem, do njega pa je po neodvisnih poteh prišlo več avtorjev [24].

Odkritje nevtrinskih mas

Gugalnični mehanizem je bil kmalu sprejet kot glavna paradigma za razumevanje majhnih nevtrinskih mas. Novo eksperimentalno odkritje pa je postavilo na glavo razumevanje fizike v okviru SM, ki je napovedoval, da so nevtrini brezmasni.

Neskladje pri merjenju sončnih nevtrinov je bilo prvi namig, da imajo nevtrini maso. Večina nevtrinov nastane v Soncu skupaj z elektroni s šibko interakcijo, zato jih imenujemo elektronski nevtrini oziroma rečemo, da imajo elektronski »okus«. Okus nevtrina namreč definira tip nabitega leptona, skupaj s katerim je nevtrino nastal. Ker v naravi poznamo tri tipe/vrste nabitih leptonov (elektron, mion ali tau), lahko imajo nevtrini tri različne okuse: elektronski, mionski ali tau. Potem ko elektronski nevtrini nastanejo v Soncu, potujejo najprej znotraj sonca, kasneje po vakuumu med soncem in zemljo, in nazadnje jih na zemlji lahko ulovimo v detektor ter s tem izmerimo njihov pretok. Že od konca šestdesetih let je John Bahcall opozarjal, da se izmerjeni tok elektronskih nevtrinov, ki so prihajali iz Sonca, ne sklada z napovedmi njegovega sončnega modela. Po Bahcallovem modelu bi morali opaziti trikrat

več elektronskih nevtrinov, kot pa jih je bilo izmerjeno. Seveda je v tem argumentu ključen element začetni tok nevtrinov, ki je odvisen od sončnega modela, zato je uganka sončnih nevtrinov ostala nerešena vrsto let.

Povezavo med nevtrinskimi masami in primanjkljajem nevtrinov iz Sonca je mogoče razložiti s preprostim kvantno-mehanskim konceptom nevtrinskih oscilacij. Pionir teorije in tudi eksperimentalnih osnov teh oscilacij je bil Bruno Pontecorvo, prav tako član Fermijeve skupine in Majoranov sodobnik. Leta 1957 je pokazal [25], da lahko nevtrini spremenijo svoj okus, toda le v primeru, če imajo maso (vseeno je, ali masa pride iz Diracovega ali iz Majoranovega masnega člena). Ključni koncept pri procesu nastanka in potovanja nevtrina je prehod iz enega opisa v drugega; nastanek nevtrina se opiše v t. i. interakcijski bazi, propagacija pa v masni bazi. Med potovanjem do Zemlje ima nevtrino dovolj časa, da oscilira iz enega okusa v drugega. Tako bi lahko dve tretjini elektronskih nevtrinov, ki so nastali v Soncu, osciliralo iz elektronskega okusa v nek drug okus. Zaradi teh oscilacij bi bila izmerjena vrednost toka elektronskih nevtrinov na Zemlji manjša od napovedane. Danes vemo, da je to pravilna rešitev Bahcallove sončne uganke, vendar ta razlaga v takratnem času ni bila sprejeta zaradi prevladujoče dogme o brezmasnem nevtrinu.

Končno potrditev in nesporni dokaz za obstoj nevtrinskih oscilacij je podal eksperiment Super-Kamiokande šele leta 1998, trideset let po prvih namigih. Danes je fizika nevtrinov, merjenje njihov masnih razlik in mešalnih kotov, dejavno področje fizike osnovnih delcev, na katerem dela več eksperimentalnih skupin. Eksperimenti z nevtrini so prešli iz stranske veje raziskav, ko sta Cowan in Reines leta 1956 prvič izmerila nevtrino v majhnem eksperimentu, do današnjega časa, ko jih preučujemo z ogromni detektorji, kakršen je Super-Kamiokande, ki držijo 50 kiloton vode. Trenutno vemo, da obstajajo trije okusi levoročnih nevtrinov z masami, ki so manjše od desetmiljardinke mase protona in ki se med potovanjem po prostoru mešajo med sabo. Dandanes se v mnogih eksperimentih merijo njihove masne razlike in mešalni koti. Vsaj dve masni razliki imata vrednost večjo od nič, dva mešalna kota sta velika, letos (2011) pa smo dobili prve namige in delne meritve, da je tudi tretji mešalni kot najbrž precej velik.

Dokazi za obstoj nevtrinske mase so v nasprotju z minimalistično formulacijo SM, ki vsebuje le levoročni nevtrino, zato je treba model razširiti in poiskati teorijo, ki bo razložila to eksperimentalno dejstvo. Trenutno je to dejavno področje, na katerem dela veliko teoretičnih fizikov. Katera teorija nevtrinskih mas je pravilna? Na odgovor bomo najbrž morali počakati še kar nekaj časa, a z malo sreče nam ga lahko da že generacija eksperimentov, ki pravkar potekajo, tako pri nizkih kot pri visokih energijah.

4. Po Majoranovih sledeh

Po Majoranovem odkritju, da lahko nevtrine z neničelno maso opišemo z realnim spinorjem, se je postavilo naslednje vprašanje: ali je ta teorija z Majoranovo maso zgolj akademske narave, ali pa ima tudi realne, fizikalno opazljive posledice?

Natančne meritve

Prva, ki sta poskušala najti odgovor na to vprašanje, kmalu po Majoranovem odkritju, sta bila Racah in Furry [26]. Pokazala sta, da obstaja fizikalno opazljiv proces, ki bi se lahko zgodil, če bi imel nevtrino Majoranovo maso. Proces, ki sta ga predlagala, je podoben dvojnemu beta-razpadu, namreč tistemu, pri katerem se zgodi hkratni dvojni beta-razpad in iz jedra uideta dva elektrona, vsak s svojim elektronskim nevtrinom, le da v tem primeru nevtrinov sploh ne bi bilo. Ta proces se imenuje breznevtrinski dvojni beta-razpad. Razlog tega procesa naj bi bila neka posebna lastnost nevtrinskega polja v Majoranovi teoriji. V tej teoriji sta namreč nevtrino in antinevtrino eden in isti delec. Medtem ko za vse nabite delce, ki lahko dobijo maso le preko Diracovega člena, velja, da sta delec in antidelec kvalitativno različna, pa to za Majoranov nevtrino ne drži. Povedano z drugimi besedami, masni člen v Majoranovi teoriji krši leptonsko število. Če je bilo na začetku beta-procesa leptonsko število nič, bi dobili na koncu dva elektrona in nobenega nevtrina, kar pomeni, da se je leptonsko število spremenilo za dve enoti.

Ta razpad v naravi še ni bil opažen. Generacije eksperimentov so uspele postaviti le omejitev za razpadni čas, ki mora biti zelo dolg, več kot 10^{24} let. Tako dolgoživ proces je mogoče meriti le z veliko količino

zelo čistega dvojno-beta-razpadajočega materiala. Takšne natančne meritve potekajo pri zelo nizkih energijah in zahtevajo zelo nizek šum ter veliko eksperimentalne spretnosti.

Nagrada za takšno odkritje bi bila velika. Leptonsko število predstavlja eno izmed osnovnih simetrij v naravi, ki jih SM ohranja. Testiranje teh simetrij na mikroskopski ravni je eden izmed najenostavnejših načinov, kako najti namige o novi fiziki preko SM. Kot vemo, SM sam po sebi ne zadošča za opis nevtrinskih mas in treba je vpeljati nove prostostne stopnje, da lahki levoročni nevtrini dobijo svojo maso na renormalizabilen način. Pozitiven signal, ki bi ga dobili pri iskanju breznevtrinskega beta-razpada, bi bil lahko povezan tako s prispevkom lahkih levoročnih nevtrinov, kakor tudi s prispevkom teh novih prostostnih stopenj, tj. nove fizike. Na dejstvo, da je napoved pri breznevtrinskem beta-razpadu občutljiva na oba prispevka, so opozarjali že Feingberg in Goldhaber ter oče oscilacij, Bruno Pontecorvo [27]. V vsakem primeru, ne glede na izvor tega procesa, bi meritev breznevtrinskega beta-razpada potrdila, da leptonsko število ni dobra simetrija in da jo šibke interakcije kršijo. Ker je vprašanje ohranitve leptonskega števila tako osnovno, potekajo eksperimenti za iskanje breznevtrinskega beta-razpada že od poznih 30-ih let, začeli so se izvajati skoraj takoj po predlogu Racaha in Furryja.

Iskanje kršitve leptonskega števila je pred kratkim dobilo nov eksperimentalni zagon. Raziskovalna skupina »Heidelberg-Moscow« je namreč objavila pozitiven rezultat o breznevtrinskem razpadu v germanijevem jedru [28]. Če je njihova meritev pravilna, potem je to dokaz, da je leptonsko število v naravi kršeno. Čeprav so sorazmerno uspešno zavrnili kritike, pa je njihova trditev ostala kontroverzna, saj polovica skupine ni hotela podpisati članka in se z objavljeno analizo ne strinja. Po objavi njihovega dela se je postavilo več različnih eksperimentov, ki merijo enak proces na različnih in tudi na enakih jedrih. Signal, ki naj bi bil opažen, je precej velik in v nekaj letih bomo izvedeli, ali je bila njihova meritev resnično opažen breznevtrinski beta-razpad ali le napaka v eksperimentu.

Kozmologija in Nova fizika

V primeru, da bi novi generaciji eksperimentov uspelo ponoviti meritev breznevtrinskega dvojnega beta-razpada in izmeriti podobno vrednost za razpadni čas kot zgoraj omenjeni skupini [28], bi ta rezultat prinesel zelo zanimive posledice. Če predpostavimo, da je razlog za signal zgolj obstoj lahkih levoročnih nevtrinov, bi to privedlo do protislovja s kozmološkimi raziskavami. Dobljena vrednost za Majoranovo maso, izmerjena pri breznevtrinskem beta-razpadu, bi se prevedla v nekaj milijardink mase protona. To se zdi zelo majhna vrednost, ampak v resnici ni. Izkaže se, da obstaja vrsta procesov, ki dajo zgornjo mejo za mase nevtrinov in pri tem, kar je mogoče presenetljivo, prihaja največja omejitev ravno iz kozmologije. Osupljivo je, da lahko z opazovanjem največjih struktur v vesolju, z meritvami zvezd in galaksij, povemo nekaj relevantnega o osnovnih gradnikih narave in njenem delovanju na najmanjših razdaljah.

Simulacije razvoja vesolja, opazovanje sevanja kozmičnega ozadja in podatki iz satelita WMAP nam lahko v okviru dobro preverjenega standardnega kozmološkega modela dajo omejitev za vsoto mas lahkih nevtrinov. Izkaže se, da je vrednost, ki bi jo pripisali nevtrinski masi, če bi hoteli zadostiti eksperimentalni vrednosti breznevtrinskega beta razpada v raziskavi [28], dosti prevelika, da bi bila v skladu s kozmološkimi meritvami. V kratkem bo satelit Planck začel pošiljati podatke, ki bodo te kozmološke omejitve potisnile še navzdol, ali pa bo izmeril vsoto nevtrinskih mas.

Če se obstoj breznevtrinskega beta-razpada res potrdi, se bo nujno uresničil scenarij, ki so si ga zamislili Feinberg, Goldhaber in Pontecorvo [27]. V tem primeru bi razlog za signal morale biti nove prostostne stopnje, neka Nova fizika. Ali bi bilo potemtakem mogoče to novo fiziko eksperimentalno preveriti? S pomočjo enostavne dimenzionalne analize, lahko napovemo, da bi energijska skala takšne nove fizike ustrezala več tisoč masam protona. Te energije so ravno v dosegu trkalnika LHC in v nadaljevanju bomo pokazali, da bi bilo to res mogoče.

Katera teorija naj bi opisala to novo fiziko sicer ne vemo, zagotovo pa je zelo dober kandidat LD model, ki je napovedal obstoj nevtrinskih mas vrsto let pred njihovim odkritjem. Izkaže se, da v tem modelu že obstaja napoved za breznevtrinski beta-razpad, ki ustreza izmerjeni vrednosti in

je še vedno v skladu s kozmologijo [29]. V tem primeru je signal posledica izmenjave W_R, desnoročnega ekvivalenta šibkega bozona.

4.1 Visoke energije in LHC

Nova fizika na LHC

LHC je trenutno pospeševalnik z največjo dosegljivo energijo na svetu. Njegov poglavitni cilj je odkritje mehanizma zloma umeritvene simetrije, a ima poleg tega osnovnega cilja še velik dodaten potencial in širšo nalogo, to je iskanje nove fizike. S trkanjem protonov želimo doseči dovolj visoke energije, da bi lahko našli nove masivne prostostne stopnje, ki so do danes ostale še neopažene, podobno kot je SPS proizvedel W in Z-bozone. Kandidatov za novo fiziko je veliko, motivirani so tako s teoretičnega kot s fenomenološkega vidika. Kot primer testiranja novega modela vzemimo minimalni LD model in poglejmo, kaj nam lahko nov eksperiment na LHC-ju pove o teoriji, ki stoji za nevtrinskimi masami.

Minimalni LD simetrični model je kmalu po svojem nastanku postal žrtev svoje lastne prevelike napovedljivosti. Kot je bilo že rečeno, LD model napove obstoj novih prenašalcev desnoročne interakcije W_R in Z_R. Zaradi minimalnosti modela so njihove sklopitve precej dobro definirane in so podobne sklopitvam že poznanih W in Z-bozonov, le da je njihova masa precej večja; na pospeševalnikih ji do sedaj še nismo opazili. Navkljub tej veliki masi bi bil obstoj W_R lahko odgovoren za redke procese pri nizkih energijah, podobno kot je W-bozon odgovoren za beta-razpad. Kmalu po objavi minimalnega modela [21] je bila opravljena prva resna analiza, ki je postavila omejitev na maso W_R in desnoročni bozon bi moral biti približno 1800-krat težji od protona. Trkalnika SPS in LEP sta sicer v osemdesetih uspešno proizvajala W in Z-bozone, ampak nista imela niti približno dovolj energije za produkcijo tako težkih delcev, kot bi moral biti W_R. Pravzaprav si je bilo takrat težko zamisliti, da bo v bližnji prihodnosti zgrajen pospeševalnik z dovolj energije za testiranje LD teorij, zato za minimalni LD model do pred kratkim ni bilo zelo veliko zanimanja. Model je sicer s teoretičnega vidika privlačen, saj je razložil zlom parnosti, uspešno napovedal nevtrinske mase in razložil njihovo majhnost s pomočjo gugalničnega mehanizma. Vendar

brez možnosti eksperimentalne preveritve model spada v tisto Paulijevo kategorijo: *It's not even wrong*.

Z LHC-jem se ta pogled spremeni. Na novo zgrajen pospeševalnik trenutno obratuje pri ogromni energiji in v težiščnem sistemu doseže s trki protonov energije, ki so ekvivalentne 7000 masam protona. Še več, že od samega začetka je bila načrtovana energija trkov v težiščnem sistemu dvakrat višja od doslej dosežene, na to pa bo treba počakati še nekaj let. Te energije so sedemkrat večje od tistih, ki jih je lahko dosegla prejšnja naprava Tevatron, in tako so podatki za iskanje nove fizike že na voljo sodelujočim pri LHC.

Leptonsko število na pospeševalniku

V minimalnem LD modelu obstaja še posebej zanimiv proces, ki bi bil lahko opažen na LHC. Ta proces je analogen breznevtrinskem beta--razpadu, ker prav tako krši leptonsko število. Drugače od breznevtrinskega beta-razpada, ki poteka znotraj jeder in pri nizkih energijah, pa se ta novi proces dogaja le pri visokih energijah, v reakcijah s trki protonov.

Od predloga za iskanje kršitve leptonskega števila z breznevtrinskim beta- razpadom, ki sta ga leta 1937 predlagala Racah in Furry, je preteklo skoraj 50 let do predloga alternativne poti. Zamisel za alternativni proces sta našla Keung in Senjanović [30] leta 1983. Predlagala sta, da si zamislimo podobno situacijo kot za *W*-bozon v SM in da nam je uspelo proizvesti W_R s trki protonov. Ko je ta delec enkrat proizveden, bo razpadel v nabiti lepton in težek desnoročni nevtrino. Nevtrino bo naknadno razpadel v še en nabit lepton in preko izmenjave W_R v dva kvarka, ki jih na pospeševalnikih opazimo kot curke hadronov. Shematično bi bila torej reakcija v LHC sledeča:

$$p\ p \rightarrow W_R^- \rightarrow l_R^-\ \nu_R \rightarrow l_R^-\ l_R^\pm + 2\ curka.$$

Desnoročni nevtrino je Majoranovega tipa, kar pomeni, da je hkrati delec in antidelec. To pomeni, da razpade z enako verjetnostjo v delec kot v antidelec. Iz zadnjega člena v zgornji reakciji je torej očitno, da je nevtrino Majoranove vrste: v polovici razpadov namreč razpade v nabita leptona (l_R) z nasprotnim in v drugi polovici z enakim nabojem. Prav tako smo v polovici primerov eksplicitno zlomili leptonsko število: na

začetku reakcije je leptonsko število nič, na koncu imamo dva delca z istim nabojem, torej je leptonsko število kršeno za dve enoti.

Konceptualno bi bilo odkritje zgornjega procesa izredno pomembno za napredek v fiziki visokih energij. Neposredno odkritje W-bozona je bilo v preteklosti nujno za potrditev njegove vloge v procesu navadnega beta-razpada in za postavitev SM. Podobno bi bila najdba W_R in desnoročnega nevtrina dokaz za gugalnični mehanizem in za potrditev minimalnega LD modela. Hkrati bi z meritvami na pospeševalniku lahko izmerili njune sklopitve in dobili napovedi za vse procese, ki zlomijo leptonsko število in katere bi posledično lahko izmerili pri nizkih energijah, npr. pri breznevtrinskem dvojnem beta-razpadu.

LHC je od prvih izmerjenih trkov leta 2010 do danes nabral več kot pričakovano količino podatkov in, kot kaže, bodo s trki pri teh energijah nadaljevali še kar nekaj časa. Navkljub delovanju LHC-ja pri energiji, ki je polovična od prvotno pričakovane, so pridobljeni podatki že uporabni in kažejo, da bo eksperiment v kratkem ponovno prehitel teoretične omejitve za maso W_R in odprl možnost za levo-desno simetričen opis sveta.

5. Zaključek

Ta prispevek je bil napisan skozi oči raziskovalca, ki dela na področju teoretske fizike osnovnih delcev. Ko poskušamo razumevati naravo, se pri našem delu večinoma poslužujemo abstraktnega matematičnega jezika, ki je primeren za reševanje fizikalnih problemov in je nastal zaradi potrebe po konkretnih, računskih napovedih. Vendar to ne zadostuje vselej. Dostikrat se je treba pri našem razmišljanju ustaviti in se vrniti nazaj k diskusiji o samih predpostavkah izgradnje ali analize modela. Osnovne predpostavke pri gradnji modelov je mogoče razložiti z uporabo simetrij, tako umeritvenih kot simetrije parnosti, principa minimalnosti in ohranitve raznih števil, kot je npr. leptonsko število. Za vsako od teh enostavnih predpostavk stoji realna fizikalna implikacija: iz dodatnih simetrij sledijo posledice, ki so opazljive.

Danes je najbrž težje kot kdajkoli prej slediti vmesnemu matematičnemu koraku med enostavno premiso in realizacijo njene posledice. Prav tako je za današnje eksperimente, vsaj pri tako visokih energijah,

kot jih dosega LHC, potreben ogromen mednarodni napor in prispevki mnogih nadarjenih posameznikov. Za izvedbo teh eksperimentov in za analizo podatkov je potrebno več časa kot kdajkoli prej. LHC je zgrajen in že trka protone. Celotna znanstvena skupnost zdaj nestrpno čaka na novo odkritje o tem, kaj narava skriva pri tako velikih energijah. Naša želja po razumevanju se bo z novimi rezultati gotovo razvila v veselje nad novimi znanstvenimi odkritji ter vzbudila čudenje in navdušenje nad dosežki in odkritji moderne znanosti.

Namen tega prispevka je predstaviti razmišljanje o teh premisah, o razvoju fizikalnih napovedi, ki jim sledijo, ter o eksperimentalnih pristopih, ki omogočajo njihovo preverjanje, in sicer brez prevelikega matematičnega formalizma. Morda bo zgornji razmislek pripomogel spodbuditi razumevanje in spoznavanje delovanja narave v njeni najbolj osnovni obliki tudi pri tistih radovednežih, ki niso ves čas vpeti v znanstveno sfero fizike visokih energij.

Zahvala. Rad bi se zahvalil svoji ženi dr. Hani Uršič Nemevšek za natančno branje in za številne popravke, komentarje in ideje, ki so pripomogle k veliko boljši berljivosti in kvaliteti tega prispevka.

Literatura

1. G. Farmelo, Basic Books, (2009) 560 p.
2. P. A. M. Dirac, Proc. Roy. Soc. Lond. A117 (1928) 610, *ibid.* A118 (1928) 351
3. P. A. M. Dirac, Proc. Roy. Soc. Lond. A133 (1931) 60.
4. C. D. Anderson, Phys. Rev. 43 (1933) 49.
5. S. Tomonaga, Prog. Theor. Phys. 1 (1946) 27; J. S. Schwinger, Phys. Rev. 73 (1948) 416, *ibid.* 74 (1948) 1439; R. P. Feynman, Rev. Mod. Phys. 20 (1948) 367, Phys. Rev. 74 (1948) 939, 1430.
6. J. S. Schwinger, In »Paris 1982, Proceedings, History Of Particle Physics«, 409.
7. E. Fermi, Z. Phys. 88 (1934) 161–177.
8. T. D. Lee, C.-N. Yang, Phys. Rev. 104 (1956) 254.
9. E. C. G. Sudarshan, R. E. Marshak, Phys. Rev. 109 (1958) 1860; do istega zaključka sta po drugačni poti malo kasneje prišla tudi: R. P. Feynman, M. Gell-Mann, Phys. Rev. 109 (1958) 193.
10. S. Weinberg, J. Phys. Conf. Ser. 196 (2009) 012002.
11. C. -N. Yang, R. L. Mills, Phys. Rev. 96 (1954) 191.

12. J. S. Schwinger, Phys. Rev. 82 (1951) 914, *ibid.* 91 (1953) 713.
13. S. L. Glashow, Nucl. Phys. 22 (1961) 579.
14. J. Goldstone, Nuovo Cim. 19 (1961) 154; Y. Nambu, G. Jona-Lasinio, Phys. Rev. 122 (1961) 345.
15. P. W. Anderson, Phys. Rev. 130 (1963) 439; F. Englert, R. Brout, Phys. Rev. Lett. 13 (1964) 321; P. W. Higgs, Phys. Lett. 12 (1964) 132, Phys. Rev. Lett. 13 (1964) 508, Phys. Rev. 145 (1966) 1156.
16. S. Weinberg, Phys. Rev. Lett. 19 (1967) 1264; A. Salam, J. C. Ward, Phys. Lett. 13 (1964) 168–171.
17. G. 't Hooft, [hep-th/9812203] in [hep-th/9410038].
18. H. Georgi, S. L. Glashow, Phys. Rev. Lett. 32 (1974) 438.
19. J. C. Pati and A. Salam, Phys. Rev. D 10 (1974) 275.
20. R. N. Mohapatra and J. C. Pati, Phys. Rev. D 11 (1975) 2558.
21. G. Senjanović and R. N. Mohapatra, Phys. Rev. D 12 (1975) 1502. G. Senjanović, Nucl. Phys. B 153 (1979) 334.
22. L. Sciascia, La scomparsa di Majorana, Adelphi ed., (1975).
23. E. Majorana, Nuovo Cim. 14 (1937) 171.
24. P. Minkowski, Phys. Lett. B 67 (1977) 421; T. Yanagida, proceedings of the *Workshop on Unified Theories and Baryon Number in the Universe*, Tsukuba, 1979, eds. A. Sawada, A. Sugamoto, KEK Report No. 79–18, Tsukuba; S. Glashow, in *Quarks and Leptons, Cargese 1979*, eds. M. Lévy. et al., (Plenum, 1980, New York); M. Gell-Mann, P. Ramond, R. Slansky, proceedings of the *Supergravity Stony Brook Workshop*, New York, 1979, eds. P. Van Niewenhuizen, D. Freeman (North-Holland, Amsterdam); R. Mohapatra, G. Senjanović, Phys. Rev. Lett. 44 (1980) 912 .
25. B. Pontecorvo, Sov. Phys. JETP 6 (1957) 429.
26. G. Racah, N. Cim. 14 (1937) 322; W.H. Furry, Phys. Rev. 51 (1937) 125, *ibid.* 56 (1939) 1184.
27. G. Feinberg, M. Goldhaber, Proc. Nat. Ac. Sci. USA 45 (1959) 1301; B. Pontecorvo, Phys. Lett. B26 (1968) 630.
28. H.V. Klapdor-Kleingrothaus *et al.*, Phys. Lett. B586 (2004) 198; H.V. Klapdor--Kleingrothaus, I.V. Krivosheina, Mod. Phys. Lett. A21 (2006) 1547.
29. R. Mohapatra, G. Senjanović Phys.Rev. D23 (1981) 165; V. Tello, M. Nemevšek, F. Nesti, G. Senjanović, F. Vissani, Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 151801.
30. W.-Y. Keung, G. Senjanović, Phys. Rev. Lett. 50 (1983) 1427.

TEORIJE IN MODELI NARAVE V KEMIJI

Miha Lukšič

Kemiki so čudna sorta smrtnikov, ki jih žene skoraj nora sila,
da iščejo radosti med dimom in parami, med sajami in plameni,
med strupi in bedo ... In vendar sem med vsemi temi zlimi duhovi
živel tako sladko, da raje umrem, kot da bi zamenjal mesto s perzijskim kraljem.[1]

Leto, v katerem izide pričujoči prispevek za zbornik *Modeli sveta*, sta mednarodna sekcija za čisto in uporabno kemijo (IUPAC) ter UNESCO razglasila za mednarodno leto kemije ter zanj izbrala slogan: *Kemija – naše življenje, naša prihodnost*. Ozrimo se okoli sebe: mar ni večina stvari, ki jih vidimo, na ta ali oni način povezana s kemijo? Kemija ima opravka z našimi oblačili, stavbami, avtomobili, cestami, poljedelstom, živinorejo, barvami, papirjem, usnjem, fotografijami, umetnimi masami, steklom, mikročipi, mobiteli ... Molekularne transformacije so poglavitnega pomena v proizvodnji hranilnih snovi, zdravil, goriv, materialov, skratka skoraj vseh proizvedenih in pridobljenih produktov. Nenazadnje: (bio)kemični procesi omogočajo naša življenja ter življenja živali in rastlin. Si lahko torej zamislimo bivanje na zemlji brez kemije? Richard Powers zapiše:

Življenje brez kemije? Ne, nič ni narobe s to sliko. Tudi z vašo revijo in tiskalniki je vse v redu. Mislili smo zgolj, da bi vas utegnilo zanimati, kako bi izgledalo življenje brez vseh teh življenjsko nevarnih kemičnih procesov, o katerih lahko danes tako veliko berete [...] Življenje brez kemije bi izgledalo precej podobno ne-življenju [*would look a lot like no life at all*]. Manj znanja ni odgovor. Odgovor je boljše znanje. Kemični procesi niso težava – so pravila igre. Preprosto: vaše življenje je kemija [*It's elementary: your life is chemistry*].[2]

---

[1] J. J. Becher, *Physica Subterranea* (1667), navedeno po: P. Strathern, *Mendeleyev's Dream: The Quest for the Elements*, St. Martins Press, New York 2001, str. 204.

[2] R. Powers, *Gain*, Vintage, London 2001, str. 153. – Kornberg pa na nekem drugem mestu precej vzneseno zapiše še: »Življenje, navsezadnje, je le kemija, pravzaprav majcen primer kemije na enem planetu [...] Globoko sem prepričan, da bomo življenje, vključno s človekovo zavestjo in vedênjem, v končni fazi lahko izrazili z jezikom kemije [...] Kemijski jezik je jezik neizmerne

In vendar: kaj sploh *je* kemija? Kaj se skriva za dimom in parami, za sajami in plameni, za to romantično srednjeveško podobo kemijske kuhinje? Avtorji deklaracije mednarodnega leta kemije zapišejo, da je »kemija [...] tako globoko filozofsko poizvedovanje kot uporabno znanstveno raziskovanje. Kemijska znanost je osnova za človekovo razumevanje sveta in vesolja«.[3] Če naj trditev drži, potem je kemik oboje: obrtnik in filozof.[4] Ko kemik zapusti laboratorij, ko se z rezultati eksperimenta usede za mizo, da bi o njih razmislil, vstopi v simbolni svet modelov in teorij, postane 'filozof'. Filozof v smislu, da skuša najti razlago svojih izsledkov, da jih prevede v jezik kemije, da jih umesti v predpostavljeni modelni sistem. Kemik (z redkimi izjemami) torej ni filozof v pravem pomenu besede, tudi v pomenu filozofije znanosti ne. Običajno ne analizira metod kemijskega raziskovanja, ne preizprašuje podmen, ki jih ima za gotove. Misli znanstveno, v jeziku svoje vede, v jezikih sorodnih ved (fizike, matematike, biologije). Svoj znanstveni svet lovi v to jezikovno mrežo na različne načine; lahko je konvencionalist, lahko induktivist, lahko deduktivist ... V kemiji, rečeno z Aristotelovimi besedami, sočasno eksistirata tako *epistéme* kot *phronesis*,[5] pri čemer je treba priznati, da je kemija vendarle pretežno eksperimentalna znanost.[6] Ker eksperiment v kemiji ne igra zgolj sekundarne vloge, tj., ni zgolj pomagalo pri oblikovanju in preizkušanju teorij, temveč velikokrat ravno obratno, so se o avtonomnosti kemije kot znanstvene discipline oblikovali marsikateri dvomi. Kemija se je, za razliko od fizike, kot znanost uveljavila razmeroma pozno. Zrasla je na temelju izkušenj o kemijskih lastnostih snovi, ki jih je prigarala alkimija, katere glavna točka zanimanja je bil eksperiment, saj ji je šlo le za posnemanje naravnih procesov v laboratoriju.

---

estetske lepote in povezuje fizikalne znanosti z biološkimi. Je mednarodni jezik, jezik za vse čase, jezik brez dialektov. Je jezik, ki nam govori, od kod smo prišli, kje smo in kam nam bo fizikalni svet v prihodnje dovolil iti.« (A. Kornberg, »Understanding Life as Chemistry«, *International Journal of Quantum Chemistry*, 53, 1995, str. 125–130.)

3 International Year of Chemistry – 2011 (*Chemistry – our life, our future*), URL: http://www.chemistry2011.org.

4 D. Knight, *Ideas in Chemistry: A History of the Science*, Ruthers University Press, New Brunswick 1992, str. 13.

5 J. Kovac, »Theoretical and Practical Reasoning in Chemistry«, *Foundations in Chemistry*, 4, 2002, str. 163–171.

6 *Phronesis* predstavlja npr. jedro sintezne kemije.

Alkimijo sta spodbujali medicina in metalurgija; prva z iskanjem 'kamna modrosti',[7] druga s pretvorbo neplemenitih kovin v zlato. Z današnjega vidika je bila alkimija za kemijo uporabna zgolj toliko, da se je nekaj naučila od alkimističnih mojstrov, ki so bili izkušeni v obrteh, povezanih s keramiko, steklom, metalurgijo, barvami, tkaninami ... Medicina in farmacija (iatrokemija) sta v toku časa pripomogli k 'preobrazbi'[8] alkimije v kemijo. Čeprav sodobna kemija zanika objektivno vrednost alkimističnega izkustva, pa prezre subjektivno, psihološko kohezijo alkimistične kulture. Neuspehe svojih poskusov si je alkimist razlagal tako objektivno kot subjektivno. Propad poskusa je pripisal uporabi napačnih snovi oziroma nepravemu času izvajanja poskusa, hkrati pa je ob neuspehu začel dvomiti v svojo moralno čistost, ga razumel kot moralni spodrsljaj, posledico ne dovolj goreče meditacije oziroma molitve. Gaston Bachelard je opozoril na ta subjektivni vidik alkimije, ki se je v sodobni naravoslovni znanosti izgubil.

Nikdar niso bile kvalitete odrekanja, poštenosti, potrpljenja, premišljene metode, goreče delavnosti tako intimno zlepljene s poklicem kot v alkimističnem času. Zdi se, da se lahko danes laboratorijski človek dosti laže loči od svoje funkcije. Svojega čustvenega življenja nič več ne meša z znanstvenim življenjem. Njegov laboratorij ni več v njegovi hiši, na njegovem podstrešju, v njegovi kleti. Zvečer ga zapusti, kakor zapustimo urad, in se vrne k družinski mizi, kjer ga čakajo druge skrbi, druge radosti. [...]

Presenetljivo je, da je mogoče vse alkimistične eksperimente razlagati na dva načina, kemijsko in moralno. Ob tem pa se pojavi vprašanje: kje je zlato? V materiji ali v srcu? Kako da lahko tudi dvomimo o prevladujoči vrednosti alkimistične kulture? Interpretacija pisateljev, ki slikajo alkimistovo iskanje bogastva, je psihološki nesmisel. Alkimija je intimna kultura. [...]

Alkimija vlada v času, ko človek bolj ljubi naravo, kot jo izkorišča. Ta beseda, ljubezen, povleče vse za sabo. Je beseda, ki povezuje delo in delavca. Brez nežnosti in ljubezni ni mogoče proučevati otroške psihologije. Prav tako ni

---

[7] »Ko gre za ugotavljanje, kateri je najboljši letni čas za 'alkimistično svatbo', se omahuje med pomladjo in jesenjo, med kaljo in plodom. Najraje bi [alkimisti] združili oba letna časa, v istem eleksirju ponudili pomlad in jesen, mladost in zrelost! Natanko to udejanja *kamen modrosti*.« (G. Bachelard, *Oblikovanje znanstvenega duha*, Studia Humanitatis, Ljubljana 1998, str. 202.)

[8] Poudariti moramo, da se kemija ni *razvila* neposredno iz alkimije, saj ni šlo za razvoj enotne znanosti o snoveh. Alkimija namreč ni bila znanost in preskok v načinu dojemanja pojmov v alkimiji in kemiji zato ni mogel biti zvezen. (Glej npr. D. W. Theobald, »Some Considerations on the Philosophy of Chemistry«, *Chemical Society Reviews*, 5, 1976, str. 203–213.)

mogoče brez nežnosti in brez ljubezni proučevati porajanja in obnašanja kemijskih substanc. [...]

Alkimistična miselnost je v neposredni zvezi s sanjarjenjem in sanjami: objektivne podobe meša s subjektivnimi željami. [...]

Alkimist brez prestanka ponavlja: moje zlato je več kot zlato, moj merkur je več kot živo srebro, moj kamen je več kot kamen, ravno tako kot zaljubljenec, ki meni, da je njegova ljubezen največja, kar jih je kdaj prebivalo v človeškem srcu.[9]

Alkimija je bila umetnost preobrazbe, spremembe, transformacije manj vrednega v vrednejše; sprememba snovnega ali duhovnega, saj takrat ločnica med obema ni bila tako ostra, kot je v današnji eksaktni znanosti. Četudi obstaja med alkimističnim in kemijskim načinom razmišljanja precejšen prelom, ostaja zanimanje za spremembe v samem jedru sodobne kemije. Kemija je znanost, ki jo poleg sestave, zgradbe in lastnosti substanc zanimajo predvsem *spremembe* substanc, do katerih pride med kemijskimi reakcijami.[10] Povedano z besedami Engelsove dialektike narave je kemija »znanost kvalitativnih spremembah teles, izvirajočih iz spremenjene kvantitativne sestave«.[11] Čeprav definicija prihaja 'od zunaj', in čeprav ne vključuje izomernih transformacij, ostaja ena boljših.[12] Prav zanimanje za spremembe tudi razlikuje kemijo od

---

[9] G. Bachelard, *Oblikovanje znanstvenega duha*, Studia Humanitatis, Ljubljana 1998, str. 51, 53, 192, 199, 201–202.

[10] »Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme« je bila Lavoisierova maksima. Nekatera področja fizikalne kemije (površinska in koloidna kemija, elektrokemija, kemijska termodinamika, statistična termodinamika, kvantna kemija itn.) štejemo h kemiji, čeprav jedro njihove tematike običajno niso kemijske reakcije. Sodobnejša, bolj pragmatična definicija kemije bi bila zato sledeča: kemija je znanost o spremembah substanc, ki vključuje tudi spremembe substanc, ki niso posledica kemijskih reakcij. (O pomenu relacij v kemiji glej: A. Bernal in E. E. Daza, »On the Epistemological and Ontological Status of Chemical Relations«, *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 16, 2010, str. 80–103.)

[11] F. Engels, *Dialektika prirode,* Cankarjeva založba, Ljubljana 1953, str. 70.

[12] Mimogrede: kitajska beseda za kemijo, 化学, dobesedno zadene bistvo: 化 [*huà*] pomeni spremeniti, transformirati, 学 [*xué*] pa znanje, vedo. – Etimološki izvor korena *kem-* ni povsem jasen. Večinoma se ga pripisuje besedi *alkimija*, ki je bila prevzeta iz srednjeveške latinščine, le-ta pa iz arabščine oziroma grščine (cf. npr. Slovenski etimološki slovar). Zanimivo alternativno razlago ponujata J. Needham ter S. Mahdihassan, ki trdita, da beseda kemija izvira iz Kitajske: kitajska beseda za zlato, 金 [*jīn*], se v stari kitajščini izgovori *kiem*, v kantonščini *kem*, v hakkaščini pa *kim*, iz česar naj bi se nato razvili arabski in grški besedi. Zamisel je sprejemljiva, saj je kitajsko zlatotvorstvo vplivalo na učenjake Srednjega in Bližnjega vzhoda. Pisnih dokazov žal ni, kar nam preprečuje določiti pravi izvor besede kemija. (J. Needham, *Science and Civilization*

fizike.[13] Razlike med tradicijama, ki ju gojita fizika in kemija, je moč zaznati že v srednjeveški filozofiji, kjer so prevladovale tendence platonizma in hermetizma.[14] Če v platonizmu posameznik ne more vplivati na svet, pa hermetizem predpostavlja njegovo neprestano spreminjanje. Posameznik zato ni zgolj opazovalec, temveč ima vpliv na globalne dogodke.[15] Ideja o spreminjanju sveta je ostala lastna kemiji. Kemija ima opravka z resničnim svetom in nanj tudi deluje; sinteza je ime za tvorbo novih in spreminjanje obstoječih substanc. Zanima jo snov, kakršna je, pa tudi njena preteklost in prihodnost. Če fiziko bolj zanimajo objekti (velikost, oblika), zanimajo kemijo substance ter lastnosti, po katerih se le-te razlikujejo. »Poglavitno je, da ima fizika, kadar proučuje substance, vedno opravka s študijem objektov, ki so zgrajeni iz dane substance, medtem ko kemija študira substance, iz katerih je nek objekt zgrajen.«[16]

Glede na prevladujoč eksperimentalni značaj kemije pa je napak sklepati, da je kemija znanost, ki jo teorija nič ne briga.[17] Teoretična (in računalniška) kemija ima pomembno vlogo ne le pri raziskavah temeljnih kemijskih vprašanj, temveč tudi pri praktičnih vidikih, s katerimi se srečuje kemijsko inženirstvo, organska kemija in biokemija, kemija okolja, atmosferska kemija, farmacevtska kemija ... Kemika ne zanima le, kaj se dogaja v naravi, temveč skuša svoja opazovanja tudi razložiti.[18] Pri praktičnem delu si kemik želi o nekem fenomenu postaviti določen kavzalni koncept, ki bo razložil ta fenomen. Običajno imamo pri takšnem začetnem abduktivnem sklepanju opravka z eksistenčno ab-

---

in China, Vol. 5 (*Chemistry and Chemical Technology*), Cambridge University Press, Cambridge 1980, str. 324; S. Mahdihassan, »The Chinese Origins of the Word Chemistry«, *Current Sciences*, 15, 1946, str. 136.)

13 P. H. Plesch, »On the Distinctness of Chemistry«, *Foundations of Chemistry*, 1, 1999, str. 7–16.

14 Hermes Trismegist kot začetnik hermetizma je med dele modrosti univerzuma poleg astrologije in teurgije štel tudi alkimijo, pri čemer je spremembo svinca v zlato razumel kot poskus človeka, da se spremeni iz osnovnega človeka (svinec) v mojstra (zlato).

15 H. Vančik, »Opus Magnum: An Outline for the Philosophy of Chemistry«, *Foundations of Chemistry*, 1, 1999, str. 241–256.

16 N. Psarros, »The Lame and the Blind, or How Much Physics does Chemistry Need«, *Foundations of Chemistry,* 3, 2001, str. 241–249.

17 *Theoria sine praxis sicut rota sine axis, praxis sine theoria sicut caecus sine via.* [Teorija brez prakse je kot kolo brez akse, praksa brez teorije pa kot slepec, ki po cesti se vije.]

18 Glej npr.: P. Alexander, »Theory-Construction and Theory-Testing«, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 9, 1958, str. 29–38.

dukcijo (postuliramo obstoj objektov, ki so bili prej neznani) oziroma z analogno abdukcijo (uporabimo primere formiranja obstoječih hipotez za izgradnjo hipotez, ki so podobne obstoječim).[19] Vloga eksperimenta in teorije v kemiji ni klasična popperjanska,[20] pri kateri opazujemo z namenom testiranja hipotez in teorijo testiramo tako, da jo apliciramo na tiste posebne (kritične) primere, za katere daje drugačne rezultate od preostalih teorij oziroma tistega, kar bi pričakovali brez teorije. Za razliko od kozmologije ali fizike, kjer obstajajo izdelane teorije, ki čakajo na svojo eksperimentalno potrditev ali ovržbo,[21] je v kemiji situacija prej takšna, da imamo na razpolago celo goro eksperimentalno opaženih fenomenov, ki še čakajo na svojo teoretično obravnavo. Kemija pozna množico empiričnih zakonov, ki medsebojno korelirajo dva ali več opaženih faktorjev.[22] Empirični kemijski zakoni se nanašajo na substance:[23] eni zakoni trdijo, da obstajajo različni materiali, ki jim pravimo 'čiste substance' (npr. kisik, srebrov jodid, holesterol itd.), drugi podajajo funkcijske zveze, ki predstavljajo lastnosti teh substanc (npr. Boylov zakon za pline, Kolrauschov zakon za prevodnost močnih elektrolitov, Arrheniusov zakon za temperaturno odvisnost hitrosti kemijske reakcije itd.). Pregled teorij v kemiji nam ponudi obilico primerov, ko teorija napove le, katere količine bodo medsebojno povezane, njihovo funkcijsko odvisnost pa je treba nato eksperimentalno poiskati. Eksperiment torej v takšnem primeru ni v službi testiranja teoretičnega zakona; prinaša nove informacije, ne da bi čakal na teorijo. Pri testiranju modela se kemik običajno opira na določen preliminarni model, ki ga želi v skladu z eksperimentom izboljšati; ne starta v prvi vrsti s konstrukcijo teoretično bolj dodelanega modela in nato testira njegove napovedi (skladnost z

---

[19] R. J. Good, »Why are Chemists 'Turned Off' by the Philosophy of Science?«, *Foundations of Chemistry*, 1, 1999, str. 65–95.

[20] K. R. Popper, *Logika znanstvenega odkritja*, Studia Humanitatis, Ljubljana 1998.

[21] Denimo iskanje Higgsovega bozona, ki ga napoveduje standardni model fizike delcev, in ki je nemara tudi najbolj medijsko odmeven primer, kjer teorija čaka na sodbo eksperimenta. (Za razliko od fizike (projekt v Cernu), astrologije (Hubblova postaja), biologije (projekt človeškega genoma), geologije (projekt Mohole) kemija nima 'velikega' projekta, in je zato manj na očeh medijev, politikov in širše javnosti ... To je vsa zgodba.)

[22] Npr. Zajčevo pravilo, Markovnikovo pravilo, Bredtovo pravilo, Konovalovo pravilo ... so vse primeri empiričnih zakonov v kemiji.

[23] E. F. Caldin, »Theories and the Development of Chemistry«, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 10, 1959, str. 209–222.

eksperimentom). Eksperimentalni napori so pogostokrat opravljeni prej z namenom izboljšave obstoječega modela kot z namenom njegovega testiranja. Če model ni ustrezen za opis fenomena v vseh primerih, ga običajno ne zavržemo kot povsem neustreznega, temveč ga omejimo na določeno območje veljave (Kolrauscheva zveza velja denimo le za razredčene raztopine močnih elektrolitov itn.). Teza, da teorije testiramo z namenom njihove ovržbe, v kemiji ni podprta. Namesto testiranja je bolje govoriti o evalvaciji teorije.

V kemiji mnoge teoretične hipoteze ne zajamejo celotnega področja, vsebujejo nedoločene parametre, potrebujejo pri aplikaciji dodatne hipoteze in ne dajejo numerično eksaktnih rešitev. Posledično sta eksperiment in toerija povezana na bolj kompleksen način. Fizikalnokemijske meritve niso namenjene zgolj testiranju hipotez; dajejo nam kvalitativne podatke o molekularnih modelih, ki jih zato izpopolni bolj trud eksperimentalca kot teoretika.[24]

Popperjeva shema lahko torej velja za teoretika, ki postavlja nove teoretične koncepte, jih testira in preoblikuje (npr. fizikalni kemik, ki se ukvarja prvenstveno s teoretičnimi koncepti), ne pa za eksperimentalca, ki si želi interpretacije svojih opazovanj in ga izsledki svojih raziskav peljejo k bolj dodelanim modelom fenomenov, ki jih opazuje. Če se strinjamo s hipotetično deduktivno metodo v naravoslovni znanosti, jo je treba v primeru kemije razumeti v nekoliko manj strogi obliki: testiranje hipotez ni nujno osrednja aktivnost kemije.

Od temeljnih področij kemijske dejavnosti[25] je s teorijo še najbolj povezana fizikalna kemija, katere začetki segajo v pozno devetnajsto stoletje.[26] Fizikalna kemija raziskuje kemijske pojave pretežno s teorijami in eksperimentalnimi propomočki fizike; pojasnjuje zvezo med kemijskimi lastnostmi atomov in molekul ter njihovo zgradbo in kemijskimi vezmi med njimi, strukturo kristalov, vedenje tekočin in raztopin ipd. Vendar

---

[24] Prav tam.

[25] Anorganska, organska, fizikalna, analizna in biokemija. Razdelitev je precej groba, a finejša shema (npr. kvantna kemija, jedrska kemija, kemija polimerov, biofizikalna in bioanorganska kemija, kemija okolja, atmosferska kemija, klinična kemija, forenzična kemija itd.) za nadaljevanje tega prispevka ni bistvena.

[26] Začetke fizikalne kemije se povezuje z imeni: Wilhelm Ostwald, Svante August Arrhenius ter Jacobus Henricus van't Hoff ter z razvojem kemijskih področij, kot so: kemijska termodinamika, statistična mehanika, elektrokemija, spektroskopija, fotokemija, kemijska kinetika ...

fizikalna kemija ni zgolj podaljšek fizike; je neko posebno polje, ki ni ne fizika ne kemija v strogem pomenu obeh besed, brez ene ali druge pa na njem tudi ne bi nič vzklilo. Fizika in kemija materijo raziskujeta vsaka na sebi lasten način – termodinamika, statistična fizika, kvantna mehanika ... so dosežki fizike, ki so svoje mesto v kemiji našli prav zaradi fizikalne kemije. Fizik ne nosi kemijskih očal, si ne postavlja kemijskih vprašanj (morda nanje le odgovarja). Ko pravimo kemijska vprašanja, s tem mislimo npr.: kakšni so pogoji obstoja snovi v danem stanju; zakaj je neka snov takšna, kakršna je; kakšni so načini in vzroki za spremembe. Odgovor nanje: eksperiment in teorija sta tista, ki sta sorodna načinu odgovarjanja fizike. Fizikalna kemija v kemijo vnaša dosežke fizike, ki so pomembni za razumevanje in razlago kemijskih pojavov. Fizikalna kemija predstavlja način poenotenja obeh znanosti brez potrebe po reduktivni shemi: »Poleg redukcije (ali supervenience ali eliminitivizma) obstaja mnogo drugih poti k poenotenju. Fizikalna kemija (termodinamika, koloidna kemija, površinska kemija, kvantna kemija), na primer, združuje [*unifies*] do določene mere fiziko in kemijo.«[27] Fizikalna kemija se ukvarja s specifičnimi fizikalnimi lastnostmi substanc. Pri tem ne gre le za empirične raziskave njihovih lastnosti, temveč tudi za njihovo teoretično razlago, pri čemer teoretični pristop fizikalnega kemika ni niti dogmatičen niti univerzalen, ampak pogosto osnovan na pragmatični množici modelov, ki zadevajo določeno substanco, kontekst, problem. Pristop je pogosto semiempiričen, kar pomeni, da parametri, ki jih model vsebuje, potrebujejo eksperiment za njihovo določitev.[28]

Matematika je v kemijo stopila z resnejšim obrazom prav skozi vrata fizikalne kemije. Njena vloga ni omejena zgolj na računsko uporabo, ampak prispeva k razvoju novih kemijskih teorij. Po drugi strani spodbuja kemija razvoj novih matematičnih pristopov, ki nudijo vpogled v kemijske probleme oziroma jih poskušajo razrešiti.[29] Matematizem postaja formativen in ne več samo deskriptiven; kemija se ne zadovolji več

---

[27] J. van Brakel, »Chemistry as the Science of the Transformation of Substances«, *Synthese*, 11, 1997, str. 253–282.

[28] J. Schummer, »Physical Chemistry: Neither Fish nor Fowl«, v: *The Autonomy of Chemistry*, Janich, P., in Psarros, N. (ur.), Königshausen & Neumann, Würzburg 1998, str. 135–148.

[29] A. T. Balaban, »Reflections about Mathematical Chemistry«, *Foundations of Chemistry*, 7, 2005, str. 289–306.

	termodinamika	statistična mehanika	kvantna mehanika
postulati	o temperaturi, toploti, delu, energiji, reverzibilnosti: vse le za *makroskopske* sisteme	o povprečjih in verjetnostih v fizikalnih sistemih	o reprezentaciji fizikalnih sistemov s pomočjo valovnih funkcij in operatorjev
objekti obravnave	makroskopska telesa realnih sistemov v ravnotežju	realni ali modelni skupki delcev, ki so lahko tudi kompleksni	skupki elektronov in jeder ali drugih elementarnih delcev
rezultati	zveze med merljivimi makroskopskimi ravnotežnimi lastnostmi	makroskopske lastnosti realnih ali modelnih sistemov; termodinamski, transportni ali relaksacijski koeficienti	energijski nivoji stacionarnih stanj ali verjetnosti za prehode med stanji

Slika 1: Najpogostejše konceptualno fizikalne teorije v kemiji: temeljni aksiomi, objekti obravnave ter rezultati. (Povzeto po H. L. Friedman, *A Course in Statistical Mechanics*, Prentice-Hall, Englewood Clifs 1985, str. 2.)

s fenomenološkim *kako*, išče tudi matematični *zakaj*, če malce parafraziramo Bachelardove besede.[30] V kemiji poleg analize in algebre srečamo matematične teorije, kot so topologija, teorija grafov, teorija grup, teorija kompleksnosti ter kaosa[31] ... Zgodovinsko gledano pa je uporaba konceptov fizikalnih teorij (termodinamika, statistična fizika, relativnostna teorija, kvantna mehanika) bolj pogosta v aparatu teoretične kemije kot uporaba matematičnih teorij. Tri glavna področja fizikalne kemije so ravno kemijska termodinamika, statistična mehanika/termodinamika ter kvantna kemija (glej sliko 1).

Besedo termodinamika je leta 1849 prvi uporabil William Thomson (lord Kelvin) in izhaja iz grških besed *θερμη* (toplota) in *δυναμις* (sprememba/dinamika). Kemijska termodinamika raziskuje zveze med delom in toploto, ki ju sistem prejme ali odda zaradi kemijske reakcije ali fizikalne spremembe stanja.[32] Je teorija, ki se ukvarja z *makroskopskimi*

---

[30] G. Bachelard, *Oblikovanje znanstvenega duha*, Studia Humanitatis, Ljubljana 1998, str. 5.

[31] Če bi danes lahko Immanuel Kant prelistal katerega od učbenikov, ki se ukvarjajo s teoretično kemijo, bi moral svoje stališče glede kemije kot znanosti gotovo spremeniti ...

[32] Sistem je v termodinamiki tisti del prostora (vesolja), ki si ga izberemo pri svojem proučevanju, preostalemu delu, ki ni predmet našega proučevanja, pa pravimo okolica. Sistem je lahko ograjen s fizičnimi ali z namišljenimi mejami. V kemiji najpogosteje študiramo sisteme, ki vsebujejo snov, lahko pa obravnavamo tudi sisteme, ki vsebujejo zgolj energijo (npr. elektromagnetno polje). Snovni sistemi so lahko zaprti (izmenjava snovi z okolico ni mogoča) ali odprti (snov se lahko izmenjuje z okolico). Če je sistem izoliran, potem ni med njim in njegovo okolico nobe-

sistemi, sistemi, ki vsebujejo ogromno število entitet (reda velikosti Avogadrovega števila). Njen fenomenološki pojmovni aparat se ne sprašuje po mehanizmu pojavov, niti po zgradbi same snovi, pač pa se ukvarja z lastnostmi opazovanega sistema, kot so npr. tlak, temperatura, masa, energija itn., in iz nekaj predpostavk (zakoni termodinamike) zgradi množico koristnih zvez med njimi.[33] Čeprav termodinamika ne more ponuditi molekularne razlage sveta, to ne pomeni, da je teorija slaba. Kemijski sistemi so običajno izredno kompleksni in nimamo še teorij, s katerimi bi jih znali zadovoljivo opisati na molekularnem nivoju. V teh primerih lahko termodinamiko uporabimo nič manj zanesljivo in eksaktno kot v primeru enostavnejših sistemih.

Glavni cilj statistične mehanike je omogočiti molekularno teorijo oziroma interpretacijo zlasti ravnotežnih lastnosti makroskopskih sistemov. Osnovana je na aksiomih statistične fizike. Njen cilj je, da iz splošnih zakonov za gibanje delcev izpelje zakone termodinamike, za kemijo bolj poglavitno pa, da iz lastnosti delcev (oziroma domnev o njihovih lastnostih) ter sil, ki delujejo med njimi, izpelje makroskopske lastnosti snovi.[34] Sisteme je možno obravnavati v okviru aksiomatičnega pojmovanja verjetnosti, a se navadno še vedno srečujemo s pojmom *ansambla*. Ansambel predstavlja namišljeno zbirko izredno velikega števila sistemov, od katerih je vsak termodinamska (makroskopska) replika (kopija) dejanskega (realnega) termodinamskega sistema, ki ga proučujemo. Res je, da so vsi sistemi v ansamblu identični s termodinamskega vidika, se pa razlikujejo na molekularnem nivoju.

---

ne interakcije. Razlikujemo še homogene ter heterogene sisteme. Vsak sistem ima niz lastnosti, ki jih lahko opazujemo, izmerimo. Takšnim lastnostim pravimo fizikalne lastnosti (funkcije) sistema. Stanje sistema je določeno z njegovimi lastnostmi. Funkcije, ki so pogojene izključno s stanjem sistema in ne z načinom, kako smo to stanje dosegli, imenujemo funkcije stanja (npr. temperatura, tlak, notranja energija, entalpija, entropija itn.). – Zamjatin v romanu *Mi* zapiše: »Lej: dve sili delujeta v svetu – entropija in energija. Ena – za blažen mir, za srečno ravnovesje, druga – za porušenje ravnotežja, za trpeče neskončno gibanje.« (J. Zamjatin, *Mi*, Cankarjeva založba, Ljubljana 1988, str. 154.)

[33] Glej npr. učbenik: I. M. Klotz in R. M. Rosenberg, *Chemical Thermodynamics: Basic Concepts and Methods*, John Wiley & Sons, Hoboken 2008.

[34] Glej npr. učbenika: T. L. Hill, *An Introduction to Statistical Thermodynamics*, Dover Publications, New York 1986; *Statistical Mechanics: Principles and Selected Applications*, Dover Publications, New York 1987.

Če statistična mehanika potrebuje podatke o lastnostih posameznih gradnikov sistema (navadno so to molekule) in o naravi interakcij med njimi, jih sama statistična teorija ne more priskrbeti. Ta informacija mora priti od drugje. Pogostokrat si pomagamo z eksperimentom (npr. spektroskopske metode), če pa jo hočemo pridobiti teoretično, vodi principielna pot h kvantni teoriji. V duhu Ockhamove britve[35] predstavlja teoretična pot s svojo skromnostjo v ekonomiji parametrov najboljšo izbiro. »Epitom pristopa *ab initio* je nekaj podobnega kot evklidska geometrija, kjer začnemo z nekaj aksiomi, nato pa vse izpeljemo od začetka brez vsakršne reference na eksperimentalne podatke.«[36] Težava pristopa *ab initio* v kemiji nastopi z dejstvom, da za sistem več kot dveh delcev (vsi kemijski elementi razen vodika so sestavljeni iz več kot dveh atomskih delcev; protonov, nevtronov, elektronov) Schrödingerjeve enačbe brez aproksimacij ni moč rešiti.[37] Najpogostejši pristop k računanju večelektronske valovne funkcije je oprt na nerelativistični Schrödingerjevi enačbi ter na t. i. Born-Oppenheimerjevemu približku (jedra atomov so mirujoča, gibljejo se samo elektroni v povprečnem polju, ki ga ustvarjajo jedra in ostali elektroni sistema). Nadalje Hartree-Fockova metoda npr. opiše valovno funkcijo kot antisimetrični produkt enoelektronskih funkcij ... Kvantna kemija je skratka osnovana na vrsti principov (npr. variacijski, Ehrenfestov teorem, Hellman-Feynmanov teorem itd.), ki imajo tako hevristično kot interpretativno vlogo.[38] Kvantne kemije ne gre kar enačiti s kvantno teorijo (kvantna mehanika), saj se ti dve med seboj razlikujeta v vrsti aspektov.[39] Problemi, kako združiti klasične in kvantne spremenljivke v kemiji, vsekakor niso trivialni.[40] Omenjeni

---

35 R. Hoffmann, V. I. Minkin in B. K. Carpenter, »Ockham's Razor in Chemistry«, *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 3, 1997, 3–28.

36 E. R. Scerri, »Just how Ab Initio is Ab Initio Quantum Chemistry«, *Foundations of Chemistry*, 6, 2004, 93–116.

37 Glej npr: F. Schwabl, *Quantum Mechanics*, Springer, Berlin [idr.], 2007; E. R. Scerri, »The Electronic Configuration Model, Quantum Mechanics and Reduction«, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 42, 1991, str. 309–325.

38 H. Hettema, »Explanation and Theory Formation in Quantum Chemistry«, *Foundations in Chemistry*, 11, 2009, str. 145–174.

39 Prav tam.

40 Primas je podal nekaj zgovornih argumentov, kako redefinirati kemijsko teorijo, da bi vključevala klasične in neklasične koncepte (H. Primas, *Chemistry, Quantum Mechanics and Reductionism*, Springer, Berlin 1983).

principi omogočajo, da lahko rezultate kvantnokemijskih računov interpretiramo v luči semiklasičnih konceptov, ki se tičejo molekul.

Kvantna kemija še ni ponudila popolne mehanistične razlage kemijskih lastnosti (kaj šele izpeljave kemijskih zakonov). Prispevki kvantne kemije h kemiji so bili raje drugačne narave. Kvantna kemija je v nekaterih primerih prinesla razlago kemijskih zakonov nekoliko prepozno, a je jeziku kemije dodala tudi številne nove koncepte, kot npr. 'orbitale', 'aromatičnost' ...[41]

J. B. Weenix je okoli leta 1647 naslikal portret Renéja Descartesa, ki v rokah drži knjigo, na kateri piše »*mundus est fabula*«, »*svet je zgodba*«.[42] Descartes je s spraševanjem o tem, kaj lahko vemo in kako lahko vemo, da je resnica enaka za vsak intelekt, spoznal, da fizik (enako danes lahko rečemo za kemika) »nima neposrednega opravka z dejanskostjo samo, ampak z 'ustvarjenimi' simboli zanjo, in da ima ta simbolični svet neko lastno hipotetično resnico v sebi, ki jo mora znanstvenik odkrivati, ne da bi mogel spet znanstveno ugotoviti, ali ji v zunanjem svetu kaj odgovarja, oziroma v kaki meri ji kaj odgovarja.«[43] Večina teorij, ki opisujejo kemijske fenomene, vsebuje *kemijske konstrukte*;[44] 'molekula' je zagotovo eden izmed najbolj razširjenih.

Zamisel, da so molekule mikroskopski, stvarni objekti z bolj ali manj definirano obliko, je bila ključna za razvoj našega razumevanja fizikalnokemijskih lastnosti snovi in je sedaj tako lastna našemu razmišljanju in vanj tako globoko vtisnjena, da jo običajno smatramo za gotovo – ta ideja predstavlja osrednjo dogmo kemije.[45]

Modeli, ki jih v kemiji uporabljamo za konceptualizacijo sveta, predstavljajo metafore, ki nam služijo za povezovanje domene kemijskih

---

41 H. Hettema, »Explanation and Theory Formation in Quantum Chemistry«, *Foundations in Chemistry*, 11, 2009, str. 145–174.

42 J.-L. Nancy, »Mundus est fabula«, *MLN*, 93, 1978, str. 635–653.

43 M. Hribar, »Uvod«, v: R. Descartes, *Meditacije,* Slovenska matica, Ljubljana 1988, str. 14.

44 N. Psarros, »What has Philosophy to Offer to Chemistry«, *Foundations of Science*, 1, 1998, str. 183–202.

45 R. G. Woolley, »Quantum Mechanical Aspects of the Molecular Structure Hypothesis«, *Israel Journal of Chemistry*, 19, 1980, str. 30–46. (Naj poudarimo, da v fenomenološkem aparatu kemijske termodinamike ni molekul. Teorija je makroskopska in se izogne razlagi na mikroskopskem nivoju, tj. atomskim in molekulskim detajlom.)

fenomenov s tem, kar poznamo iz vsakodnevnega življenja.[46] Uporaba metaforičnih modelov je verjetno posledica dejstva, da nimamo ustreznega znanja in tehnik, s katerimi bi lahko neposredno opisovali objekte in procese na molekularnem nivoju. Model molekule, ki je sestavljena iz togih kroglic in palčk, ki te kroglice povezujejo (model 'ball-and-stick'), je primer metaforičnega modela, ki si sposoja makroskopske objekte za opis mikroskopske strukture.[47] Večinoma se takšen model molekule izkaže za zelo koristnega (npr. pri stereokemičnih vprašanjih). A ko se z nivoja atomov, ki so v molekuli povezani s kemijskimi vezmi, spustimo na kvantni nivo (torej na nivo jeder in elektronov), se pomen strukture izgubi. Klasičnega koncepta molekulske strukture ne moremo izpeljati *ab initio* iz kvantnomehanskih računov.[48] To dejstvo ne postavi kvantne mehanike pod vprašaj, niti ne zmanjša uporabne vrednosti makroskopske slike o molekulah, pač pa nam da misliti, da je napak razumeti strukturo molekule kot njeno intrinzično lastnost. Kvantna kemija si zato koncept molekulske strukture sposodi iz klasične kemije.

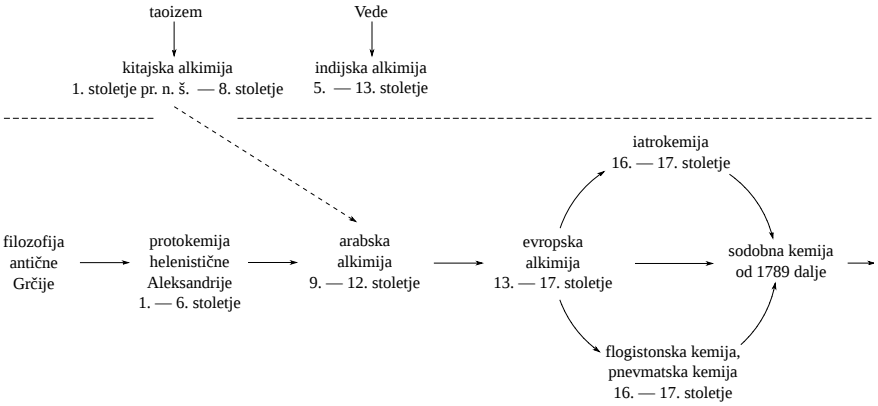
* * *

Tao rodil je Enoje,
Enoje rodilo je Dvoje,
Dvoje rodilo je Troje,
iz Trojega vse so stvari.[49]

Revolucija v kemijskem načinu mišljenja se je zgodila v drugi polovici osemnajstega stoletja, ko je Antoine-Laurent de Lavoisier odkril zakon o ohranitvi mase in dokončno opravil z zmotno flogistonsko teorijo.[50]

---

[46] N. Sukumar, »The Chemist's Concept of Molecular Structure«, *Foundations of Chemistry*, 11, 2009, str. 7–20.
[47] N. Bhushan in S. Rosenfeld, »Metaphorical Models in Chemistry«, *Journal of Chemical Education*, 72, 1995, str. 578–582.
[48] R. G. Woolley, »Must a Molecule Have a Shape?«, *Journal of the American Chemical Society*, 100, 1978, str. 1073–1079.
[49] Lao Ce, *Tao Te King*, 42. izrek, v: *Iz stare kitajske filozofije*, Slovenska matica, Ljubljana 1988, str. 212. (O vzporednicah med vzhodnjaško filozofijo ter kemijo glej npr.: E. R. Scerri, »The Tao of Chemistry«, *Journal of Chemical Education*, 63, 1986, str. 107–106.)
[50] Za diskusijo kemijske revolucije v luči Kuhnove teorije znanstvenih revolucij glej npr.: P. Hoyningen-Huene, »Thomas Kuhn and the Chemical Revolution«, *Foundations of Chemistry*,



Slika 2: Zgodovinski razvoj ‘kemije’. Vodoravnica ločuje kitajsko in indijsko alkimijo od razvojne poti, ki vodi do sodobne kemije. Domnevna, a nepotrjena povezava med kitajsko in arabsko alkimijo je nakazana s prekinjeno puščico.

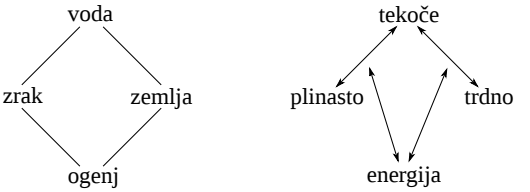
A začetki kemije niso v letu 1789, temveč segajo daleč nazaj v čase pred našim štetjem. Človek je v teku stoletij poskušal zgraditi znanje o sebi in svoji okolici; gradil je na osnovi izkušenj ter na osnovi lastnega duha (sprva s pomočjo mitov in magije). Shematski pregled zgodovinskega razvoja, ki je pripeljal do sodobne kemije, je podan na sliki 2.[51]

Napak bi bilo sklepati, da so imeli stari Grki le filozofski odnos do sveta. Iskali so tako kozmološke razlage kot tudi razlage ‘kemijskega’ obnašanja snovi na Zemlji ter možnosti njihove uporabe. To so počeli tudi kitajski modreci, ki so svoje ugotovitve o vesolju in materialnem svetu zbrali v knjigi o spremembah, 易经 [*yì jīng*]. Osnovna ideja obeh pristopov je bila, da mora redukcionistični pristop temeljiti na holističnem sistemu, povezanem z idejo o cikličnih spremembah.[52] Mar ni to sorodno današnjemu iskanju teorij(e) velikega poenotenja, navkljub očitni ločitvi teorije od vsakodnevnega izkustva?

10, 2008, str. 101–115. Glej tudi: J. G. McEvoy, »In Search of the Chemical Revolution: Interpretative Strategies in the History of Chemistry«, *Foundations of Chemistry*, 2, 2000, str. 47–73.

51 Bralcu, ki ga zanima zgodovina kemije in razvoj kemijskih idej, priporočamo knjigo: D. Grdenić, *Zgodovina kemije*, In obs medicus, Ptujska Gora 2007.

52 R. J. P. Williams in J. J. R. Fraústo de Silva, *The Natural Selection of the Chemical Elements: The Environment and Life's Chemistry*, Clarendon Press, Oxford 1996, str. 6.



Slika 3: Levo: štiri klasični 'elementi', kot jih poznamo iz grške filozofije. Desno: 'prevod' leve sheme v moderni jezik.

Že zelo zgodaj v zgodovini mišljenja se je pojavil koncept, model, da je vse, kar zaznamo, moč razstaviti na osnovne primarne komponente. Ideja o končnem številu nedeljivih entitet (elementov), iz katerih lahko s kombiniranjem pripravimo ničkoliko objektov, se je ohranila do danes. Današnje atomske torije, ki obravnavajo spremembe v elektronski konfiguraciji atomov, ko se le-ti združijo v molekulo, so le bolj sofisticirani načini izražanja starejših idej. »Le v zahtevi, da lahko elemente pripravimo, in ne, kot to pogosto slišimo, v zamisli, da moramo elemente smatrati za nerazgradljive substance, leži napredek Junga, Boyla ter Lavoisiera nad stališči, ki jih je zagovarjal Aristotel.«[53]

Primerjajmo Aristotelovo shemo štirih prvin s shemo, s katero lahko danes ponazorimo različna agregatna stanja (faze) dane kemijske substance. Prvine zrak, voda, zemlja in ogenj (leva stran slike 3), od katerih se vsaka odlikuje z eno lastnostjo, je Aristotel povzel od starejših mislecev. Kot je učil Empedokles, prvine (počela, elementi) niso stalne, temveč se lahko pretvarjajo druga v drugo preko medija lastnosti. Mar ne obstaja tesna podobnost med shemo faznih sprememb neke substance (prehod iz trdnega v tekoče in nato v plinasto, npr. ledu v vodo in vode v paro) in shemo štirih elementov? Plinasto fazo lahko povežemo z zrakom, tekočo z vodo in trdno z zemljo. Energijo, ki se pri faznih prehodih sprošča oziroma porablja, lahko v antični shemi nadomesti ogenj (desna stran slike 3).[54]

---

[53] F. A. Paneth, »The Epistemological Status of the Chemical Concept of Element«, *Foundations of Chemistry*, 5, 2003, str. 113–145.

[54] Shemi s slike 3 sta priročni tudi pri obravnavi problema organizacije v kemiji, tj. prehoda iz nereda v red. Plinasta faza predstavlja nered (gibanje), tekoča faza organizacijo in trdna faza red (strukturo), pri čemer je 'tok' energije tisti, ki narekuje 'ravnotežje' red ↔ nered.

Koncept kemijskega elementa predstavlja v kemiji enega temeljnih konceptov. Štiri prvine, omenjene zgoraj, so v času alkimije zamenjali trije elementi (principi): sol, žveplo in živo srebro. Ko se je kemija otresla alkimije, se je vrnila k Aristotelu, a kmalu podvomila v njegov nauk ter ga zavrgla, saj ni podpiral korpuskolarne zgradbe snovi. Razmahnila se je atomika, katere osnova je bila prav tako grška. Z delom Roberta Boyla so bili postavljeni prvi temelji modernejše kemije. Boyle je sklepal, da štirje grški ter trije alkimistični 'elementi' niso dovolj, saj se snovi ne razstavljajo nanje; definira element, ne pa počel, ki bi ustrezala njegovi definiciji. Lavoisier o elementih ne govori več kot o skrajnih delih delitve (to je pravzaprav filozofski koncept), ampak o skrajnih sestavinah, do katerih nas pripelje rezultat kemijske analize (kemijski koncept).[55]

Dimitrij Ivanovič Mendeljejev je v želji po vzpostavitvi klasifikacijskega sistema kemijskih elementov na osnovi njihovih lastnosti odkril zanimive ponavljajoče (periodične) vzorce (zlasti v atomskih masah elementov), kar ga je leta 1869 pripeljalo do zakona o periodičnosti kemijskih lastnosti ter do konstrukcije periodnega sistema kemijskih elementov,[56] ki ne predstavlja zgolj razpredelnice elementov, ampak bazen enormnega števila podatkov in znanja.[57] Veličina Mendeljejevega dela ni prvenstveno v klasifikacijski shemi do tedaj znanih elementov (to so poskušali tudi drugi), temveč v tem, da je ustvaril idealizirane objekte kot model realnega sistema. Koncept kemijskega elementa je formuliral kot teoretični koncept. Ustvaril je namreč idealiziran sistem idealiziranih elementov. Kemijske elemente je konstruiral na osnovi zakona o periodičnosti kemijskih lastnosti; mesto, ki pripada elementu v periodnem sistemu, ga definira kot idealizirani objekt. »Takšen idealizirani objekt ne smemo razumeti v smislu spekulativnega mentalnega objekta; to je objekt, analogen rezultatu umskega nadaljevanja realnega eksperimenta, saj obstajajo izredno natančna pravila, kako pridemo do takšnega objek-

---

[55] Kemija danes definira kemijski element kot čisto kemijsko substanco, zgrajeno iz atomov z enakim številom protonov v svojih jedrih.

[56] N. M. Brooks, »Developing the Periodic Law: Mendeleev's Work During 1869–1871«, *Foundations of Chemistry*, 4, 2002, str. 127–147.

[57] E. R. Scerri, *The Periodic Table: Its Story and Significance*, Oxford University Press, New York 2006.

ta in pravila za vrnitev nazaj k realnemu objektu.«[58] Mendeljejev je s teoretičnega vidika napravil izreden preskok: iz množice lastnosti, ki jih imajo kemijski elementi, je znal poiskati tiste, ki bi lahko tvorile bazo klasifikacijskega sistema in nato z njihovo pomočjo zgradil teoretično reprezentacijo lastnosti teh elementov. Prav abstrahiranje manjšega niza lastnosti iz domala nepregledne množice fizikalno-kemijskih lastnosti, ki pripadajo realnim objektom, predstavlja enega izmed poglavitnih vidikov teoretičnega mišljenja. Mendeljejev je na osnovi svoje sheme uspel napovedati tudi obstoj in lastnosti (atomska masa, gostota, vrelišče itd.) do tedaj še neodkritih elementov. Ko so odkrili galij, skandij ter germani, so se njihove dejanske lastnosti odlično ujemale s teoretično napovedanimi.[59] Vsaka dobra teorija (ali model) ima napovedovalno zmožnost.

Periodni sistem kemijskih elementov predstavlja svojevrstno osnovo za razlago sveta okoli nas.[60] »Malokrat izpostavljeni atribut periodnega sistema je ta, da zadeva holistični in vsevključujoči aspekt kemije, saj zajema vse elemente ter poleg tega osvetljuje plast za plastjo povezave med elementi.«[61] Pomen kemije med naravoslovnimi znanostmi je videti v tem, da priskrbi povezave med materialnim svetom okoli nas (živo in neživo naravo) in lastnostmi elementov periodnega sistema. Način, kako se kemijski elementi medsebojno povezujejo v kompleksnejše entitete (molekule) ter kako se te entitete nato prilagajajo in razvijajo na molekularnem nivoju, predstavlja neke vrste naravno selekcijo.[62]

---

[58] R. Vihalemm, »Are Laws of Nature and Scientific Theories Peculiar in Chemistry? Scrutinizing Mendeleev's Discovery«, *Foundations of Chemistry*, 5, 2003, str. 7–22.

[59] E. R. Scerri, »Predictions and the Periodic Table«, *Studies in History and Philosophy of Science*, 32, 2001, str. 407–452.

[60] Po standardnem kozmološkem modelu sestavlja naše vesolje le štiri odstotke barionske in običajne snovi, zgrajene iz elementov periodnega sistema. Ti 4 % so (zaenkrat) predmet kemije ... Glej npr.: A. Gomboc, »Iz česa je vesolje?«, *Proteus*, 74, 2011, str. 55–62. (Bralcu, ki ga zanima vesolje, priporočamo tudi ogled dokumentarne serije »Wonders of the Solar System« (BBC/Science Channel, 2010).)

[61] E. Scerri, »Explaining the Periodic Table, and the Role of Chemical Triads«, *Foundations of Chemistry,* 2010, 12, str. 69–83.

[62] Govorimo lahko o kemijskem darvinizmu. To je še zlasti očitno v supramolekularnih sistemih, kjer imamo opravka z reorganizacijo, dekonstrukcijo ter rekonstrukcijo molekularnih komponent, ki v toku prilagoditvene ('evolucijske') dinamične poti pripeljejo do 'najboljše' samoorganizirajoče se strukture.

Znanje, ki ga producira kemija, in zakoni, s katerimi razlaga svet, običajno ne razlagajo sveta v smislu temeljnih zakonov fizike. Poskusi, da bi izpeljali zakon o periodičnih lastnostih kemijskih elementov s pomočjo kvantne mehanike, do sedaj še niso rodili plodnih sadov, niti niso bili uspešni matematični pristopi, osnovani na teorijah grup, podobnosti itn. Reduktivni pristopi, ki želijo pokazati, da lahko kemijske koncepte (npr. koncept kemijske vezi, aromatičnosti, molekulske strukture, kiralnosti itd.) izpeljemo iz osnovnejših zakonov fizike (npr. kvantne mehanike oziroma kvantne elektrodinamike), so precej nepreprič̌ljivi.[63] Ti koncepti imajo pomen le na kemijskem nivoju. Če epistemološka redukcija ni uspešna (tj. vseh kemijskih konceptov in zakonov ne moremo izpeljati iz zakonov fizike), pa vseeno ostaja vprašanje ontološkega statusa kemije. Ali lahko neki dogodek opišemo tako s kemijskega kot s fizikalnega vidika, ne da bi pri tem morali dati enemu izmed njih večjo ontološko veljavo, postulirati obstoj ene same 'pravilne' ontologije?[64]

Z internalistične perspektive [...] ne obstaja način za opis stvari kot 'dejansko so' [*as they really are*]: do realnosti vedno dostopamo le s pomočjo naših konceptualnih shem; noumenalna ontologija ne obstaja. Če se odpovemo pogledu s pozicije Boga [*God's point view*], potem ne obstaja privilegirana perspektiva in vsi opisi imajo enako stopnjo objektivnosti. Zato ne moremo spre-

---

63 J. van Brakel, »Chemistry and Physics: No Need for Metaphysical Glue«, *Foundation of Chemistry*, 12, 2010, str. 123–136. – Nobelovec Jean-Marie Lehn je malce provokativno pripomnil, da je fizika do kemije to, kar so zakoni akustike do Beethovnovih kvartetov (s pripisom: »En toute amitié (respectueuse)!«) (J.-M. Lehn, »Vers la matière complexe: Chemie? Chemie!«, *Reflects de la Physique*, 23, 2011, str. 2–3.)

64 Z ontološkega vidika bo redukcija makroskopskega sistema z besednjakom njegovih mikroskopskih konstituant uspešna, če nam uspe sistem razstaviti na krajevno-časovne komponente in če bomo uspeli najti kavzalno odvisnost makroskopskih lastnosti od mikroskopskih lastnosti. Definicija makroskopskih konceptov z besediščem mikroskopskih konceptov ter semantična odvisnost izpeljave zakonov, ki opisujejo vedenje makroskopskih zakonov, od zakonov, ki vladajo mikro svetu, pa je stvar epistemološke redukcije. (G. K. Vemulapalli in H. Byerly, »Remants of Reduction«, *Foundations of Chemistry*, 1, 1999, str. 17–41.) – Richard Bader (oče teorije 'atomov v molekulah' (*quantum theory of atoms in molecules, QTAIM*); glej npr. R. F. W. Bader, *Atoms in Molecules: A Quantum Theory*, Clarendon Press, Oxford 1994) vztraja v prepričanju, da je kemijske koncepte elektronegativnosti, resonance, neveznih in steričnih interakcij itd. ter koncepte, izražene v teorijah valenčne vezi in teorijah molekulskih orbital, moč 'izpeljati' iz QTAIM, s čemer je redukcija kemije na fiziko dokazana (R. F. W. Bader, »Definition of Molecular Structure: By Choice or by Appeal to Observation«, *Journal of Physical Chemistry A*, 2010, 114, str. 7431–7444; »On the Non-Existence of Parallel Universes in Chemistry«, *Foundations of Chemistry*, 2011, 13, str. 11–37). Po mojem prepričanju zadeva ni tako preprosta ...

jeti, da t. i. fundamentalne teorije opisujejo realnost takšno, kot je v sebi [*as it is in itself*] – tj. noumenalne realnosti –, saj so tudi te teorije konceptualne sheme, preko katerih vznikajo relativne ontologije. [...] S filozofskega stališča živimo v raznoliki [*diversified*] pojavni [*fenomenal*] realnosti, organizirani na več ontoloških ravneh, od katerih je vsaka ontološko in, posledično, netrivialno povezana [*interconnected*] z ostalimi ravnemi. [...] Emergentne lastnosti niso zgolj konstrukti, reduktibilni na eno samo ontologijo. Ta nereduktibilni pogled plastovite [*stratified*] realnosti predstavlja filozofsko ogrodje, ki nam omogoča braniti ontološko avtonomijo kemijskega sveta.[65]

Če se vrnemo k Mendeljejevemu periodnemu sistemu: ali ni v njem skrit osnovni vzorec emergence, ki omogoča kemijsko razumevanje?[66] »Če z emergenco razumemo manifestacijo katerekoli lastnosti v celoti, ki nima kvalitativnega analoga v svojih delih, potem molekule predstavljajo primer emergence.«[67] V lastnostih kisika (O_2) in ozona (O_3) obstaja velika kvalitativna razlika, čeprav se molekuli razlikujeta le za en sam atom kisika ...[68]

Kemija je umetnost substanc. Klasični časi kemije so imeli opravka predvsem s sintezo novih spojin oziroma s transformacijo obstoječih ter z njihovo karakterizacijo; sinteza molekul se ukvarja z vprašanji, kako s pomočjo tvorbe (zlasti) kovalentnih vezi iz manjših gradnikov pripraviti kompleksnejše substance. A nekatere molekule (ali njihovi deli) pod določenimi pogoji spontano tvorijo agregate, ki kažejo veliko mero urejenosti.[69] S primerno manipulacijo interakcij, ki vežejo gradnike tovrstnih skupkov, lahko celo shranjujemo informacijo na molekularni ravni, s čimer supramolekularna kemija postaja kemija molekularnih

---

65 O. Lombardi in M. Labarca, »The Ontological Autonomy of the Chemical World«, *Foundations of Chemistry*, 7, 2005, str. 125–148.

66 J. F. Salmon, »Emergence in Evolution«, *Foundations of Chemistry*, 11, 2009, str. 21–32. Avtor trdi, da periodni sistem elementov izpolnjuje štiri pogoje znanstvenega ogrodja emergence: ontološki monizem, pojav novih kavzalnih vplivov, navzdolnje [*downward*] vzročnosti ter nepredvidljivosti [*unpredictability*], na katero naletimo na novih ravneh eksistence.

67 G. K. Vermalupali, »Property Reduction in Chemistry: Some Lessons«, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 988, 2003, str. 90–98.

68 O vprašanjih emergence in kemijske supervenience glej npr.: P. L. Luisi, »Emergence in Chemistry: Chemistry as the Embodiment of Emergence«, *Foundations of Chemistry*, 4, 2002, str. 183–200; M. Newman, »Chemical Supervenience«, *Foundations of Chemistry*, 10, 2008, str. 49–62.

69 J.-M. Lehn, *Supramolecular Chemistry: Concepts and Perspectives*, VCH, New York 1995.

informacij.[70] Samoorganizacija molekul v kompleksnejše entitete predstavlja predpogoj za razvoj življenja, poleg tega pa so takšni agregati tudi tehnološko zanimivi (fotonika, elektronika, prenos energije, zdravilnih učinkovin, genov ...).[71] »Končni cilj [supramolekularne kemije] je v samoorganizaciji združiti oblikovanje [*design*] in izbor [*selection*], z namenom doseči samooblikovanje [*self-design*], kjer bo s funkcijo narekovan izbor med primernimi dinamičnimi vrstami generiral optimalno organizirano in funkcionalno entiteto.«[72] Kemija stoji danes pred nalogo odgovoriti na ontogenetsko vprašanje, tj., kako je v času razvoja vesolja snov postala kompleksna (kar je privedlo do evolucije biološkega sveta), ter na epigenetsko vprašanje, tj., kakšne nove in višje oblike kompleksnosti snovi se lahko še razvijejo.[73] Razlika med posameznimi kemijskimi entitetami, ontološkimi enotami, je v njihovi kompleksnosti (raven atomov, raven molekul, biološka raven ...).[74] Hrvoj Vančik[75] razlikuje strukturno kompleksnost (sistemi, ki ohranjajo energijo [*conservative systems*] in so v termodinamičnem ravnotežju; atomi, molekule, supramolekularni agregati ...) ter dinamično kompleksnost, ki vključuje sisteme, ki izgubljajo energijo [*dissipative systems*] in za katere je značilno, da niso v termodinamičnem ravnotežju (npr. oscilirajoče reakcije, biološke celice). Interakcije, ki delujejo med entitetami na posamezni ravni kom-

---

[70] Načrtujemo lahko samoorganizirajoče sisteme, ki so neke vrste molekulski računalniki, roboti: cf. M. Canrad, »Emergent Computation Through Self-Assembly«, *Nanobiology*, 2, 1993, str. 5–30; P. W. K. Rothemund, »Using Lateral Capillary Forces to Compute by Self-Assembly«, *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 2000, 97, str. 984–989; Y. Benenson et al., »Programmable and Autonomous Computing Machine Made of Biomolecules », *Nature*, 414, 2001, str. 430–434; H. Wei et al., »Sambot: A Self-Assembly Modular Robot System«, *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 16, 2011, str. 745–757.

[71] G. M. Whitesides in M. Boncheva, »Beyond Molecules: Self-Assembly of Mesoscopic and Macroscopic Components«, *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 99, 2002, str. 4769–4774.

[72] J.-M. Lehn, »Toward Complex Matter: Supramolecular Chemistry and Self-Organisation«, *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 99, 2002, str. 4763–4769.

[73] Prav tam. (Glej tudi druge prispevke te tematske številke PNAS, vol. 99, no. 8 (2002).)

[74] Giusepp Del Re govori o ravneh kompleksnosti [*level of complexity*] kemijskih entitet. Posamezna raven kompleksnosti predstavlja niz entitet, ki so zgrajene iz entitet nižjih ravni kompleksnosti, npr. atomi so iz subatomarnih delcev, molekule iz atomov, supramolekularni agregati iz molekul itd. (G. Del Re, »Ontological Status of Molecular Structure«, *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 4, 1998, str. 81–103.)

[75] H. Vančik, »Philosophy of Chemistry and Limits of Complexity«, *Foundations of Chemistry*, 5, 2003, str. 237–237.

pleksnosti, pojemajo z naraščajočo ravnjo (kovalentne, ionske itd. vezi v molekulah so močnejše od vodikovih vezi, van der Waalsovih, Coulombskih, hidrofobnih itd. interakcij, ki povezujejo molekule v kompleksnejših entitetah). Na osnovi teh 'pojemajočih' interakcij [*diminishing interactions*] Vančik uvede zgornjo limito strukturne kompleksnosti, kar pomeni, da strukturna kompleksnost ne more naraščati *ad infinitum*. Po drugi strani pa dopušča (vsaj načeloma), da dinamična kompleksnost lahko raste preko vseh mej, saj lahko sistem vedno nadgradimo tako, da vanj integriramo dodatni podsistem. »Ljudje kot opazovalci celotnega vesolja se pojavijo v tistem delu, ki je blizu limiti strukturne kompleksnosti. Tu lahko vesolje smatramo kot 'uroboros', samoorganiziran in z vsemi možnimi ravnemi kompleksnosti. Zgodovinski koncept, ki predstavlja ozadje tradicionalne kozmologije, postane le poseben primer.«[76] In vendar: so naši možgani res limita, ki jo kompleksnost lahko doseže?

Pri vsem tem pa se postavlja še eno nerešeno vprašanje: zakaj so entitete, ki tvorijo kompleksnejše agregate, ravno takšne, da omogočajo tvorbo entitet na višjih ravneh? Zakaj je narava konstituant (struktura itd.) ravno takšna, da omogoča med konstituantami ravno takšne interakcije, ki vodijo do stabilnih kompleksnejših struktur? Dodajmo v epruveto sestavne dele virusa, premešajmo in dobili bomo virus; to je enako nepredstavljivo kot zamisliti si, da se bo iz gradbenega materiala, vrženega v zrak, sestavila katedrala. Ampak kako je prišlo do oblikovanja molekul, ki tvorijo virus? Vprašanje ima nekaj sorodnosti s kozmološkim vprašanjem dobre naravnanosti osnovnih fizikalnih konstant.[77] Morda predstavlja pot k rešitvi te uganke tudi kemijska teorija z ustreznimi modeli, ki pa verjetno ne smejo graditi od spodaj navzgor, temveč zaobjeti koncept nižje ravni z višje perspektive ...[78]

---

[76] Prav tam. (Citirana misel je hibrid antropičnega načela ter predpostavke o limiti strukturne kompleksnosti.)

[77] Pomislek o zgoraj postavljenem vprašanju dolgujem M. Uršiču. Bralcu toplo priporočamo, da seže po knjigi: M. Uršič, *Daljna bližina neba: človek in kozmos*, Cankarjeva založba, Ljubljana 2010. Ob prebiranju o kozmoloških vprašanjih, bomo uzrli veliko konceptov, ki smo se jih v tem prispevku zgolj bežno dotaknili (redukcionizem, holizem, emergenca, supervenienca, vloga teorije, modela, eksperimenta ...).

[78] Za opis samoorganizacije virusov obstaja več modelov različnih kompleksnosti, ki pa skušajo pojav samoorganizacije razložiti na osnovi lastnosti entitet nižje ravni kompleksnosti in torej ne morejo odgovoriti na zastavljeno vprašanje (cf. npr. M. F. Hagan in D. Chandler, »Dynamic

Teoretično zanimiv in do danes še ne povsem razrešen problem[79] 'organizacije' je tudi t. i. problem zvijanja proteinov [*protein folding*]. Subtilne interakcije med posameznimi aminokislinami, ki sestavljajo protein, ter molekulami topila vodijo do tridimenzionalne strukture proteina, ki je biološko aktivna. Poglavitno vprašanje je, kateri so mehanizni, ki vodijo do nativne oblike ter kako lahko na osnovi poznavanja aminokislinskega zaporedja napovemo pravilno 3D-strukturo. Denimo, da je protein sestavljen iz stotih aminokislin, potem se lahko 'zvije' na 3^{200} različnih načinov, od katerih je navadno le ena oblika biološko aktivna. Očitno je, da mehanizem zvijanja ne poteka naključno, saj četudi bi lahko vsake kvadrilijon sekunde (10^{-15} s) protein zavzel drugo konformacijo, bi za dosego prave konformacije potreboval približno 10^{80} sekund, kar pa je za okoli šestdeset velikostnih razredov več od starosti vesolja. Eksperimentalni podatki kažejo, da se proteini zvijejo v časovnem obdobju, ki v najslabšem primeru ne presega nekaj sekund. V grobem obstajata za modeliranje zvijanja dva pristopa: t. i. *ab initio* model na osnovi dobro definiranih sil med posameznimi deli proteina določi nativno strukturo tako, da poišče tisto konformacijo, ki ima najnižjo energijo. Po drugi strani se homologni modeli lotijo problema tako, da proučevani protein primerjajo z že znanimi strukturami proteinov s podobnim aminokislinskim zaporedjem. Z naraščajočo zmogljivostjo računalnikov postajajo *ab initio* modeli učinkovitejši, čeprav še ne prekašajo homolognih.

Pathways for Viral Capsid Assembly«, *Biophysical Journal*, 91, 2006, str. 42–54). – Zanimivi so tudi rezultati raziskav, ki jih vodi dr. S. Glotzer. Njena skupina je simulirala vedenje sistemov raznoraznih geometrijskih teles, med katerimi (z izjemo togega odboja; tj. nepenetrabilnosti teles) ni bilo nobenih interakcij. Velika večina od skupno 146 geometrijskih teles je v določenem območju zasedenosti prostora tvorila samoorganizirajoče strukture! (Delo še ni objavljeno in je bilo predstavljeno na *8th Liquid Matter Conference*, Sept. 6–10, 2011 (Dunaj).)

[79] R. F. Service, »Problem Solved (sort of)«, *Science*, 321, 2008, str. 784–786.

* * *

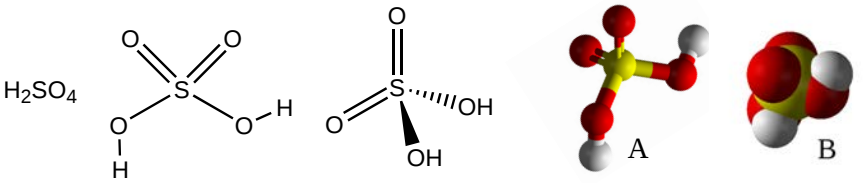
Narava v ljubosumju svojem
lepote skriva nam neznane,
ne bomo jih dosegli s strojem,
dokler razum jih ne ugane.[80]

Vsak, ki se je v šoli kdaj srečal s kemijo, se spomni kemijskih formul, jezika kemije (glej sliko 4).[81] Ljudje so kemijskim substancam sprva podelili imena; danes za tovrstna poimenovanja uporabljamo izraz 'trivialno ime'. Pri tvorbi imen so se v alkimističnih časih opirali zlasti na lastnosti substanc in na njihov videz. Berzeliusu je leta 1814 prvemu uspelo uvesti v poimenovanje sistematiko, ki se je opirala na rezultate kvantitativne analize ter na Lavoisierovo definicijo pojma element. Danes je sprejeta sistematična nomenklatura poimenovanja kemijskih substanc, ki jo od leta 1921 uvaja IUPAC in katere glavni namen je poimenovati substanco na osnovi sistematične razčlembe glede na njene sestavne dele (fragmente). Imena po IUPAC so nedvoumna, a trivialnih imen niso povsem izpodrinila iz uporabe, saj so običajno precej nerodna in dolga. Ob koncu 18. stoletja se je za opis kemijskih substanc začel uporabljati kompaktnejši zapis, sestavljen iz črkovnih oznak za elemente (t. i. formula, ki predstavlja lingvistični simbol substance). Liebigov predlog iz leta 1834 se upošteva še danes: empirična formula spojine je zbir črkovnih simbolov elementov, ki spojino sestavljajo, pri čemer stehiometrijske faktorje pišemo podpisane k simbolu elementa (npr. H_2SO_4, kar pome-

---

[80] Vladimir Solov'ev, »*Природа с красоты своей*« (1872), prevod naveden po: F. Križanič, *Nihalo, prostor in delci*, Slovenska matica, Ljubljana 1982, str. 16.

[81] *Ko čas odšteva mi še zadnja leta / in pišem test o smislu svojih dni, / izpolnim s križcem okence poeta / in s križci okenca še več stvari. / A spet in spet zaskoči me vprašanje, / ki pamet z nelagodjem mi vznemiri: / zakaj so v šoli vsilili mi v znanje / kup formul à la ha-dva-es-o-štiri?* [...] *Bil je nek fant, ki se je z znanjem mučil / še pri kemiji mu je dobro šlo. / A plavati se nikdar ni naučil / in grob njegov postal je* H_2O. */ Prav vse na urniku za pet je znal, / vse formule in jezik marsikteri, / a plavanje bi mu prišlo bolj prav / kot* H_2O *in* H_2SO_4. [...] *Da v nič ne šla bi piflanja nekdanja, / zavržana v sulfate in sulfide, / sem se domislil starega spoznanja, / da vsaka stvar čez sedem let prav pride. / Tako vse svoje znanje iz kemije / – naj mi profesor v raju ne zameri – / sem zbral v te verze šolske poezije / z naslovom čudnim* H_2SO_4. (J. Menart, »H_2SO_4«, v: *Spomin*, Mladinska knjiga, Ljubljana 2005, str. 32–34.)



Slika 4: Žveplova (VI) kislina. Empirična in strukturni formuli (levo) ter tridimenzionalni modelni reprezentaciji (desno), t. i. 'ball-and-stick' (A) ter 'space-filling' (B) molekulski grafiki.

ni, da je molekula sestavljena iz dveh atomov vodika, enega atoma žvepla ter štirih atomov kisika).[82]

V drugi polovici devetnajstega stoletja se je razvila strukturna teorija,[83] ki tudi danes predstavlja eno glavnih konceptualnih shem kemije. Teorija ne omogoča le vpogleda v fino strukturo molekul, temveč je v oporo tudi pri tehnoloških izzivih, pri katerih imamo opravka z manipulacijo molekul. Skupaj s sistematično klasifikacijo substanc na osnovi njihovih lastnosti ter z razvojem eksperimentalnih tehnik, ki omogočajo strukturne raziskave, je teorija pripeljala do uvedbe strukturnih diagramov, formul, dvodimenzionalnih reprezentacij molekul (slika 4, levo). Takšno grafično reprezentacijo kemijske strukture lahko smatramo za univerzalni jezik kemije.[84] Strukturne formule in tridimenzionalne predstaviteve molekul (slika 4) služijo kot pomagala pri dojemanju strukture molekul v terminih makroskopskega opisa sveta; na 2D-strukturi predstavlja črka atom določenega elementa, črtica, ki povezuje dva elementa, pa predstavlja kemijsko vez (vezne elektrone). V 3D-reprezentaciji je atom elementa npr. kroglica, vez pa palčka ali vzmet

---

[82] Za zanimivo diskusijo glede imena in empirične formule, kjer na primeru stavka »voda je H2O« avtor pokaže, da '*je*' ne moremo jemati v smislu identitete, glej: J. Simonian, »The Paradoxes of Chemical Classification: Why 'Water is H_2O' is Not an Identity Statement«, *Foundations of Chemistry*, 7, 2005, str. 49–56.

[83] Glej npr. A. J. Rocke, »The Theory of Chemical Structure and its Applications«, v: *The Modern Physical and Mathematical Sciences*, M. J. Nye (ur.), Cambridge University Press, Cambridge 2002, str. 255–271.

[84] O načinu sporočanja in sporazumevanja živih organizmov s pomočjo 'govorice' molekul glej: M. Tišler, *Jezik molekul. Kemično sporočanje in sporazumevanje*, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana 2008.

med dvema kroglicama (t. i. 'ball-and-stick' oziroma 'ball-and-spring' model). Strukturni diagrami so zato *modeli* realnih molekul;[85] hipoteza o molekulski strukturi pravi, da je molekula zbir atomov, ki eksistirajo v molekuli kot samostojne entitete trirazsežnega realnega prostora in ki so med seboj povezani s kemijskimi vezmi. Kot smo že omenili, te hipoteze ni moč izpeljati iz zakonov kvantne mehanike; na kvantnem nivoju klasična (makroskopska) slika strukture namreč izgine. Zgovorno pa je dejstvo, da so eksperimentalni rezultati v skladu s strukturno hipotezo ter z zgoraj opisanim 3D-modelom strukture. Ne glede na dejstvo, ali je tisto, kar vemo o molekulah vsaj deloma del tega, kar molekula v resnici je, bo naše znanje vedno vključevalo reprezentacijo, ki jo je ustvaril naš duh.[86] Strukturne formule niso zgolj slikovne reprezentacije molekul, ampak veliko več: substanco umeščajo v širšo mrežo kemijskih relacij z ostalimi substancami. Omogočajo nam misliti reakcijske mehanizme, torej načine, kako sintetizirati substanco iz drugih substanc, ter načine, po katerih lahko dana substanca reagira z ostalimi.[87] Joachim Schummer zato pravi, da je »znakovni jezik kemije pravzaprav ena izmed najzmogljivejših napovedovalnih teorij v znanosti nasploh.«[88] Znak, ki ga simbolizira strukturna formula, je seveda treba interpretirati v okviru določene teorije, če želimo iz njega izluščiti hoteno informacijo, sicer je formula zgolj piktografska slika.

Znanstvena veljava strukturnih formul ni le v tem, da združuje dana empirična dejstva, temveč da privleče na plano nova. Omogoča nam razmišljati o problemih soodvisnosti, povezav ter formacij reda, ki predhodijo neposredne-

---

[85] Prva številka šestega letnika revije *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry* (2000) je v celoti posvečena modelom molekul. (Modelom v kemiji sta posvečeni še drugi številki letnika 5 (1999) in 6 (2000).)

[86] Zanimivo razpravo o pogledu, ki nam ga ponuja kvantna mehanika o fizikalni resničnosti, najdeš v knjigi *Paradigms Lost: Tackling the Unanswered Mysteries of Modern Science* (J. L. Casti, 1989). Sedmo poglavje z naslovom »Kako resničen je 'resnični svet'?« je prevedeno v *Razpol*, 8, 1994, str. 119–198. Glej tudi: P. Mulder, »Are Orbitals Observable?«, *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 17, 2011, str. 24–35.

[87] Podobnost naših predstav o interakcijah med molekulami in načinom interakcij med ljudmi je nobelovca Roalda Hoffmanna pesniško navdahnila. Eno svojih pesmi zaključi z verzom: »*Men (and women) are not / as different from molecules / as they think.*« (R. Hoffmann, »Men and Molecules«, *Synthesis*, 7, 1984, str. 43.)

[88] J. Schummer, »The Chemical Core of Chemistry I: A Conceptual Approach«, *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 4, 1998, str. 129–162.

mu opazovanju. S tem postane eden izmed najbol fascinantnih načinov tega, kar je Leibniz imenoval 'logika iznajdbe', *logica inventiones*.[89]

Ker molekul ne moremo neposredno opazovati,[90] je njihova konceptualizacija teoretične narave. Osnovana je na izbiri in definiciji parametrov, ki jo določajo.[91] Struktura, ki jo določa model, je po drugi strani odvisna od eksperimenta, zato je pri testiranju teoretičnega modela zanesljivost eksperimentalnih metod ključnega pomena.

Če strukturne formule določenih kemijskih substanc pogledamo na enak način, kot to počnemo z objekti našega makroskopskega sveta (jih torej iztrgamo iz kemijskega koncepta), kmalu pridemo do tehnomorfne reprezentacije molekul, ki svoj navdih črpa v mehaničnih in elektronskih napravah. Strukturna formula v tem primeru ne predstavlja več kemijskega modela, temveč model stroja molekularnih dimenzij.[92]

Z vstopom kvantne in statistične mehanike skozi vrata fizikalne kemije se je v kemiji začela doba molekulskega modeliranja, ki vključuje številne teoretične metode in računske tehnike, ki posnemajo (modelirajo) vedenje molekul.[93] Pristop je redukcionističen, saj je osnovan na kvantnomehanskih zakonih oziroma na fizikalnih zakonih gibanja in interakcij med delci sistema. Z razvojem vse zmogljivejših računalnikov postajajo te metode uporabne tudi za opis bolj in bolj kompleksnih sistemov (npr. proteinov). V kvantni kemiji se v glavnem uporabljata dva pristopa: '*ab initio*' pristop je primeren za manjše sisteme (npr. dvoatomne molekule), saj skušamo Schrödingerjevo enačbo rešiti karseda natančno (obravnavamo vse elektrone kemijskega sistema) brez uporabe eksperimentalnih podatkov (razen osnovnih fizikalnih konstant). Metoda zahteva izračun ogromnega števila zapletenih večdimenzionalnih

---

[89] Prav tam. (Avtor citira: E. Cassier, *Phylosophie der symbolischen Formen*, 1956.)

[90] Molekula je manjša od valovne dolžine vidne svetlobe, zato je ne moremo videti s pomočjo povečave. Slika, ki jo npr. dobimo s tunelskim mikroskopom, je zato ponovno le teoretični konstrukt. Dojemanje strukture molekule kot njeno intrinzično lastnost, kot smo že omenili, se v sodobni teoretični kemiji postavlja pod vprašaj ...

[91] P. Zeidler, »The Epistemological Status of Theoretical Models of Molecular Structure«, *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 6, 2000, str. 17–34.

[92] V. Balzani, A. Credi in M. Venturi, *Molecular Devices and Machines: Concepts and Perspectives for the Nanoworld*, Wiley-VCH, Weinheim 2008.

[93] Glej npr. A. R. Leach, *Molecular Modelling: Principles and Applications*, Prentice Hall, Harlow 2001.

integralov in je zato izredno časovno potratna. Pogosto se poslužujemo poenostavitev, ki skrajšajo čas računanja. *Ab initio* računi nam služijo zlasti za preverjanje fizikalnega ozadja. Po drugi strani za večje molekule uporabljamo semiempirične izračune. Eksaktno reševanje valovne enačbe ni več mogoče (obravnavamo le valenčne elektrone) in pri računih si pomagamo z eksperimentalnimi podatki (npr. elektronske afinitete, ionizacijski potenciali) ter s številnimi poenostavitvami (v Hamiltonovi funkciji, v izračunu določenih molekulskih integralov, v valovni funkciji). Rezultati računov so odvisni od izbire parametrov, zato jih običajno vrednotimo primerjalno (primerjamo izračune za vrsto kemijsko podobnih molekul). Semiempirični računi nam služijo zlasti za ugotavljanje elektronske strukture molekul ter pri interpretaciji določenih spektrov. Za biološke molekule, ki so sestavljene iz velikega števila atomov (več sto), je uporaba kvantnokemijskih računov omejena ter osredotočena zlasti na računanje odvisnosti parametrov, ki opisujejo deskriptorje aktivnosti molekule, od konformacije molekule oziroma od njene elektronske strukture.

Pomembni tehniki za simulacijo molekul sta molekulska dinamika ter Monte Carlo; prva je deterministična, druga pa probabilistična.[94] Obe tehniki lahko slonita na klasični fiziki, lahko pa sta sklopljeni s kvantno teorijo. Molekulska mehanika je računalniška metoda, ki simulira gibanje atomov v molekuli oziroma gibanje posameznih atomov ali molekul v trdnem, tekočem ali plinastem agregatnem stanju. Osnovana je na drugem Newtonovemu zakonu gibanja. Za izračun časovnega poteka gibanja simuliranega objekta (objektov) – določitev trajektorije gibanja – moramo poznati sile in hitrosti, saj rešujemo niz diferencialnih enačb drugega reda. Sile, ki delujejo na posamezni atom, navadno izračunamo s pomočjo poprej izbranega polja sil.[95] Rezultat molekul-

---

[94] Glej npr. D. Frenkel in B. Smit, *Understanding Molecular Simulation: from Algorithms to Applications*, Academic Press, San Diego [idr.] 2002.

[95] V molekulski dinamiki razumemo polje sil običajno kot skupek funkcij ter parametrov, ki jih uporabljamo pri računanju interakcij in ki definirajo, za koliko se lahko spremenijo dolžine vezi oziroma vezni (valenčni in dihedralni) koti molekule v primerjavi z njeno ravnotežno konformacijo. Polje sil običajno vsebuje veliko število empiričnih parametrov ter harmonski približek. Lahko vključuje člene, ki opisujejo interakcije med neveznimi atomi, elektrostatske interakcije, vodikovo vez ter druge strukturne efekte ... Rezultat simulacije je kritično odvisen od polja sil!

ske dinamike so strukturne, termodinamične in transportne lastnosti sistema. Metoda Monte Carlo je stohastična računalniška simulacijska metoda. Sestoji iz naključnega vzorčenja konformacijskega/konfiguracijskega prostora (npr. molekule). Na osnovi določenih pravil verjetnosti se odločimo, ali bomo energijsko stanje nove konformacije/konfiguracije sprejeli ali ne. Rezultat simulacije Monte Carlo so strukturne in termodinamične lastnosti sistema. Ker čas v simulaciji ne nastopa, transportnih lastnosti ne moremo simulirati.

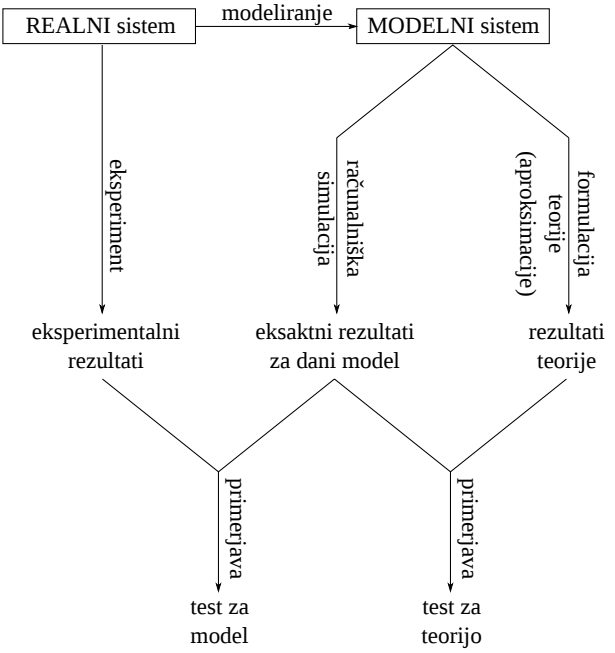
Računalniki služijo kot orodje za računanje težkih in obsežnih matematičnih operacij pa tudi za grafično predstavitev dobljenih rezultatov (področje t. i. molekulske grafike).[96] Računalniška kemija je namreč disciplina, ki uporablja matematično-fizikalne metode za izračun lastnosti molekul ali za simulacijo obnašanja molekul. Vključuje npr. načrtovanje sinteze, iskanje po podatkovnih zbirkah, uporabo in izgradnjo kombinatornih knjižnic, molekulsko modeliranje …[97] Klasična dihotomija (eksperiment–teorija) je zrasla v trihotomijo (eksperiment–teorija–računalniški eksperiment). V splošnem trojček počne sledeče: z eksperimentom empirično študiramo kemijske substance (npr. analiza, sinteza, fizikalno-kemijske lastnosti). Računalniški eksperiment nam omogoča računanje lastnosti substanc (npr. spektri, strukturne in fizikalno-kemijske lastnosti, kemijska reaktivnost). Teorija igra vlogo interpretacije rezultatov eksperimenta (realnega in računalniškega).[98] Da bi eksperimentalno opažene lastnosti realnih sistemov lahko razumeli ter jih znali tudi napovedati, stremimo k teoretičnim, modelnim opisom. K dobrim teoretičnim opisom nas pogosto silijo tudi časovne in ekonomske zahteve, saj je račun običajno hitrejši in cenejši od eksperimenta. V procesu modeliranja ustvarimo modelni sistem, ki odgovarja realnemu sistemu. S pomočjo računalniške simulacije (npr. dinamike molekul ali simula-

---

[96] Molekulska grafika [*molecular graphics*] vsekakor odpira estetska vprašanja, ki pa se jim na tem mestu ne utegnemo posvetiti. Dve številki revije *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry* (let. 9, 2003) sta v celoti posvečeni estetiki in vizualizaciji v kemiji.

[97] Računalniška kemija je izredno uporabna tudi v farmaciji (računalniško osnovano načrtovanje zdravilnih učinkovin, konformacijska in klasterska analiza, doking, kemometrija itd.), saj pomaga pri snovanju učinkovitejših eksperimentov ter njihovi validaciji ter pri procesu iskanja potencialnih zdravilnih učinkovin.

[98] Glej tudi: R. B. King, »The Role of Mathematics in the Experimental/Teoretical/Computational Trichonomy of Chemistry«, *Foundations of Chemistry*, 2, 2000, str. 221–236.



Slika 5: Relacije med eksperimentom, računalniško simulacijo ter teorijo. (Prirejeno po: M. P. Allen in D. J. Tildesley, *Computer Simulation of Liquids*, Clarendon Press, Oxford 1989, str. 5.)

cije Monte Carlo) dobimo v okviru predpostavljenega modela za količino, ki jo študiramo, eksakten rezultat. Le malo primerov ponuja tudi eksaktno teoretično rešitev, zato so pri razvoju teorije vedno potrebne določene poenostavitve, aproksimacije, predpostavke. Eksakten rezultat računalniške simulacije nam služi kot test za ustreznost teoretičnih aproksimacij in nas vodi k boljšim teoretičnim rešitvam. Primerjava rezultatov simulacije in teorije predstavlja torej test za teorijo. Če je ujemanje rezultatov slabo, moramo popraviti teorijo. A vloga računalniške simulacije je dvojna: poleg validacije teorije nam primerjava rezultatov realnega in računalniškega eksperimenta omogoča ovrednotiti modelni sistem. Če se rezultati računalniške simulacije razlikujejo od eksperimentalnih, nam to sugerira neustreznost modela za opis proučevane lastnosti sistema (glej sliko 5). Ujemanja rezultatov eksperimenta in računa pa ne smemo razumeti zgolj v kvantitativnem smislu, temeč se pogosto za-

dovoljimo z modelom, katerega napovedi se vsaj kvalitativno ujemajo z eksperimentom, tj. model daje pravilne trende v fizikalno-kemijskih lastnostih sistema. Pogosto lahko z uvedbo dodatnih ali spreminjanjem obstoječih parametrov model izboljšamo do te mere, da daje kvantitativno ujemanje z eksperimentom.

Modeli torej ležijo na meji med našimi predstavami o svetu ter objekti naših empiričnih raziskav. So (mentalni) konstrukti, ustvarjeni z namenom pojasniti določen pojav, fenomen.[99] V kemiji z modeli pojasnjujemo kemijske pojave, hkrati pa nam služijo kot orodja za napoved obnašanja kemijskih sistemov pod določenimi pogoji, podanimi s stanjem okolice. Izgradnja modelov (modeliranje) ima osrednjo vlogo pri razvoju znanstvenega spoznanja, pri čemer lahko modele, ki so produkt tovrstne aktivnosti, razumemo kot vezne člene med teorijo in izkustvenim svetom (slika 5). Modeliranje je običajno kompleksen proces in mnogokrat tudi cikličen; začnemo z določenimi preliminarnimi interpretacijami karakteristik objekta, ki ga proučujemo, kar nam omogoča, da s tem sam objekt bolje definiramo. Iterativni cikel je namenjen temu, da s sosledjem aproksimacij nazadnje pridemo do modela, ki zadovoljivo opiše/pojasni proučevani pojav (objekt). S procesom redukcije informacij, ki so nam na voljo o objektu, dobimo nazadnje model, ki temelji zgolj na manjšem številu za objekt karakterističnih aspektov. Modeliranje ni stvar učbenikov: »Ko v znanstvenih tekstih iščemo navodila, ki bi nam povedala, kako graditi modele, ugotovimo, da je ponudba skopa. Izkaže se, da za modeliranje ni splošnih napotkov. Nekateri bodo trdili, da je to zato, ker modeliranje ni proceduralno, ker se ga moramo učiti, ne pa poučevati [*has to be learned not taught*].«[100]

Modeliranje [...] je posredno teoretično raziskovanje fenomemov realnega sveta s pomočjo modelov. Poteka v treh fazah. V prvi fazi teoretik zgradi model. V drugi fazi ga analizira, izboljšuje in dodatno artikulira njegove lastnosti

---

[99] »Model je nekaj, kar občudujemo oziroma posnemamo, vzorec [*pattern*], tipičen primer [*a case in point*], matrica [*type*], prototip, primerek [*specimen*], maketa [*mock-up*], matematični opis – skoraj vse od gole blondinke do kvadratne enačbe – in ima lahko s tistim, kar posnema, skoraj kakršnokoli simbolno zvezo.« (N. Goodman, *Languages of Art. An Approach to a Theory of Symbols*, Hackett Publishing, Indianapolis 1976, str. 171.)

[100] M. Morrison in M. S. Morgan, *Models and Mediating Instruments*, Cambridge University Press, Cambridge 1999, str. 12.

in dinamiko. Nazadnje, v tretji fazi, določi zvezo med modelom in svetom, če je takšna določitev ustrezna. Če je model dovolj podoben svetu, potem je, posredno, analiza modela hkrati tudi analiza lastnosti fenomenov realnega sveta. Modeliranje tako vključuje reprezentacijo in analizo fenomenov realnega sveta s pomočjo modelov.[101]

Pri modeliranju se moramo najprej odločiti, kateri realni fenomen bomo z modelom proučevali, nato pa, kako bomo izbrani fenomen modelno opisali. Določiti moramo tudi kriterjie, s katerimi bomo napovedi modela vrednotili. Eden težjih aspektov modeliranja pa je prav gotovo določiti kriterije, ki nam bodo povedali, ali je naš model adekvaten za opis realnih fenomenov, tj., ali struktura modela ustreza kavzalni strukturi realnih fenomenov.[102] Relacija model–realni svet ni ena sama niti ni avtomatična.[103]

Modele v kemiji lahko klasificiramo na *stvarne* in na *abstraktne*, le-te pa dalje na *ikonične*, *analogne* in *simbolne* (glej sliko 6).[104] Lesene kroglice, povezane z lesenimi palčkami, ki odgovarjajo razporeditvi atomov in vezi v molekuli (t. i. 'ball-and-stick' model) je stvarni (materialni) model molekule, *Z*–matrika, ki podaja opis atomov v molekuli s pomočjo njihovih internih koordinat, pa je abstraktni model molekule. Za opis istega realnega fenomena (npr. vezavo encima na substrat) lahko včasih uporabimo tako stvarni kot abstraktni model. Leta 1894 je Emil Fisher predlagal komplementarnost geometrijskih oblik encima in substrata, kar poznamo danes pod imenom model 'ključ-ključavnica' (*Schlüssel-*

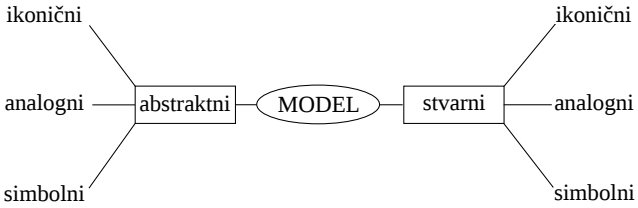
---

[101] M. Weisberg, »Who is a Modeler?«, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 58, 2007, str. 207–233.

[102] Prav tam.

[103] Voda in vodne raztopine igrajo v (bio)kemičnih sistemih izredno pomembno vlogo. Ne glede na to, da je voda sestavljena zgolj iz treh atomov, ostaja modeliranje sistemov, ki jo vključujejo, trd teoretični oreh. Obstajajo modeli, ki vodo obravnavajo kot eno- ali dvodimanzionalno entiteto ter realistični tridimenzionalni molekularni modeli. 1D- in 2D-modela se vsekakor zdita nerealistična za opis realne vode. Če želimo z njima izračunati termodinamične količine in jih primerjati z eksperimentalnimi rezultati, sta 1D in 2D-modela dejansko neuporabna. Če pa je naš cilj razumeti izjemne lastnosti, ki jih ima voda, na molekularnem nivoju, pa sta takšna modela izredno koristna. (A. Ben-Naim, *Molecular Theory of Water and Aqueous Solutions*, World Scientific, New Jersey [idr.] 2009.)

[104] Za obširnejšo analizo glej: J. Tomasi, »Models and Modelling in Theoretical Chemistry«, *Journal of Molecular Structure (Theochem)*, 179, 1988, str. 273–292; »Towards 'chemical congruence' of the Models in Theoretical Chemistry«, *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 5, 1999, str. 79–115.

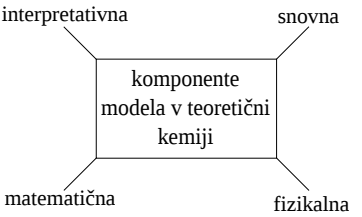


Slika 6: Tipologija modelov.

-*Schloss-Model*). Model je abstrakten, če pa za encim in substrat uporabimo model 'ball-and-stick', pa gre za stvarni model. Abstraktni modeli v teoretični (računalniški) kemiji prevladujejo, saj gre večinoma za matematiziran opis fenomenov.

Klasifikacija ikonični/analogni/simbolni se nanaša na mero fizične in funkcijske podobnosti modela s tistim, kar reprezentira (referentom). *Ikonični* model je fizično podoben referentu, obstaja podobnost v formi, medtem ko ni nujno, da tudi funkcionira tako kot referent. Model ključ-ključavnica, realiziran s pomočjo reprezentacije molekul s kroglicami in palčkami, je ikonični stvarni model, če pa ga narišemo na papir ali na zaslon računalnika, pa predstavlja ikonični abstraktni model. Za *analogni* model je značilno, da po svoji formi ni nujno, da ustreza referentu, temveč da funkcionira podobno kot referent. Mnogi modeli, ki jih uporabljamo v kvantni kemiji (npr. togi rotator, harmonski oscilator), so abstraktni analogni modeli. Model molekule, ki sestoji iz kroglic, povezanih z vzmetmi, predstavlja stvarni analogni model za opis molekulskih vibracij, medtem ko je model, ki ga za isti namen uporabljamo npr. v simulacijah dinamike molekul, abstraktni analogni model. *Simbolni* model temelji zgolj na podobnosti v funkcioniranju. Večina simbolnih modelov je matematičnih (kvantna kemija, statistična mehanika, termodinamika), a matematizacija ni pogoj.[105] Niz sklopljenih električnih oscilatorjev predstavlja npr. stvarni simbolni model za opis molekulskih vibracij, medtem ko niz sklopljenih diferencialnih enačb za opis tega fenomena označimo kot abstraktni simbolni model. Računal-

[105] Če Mendeljejev periodni sistem lahko smatramo za model, potem gre za nematematični abstraktni simbolni model. V isto kategorijo lahko uvrstimo tudi model molekule iz druge polovice devetnajstega stoletja.



Slika 7: Osnovne komponente modelov, ki se uporabljajo v teoretični kemiji.

niška grafika danes omogoča, da lahko veliko modelov, ki so klasificirani kot analogni oziroma simbolni, prevedemo v ikonične (npr. predstavitev elektronske gostote, ki smo jo dobili iz molekulske valovne funkcije (abstraktni simbolni model), na ekranu računalnika kot 'ball-and-stick' molekula (abstraktni ikonični model)).

Večina modelov v teoretični kemiji ima dve nalogi: omogočiti izračun določenih fizikalno-kemijskih lastnosti snovnega sistema ter omogočiti interpretacijo fizikalno-kemijskih fenomenov. Z znanstvenega in filozofskega vidika je interpretativni potencial modela pomembnejši. Dobri modeli in teorije ne smejo igrati zgolj instrumentalne vloge. Modele v teoretični kemiji lahko razdelimo na štiri komponente (slika 7): snovna komponenta predstavlja materialni del tistega, kar opisuje model, fizikalna komponenta vključuje fizikalne interakcije, s katerimi opisujemo fenomen, matematična pa vključuje vse vidike modela, ki se nanašajo na opis fizikalnih interakcij v snovni komponenti modela. Interpretativna komponenta modela nato združi vse vidike raziskave, ki so potrebni za interpretacijo aplikacije matematične komponente na snovno, glede na določila fizikalne komponente modela.

Obseg prispevka nam ne dopušča, da bi se spuščali v podrobno opisovanje modelov in teorij, ki se uporabljajo v kemiji. Področje je ogromno: od opisovanja narave snovi, kemijskih vezi, kemijskih ravnotežij, kemijske kinetike, do elektrokemije in ... Pripomnimo le, da vsak teoretični pristop nujno pomeni izgradnjo modelnega sveta, ki ga lahko razdelimo na sistem in na njegovo okolico. Natančna definicija, kaj pripada

sistemu in kaj okolici, je nujna za učinkovito teorijo/model, saj je stanje sistema običajno pogojeno s stanjem okolice ...[106] Naloga filozofije je, da ovrednoti teorije in modele (tako zavržene kot obstoječe),[107] naloga kemije pa, da izboljša obstoječe ter priskrbi nove. »Ljudje so dognali že marsikaj, še veliko več pa bo šele treba dognati. In tako bodo prihodnji rodovi spet imeli polne roke dela.«[108] In četudi bo nekoč velika teorija poenotenja res ugledala luč sveta, se zdi, da kemija ne bo ostala praznih rok ...

Oor universe is like an e'e
Turned in, man's benmaist hert to see,
And swamped in subjectivity.
But whether it can use its sicht
To bring what lies withoot to licht
To answer's still ayont my micht.[109]

---

[106] Za vprašanja kemijskih konceptov v luči sistemske teorije glej: M. Reiher, »A Systems Theory for Chemistry«, *Foundations of Chemistry*, 5, 2003, str. 23–41; »The Systems-Theoretical View of Chemical Concepts«, prav tam, str. 147–163.

[107] Filozofijo je kemija začela zanimati razmeroma pozno, kar se pozna v številu razprav v primerjavi z razpravami, povezanimi s fizikalnimi ali biološkimi koncepti. Filozofija kemije se razcveti z letom 1994, ko je v Londonu organizirana prva konferenca na to temo. Leta 1995 začne izhajati revija *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, leta 1999 pa še revija *Foundations of Chemistry*. (Glej npr. J. van Brakel, »On the Neglect of the Philosophy of Chemistry«, *Foundations of Chemistry*, 1, 1999, str. 111–174; E. R. Scerri, »Philosophy of Chemistry–A New International Field?«, *Journal of Chemical Education*, 77, 2000, str. 522–525; J. Schummer, »The Philosophy of Chemistry«, *Endeavour*, 27, 2003, str. 37–41; K. Gavroglu, »Phylosophical Issues in the History of Chemistry«, *Synthase*, 111, 1997, str. 283–304.) – Pri nas sta se kemija in filozofija šele začeli srečevati.

[108] B. Brecht, *Galileo Galilei*, v: *Šest iger*, Mladinska knjiga, Ljubljana 1993, str. 185.

[109] Hugh MacDiarmid, »The Great Wheel«, v: *Selected Poetry*, Riach, A., in Grieve, M. (ur.), New Directions Books, New York 1993, str. 109. – Približno bi lahko prevedli tako: *Naše je vesolje kot oko, / globini bistva posvečeno, / v subjektivnosti ujeto. / A če vid je dan, / da odkril bi svet onstran – / premajhen sem, povedati ne znam.*

O KVANTNOMEHANSKIH MODELIH ZAVESTI

Andrej Ule

V razpravah o zavesti se zadnja let skoraj redno postavlja vprašanje, ali ima zavest kakšno zvezo s temelji fizične stvarnosti, predvsem s kvantno fiziko. Znamenita Chalmersova zbirka sestavkov o zavesti in sodobni kognitivni znanosti, ki jo Chalmers redno obnavlja in dopolnjuje, vsebuje npr. 157 novejših sestavkov (dostopnih na internetu) na temo kvantne teorije in zavesti. V primerjavi z drugimi temami, ki jih zajema Chalmersova zbirka, je tema kvantna fizika in zavest ena najobsežnejših.

Vprašanja o kvantni fiziki in zavesti gredo najpogosteje v tri smeri: ali je zavest morda kvantnomehanski ali celo kak bolj temeljni, subkvantni pojav, ali morda kvantna fizika (vsaj v kakšni od svojih interpretacij) terja prisotnost zavesti oz. zavestnega opazovalca, in pa, ali imata zavest in kvantna stvarnost morda kak skupen izvor, tako da sta dva vidika iste stvarnosti. K tem vprašanjem se pridružujejo še številna druga, npr. ali vsebujejo človeški možgani kake posebne kvantnomehanske procese, ki so odgovorni za pojav zavesti, ali obstaja kakšna posebna oblika psihofizične interakcije med zavestjo in stvarnostjo mikrofizike, ali takšna interakcija morda presega horizont naturalistične razlage, ali lahko pojasnimo svobodo volje s kvantnim indeterminizmom itd.

Odgovori na ta in njim podobna vprašanja se gibljejo v širokem razponu, od navdušenega sprejemanja »kvantne ali subkvantne podlage« človeške zavesti do odločnega zavračanja takšne možnosti, celo izrecnega ironiziranja tovrstnih povezav kot popolnih nesmislov. Zato se vsak, ki skuša pisati o tej tematiki, spušča na tanki led znanstveno še vzdržnih domnev, ki kaj hitro poči in se znajde v morju neobvladljivih spekulacij, kjer za skoraj vsako tezo o navedenih vprašanjih in problematiki sploh, ki jo kdo ima, najdemo prepričane zagovornike in prav tako prepričane nasprotnike, vendar zelo malo prepričljivih argumentov, zato pa toliko več lepo zvenečih prispodob.

Najprej pa nekaj besed o tem, zakaj je sploh prišlo do takšnega zanimanja za odnos med zavestjo in kvantnomehanskimi pojavi.

Prvi razlog je najbrž v tem, da pač *kvantna fizika predstavlja temeljno fizikalno teorijo*. V kolikor sprejemamo domnevo o povsem naravnem izvoru zavesti, potem mora obstajati vsaj načelna možnost kvantnomehanske razlage zavesti.

Drugi razlog vidim v tem, da *kvantna mehanika*, za razliko od klasične mehanike, pa tudi relativnostne teorije, vsaj na videz *odstopa od determinizma in vzročne r*azlage pojavov in dopušča nekatere sestavine, ki se zdijo nekako »spiritualne«, npr. načelni indeterminizem, načelo nedoločljivosti, močno celostna (holistična) narava kvantnomehanskih stanj, neločljivost opazovalca in opaženega (izmerjenega) kvantnega pojava, skrivnostni, trenutni ali vsaj neznansko hitri »preskoki« iz nad vse koherentnih, tj. medsebojno usklajenih sprememb kvantnih objektov v kaotične procese, kvantna prepletenost in alokalnost (spremembe v fizikalnih stanjih objektov, ki izhajajo iz kakega skupnega kvantnega sistema, se dogajajo sočasno, ne glede na prostorsko oddaljenost med objekti ali posegajo celo v prihodnost ali).

Tretji razlog vidim v dejstvu, da so celo nekateri najpomembnejši ustvarjalci kvantne fizike, npr. Niels Bohr, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli, John v. Neumann in Eugene Wigner občasno ugotavljali, da *kvantna mehanika po svojem bistvu terja obstoj zavestnih opazovalcev*, da jo torej brez prisotnosti kake zavesti niti ne moremo adekvatno formulirati.

Četrti razlog vidim v tem, da kvantna mehanika s svojim neznansko prefinjenim matematičnim aparatom *nenehno vzbuja vtis, da je nekako nepopolna, da jo je treba dodatno »tolmačiti«, »interpretirati«*, pri tem pa je skorajda neizogibna določena mera antropomorfizma, torej interpretacije ob pomoči analogij s človeškega mentalnega sveta. Marsikomu se zdi, da se skrivnostna kvantna mehanika lahko nasloni le na podobno skrivnosten pojav zavesti. Ne kvantne mehanike, ne zavesti nikakor ne moremo zvesti ali vgraditi v »makrofizični« svet, ki ga obvladuje klasična fizika, zato se ponuja domneva, da ena skrivnost lahko »pojasni« drugo, če ne drugače že s tem, ko ugotavljamo kake vzporednice med njima.

Najprej bom na kratko zavzel svoje stališče do poglavitnih ali vsaj najbolj znanih kvantnomehanskih modelov zavesti ali modelov odnosa med zavestjo in kvantno stvarnostjo, potem pa bom predstavil svoj pogled na to temo. Pri tem se bom držal »kvalitativnega« opisa, torej

se bom izogibal kvantnomehanskemu formalizmu, čeprav bi bilo to za natančnejšo analizo nujno potrebno. Seveda bodo zato nekatere stvari in pojmi ostali manj jasni, kot bi bilo mogoče, če bi se držali strogega formalnega pristopa k kvantni mehaniki.

Konstitutivna vloga opazovalčeve zavesti v kvantnem merjenju

Prvi avtor, ki je menil, da je kvantna fizika bistveno povezana s prisotnostjo zavesti, je bil Alfred Lotka v svoji knjigi o temeljih biologije. Ta je že l. 1924, pred znamenito Schrödingerjevo »valovno« in Heisenbergovo »matrično« (delčno) formulacijo kvantne mehanike, pisal, da moramo razlikovati dve vrsti zavesti: prva ustreza makrofizičnemu svetu in fizikalnemu determinizmu, ki »vlada« v njem. Lotka ji pravi »deterministična« zavest. Druga je »indeterministična« in ima vpliv na ravni, kjer vlada indeterminizem in »kvantizacije« energije (Lotka, 1923). Vendar je bila to bolj sugestija kot resen poskus teoretske konceptualizacije odnosa zavest-kvantna mehanika. Resnejša konceptualizacija te vrste se je pojavila pri nekaterih avtorjih ti. kopenhagenske interpretacije kvantne mehanike, ki je dalj časa postala ar nekaka fizikalna ortodoksija, zlasti pri Wernerju Heisenbergu in John v. Neumannu. Znano je, da kopenhagenski interpretaciji sprva močno nasprotoval Erwin Schrödinger, vendar jo je kasneje tudi sam sprejel, medtem ko je jo je Einstein vseskozi zavračal (oz. je zavračal kvantnomehanski intederminizem in načelo nedoločnosti kot znaka še »nepopolne« fizikalne teorije).

Po tej interpretaciji je za t. i. kolaps valovne funkcije, tj. za skok iz faze, ko je izoliran od drugih fizikalnih vplivov in mu načeloma ne moremo določiti vrednosti ključnih fizikalnih količin (npr. hitrosti, položaja, gibalne količine ali energije mikrodelcev), v fazo, ko mu določimo (vsaj nekatere) vrednosti fizikalnih količin (tj. jih izmerimo s kakim poskusom ali meritvijo) nujno potreben *opazovalec*, tj. zavestno bitje, ki opazi, registrira izmerjene vrednosti in te vrednosti prejme kot sestavino svojega znanja. V kvantnomehanskem žargonu govorimo o tem, da zavestni opazovalec »zlomi« predhodno simetrijo kvantnomehanskega stanja ali »kolapsira« valovno funkcijo. Heisenberg npr. piše v svoji (sicer pretežno »popularnoznanstveni«) knjigi »Fizika in filozofija«:

»Opazovanje skokovito (diskontinuirano) spremeni verjetnostno funkcijo (tj. valovno funkcijo, op. dodal A. U.); izmed vseh možnih dogodkov izbere tiste, ki se dejansko zgodijo ... prehod od 'možnega' k 'dejanskemu' se zgodi v dejanju opazovanja. Če želimo opisati, kaj se zgodi na atomski ravni, moramo ugotoviti, da besedo 'zgodi' lahko uporabimo le na opazovanje, ne pa na stanje stvari med dvema opazovanjema. Skokovita sprememba v verjetnostni funkciji pa se zgodi z dejanjem registracije, kajti skokovita sprememba našega znanja v trenutku registracije je tisto, kar ima svojo podobo v skokoviti spremembi verjetnostne funkcije. ... Seveda pa kvantna fizika ne vsebuje pravih subjektivnih potez, ne uvaja zavesti fizika kot sestavnega dela atomskega dogodka. Vendar začenja z delitvijo sveta v 'objekt' in v preostanek sveta in iz dejstva, da vsaj za opis preostanka sveta uporabljamo klasične pojme. Ta delitev je arbitrarna in zgodovinsko neposredna posledica naše znanstvene metode. Uporaba klasičnih pojmov je končno posledica splošnega človeškega načina mišljenja. Vendar je že neka referenca na nas same in v toliko naš opis ni povsem objektiven.« (Heisenberg, 1958: 54–5).

John v. Neumann je v svoji matematični reformulaciji kvantne mehanike, ki je potem za dlje časa postala standard v raziskavah in v poučevanju kvantne mehanike, uvedel strogo delitev med skokovitim, nevzročnim in načelno probabilističnim preskokom od stanja kvantnega sistema pred poskusom (meritvijo) v neko dejansko izmerjeno vrednost dane fizikalne količine (proces I) in opazovanju načeloma nedostopnim procesom, ki je potekal v danem kvantnem sistemu pred tem skokom (proces II). To je proces sprememb v strukturi verjetnostnih porazdelitev možnih izidov meritev, ki je zvezen, determinističen in ustreza Schrödingerjevi valovni enačbi.

Von Neumann je dalje dokazoval, da za izid poskusa in za matematično formulacijo poskusa ni prav nič pomembno, kje naredimo rez med »izmerjenim« in »merilnim« sistemom. Lahko ga naredimo med »prvotnim« kvantnim objektom in mersko napravo + opazovalcem, kvantnim objektom + mersko napravo in opazovalcem ali celo med kvantnim objektom + mersko napravo + opazovalčevim telesom in njegovim dejem zavestne registracije rezultata merjenja (v. Neumann, 1932). Vendar brez deja zavesti, ki izvede opazovanje, ne more priti do preobrazbe iz procesa I v proces II, torej do merjenja kvantnega stanja objekta. Znan je virtualni eksperiment »Schrödingerjeve mačke«, s katerim je skušal Schrödinger na nazoren način prikazati nenavadne implikacije »kopen-

hagenskega« tolmačenja kvantne mehanike. Ta eksperiment se izteče v domnevo, da morda tudi o nam domačih, makroskopskih objektih, kot je npr. mačka, zaprta v nepozorno škatlo in priključena na napravo, ki jo lahko usmrti ali ne, odvisno od sevanja radioaktivnega atoma, lahko domnevamo, da so v nekem stanju kvantne nedoločnosti (»superpozicije« možnih stanj v valovni funkciji ali »kvantne koherence« stanj), v primeru mačke, stanja mrtve in stanja žive mačke, če so njihova makrostanja odvisna od kakega nestabilnega kvantnega objekta. Ta nedoločenost traja tako dolgo, dokler kak zavesten opazovalec ne pogleda, kako je z njimi (npr. odpre škatlo in pogleda, kako je z mačko) in »zlomi« superpozicijo, valovno funkcijo oz. »zruši« kvantno koherenco, tj. zgodi se ena izmed možnosti.

Še dlje kot v. Neumann in Schrödinger sta šla v poudarjanju vloge zavesti v kvantni mehaniki Friz London in Edmond Bauer v njunem sestavku o teoriji opazovanja v kvantni mehaniki (1939) ter Eugene Wigner v svojem sestavku o vprašanju odnosa med duhom in telesom (1967). Po njihovem mnenju šele zavest opazovalca udejanji kvantno merjenje. Wigner si je med drugim zamislil še nekoliko bolj nenavaden miselni poskus, kot je bil Schrödingerjev poskus o mački (eksperiment o Wignerjevem prijatelju), po katerem se zdi, kot da je za vse kolapse valovne funkcije v naravi le ena sama zavest, namreč »moja« aktualna zavest. Od tod bi izhajal nekakšen kvantnomehanski solipsizem. Obstaja seveda možnost, da je ta »ena« zavest neka vesoljna zavest, na ali v kateri z nekim deležem participira tudi moja zavest in podobno participirajo tudi vse druge zavesti, vendar je vesoljna zavest edina *aktualna* zavest.

Moram pa dodati, da je Wigner kasneje za nekaj časa spremenil svoje mnenje o bistveni vlogi zavesti v kvantnomehanskem merjenju in se približal »objektivističnem« stališču, po katerem za izvedbo merjenja ni bistvena prisotnost zavestnega opazovalca. Kljub temu pa je njegov miselni poskus še danes predmet vnetih razprav, prav tako kot »Schrödingerjeva mačka«. Na stara leta je Wigner znova povrnil k svojemu »zgodnjemu« gledanju in začel simpatizirati z indijsko filozofijo vedante, tj. o vse-enosti zavesti, po kateri predstavljajo individualne zavesti in jazi le del nekakšne kozmične iluzije, ki se je moramo znebiti, če naj se resnično približamo temu, kar je Stvarno. Podobne simpatije lahko zasledimo še pri nekaterih vidnih teoretikih kvantne mehanike, npr. pri

Bohru, Schrödingerju, Oppenheimerju idr. Vendar so bile to bolj »neobvezne« filozofsko-spiritualne zamisli kot pa sestavni del teoretskega napora teh avtorjev. Tudi Wolfgang Pauli, še en velikan kvantne mehanike, se je navduševal za precej nenavadne stvari, konkretno za Jungovo teorijo kolektivno nezavednega in nevzročnih povezav med dogodki (t. i. sinhroniciteto). Menil je, da morda pojavi trenutne prostorske in časovne usklajenosti med dogodki, ki jo dopušča kvantna mehanika, lahko pojasnijo kolektivno nezavedno in sinhroniciteto. Vsekakor je zanimivo, da so te velike glave sodobne fizike iskale »uteho« za svoje filozofske probleme v »vzhodnih« filozofijah in akavzalnih teorijah nezavednega.

Heisenbergovo, v. Neumannovo in Wignerjevo smer razmišljanja danes dalje razvija Henry Stapp, ki je eden najbolj znanih zagovornikov »kvantne teorije zavesti«. Stapp meni, da so opazovalčevi možgani »vmesnik« med kvantnim objektom, ki je predmet opazovanja in opažanjem kot dejem zavesti pri opazovalcu. Osnovni gradniki kvantne fizike niso mikrodelci, meni Stapp, temveč namerna dejanja ljudi, točneje raziskovalcev kvantnih stanj. Raziskovalci sebi in naravi zastavljajo določena vprašanja, nato skušajo narediti poskus ali meritev, ki bo enoznačno odgovorila na zastavljeno vprašanje. V primer enostavnih vprašanj, sta možna npr. le dva odgovora: »Da« ali »Ne«. Npr. raziskovalec postavi Geigerjev števec blizu radioaktivnega izvora in pričakuje, da števec po določenem času bodisi »klikne« ali ne. To je odgovor na vprašanje »Ali bo Geigerjev števec po določenem času zaznal sevanje ali ne?« (Stapp, 2009: 213). Vsako namerno dejanje je odvisno od raziskovalčeve namere in od stanja sistema, ki je cilj dejanja. To lahko ponazorimo s kvantnomehanskimi matematičnimi formalizmi.

V primeru prej omenjene namere, priti do odgovora na preprosto vprašanje, izvedba meritve pomeni neko dejanje, ki da odgovor »da« ali »Ne«. To je očitno primer v. Neumannovega procesa I, medtem ko stanje pred meritvijo ustreza v. Neumannovemu procesu II. Izbiranje vprašanj je svobodno početje glede na kvantno fiziko, po Stappu je izven domene sodobne fizike, čeprav je predpogoj za »delovanje« kvantne fizike. Ni nobenih znanih zakonov narave, ki bi vladali nad samimi izbirami vprašanj, kar pa po Stappu ne izključuje možnosti, da bo kaka prihodnja popolnejša teorija morda znala vzročno razložiti tudi izbiro vprašanj (prav tam: 217). Upoštevati pa moramo načelno probabilističen

značaj kvantnomehanskih meritev. Načeloma ni mogoče napovedati, kakšen bo odgovor »narave« na zastavljena vprašanja, lahko pa povemo verjetnost za posamezne odgovore, npr. verjetnost, da bo odgovor »Da« ali »Ne«.

Ker pa po Stappu valovna funkcija predstavlja naše znanje o sistemu, ne pa sistema samega po sebi, tudi kolaps valovne funkcije ni nek povsem fizikalni pojav, temveč izraža spremembo znanja v opazovalcu, potem ko opazi rezultat meritve, npr. ko vidi, ali v določenem času Geigerjev števec klikne ali ne. V tem trenutku se hipno spremeni stanje znanja v opazovalcu, saj očitno sedaj ve nekaj več kot prej. Zato ni po Stappu nobene skrivnosti v tem, kako lahko opazovalčeva zavest tako radikalno in v hipu spremeni valovno funkcijo iz superpozicije mnogih možnih stanj v statistično vsoto možnih izidov. To lahko »stori« zato, ker ves proces poteka pravzaprav v opazovalčevi zavesti, namreč kot prehod iz stanja »manjšega znanja« v stanje s »povečanim znanjem«.

Stapp se sklicuje na Heisenbergove besede:

> »Pojem objektivne stvarnosti elementarnih delcev tako ni izhlapel v oblak nekoliko temačnega novega pojma stvarnosti, temveč v prozorno jasnost matematike, ki ne predstavlja več delcev, temveč prej naše znanje o njihovem vedenju.« (Heisenberg, 1958, »The representation of nature in contemporary physics, nav. po Stapp, 2009: 219).

Toda pojavi se novo vprašanje, kako lahko naše namere vplivajo na vedenje fizičnega sistema, npr. v določen fizikalni poskus ali meritev, ne da bi se podrla vzročna zgradba fizičnega sistema.

Človeške namere delujejo na možgane, najprej tako da v hipu in v celotnih možganih kolapsira kvantno valovno funkcijo možganov (ta predstavlja nezavedni proces tipa II v možganih), kar v možganih vzbudi nek »vzorec dejanja«, ki se širi dalje skozi možgane in živčni sistem posameznika ter eventualno povzroči določeno dejanje (npr. opazovalčevo namestitev Geigerjevega števca blizu izvora radioaktivnosti), nato pa to dejanje posledično privede do določenih fizičnih rezultatov (npr. do klika v števcu po določenem času). Tako lahko po Stappu pojasnimo delovanje svobodne volje, oz. predhodnost zavestne namere dejanju (Stapp, 1999, 2009). Zaradi ti. Zenonovega kvantnega učinka, ki pravi, da hitro si sledeča opazovanja istega kvantnega stanja nekega objekta

nekako »zamrznejo« njegovo stanje pozornost, ki spremlja namerno dejanje, toliko podaljša življenjsko dobo živčnih sestavov, ki predstavljajo vzorec za dejanje, da se lahko sprožijo nekoliko dlje časa trajajoči živčni impulzi v možganih, ki privedejo do izvedbe (ali vsaj začetka izvedbe) nameravanega dejanja.

Stapp se v nekaterih svojih sestavkih navezuje na Whiteheadovo procesno ontologijo in meni, da ta lahko nudi ustrezno ontološko podlago kvantni fiziki in v posebnem, ustrezno pojasni ontološko mesto zavesti v naravi (npr. Stapp, 1977, 2007). Tako Wihteheadova procesna ontologija kot kvantna fizika se gradita na objektivni potencialnosti, tj. na objektivnih težnjah, da se zgodijo določeni dogodki. Po Whiteheadu stvarnost »tvorijo« ti. aktualne prilike (*actual occasions*), tj. dogodki (Whitehead, 1978). Ti se medsebojno povezujejo v medsebojno različna območja prostora-časa, vsako od njih pa vsebuje celote dogodkov, ki so povezani z relacijo vzrok-učinek. Vsak dogodek aktualizira možnosti, ki so predhodno bivale le kot potencialnosti (Whitehead govori o »večnih možnostih«). Dogodki niso »bitnosti« (*beings*), temveč »nastajanja« (*becomings*) oz. procesi. Vsako nastajanje vsebuje svoj »fizični« in svoj »mentalni« pol. Fizični pol je realnost dogodka v prostoru-času, mentalni pol, t. i. prehenzija (*preshension*) pa nekakšna zaznava prejšnjih dogodkov, ki vzročno pogojujejo nastanku dogodka ter potencialnosti, ki se udejanji v dogodku. Tudi Stapp spekulira o tem, da ima vsak fizični dogodek, celo oz. zlasti dogodek na kvantni ravni, svojo fizično in svojo doživljajsko komponento, pri čemer »doživljajsko« ne pomeni nujno zavestno v pomenu človeške zavesti, ki je sposobna zavedanja same sebe, vendar pa je sposobna za nekakšno primitivno postavljanje vprašanj (Stapp v H. Atmanspacher, 2006). Fizični aspekt kvantnih dogodkov je zajet v valovni funkciji, doživljajski aspekt pa v implicitnem postavljanju vprašanj in v nekakšni pozornosti, ki »odloči«, katera možnost, ki je zajeta v valovni funkciji, se uresniči kot realni dogodek. Ta aspekt presega tako raven standardne kvantne mehanike kot tudi raven čisto vzročnih odvisnosti med dogodki (Stapp v L. Fagg, 1998: 41–2). Vendar pa Stapp ni jasno predstavil teh svojih »whiteheadovskih« zamisli, zato je bolje njegovo teorijo obravnavati kot še nezaključeno teorijo, ki dobro deluje tedaj, ko opisuje odnos med človeško doživljajsko zavestjo, voljo in možgani, medtem ko bi bilo treba njeno celostno ontologijo še dalje razviti.

Moram reči, da mi je kar nekaj potez kopenhagenskega modela povezave zavest-kvantni svet simpatičnih, predvsem Heisenbergova »modalna« interpretacija kvantne fizike, natančneje valovne funkcije. Mislim pa, da je nekoliko preveč enostavno reči, da valovna funkcija predstavlja nekakšne potenciale za aktualizacijo možnih rezultatov meritev oz. opazovanj in se ti potenciali aktualizirajo v meritvi, eksperimentu oz. opazovanju.

Dejansko namreč imamo v »procesu« (govorim v navednicah, ker ne gre za pravo dogajanje v prostoru in času, temveč za abstraktno dogajanje v ti. faznem prostoru možnih fizikalnih stanj kvantnega objekta, opisanem s t. i. Hilbertovim vektorskim prostorom), ki »poteka« od postavitve predvidenega kvantnega objekta opazovanja v izhodiščno situacijo do »opravljene meritve« ali do opazovanja kake merilne naprave opraviti nekako s tremi »fazami«: najprej imamo superpozicijo možnih kvantnih stanj objekta, ki jo matematično predstavimo v kompleksni valovni funkciji stanj, ta pa mora ustrezati t. i. Schrödingerjevi valovni enačbi, to je neka linearna parcialna diferencialna enačba drugega reda nad funkcijami v prostoru kompleksnih števil.

Bistven element te enačbe je t. i. kvantni Hamiltonski operator (na kratko »Hamiltonjan«), ki se »množi« z vrednostjo valovne funkcije v določenem času. Hamiltonjan predstavlja posplošeno vsoto vseh energij, ki jih ima izbrani kvantni objekt (ali sistem) na začetku »procesa«. Nato dopustimo, da na valovno funkcijo delujejo različni operatorji, ki ustrezajo meritvam, ki jih nameravamo opraviti z danim objektom oz. z danimi objekti.

Npr. ustvarimo snop elektronov, ki letijo vsi v isto smer, imajo čim bolj podobno kvantno stanje in morajo leteti skozi dve majceni odprtini na zaslonki, preden zadenejo zaslon, nato pa opazujemo, kje in kdaj opazimo svetle točke na zaslonu, ki kažejo, kje in kam so prileteli elektroni.

Druga možnost je, da v skladu z Heisenbergovo matrično formulacijo kvantne mehanike formuliramo t. i. vektor stanja v Hilbertovem prostoru, da na ta vektor »delujejo« različni operatorji, definirani kot matrike kompleksnih vrednosti. Schrödingerjeva formulacija kvantne mehanike bolj ustreza »valovnemu« značaju snovi, medtem kot Heisenbergova formulacija bolj ustreza »korpuskularnemu« značaju snovi. Pomembno je, da obe matematični formulaciji kvantne mehanike enako

dobro opišeta abstraktno dogajanje s kvantnim objektom, ki poteka v času od postavitve izhodiščnega stanja do pričetka meritve oz. do dejanskega opazovanja nekega rezultata poskusa s tem objektom. Ta ekvivalenca je matematični izraz za precej manj precizno Bohrovo načelo komplementarnosti, po katerem se kvantni objekti lahko kažejo tako kot valovanja kot delci, vendar ne oboje hkrati.

Pomembno pa je, da merjenje *ne pomeni neposrednega skoka iz kvantne potencialnosti*, kot jo izraža npr. valovna funkcija v določeno vrednost, temveč pomeni na abstraktni ravni *najprej spremembo iz superpozicije možnih stanj* v *statistično mešanico* vseh možnih izidov merjenja in »nato« izbiro enega od teh izidov kot *opaženega rezultata*. Kvantna mehanika, kot jo poznamo, natančno obravnava le prvi del tega »procesa«, drugi , tj. »izbiro« ene od vrednosti, pa pušča nepojasnjeno. Ideja v. Neumanna, Schrödingerja, Wignerja, Stappa in drugih je bila, da »zapolnijo« ta drugi del z vlogo opazovalca, natančneje z vlogo njegove zavesti. Vendar pa zavest oz. opazovalec nič ne vpliva na »prehod« iz superpozicije možnih stanj v statistično vsoto možnih izidov. Res je oboje medsebojno povezano, vendar nikakor ni eno in isto. Tako ne moremo preprosto reči, da kvantna mehanika opisuje prehode iz območja fizikalne potencialnosti v fizikalno aktualnost, temveč da opisuje izjemno prefinjeno območje *potencialov za potencialnost*. Ne zajema namreč neposrednih sprememb iz potencialnosti (superpozicije možnih stanj) v aktualne dogodke (izmerjene rezultate), temveč spremembe iz superpozicije stanj v t. i. statistično distribucijo možnih izidov meritev. Superpozicija stanj vsebuje nekakšno celoto ali vsoto teženj (propenzij) za to, da pride do potencialov za možne izide meritev, ne pa kar vsoto potencialov za možne izide.

Vloga opazovalca oz. zavesti bi bila lahko le v tem, da »izbere« oz. aktualizira enega od možnih izidov meritve, opazovanja ali poskusa, ne pa, da spreminja superpozicijo stanj v statistično vsoto možnih izidov. Morda lahko kdo poreče, da je drugo logično vsebovano v prvem, kajti aktualizacija ene od možnosti implicira, da so te možnosti »poprej« predstavljale neke objektivne možnosti, ki jim ustrezajo določene verjetnosti dogodkov. Vendar pa ta implikacija ne pomeni, da je to »delo« opazovalčeve zavesti v deju opazovanja, kot sugerirajo prej navedene »subjektivistične« interpretacije kvantne mehanike, pač pa, da vsako opazo-

vanje, meritev ali eksperiment predpostavljajo, da opazovalec *na podlagi zbranih informacij in predhodnega znanja ve*, kaj se *lahko zgodi*, tj. *ve za možne izide meritev* in na podlagi tega lahko predpostavi kakšna statistična distribucija možnih rezultatov lahko izhaja iz izhodnega kvantnega stanja »opazovanega« objekta. Toda to znanje, vednost in informacije niso »delo« zavesti kot doživljaja, temveč zadevajo *duha*, natančneje *objektivnega duha*, ki je pravi subjekt znanja. Na te prefinjene distinkcije »subjektivistične« interpretacije kvantne mehanike praviloma ne pomislijo, podobno pa velja tudi za večino drugih kvantnih modelov zavesti.

Zavest kot del implikatnega reda stvarnosti

Kopenhagenski interpretaciji kvantne mehanike nasprotuje cela vrsta teorij ali bolje, teorijskih osnutkov, kajti le redki so tako dobro izdelani in praktično uporabni kot kopenhagenska interpretacija. Nekatere od teh interpretacij vsebujejo tudi lastne koncepte o kvantni naravi ali kvantni podlagi zavesti. Ena najzgodnejših alternativ kopenhagenski interpretaciji je *teorija skritih spremenljivk* oz. realistična interpretacija valovne funkcije. Čeprav je njen izvor že pri francoskem klasiku kvantne fizike, Luis de Broglieju, ki je med drugim odkril splošno valovno naravo mikrodelcev, jo je dejansko razvil angleški fizik David Bohm. De Broglie je predlagal, da valovno funkcijo razumemo kot matematični izraz stvarnega »valovanja, ki vodi« mikrodelce po njihovi poti. Ta teorija izhaja iz domneve, da morda kaki globlji, še neznani fizikalni vzroki povzročajo slučajno vedenje mikrodelcev, ki ga opišemo z valovno funkcijo oz. Schrödingerjevo valovno enačbo (ali, kar je matematično ekvivalentno, s t. i. unitarnimi matričnimi operatorji prehodov po Heisenbergovi matrični formulaciji kvantne mehanike). Ta teorija je naletela na močne kritike in odpore s strani ostalih kvantnih fizikov, tako da je de Brogle za nekaj časa od nje odstopil.

Namesto o vodilnem valu Bohm govori o t. i. kvantnem potencialu, ki deluje alokalno, tj. na poljubno razdaljo med delci in z razdaljo ne upada. Za razliko od De Broglieja pa kvantnega potenciala nima za materialno strukturo, temveč za specifično kvantnomehansko realnost, ki se adekvatno izraža le na ravni t. i. faznega prostora kvantnega sistema, tj. abstraktne matematične strukture, ki predstavlja vsa možna sta-

nja objekta in prehode med njimi. »Možnosti«, ki se skrivajo v valovni funkciji, so za Bohma realnosti kvantnega potenciala, v njem bivajo vse hkrati, a le ena od njih se uresniči v aktualnem fizičnem svetu (o tem gl. Bohm, 1980 in Bohm, Hiley, 1993).

Bohm je v svojih kasnejših delih uvedel pojem *implikatnega* in *eksplikatnega* reda. *Implikatni red* v lokalnem pomenu je nedeljiva enotnost kvantnega pojava, merilne naprave in znanja opazovalca, ki jo izraža valovna funkcija pred kolapsom. *Explikatni red* ustreza temu, kar opazimo po meritvi (eksperimentu). Implikatni red predstavlja nedeljivo celoto, zgrajeno podobno kot hologram, torej celota, pri čemer vsak element te celote »odseva« v sebi vso celoto, je poseben vidik te celote. V tem smislu Bohm govori, da je implikatni red v implicitnem smislu vsebovan v vsakem območju prostora in časa, ali tudi, da je ta red nekako večkratno »uvit« v vse stvari, medtem ko je prostorsko časovni red fizikalnih stvari in dogodkov »razvit« (ekspliciran) navzven. Bohm rad daje primerjavo s televizijskim aparatom. Vidne podobe, ki jih opazimo na ekranu, so eksplikacija časovnega reda elektromagnetnih valov, ki jih je sprejela antena sprejemnika in jih je aparat »razvil« (ekspliciral) v nam opazljive podobe (Bohm, 1980: 188). Na ravni implikatnega reda ni razlike med telesom in duhom (zavestjo, umom), ta razlika se pojavi šele na ravni eksplikatnega reda.

Kadar se ukvarjamo s kvantno mehaniko, prevladuje implikatni red, kadar se ukvarjamo s klasično mehaniko, pa eksplikatni red. Po Bohmu pravzaprav *zavest nekako sovpade z implikatnim redom*, oz. zavest posameznika nekako sovpade z implikatnim redom, ki je v ozadju njegovih možganov. V implikatnem redu imamo ti. *dejavno in-formacijo*, namreč tisto, ki »oblikuje« pojave. Bohm se tu nanaša na dejstvo, da kvantni potencial »deluje« predvsem kot kreator oblik gibanja in materialnih struktur, pa tudi sam potencial je »obličen«, a to obličnost moramo razumeti matematično, namreč kot tisti element valovne funkcije, ki je odgovoren za »obliko« valovanja (tj. za ti. fazo valovanja). Bohm govori o »hologibanju«, tj. celostnih spremembah kvantnega potenciala, ki jih opisuje valovna funkcija.

In-formacija, ki je skrita v implikatnem redu, je po Bohmu tudi bistvo zavesti. Na bazični ravni fizične stvarnosti, tj. v implikatnem redu, mentalni in snovni procesi sovpadajo med seboj. Različne fizikalne ener-

gije, npr. svetloba, zvok itd., stalno eksplicirajo informacijo, ki je prisotna v implikatnem redu, a vsaka informacija v bistvu zajema ves implikatni red, oz. vse vesolje, le da ljudje v svoji omejeni zavesti tega ne znamo in ne moremo dojeti. To pa zato, ker se informacija »prevaja« skozi naša čutila, živčni sistem in možgane.

Snov našega telesa pa podobno, na svoj način razvija vesoljno informacijo. Tako tista informacija, ki jo pridobimo skozi čutila in možgane kot ona, ki jo nosi v sebi snov našega telesa, »vstopa« v zavest. Bohm se tu opira na hologramsko teorijo možganov, kot jo razvija Karl Pribram. Po Pribramu je spomin razpršen po vseh možganih, tako da informacija o določenem objektu ni skrita v kaki celici možganov ali v kakem predelu možganov. Hramba spominov je po svoji funkciji podobna hologramu. Kadar poslušamo glasbo, zaznavamo implikatni red, ki je zavit v zaporedju zvočnih valov. Vendar je tudi naše zavedanje glasbe (večinoma) implikatno, docela eksplikatni so le fizikalne lastnosti zvočnih valov. Ko zaslišimo kak zvok, ki sodi v neko glasbo, v naši zavesti odzvanjajo še drugi zvoki, ki smo jih slišali malo prej. To odzvanjanje nedavne minulosti prav tako spominja na hologibanje implikatnega reda (Bohm, Hiley, 1993: 382). Bohmovo teorijo pri nas dalje razvija Mitja Peruš v svoji teoriji (sub)kvantnih nevralnih mrež, kjer s pridom uporablja matematične podobnosti med delovanjem nevralnih mrež, hologramov in kvantno fiziko (Peruš, 2000). Bohmovo teorijo je pri nas filozofsko tematiziral tudi Marko Uršič v svoji knjigi *Daljna bližina neba* (2010). Poudarja sorodnost med Bohmovim pojmovanjem implikatnega in eksplikatnega reda s pojmovanjem »zavitja« (*implicatio*) in »razvitja« (*explicatio*) Boga pri Nikolaju Kuzanskem. Uršič ima kritičen pomislek do Bohmove (sicer ne docela razvite) teze o skupnem izvoru zavesti in kvantne resničnosti v implikatnem redu: »Le zakaj bi iskali *realnost zavesti* nekje globoko v implikatnem redu, kjer naj bi se skrivala 'pod' vsem tistim že tako neznansko oddaljenim mikrosvetom kvantov, ko pa je njena realnost povsem očitna *že tu*, v makrosvetu, v tistem kljub vsemu dvomu nepreklicnem *cogito ergo sum*?« (Uršič, 2010: 359). Uršič odgovarja na to vprašanje z domnevo, »da je treba iskati vesoljnega duha v najmanjšem, da bi ga uzrli v največjem – in da bi se nazadnje iz najmanjšega in največjega vrnili k *sebi*« (prav tam). Prav v tem je po moje velik problem, kajti ni jasno, *s kakšnim duhom* lahko »počnemo« to raziskavo najmanjšega. Ali

kvantna (ali pa katerakoli) fizika za to zadostuje, ali pa je zgolj prikladna matematično-fizikalna metafora za opredelitev »mesta« zavesti v svetu, ne pa dejanska teorija zavesti? Ali ni potreben neki radikalno *drugačen duh*, ki bi lahko zedinil »pogled« v najmanjše s »pogledom« v največje?

Čeprav Bohm v svoji teoriji ne razdvaja kvantnomehanskih procesov na predmeritveno fazo, ki jo predstavlja superpozicija stanj in meritveno fazo, ki zajema spremembo superpozicije stanj v statistično distribucijo možnih izidov ter nato dejansko opažanje enega od možnih izidov, saj ves proces vseskozi poteka le na ravni superpozicije stanj in je vtis o statistični distribucije je le rezultat našega (načelnega) neznanja o delovanju kvantnega potenciala oz. implikatnega reda na gibanje merjenega objekta, pa tudi on obravnava zavest precej abstraktno splošno, namreč kot še nepojasnjenega »akterja«, ki s svojo dejavnostjo (in v transčasnem soglasju z delovanjem drugih zavesti) na ravni implikatnega soustvarja vtis eksplikatnega reda (npr. čutne zaznave predmetnega sveta v prostoru-času). Kaj več niti ne more povedati. A tudi tu imamo podoben problem kot prej, namreč nejasnost glede vloge ali deleža »duha« in doživljajske zavesti. Sporna točka je Bohmov pojem dejavne informacije, ki se zdi, da v sebi nejasno združuje tako element objektivnega duha (znanje, informacije) kot tudi doživljanja (prehod iz implikatnega v eksplikatni red v dejih zavesti).

Mnogoterost svetov in mnogoterost umov

Še precej bolj radikalno in nenavadno alternativo kopenhagenske interpretacije predstavljajo tiste, ki jih pogosto pavšalno imenujejo »teorija mnogih svetov«. Njen poglavitni avtor je Hugh Everett, čeprav se tudi on naslanja ne nekatere predhodnike, npr. na Johna Wheelerja in njegovo zamisel o tem, da naj vse fizikalne pojave v naravi, vključno z merjenjem kvantnih stanj pojasni en sam fizikalni zakon, tj. Schrödingerjeva valovna enačba (ali njena matrična ekvivalenca v Heisenbergovi teoriji). Po Everettu valovna enačba nujno zajema tudi opazovalca (eksperimentatorja) in njegovo zavest. Nikjer ni nobenega preloma, redukcije ali kolapsa valovne funkcije, temveč le zvezen in determinističen razvoj, kot ga podaja valovna funkcija. V bistvu obstaja ena sama, to je svetovna valovna funkcija. To, s čemer računajo fiziki, so le njeni delni

vidiki in približki (gl. poglavje o teoriji mnogih svetov v Jammer, 1974). Po Everettovi teoriji vsakemu možnemu stanju opazovanega objekta, ki je zajet v superpozicijo možnih stanj, ustreza v neko »relativno stanje« opazovalčevega uma (zavesti), ki je s stanjem objekta neločljivo povezano (obe stanji sta medsebojno kvantno prepleteni). Pri tem se prvotno enotna valovna funkcija, ki opisuje stanje opazovalca, nekako razcepi v različne možnosti opaženih izidov. Vsaka od teh možnosti predstavlja neko stanje zavesti v opazovalčevem umu, ki ustreza temu, da je opazovalec opazil določen izid. Vsako novo opazovanje spremeni tudi stanje opazovalca, tako da se rezultati opazovanja ohranijo v njegovem spominu. Točneje rečeno, dobimo precejšno množico vzporednih spominskih tokov, ki ustrezajo vsem možnim različnim rezultatom merjenja/opazovanja.

Tako ni nobenega kolapsa valovne funkcije opaženega objekta, kajti vsaki možnosti opazovanja ustreza nek »opazovalec«, bolje rečeno nek rez skozi mnogoterost opazovalcev, ki je *za tega opazovalca realen.* Rezultat poskusa, ki ga npr. sedaj opravljam in zaznam, je zame nedvomno realen, a prav tako realni so drugi možni rezultati, pač za druge, njim »ustrezne« opazovalce. Nekateri interpreti Everettove teorije (npr. Bruyce DeWitt, David Deutch) so verjeli, da je Everett menil, da se v vsakem opazovanju kvantnih sistemov celotni svet in ne le opazovalčev um nekako razcepi na množico različnih vzporednih svetov, ki tvorijo neke vrste kvantni multiverzum. Vendar tega na podlagi Everettovih (sicer dokaj težko umljivih) tekstov ne moremo reči (Chalmers, 1996: 347).

Ne glede na nenavadnost Everettove teorije, pa je našla vnete zagovornike pri mnogih resnih zagovornikih kvantne teorije zavesti, npr. pri Davidu Chalmersu (1986), Michaelu Lockwoodu (1989) ter Davidu Albertu in Barryju Loewerju (1988). Slednja sta podala celo dve različni, po njunem mnenju možni razlagi Everettove teorije. Po prvi zadošča le en opazovalčev um in en svet, vendar pa ima ta opazovalec nekako prirojeno težnjo, da vidi in interpretira svet zgolj v eni luči, tako da dejansko opazi le enega od sicer možnih rezultatov merjenja, druge pa ni zazna, čeprav so možna. Po drugi teoriji je vsak zavestni opazovalec povezan s kontinuum mnogo umi, vsak od njih pa se razvija tako, kot je bilo popisano prej v teoriji enega uma. Vsak od teh opazovalčevih umov se razvija neodvisno od drugih (svojih) umov, vendar tako, da se medsebojno

ujemajo prepričanja opazovalca o njegovih preteklih mentalnih stanjih in njegove aktualne zaznave. Kadarkoli se zgodi npr. kako merjenje stanj kvantnih objektov, se bodo nekateri izmed možnih opazovalčevih umov povezali s tistimi možnostmi oz. vejami valovne funkcije, ki opišejo nek definitivni rezultat opazovanja.

Avtorja domnevata, da fizikalno stanje, v katerem se nahaja sistem opazovalec + opazovani kvantni objekt implicira (vendar ne določa natanko), kakšno mentalno stanje (tj. kaj bo opazovalec »videl« in kaj bo »verjel«) bo pri opazovalcu, in tudi obratno ne velja. Lahko rečemo le to, da je opazovalčevo fizično stanje superpozicija mnogih možnih mentalnih stanj, vsakemu od njih pa ustrezajo različna opazovalčeva prepričanja o tem, kaj opazi. Vendar je aktualno mentalno stanje opazovalca vedno le eno od možnih (gl. Barrett, 1999: 186–7).

Nekoliko različno, pa vendar podobno teorijo več umov je podal Michael Lockwood. Tudi on sprejema zamisel o neskončni množici umov v vsakem opazovalcu kvantnih objektov, oz. kot on pravi, »različnih zornih kotov« na fizično stvarnost, od katerih nekateri opažajo določene rezultate, drugi pa drugačne rezultate (razmerje med njimi je usklajeno s statističnimi napovedmi kvantne mehanike). Vsak od teh umov pa sam za sebe opaža čisto določene rezultate, torej nikakršne superpozicije raznih stanj, nikakršne interference med njimi. Vendar pa ne sprejema domneve o »transcendentalni identiteti umov«, ki naj bi jo po njegovem mnenju sprejemala Albert in Loever in predstavlja nadčasovno identiteto uma pri določenem opazovalcu. Strogo vzeto po Lockwoodu ne morem govoriti npr. o »mojem umu«, o stanju »tega« uma, o »njegovem« razvoju ipd., temveč le o doživljanju *nekega* uma v določenem času. Namesto, da govorimo o enem samem »toku zavesti«, kot govorimo v običajnem svetu, moramo s stališča Lockwoodove teorije govoriti o neskončni množici vzporedno potekajočih »tokov« zavesti. Namesto o »razvejanju« v vedno nove tokove je bolje govoriti o »diferenciaciji« tokov zavesti v času (Lockwood, 1989: 232). Ti tokovi so pravzaprav le abstrakcije iz kvantnomehanske evolucije kozmosa kot celote (tj. abstrakcija od ene same globalne valovne funkcije kozmosa). Občutki so notranje lastnosti fizičnih stanj možganov in ne le duševni korelati teh stanj. Vsaka koherentna kombinacija občutkov predstavlja kak možni um, opazovalec oz. njegova zavest pa izbira občutke (kvalije), ki jih ima

za medsebojno koherentne in ume, vendar pa ne ustvarja občutkov in umov.

Domnevo, da se z vsakim rezultatom opazovanja, eksperimenta oz. merjenja kvantnih objektov razcepi um ali svet (ali oboje) na množico vzporednih umov ali svetov imamo lahko za nenavadno ali vsaj miselno izjemno »neekonomično« (pač glede na Ockhamovo zahtevo o tem, da ne smemo pomnoževati bitnosti brez nujne potrebe), vendar je po svoje komplementarna podobno nenavadni tezi nekaterih »kopenhagenčanov«, da v vsakem opazovanju, eksperimentu ali merjenju kvantnih objektov zavest opazovalca »izbere« enega od možnih rezultatov kot dejanskega. Bohmova ideja, da različne možnosti poteka dogajanja, ki so zajete v valovni funkciji, obstajajo kot momenti kvantnega potenciala oz. implikatnega reda stvarnosti, ne pa aktualno v svetu ali kot delni svetovi, je s tega vidika nekakšna zlata sredina med obema ekstremoma: »subjektivizmom« nekaterih predstavnikov kopenhagenske interpretacije (zlasti pri v. Neumannu in Wignerju) in »objektivizmom« teorij mnogih svetov. Pomembna pomanjkljivost teorij več svetov (ali več umov) je, da ne dajejo razlage za dejstvo, da se opazovalec čuti umeščenega v določeno »vejo« debla sveta, ki se nenehno cepi na nove veje, vendar pa je povsem nejasno kako nek um »izbere« prav določeno »vejo«, v kateri se čuti doma.

Teorije več umov tudi ne upoštevajo, da nabor možnih stanj, ki jih zajema kvantna funkcija, ki izraža naravo določenega kvantnega sistema, ni dan *a priori* ali kot neko objektivno dejstvo narave, temveč je odvisen od vprašanj, ki jih zastavljamo naravi, tj. od naše opredelitve eksperimenta, opazovanja ali meritve, ne pa od tega, kateri od možnih umov je v določenem trenutku nas »dejaven«. Potrebujemo določeno znanje, toda znanje sega *preko individualnega uma*, točneje, zadeva vse možne ume, ki se lahko ukvarjajo z navedeno opredelitvijo. Popolnoma nejasno ostaja, kako tovrstno znanje obstaja v več umih, kako nastaja in se dalje razvija.

Nekoliko drugačni problemi glede ontološkega statusa zavesti obstajajo v nekaterih drugih odmevnih teorijah o kvantni naravi zavesti. Tu mislim predvsem na tiste teorije, ki se naslanjajo na domneve, da so možgani vzrok, izvor, podlaga ali materialna podstat zavesti. Ker je teh teorij veliko, bom na kratko navedel le tri: Beckovo in Ecclesovo teori-

jo sinaptičnih povezav, Penrose-Hameroffovo teorijo objektivne ali orkestrirane redukcije (*OR*-teorija) ter kvantno teorijo polja možganskih stanj (Umezawa, Vitiello idr).

Zavest kot posledica, kot učinek kvantnomehanskih stanj in procesov v možganih

a. Beck-Ecclesov model

Ena od prvih teorij te vrste je *Beck-Ecclesova teorija sinaptičnih rež*. Friedrich Beck in John Eccles, dva vodilna nevroznanstvenika novejšega časa, sta l. 1992 predstavila teorijo, po kateri povezovanje nevronov v možganih bistveno sloni na kvantnomehanskih zakonitostih. Zato naj bi bila tudi človeška zavest bistveno odvisna od kvantnomehanskih procesov v možganih. Izhajala sta iz znanega dejstva, da tok informacij med nevroni v možganih poteka po kemični ali električni poti skoz ti. *sinapse*, tj. stike med dvema nevronoma, točneje med koncem živčnega končiča (*aksona*) enega nevrona ter izrastki drugega nevrona (*dendriti*). Beck in Eccles sta ob tem domnevala obstoj posebnega kvantnega kolektivnega stanja elektronov v biomolekulah, ki se vedejo kot neke vrste mikrodelec (psevdodelec). Ta psevdodelec ob pomoči znanega kvantnega pojava, tunelskega učinka, premaguje klasično gledano nepremostljive ovire (npr. pregloboko »jamo« v električnem potencialu). Tako se vzpostavi transfer ionov in elektronov med biomolekulami v sosednih nevronih. Beckove in Ecclessove teoretične napovedi se dobro ujemajo z empiričnimi ugotovitvami o kemičnem poteku prenosa informacij. Ob tem sta avtorja navedla tudi nekaj manj preverljivih spekulativnih zamisli, npr. da zavestna volja (volicija) vpliva na nevralne procese s tem, da povečuje verjetnost za prenos informacij. Volicija namreč kolapsira kvantno superpozicijo, ki obstaja v biomolekulah medsebojno povezanih nevronov. To pojmovanje predpostavlja nek dualizem med duhom in telesom. Eccles je (skupaj s K. Popperjem) znan zagovornik dualizma. Eccles je v svojih drugih spisih domneval, da so vsi duševni dogodki in doživljaji sestavi elementarnih duševnih dogodkov in doživljajev z različno stopnjo intenzivnosti doživljanja. Tem elementarnim doživljajem je Eccles dal ime »*psihoni*«. Psihoni se na nek enoličen način zvezani s snopi dendritov v

nevronih. V dendritih naj bi se vsak hip povezovala velika množica psihonov, povezanih z milijoni dendritov. Po Ecclesu medsebojna povezava psihonov daje nek določen doživljaj na ravni enotne zavesti posameznika, njihova povezava »navzdol« z dendriti, pa omogoča interakcijo med duhom in telesom (Eccles, 1994).

Ecclesova teorija psihonov skuša precej enostavno premostiti prepad med objektivnim (fizikalno-kemijskim) dogajanjem v nevronih in med njimi in zavestnim doživljanjem, saj je Eccles enostavno predpostavil, da so psihoni obenem neke enostavne zveze med nevroni, ki se kratek čas ohranijo v možganih in elementarni zavestni doživljaji, vendar osnovni problem, namreč kako se v dejavnosti psihonov zgodi preskok iz povsem objektivne dinamike in strukture v možganih v vsaj elementarno doživljanje, ki je vedno subjektivno, natančneje vzeto, živi v določeni *doživljajski perspektivi*. Povsem objektivna, tj. fizikalno-kemijska dinamika in struktura je preprosto neka okoliščina brez kakršnekoli perspektive, brez »pogleda«, »stališča« ipd., a zavestno doživljanje je neizogibno perspektivično. Eccles morda domneva, da volja, kot duhovni element zavesti, vzpostavi to povezavo in to skozi njeno delovanje na sinaptične vezi med nevroni in tako vzpostavlja nevralne strukture psihonov, interakcija med tako vzpostavljenimi nevroni in voljo pa vzbudi vtis perspektivičnosti doživljanja, kvalitativne čutne občutke (t. i. *kvalije*) ipd. Vendar pa tudi volja ni mogoča brez določene perspektive, namreč perspektive akterja, tako da bi se ta rešitev konec koncev zvedla na povsem dualistično tezo, da je doživljajska perspektiva nekakšna projekcija perspektive akterja v možgansko nevralno mrežo. Toda to le odlaga vprašanje, kako razložiti sam fenomen perspektivičnosti, bodisi doživljajske bodisi voljne. Podobne očitke lahko naslovimo tudi na drugi dve teoriji o zavesti kot učinkih kvantnomehanskih stanj in procesov v možganih.

b. Penrosov model

Znameniti fizik Roger Penrose, sodelavec Stephena Hawkinga, je razvil teorijo zavesti, ki združuje kvantno fiziko, teorijo relativnosti, teorijo komputacije, nevrofiziologijo in mikrobiologijo. Kasneje se mu je pridružil tudi skupaj z nevrofiziolog Stewart Hameroff, ki je poglobil in preciziral Penrosove nevroznanstvene domneve (Penrose, 1989, 1994,

Hameroff, Penrose, 1996). Omejujem se le na skrčen in shematski pregled te teorije. Penrose izhaja iz domneve, da stvarnost sloni na treh »svetovih«: svet platonskih matematičnih bitnosti, fizični svet in svet duševnosti. Ti svetovi so ločeni med seboj, vendar pa intereagirajo v človeku, oz. v človekovi zavesti in možganih in to skozi kolaps valovne funkcije v možganih, ki naj bi se zgodil v posebnih mikrostrukturah nevronskih celic, imenovanih mikrotubuli. Po Penrosu elementarni deji zavesti niso izračunljivi, tj. ne dajo se prikazati kot učinki še tako zapletenih algoritmov, temveč jih povzroča težnost, točneje še ne docela pojasnjena kvantna narava težnosti v mikrotubulih. Mikrovpliv težnosti v mikrotubulih povzroči ti. orkestrirano (tj. dobro usklajeno) redukcijo (kolaps) valovne funkcije kvantnih stanj molekul, ki tvorijo mikrotubule, ta redukcija pa je neposredni vzrok zavestnih doživljajev. Zaporedje teh redukcij povzroča v možganih subjektiven vtis o toku doživljajev. Med mikrotubuli v celici in v več celicah se lahko vzpostavi kvantna koherenca med kvantnimi stanji molekul tubulina, ki lahko traja dlje časa, nekako 25 milisekund (to je za okolje človekovih možganov, kjer kaotični toplotni učinki sproti razbijajo poskuse kvantne koherence, že cela »večnost«).

Precej ostre kritike na račun te teorije so izhajale iz dokazovanja nemožnosti kakršnekoli »dolgotrajne« kvantne koherence v možganih pri sobni temperaturi, vendar novejše podrobnejše študije kažejo, da je v notranjosti mikrotubulov, ki je dobro toplotno in električno izolirana od celičnega okolja, možna dalj časa trajajoča koherenca (gl. Atmanspacher, 2011). Morda še več kritike je bilo deležno Penrosovo dokazovanje o neizračunljivosti dejev zavesti, posebno matematičnih spoznanj, ki izhaja iz njegovega za mnoge spornega tolmačenja Gödlovih dokazov o nepopolnosti aritmetike. Zato ima Penrose-Hameroffova teorija značaj izzivalne, zanimive, vendar sporne spekulacije.

Tudi Penrose ne da razlage za nastanek doživljajske perspektive zavesti, zdi se, da se niti ne zaveda teže tega problema za vsako teorijo o genezi ali oblikovanju zavesti v možganih. Poleg tega si Penrose precej enostavno predstavlja povezavo med domeno objektivnega duha in individualno zavestjo, namreč kot sestavino triadične interakcije med tremi »svetovi«: platonskim, duševnim (mentalnim) in fizičnim. Njegova teorija zavesti se nanaša v glavnem na interakcijo med duševnim in fizičnim svetom, vendar vsaj tedaj, ko razpravlja o odkrivanju matematičnih re-

snic, tj. o interakciji platonskega in duševnega sveta, govori tudi o interakciji platonskega in duševnega sveta. Najmanj pa govori o interakciji platonskega in fizičnega sveta. Penrose predpostavlja, da je platonski svet čiste matematike, fizični svet pa je opisljiv v matematičnem jeziku, oz. da mali del platonskega sveta zajema fizični svet (Penrose, 1997: 96–7). Dalje Penrose predpostavlja, da vsaj del matematičnih spoznanj vsebuje neko dojemanje matematičnih predmenosti, ki je načelno neizračunljivo, prav tako naj bi bilo načelno neizračunljiv kolaps valovne funkcije, v posebnem tisti kolaps, ki se dogaja v mikrotubulih v človeških možganih in privede de zavestnega doživljaja. Vendar, kakšen dogodek je npr. kako neizračunljivo matematično dojetje. Ali je to le poseben, morda bolj kompleksen primer neizračunljivega kolapsa valovne funkcije v možganih, ali pa poteka morda kje drugje? Če velja prvo, potem se vsaj določeni primeri interakcije med platonskim in duševnim svetom prevedejo na interakcije med duševnim in fizičnim svetom, če drugo, kako se lahko *zavedamo* matematičnega dojetja? Ta vprašanja ostajajo brez odgovora.

c. Umezavov oz. Vitiellov model

Tretjo pomembna smer teoretiziranja o zavesti kot učinku kvantnih stanj v možganih, predstavljajo teorije *možganskih polj, zgrajene po modelu kvantne teorije polja*, ki je nekakšna relativistična nadgradnja kvantne teorije. Po teh teorijah možganska stanja predstavljajo urejene povezave velikega števila mikrodelcev (tako realnih delcev kot ti. virtualnih delcev, kot jih pozna kvantna teorija polja). Hiroomi Umezawa je l. 1967 skupaj s svojim sodelavcem Luigiem Ricciardiem predstavil bozonsko teorijo možganskih stanj, ki naj bi bila odgovorna za pojav zavestnega doživljanja. Dinamično urejena bozonska stanja (tj. stanja fotonov ali mezonov, ki so prisotni v atomih v možganih) naj bi bila osnova koherentne dejavnosti nevronov v raznih skupkih nevronov. Aktiviranje večjih združb nevronov v možganih je nujno potrebno za pojav zavestno prepoznavanje vsebine, ki je kodirana v določenem možganskem stanju. Takšno aktiviranje sprožajo zunanji dražljaji. Če združba nevronov ni aktivirana, potem ostaja vsebina stanja nezavedna in nedostopna spominu. Po Umezawi imamo lahko koherentne združbe nevronov kot vakuumska stanja. Aktiviranje nevronov v teh stanjih vodi h kratkotrajnim vzbuje-

nim stanjem, ki omogoča zavestno pomnjenje vsebine, ki je zakodirana v vakuumskem (osnovnem) stanju.

Guiseppe Vitiello je dopolnil Umezawino teorijo s tem, da je upošteval tudi disipacijo (razdvajanje) povezav med nevroni pod termičnim vplivom okolja. Vitiello je opisal, kako interakcija sistema z okoljem privede k podvajanju skupinskih oblik na tiste, ki obstajajo v sistemu samem in one, ki nastanejo v okolju (Vitiello, 1995). To vodi k neskončno mnogo stanj vakuuma, ki so različno kodirana v spominu. Ta stanja ponujajo možnost, da v možganih sočasno obstaja mnogo različnih spominskih vsebin, ne da bi prišlo do njihovega prekrivanja. Disipacija vodi k končnemu trajanju vakuumskih stanj. Ta stanja predstavljajo časovno omejeno trajanje spominov. Disipacija poraja v sistemu tudi enolično smer toka časa, interakcija sistema z okoljem naj bi vodila v kvantno prepletenost.

Harald Atmanspacher v svojem pregledu kvantnih teorij zavesti ugotavlja, da teorije kvantnega polja možganskih stanj praviloma izenačujejo ali ne ločujejo mentalnih in možganskih (nevralnih) stanj, kar občasno vodi k nejasnim opredelitvam in prehitrim sklepom glede zavesti. Moramo pa vedeti, da možganskih kvantnih stanj ne smemo izenačevati s kakimi »klasičnimi« stanji ali polji, npr. z električnimi ali magnetnimi polji v možganih, s koncentracijami *nevrotransmiterjev*, z nevroni, *glia celicami* ipd. Pač pa gre za domnevo, da klasična možganska stanja izraščajo iz kvantnih, podobno kot klasični termodinamski opisi delovanja sistemov izhajajo iz kvantnomehanske statistične podobe. Seveda lahko domnevamo, da bomo morda lahko določili območja relativno stabilnega vedenja (npr. faze in atraktorje v dinamičnih sistemih) in prehode med njimi. Potemtakem je glavna vloga tega teoretskega modela v določitvi tistih formalnih sestavin, ki omogočajo izpeljavo standardne možganske dejavnosti.

Vendar tudi v tem pristopu, podobno kot pri prejšnjih dveh, obstaja odprto vprašanje, kako to, da »kvantnopoljska« možganska stanja oz. njihova medsebojna prepletenost vzbudijo doživljajsko perspektivo, tj. doživljanje realnosti z individualno specifične perspektive in kako se ohranja istovetnost te perspektive (pri istem človeku) skozi daljši čas. Mislim, da kvantna koherenca in kvantna prepletenost ne zadoščata za to. Vitiellova zamisel o sočasnem obstoju mnogih spominskih vtisov,

ki trajajo določen čas, potem pa oslabijo, ne zadošča, kajti istovetnost doživljajske perspektive je bolj stabilna kot vsi naši spominski vtisi posameznika in kot vse njegove predstave o samem sebi. Spominski vtisi vstopajo v doživljajsko perspektivo, ne pa, da ona izhaja iz njih.

Dualni kvantnomehanski modeli zavesti in delne podobnosti med zavestjo in kvantno mehanskimi pojavi

Zgodba o kvantnomehanskih modelih zavesti nikakor ni končana. Atmanspacher in drugi avtorji pregledov teh modelov navajajo vsaj še dve struji tovrstnega modeliranja. Prva smer je *»dualna«, tj. pojmovanje, da zavest in snov izhajata iz skupnih tal*, tako da ne moremo zvesti niti zavesti na snov niti obratno, snov na zavest. Konkretno to pomeni, da kvantna mehanika kot temeljna teorija snovnega dogajanja in zavest kot vrhunec duševnega dogajanja temeljita na nekem skupnem temelju oz. izvoru. Pravzaprav je že Bohmova teorija implikatnega reda primerek takšne teorije. Poleg nje najdemo v literaturi še mnoge druge, npr. Paulijevo in Jungovo razmišljanje o skupnih koreninah kvantne fizike in kolektivnega nezavednega ter Primasovo in Atmanspacherjevo reformulacijo Paulijeve teorije, pa tudi »panpsihistične« teorije, ki se navezujejo na Whiteheadovo ontologijo »dogodkov« (occurrences), ki vsebujejo tako materialni kot mentalni pol. Pri tem moramo »mentalnost« seveda razumeti širše kot »zavest«. Ne bom se spuščal v prikaz teh teorij, ker bi to preseglo meje tega sestavka, potreboval bi tudi nek uvod v Whiteheadovo ontologijo, kar prav tako prebija meje tega sestavka.

V zadnjih letih se je razvila še ena vrsta kvantnomehanskega teoretiziranja o fenomenih zavesti: *raziskovanje posebnih fenomenov zavesti ob pomoči kvantnomehanskih modelov*. Tu ne gre za redukcijo zavesti na kak vidik kvantno mehanske stvarnosti niti za kvantnomehanski model možganskih stanj in procesov, temveč za izdelavo posebnih razlagovalnih modelov, ki sledijo nekaterim formalnim potezam standardne kvantne mehanike, npr. opisom kvantnih stanj s pomočjo posebnega Hilbertovega vektorskega prostora, verjetnostni funkciji, kvantni prepletenosti pojavov ipd. Ni nujno, da ti modeli povsem posnemajo standardno kvantno mehaniko, lahko se omejijo le na nekatere pomembne podobnosti obravnavanih pojavov s kvantno mehaniko. Atmanspacher navaja

pet psiholoških fenomenov, ki kažejo nekatere podobnosti s pojavi kvantne mehanike: negotovo odločanje, delovanje semantičnih mrež, dvojno stabilna zaznava (npr. opazovanje istega lika na dva različna načina, med katerima ni zveznega prehoda), učenje in psihološki učinki zaporedja vprašanj v raznih testih. Natančna statistična analiza teh pojavov pokaže določene podobnosti s pojavi kvantne prepletenosti ter kršenje zakonov klasične statistike (npr. kršitev ti. Bellovih neenačb, kar indicira neke vrste alokalnost in holistično naravo pojavov. Te pojave lahko preučujemo z računskimi postopki, podobni kvantnomehanskim in na tej podlagi lahko napovemo nove zanimive pojave. Zato ta smer raziskovanja pomeni tudi empirično, ne le teoretično delo in obeta, da preraste v posebno znanstveno skupnost.

Zavest kot polje potencialnosti

Temu modelu raziskovanja in konceptualiziranja bi se tudi sam rad pridružil, ker se mi zdi najplodnejši od vseh omenjenih. Rad bi zaključil s svojo domnevo o nekaterih strukturnih podobnostih med doživljajsko zavestjo in kvantnofizikalnimi pojavi, ki pa ne dopuščajo zvajanja zavesti na kvantno mehanska stanja in procese ali razlage zavesti s kvantno fiziko.

Postavil bi naslednje tri temeljne domneve o zavesti kot *polju potencialnosti in aktualiziranju te potencialnosti*:

*PC*1: Stanje zavesti človeškega subjekta v določenem času predstavlja polje teženj (propenzij) za to, da se občutja subjekta, ki jih ima v določenem času, uvrstijo v njegovo aktualno sedanjost in pridobijo nek svoj doživljajski pomen.

*PC*2: Vsak čas subjektovega budnega življenja obstaja neka celota teženj za aktualiziranje potenciala za pridobivanje novih doživljajev in izkustev (za uvrščanje občutij subjekta v njegovo aktualno sedanjost in za osmišljanje občutij).

*PC*3: Pozornost subjekta na svoja občutja aktualizira ta potencial. Stabilna in konstantna pozornost na določeno polje izkustva vodi k stalnim »skokom« doživljajske zavesti iz sfere potencialnosti v aktualno izkustveno doživljanje.

Moram poudariti, da razlikujem pozornost na sploh ter jo ločim od njenih podvrst: dejavne in pasivne pozornosti. Pozornost na sploh je

zame le subjektovo zavedanje občutij kot smiselnih delov njegove aktualne oz. utelešene sedanjosti. Dejavna pozornost je pozornost, ki se veže na kak cilj, namero, posebni obseg ali smer pozornosti. Tedaj dejavno »iščemo« določeno vrsto doživetij in se zavedamo njihove prisotnosti v našem trenutnem »tu in sedaj«. Pasivna pozornost je tedaj, kadar smo nekako »zadeti« od prihajajočih doživljajev in občutij, včasih kar težko verjamemo, da so to smiselni doživljaji. Ne vemo namreč dobro, kako jih naj povežemo z drugimi, bolj običajnimi občutji in doživetji v našo aktualno sedanjost. Posebna oblika pasivne pozornosti je npr. tedaj, ko zgolj opazujemo, kar se z nami dogaja, kakšne občutke ali misli imamo ob tem in nič ne posegamo v ta tok občutij. Lahko razvijemo »čisto zrenjsko pozornost« (npr. v kaki meditativni praksi, posebno v budizmu ali fenomenološki praksi prvoosebnega raziskovanja lastnega doživljanja). Realne oblike pozornosti so običajno mešanica dejavne in pasivne pozornosti z različnimi deleži in modifikacijami le teh.

Izhajajoč iz teh treh domnev, ki se vsaj meni zdijo deskriptivno smiselne, lahko postavimo nekaj podobnosti s klasičnim opisom kvantnih stanj. Navedel bom le nekaj najpomembnejših ali najbolj opaznih:

1. Kak kvantni sistem lahko merimo tako, da izmerimo nekatere njegove fizikalne kvantitete. Možne rezultate meritev običajno predstavimo s kompleksnim vektorskim prostorom (t. i. Hilbertovim prostorom) potencialnih in aktualnih stanj sistema. Celota vseh potencialnih stanj predstavlja *polje potencialnosti* za dani sistem (recimo mu »kvantno polje sistema«.

1'. Doživljajska zavest subjekta, ki je pozoren (v širšem smislu) na določeno polje pojavov, lahko opišemo kot celoto potencialnih in aktualnih doživljajev/izkustev. Celota potencialnih doživljajev predstavlja polje potencialnosti (recimo mu »polje zavesti« subjekta«).

2. Vsako potencialno stanje (kvantnega sistema) lahko formalno predstavimo kot nek vektor ψ v večdimenzionalnem in kompleksnem Hilbertovem prostoru. Ta predstavlja celoto teženj za pridobivanje določenega rezultata merjenja v določenem času.

2'. Vsak potencialni doživljaj (zavestnega človeka) χ predstavlja celoto teženj za uvrščanje tega doživetja v aktualno sedanjost subjekta v določenem času in za njegovo izkustveno osmišljanje.

3. Celoto teženj ψ opišemo kot neke vrste vsoto (superpozicijo) vseh možnih poti za aktualizacijo ustreznega stanja (oz. za pridobitev kakega rezultata merjenja) (natančno matematično predstavitev tega opisa tu opuščam). Kadar kvantni objekt opazujemo tako, da ne posegamo vanj, tedaj se superpozicija kaže kot interferenco različnih valov.
3'. Celota teženj χ za uvrščanje potencialnega doživetja v aktualno sedanjost subjekta lahko opišemo kot nekakšno vsoto (superpozicijo) vseh možnih poti za aktualizacijo tega doživetja v aktualni sedanjosti subjekta in njegovo izkustveno osmišljanje. Kadar subjekt ni pozoren na svoje doživljanje, se mu kaže kot mešanica nejasnih občutij.
4. Prehod od še neizmerjenega stanja ψ k enemu od možnih rezultatov merjenj je trenutni (ali vsaj zelo nagel) in slučajni skok, ki »kolapsira« superpozicijo vseh možnih stanj v eno od njih.
4'. Prehod od še ne dojetega potencialnega doživljanja v aktualno zavestno doživljanje subjekta pod vplivom subjektove pozornosti na določeno polje izkustva, je trenutni ali zelo nagel skok človeške zavesti od še nejasnih in pomešanih občutij v distinktivno in konkretno doživljanje.
5. Vedenje kompleksnega kvantnega sistema, ki sestoji iz več kvantnih subsistemov, je več kot le vsota vedenj teh podsistemov, temveč predstavlja specifično kvantno prepletenost (*quantum entaglement*) podsistemov, ki je izrecno holistične narave in dopušča trenutne ne-lokalne učinke, npr. trenutne in kontrastne spremembe stanj v podsistemih ne glede na razdaljo med njimi. Obstajajo posebne statistične lastnosti prepletenih sistemov, ki kažejo na ne-lokalne in trenutne povezave med njimi (npr. kršitev ti. Bellovih neenačb).
5'. Obstajajo nekateri pojavi človeške zavesti, ki se zdijo podobni pojavu kvantne prepletenosti, ki jih je navedel npr. Atmanspacher: negotovo odločanje, dvojno stabilna percepcija idr. Nekateri menijo, da je sposobnost sočasno in trenutno povezovanje različnih informacij, ki nastajajo v prostorsko različnih delih možganov, v enoto, podobno kvantni prepletenosti med različnimi stanji in dogodki v možganih (Mashour, 2004). Nekateri avtorji se sklicujejo na parapsihološke pojave (telepatija, telekineza) ali na jungovsko sinhroniciteto med dogodki (Pauli, Jung, 2001, Radin, 2006) kot znake kvantne prepletenosti

To so le nekatere izmed možnih podobnosti med doživljajsko zavestjo in kvantnimi sistemi. Nikakor ne moremo postaviti popolne sime-

trije teh podobnosti v vseh glavnih potezah kvantne mehanike, kar kaže, da lahko govorimo le o delni podobnosti med strukturo potencialnosti doživljajske zavesti in strukturo potencialnosti v kvantnomehanskih sistemih. To dejstvo po mojem mnenju že vnaprej izključuje vsako iskanje popolnih kvantnih modelov zavesti (kljub različnim poskusom njihovega oblikovanja, ki jih najdemo v literaturi). Po drugi strani pa so podane analogije vendarle toliko pomembne, da opravičujejo moje domneve *PC*1–3. Moja domneva skuša biti tudi neodvisna od posebnih interpretacij kvantne mehanike, zožuje se le na njihovo skupno formalno jedro. Na podlagi podanih analogij tudi ne morem skoraj ničesar reči o tem, kako se doživljajska zavest »implementira« v človeških možganih, npr. da gre za kako kvantno teorijo možganskih stanj, čeprav seveda tudi ne izključujem takšne povezave, a jo mora potrditi dodatno empirično raziskovanje v nevroznanosti in mikrobiologiji možganov.

Navedene analogije (še) ne dopuščajo kakih trdnih domnev o tem, da in kako nam lahko prav podobnost zavesti z značilnostmi kvantnih sistemov lahko pojasnijo nastanek doživljajske perspektive na podlagi fizičnih stanj in procesov v možganih, ki takšne perspektive ne vsebujejo ali jo implicirajo. Zdi se, da tu potrebujemo še en »ontološki« kvantni skok, namreč iz »brez-perspektivičnosti« v kakršnokoli »perspektivičnost«, a tedaj moramo predpostaviti, da je *možnost zavzemanja določene doživljajske perspektive* odprta za vse dovolj kompleksne sisteme, npr. za takšne sisteme, ki se odzivajo na procese v svoji okolici, razlikujejo med procesi, ki potekajo v sistemih in procesi zunaj njih in se odzivajo na potencialne, ne le na aktualne spremembe. V tem smislu govorim, da v nam dostopnem kozmosu obstaja »dimenzija doživljajske perspektivičnosti«, ki je zame enako realna kot prostorsko-časovne dimenzije. Vse te dimenzije nudijo možnost »uvrščanja« realnih bitnosti na določena »mesta« v kozmosu ter možnost kvantitativnih in kvalitativnih sprememb (fizično gibanje, spremembe v materialni strukturi in dinamiki sistemov, zavzemanje določene doživljajske perspektive). Vendar pa teoretska formulacija te moje domneve presega obseg in namen tega sestavka. O njej sem pisal v svoji knjigi *Circles of Analysis* (2008), obširnejši sestavek o tej temi pa pišem tudi za knjigo *Mind in Nature* (Markič, Ule, Uršič), ki izide naslednjo leto.

Strukturne podobnosti med doživljajsko zavestjo in kvantnomehanskim opisom fizikalnih sistemov še ne govorijo o tem, kakšna je »implementacija« navedenih podobnosti v fizični, tj. podcelični, celični ali nadcelični ravni možganskih procesov. Ta implementacija se lahko vrši na vseh teh ravneh, vendar pa se nam tedaj zastavlja vprašanje »Kako lahko človeški možgani povzročajo, podpirajo ali posnemajo poteze, podobne kvantnomehanskim?« Ne želim spekulirati o možnih izvorih kvantne ali »kvantnoličnе« koherence elektrokemijskih procesov v obsežnejših predelih možganov, da bi tako pridobili kvantnolične poteze enotnosti in povezanosti zavesti v enoto intencionalnosti ter v njeno »skoncentriranje« okrog osebnega jaza, vendar ne izključujem možnosti za kvantnolične koherence na različnih ravneh organizacije možganov.

Menim, da se implementacija kvantnoličnih vzorcev v procesih človeškega telesa in duha dogaja na različnih ravneh biološke in nevrofiziološke organizacije človeškega organizma, posebej na različnih ravneh organizacije človekovih možganov. Na vsaki višji ravni organizacije možganov, začenši z bazično (mikro in makrofizično) ravnjo delovanja možganov izgubimo nekatere kvantnolične poteze prejšnjih ravni in pridobimo nekatere nove in jasnejše izražene kvantnolične poteze. Doživljajska zavest je po mojem mnenju naravna posledica *vseh* in ne le *višjih* (npr. nevronskih ali sinaptičnih) ravni delovanja in organiziranja možganov. V tem smislu doživljajska zavest zame ni le emergentni pojav nevronske možganske mreže, temveč je emergentni pojav *vseh ravni* delovanja človekovega organskega življenja.

Gotovo, lahko obstajajo kake stroge povezave ali vsaj stroge korelacije med enostavnimi doživljaji in določenimi predeli in načini aktiviranja človeških možganov (o tem govorijo številne raziskave, za pregled gl. Mashour, 2004). V prej navedenih primerih emergence zavesti vidim pomemben primer pojavljanja kompleksih struktur in procesov, ki so »implicitno« prisotni že na bazični ravni fizične stvarnosti, vendar lahko postanejo eksplicitno prisotne na višjih ravneh fizične stvarnosti. Takšni *emergentni* sistemi, lastnosti in odnosi lahko izhajajo holističnih sprememb materialnih struktur in materialnih procesov, ne terja nujno kake podpore »od zgoraj«, tj. iz višjih ravni *noetične stvarnosti*. Vendar pa tudi ne izključujem tovrstnih podpor oz. vplivov.

Ni treba, da verjamemo v kako strogo identiteto duševnih procesov, procesov v možganih in kvantnimi procesi, kajti določene primere »makroskopske« realizacije kvantni, oz. kvantnoličnih procesov. Diederik Aerts je npr. predstavil povsem makroskopski »hidrodinamični« model gibanja vode v dveh medsebojno povezanih posodah, polnih vode, ki zanikuje ti. Bellove neenakosti (Aerts, 1985). To dejstvo kaže na določeno obliko nelokalne korespondence med makroskopskimi fizičnimi objekti. Domnevam, da so tudi v možganih podobno možne makrofizične implementacije kvantnoličnе koherence in kvantnoličnе prepletenosti, ne da bi to terjalo nujno navezavo na »pravo« kvantno ravnjo delovanja možganov.

Videli smo, da po »subjektivistični« interpretaciji kvantne mehanike kolaps valovne funkcije terja obstoj zavestnega opazovalca, ki določi *tako značaj merjenja, možne rezultate merjenja* (to formalno ustreza določitvi prednostne baze v Hilbertoven prostoru, tj. množice baznih vektorjev, od katerih vsak od njih predstavlja enega od lastnih vektorjev ustreznega »opazovalnega operatorja«) kot tudi s svojo pozornostjo na rezultate meritve »zlomi« valovno funkcijo. Po Stappu je opazovalčeva izbira vprašanj dogodek, ki je zunaj (dosedanje) formulacije kvantne mehanike (gl. Stapp, 2009: 212–17). Vendar je po kopenhagenski interpretaciji zunaj kvantne mehanike tudi morebitni učinek zavestne pozornosti na valovno funkcijo, natančneje, sprememba iz opazovalčevega »neznanja« glede stanja kvantnega sistema v njegovo »novo znanje« o njem. Neznanje je zajeto v valovni funkciji, znanje v rezultatih merjenja. Z eno besedo povedano, tako opazovalčeva zavest, ki prehaja iz znanja v neznanje kot samo zastavljanje vprašanj, sta po Stappu zunaj ortodoksne kvantne mehanike.

Če nekoliko parafraziram to stališče in ga metaforično prenesem na vlogo doživljajskega subjekta, lahko ugotovim, da tako *zavest osebe, ki doživlja prehod(e)* iz nepozornosti na svoje doživljaje v pozornost na svoje doživljaje kot tudi *njeno usmerjanje pozornosti* presegata območje in doseg kvantnoličnih potez doživljajske zavesti. Moja domneva je, da oboje terja posebno obliko zavzemanja doživljajske perspektive, namreč takšno, ki za vsak doživljajski subjekt vsebuje določeno *poznavanje njegove individualno specifične in »rodovne« doživljajske perspektive*, v primeru ljudi, poznavanje pomične točke svoje vsakokratne aktualne prezence

(lahko bi dejali, aktualne »tukajšnosti« in »zdajšnosti«) glede na osebno, družbeno in zgodovinsko opredeljivo časovno in prostorsko bližino/oddaljenost stvari in dogodkov, ki jih subjekt doživlja. To pa že ni več le stvar doživljanja oz. zavedanja doživljanja, temveč tudi stvar *dosegljivega znanja* subjekta o tem, *kako je z njim v svetu, ki si ga deli z drugimi ljudmi*. To znanje je prej subjektova sposobnost za svoje pozicioniranje in za svoje orientiranje v svetu kot njegova propozicionalna vednost o tem, kako je z njim, vendar vsebuje intersubjektivne in transsubjektivne sestavine, npr. dostop do zanesljivih informacij, ki subjektu omogočajo pozicioniranje in orientiranje. Lahko govorimo o nekakšnem *objektivnem duhu*, ki je vsebovan v posameznikovem doživljanju situacij, ki jih deli s soljudmi in v njegovem smiselnem delovanju v teh situacijah. S tem sem se zopet dotaknil kritične točke, na katero smo naleteli že prej v obravnavi kvantnomehanskih modelov zavesti: Za polno razumevanje kvantne mehanike kot tudi doživljajske zavesti potrebujemo določeno znanje, ki sega *preko individualnega uma*, točneje, sega preko individualnega doživljanja, zadeva več umov hkrati in tudi več zgolj »možnih« umov. Lahko pa ugotovim, da noben od predstavljenih kvantnomehanskih modelov zavesti ne govori o tem, večinoma niti ne vsebuje te problematike (delno se jo dotikata Stapp s konceptom »zastavljanja vprašanj« naravi in Penrose z interakcijo med platonskim svetom in ostalima dvema svetovoma). V tem smislu so vsi kvantnomehanski modeli zavesti »prekratki«, manjka jim prav *duhovna* komponenta. Seveda pa je pojmovno opredeljevanje odnosa (objektivni) duh-zavest nova naloga, ki si jo bom prihranil za kako drugo priložnost.

Literatura

1. Aerts, D. (1985). »A possible explanation for the probabilities of quantum mechanics and a macroscopic situation that violates Bell inequalities.« V: P. Mittelstaedt idr. (ur.), *Recent Developments in Quantum Logic. Grundlagen der Exacten Naturwissenschaften*, vol.6. BI, Mannheim: 235–251.
2. Atmanspacher, H. (2006). »Clarifications and Specifications. A Conversation with Henry Stapp.« *Journal of Consciousness Studies*, 13(9): 67–85.

3. Atmanspacher, H. (2011). »Quantum Approaches to Consciousness.« V: E. Zalta (ur.), *Stanford Encycklopedia of Philosophy*, http://plato.stanford.edu/entries/qt-consciousness/ (posneto 5. Nov. 2011).
4. Barrett, J. A. (1999). *The Quantum Mechanics of Minds and Worlds.* Oxford University Press, Oxford.
5. Bohm, D. (1980). *Wholeness and the Implicate Order*. Routledge, London.
6. Bohm, D., Hiley, B. J. (1993). *The Undivided Universe. An Ontological Interpretation of Quantum Mechanics*. Routledge, London.
7. Chalmers, D. J. (1996). *The Conscious Mind. In Search of a Fundamental Theory*. Oxford University Press, Oxford.
8. Eccles, J. C. (1994). *How the Self Controls its Brain*. Springer, Berlin.
9. Fagg, L. (1998). *Physics and Whitehead Workshop*, *August 5-6*. Claremont School of Theology,
10. http://www.ctr4process.org/publications/ProcessStudies/PSS/PhysicsandWhiteheadWorkshop.pdf
11. (posneto, 7. Nov. 2011)
12. Hameroff, S. R., Penrose, R. (1996). »Conscious events as orchestrated space-time selections.« *Journal of Consciousness Studies* 3(1), 36–53.
13. Heisenberg, W. (1958). *Physics and Philosophy*. Harper & Row, New York.
14. Jammer, M. (1974). *The Philosophy of Quantum Mechanics. The Interpretations of Quantum Mechanics in Historical Perspective*. A. Wiley, New York.
15. Lockwood, M. (1989): *Mind, Brain & the Quantum. The Compound 'I'*. Blackwell, Oxford.
16. London, F., and Bauer, E. (1939). *La théorie de l'observation en mécanique quantique*. Hermann: Paris.
17. Lotka, A. J. (1924). *Elements of Mathematical Biology*, Dover Publications, New York.
18. Mashour, G. A. (2004). 'The cognitive binding problem: From Kant to quantum neurodynamics.' *NeuroQuantology*, 1: 29–38.
19. Neumann, J. von (1932). *Die mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik*. Springer, Berlin.
20. Pauli, W., Jung, C. G. (2001). *Atom and Archetype*: *The Pauli/Jung Letters,1932-1958*, (ur. C. A. Meier) Princeton University Press, Princeton.
21. Penrose, R. (1989). *The Emperor's New Mind*. Oxford University Press, Oxford.
22. Penrose, R. (1994). *Shadows of the Mind*. Oxford University Press, Oxford.
23. Peruš, M. (2000): *Biomreže, mišljenje in zavest*. DZS, Ljubljana.
24. Radin, D. (2006). *Entangled Minds*. Pocket Books, New York.
25. Ricciardi, L. M., Umezawa, H. (1967). »Brain and physics of many-body problems.« *Kybernetik*, 4, 44–48.

26. Stapp, H. P. (1977). »Whiteheadean approach to quantum theory and the generalized Bell's theorem.« *Foundations of Physics*, Vol. 9, I/2: 1–25.
27. Stapp, H. P. (1999). »Attention, intention, and will in quantum physics.« *Journal of Consciousness Studies* 6(8/9), 143–164.
28. Stapp, H. P. (2007). »Whiteheadean quantum ontology.« V: H. P. Stapp, *Mindful Universe*. *Quantum Mechanics and the Participating Observer*. Springer, Berlin,
29. Stapp, H. P. (2009). *Mind*, *Matter and Quantum Mechanics*. Springer, Berlin.
30. Ule, A. (2008). *Circles of Analysis. Essays on Logic*, *mind and Knowledge.* LIT, Berlin, Wien.
31. Uršič, M. (2010). *Daljna bližina neba: človek in kozmos* (Štirje časi. Jesen: Tretji čas). CZ, Ljubljana.
32. Vitiello, G. (1995). »Dissipation and memory capacity in the quantum brain model.« *International Journal of Modern Physics.* B9: 973–989.
33. Whitehead, A. N. (1978). *Process and Reality* (1929) (popr. izdaja, ur. D. R. Griffin in D. W. Sherburne). Free Press, New York.
34. Wigner, E.P. (1967). »Remarks on the mind-body question.« V: E. Wigner, *Symmetries and Reflections*, Indiana University Press, Bloomington: 171–184.

VERJETNOST IN ZNANSTVENI MODELI SVETA

Peter Lukan

Dva obraza verjetnosti

Čeprav so igre na srečo stare skoraj toliko kot človeška civilizacija, je razvoj matematične teorije verjetnosti, ki se je izdatno napajal v analizi iger na srečo, doživel svoj nagel vzpon šele v drugi polovici 17. stoletja. Z vzponom je tu mišljeno, da so se oblikovali temeljni pojmi verjetnosti, kot jih poznamo danes, in se uveljavili v tedanjem prevladujočem matematičnem diskurzu.[1] Za temeljni kamen teorije verjetnosti se običajno šteje korespondenca med Pascalom in Fermatom iz leta 1654, v kateri obravnavata problem nekega izida pri kockanju, katerega verjetnost je bila kockarjem 'v praksi' že dobro znana.[2]

Raziskovalci zgodovine verjetnosti navajajo različne možne razloge za relativno pozen razvoj teorije, skoraj vsi pa kot pomemben dejavnik izpostavljajo dotedanjo nezadostno stopnjo razvitosti algebre, ki je potrebni pogoj za verjetnostni račun. Razvoj algebre se je v Evropi sicer pomembno obnovil šele s Fibonaccijem na začetku 13. stoletja, odločilen zagon pa je dobil s Françoisom Viètom konec 16. stoletja. Drugi dejavnik naj bi bil materialnega izvora: kocke, s katerimi so običajno kockali v antiki, tako imenovani *astrogalusi*, so imele štiri plati z neenakimi verjetnostmi izidov.[3] To naj bi dodatno onemogočilo razvoj verjetnostnega računa, katerega ena glavnih predpostavk je bila predpostavka o enaki

---

[1] Ian Hacking, *The Emergence of Probability*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987, gl. str. 1–16.

[2] Donald Gillies, *Philosophical Theories of Probability*, Routledge, New York, 2000, gl. str. 10. V kockarskih krogih je tedaj bilo znano, da je bolj ugodno staviti proti izidu enega para šestic v 24 metih kot pa zanj, ter bolje staviti za izid ene šestice v 4 metih kot proti njemu. Pascal je pravilno izračunal, da sta verjetnosti za ta dva dogodka na štiri mesta natančno 0,4914 in 0,5177, kar pomeni, da je bil nekakšen čut za kockanje precej izostren pri igralcih.

[3] Donald Gillies, *op. cit.*, gl. str. 22–24. To so bile kosti iz pete kakšne živali in so zato bile nepravilne.

verjetnosti izidov. Dodaten uvid ponuja Sambursky,[4] ki pravi, da je za vzpon teorije verjetnosti bila pomembna sprememba v odnosu do iger na srečo, ki se je napajala v novem pristopu preučevanja narave, ki se je uveljavil z Galilejem, namreč v eksperimentu. Bistveni značilnosti eksperimenta sta stalnost in ponovljivost pogojev njegovega izvajanja z namenom preučevati spreminjanje omejenega števila nekaterih drugih parametrov, in sicer s ponavljanjem in beleženjem izidov. Takšen poskus so lahko tudi izidi igre na srečo.

Od oblikovanja teorije verjetnosti dalje se je vedno bolj začelo kazati nespravljivo nasprotje glede tega, kako razumeti izračunane številčne verjetnosti.[5] Gre tu za neko objektivno količino, za lastnost zunanjega sveta ali za mero subjektivne napovedi, ki izhaja iz našega omejenega poznavanja okoliščin? V tem smislu je med matematiki verjetnosti še danes živa delitev na tako imenovane probabiliste, ki verjetnost razumejo kot stopnjo subjektivnega prepričanja, in frekventiste, ki številčno verjetnost razumejo kot mero relativne pogostosti pojavljanja določenega izida oziroma pojava. Filozofi verjetnosti uporabljajo različne oznake za ti dve interpretaciji, pogosto se govori o subjektivni in objektivni verjetnosti,[6] Gillies pa iz historičnih razlogov raje uporablja delitev na epistemsko in objektivno verjetnost, ki ju nadalje razdeli v vsega skupaj štiri interpretacije verjetnosti.[7] Za potrebe pričujočega članka se bom držal Gilliesovih oznak.

Da je verjetnost res Janus dveh obrazov postane toliko bolj očitno, če upoštevamo, da tako epistemska kot objektivna teorija verjetnosti temeljita na istih matematičnih aksiomih, ki jih je dokončno oblikoval ruski

---

[4] S. Sambursky, *On the Possible and Probable in Ancient Greece*, v: *Osiris*, 12, 1956, gl. str. 46–48. Ponatisnjeno v: Kendall, Maurice & Plackett (ur.): *Studies in the History of Statistics and Probability, Volume II*, Charles Griffin & Company Limited, London, 1977, str. 12–14.

[5] O tem veliko piše Ian Hacking v svojih delih o verjetnosti in tudi Donald Gillies (gl. literaturo).

[6] Kot piše Donald Gillies, *op. cit.*, str. 19–20, to delitev uporabljajo na primer K. Popper, R. Carnap, občasno tudi Ian Hacking.

[7] Gillies, *op.cit.*, gl. str. 1. K epistemski verjetnosti nadalje uvršča logično teorijo verjetnosti, katere najvidnejši predstavnik je bil John Maynard Keynes, ter subjektivno teorijo, ki sta jo nekoliko kasneje neodvisno razvila Bruno de Finetti in Frank Ramsey. K objektivni verjetnosti prišteva frekventistično teorijo verjetnosti, katere glavni predstavnik je Richard von Mises, in teorijo nagnjenj <*propensity theory*> Karla Popperja.

matematik Andrej Kolmogorov leta 1933.[8] Na iste formalne predpostavke se torej opirata tako na frekventističnem pojmovanju utemeljena statistika kot teorija odločanja, ki se je razvila iz epistemske teorije verjetnosti v drugi polovici 20. stoletja.[9] Kljub skupnemu formalnemu izhodišču pa imata obe interpretaciji različne teoretične poudarke. Eden osrednjih pojmov epistemske teorije verjetnosti je pojem pogojne verjetnosti,[10] ki ga je prvi formuliral angleški matematik Thomas Bayes. Tako imenovano Bayesovo pravilo ali teorem,[11] ki vsebuje pojem pogojne verjetnosti, predstavlja model racionalnega opisa učenja iz danega izkustva (tj. pri danem pogoju). S pravilom lahko opišemo konvergenco različnih začetnih subjektivnih ocen za verjetnost nekega dogodka ob upoštevanju istih izkustvenih danostih. Po drugi strani je pojem pogojne verjetnosti za objektivno teorijo verjetnosti brez posebne vrednosti, tudi v matematično teorijo je uveden s posebnim pravilom, medtem ko je pri epistemski teoriji verjetnosti tako rekoč del osnovnih definicij.[12] Eden osrednjih pojmov oziroma predpostavk za objektivno teorijo verjetnosti je enaka verjetnost elementarnih dogodkov. Če to predpostavko uporabimo pri bayesovskem pogojevanju, ugotovimo, da do konvergence ocen sploh ne more priti, drugače rečeno, za bayesovsko učenje je potrebna neenaka verjetnost elementarnih dogodkov.[13]

Med teoretiki verjetnosti še vedno v veliki meri vlada razdor glede tega, katero pojmovanje verjetnosti je pravilno, čeprav bolj filozofsko navdahnjeni raziskovalci, kot sta Hacking in Gillies, večinoma zagovar-

---

8 Aksiomi so naslednji (navedeno po Ian Hacking, *The Logic of Statistical Inference*, Cambridge University Press, Cambridge, 1965, str. 4):

1. Normiranje mere verjetnosti: $0 \leq p(E) \leq 1$;
2. Verjetnost gotovega dogodka: $p(\Omega) = 1$;
3. Pravilo za vsoto verjetnosti neodvisnih dogodkov: $p(E \cup F) = p(E) + p(F)$.

9 Ian Hacking, *An Introduction to Probability and Inductive Logic*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001, gl. str. 110–111.

10 Pogojna verjetnost $p(A|B)$ je verjetnost za dogodek A pri pogoju, da se je zgodil dogodek B.

11 Bayesovo pravilo govori tem, kako se spremeni verjetnost neke hipoteze H ob novih opazovanih podatkih E. Velja, da je nova verjetnost hipoteze H ob pogoju E enaka $p(H|E) = p(E|H)p(H)/p(E)$. Tu je $p(H)$ prvotna verjetnost hipoteze, $p(E)$ verjetnost za opazovane podatke, $p(E|H)$ pa verjetnost, da naletimo na podatke E, če res drži hipoteza H oziroma kako pogosto takšni izidi po hipotezi H nastopijo; angleški izraz za $p(E|H)$ je *likelihood*.

12 Donald Gillies, *op. cit.*, gl. str. 65–66.

13 *Ibid.*, gl. str. 45–46.

jajo tezo, da je objektivna teorija verjetnosti ustrezna za rabo v naravoslovju, epistemska pa v družbenih vedah. Eden od argumentov za takšno prepričanje je, da se pri objektivnem pojmovanju, ki se ukvarja z relativnimi frekvencami izidov ali nekega pojava, daje izjave glede množice dejanskih dogodkov, medtem ko se pri epistemski interpretaciji izjave nanašajo na nek posamezen prihodnji dogodek. Ta delitev uporabe sicer nima tako ostre meje, poleg tega pa, kot bomo videli, lahko raba v določenih okoliščinah sovpada.

Vstopanje verjetnosti v naravoslovje

Medtem ko se je statistika najprej uporabljala za davčne in vojaške popise, prvi primeri uporabe teorije verjetnosti pa so analizirali igre na srečo ter rojstva in smrti med prebivalstvom za potrebe državnih rent,[14] se je vstop teorije verjetnosti v razvijajočo se fizikalno znanost zgodil preko teorije meritvenih napak sredi 18. stoletja. Razvil jo je Thomas Simpson in objavil leta 1756, ko je prvi uvedel krivuljo napak,[15] danes bolj znano pod imenom Gaussova krivulja, na začetku 19. stoletja pa sta rigorozno teorijo napak uveljavila tako Carl Friedrich Gauss kot Pierre-Simon de Laplace. Tako je povezava med fizikalno eksperimentalno metodo in uporabo teorije verjetnosti v naravoslovju bila vzpostavljena že ob samem vstopu teorije verjetnosti v naravoslovje.

Drugi pomemben korak pri vstopu teorije verjetnosti v fiziko je bila formulacija prvega statističnega zakona v fiziki. To je bil zakon Jamesa Clerka Maxwella iz leta 1859 o porazdelitvi hitrosti molekul, ki je dal pomembno vzpodbudo za razvoj nove fizikalne panoge, statistične fizike. Za očeta slednje velja sicer Ludwig Boltzmann, ki je bil študent slovenskega fizika Jožefa Stefana. Če je oblikovanje rigorozne teorije meritev

---

[14] Ian Hacking, *The Taming of Chance*, Cambridge University Press, Cambidge, 1990, gl. str. 2–3.

[15] Hilary L. Seals: *A Budget of Paradoxes*, v: *The Journal of the Institute of Actuaries Students' Society*, 13, 1954, gl. str. 60–65. Ponatisnjeno v: *Studies in the History of Statistics and Probability, Volume II* (gl. tč. 10), str. 24–29. Podobno izpeljavo, kot je napravil Simpson, je napravil tudi Abraham de Moivre že na začetku 18. stoletja, vendar iz nje ni pridobil krivulje, še manj pa je to izpeljavo povezal z napakami pri meritvah.

pomenilo vstop teorije verjetnosti v eksperimentalno znanstveno prakso, je Maxwellov zakon pomenil njen vstop v fizikalno teorijo.

Tretji pomemben razvoj v odnosu med verjetnostjo in naravoslovjem nasploh, s katerim se v pričujočem članku zaradi omejenega obsega ne bomo ukvarjali, pa je bilo oblikovanje statističnih testov v prvih treh desetletjih 20. stoletja, s katerimi se je oblikovala temeljna teorija obravnave znanstvenih hipotez. Pionirji statističnih testov, kot so Karl Pearson, William Gosset in Ronald Fischer so tedaj privedli statistiko do neslutenega razcveta.[16] Korak dlje v tej smeri pomeni tudi oblikovanje metodologije doseganja znanstvenega konsenza kot del konteksta upravičenja znanstvenih teorij. Slednja se je začela razvijati kot odgovor na kritike v zvezi s subjektivnim vplivom znanstvenikov na razvoj znanstvenih teorij, kot so bile Kuhnove in Feyerabendove. Ta metodologija sloni na subjektivni interpretaciji verjetnosti.[17]

Naj zgolj omenim še računsko-tehnično plat vstopa verjetnosti v znanost, in sicer računanje s pomočjo naključno generiranih zaporedij števil. Vse do izuma elektronskih računalnikov po drugi svetovni vojni so se v ta namen uporabljale tablice naključnih števil kot na primer Kendallova in Smithova[18] s 100.000 naključnimi števili, v dobi računalnikov pa se je razvila računska metoda Monte Carlo, ki je v veliki meri pripomogla k razvoju znanstvenih modelov.

Igre na srečo in meritve

Teorija meritvenih napak je dobila dokončen zagon z Gaussovim in Laplaceovim delom.[19] Pri njiju sta se združili dve poti matematičnega spopadanja s podatki iz meritev – teorija o njihovi distribuciji po normalni krivulji, ki jo je dobre pol stoletja prej formuliral Simpson, in teorija o linearni interpolaciji meritev, ki jo je razvil Ruđer Bošković[20] v

---

[16] Donald Gillies, *op. cit.*, gl. str. 145–146.

[17] Roger M. Cooke: *Experts in Uncertainty: Opinion and Subjective Probability in Science*, Oxford University Press, Oxford, 1991, gl. str. 18.

[18] M. G. Kendall in B. B. Smith, *Tables of Random Sampling Numbers*, Cambridge, 1939.

[19] Tu sta mišljeni predvsem Gaussovo delo *Theoria Motus Corporum Coelestium Sectionibus Conicis Solem Ambientium* (1809) in Laplaceovo delo *Theorie Analitique des Probabilites* (1812).

[20] Churchill Eisenhart, *Boscovich and the Combination of Observation*, v: L. L. White (ur.): *Roger Joseph Boscovich*, Allen & Unwin, London, 1961, gl. str. 200–212. Ponatisnjeno v: *Studies*

približno istem času. Gauss in Laplace sta bila prva eminentna znanstvenika, ki sta uporabljala tako rigorozen pristop pri obdelavi podatkov in s tem prispevala k uveljavitvi te metode v naravoslovju. Tako so rezultati meritev bili podani s srednjo vrednostjo in 'verjetno napako'[21] (danes se uporablja izraz standardna deviacija).

Vzporednica med izidi meritev in iger na srečo je bila že zgodaj opažena in poudarjena. Gauss je na primer izide merjenja položajev zvezd primerjal s porazdelitvijo različnih izidov za serijo metanja kovanca, saj v obeh primerih dobimo normalno porazdelitev.[22] Kot že omenjeno, Sambursky celo trdi, da je na razvoj verjetnostnega računa pri igrah na srečo vplivala uvedba nujnosti eksperimenta v naravoslovje. Kaj je meritvam in igram na srečo torej skupnega, da izkazujejo regularnost, ki jo lahko opišemo na enak način? Kot uvod v odgovor moramo odgovoriti najprej na neko drugo vprašanje, in sicer, na katero lastnost realnega sveta kažejo izidi iger na srečo?

Za izide meritev bi verjetno brez večjih pomislekov lahko dejali, da podajajo neko lastnost merjenega objekta (položaj zvezde, temperaturo zraka ...). Takšen odgovor temelji na galilejski paradigmi znanosti, ki opazovalca pojmuje kot povsem ločenega od objekta opazovanja. Temu ustrezno poskuša opazovalec v praksi izničiti kakršenkoli lasten vpliv na opazovani sistem. Takšno pojmovanje objektivnih lastnosti merjenih objektov je kot tehtno abstrakcijo utemeljila ravno teorija meritev, ki je prispevala postopek za takšno obdelavo *serije* meritev, da je njegov rezultat, torej srednjo vrednost meritve, mogoče razumeti kot *eno* izmed izmerjenih lastnosti objekta. Pri merjenju torej dobimo iz serije izmerkov, ki ima normalno porazdelitev relativnih frekvenc izidov, eno domnevno objektivno lastnost.

Kako pa izide razumemo pri igrah na srečo? Vsaka 'poštena' igralna kocka ima enake verjetnosti, da pade katerakoli od šestih številk, ravno tako je pri vsakem 'poštenem' kovancu verjetnost obeh izidov enaka. O lastnosti kovanca lahko govorimo, če povzamemo serije metov,

---

in the History of Statistics and Probability, Volume II, str. 88–100.

[21] Izraz je bil Besselov in se je širše uporabljal že od njegove uvedbe dalje 1815. Izraz standardna deviacija je Pearsonov iz 1895. Glej: Hacking, *The Taming of Chance*, str. 107.

[22] Ian Hacking, *The Taming of Chance*, gl. str. 107. Tu je potrebno poudariti, da govorimo o meritvi statične količine za razliko od dinamične količine, ki je s časom spremenljiva.

pri katerih lahko razberemo relativne pogostosti posameznih izidov. Ali so relativne pogostosti izidov pri seriji metov kovanca ali kockanju lastnost kovanca oziroma kocke? Hacking to vprašanje zastavi kot enega temeljnih pri razumevanju verjetnosti. Njegov odgovor se glasi, da gre za lastnost verjetnostne postavitve <*chance set-up*>. »Verjetnostna postavitev je naprava ali del sveta, na katerem lahko opravimo enega ali več *poskusov*, eksperimentov ali opazovanj; vsak poskus mora imeti enoličen izid, ki je element *razreda možnih izidov*«.[23] Drugače povedano, ne gre samo za lastnost objekta, s katerega razberemo izide, temveč za lastnost, ki v osnovi govori o interakciji tega objekta z bližnjim okoljem, v katerem poskus izvajamo.

Za ponazoritev vzemimo Popperjev primer z metanjem kovanca.[24] Običajno rečemo, da sta verjetnosti obeh izidov pri metu kovanca enaki, pri tem pa implicitno mislimo na situacijo, ko kovanec pristane na vodoravni enakomerno ravni podlagi. Kaj se zgodi, če podlago (mizo, tla) spremenimo tako, da kovanec lahko pristane tudi na rob, recimo tako, da naredimo primerne utore vanjo? Pri takšni neravni podlagi bi verjetno po dolgi seriji poskusov tudi prišli do neke regularnosti posameznih izidov, le da bi tokrat imeli še en dodaten možni izid. Relativnih frekvenc izidov torej ne moremo kar brez pomislekov pripisati objektom kot takšnim, kvečjemu bi lahko rekli, da gre za lastnost v smislu obnašanja objektov v določenih opredeljenih pogojih, ki izide sodoločajo.

Na podoben način lahko pri meritvah rečemo, da se lastnost, ki jo iz relativnih frekvenc kot izid dobimo z abstrahiranjem, nanaša na neko lastnost tega objekta *glede na dane pogoje*. Pri takšnem tolmačenju postane jasno, da teorija napak v bistvu govori o seriji interakcij med merjencem in merilno napravo ter da je statistika meritev kot rezultat meritve odraz neke regularnosti, ki je pri tem udeležena. Ta regularnost izhaja iz nekaterih praktično nespremenljivih okoliščin, ki jih za namene meritve vedno želimo zagotoviti. Izkustvena ugotovitev v poskusih je na ta način dobljena s posegom, ki pravzaprav pomeni sooblikovanje izkustva, za

---

[23] Ian Hacking, *The Logic of Statistical Inference*, Cambridge University Press, Cambridge, 1965, str. 13. Poudarki so avtorjevi.
[24] Navaja ga Donald Gillies, *op. cit.*, str. 118.

njegovo teoretično izgradnjo pa je v sodobni znanosti ključnega pomena teorija verjetnosti oziroma statistika.

Sodobna teorija fizikalnega merjenja pravi, da »pri merjenju uglašujemo dva šibko sklopljena fizikalna sistema«.[25] Šibko sklopitev dveh sistemov lahko razumemo kot obliko interakcije med njima. Pri tem se v splošnem oba sistema nekoliko spremenita oziroma prilagodita, vprašanje je le, ali gre za upoštevanja vredne spremembe ali ne. V klasični fiziki je šlo večinoma za načine merjenja, ki merjenca niso spremenili v smislu merjene količine. Drugačen je položaj v tistem delu moderne fizike, ki se je začela ukvarjati z atomskim svetom, to je v kvantni mehaniki. Meritve količin, povezanih z atomskim svetom, se lahko opravljajo le z elektronskimi senzorji, ti so posredniki med merjenim sistemom in merilno napravo. »Senzorji skrbijo za sklopitev, zato so hkrati del obeh sistemov. Senzorji seveda motijo opazovani sistem, vendar jih vedno skušamo vgraditi tako, da je motnja čim manjša in če je le mogoče predvidljiva. Šele ko smo v kvantnem področju merjenja, se izkaže, da vpliva senzorja ne moremo popolnoma predvideti«.[26] Senzor na pomemben in nepredvidljiv način sodeluje pri interakciji z merjenimi delci. Dejanje meritve je v kvantni fiziki postalo deležno posebne pozornosti, »sami postopki laboratorijskega opazovanja in merjenja, ki so poprej bili le manjšega pomena za klasične fizike, so postali osrednjega pomena za kvantne fizike – in ključna točka za stvaritelje kopenhagenske interpretacije«.[27] Odtod tudi pojem kvantne meritve, ki namiguje, da gre za neobičajen tip meritve, njena neobičajnost v odnosu do klasične fizikalne meritve pa je ravno v tem, da se pri kvantni meritvi tako merjeni delec ali sistem delcev kot senzor nepredvidljivo spremenita.

V kontekstu povedanega imajo igre na srečo z meritvami v naravoslovju skupno to, da se rezultati v obliki relativnih frekvenc posameznih izidov v obeh primerih nanašajo na interakcijo opazovanega sistema in njegove najbližje okolice, ker pa tako v igrah na srečo kot v klasični fiziki meritev opazovanega sistema ne spremeni bistveno, rezultat običajno

---

[25] Andrej Likar, *Osnove fizikalnih merjenj in merilnih sistemov*, DMFA – založništvo, Ljubljana, 2001, str. 13.
[26] *Ibid.*, str. 14.
[27] David C. Cassidy, *Uncertainty: The Life and Science of Werner Heisenberg*, W. H. Freeman and Company, New York, 1992, str. 227.

tolmačimo kot lastnost opazovanega objekta. Da gre tako pri igrah na srečo kot pri klasični meritvi v nekem temeljnem smislu za interakcijo oziroma sklopitev med sistemoma pride do izraza šele, ko imamo opravka z elektronskimi merilnimi napravami, pri katerih se vsa tehnologija v zvezi z njihovo izgradnjo osredotoča na to, kako zmanjšati njihov vpliv na merjeni sistem. Poenostavljeno rečeno, lahko položaje in hitrosti delcev merimo le z njihovo interakcijo z drugimi delci v senzorju, s ponovitvami in teorijo meritev pa si zgradimo sliko o teh mikroskopskih objektih, ki sicer niso dosegljivi našemu izkustvu. Primer takšne statistične konstitucije objekta v atomski fiziki je bil Rutherfordov poskus iz leta 1911, pri katerem je bila na podlagi relativnih frekvenc sipanih delcev ugotovljena osnovna zgradba atoma.

Statistične porazdelitve in entropija

Verjetnost je v fizikalne teorije vstopila v navezavi na atomsko pojmovanje materije, ki se je šele uveljavljalo, tako imenovani spor o atomih se je končal šele na prelomu 20. stoletja. V kemiji je atom kot sredstvo razlage za zakon o večkratnih masnih razmerjih pri kemijskih reakcijah uvedel Dalton na začetku 19. stoletja, vendar naj bi bil sprva razumljen bolj v smislu mola snovi,[28] v fiziki pa so poskusi teoretične uvedbe atoma ostali osamljeni vse do Krönigovega članka iz leta 1856, čeprav je začetke kinetične teorije plinov oblikoval že Daniel Bernoulli dobro stoletje prej, ko je razložil tlak kot trkanje molekul ob steno.[29] Tri leta kasneje je Maxwell objavil svoj zakon o porazdelitvi hitrosti molekul, za katere je domneval, da so »porazdeljene po enaki enačbi kot napake v teoriji najmanjših kvadratov«.[30] Atomsko pojmovanje materije in verjetnost sta torej svoj uspešni pohod v fizikalne teorije začela z roko v roki.

Domala vsi fizikalni učbeniki, ki bralca uvajajo v osnove kinetične teorije plinov, zgodovinske predhodnice statistične fizike, povedo, da je gibanje posameznega delca načeloma mogoče opisati s položajem in hitrostjo, da pa je to za opis gibanja večjega števila delcev zaradi preveli-

---

[28] Janez Strnad, *Razvoj fizike*, Ljubljana, DZS, gl. str. 247–248.
[29] *Ibid.*, str. 250.
[30] *Ibid.*, str. 251. To je Maxwellov citat iz njegovega članka *Illustrations of the Dynamical Theory of Gasses* (1859).

kega števila prostostnih stopenj nemogoče ter da je potrebno uporabiti statistični opis. V takšnem opisu nastopajo povprečne vrednosti hitrosti ali razdalje, ki so povezane z makroskopskimi lastnostmi sistemov. Za makroskopski količini, kot sta temperatura in tlak, je tako pomembno povprečje kvadrata hitrosti delcev, viskoznost, difuzijska konstanta in toplotna prevodnost pa so odvisne od povprečja hitrosti in povprečja proste poti, ki jo delci prepotujejo, preden trčijo z drugimi.[31] Vidimo, da je v primeru makroskopskih količin plinov tako kot v primeru meritev statičnih količin spet povprečje tista količina, ki je podlaga za neko objektivno lastnost opazovanega sistema. A v nečem je tu pomembna razlika: Če pri meritvah verjetnost deluje kot teorija objektifikacije znanstvenega izkustva, ko iz množice poskusov določi eno objektivno lastnost, je ob uvedbi statistične fizike služila bolj kot razlagalno sredstvo, s katerim se je posameznim elementom množice delcev teoretično pripisovalo lastnosti, ki jih tedaj ni bilo mogoče meriti (npr. delež molekul z neko hitrostjo), izračunana je bila le ocena za hitrost molekul.[32]

V kasnejšem razvoju so pečat statistične fizike postale takšne in drugačne statistične porazdelitve mikroskopskih stanj sistemov in izpeljava makroskopskih lastnosti z njihovo pomočjo. Eden pomembnejših verjetnostnih pojmov, ki se je razvil v fiziki, je pojem entropije, ki je kmalu po Clausiusovi uvedbi leta 1865 postal predmet žolčnih razprav med znanstveniki. Prvotni uvedbi količine kot klasične termodinamične spremenljivke je sledila Boltzmannova statistična formulacija entropije leta 1871; njena formula $S = k \log W$ še danes krasi njegov nagrobnik na Dunaju. Pojem se je močno uveljavil v teoriji informacije, ki je zaradi uporabnosti v računalništvu postala pomembna tudi za naravoslovje, prijel se je tudi v javnem govoru v smislu povečevanja nereda, čeprav je ta opredelitev pojma preveč subjektivna, da bi ga enolično določala. Poleg tega nastopa v eni od različic drugega zakona termodinamike, ki pravi, da je nemogoče zgraditi *perpetuum mobile*, s čimer se sicer še vedno ukvarja cela subkultura amaterskih izumiteljev.

---

[31] Glej npr.: Janez Strnad, *Fizika, 1. del, Mehanika. Toplota*, DMFA – založništvo, Ljubljana, 2002, str. 247–249 in str. 260–262.

[32] Janez Strnad, *Razvoj fizike*, gl. str. 250.

Boltzmannovi formulaciji je sledila polemika med njim in Henrijem Poincaréjem ter kasneje Ernstom Zermelom, tedaj asistentom pri Maxu Plancku. Boltzmann je bil prepričan, da njegova formulacija entropijskega zakona ustreza mehanični opisu dogajanja na mikroskopskem nivoju, kot ga je razvila kinetična teorija plinov. Maxwell je vedel, da normalna porazdelitev hitrosti molekul ni edina smiselna, toda ker je pokazal, da trki med molekulami takšno porazdelitev hitrosti ohranjajo, je trdil, da se vsaka porazdelitev molekul sčasoma približa normalni, saj te medsebojno trkajo.[33] Boltzmann je to tezo, s katero se je strinjal, hotel razložiti s pomočjo verjetnostnega pojmovanja entropije in tedaj novega pojma faznega prostora, to je prostora možnih stanj sistema (v tem primeru opredeljenega z lego in hitrostjo delca). Ker je šlo pri entropiji za poskus opisa dinamike nekega toplotnega sistema na mehanski podlagi, se je za bistveno izkazalo vprašanje o ponovljivost stanj, namreč ali se sistemi vračajo v začetna stanja z določeno lego in hitrostjo ali ne.[34] Boltzmann je trdil, da gre sistem delcev od manj verjetnega mikroskopskega stanja k bolj verjetnemu in obstane v ravnovesju v najverjetnejšem stanju, v katerem je entropija največja. Poincaré je temu nasprotoval, ker je ugotovil, da je stabilnost mehanskega sistema povezana z začetnimi pogoji,[35] ta se po njegovem prepričanju ne more ustaliti v nekem končnem ravnovesnem stanju, ker se po dolgih časih vedno vrača poljubno blizu začetnemu stanju.[36]

S pojmom ponovljivosti se je poskušalo razložiti izkustveno ireverzibilnost pojavov, ki je s fizikalnimi zakoni še niso znali opisati. Zermelo je opozoril, da Boltzmannovo verjetnostno razmišljanje razloži ireverzibilnost le, če privzamemo, da imamo na začetku uresničena samo zelo malo verjetna stanja, ki se nato razvijajo k bolj verjetnim. Boltzmann je sicer bil previden pri izražanju in ni govoril o ireverzibilnosti, temveč

---

[33] *Ibid.*, str. 254.
[34] *Ibid.*, str. 260.
[35] Za to odkritje, ki je bilo rezultat ukvarjanja s t. i. problemom treh teles, je dobil tudi nagrado Švedske akademije znanosti.
[36] Razprava naj bi bila zanimiva tudi za Fridricha Nietzscheja, katerega pojem večnega vračanja, sicer s širšo metafizično vsebino, naj bi bil med drugim oblika izrekanja proti mehanističnemu pojmovanju entropije. Glej: Janez Strnad, *Razvoj fizike*, str. 260.

samo o izredno majhni verjetnosti ponovitve nekega stanja.[37] Pri tem sta se oba zatekala k argumentaciji s pomočjo primera iz kockanja, torej paradigmatskega primera teorije verjetnosti.

Boltzmann pri uvajanju entropije govori tako o verjetnosti za določena mikroskopska stanja kot o ponavljanju stanj, kar navaja k ugotovitvi, da je verjetnostno pojmovanje, na katerega se tu opira, nekje med epistemskim in objektivnim. Večjo entropijo ima stanje z večjo verjetnostjo oziroma stanje, do katerega pride večkrat, torej se pripeti z večjo (relativno) frekvenco. Pri tem je potrebno tukaj opozoriti, da ker gre za mikroskopsko stanje sistema, le-tega ni mogoče neposredno opazovati, zato to frekvenčno pojmovanje verjetnosti pri entropiji stoji na trhlih empiričnih nogah, tako kot Maxwellova porazdelitev hitrosti. Statistični pojem entropije se torej vsaj toliko opira na epistemsko pojmovanje verjetnosti kot na objektivnega. To ugotovitev podpira tudi pojmovanje približevanja toplotno izoliranega sistema ravnovesnemu stanju, pri katerem se entropija do maksimalne vrednosti povečuje zvezno, vedno bolj verjetna mikroskopska stanja naj bi si torej sledila zaporedoma, po frekvenčni interpretaciji pa naj bi se bolj verjetna stanja zgolj ponavljala bolj pogosto ne glede na vrstni red, čeprav je potrebno dopustiti možnost, da bi se ti dve interpretaciji zaradi izjemno hitrega dogajanja na atomskem nivoju dalo uskladiti. Za zvezno krivuljo entropije, ki opisuje približevanje toplotno izoliranega sistema ravnovesnemu stanju, bi lahko rekli, da predstavlja povprečno entropijo, dejanski sistem pa bi v zelo kratkih časih menjal mikroskopska stanja, ki bi imela v povprečju verjetnost, kakršno ima trenutno makroskopsko stanje. V tem primeru bi pogojno lahko govorili tudi o vračanju mehanskega sistema v začetno stanje v Poincaréjevem smislu, vendar bi s tem mislili na začetno *mikroskopsko* stanje, ki bi se pojavljalo vse bolj redko, na makroskopski ravni pa nikakor ne bi mogli govoriti o takšnem vračanju.

Z vprašanjem ireverzibilnosti je povezano tudi vprašanje tako imenovane puščice časa. Entropijski zakon za razliko od vseh preostalih dinamičnih zakonov v fiziki ni časovno obrnljiv ali drugače rečeno in-

---

[37] Peter Mittelstaedt & Paul Weingartner, *Laws of Nature*, Springer-Verlag, Berlin, 2005, gl. str. 158. Takšno pojmovanje entropije zagovarjata tudi avtorja.

varianten na časovni obrat.[38] Mittelstaedt in Weingartner imata pridržke do takšne interpretacije časa oziroma entropije. Ni pravilno reči, da entropijski zakon določa smer časa, saj zakon *predpostavlja*, da se entropija s časom povečuje. Poleg tega se koncept časa pojavlja tako pri opisu reverzibilnih kot ireverzibilnih procesov in mora zato biti neodvisen od entropije.[39] Figurativno bi lahko rekli, da če je čas mera spreminjanja, kot je trdil že Aristotel, je večanje entropije ena od podob tega spreminjanja, ki je prišla v fiziko skupaj z verjetnostjo.

Verjetnost in determinizem v kvantni mehaniki

Verjetnost je bila v 19. stoletju, ko še ni obstajala tako stroga delitev na epistemsko in objektivno, razumljena kot odraz človeškega omejenega poznavanja stanja narave, ki ga preučuje. V tem smislu je bila povsem skladna s prevladujočim determinističnim pojmovanjem v fiziki, na kar kaže tudi dejstvo, da je glavni zagovornik radikalnega determinizma, Laplace, napisal eno najvplivnejših monografij o verjetnosti,[40] ki je povzela znanje njegovih predhodnikov. Za kovanec pri metu je prevladovalo razumevanje, da se obnaša po Newtonovih zakonih, čeprav je pri dogajanju udeleženih več manjših neodvisnih vplivov, za katere ne moremo vedeti. To metafizično ozadje verjetnosti, ki slednjo razume kot odraz množice nezaznavno majhnih vplivov, je iz statistične obravnave populacij v fizikalno znanost prenesel belgijski astronom, matematik in sociolog Alphonse Quetelet.[41] S tem so se začeli statistični zakoni, ki so bili

---

[38] Glej npr. Brian Greene, *Tkanina vesolja*, Učila International, Tržič, 2006, str. 179 in 193–196. Matematično to pomeni, da lahko v enačbe namesto časa *t* vstavimo čas *-t* in izračunamo stanje ob nekem preteklem času na enak način kot stanje ob nekem prihodnjem času.

[39] Peter Mittelstaedt & Paul Weingartner, *op. cit.*, gl. str. 113.

[40] Piere-Simon de Laplace, *Théorie Analytique des Probabilités* (1812).

[41] Ian Hacking, *The Taming of Chance*, 1990, gl. str. 109–111. Quetelet je takšno razlago prvič uporabil, ko je dejal, da je povprečje obsega prsi neke populacije vojakov posledica množice nezaznavnih neodvisnih vzrokov. Po drugi strani je normalno krivuljo uporabil v biologiji in sociologiji na takšen način, da je srednjo vrednost opazovane količine razumel kot realno količino, kar prej ni bilo v navadi, to je veljalo le za povprečja pri meritvah. Neka količina, ki jo merimo v družbi, je po njegovem mnenju resnično obstajala, če so se meritve prilegale normalni porazdelitvi. S tem je odprl vrata množičnemu sistematičnemu merjenju različnih fizičnih lastnosti živih bitij, ki je postalo v 20. st. temelj razvoja uničujoče evgenike, katero je kot znanost na statistični

sprva dojeti zgolj kot odraz regularnost, spreminjati v zakone o naravi in družbi, ki se dotikajo temeljnih resnic in vzrokov.

Takšno pojmovanje je bilo del klasične interpretacije verjetnosti, ki se je v fizikalno znanost vpisala in v njej vztrajala vse do vznika kvantne mehanike, ko se je dokaj enotno pojmovanje verjetnosti razdelilo. V obdobju med 1910 in 1935 sta se jasno oblikovali dve vrsti epistemske teorije verjetnosti, tako Keynesova logična kot Ramseyjeva subjektivna, von Mises pa je ponovno oživil objektivno frekvenčno interpretacijo verjetnosti v duhu tedanjega logičnega pozitivizma Dunajskega kroga. Izostrilo se je vprašanje, kako sploh razumeti verjetnost, posebej pa v kvantni mehaniki – bodisi kot del deterministične slike ali kot neko temeljno nedoločenost realnega sveta? Werner Heisenberg, ki je okronal oblikovanje kvantne mehanike z načelom nedoločenosti, se je opredelil za drugo možnost. To je prineslo tudi veliko preglavic v jezikovni artikulaciji dogajanja na kvantni ravni.[42] Verjetnost je na ta način izstopila iz vloge podrejenosti determinističnі sliki sveta. Tudi De Finettijeva motivacija za oblikovanje njegove verzije subjektivne teorije verjetnosti je bila prav želja po izpodbijanju Laplaceovega determinizma.[43]

V 20. stoletju so statistični zakoni v fiziki pridobili status samostojnih zakonov in k temu je izdatno pripomogel uspeh kvantne mehanike. Mittelstaedt in Weingartner, na primer, v svoji monografiji *Laws of Nature* delita naravne zakone na statistične in dinamične; slednji opisujejo dinamiko razvoja sistemov in jih lahko zapišemo v obliki diferencialnih enačb. Statistični zakoni so svojo legitimnost pridobili na podlagi njihove uspešne rabe, po Mittelstaedtu in Weingartnerju pa izpolnjujejo tudi osnovne kriterije naravnih zakonov.[44] Nekaterih pojavov, kot na primer

---

podlagi zasnoval Darwinov bratranec, Sir Francis Galton. Ena od Hackingovih splošnih tez je, da se je znanstveni determinizem v družbeno realnost najbolj učinkovito širil ravno s statistiko.

[42] Več o tem glej, Peter Lukan, *Werner Heisenberg o problemu jezika v kvantni mehaniki*, v: *Analiza: časopis za kritično misel,* let. 13, št. 4, 2009, str. 41–55.

[43] Donald Gillies, *op. cit.*, gl. str. 86.

[44] Peter Mittelstaedt & Paul Weingartner, *op. cit.,* gl. str. 113. Po avtorjih so lastnosti naravnih zakonov naslednje: opisovati široko domeno pojavov, opisovati morajo splošne invariantne lastnosti objektov, biti morajo invariantni glede na določene spremembe svojih parametrov, biti morajo invariantni glede na prostor-čas, veljati morajo v vseh primerih aplikacije ali vsaj v večini primerov (to velja za statistične zakone), pristni zakoni morajo biti dobri približki pravih zakonov v Popperjevem smislu višje stopnje potrditve oziroma informativne vsebine, pripadati

jedrskega razpada vzorca snovi, se ne da opisati z dinamičnimi zakoni, temveč le statistično. Takšen opis jedrskega razpada se uporablja na primer za datiranje arheoloških najdb in odmrlih organizmov. Dinamični modeli torej ne zadostujejo za opis vsega dogajanja v naravi, še vedno pa ostaja odprto vprašanje, kakšen je spoznavni status statističnih zakonov. Regularnosti, ki jih ti nakazujejo, imajo svoj formalni izvor v invariantnostih, ki so vključene v vse naravne zakone. V primeru Maxwellove hitrostne porazdelitve je takšna vsebovana invariantnost zakon o ohranitvi energije, ki je temeljni fizikalni princip. To je preveril že Maxwell sam.[45]

Kakor ostaja odprto vprašanje interpretacije kvantne mehanike, tako ostaja odprto tudi vprašanje, katera interpretacija verjetnosti ji je primerna. Večinsko mnenje se nagiba k statistični interpretaciji z relativnimi frekvencami izidov meritev, ker lahko napovedi primerjamo z opazovanji, po drugi strani pa kopenhagenska interpretacija s pomočjo pojma verjetnosti doseže to, da se govori o posameznem delcu, in uporablja pojme, kot so verjetnostna gostota in pričakovana vrednost meritve.[46] Znanstveniki večinoma niso naklonjeni takšnim epistemskim interpretacijam verjetnosti, v katerih govorimo izključno o stopnjah naših pričakovanj glede izida posamezne meritve, čeprav po Dicksonu epistemske interpretacije v kvantni mehaniki ne moremo povsem izključiti.[47] Ena od bistvenih razlik med epistemsko in objektivno interpretacijo verjetnosti nasploh je govor o relativnih frekvencah ali pa o verjetnostih za izid posameznega dogodka in ravno tu je problem pri kvantni mehaniki, ki meša oba govora, podobno kot Boltzmann pri tolmačenju entropije. Ravno ta problem je Karla Popperja vzpodbudil k temu, da je uvedel svojo teorijo nagnjenj <*propensity theory*>.[48] Ta uvaja element teleološkosti: posamezni delci se gibljejo tako, da se pokoravajo statistični na-

---

morajo skupini zakonov, ki tvori osrednji del neke teorije, ultimativno se morajo nanašati na objektivno realnost.

45 Janez Strnad, *Razvoj fizike*, gl. str. 251.

46 Janez Strnad, *Fizika 3. del*, *Posebna teorija relativnosti. Kvantna fizika. Atomi.*, Ljubljana, DMFA – založništvo, 2002, gl. str. 122. Strnad v svojem univerzitetnem učbeniku dalje pravi: »Na ravni te knjige se kažeta obe interpretaciji kot enakopravni, čeprav pogosteje uporabimo drugo [tj. kopenhagensko]. Včasih preskočimo v prvo, ne da bi to posebej omenili.«

47 Michael W. Dickson, *Quantum Chance and Non-locality*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998, gl. str. 10–14.

48 Donald Gillies, *op. cit.*, gl. str. 113–118.

povedi za večje ansamble. Ta interpretacija se ravno zaradi svojega teleološkega momenta ni najbolje prijela med znanstveniki, čeprav se pri njej kaže zanimiva možnost uvedbe nekakšne nevtralne teleologije, ki bi bila razbremenjena historične teže tega pojma.

Pri kvantni mehaniki sta v povezavi z verjetnostjo pomembna še dva vidika. Eden je ta, da kvantna mehanika pomeni pomemben korak naprej od statistične mehanike v tem smislu, da je – sicer v omejenem smislu – razvila opis časovnega razvoja mikroskopskih sistemov. V standardni interpretaciji ima osrednji pomen Schrödingerjeva enačba, s katero se računa časovni razvoj valovne funkcije; s kvadriranjem slednje dobimo verjetnostno gostoto. V razvoju teorije verjetnosti ni še nihče formuliral česa takšnega, kot je časovni razvoj verjetnosti, natančneje verjetnostne gostote, in ravno to predstavlja enega glavnih izzivov kvantne mehanike. Pri tem gre za drugačen odnos med verjetnostjo in časom, kot ga domnevno srečamo pri pojmu entropije, saj je tu verjetnost dejansko funkcija časa. Kar je pri kvantni mehaniki torej bistveno novega, je med drugim tudi to, da se v njej na nek način združujejo tako statistični kot dinamični zakoni v kombinacijo, ki je dotlej še ni bilo, pri čemer je v kvantni teoriji uvedena kvantna verjetnost.[49]

Dickson[50] analizira štiri interpretacije kvantne mehanike (ortodoksne teorije, teorije brez kolapsa valovne funkcije, modalne teorije in Bohmovo teorijo) z vidika verjetnosti in lokalnosti. Eden njegovih sklepov je, da je samo v Bohmovi mogoče kvantno verjetnost reducirati na klasično verjetnost, in sicer ravno zato, ker govori o statističnih ansamblih in ne o posameznem delcu. To pomeni, da njegova formulacija kvantne mehanike združuje statistične in dinamične zakone v zelo neposrednem smislu in s tem kaže, da je opis v kvantni mehaniki lahko determinističen in klasično verjetnosten le, če je oboje hkrati. Pri tem trajektorije, ki jih teorija pripisuje delcem, niso predmet opazovanj, tako

---

[49] Michael W. Dickson, *op. cit.*, gl. str. 7–9. Kvantna verjetnost je definirana v kompleksnem Hilbertovem prostoru neskončne razsežnosti in je posplošitev klasične verjetnosti. Ena od pomembnih razlik je ta, da v kvantni verjetnosti ne moremo določiti produkta verjetnosti za poljubna dva dogodka, ker ta ni nujno definirana. V klasični teoriji verjetnosti ima vsak dogodek svojo verjetnost in verjetnost produkta dogodkov (tj. verjetnost, da se zgodita oba dogodka) je vedno mogoče izračunati.

[50] Michael W. Dickson, *op. cit.*, gl. str. 115–125.

kot niso bile hitrosti delcev v statistični termodinamiki. Napovedi Bohmove interpretacije se ujemajo z napovedmi ortodoksne kopenhagenske, vendar je za praktično uporabo njegova formulacija precej okorna, zato jo fiziki odklanjajo, kar pa ne zmanjšuje njene interpretativne tehtnosti.

Drugi vidik je osrednji pomen meritve, saj je njena interpretacija tesno povezana z interpretacijo kvantne mehanike.[51] Če je meritev v galilejski paradigmi predstavljala znanstveno prakso, ki je bila s fizikalno teorijo povezana preko teorije meritev, je z vznikom kvantne mehanike ta praksa postala del teorije. Heisenberg sam je dejal, da je načelo nedoločenosti uvedel zato, da bi s tem meritve postale del teorije, ker teorija odloča o tem, kaj lahko opazujemo oziroma merimo.[52] Kot je bilo že omenjeno, je pri kvantni meritvi nujno potrebno upoštevati tudi merilno napravo, ki ji je potrebno pripisati ustrezno valovno funkcijo, kar je odraz tega, da gre pri kvantni meritvi za interakcijo dveh sistemov, meritev pa se v znanstveno izkustvo že dobrih dvesto let vpisuje s pomočjo statistike. Tudi v perspektivi merjenja je kvantna mehanika smiselno nadaljevanje statistične fizike, namreč v tem, da meri količine, katerih porazdelitve je statistična fizika zgolj postulirala, to pa je omogočil razvoj tehnologije.

Katera interpretacija verjetnosti je torej ustrezna za kvantno mehaniko? Nastanek klasične interpretacije verjetnosti, ki ni strogo ločila med epistemsko in objektivno verjetnostjo, je temeljil na proučevanju iger na srečo, ki se tako kot eksperimenti odvijajo v nadzorovanih in stalnih pogojih. Kasneje se je teorija verjetnosti začela ukvarjati tudi z družbenimi pojavi in to je prineslo diferenciacijo interpretacij verjetnosti. V kontroliranih pogojih, kakršni vladajo pri igrah na srečo ali pri fizikalni meritvi, lahko verjetnost razumemo klasično, delitev na epistemsko in objektivno verjetnost ni nujna, ker v tem primeru sovpadata. Tisto, kar je izkustveno opisano kot relativna frekvenca, nastopa znotraj kvantnomehanskih modelov kot verjetnostna gostota, ki je epistemski pojem v tem smislu, da napoveduje verjetnost izida posamezne meritve.

---

[51] Dicksonova razdelitev interpretacij ima za kriterij ravno različne interpretacije kvantne meritve.

[52] Werner Heisenberg, *Del in celota*, prev. Katarina Bogataj-Gradišnik, Mohorjeva založba, Celje, 1977, str. 92.

Kvantna mehanika je omajala splošno verjetje v determinizem, a determinizem znanstvenih modelov kot njihove nujne sestavine je bil s strani znanstvene skupnosti dokončno opuščen šele po nastanku teorije kaosa v 1960. letih,[53] na razkorak med vzročnostjo in napovedljivostjo pa je pokazal že Henri Poincaré s problemom treh teles.[54] Zato se morda ne gre čuditi, da tudi v kvantni mehaniki obstaja na novo razvijajoča se kvantna teorija kaosa, ki se ukvarja s podobnimi težavami z napovedljivostjo kot klasična teorija kaosa.[55] V tem oziru je običajna kvantna mehanika s svojimi statističnimi napovedmi še vedno odraz regularnosti kontroliranih okoliščin, ki jih načeloma lahko opišemo s klasičnim pojmovanjem verjetnosti, v katerem epistemsko in objektivno pojmovanje sovpadeta. Splošna prednost statističnih zakonov pred dinamičnimi se pokaže v primeru nestabilnih pogojev, v katerih ni mogoča formulacija dinamike sistema. Nobelovec Ilya Prigogine piše: »Enkrat ko vključimo nestabilnost, se pomen naravnih zakonov radikalno spremeni, ker jih je potrebno formulirati na statistični podlagi. Tedaj ne 'izražajo' več 'gotovosti', ampak možnosti.«[56]

Verjetnost je v znanosti že dolgo teoretični odraz materialnega vpliva metodološkega primata meritve, z njenim prodorom v same fizikalne teorije pa je pokazala nase kot na pomembno epistemološko predpostavko v smislu apriorne kategorije znanstvenega izkustva. To izkustvo ne govori o posameznih fenomenih, temveč o mnoštvu fenomenov, ki so enaki v relevantnih pogledih, in o njihovi interakciji z bližnjo okolico, in sicer v pogojih, v katerih vzročni odnosi niso več razločljivi. Razlog za nerazločljivost vzročnih odnosov niso nujno nenadzorovane okoliščine v smislu nestabilnosti, kot se pojavljajo v teoriji kaosa in o katerih govori Prigogine, temveč je razlog v primeru statistične fizike in običajne kvantne mehanike kompleksnost sistema zaradi velikega števila udeleženih

---

53 Peter Mittelstaedt & Paul Weingartner, *op. cit.*, gl. str. 150.

54 Gl. tudi: Marko Uršič, *Daljna bližina neba: človek in kozmos* (Štirje časi: filozofski pogovori in samogovori. Jesen: tretji čas). Cankarjeva založba, Ljubljana, 2010, str. 402.

55 Gl. tudi: Chirikov, Boris: *Natural Laws and Human Prediction*, v: Weingartner Paul & Schurz Gerhard (ur.): *Law and Prediction in the Light of Chaos Research (Lecture Notes in Physics)*, Springer, Berlin, 1996, str. 10–47.

56 Prigogine, Ilya: Time, *Chaos and the Laws of Nature,* v: Weingartner Paul & Schurz Gerhard (ur.): *Law and Prediction in the Light of Chaos Research (Lecture Notes in Physics)*, str. 3.

delcev, ki so potrebni, da izoblikujemo znanstveno izkustvo in z njegovo pomočjo tudi znanstveno napoved.

Literatura

1. Cassidy, David C.: *Uncertainty: The Life and Science of Werner Heisenberg*, W. H. Freeman and Company, New York, 1992.
2. Cooke, Roger M.: *Experts in Uncertainty: Opinion and Subjective Probability in Science*, Oxford University Press, Oxford, 1991.
3. Dickson, Michael W.: *Quantum Chance and Non-locality*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.
4. Eisenhart, Churchill: *Boscovich and the Combination of Observation*, v: L. L. White (ur.): *Roger Joseph Boscovich*, Allen & Unwin, London, 1961. Ponatisnjeno v: *Studies in the History of Statistics and Probability, Volume II* (gl. tč. 10), str. 88–100.
5. Gillies, Donald: *Philosophical Theories of Probability*, Routledge, New York, 2000.
6. Greene, Brian: *Tkanina vesolja*, prev. Urška Pajer, Učila International, Tržič, 2006.
7. Hacking, Ian: *The Logic of Statistical Inference*, Cambridge University Press, Cambridge, 1965.
8. Hacking, Ian: *The Emergence of Probability*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987.
9. Hacking, Ian: *The Taming of Chance*, Cambridge University Press, Cambidge, 1990.
10. Hacking, Ian: *An Introduction to Probability and Inductive Logic*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
11. Heisenberg, Werner: *Del in celota*, prev. Katarina Bogataj-Gradišnik, Mohorjeva družba, Celje, 1977.
12. Kendall, Maurice & Plackett (ur.): *Studies in the History of Statistics and Probability, Volume II*, Charles Griffin & Company Limited, London, 1977.
13. Likar, Andrej: *Osnove fizikalnih merjenj in merilnih sistemov*, DMFA – založništvo, Ljubljana, 2001.
14. Lukan, Peter: *Werner Heisenberg o problemu jezika v kvantni mehaniki,* v: *Analiza: časopis za kritično misel*, letnik XIII/4, 2009, str. 41–55.
15. Mittelstaedt, Peter & Weingartner, Paul: *Laws of Nature*, Springer-Verlag, Berlin, 2005.
16. Prigogine, Ilya: *Time, Chaos and the Laws of Nature*, v: Weingartner Paul & Schurz Gerhard (ur.): *Law and Prediction in the Light of Chaos Research (Lecture Notes in Physics)* (gl. tč. 22), str. 2–10.

17. Sambursky, S.: *On the Possible and Probable in Ancient Greece*, v: *Osiris*, 12, 1956, str. 35–48. Ponatisnjeno v: *Studies in the History of Statistics and Probability, Volume II* (gl. tč. 10), str. 1–14.
18. Seals, Hilary L.: *A Budget of Paradoxes*, v: *The Journal of the Institute of Actuaries Students' Society*, 13, 1954, str. 60–65. Ponatisnjeno v: *Studies in the History of Statistics and Probability, Volume II* (gl. tč. 10), str. 24–29.
19. Strnad, Janez: *Fizika 1. del. Mehanika. Toplota.* DMFA – založništvo, Ljubljana, 2002.
20. Strnad, Janez: *Fizika 3. del. Posebna teorija relativnosti. Kvantna fizika. Atomi.* DMFA – založništvo, Ljubljana 2002.
21. Strnad, Janez: *Razvoj fizike*, DZS, Ljubljana, 2003.
22. Uršič, Marko: *Daljna bližina neba: človek in kozmos* (Štirje časi: filozofski pogovori in samogovori. Jesen: tretji čas), Cankarjeva založba, Ljubljana, 2010.
23. Weingartner Paul & Schurz Gerhard (ur.): *Law and Prediction in the Light of Chaos Research (Lecture Notes in Physics)*, Springer, Berlin, 1996.

MODELI PROCESA OPAZOVANJA V KLASIČNI IN KVANTNI FIZIKI

Fenomenološki pretres

Tina Bilban

Uvod

Proces opazovanja predstavlja temeljni, v posameznih obdobjih in različnih strokah bistveno različno in dodatno definiran, a vseskozi prisoten element znanstvene metode ali znanstvenega pristopa k predmetu obravnave, ne glede na razumevanje slednjih dveh v okviru posameznih analiz in teoretskih pristopov. Tako sam proces opazovanja v vlogi splošne odprtosti k življenjskemu svetu pogojuje in predhaja kakršnokoli znanstveno, filozofsko ali umetniško ukvarjanje s predmetom obravnave. Kot znanstveni proces opazovanja pa bistveno sestavlja kakršnokoli pridobivanje informacij, opisovanje obravnavanega pojava, eksperimentiranje ali testiranje hipoteze in pogojuje pridobivanje novega (znanstvenega) znanja.

Razumevanje znanstvenega opazovanja tako usmerja samo razumevanje znanosti in posledično splošni premislek o (trenutno) najustreznejših znanstvenih teorijah ali paradigmah. Hkrati pa eksaktnost samega znanstvenega procesa opazovanja, ne le pri njegovi izvedbi, temveč prvenstveno pri njegovi teoretični zasnovi, pogojuje tudi eksaktnost znanstvenega opisa.

Za razumevanje procesa opazovanja je ključno vprašanje, kakšno je razmerje med opazovalcem, opazovanim in opazovanjem. Pri tem je opazovalec subjekt, ki pridobiva informacije/opazuje. Opazuje opazovano, ki je v temelju njegovega akta opazovanja. Opazovanje pa je opazovalčevo dejansko vedenje o opazovanem, njegova informacija o opazovanem, npr. klik v detektorju/informacija o polarizaciji fotona, podoba

planeta v teleskopu, rezultat meritve ali matematični opis gibanja predmeta. Opazovalec v procesu opazovanja postavlja vprašanje opazovanemu, opazovanje pa je odgovor opazovanega, odgovor o opazovanem, za opazovalca; torej je vedno bistveno določeno z opazovalčevim vpraševanjem samim, z njegovo orientacijo, ter z njegovim razumevanjem odgovora.

Pri tem se postavi vprašanje, ali je za znanstveni pristop k predmetu obravnave potrebno in smiselno izhajanje iz natančno strukturiranega procesa opazovanja ali pa je primernejši in bolj smiseln poenostavljen model, prilagojen specifični in avtomatizirani uporabi v moderni znanosti. Je refleksija samega procesa opazovanja nujna tudi za samo znanost ali pa gre vedno za ločeno, zunanjo, filozofsko refleksijo? Pri tem gre za razmislek, ki bistveno usmeri tudi samo razumevanje znanosti, njeno vlogo v spoznavanju sveta, njeno vlogo v družbi in nenazadnje njeno razmerje s filozofijo – bi bila ponovna krepitev vezi med fiziko in filozofijo potrebna ali pa je njuna izolacija v okviru specializacije področji 20. in 21. stoletja smiselna in neizogibna?

Na področju fizike prinaša kvantna mehanika novo izhodišče za odgovor o vlogi procesa opazovanja, s tem pa tudi o naravi znanosti in (novi) vlogi filozofije, z njeno zahtevo po drugačnem razumevanju procesa opazovanja, ki pretresa temeljne predpostavke procesa opazovanja v klasični fiziki. Pri tem se postavi vprašanje, ali kvantna fizika vnaša v proces opazovanja nove, problematične elemente (kakršen je nezmožnost »odštetja« vpliva opazovalca), ki zahtevajo dopolnitev teorije[1] ali pa fizikalne realnosti, ki jo podaja (bodisi s sub-kvantno ravnjo, dodatnimi svetovi itn.)?[2] Ali pa zgolj radikalno podčrtava potrebo po premisleku (filozofske) refleksije procesa opazovanja, ki je v vsakodnevni uporabi znotraj klasične fizike bistveno poenostavljen? Ali ima, če parafraziram Heideggerja, proces opazovanja (kakršnega smo poznali v klasični fiziki) v kvantni fiziki vlogo strgane nogavice, katere bistvo je vidno šele, ko njena uporaba postane problematična in s tem bistvo kot ne več samou-

---

1 Gl. A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, »Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?«, *Phys. Rev.,* 47, 1935, str. 777–780.

2 Gl. Bohm, D., »A suggested interpretation of the quantum theory in terms of 'hidden' variables«, *Phys. Rev.*, 85, 1952, str. 166–180; Glej H. Everett, III., *Theory of the Universal Wavefunction*, Thesis. Princeton University, Princeton, 1956.

mevno šele stopi ven iz neskritosti. Kakšna je torej razlika med procesom opazovanja v klasični in kvantni fiziki?

V iskanju odgovora na omenjena vprašanja se bomo v nadaljevanju spustili v pretres razvoja pojmovanja procesa opazovanja v klasični in kvantni fiziki, tako na podlagi zgodovinskega pregleda kot filozofskega pretresa.

1. Proces opazovanja v klasični fiziki

a) Pretres zgodovinskega razvoja moderne znanosti, klasične fizike in pojmovanja procesa opazovanja

Za razumevanje procesa opazovanja v klasični fiziki je bistveno razumevanje sistema, metode in ontologije moderne znanosti v splošnem, pri čemer z oznako moderna znanost razumemo specifične, bolj ali manj koherentne premike v zgodovini znanstvene misli od 17. do 20. stoletja, ki obsegajo sistematiziran način urejanja in širjenja baze znanja, ki ga danes razumemo kot splošni model znanosti. Tako tudi Thomas Kuhn v svojem najbolj znanem delu *Struktura znanstvenih revolucij* zapiše, da je ob pogledu na delo raziskovalcev s področja optike pred Newtonom povsem jasno, da so raziskovalci sami nedvomno znanstveniki, a je rezultat njihove aktivnosti kljub temu manj kot znanost.[3] Gre za znanstveno paradigmo oz. točneje rečeno »sistem« bistveno povezanih/nadaljujočih se znanstvenih paradigem, ki (za razliko od sodobnejših fizikalnih teorij – od kvantne mehanike ali celo relativnostne teorije pa do teorij poenotenja) tvorijo glavno podlago laičnega razumevanja sveta in pedagoškega procesa, vsaj do specializiranih univerzitetnih stopenj – od heliocentričnega sistema do razumevanja sil. Znotraj tega sistema klasična fizika zaseda ključno mesto, tako z vidika njene vloge v okviru prvih radikalnih zgodovinskih sprememb, ki so najbolj vidne predvsem na področju fizike in astronomije, kot z vidika fizike kot podlage ostalih naravoslovnih znanosti, ki tako s svojo spremembo paradigme za sabo potegne ostale.

---

[3] Gl. T. S. Kuhn, *Struktura znanstvenih revolucij,* prev. Jurman, G. Založba Krtina, Ljubljana, 1998.

Sodobna zgodovina in filozofija znanosti vidita začetke moderne znanosti, glavno zasnovo in usmeritev njene ontologije, razumevanja narave in strukture znanosti v t. i. znanstveni revoluciji 17. stol. z Galilejem, Keplerjem, Newtonom in Descartesom na čelu. Vsekakor ne gre za absoluten pogled, temveč za razumevanje znanosti, kakršnega se zastopa predvsem od Koyréjeve analize srednjeveške in renesančne znanosti naprej in z njim na čelu. A v prvi vrsti gre pri takšnem razumevanju zgodovine znanosti za samo-razumevanje moderne znanosti. Potemtakem je takšno zgodovinsko umeščanje, ne glede na svojo relativnost, še kako ustrezno, ko služi opisu moderne znanosti same.

Koyré kot dve glavni značilnosti intelektualne naravnanosti moderne znanosti na več mestih navaja naslednji točki:

»1) [D]estrukcija Kozmosa, zato iz znanosti izginejo vsi premisleki, utemeljeni na tem pojmu; 2) geometrizacija prostora – se pravi zamenjava kvalitativno diferenciranega in konkretnega prostora predgalilejevske fizike s homogenim in abstraktnim prostorom evklidske geometrije. Ti dve značilnosti lahko povzamemo in izrazimo takole: matematizacija (geometrizacija) narave in zato matematizacija (geometrizacija) znanosti.«[4]

Galilej razume matematiko kot jezik narave. Tako v svojih *Poskusih (Il Saggiatore)* iz leta 1623 zapiše, da je filozofija zapisana v veličastni knjigi, ki vedno že leži pred našimi očmi – v vesolju – a je ne moremo razumeti, če se poprej ne naučimo jezika in razumemo simbolov, v katerih je napisana. Ta knjiga je napisana v jeziku matematike in simboli, brez katerih je nemogoče razumeti kakršnokoli besedo te knjige, so trikotniki, krogi in druge geometrijske oblike; brez njih bi neuspešno tavali po temnih labirintih, zaključi Galilej.[5]

Ta pristop se sprva uveljavi kot filozofsko utemeljena znanstvena metoda, kasneje pa se zaradi splošne uporabe in uspešnosti metode to metodo povsem izenači s samim predmetom obravnave. Matematiko se razume kot jezik narave, znanstvenikove koncepte pa kot resnične lastnosti pojavov. Takšna paradigma bistveno določa tudi razumevanje procesa opazovanja. Proces opazovanja, ki ga bistveno sestavljajo opa-

---

[4] A. Koyré, »Galilej in Platon«, prev. Vendramin, V., v: Koyré, A.: *Znanstvena Revolucija*, ZRC SAZU, Ljubljana, 2006. str. 107.

[5] Gl. G. Galilei, *Il Saggiatore*. Rome, 1623.

zovalec, opazovanje in opazovano, je poenostavljen z ne-razlikovanjem med opazovanjem in opazovanim, ki omogoča tudi (navidezno) odštetje vloge opazovalca.

Nova metoda izhaja iz razumevanja znanstvenega opisa kot objektivnega opisa tega, kako svet je, naravo se tako razume kot na sebi matematično, na tem osnovane znanstvene koncepte pa kot resnične lastnosti pojavov, resničnejše od lastnosti, ki jih »naivno« dojemamo v okviru vsakodnevnega, laičnega opazovanja. Takšno razumevanje, temelječe na nasprotovanju Aristotelu in vračanju k Platonu ter prebliskih posameznih genijev, odpre novo podlago za pospešen razvoj znanosti in možnost za njeno sistematizacijo, razumevanje in nadgrajevanje. Nova metoda prinaša tudi absolutizacijo, posploševanje in abstrahiranje naravnih pojavov, ki omogočajo razvoj moderne znanosti. Po drugi strani pa se s tem odpira možnost zamenjave metode z resničnim predmetom obravnave, ki prinaša v znanost določeno mero »naivnosti«. Opazovanega se ne razlikuje od opazovanja, ki tako izgine iz slike, kakršenkoli vpliv opazovalca pa je sedaj izključen – fizika opisuje svet, kakršen je (in ne, kakršen se nam kaže). Matematizacija narave se tako ne razume kot trenutna izjemno uspešna metoda, temveč kot (absolutni) način njenega obstoja. Galilej ni iskal zgolj »primernih orodij za 'reševanje pojavov'«,[6] temveč je –

> »poskušal odkriti pravo strukturo narave, brati pravo knjigo vesoljstva [...] njegova kritika Ptolemajevega sistema je bila ravno to [spoznanje], da »aritmetika, čeprav zadovolji astronoma, ne prinese zadovoljstva ali pomiritve astronomu filozofu«. Toda, kot je rekel, Kopernik »je zelo dobro dojel, da če nekdo lahko reši nebesne pojave z napačnimi predpostavkami o naravi, se to da mnogo lažje storiti z resničnimi predpostavkami«. Torej ni bil razlog zgolj pragmatična uporaba načela ekonomije, da je treba izbrati enostavnejšo hipotezo. Narava sama je tista, ki »ne naredi z mnogimi vzroki tega, kar lahko naredi z malo [vzroki]«, narava sama je tista, ki narekuje privolitev v Kopernikov sistem.«[7]

Znanost se ne ukvarja več s pojavi samimi, temveč z njihovim matematičnim opisom kot točnejšim izrazom, kako stvari so. Ko Galileja

---

6 A. C. Crombie, v: Koyré, A.: *Izvori moderne znanosti*, prev. Likar, V., v: *Znanstvena Revolucija*, ZRC SAZU, Ljubljana, 2006. str. 69.

7 Crombie, *op. cit.*, str. 69.

njegov aristotelski nasprotnik povpraša: »'Ste to preizkusili?', Galilej ponosno odvrne: 'Ne, in nobene potrebe ni, da bi; brez vsakega izkustva lahko zatrdim, da je tako, saj ne more biti drugače.'«[8] Zelo sorodna je izjava Alberta Einsteina iz leta 1919 po prvem dokazu splošne teorije relativnosti, ko so ga povprašali, kako bi se odzval, če bi eksperimentalni podatki nasprotovali njegovi teoriji: »Potem bi mi bilo žal za Gospoda. Teorija je pravilna v vsakem primeru.«[9] Einstein je bil velik občudovalec Galileja, kar dokazuje tudi njegov znameniti predgovor h Galilejevemu *Dialogu o dveh glavnih sistemih sveta, ptolemajskem in kopernikanskem,* [10] ter hkrati občudovalec in izjemen uporabnik (moderne) znanstvene metode, ki se je oblikovala v 17. stoletju. Nedvomno je to pomembno prispevalo tako njegovemu oblikovanju ene izmed temeljnih in najbolj elegantnih fizikalnih teorij kot njegovemu zavračanju novega razumevanja procesa opazovanja, ki ga zahteva kvantna mehanika in h kateremu se bomo znova vrnili v nadaljevanju.

Moderna znanost tako vpelje zarezo med življenjskim/izkustvenim svetom in svetom znanosti, pri čemer je znanstveni opis sveta razumljen kot objektivni opis tega, kako svet (resnično) je. Kot zapiše Koyré: »Pred prihodom galilejevske znanosti smo z več ali manj prilagajanja in interpretacije nedvomno sprejemali svet, ki je bil dan našim čutom, kot realni svet. Z Galilejem in po njem smo dobili razcep med svetom dostopnim čutom, in realnim svetom, svetom znanosti. Ta realni svet je utelešena geometrija, realizirana geometrija.«[11] Problematično pa je, da se zaradi »privajenosti« na to zamenjavo (tj., na metodo samo kot tako) vedno bolj pozablja in se hkrati s tem opušča tudi kakršnokoli utemeljevanje takšne pozicije ali utemeljevanja samega. Galilej svojo metodo, svoje razumevanje sveta še obsežno utemeljuje, za njegove sodobnike pa takšno razumevanje nikakor ni samoumevno in *Dialog o dveh glavnih sistemih sveta, ptolemajskem in kopernikanskem* je bistveno tudi »programsko« be-

---

8 A. Koyré, »Galilej in znastvena revolucija«, prev. Vendramin, V., v: Koyré, A.: *Znanstvena Revolucija*, ZRC SAZU, Ljubljana, 2006. str. 143.

9 I. Rosenthal-Schneider, *Reality and Scientific Truth*. Wayne State University Press, Detroit, 1980. str. 74.

10 A. Einstein, »Vorwort«, v: *Dialogue concerning the two chief world systems: Ptolemaic and Copernican*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1981.

11 A. Koyré, »Znanstveni doprinos renesanse«, prev. Vendramin, V., v: Koyré, A.: *Znanstvena Revolucija*, ZRC SAZU, Ljubljana, 2006. str. 83.

sedilo, ki predstavlja, razlaga in zagovarja nov pogled na naravo, novo filozofijo narave.[12] Newton razume silo gravitacije izključno kot »matematično« in ne kot »fizično silo«. Dejstvo, da bi bodisi materija bodisi Bog delovala na razdaljo, se mu je zdelo nemogoče, ni bilo v skladu z njegovim »zdravim razumom«, sama »elegantnost« matematičnega opisa še ni pomenila zadovoljive razlage. Tako se tudi njegovo delo ne imenuje »*Principia Philosophiae*, to je, *Načela filozofije* (kot Descartesova), temveč *Philosophiae naturalis principia mathematica*, to je MATEMATIČNA *načela* NARAVNE *filozofije*.«[13] Pozneje pa kakršnakoli potreba po kritičnem pretresu matematizacije narave, postopkov abstrakcije, posploševanja in absolutizacije povsem umanjka, v točki gravitacije že takoj po Newtonu:

»Newton je dejal ter še in še ponavljal, da bi bilo treba to lastnost [silo privlačnosti] šele razložiti; da tega ne zmore in da, ker noče podajati umišljenih razlag, če pač nima dobre teorije in če lahko znanost (matematična filozofije narave) povsem dobro napreduje tudi brez nje, raje ni podal nobene (to je eden od pomenov njegove znamenite izjave *Hypotheses non fingo*) in je pustil vprašanje odprto. Naj se zdi še tako čudno ali še tako naravno, mu vendar v tej točki ni nihče sledil. [… Prva generacija njegovih učencev …] je silo privlačnosti sprejela za resnično, fizično in celo bistveno lastnost materije in njihova doktrina, ki so ji tako burno in trdovratno ugovarjali Newtonovi celinski sodobniki, je požela odobravanje Evrope.«[14]

Paradigma moderne znanosti tako prinaša določeno ontologijo in na njeni podlagi razumevanje narave in znanosti. Matematika kot jezik

---

[12] Kot zapiše Koyré: »Če ponovim, tako smo navajeni matematične znanosti, matematične fizike, da ne čutimo več nenavadnosti matematičnega pristopa k Biti, paradoksne drznosti Galilejeve izjave, da je knjiga Narave napisana z geometrijskimi črkami. Za nas je to samoumeven zaključek. Ne pa za Galilejeve sodobnike. Zato je pravica matematične znanosti, matematične razlage Narave, v nasprotju z razlago matematično razlago zdrave pameti in aristotelovske fizike, veliko več kot nasprotovanje med dvema astronomskima sistemoma, kar je resnični predmet *Dialoga o dveh velikih sistemih sveta*. Dejstvo je, da *Dialog*, […] ni toliko knjiga o znanosti v našem pomenu besede kot knjiga o filozofiji […] iz preprostega razloga, ker je rešitev astronomskega problema odvisna od vzpostavitve nove Fizike.« Vir: A. Koyré, »Galilej in Platon«, prev. Vendramin, V., v: Koyré, A.: *Znanstvena Revolucija*, ZRC SAZU, Ljubljana, 2006, str. 121.

[13] A. Koyré, *Od sklenjenega sveta do neskončnega univerzuma*, prev. Kante, B. Studia Humanitatis, ŠKUC Filozofska fakulteta, Ljubljana, 1988, str. 147.

[14] A. Koyré, »Pomen in vplivnost Newtonove sinteze«, prev. Vendramin, V., v: Koyré, A.: *Znanstvena Revolucija*, ZRC SAZU, Ljubljana, 2006. str. 174.

narave upoveduje, kako narava *je*, koncepti, ki jih znanstvenik za ta opis uporablja, pa razpirajo »resničnost« pojavov, njihovih lastnosti in razmerij med njimi. Takšna paradigma bistveno določa tudi razumevanje procesa opazovanja. Ta postane predmet kritike v 'kontinentalni' filozofiji 20. stoletja in med drugim predstavlja enega od razlogov za njen odmik od znanosti in obrat k umetnosti in družbenim vprašanjem.

Hkrati pa se takšno razumevanje procesa opazovanja prelomi ob opazovanju kvantnih pojavov, ki so tako prepoznani kot čudni in neintuitivni. Koyré zapiše, da »Zdrav razum je – in je vedno bil – srednjeveški in aristotelovski.«[15] Morda se (v smislu fraze »sovražniki mojih sovražnikov so moji prijatelji«) kvantna mehanika, ki se zdi z vidika klasične fizike kot tiste, ki zraste iz opozicije temu »zdravemu razumu«, neintuitivna in nerazumljiva, k zdravemu razumu zopet vrača. Tako fenomenološko kritiko kot omenjeni odnos med procesom opazovanja v klasični in kvantni fiziki si bomo natančneje pogledali v nadaljevanju.

b) Fenomenološki pogled na proces opazovanja v znanosti

Prav odnos med opazovalcem, opazovanjem in opazovanim v znanosti je glavna iztočnica Husserlove kritike sodobne znanosti v delu *Kriza evropskih znanosti in transcendentalna fenomenologija*, pri čemer je soodnos med kritiko znanosti in uvidom fenomenologije, ki ga izpostavlja že naslov, ključen.

Če si torej najprej pogledamo osnovno izhodišče fenomenologije: Husserlu fenomen predstavlja stvar, kot se daje meni, na način, da ima smisel prav zame.[16] Fenomen je vedno intencionalen fenomen, je fenomen o nečem, tistem, kar opazujem, zaznavam.[17] Jedro zaznavanega je

---

[15] A. Koyré, »Galilej in znanstvena revolucija 17. stoletja«, *ibid.*, str. 135.

[16] T. Hribar, »Fenomen uma«, v: Husserl, E.: *Ideje za čisto fenomenologijo in fenomenološko filozofijo*, prev. Jerman, F., Slovenska matica, Ljubljana, 1997.

[17] Husserl večinoma uporablja izraz zaznava (*Wahrnehmung*) in ne izraza opazovanje (*Beobachtung*), ki ga uporabljamo v pričujočem prispevku. Izraz 'opazovanje' je v terminologiji filozofije znanosti in v samih znanstvenih razlagah mnogo pogostejši, kar je glavni razlog za izbiro tega termina. Z izbiro izraza 'zaznava' Husserl poudari povezavo s psihologijo in s primarno odprtostjo zaznavajočega k svetu, saj gre v prvi vrsti za izraz, ki označuje pridobivanje informacij s pomočjo čutil, medtem ko je izraz 'opazovanje' bolj kontemplativen, pasiven. To je gotovo eden od vzrokov, da se izraz pogosteje uporablja v filozofiji znanosti in v samih znanstvenih razlagah,

zaznavano samo, a vedno v horizontu zaznavanja in glede na mojo lastno usmerjenost, pri čemer je bistveno ali gre za usmerjenost k stvari sami ali pa za nek specifičen interes, npr. občudovanje, estetsko kontemplacijo ali praktičen interes. Vedno se pogled usmeri na izbrani predmet zavesti, na stvar, in pri tem razvija zelo različne zavesti o njem. Gledano je korelat gledanja, slišano korelat poslušanja, vohano korelat vohanja itn. Če stvari dišijo ali smrdijo, to niso lastnosti stvari na sebi, temveč njihova izvorna danost zame, zaradi moje določene, telesne zainteresiranosti. Zunanji svet je zaradi narave in harmoničnosti izkustva empirično zunaj dvoma, hkrati pa je vera v zunanji svet tudi *Glaubengewissheit*, vase verujoča gotovost, saj povezava zaznave z zaznavanim temelji na gotovosti uma, ki je podlaga vsega racionalnega delovanja v svetu. Povsem zmotno je misliti, da se zaznavanje ne približa stvari sami. Vsakemu bivajočemu pripada načelna možnost, da to, kar je, preprosto zrem in ga zaznavam.

Tudi v fiziki, trdi Husserl, je vedno zaznavana stvar sama natanko tista stvar, ki jo raziskuje in znanstveno določa fizik, a gre pri tem za določeno usmerjenost, za določene intencionalne konstrukcije, in sicer za teoretsko določitev čutno doživetih stvari. Opazovano je resnično bivajoče, a pod vodstvom aproksimacije k idealni geometrijski obliki ter po načelu »navade«– stvari imajo navado, da se v določenih okoliščinah, določeno obnašajo, svet ima »navado«, da se nadaljuje tako kot do zdaj. Transcendenca fizikalne stvari (v smislu objektivizacije) je transcendenca, ki se konstituira v zavesti.

Problem znanosti je v tem, da se na to usmerjenost pozablja, da se metodo zamenjuje za pravo bit.[18] Odnos med opazovalcem, opazovanim in opazovanjem je poenostavljen do te mere, da je tretji člen povsem izpuščen iz kakršnekoli refleksije in analize procesa opazovanja. Moderna znanost, na začetek katere Husserl, tako kot npr. Koyré, po-

---

saj je med modernim znanstvenikom in njegovim opazovanjem/zaznavo najpogosteje merilni inštrument, kar instinktivno napeljuje k uporabi izraza 'opazovanje'. Lahko bi rekli, da je v izbiri izraza 'opazovanje' za znanstveno zaznavanje že prisoten vpliv znanstvene orientacije. Pri tem pa je potrebno poudariti, da razmerje med zaznavanim, zaznavo in tistim, ki zaznava nedvomno enako razmerju med opazovanim, opazovanjem in opazovalcem. Nenazadnje se tudi izraz *Beobachtung* navaja kot prvi sinonim za izraz *Wahrnehmung*: (Gl. D. Götz, *et. al.* (uredniki), *Langenscheidts Größwörterbuch Deutsch als Fremdsprache*, Langescheidt KG, Berlin/München, 1998.)

[18] Gl. E. Husserl, *Kriza evropskih znanosti in transcendentalna fenomenologija*, prev. Tonkli Komel, A., Krušič, S. in Leskovec, A.. Slovenska matica, Ljubljana, 2005.

stavlja Galileja, gradi na hipotezi, da je bivajoče mogoče aproksimirati idealnim geometrijskim oblikam in sklepati na načelo »navade« ter na podlagi tega opazovane objekte in odnose med njimi izraziti v matematičnih formulah. Njegova kritika se nanaša na dejstvo, da je to predhodno sklepanje v naravoslovju pozabljeno, zavest o predhodni hipotezi, o dejstvu, da gre za aproksimacijo, je izpuščena, narava se dojema kot na sebi matematična, pot do stvari samih je zaprta. Kot poudarja Husserl, to ni kritika fizikov in njihovih nespornih dosežkov, temveč manka refleksije, ki bi pomembno prispevala ne le k razumevanju sveta in bivajočega, temveč tudi samega naravoslovja.

Tako kot v filozofiji znanosti je Husserlovo razumevanje (moderne) znanosti bistveno povezano z njenimi »začetki« v 17. stoletju – v ospredje so postavljeni novo razumevanje strukture narave in znanosti ter razumevanje procesa opazovanja. Na podlagi pregleda temeljnih značilnosti moderne znanosti skozi njen zgodovinski pregled in fenomenološko kritiko si bomo v nadaljevanju natančneje pogledali model procesa opazovanja v klasični fiziki.

c) Klasična fizika in fenomenologija

Če na proces opazovanja v klasični fiziki pogledamo s fenomenološkega vidika, ta sicer nikakor ne negira ali problematizira njenih znanstvenih izsledkov kot takih in uporabe tovrstnega znanstvenega opazovanja kot dela znanstvene metode, problematizira pa ozkost in naivnost njene refleksije, ki bi ju pravzaprav lahko razumeli kot izostanek refleksije procesa opazovanja v znanosti sploh. Manko refleksije pa s seboj prinaša tudi napačno razumevanje metode in predmeta raziskovanja Prav potreba po temeljiti refleksiji procesa opazovanja, podana s strani fenomenologije, pa, kot bomo videli v nadaljevanju, večplastno sovpada s sorodno zahtevo v okviru kvantne fizike.

Potemtakem bi bilo treba razumeti ne-poenostavljeni model procesa opazovanja v klasični fiziki v naslednji obliki: Sam proces opazovanja bistveno sestavljajo opazovalec, opazovanje in opazovano. Klasična fizika »na delu« omogoča poenostavitev tega odnosa z ne-razlikovanjem med opazovanjem in opazovanim, ki omogoča tudi (navidezno) odštetje vloge opazovalca. Vendar so koncepti (npr. gibalni moment, pozicija), ki jih

opazovalec uporabi za opis opazovanega in kot taki konstituirajo (njegovo) opazovanje, (še) vedno bistveno koncepti opazovalca in temeljijo na njegovih preteklih izkušnjah iz njegovega življenjskega sveta in na zmožnostih/naravi same merilne naprave. Teh konceptov tako ne moremo razumeti kot apriornih lastnosti opazovanega, ki bi bile neodvisne od opazovalčevega (načina) opazovanja, opisa in razumevanja (znova gre za izvorno danost stvari zame, zaradi moje določene zainteresiranosti). Kot zapiše francoski fizik in filozof fizike François Lurçat: »Epistemološka lekcija te ideje je še vedno relevantna: naši koncepti niso zapisani v knjigi univerzuma, mi sami jih zasnujemo v poizkusu razumeti zakone naravnih in, splošneje, fizikalnih pojavov.« [19] Naši koncepti niso apriorne lastnosti stvari, ki jih opisujemo, a so v znanstveni komunikaciji, zaradi njihove splošne rabe in inter-subjektivnega strinjanja o njihovem enoznačnem pomenu, bodisi absolutno bodisi zgolj s praktičnega vidika v okviru vsakdanje uporabe, sprejeti kot taki.

To splošno sprejeto posploševanje pa postane problematično, ko stopimo na področje kvantne mehanike. To, kar se z vidika klasične fizike zdi kot »čudni«, neintuitivni svet kvantne mehanike, kot nesprejemljivo odpravljanje za znanost bistvenega realizma klasične fizike, bi se z vidika fenomenologije lahko pokazalo kot premislek metode kot take ter kot refleksija procesa opazovanja. Kaj torej v razumevanje procesa opazovanja prinaša kvantna mehanika?

2. Proces opazovanja v kvantni mehaniki

Kvantno-mehanski opis sveta odpira pogled na pojave, ki so s poenostavljenim modelom procesa opazovanja v klasični fiziki nekompatibilni in zahtevajo premislek samega procesa opazovanja.

V kvantno-mehanskem procesu opazovanja vpliva opazovalca ni mogoče odšteti, vpliv samega procesa opazovanja na opazovano je ključen, ne le z epistemološkega, temveč tudi z ontološkega vidika. Kvantni sistem pred meritvijo opisuje valovna funkcija – z vidika klasičnega opa-

---

[19] F. Lurçat, »Understanding Quantum Mechanics with Bohr and Husserl«, v: Boi, L., Kerszberg, P. & Patras, F. (uredniki): *Rediscovering Phenomenology*, Springer, Dordrecht, 2007, str. 238.

zovalca se obnaša kot val. Valovna funkcija je verjetnostna funkcija, saj podaja (le) verjetnost, da v trenutku meritve sistem najdemo v določeni konfiguraciji. Pred meritvijo tako lahko z veliko natančnostjo sklepamo na verjetnost posameznih rezultatov (in torej na »statistiko« množice meritev), ne pa na posamezen rezultat, manko informacije o določeni vrednosti pa ni, kot v klasični fiziki, posledica opazovalčevega ne-vedenja ali ignorance. Te informacije v svetu preprosto ni. Zato govorimo o t. i. objektivnem naključju, ki nasprotuje klasični predstavi o determinizmu fizikalnega sveta.

V trenutku meritve pride do t. i. »kolapsa valovne funkcije«, saj sistem sedaj opisuje izmerjena lastnost in ne več valovna funkcija – pri tem je ključna vloga opazovalca oz. njegovega akta opazovanja/meritve, saj ta povzroči »kolaps« in izloči določeno/izmerjeno lastnost kot tisto, ki pripada delcu. Hkrati je za razumevanje procesa opazovanja bistven koncept t. i. komplementarnosti. Posamezne »lastnosti« opazovanega kvantnega sistema so komplementarne (npr. lega in gibalna količina), kar pomeni, da pridobitev natančnega vedenja o obeh ni mogoča – z meritvijo ene se kvantni sistem v kontekstu meritve spremeni, meritve druge ne moremo samoumevno »prišteti« k prvi bazi znanja.

Obe izpostavljeni lastnosti kvantnih sistemov sta bistveno povezani s kvantno prepletenostjo, ki je morda z vidika klasične fizike sicer najbolj presenetljivi, za kvantno mehanski opis pa najbolj temeljni in značilni fenomen.[20] Kvantno prepletenost so z namenom izpodbitja na novo oblikujočih se principov kvantne mehanike prvič izpostavili Einstein, Podolsky in Rosen v prispevku *Ali se kvantno-mehanski opis fizikalne realnosti lahko razume kot popoln?*[21] Kvantna prepletenost opisuje razmerje med sistemoma, ki po interakciji predstavljata enoten sistem, medtem ko sta posamezno opisljiva le še kot pod-sistema. Oba pod-sistema sta sedaj povsem določena eden glede na drugega in ker sta pod-sistema prepletena glede na določeno lastnost, npr. glede na spin, to pomeni, da je njuno razmerje določeno glede na to lastnost. Tako lahko na podlagi

---

[20] Gl. E. Schrödinger, »Discussion of Probability Relation Between Separated Systems«, *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society,* 31, 555–563, 1935.; B. Dakić & Č. Brukner, »Quantum Theory and Beyond: Is Entanglement Special?" arXiv:0911.0695v1, 2009.

[21] Gl. A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, »Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?«, *Phys. Rev.,* 47, 777, 1935, str. 777–780.

meritve določene lastnosti pri prvem natančno sklepamo na ustrezno lastnost pri drugem, čeprav pred meritvijo teh lastnosti nista imela (znana je bila le verjetnost, da se izmeri določeno lastnost) in čeprav se nahajata na zelo oddaljenih mestih (tako da samo potovanje informacije zaradi zakonov, ki jih opisuje posebna relativnostna teorija, ni mogoče).[22]

V primeru meritve pride do prepleta med merjenim kvantnim sistemom in merilno napravo (ter s tem do prepleta s klasičnim okoljem) in do t. i. dekoherence. Slednja opisuje »spremembo« kvantnega sistema v trenutku meritve in pomaga pojasniti, zakaj je mogoče kvantni sistem v trenutku meritve opisati s klasičnimi koncepti. »Dekoherenco lahko definiramo kot praktično ireverzibilno de-lokalizacijo (v Hilbertovem prostoru) superpozicije, zaradi vseprisotnega prepleta z okoljem.« [23]

Z vidika klasične fizike so proces opazovanja v kvantni fiziki, njegovi elementi in posledice, še kako problematični – objektivnega naključja, vpliva opazovalca oz. akta opazovanja, komplementarnosti itn. ni mogoče odšteti/zanemariti, saj predstavljajo temeljne lastnosti kvantnega sveta. S tem pa se zamaje tudi klasični koncept realnosti, ki je temeljil prav na ne-razlikovanju med opazovanjem in opazovanim, ki sedaj ni več mogoče (kontekst meritve vedno že določa naše vedenje o opazovanem). Prav manko klasičnega koncepta realnosti je tudi tisti, zaradi katerega je Einstein kvantno mehaniko razumel kot nepopolno in deloval kot njen glavni kritik. Tako Einstein v že omenjenem kritičnem prispevku s soavtorjema Podolskyjem in Rosenom predstavi kot zadovoljivo definicijo realnosti naslednji zapis: »V celoviti teoriji za vsak element v realnosti obstaja korespondenčen element. Zadosten pogoj za realnost fizikalne kvantitete je možnost, da jo natančno predvidimo.«[24] Članek pa avtorji zaključijo z opazko:

---

[22] Einstein je takšno razumevanje fizikalnih procesov označil kot *»spukhafte Fernwirkung«* (strašljivo delovanje na daljavo), kvantno mehaniko pa posledično kot nepopolno. Gl.: A. Einstein, »Letter from Einstein to Max Born, 3 March 1947«, v: Born, M.: *The Born-Einstein Letters; Correspondence between Albert Einstein and Max and Hedwig Born from 1916 to 1955*, Walker, New York, 1971.

[23] M. Schlosshauer, K. Camilleri: »The quantum-to-classical transition: Bohr's doctrine of classical concepts, emergent classicality, and decoherence«, *Studies of History and Philosophy of Modern Physics*, 2008.

[24] A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, »Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?«, *Phys. Rev.,* 47, 777, 1935, str. 777.

»Res je, da se do naših zaključkov ne pride, če se vztraja, da imamo lahko dve ali več fizikalnih kvantitet za sočasne elemente realnosti samo, če so sočasno izmerjene ali napovedane. S tega stališča kvantiteti P in Q nista sočasno realni, ker lahko napovemo le eno ali drugo in ne obeh sočasno. Zaradi tega je realnost P in Q odvisna od procesa meritve, izvedene na prvem sistemu, ki na noben način ne vpliva na drugi sistem. Za nobeno razumno definicijo realnosti ne moremo pričakovati, da bi lahko dopustila kaj takega.«[25]

Kvantna mehanika z zahtevo po pretresu modela procesa opazovanja prinaša tudi zahtevo po pretresu konceptov bistveno vezanih na ontologijo moderne znanosti, njenega razumevanja strukture narave in sveta, na čelu s konceptom realnosti, kakršnega poznamo iz klasične fizike.

Zato ni čudno, da je Richard Feynman, eden najpomembnejših ameriških fizikov 20. stoletja, ki je bistveno prispeval k razvoju kvantne mehanike, zatrdil, da zagotovo ni nikogar, ki bi razumel kvantno mehaniko.[26] Po mnenju Rogerja Penrosa, matematičnega fizika in enega najpomembnejših še živečih angleških intelektualcev, kvantna mehanika deluje kot nesmiselna [»makes absolutely no sense«].[27] René Thom, francoski matematik in filozof, med drugim nagrajen s Fieldsovo medaljo, pa jo je opisal kot intelektualni škandal stoletja.[28] Razumevanje kvantne mehanike kot nerazumljive, ‹nesmiselne› ali škandalozne pa nedvomno določa tudi izhajanje iz klasičnega razumevanje procesa opazovanja, ki se ga po desetletjih uspešne uporabe kot temelj učnega in raziskovalnega procesa, apriorno razume kot pravilnega in nujnega za znanstveno razumevanje.

Vendar, ali zagata kvantne mehanike pomeni, da so v proces opazovanja vneseni novi, problematični, neintuitivni in nesmiselni elementi, ali, da kvantna mehanika upošteva že poprej zahtevano filozofsko/fenomenološko refleksijo in odpravlja klasične poenostavitve, ki šele sedaj kot take stopajo iz neskritosti?

---

25 *Ibid.*, str. 780.

26 R.P. Feynmann, *The Character of Physical Law*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1965, str. 129.

27 R. Penrose & C.J. Isham (urednika), *Quantum Concepts in Space and Time*. Clarendon Press, Oxford, 1986, str. 139.

28 R. Thom, *Prédire n'est pas Expliquer*. Flammarion, Paris, 1993, str. 86.

a) Fenomenološki pogled na proces opazovanja v kvantni mehaniki

Če kvantna mehanika v proces opazovanja ne vnaša problematičnih, nesmiselnih elementov, temveč zgolj opušča poenostavitve klasičnega razumevanja procesa opazovanja, kaj potemtakem torej prinaša refleksija procesa opazovanja, kakršno zahteva fenomenologija, v okviru kvantne mehanike.

Husserlova kritika znanosti v *Krizi* sicer eksplicitno zajema tudi »novo atomsko fiziko«, kot tisto, ki še vedno bistveno izhaja iz matematizacije narave. Po eni strani se kvantna mehanika sooča z množico različnih interpretativnih pristopov, večji del katerih razume ne-razlikovanje med opazovanjem in opazovanim kot nujni sestavni del fizike in jo poizkuša ohraniti bodisi s praktično postavitvijo (zgolj) matematičnega opisa kot zadostnega[29] bodisi z uvedbo množice novih elementov, ki namesto radikalnega premisleka o odnosu med opazovanim in opazovanjem radikalno posegajo v samo-razumevanje opazovalca.[30] A hkrati, kot bomo videli, ena od ena od najpomembnejših interpretacij kvantne mehanike izhaja prav iz potrebe po temeljitem razmisleku procesa opazovanja.[31]

Husserl takšne, njegovi filozofiji bolj ali manj sočasne, premike na področju kvantne mehanike ob svojem kritičnem zasuku k preteklosti povsem spregleda, a manko takšnega Husserlovega uvida ni težko razumljiv. Kot se je na seminarju v Le Thoru izrazil Heidegger: »Šele ko ugledamo meje, ugledamo velikega misleca. Če vidite moje meje, ste me razumeli. Jaz jih ne morem videti.«[32] Kljub Husserlovi kritiki sta si fenomenološki in kvantno-mehanski pretres procesa opazovanja, kakršnega bomo predstavili v nadaljevanju, še kako blizu.

Poenostavitev procesa opazovanja v klasični fiziki, ki bi jo lahko označili tudi kot legitimno pozabo, postane v kvantni mehaniki izrazito pro-

---

[29] A. Pais, *Niels Bohr's Times*. Clarendon Press, Oxford 1991, gl. str. 309–310.

[30] H. Everett, III., *Theory of the Universal Wavefunction*, Thesis. Princeton University, Princeton, 1956, gl. str. 118–119.

[31] Gl. N. Bohr, *The Philosophical Writings of Niels Bohr, Volume I, II, III & IV*. Ox Bow Press, Woodbridge, Connecticut, 1987–1998.

[32] Neumann, Günther, *Die phänomenologische Frage nach dem Ursprung der mathematischnaturwissenschaftlichen Raumauffassung bei Husserl und Heidegger*, Duncker und Humblot, Berlin, 1999, str. 47.

blematična. Kvantni sistem pred meritvijo »se obnaša« povsem drugače kot kvantni sistem ob meritvi, ko je prepleten z merilno napravo in s tem z našim klasičnim okoljem/sistemom. Pred in po meritvi govorimo o koherentnem kvantnem sistemu, ki ni del našega klasičnega sistema. A potemtakem temeljita refleksija odnosa med opazovalcem, opazovanim in opazovanjem ne more biti potisnjena ob stran. Naši klasični koncepti ne morejo biti, niti v okviru poenostavljene slike za praktične namene, razumljeni kot lastnosti opazovanega koherentnega kvantnega sistema, saj ta ni del klasičnega sistema na razumevanju katerega so uporabljeni koncepti osnovani. Kot klasična bitja lahko uporabljamo in razumemo samo koncepte, ki izhajajo iz našega življenjskega sveta, ta pa je nujno in apriorno klasičen. Z njimi lahko opišemo/razumemo opazovanje opazovanega, torej opazovano, kakršno se nam daje v kontekstu opazovanja/meritve in glede na ta kontekst, ne pa tudi opazovanega kot takega, neodvisno od tega koncepta. Tako vsaka kvantna meritev predstavlja nov, specifičen kontekst, novo kvantno prepletenost med kvantnim sistemom in merilno napravo – novo spraševanje po novem odgovoru, kar pojasnjuje tudi pojav kvantne komplementarnosti.

Takšna refleksija omogoči tudi lažje razumevanje valovne funkcije kot verjetnostne funkcije: opis kvantnega sistema je lahko točen, razumljiv in smiseln le, če je podan kot opis glede na naš klasični sistem, na katerega se naša sredstva opisovanja tudi opirajo. V tem primeru je valovna funkcija torej opis kvantnega sistema glede na potencialne meritve – glede na potencialne preplete s klasično merilno napravo. Valovna funkcija je opis potencialnih rezultatov potencialne meritve. Posledično ne moremo govoriti o realnem kolapsu valovne funkcije, saj gre za opis, ki je bistveno – ontično (šele v primeru meritve je kvantni sistem del našega klasičnega sistema, prepleten je z merilno napravo kot delom klasičnega sistema, kar bistveno določa njegov način biti) in epistemsko (bistveno je to moj opis, odvisen od mojih konceptov, sistema zaznavanja, okolja itn. ter hkrati opis opazovanega sistema, odvisen od njegovega načina biti) pogojen z razmerjem med našim in opazovanim sistemom. Ob meritvi, zaradi kvantnega prepleta med opazovanim kvantnim sistemom in merilno napravo pride do ontične spremembe opazovanega, hkrati pa pride do bistvene epistemske spremembe – kvantni sistem je sedaj prepleten z našim klasičnim sistemom – pridobimo informacijo o

njegovem stanju in lahko ga opišemo s klasičnimi koncepti. O kolapsu valovne funkcije tako lahko govorimo le metaforično.

Kvantna mehanika postavlja v ospredje zahtevo po razmisleku odnosa med opazovalcem, opazovanim in opazovanjem. Ta zahteva ni nova, saj se že pred tem pojavlja na področju filozofije, a se kot nova in posledično »čudna« pojavlja na področju fizike, kjer so poenostavitve, ki jih vsakodnevno uporablja klasična fizika, razumejo kot nujen sestavni del fizikalnega opisa in procesa delovanja. Zaradi narave kvantnih fenomenov, ki onemogoča poenostavljanje strukture opazovalnega procesa, se zahteva po refleksiji procesa opazovanja in njegovi natančni razčlenitvi sedaj iz zunanje filozofske pozicije prenaša v samo fizikalno prakso, a tu najpogosteje, zaradi ločitve med fiziko in (‹kontinentalno›) filozofijo,[33] katerih premisleki največkrat potekajo vzporedno, ne pa tudi prepleteno, najpogosteje ostaja dojeta kot problematična.

b) Niels Bohr in ključ do razumevanja kvantne mehanike

Refleksija procesa opazovanja v kvantni mehaniki predstavlja tudi podlago interpretacije kvantne mehanike Nielsa Bohra, vodilne osebe v procesu zasnavljanja kvantne mehanike. Njegov pogled bistveno konstituira tudi t. i. kopenhagensko interpretacijo, ki predstavlja glavno izhodišče »učbeniškega« opisa kvantne mehanike in (tako v času oblikovanja kot danes) hkrati med fiziki najbolj razširjeno, čeprav nikakor ne edino interpretacijo. Pri tem je pomembno poudariti, da je kopenhagenska interpretacija zelo kompleksna in poleg Bohrovega pogleda združuje tudi v principu sorodne, a v nekaterih pogledih diametralno nasprotne poglede, kakršna sta »praktični« Heisenbergov pristop, ki bistveno bolj sledi Galilejevemu razumevanju narave kot matematične same na sebi,[34] in von Neumannovo razumevanje, ki poudarja vlogo kolapsa valovne funkcije.

»To, kar se v splošnem razume kot kopenhagenska interpretacija kvantne mehanike [...], se bistveno razlikuje od Bohrove interpretacije, ki izhaja iz komplementarnosti, ne vključuje kolapsa valovnega paketa kot posledico meritve in subjektivnemu opazovalcu ne namenja nobene privilegirane vloge v proce-

---

[33] Gl. T. Bilban, »Sodobne filozofske teorije časa«, *Phainomena*, 16, 64–65, str. 215–235.
[34] A. Pais, *Niels Bohr's Times*. Clarendon Press, Oxford 1991, gl. str. 309–310.

su meritve. [...] Kopenhagenska interpretacija je izum s sredine petdesetih let prejšnjega stoletja, za katerega je v največji meri odgovoren Heisenberg, nadalje pa so ga promovirali nekateri drugi fiziki in filozofi, med njimi Bohm, Feyerabend, Hanson, in Popper, v podporo svojih lastnih filozofskih programov.«[35]

Hkrati pa se večina fizikov ob izhajanju iz kopenhagenske interpretacije naslanja predvsem na njene glavne predpostavke[36] in se redkeje spušča v kompleksnejše, bistveno filozofsko Bohrovo razumevanje. Niels Bohr je namreč razumel razliko med kvantnim in klasičnim prav kot razliko v procesu opazovanja, kot razliko v odnosu med opazovalcem, opazovanim in opazovanjem. Najpomembnejša lastnost, ki kvantno razlikuje od klasičnega, je po Bohrovem mnenju:

»[N]ezmožnost ostre ločitve med obnašanjem atomskega objekta in interakcijo z merilno napravo, ki služi za definiranje pogojev, pod katerimi se fenomen pojavi. Pravzaprav se individualnost tipičnih kvantnih učinkov ustrezno izrazi v okoliščini, da vsak poizkus razčlenitve fenomena zahteva spremembo v postavitvi eksperimenta, ki uvede nove možnosti za interakcijo med objekti in merilnimi napravami, ki jih načeloma ne moremo nadzirati.«[37]

Pojav, ki zahteva drugačen pristop h kvantno-mehanskim pojavom, je nezmožnost ločevanja med opazovanim kvantnim sistemom in merilno napravo, s katero je prepleten v trenutku meritve. Tako v kvantni mehaniki odštetje vpliva opazovalca ni več mogoče.

Vendar, poudarja Bohr, kvantnega eksperimenta ni mogoče nedvoumno in razumljivo opisati drugače kot s klasičnimi koncepti, ki so podlaga kakršnekoli (uspešne) komunikacije rezultatov. Način opisa fenomenov v kvantni mehaniki je odvisen prav od neobhodne uporabe klasičnih konceptov pri interpretaciji vseh ustreznih meritev, čeprav klasične teorije ne zadoščajo za razlago novih tipov regularnosti, s katerimi se ukvarjamo v atomski fiziki.[38]

---

[35] D. Howard, »Who invented the Copenhagen interpretation? A study in mythology«, *Philosophie of Science*, 71, 669, 2004.

[36] G. Jaeger, *Entanglement, Information, and the Interpretation of Qauntum Mechanics*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009, gl. str. 130.

[37] N. Bohr, »Discussions with Einstein on epistemological problems in atomic physics«, v: Schilpp, P. (urednik): *Albert Einstein: Philosopher–Scientist. Library of Living Philosophers*, Evanston, Illinois, 1949, str. 201.

[38] Gl. N. Bohr, »Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?«, *Physical Review*, 48, 1935.

Prav ta nujnost uporabe klasičnih konceptov in hkrati specifika kvantnih pojavov kot ne-klasičnih in kot tistih, ki jih je nemogoče ostro ločiti od klasičnih merilnih naprav, ki določajo pogoje njihovega pojavljanja, zahtevata torej temeljit premislek procesa opazovanja in razmerja med opazovalcem, opazovanim in opazovanjem ter bistveno upoštevanje konteksta opazovanja in vloge procesa opazovanja pri opisu opazovanega. Kot zapiše François Lurçat, vprašanja, kot je »kakšna je vrednost komponente gibalne količine«, ne presegajo Galilejevega razumevanja narave kot matematične same na sebi. To idejo prevzame Heisenberg, le da nove koncepte nadomesti s starimi. »Bohrov pristop pa je bolj temeljen: pomen vsakega vprašanja mora biti pojasnjen z definiranjem eksperimentalne naprave, ki omogoča, da postavimo to konkretno vprašanje. Takšen je pomen ideje, ki se z vidika klasične tradicije zdi čuden in celo nerazumljiv – recipročne ne-avtonomnosti atomskih procesov in eksperimentalnih naprav.«[39]

Bohrovo razumevanje kvantne mehanike, razumevanje, ki poveže epistemski in ontični pristop, ki omogoči nedvoumno z razumevanjem življenjskega sveta povezano razumevanje, brez pristanka na zgolj praktični matematični opis ali na uvedbo množice novih, nedokazanih ali nedokazljivih elementov, ki bi zagotovili ohranitev poenostavljene, domače klasične slike, je temeljno povezano s fenomenološkim premislekom procesa opazovanja.

Klasični koncepti, ki so za nas kot klasične opazovalce edini koncepti, ki jih (lahko) imamo, so nujni za opis kvantnega opazovanega, a pri tem je bistveno zavedanje, da gre za opis opazovanega v specifičnem kontekstu in glede na ta kontekst, da ne gre zgolj za beleženje apriorno prisotnih, neodvisnih lastnosti opazovanega. Polarizacija fotona *per se* je nesmiselna, vedno govorimo o polarizaciji opazovanega fotona v določeni smeri,[40] o polarizaciji glede na kontekst meritve, o polarizaciji kot klasičnem konceptu, s katerim lahko opišemo pojav, kakršnega zaznamo v kontekstu meritve, s katerim lahko opišemo opazovano, zavedajoč se,

---

[39] F. Lurçat, »Understanding Quantum Mechanics with Bohr and Husserl«, v: Boi, L., Kerszberg, P. & Patras, F.: *Rediscovering Phenomenology*, Springer, Dordrecht, 2007, str. 246.

[40] Gl. A. Peres, *Quantum Theory: Concepts and Methods*. Kluwer academic Publishers, Dordrecht, 1999.; Č. Brukner, »In the 'Kreisgang' between classical and quantum physics«, *UniMolti modi della filosofia,* 2, 2008.

da gre za opis opazovanega, kakršno se nam daje v danem kontekstu glede na izbor, postavitev itn. merilne naprave, s katero ga »sprašujemo«.[41] A hkrati proces merjenja/opazovanja vseskozi predstavlja »spraševanje« narave, spraševanje, ki ga omogoča šele sam proces opazovanja, z odgovori, ki so nam (kot klasičnim opazovalcem) bistveno dostopni/razumljivi zgolj v formi klasičnih konceptov. Pa vendar gre za odgovore narave (fizikalnih fenomenov) in ne zgolj za igro jezika, ki se poigrava s tem, kaj lahko rečemo, kot radi poudarjajo nasprotniki Bohrovega pogleda, ki vključuje tudi epistemski premislek,[42] ali zgolj za sistem naših misli/prepričanj, nepovezanih z zunanjim svetom, kot pogosto poudarjajo zagovorniki izključno epistemske metode, ki povsem izpuščajo ontični vidik.[43] Bohrovo razumevanje kvantne mehanike je bistveno epistemsko (kaj lahko rečemo/vemo) in ontično (o tem, kar je, o Naravi).

François Lurçat je v zaključku svojega prispevka »Razumeti kvantno mehaniko z Bohrom in Husserlom« zapisal: »Klasični fizik ni razumel narave svoje znanosti; kvantni fizik ne razume svoje znanosti same in, kot smo videli, se tega manka razumevanja pogosto zaveda. Zaklenjen v galilejevskem zaporu, ne vidi ključa, ki mu ga ponuja fenomenologija, ključa, ki ga je Bohr, v določeni meri, ponovno odkril sam.«[44]

V središču razumevanja kvantne fizike je prav natančen pretres procesa opazovanja. A ta ne odpravlja le ne-intuitivnosti kvantne fizike, temveč hkrati na novo osvetljuje naravo in strukturo znanosti, njeno utemeljevanje v specifičnem znanstvenem procesu opazovanja in pomen njene vezi s filozofijo.

---

[41] Pri tem je potrebno upoštevati, da je vsak izraz, ki ga pri tem uporabimo za označitev opazovanega – npr. foton, vedno že izraz opazovalca, s katerim opiše opazovano, kot se mu daje v določenem kontekstu, torej glede na specifično opazovanje, glede na specifične odgovore, ki jih opazovano podaja opazovanemu in da tudi tokrat ne gre za opazovano samo na sebi, neodvisno od opazovalca in konteksta.

[42] Gl. C. G. Timpson, »Information, Immaterialism, Instrumentalism: Old and New in Quantum Information«, v: Bokulich, A. & Jaeger, G. (urednika): *Philosophy of Quantum Information and Entanglement*, Cambridge University Press, Cambridge, 2010.

[43] Gl. C. A. Fuchs & A. Peres »Quantum Theory–Interpretation, Formulation, Inspiration: Fuchs and Peres Reply,« Physics Today, 53(9), 14, 90, 2000.

[44] F. Lurçat, »Understanding Quantum Mechanics with Bohr and Husserl«, v: Boi, L., Kerszberg, P. & Patras, F.: *Rediscovering Phenomenology*, Springer, Dordrecht, 2007, str. 257.

Zaključek

Proces opazovanja predstavlja enega ključnih elementov znanstvenega pristopa k predmetu obravnave, razumevanje procesa opazovanja pogojuje in predhaja samo razumevanje znanosti, njenega pristopa in metode, hkrati pa eksaktnost procesa opazovanja pogojuje tudi samo eksaktnost znanstvenega pristopa. Na področju fizike narava in struktura procesa opazovanja stopata iz neskritosti predvsem kot posledica razvoja kvantne mehanike, ki na novo prevprašuje razmerje med opazovalcem, opazovanjem in opazovanim. Razmerje, ki je bilo poprej v klasični fiziki potisnjeno na stran oziroma avtomatično podvzeto kot razumljeno, je sedaj ponovno premišljeno, razumljeno drugače in v novih okvirih, posledično pa se aktualizira tudi samo vprašanje o naravi in strukturi znanosti in o njenem razmerju s filozofijo.

Zgodovinski in filozofski pretres razvoja razumevanja procesa opazovanja od novoveške znanosti dalje pokaže, da moderna znanost vzpostavi razumevanje znanstvenega opisa kot objektivnega opisa tega, kako svet je. Ta pristop se sprva uveljavi kot filozofsko utemeljena znanstvena metoda, kasneje pa se, zaradi splošne uporabe in uspešnosti metode, to metodo povsem izenači s samim predmetom obravnave. Matematiko se razume kot jezik narave, znanstvenikove koncepte pa kot resnične lastnosti pojavov. Takšna paradigma bistveno določa tudi razumevanje procesa opazovanja. Proces opazovanja, ki ga bistveno sestavljajo opazovalec, opazovanje in opazovano je poenostavljen z ne-razlikovanjem med opazovanjem in opazovanim, ki omogoča tudi (navidezno) odštetje vloge opazovalca.

Poenostavljeni model procesa opazovanja, ki se v okviru zamenjave metode in predmeta obravnave v moderni znanosti razume kot celovit model procesa opazovanja, pa postane problematičen v okviru kvantne mehanike. Ta odpre pogled na pojave, ki so s takšnim modelom ne-kompatibilni in zahtevajo ponoven premislek narave in strukture procesa opazovanja. Z vidika klasične fizike neintuitivni kvantni pojavi so razumljivi in smiselni, če jih interpretiramo na podlagi natančno strukturiranega procesa opazovanja. Takšno strukturo procesa opazovanja med drugim zahteva tudi Husserlova fenomenološka kritika moderne znanosti. Ker se kvantni sistem pred meritvijo »obnaša« povsem drugače

kot kvantni sistem v kontekstu meritve, ko je prepleten z našim klasičnim sistemom, naši klasični koncepti ne morejo biti, niti v okviru praktične poenostavitve, razumljeni kot lastnosti kvantnega sistema pred in po meritvi, saj ta ni del klasičnega sistema, na razumevanju katerega so uporabljeni koncepti osnovani. Klasični koncepti so za opis opazovanega nujni, a jih je potrebno razumeti kot opis opazovanega v specifičnem kontekstu in glede na ta kontekst, kar v svojem filozofsko-fizikalnem razumevanju kvantne mehanike poudarja že Niels Bohr, njegovo razumevanje pa kljub uspešnosti in konsistentnosti naleti na odpor dela fizikalne skupnosti prav zaradi privajenosti na do tedaj izjemno uspešni klasični model procesa opazovanja.

Ponovni premislek procesa opazovanja, ki ga zahteva kvantna mehanika, omogoči razumevanje z vidika klasične fizike »čudnih« in ne-intuitivnih pojavov, kakršni so kvantna komplementarnost, kolaps valovne funkcije in njen »verjetnostni značaj«. Hkrati pa prav potreba po tem ponovnem premisleku izpostavi manko refleksije procesa opazovanja v klasični fiziki, ki predstavlja tudi enega od vzrokov za razhod med filozofijo in fiziko v 20. stoletju. Novo znanje, ki ga prenaša kvantna mehanika in njeno izpostavljanje pomena pretresa narave in strukture procesa opazovanja tako odpira pomemben prostor za kompleksno in produktivno povezavo fizike in filozofije. Fizika se lahko naivnosti, poenostavljanju in polovičnemu razumevanju lastnega predmeta in procesa opazovanja izogne le ob temeljitem premisleku in zavedanju svoje metode in njenih predpostavk, pri čemer gre za premislek, ki je bistveno filozofski, tako po svoji naravi, kot prisotnosti v različnih filozofskih sistemih. Hkrati pa lahko filozofija svoj premislek temeljnih ontoloških in epistemoloških vprašanj utemelji, aktualizira in družbeno umesti samo s poznavanjem sodobne znanosti ter z uporabo njenega novega znanja in upoštevanjem epistemoloških problemov, s katerimi se sooča in med katerimi je nedvomno pomemben tudi premislek vloge, narave in strukture procesa opazovanja.

Zahvala: V članku zajeto delo je bilo podprto s strani Templetonove fundacije (John Templeton Foundation grant).

Acknowledgement: This work was supported by a grant from the John Templeton Foundation.

Literatura

1. Bilban, T. (2010), »Sodobne filozofske teorije časa«, *Phainomena*, 16, 64–65, 215–235.
2. Bohm, D. (1952), »A suggested interpretation of the quantum theory in terms of 'hidden' variables«, Phys. Rev., 85.
3. Bohr, N. (1987–1998) *The Philosophical Writings of Niels Bohr, Volume I, II, III & IV*. Woodbridge/Connecticut, Ox Bow Press.
4. Bohr, N. (1935), »Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?«, *Physical Review*, 48.
5. Bohr, N. (1949), »Discussions with Einstein on epistemological problems in atomic physics«, v: Schilpp, P. (urednik): *Albert Einstein: Philosopher–Scientist. Library of Living Philosophers*, Illinois, Evanston.
6. Dakić, B. & Brukner, Č. (2009), »Quantum Theory and Beyond: Is Entanglement Special?« arXiv:0911.0695v1.
7. Brukner, Č. (2008), »In the 'Kreisgang' between classical and quantum physics«, *UniMolti modi della filosofia,* 2.
8. Einstein, A. (1981), »Vorwort«, v: *Dialogue concerning the two chief world systems: Ptolemaic and Copernican*, Berkeley/Los Angeles/London, University of California Press.
9. Einstein, A., Podolsky, B., Rosen, N. (1935), »Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?«, *Phys. Rev.,* 47, 777, 777–780.
10. Einstein, A. (1971), »Letter from Einstein to Max Born, 3 March 1947«, v: Born, M. (1971): *The Born-Einstein Letters; Correspondence between Albert Einstein and Max and Hedwig Born from 1916 to 1955*, New York, Walker.
11. Everett, III., H. (1956), *Theory of the Universal Wavefunction*, Thesis. Princeton, Princeton University.
12. Feynmann, R.P. (1965), *The Character of Physical law*. Cambridge, Massachusetts , MIT Press.
13. Fuchs, C. A. & Peres, A. (2000) »Quantum Theory–Interpretation, Formulation, Inspiration: Fuchs and Peres Reply,« *Physics Today,* 53(9), 14, 90.
14. Galilei, G. (1623), *Il Saggiatore*. Rome.
15. Götz, D. et. al. (uredniki) (1998), *Langenscheidts Größwörterbuch Deutsch als Fremdsprache*. Berlin/München, Langescheidt KG.
16. Howard, D. (2004), »Who invented the Copenhagen interpretation? A study in mythology«, *Philosophie of Science*, 71, 669.
17. Hribar, T. (1997), »Fenomen uma«, v: Husserl, E.: *Ideje za čisto fenomenologijo in fenomenološko filozofijo*, prev. Jerman, F.. Ljubljana, Slovenska matica.

18. Husserl, E. (2005) *Kriza evropskih znanosti in transcendentalna fenomenologija*, prev. Tonkli Komel, A., Krušič, S. in Leskovec, A.. Ljubljana, Slovenska matica.
19. Jaeger, G. (2009), *Entanglement, Information, and the Interpretation of Qauntum Mechanics*. Berlin/ Heidelberg, Springer-Verlag.
20. Koyré, A. (1998), *Od sklenjenega sveta do neskončnega univerzuma*, prev. Božidar Kante. Ljubljana, Studia Humanitatis, ŠKUC Filozofska fakulteta.
21. Koyré, A. (2006), *Znanstvena revolucija*. Ljubljana, ZRC SAZU.
22. Kuhn, T. S. (1988), *Struktura znastvenih revolucij,* prev. Jurman, G. Ljubljana, Založba Krtina.
23. Lurçat, F. (2007), »Understanding Quantum Mechanics with Bohr and Husserl«, v: Boi, L., Kerszberg, P. & Patras, F. (uredniki): *Rediscovering Phenomenology*, Dordrecht, Springer.
24. Neumann, G. (1999), *Die phänomenologische Frage nach dem Ursprung der mathematischnaturwissenschaftlichen Raumauffassung bei Husserl und Heidegger*, Berlin, Duncker und Humblot.
25. Pais, A. (1991), *Niels Bohr's Times*. Oxford, Clarendon Press.
26. Penrose, R. & Isham, C. J. (urednika) (1986), *Quantum Concepts in Space and Time*. Oxford, Clarendon Press.
27. Peres, A. (1999), *Quantum Theory: Concepts and Methods*. Dordrecht, Kluwer academic Publishers.
28. Rosenthal-Schneider, I. (1980), *Reality and Scientific Truth*. Detroit, Wayne State University Press.
29. Schlosshauer, M., Camilleri, K.. (2008), »The quantum-to-classical transition: Bohr's doctrine of classical concepts, emergent classicality, and decoherence«, *Studies of History and Philosophy of Modern Physics*.
30. Schrödinger, E. (1935), »Discussion of Probability Relation Between Separated Systems«, *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society,* 31, 555–563.
31. Thom, R. (1993), *Prédire n'est pas Expliquer*. Paris, Flammarion.
32. Timpson, C. G. (2010), »Information, Immaterialism, Instrumentalism: Old and New in Quantum Information«, v: Bokulich, A. & Jaeger, G. (urednika): *Philosophy of Quantum Information and Entanglement*, Cambridge, Cambridge University Press.

PLATONOV *TIMAJ* IN SODOBNI LUMINETOV MODEL VESOLJA V OBLIKI DODEKAEDRA*

Marko Uršič

Platonov kozmološki »model«

Platon, ki je Lepoto povezoval, mestoma celo enačil z Dobrim – spomnimo se znamenitih besed svečenice Diotime iz *Simpozija* – je o lepoti zvezdnega neba govoril predvsem v svojih poznih dialogih, *Timaju*, *Epinomisu* in *Zakonih*. V *Epinomisu* beremo, da je »narava zvezd najlepša na pogled – v popotovanju in plesu, ki je najlepši in najveličastnejši od vseh plesov in ki naredi vse, kar potrebujejo živa bitja. Res po pravici govorimo, da imajo zvezde dušo« (Platon, 2004: *Epinomis*, 982e). Nebo ima estetski, spoznavni in *etični* smisel, saj vse »sodeluje pri dopolnjevanju vidnega sveta, ki ga je uredil od vsega najbolj božanski Smisel <*lógos*>« (*ibid*. 986c). Pogled na zvezdno nebo nas osrečuje, etično plemeniti in navaja k »pobožnosti« <*theosébeia*>, kajti »srečen človek […] bo postal motrilec <*theorós*> najlepših resničnosti, ki so dostopne vidu« (*ibid*. 986cd), še več, ravno v ustroju neba je najbolj očitna harmonija, in zato »mora biti resničen astronom najmodrejši« (*ibid*. 990a), saj v skladnosti krožnega gibanja zvezd spoznava, »da je to eno za vse […] tako da gleda na eno« (*ibid*. 992a). Skratka, v Platonovih poznih dialogih doseže spoznanje svoj vidni, čutno izkustveni vrh v astronomiji, motrenju harmonije zvezd in enosti neba.

Največjo epopejo vidnemu vesolju kot ustvarjeni »podobi« nevidnega, v mišljenju uzrtega Uma, »sveta idej«, pa je Platon ustvaril v svojem znamenitem kozmološkem dialogu *Timaj*. Ta upravičeno velja tako za véliko pesnitev »o naravi«, ki nadaljuje in dopolnjuje tovrstne predsokratske pesnitve, kakor za prvi univerzalni *kozmološki model*, ki sistema-

* Ta članek povzema v prirejeni obliki odlomke iz dveh avtorjevih knjig: *Daljna bližina neba* (str. 544–45 in 547–54) in *Iskanje poti* (str. 536–42), gl. Literaturo na koncu.

tično (četudi zgolj »verjetnostno« in ravno zato je to teoretski »model«) razlaga nastanek in razvoj vesolja. V *Timaju* se večkrat poudarja *lepota kozmosa*, izraz 'lep' običajno nastopa v pridevniški obliki: »Če je ta svet lep in je ustvarjalec [demiurg] dober, je pač jasno, da se je oziral na večni vzorec« (Platon, 2004: *Timaj*, 29a); »ta svet je najlepša od nastalih stvari, on pa je najboljši od vzrokov« (*ibid.*); »naredil je vesolje s tem, da je sestavil Um v Duši in Dušo v Telesu – da bi tako naredil izdelek, ki bi bil po naravi najlepši in najboljši« (*ibid.* 30b) itd. Posebno zanimiv in interpretacijsko večznačen je tudi zadnji stavek *Timaja*, v katerem Platon imenuje kozmos »vidno živo bitje«, ki je *čutno zaznatni bog*: »Ko je namreč ta svet vase sprejel smrtna in nesmrtna živa bitja ter se je tako povsem izpolnil, je postal vidno živo bitje, ki obsega vidne stvari, čutno zaznatni bog, podoba tistega, ki je (le) umljiv, največji in najboljši, najlepši in najpopolnejši: to Nebo, eno in edinorojeno« (*ibid.* 92c).

Hans Georg Gadamer je nekje proti koncu svojega glavnega dela *Resnica in metoda* (1960) zapisal lepe in pametne misli o platonski »kalokagatiji«, enotnosti/skladnosti lepega in dobrega <*kalón kai agathón*>: »V Platonovi filozofiji najdemo tesno povezanost, pogosto pa tudi zamenjavo ideje dobrega z idejo lepega. […] Lepo na sebi se kaže prav tako dvignjeno nad vse bivajoče kot dobro na sebi (*epékeina*)« (Gadamer, 2001: 387). Tem uvodnim taktom v Platonovo presežno estetiko, ki jo je – mimogrede se spomnimo – še posebej častila renesansa (Marsilio Ficino idr.), sledi Gadamerjeva natančnejša opredelitev platonske ideje Lepega, ki skupaj z Dobrim vsebuje red, sorazmerje, simetrijo, *telos* v kozmosu, vendar Platonova smotrnost vesolja kljub liku demiurga še ne pomeni »božje previdnosti« v poznejšem krščanskem pomenu:

> »Osnova te tesne povezanosti ideje lepega z idejo teleološkega reda biti je pitagorejsko-platonski pojem mere. Platon določa lepo s pomočjo mere, primernosti in sorazmernosti, Aristotel kot momente (*eíde*) lepega imenuje red (*táxis*), pravo sorazmerje (*symmetría*) in opredeljenost (*horisménon*) ter iste momente najde na vzorčen način dane v matematiki. Tesna povezanost med redom matematičnih bistev lepega in nebeškim redom dalje pomeni, da je kozmos kot vzor vsega vidnega reda obenem najvišji primer lepote v vidnem. Merska pri-mernost, simetrija, je odločilni pogoj vse leposti.« (Gadamer, 2001: 388)

Platonska lepota ni le »preprosto simetrija«, saj je njeno »bistvo« presežno, je pa seveda tudi simetrija, še več, v *idejnem* pomenu je lepota

predvsem *simetrija*, če slednjo razumemo v širšem pomenu, dandanes bi rekli kot invariantnost. V *Filebu*, potem ko je »moč Dobrega pobegnila v naravo lepega« (Platon, 2004: *Fileb*, 64e), Sokrat predlaga Protarhu: »No, če ne moreva Dobrega ujeti v eno uzrtost [idejo], ga zajemiva s tremi, namreč z lepoto, sorazmerjem in resnico« (*ibid.* 65a) – torej je sorazmerje (mera, simetrija, harmonija …) privzdignjeno na raven same lepote in/ali resnice. Tudi Platonov modrec Timaj večkrat poudarja pomen sorazmerja za lepoto kozmosa, na primer: »Med vsemi vezmi pa je najlepša tista, ki najbolj zedinja samo sebe in to, kar povezuje; in to po naravi najlepše uresničuje *sorazmerje*« (Platon, 2004: *Timaj*, 31c); ali pa: »Živo bitje, ki je sorazmerno, je za tistega, ki je sposoben gledati, najlepši in najprivlačnejši od vseh prizorov« (*ibid.* 87d) itd. Cel splet sorazmerij pa se nam razkriva v Platonovem slavnem nauku o petih najlepših geometrijskih telesih, pozneje imenovanih tudi »platonska telesa«; to so pravilni poliedri, sestavljeni iz enakostraničnih likov: tetraeder (iz štirih trikotnikov), heksaeder ali kocka (iz šestih kvadratov), oktaeder (iz osmih trikotnikov), dodekaeder (iz dvanajstih peterokotnikov) in ikozaeder (iz dvajsetih trikotnikov). Pravilni poliedri so, bi lahko rekli, nekakšni »geometrijski atomi« snovi, tj. štirih klasičnih prvin in etra: zemlja je sestavljena iz heksaedrov, voda iz ikozaedrov, zrak iz oktaedrov, ogenj iz tetraedrov in eter (vesolje) iz dodekaedrov (gl. *ibid.* 53b–56c).[1] Platonova argumentacija, zakaj je neki določen polieder povezan z nekim določenim elementom, je seveda zastarela, z današnjega vidika naivna (npr. argument, da je ogenj sestavljen iz majhnih, očem nevidnih tetraedrov, zato ker imajo le-ti med peterico najbolj ostre robove itd.), toda prav nič zastarela, ravno nasprotno, zelo aktualna je misel, da so geometrijske lastnosti (simetrije ipd.) bistvene za strukturo snovi, vse tja do najmanjših kvantov – prav ta Timajeva misel je inspirirala tudi Heisenberga in je

[1] Matematično eksaktno je »platonska telesa« (takšnih pravilnih poliedrov je samo pet) pol stoletja pozneje opisal Evklid v trinajsti knjigi *Elementov*, imenujejo pa se po Platonu, ki jih je s svojo genialno umsko intuicijo, izhajajoč iz očitnosti njihove simetrične lepote, izbral v *Timaju* za vesoljne prvine. Matematik H. E. Huntley v »študiji o matematični lepoti« z naslovom *Božansko sorazmerje* (*The Divine Proportion*) pravi: »Grški pogled na pet pravilnih teles je bil mističen. To pa niti ni zelo presenetljivo, saj so te oblike lepe po sebi. Ne potrebujemo kake matematične pretanjenosti, da bi vrednotili očitni čar njihovega videza, saj je ta čar *dan* kot prvina njihove lepote. Nasprotno pa tisto, kar je *pridobljeno* s šolanjem in izobrazbo, zahteva precejšen mentalni napor« (Huntley, 1970: 31).

še dandanes, vsaj posredno, prisotna v metodoloških osnovah »standardnega modela« osnovnih delcev.[2] Filozofsko pa je še posebej zanimiva Platonova povezava med dodekaedrom in etrom, tj. vesoljno prosojno prvino nebesnih sfer, »kvintesenco«, ki se ne meša z nobeno zemeljsko snovjo; Timaj te povezave ne utemeljuje tako kot druge, tudi ne uporabi besede 'eter', ki jo najdemo v tem pomenu pozneje v Aristotelovi razpravi *O nebu*, ampak le pravi, da »[o]bstaja še en, peti sestav <*sýstasis*>: bog ga je uporabil za vesolje, ko ga je krasil s podobami« (*ibid.* 55c) – zato lahko o razlogih nebeškosti dodekaedra samo ugibamo: najprej seveda pomislimo, da se dodekaeder najbolj približa krogli, sferi, ki je po Platonu (in tudi Aristotelu in mnogih za njima) »oblika neba«; potem pa pomislimo še na to, da je dodekaeder sestavljen iz *dvanajstih* (kakor zodiak) pravilnih peterokotnikov, v peterokotniku pa je razmerje med stranico in diagonalo enako »božanskemu proporcu«, *zlatemu rezu*,[3] ki ga izraža »mistično« število $\Phi = (\sqrt{5}+1)/2 = 1{,}6180339 \ldots$

Sodobni »standardni« kozmološki model

Najprej malce pojasnimo, kaj dandanes pravzaprav pomeni *model* v kozmologiji. Nemški filozof kozmolog Bernulf Kanitscheider je kozmološki model opredelil kot »celoto idealizacij, ki so uporabljene v okviru neke [kozmološke] teorije« (Kanitscheider, 1991: 408), pri čemer je poudaril, da ne gre za ikonično rekonstrukcijo realnosti (kakor npr. pri modelu ladje ali hiše ali Osončja), temveč za njeno *simbolno* reprezenta-

---

[2] Heisenberg je v pogovoru »Elementarni delci in Platonova filozofija« rekel: »'V začetku je bila simetrija', to je gotovo pravilnejše od Demokritove teze 'V začetku je bil delec'. Elementarni delci utelešajo simetrije, so njihove najpreprostejše upodobitve, vendar so šele nasledek simetrij. […] Elementarne delce lahko primerjamo s pravilnimi telesi v Platonovem *Timaju*« (Heisenberg, 1977: 262).

[3] Johannes Kepler je v svojem zgodnjem delu *Mysterium cosmographicum* (1596) poskušal s platonskimi telesi razložiti razmerja med razdaljami petih znanih planetov do Sonca oziroma sorazmerja med njihovimi takrat še domnevno krožnimi tirnicami. Poliedre je vložil v kroglo, sfero »zvezd stalnic«, sledil pa je drugačen vrstni red kot pri prvinah v *Timaju*, dodekaeder naj bi določal orbito Marsa (gl. sliko na naslovnici tega zbornika). Ta teorija se ni obnesla, sam Kepler je pozneje opustil kroge in uvedel elipse ter se prav z njimi zapisal v zgodovino astronomije, njegovo zgodnjo spekulacijo pa nekateri sodobni fiziki in kozmologi navajajo kot očiten primer preveč apriorne, čisto matematične »idealizacije« pri formulaciji teorij o naravi (gl. Smolin, 1997: 190–91).

cijo. Model vesolja je torej idealizirana simbolna reprezentacija realnega vesolja: simbolna, ker je zgrajen iz matematičnih oz. fizikalnih enačb, idealizirana pa zato, ker enačbe nikoli ne morejo povsem natančno zajeti neskončne kompleksnosti same realnosti. Pri kozmoloških modelih je presenetljivo, da so praviloma mnogo enostavnejši od modeliranja kakega lokalnega fizikalnega dogajanja, na primer »viharja« v čajni skodelici, ali pa, če vzamemo kozmologiji bližji primer, od modeliranja nastanka posameznih zvezd in galaksij. Razlog te sorazmerne enostavnosti je predvsem v dvojem: prvič, omogoča jo predpostavljeno kozmološko načelo,[4] in drugič, sodobni kozmološki modeli so zgrajeni na osnovi enačb Einsteinove splošne teorije relativnosti, ki za »idealizirane« primere nudijo enostavne in elegantne rešitve. Med vsemi relativističnimi modeli vesoljnega prostora-časa je bržkone najenostavnejši in, filozofsko vzeto, tudi najbolj »eleganten« prvi Einsteinov model, ki ga je sam véliki mojster predlagal za razlago vesolja že leta 1917, torej dve leti po objavi »enačb polja« splošne teorije relativnosti. Ta model je bil *statičen*, torej se v njem vesolje ne razvija v času, niti ni nastalo niti ne bo minilo, ampak je večno in kot celota nespremenljivo; matematično je model opisan z Riemannovo sferično geometrijo, v kateri ima trirazsežni ukrivljeni (neevklidski) prostor *končen* krivinski radij in *pozitivno* ukrivljenost (npr. vsota notranjih kotov trikotnika je večja od dveh pravih kotov). Znano je tudi, da je Einstein temu modelu dodal »kozmološko konstanto« in jo označil z grško črko Λ (*lambda*), namreč zato, da bi uravnovesila univerzalno gravitacijo, ki bi sicer v takšnem statičnem vesolju privlekla prej ali slej vsa telesa skupaj (s tem problemom se je ukvarjal že Newton,

---

[4] Kozmološko načelo je osnovna, *apriorna* predpostavka kozmologije kot vede o *celoti* vesolja. Celota zaradi zaznavnih horizontov nikoli ni neposredno dana, toda v kozmoloških modelih vendarle nastopa »vesolje kot celota«: to je mogoče samo zato, ker modeli predpostavljajo, da je vesolje v celoti *homogeno* in *izotropno* (povsod in v vseh smereh enako, če odmislimo »lokalne« posebnosti, ki pa sežejo vse tja do galaktičnih jat in velikanskih »mehurjev« medgalaktične praznine). Kozmološko načelo je prvi eksplicitno formuliral Edward Milne (1933), čeprav ga kozmologija bolj ali manj »samoumevno« predpostavlja že ves novi vek, zato se imenuje tudi »posplošeno kopernikansko načelo«: za vse opazovalce v vesolju, ne glede, kje oz. od kod opazujejo in v katero smer gledajo, je vesolje videti *enako,* če odmislijo svoje lokalne posebnosti in če opazujejo v istem trenutku kozmološkega časa, opredeljenega z zaporedjem »hiperploskev simultanosti«. Nikjer ni središča, nikjer ni oboda! Opazovalec je vselej v središču *svojega* horizonta, medtem ko so tam, »na obodu«, (lahko) spet neki drugi opazovalci, ki vidijo ob istem kozmičnem času vsepovsod okrog sebe enako nebo, če relativno mirujejo v odnosu do raztezanja vesolja.

ki je domneval – napačno, kot se je izkazalo pozneje – da je ravnotežje zagotovljeno z enakomerno razporeditvijo teles in njihovo veliko medsebojno oddaljenostjo v neskončnem evklidskem prostoru). Kanitscheider ugotavlja, da gre v Einsteinovem statičnem, »riemannovskem« vesolju za »znova odkriti finitizem«, in čeprav dandanes, tj. po Hubblovem odkritju sistematičnih rdečih premikov spektralnih črt v svetlobi galaksij, ta model vesolja s svojo statično razporeditvijo materije in s konstantno ukrivljenostjo, ki naj ne bi bila odvisna od časa, »ne pride več v poštev kot ustrezen opis sveta«, pa vendar –

»…je ta model pokazal, da je možna konsistentna obravnava kozmološkega problema, da je mogoče kljub vezanosti opazovalca na točko, s katere opazuje, racionalno in izkustveno odločljivo ugotoviti, kakšna je vesoljna razporeditev materije in njej pripadajoči prostor-čas. Posebne pozornosti pri tem modelu je seveda vredna ponovna oživitev *finitizma*. Toda končnost tega sveta ni preprosto zvedljiva na vrnitev k finitističnim mislim iz srednjeveške slike vesolja, ki so jo oblikovali Aristotel, Ptolemaj in Dante in pri kateri je bil središčni položaj Zemlje obdan z nebesnim obokom zvezd stalnic. V Einsteinovem svetu je uresničena Riemannova zamisel združitve končnosti in brezmejnosti. Drugače kot v srednjeveških predstavah ima ta svet sicer končno prostornino <*Rauminhalt*>, vendar nima nobenih zunanjih meja. Vsako točko v njem lahko smatramo za središčno točko in nikjer ne dospemo do roba, kjer bi lahko stegnili roko skozi kako mejo v 'zunanjost'.« (Kanitscheider, 1991: 156)

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

ukrivljenimi Friedmanovimi modeli (običajno rečemo, da tudi ta model spada med FRW-modele).[5] V našem kontekstu je zanimivo ugotoviti, da sta oba Einsteinova modela – namreč prvi, »parmenidsko« statični, ki »žal« ni več empirično ustrezen zaradi Hubblovega odkritja, da se vesolje razteza (in tudi drugih razlogov), zlasti pa drugi, dinamični Einsteinov & De Sitterjev »ravni« model, ki pa še vedno lahko pride v poštev za opis raztezajočega se vesolja – s *filozofskega* stališča najbolj zaželena med vsemi sodobnimi kozmološkimi modeli, ker sta najbliže našim predstavam o idealni kozmologiji, preprosti in jasni sliki sveta, platonski popolnosti vesolja, ki naj bi čim bolj jasno odražalo enovitost in večnost naravnega in/ali božjega *logosa*. Toda kot kažejo nekatere novejše astronomske meritve ukrivljenosti vesoljnega prostora s pomočjo opazovanja zvezd supernov v drugih galaksijah (Perlmutter, Garnavich, 1998 idr.), se vesolje *pospešeno* razteza, tako da je tudi Einsteinov & De Sitterjev idealno »ravni« model najbrž bolj odraz naših pričakovanj, da je *kozmos* popoln in »enostaven«, kot pa opis dejanskega vesolja.[6] Ironija v razvoju kozmologije pa je, da se Einsteinova domnevno »največja zmota«, namreč *lambda*, zdaj znova kaže kot upravičena, še več, današnji kozmologi v njej vidijo možnost zapolnitve vrzeli med doslej izmerjeno gostoto in za »ravno« vesolje pričakovano (»kritično«) povprečno gostoto mase in/ali energije v vesolju: *lambda* naj bi izražala »energijo vakuuma« in tako znova, tako rekoč po ovinku, postavila na kozmološki prestol filozofsko zaželeni model »ravnega« vesoljskega prostora, tj. neko posodobljeno, bolj kompleksno varianto Einsteinovega & De Sitterjevega kozmosa. Vendar je treba k temu takoj dodati, da oživitev *lambde* obenem pomeni vdor množtva novih možnih modelov oziroma scenarijev razvoja vesolja, tako da je enostavnost zdaj že »klasičnih« FRW-modelov, v katerih je imela *lambda* ničelno vrednost, videti že skoraj idilična.

---

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

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

Ali se z novimi empiričnimi podatki približujemo rešitvi »uganke vesolja« (vsaj kar zadeva »obliko« celotnega kozmosa v prostoru-času) – ali pa se oddaljujemo od nje? O tem so mnenja deljena: nekateri kozmologi so optimistični v prepričanju, da smo zdaj tako rekoč tik pred ciljem, drugi pa so v svojih ocenah stanja današnje kozmologije bolj previdni. Da bi bil položaj še bolj zapleten, oživljajo tudi »srednjeveške« zamisli o vesoljni »kvintesenci«, skrivnostnem »etru«, ki privzema nove pojavne oblike; poraja se celo sum o tem, da je svetlobna hitrost konstantna in največja možna fizična hitrost (gl. Magueijo 2004; *cf.* tudi najnovejše raziskave hitrosti nevtrinov v eksperimentu »Opera«).

Vrnimo se zdaj k standardnemu modelu razvoja vesolja z mislijo, da bo v prihodnje verjetno izboljšan z novimi »nestandardnimi« dopolnitvami. Vprašali smo se, kaj je *kozmološki model*, in odgovorili, da je to neka idealizirana simbolna reprezentacija realnega vesolja, zgrajena iz matematičnih oz. fizikalnih enačb. K temu je treba dodati, da sodobnega standardnega modela seveda ne sestavljajo samo enačbe Einsteinove splošne relativnostne teorije, ampak tudi – zlasti za opis zgodnjega obdobja vesolja – enačbe oziroma zakonitosti fizike osnovnih delcev: z njimi so namreč znanstveno »rekonstruirane« tiste znamenite »prve tri minute« kozmološkega časa po prapoku, ki jih je v poljudno kozmološko literaturo uvedel Steven Weinberg.

Ko govorimo o »velikem poku« – osebno rajši uporabljam izraz »prapok« – je treba najprej poudariti, da je sama oznaka *big bang*, ki naj bi izražala začetek vesolja, nastala po naključju, sprva je bila izrečena z ironičnim podtonom (uporabil jo je Fred Hoyle kot zastopnik takrat še aktualne nasprotne teorije, namreč »stacionarnega« modela vesolja, po katerem se vesolje razteza brez začetka v času), poleg tega pa je ta beseda lahko tudi zavajajoča, če si z »velikim pokom« predstavljamo eksplozijo, ki poči na nekem določenem mestu in se potem širi s svojim udarnim valom v prostor; pri prapoku namreč ne gre za takšno eksplozijo, ki bi se širila v neki že pred tem prvim vesoljnim Dogodkom obstoječi prostor, ampak se z njim začne »razpirati« tudi prostor sam. To lahko izrazimo tudi s *principom vsebovanja*: »Vesolje vsebuje prostor in čas; ne obstaja v prostoru in času« (Harrison, 2000: 147). Ali še drugače: »Prapok je bil dogodek, ki se je zgodil *povsod*« (Morris, 1992: 51). Izkustvena evidenca tega dogodka, njegova »sled«, ki se je ohranila do dandanes, približno 14

milijard let po prapoku, je izotropno *prasevanje* oziroma mikrovalovno sevanje »ozadja«; z ozadjem tu ni mišljen kak substrat, kak »eter«, ampak sevanje samo, ki je izotropno glede na vse tiste opazovalce, ki *mirujejo*, »pripeti« na koordinate raztezajočega se prostora.

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

Luminetov »platonski« model vesolja

Kozmološki model, ki ga predlaga francoski fizik-kozmolog (in tudi kanček poeta) Jean-Pierre Luminet, je zelo »nestandarden«. Postavlja namreč hipotezo, da ima Vesolje *obliko dodekaedra* »kot celota« (ne samo delci etra, kot je že davno domneval Platon). Luminet je razvil ta nenavadni, fantazijsko navdahnjeni model po strogih znanstvenih kriterijih

v vrsti člankov, ki so bili objavljeni v uglednih naravoslovnih revijah (tudi v prestižni reviji *Nature*), sintezno pa v knjigi *Naokrog ovito vesolje* (*The Wraparound Universe*, 2008).[7] Gre za model prostorsko končnega oziroma »kompaktnega« vesolja z »mnogokratno povezano« <*multiply connected*> topologijo.[8] Po nekajletnem izbiranju med sorodnimi variantami se je Luminet leta 2003 odločil za topološki model »sferičnega dodekaedričnega Poincaréjevega prostora«, pri katerem je vsaka stranica dodekaedra »zlepljena« s svojo nasprotno stranico po rotaciji za 36° (tj. za desetino celotnega kroga), tako da nastane *končen* volumen *brez robov* (je torej neomejen, če mejo razumemo v klasičnem geometrijskem pomenu); ta prostor je »mnogokratno povezana varianta hipersfere, s tem da je njegov volumen 120-krat manjši; lepljenje [nasprotnih stranic, pravilnih peterokotnikov] pa je mogoče popolnoma izvesti le tedaj, če uporabimo pozitivno ukrivljeni [rahlo sferični] dodekaeder, katerega robni koti znašajo 120°, ne pa ~117° kakor v evklidskem prostoru« (Luminet, 2008: 81).[9] In če postavimo vprašanje, zakaj pa ne bi potemtakem rajši

---

[7] Naslov prve izdaje Luminetove knjige, ki je izšla v francoščini leta 2001, je manj posrečen, po mojem mnenju celo malce zavajajoč: *L'univers chiffonné*, kar bi lahko prevedli »Zgubano vesolje« (bolj dobesedno: »zakrpano«, »cunjasto« vesolje; fr. *chiffon* pomeni cunja). Luminetov vesoljni dodekaeder je sicer res po svoje »zguban«, nikakor pa ni »zakrpan« ali »cunjast«, ravno nasprotno, prej je »platonsko pravilen«, četudi je rahlo ukrivljen in topološko drugačen od evklidskega dodekaedra.

[8] Svetlobni žarki, ki po Einsteinu vselej sledijo »ničelnim geodetkam«, tj. prostorsko najkrajšim svetovnicam med dogodki, lahko potujejo zaradi nenavadne topologije prostora-časa (npr. v trirazsežnem torusu) *po mnogih različnih poteh*; topološko se temu reče, da je prostor »mnogokratno povezan« <*multiply connected*>. »Različne poti fotonov iz istega dogodka razpršitve <*scattering event* [tj. s horizonta fotonov, kjer/ko se je sprostilo prasevanje]> imajo različne dolžine, tako da ustvarjajo podobe istega vira v različnih jakostih in različnih smereh. In če je za fotone dovolj časa, da obkrožijo vesolje [tj. da pridejo *okrog* torusa], to vodi k podobam-prikaznim <*ghost images*>« (Silk, 2006: 188).

[9] Hipersfera, ki jo Luminet v tem citatu primerja s svojim dodekaedrom, je definirana v analitični geometriji na analogen način kot krog ali krogla (sfera), le z eno dimenzijo več kot slednja. Krog je definiran kot množica točk, ki ustrezajo enačbi $x^2 + y^2 = r^2$ na ravnini (x, y); krogla je definirana kot množica točk, ki ustrezajo enačbi $x^2 + y^2 + z^2 = r^2$ v prostoru (x, y, z); štiridimenzionalna hipersfera pa je definirana kot množica točk, ki ustrezajo enačbi $x^2 + y^2 + z^2 + u^2 = r^2$ v (hiper)prostoru (x, y, z, u), glej npr. (Kaku, 1994: 342, op. 10). V našem 3D evklidskem prostoru si ni mogoče nazorno predstavljati hipersfere, lahko pa si jo zamislimo tako, da so sfere njeni »preseki«, *analogno* kakor so krogi preseki sfere, torej da v mislih prenesemo nazorna razmerja med 2D in 3D na nenazorna razmerja med 3D in 4D (takšen prenos nam pomaga tudi v drugih podobnih primerih, ko poskušamo vizualizirati nekaj, česar ne moremo neposredno videti, npr. Einsteinov ukrivljeni prostor-čas).

izbrali za model vesolja kar hipersfere, ki je očitno enostavnejša, bolj v skladu z »Ockhamovo britvijo«, nam Luminet odgovarja, da z epistemološkega stališča »potrebujemo model fizičnega prostora, ki ne bi bil niti premajhen niti prevelik v primerjavi z zaznavnim vesoljem«,[10] namreč zato, da bi bilo sploh mogoče empirično zaznati njegovo »mnogokratno povezano« topologijo – kajti to bi z zelo natančnimi instrumenti lahko opazili kot simetrične »replike«, »kroge-dvojnike« na prasevanju, vendar mnogo težje ali sploh ne v primeru hipersfere, četudi bi bila »mnogokratno povezana«, saj je njen volumen pri enaki ukrivljenosti 120-večji od volumna sferičnega dodekaedra in bi krogi-dvojniki segali predaleč čez naš horizont, tako da jih ne bi mogli prepoznati. Luminetovo dodekaedrično vesolje bi torej imelo sorazmerno »majhen« volumen, približno za petino manjši od sedanje Hubblove sfere, se pravi, *vesolje bi se nam zdelo večje, kot dejansko je* (gl. *ibid.* 299–307) – kakor da bi se znašli v nekem prostoru, z vseh strani obdanem z zrcali. Replike pa ne bi bile samo na prasevanju, ampak bi se nam v takšnem »mnogokrat povezanem prostoru« tudi daljne galaksije kazale kot replike *istih objektov v različnih časih*, namreč zaradi različnih dolžin svetlobnih poti iz istega vira svetlobe. Poglejmo značilen odlomek iz Luminetovega *Naokrog ovitega vesolja*:

»V naokrog ovitem vesolju trajektorije svetlobnih žarkov, ki jih oddaja katerikoli vir svetlobe, ubirajo več poti, da pridejo do nas, pri čemer vsaka sledi gubam <*folds*> tkanine prostora-časa. Zato opazovalec zazna s katerekoli zvezde množico *podob-prikazni* <*ghost images*>. Ko torej vidimo milijarde galaksij, ki zavzemajo prostor, o katerem smo prepričani, da je nenaguban <*unfolded*> in neizmerno velik, bi bila to lahko zgolj iluzija; vse te milijarde podob galaksij bi bile lahko ustvarjene z manjšim številom objektov, prisotnih v naokrog ovitem vesoljnem prostoru manjših razsežnosti. Tak prostor ustvarja iluzijo neskončnosti.« (Luminet, 2008: 89)

---

[10] Naše *zaznavno* vesolje je zamejeno v *prostoru-času* s »Hubblovo sfero«, ki je relativna glede na vsakokratnega opazovalca kot območje znotraj njegovega vesoljnega horizonta. Radij Hubblove sfere je za nas, ki živimo ~13,7 milijard let po prapoku (v bolj poljudnih prikazih se ta čas pogosto zaokroži na 14 mld.), tista razdalja okrog nas v vesoljnem *prostoru*, ki jo je svetloba lahko prepotovala v času od prapoka do danes (natančneje: od sprostitve fotonov kakih tristo tisoč let po prapoku do danes). Zaradi raztezanja vesolja pa Hubblov radij kot *prostorska* razdalja znaša precej več svetlobnih let kot ~13,7 milijard (časovnih) let: običajno se navaja vrednost ~40 SL, Luminet pa navaja ~53 SL (gl. Luminet, 2008: 300); izračun te razdalje ni odvisen le od empiričnih podatkov (vrednosti Hubblove konstante itd.), ampak tudi od izbora kozmološkega modela.

Luminetov izraz »manjše število objektov« je sicer treba razumeti *cum grano salis*, kajti četudi bi bilo vesolje res takšno, kot si ga je zamislil, bi bilo za človeške mere še vedno velikansko, v njem bi bilo še vedno zelo veliko število galaksij – vendar bi bilo končno. Večina sodobnih kozmologov je precej skeptična do njegovega »eksotičnega« vesoljnega modela, čeprav je zanimiv in se vsaj posredno navdihuje pri častitljivem starem *Timaju*. (Nekateri malce posmehljivo imenujejo Luminetovo teorijo »model nogometne žoge«, na katero naj bi spominjal njegov sferični dodekaeder.) Vendar glavni razlog dvoma ni nenavadnost, fantastičnost te zamisli – navsezadnje, kaj je bolj »fantastično« od samega prapoka? – ampak težave pri njenem ujemanju z empiričnimi dejstvi. Luminet je v dobri znanstveni maniri tudi sam predvidel možnost izkustvene falsifikacije svoje teorije: če bi izmerili, da je »vrednost $\Omega < 1{,}01$ [povprečna gostota vesolja], potem bi to izločilo Poincaréjev prostor kot fizikalni model« (Luminet, 2008: 302), ker povprečna gostota snovi/energije ne bi ustrezala predvideni ukrivljenosti prostora (povezani sta z Einsteinovimi enačbami splošne teorije relativnosti). Novejši zbrani in obdelani rezultati meritev satelita WMAP pa kažejo, da je vrednost Ω s 95 % zanesljivostjo nekje med 0,9929 in 1,0181, torej ostaja – glede na Luminetov lastni kriterij falsifikacije – le malo možnosti, da je njegova teorija pravilna. Poleg tega dodekaedrični model verjetno ni kompatibilen s »teorijo inflacije« (gl. Luminet, 2008: 132), ki je tako rekoč sestavni del sodobne »standardne« kozmologije (čeprav tudi sama inflacija še ni dokončno potrjena). Zakaj potemtakem Luminet vztraja pri svojem sferičnem dodekaedru? Odgovor je na dlani: zaradi *estetskih* razlogov, ki pa nikakor niso znanstveno zanemarljivi.[11] Poglejmo nekaj teh razlogov, poleg lepe zgodovinske navezave na platonizem in renesančni hermetizem (pentagram, zlati rez ipd.). Torej, zakaj bi bil Luminetov sferični dodekaeder *lep* – in ravno s svojo lepoto primeren model za *resnično* »obliko vesolja«?

Prvič, sferični dodekaeder je geometrijsko telo z visoko stopnjo simetrije, ki pa vendarle ni popolna, tako kot pri sferi ali hipersferi. Sferična simetrija je sicer platonsko »najlepša«, toda sama po sebi (brez posega

---

[11] Znani kvantni fizik Paul Dirac je dejal: »Bolj pomembno je imeti lepe enačbe kot to, da se ujemajo z eksperimenti« (gl. Huntley, 1970: 76). V filozofiji je slavna tista Heglova izjava ob očitku, da se njegova znanost ne sklada z dejstvi: »Tem slabše za dejstva!« Hm?

demiurga v *Timaju* ali božjega *cincuma* v kabali, ali pa »lomov simetrij« v sodobni kozmologiji) ne more ničesar ustvariti ravno zaradi svoje popolnosti – medtem ko je v zanimivi, kompleksni, čeprav nepopolni simetriji sferičnega dodekaedra (in podobnih struktur) že vsebovano množtvo, implicitno tudi gibanje (dvanajst »faset«, rotacijski kot »lepljenja« ipd.). V tej »sintezi« simetrije in kompleksnosti se kaže matematična, strukturna lepota, filozofsko rečeno: *množtvo v enem*.

Drugič, Luminetov model vesolja je *končen*, platonsko (in nasploh klasično) gledano pa je končnost *lepša* od neskončnosti. Finitizem kot »ideal« uma je še vedno v ozadju naših misli o vesolju, tudi v sodobni kozmologiji. V pojmu neskončnosti prostora-časa so konceptualne težave, zlasti če si poskušamo zamisliti *dejansko* (aktualno) fizično neskončnost (gl. Uršič 2010: 294–326). Med hujšimi težavami neskončnega prostora-časa je tudi problem »dvojnikov«: kajti če je osnovnih *vrst* delcev neko končno, niti ne veliko število, kot predvideva »standardni model«, potem iz tega sledi, da je *število variacij* oziroma različnih možnih sestavov teh delcev (ob nekem omejenem številu delcev, na primer, kolikor jih sestavlja človeško telo) tudi *končno* – in četudi je število teh variacij zelo veliko, v *neskončnem* prostoru-času to pomeni, da se sestavi nujno ponavljajo, in to *ad infinitum!* Skratka, neskončnost prostora-časa skupaj s končnim številom regionalnih variacij implicira, med drugim, obstoj neskončnega števila mojih »dvojnikov« (ali tvojih ali njenih), ki so tako rekoč »v posmeh« osebni identiteti, zavesti posameznikove edinstvenosti (gl. Luminet, 2008: 129–132). Natančne replike prav mene *samega*, tudi če bi bile neznansko mnogo svetlobnih let daleč ali v kakem »drugem vesolju«, vsekakor niso nekaj *lepega*, vse preveč nas spominjajo na kloniranje bakterij v epruveti. Visoko razvita živa bitja nis(m)o lepa na enak način kakor posamezne, druga drugi enake celice simetrično pravilne kristalne mreže, naša lepota je drugačna, filozofsko bi jo lahko označili kot *različnost v istosti*.

Tretjič, Luminetovo vesolje ni le končno, ampak je tudi sorazmerno »majhno«, čeprav spet ne premajhno, da bi nam dajalo občutek takšne utesnjenosti, kot jo je občutil Giordano Bruno spričo sklenjenosti »nebesnega oboka« v aristotelsko-ptolemajski in srednjeveški podobi kozmosa. (Sicer pa je že Aristotel v *Poetiki* ugotavljal, da morajo biti stvari ravno »pravšnje« velikosti, da bi nam estetsko ugajale.) Vendar pri tej

človeški pripadnosti »srednjemu svetu«, našemu *Lebensweltu*, v katerem dejansko živimo, nekje sredi med največjim in najmanjšim, ne gre zgolj za »estetsko« prioriteto, ampak tudi za neko psihološko nujo, še več, za spoznavno nujnost, saj nam je razumljiv le takšen svet, ki je (vsaj v mislih) »sorazmeren s človekom« – tretja lepotna maksima je torej tako s filozofskega kot z življenjskega stališča: *človek v kozmosu*.

Seveda pa ne moremo nikoli zanesljivo (iz)vedeti, ali te maksime, ti »estetski argumenti« niso zgolj naše »subjektivne« želje – kot pravi tudi Luminet: »Kozmos je sinonim za red in lepoto. Vendar onstran te preproste etimološke ugotovitve nič ne vem o tem, ali je Vesolje <*Universe*> resnično lepo in harmonično, in o tem nimam nobenih prepričanj. Morda pa je le človeški duh tisti, ki hoče videti lepoto in simetrijo tam, kjer ju nemara sploh ni?« (Luminet, 2008: 139). Omenja tudi vedski pojem *maje* (vesoljnega »privida«) in se sprašuje, kako naj bi pri »podobah-prikaznih« na nebu razlikovali med prividom in resničnostjo. »Na nebu lahko vidiš le tisto, kar si pripravljen videti« (*ibid*. 140). Mi pa lahko končamo ta članek z lepo in resnično mislijo Maurica Merleau-Pontyja iz *Fenomenologije zaznave*: »Nič ni težje kot v resnici vedeti, *kaj vidimo*« (Merleau-Ponty, 2006: 78).

Literatura

1. Gadamer, Hans-Georg (2001). *Resnica in metoda*, prev. Tomo Virk. Ljubljana: KUD Literatura, Zbirka Labirinti.
2. Harrison, Edward (2000). *Cosmology. The Science of the Universe* (2nd edition). Cambridge: Cambridge University Press.
3. Heisenberg, Werner (1977). *Del in celota*, prev. Katarina Bogataj-Gradišnik. Celje: Mohorjeva družba.
4. Huntley, H. E. (1970). *The Divine Proportion. A Study in Mathematical Beauty*. New York: Dover Publications.
5. Kaku, Michio (1994). *Hyperspace. A scientific Odyssey through the 10th dimension*. Oxford: Oxford University Press.
6. Kanitscheider, Bernulf (1991). *Kosmologie. Geschichte und Systematik in philosophischer Perspektive*. Stuttgart: Reclam.
7. Luminet, Jean-Pierre (2008). *The Wraparound Universe*. Wellesley, Mass.: A K Peters.

8. Magueijo, João (2004). *Faster Than The Speed of Light. The story of a scientific speculation*. London: Arrow Books.
9. Merleau-Ponty, Maurice (2006). *Fenomenologija zaznave*, prev. Špela Žakelj. Ljubljana, Študentska založba.
10. Morris, Richard (1992). *The Edges of Science. Crossing the boundary from physics to metaphysics*. London: Fourth Estate.
11. Peebles, James E. (2001). »Making sense of modern cosmology«. *Scientific American*, januar 2001.
12. Platon (2004). *Zbrana dela*, I. in II., prev. Gorazd Kocijančič. Celje: Mohorjeva družba.
13. Silk, Joseph (2006). *The Infinite Cosmos*, Oxford: Oxford University Press.
14. Smolin, Lee (1997). *The Life of the Cosmos*. Oxford Oxford University Press.
15. Uršič, Marko (2010). *Daljna bližina neba. Človek in kozmos* (*Štirje časi – Jesen*). Ljubljana, Cankarjeva založba.
16. Uršič, Marko (2011). *Iskanje poti* (2. izd. knjige *Štirje časi – Pomlad*, 2002). Ljubljana: samozaložba.

DESCARTESOVA DEDIŠČINA IN VPRAŠANJE MIŠLJENJA IN ZAVESTI V KOGNITIVNI ZNANOSTI

Olga Markič

1. Uvod

Znanstvena revolucija v 17. stoletju je za raziskovanje narave vpeljala mehanicistični pristop in s tem pomembno spremenila razumevanje narave in mesta človeka v njej. Pred tem, v srednjem veku in renesansi, so o naravi razmišljali kot o vrsti organizma, o živi naravi. V skladu z Aristotelovim sistemom, ki je predstavljal temelje znanstvenemu pristopu tistega časa, so tako organske kot anorganske stvari počele tisto, kar je bilo v njihovi »naravi«. To pomeni, da so težile k svojim naravnim mestom. Na primer, kamni so padali na tla, ker so tla njihovo naravno mesto. V 17. stoletju pa je aristotelsko metodo razlage, ki je uporabljala pojma »končnega cilja« in »narave«, nadomestila mehanična metoda, ki je razlagala s pomočjo urejenega determinističnega obnašanja materije v gibanju (Crane 1995: 3). Galileo Galilei, Francis Bacon, René Descartes in Isaac Newton so za razliko od svojih predhodnikov, ki so študirali in interpretirali Aristotela, uvedli kot glavno metodo pri iskanju zakonitosti v svetu opazovanje, poskuse in natančno merjenje interakcij v naravi. Ta novi mehanični pogled na svet je Galilei opisal kot branje knjige, zapisane v matematičnem jeziku. Merjenja in oblikovanje zakonov narave v zapisu matematičnih enačb pa so pripomogli k razvoju znanosti (predvsem je tu mišljena fizika), kot jo poznamo danes.

Znanstveniki, ki so sprejeli mehanični pogled, so razlagali obnašanje stvari s sklicevanjem na vzročne zakone. Pojmovanje mehaničnega sistema je bilo omejeno s takratnim stanjem naravoslovne znanosti, predvsem fizike. Tako je bil mehanični sistem determinističen, interakcija pa je potekala zgolj z neposrednim dotikom. Kot primer zapletenega mehaničnega sistema je pogosto nastopala ura, ki je bila večkrat uporabljena

tudi kot metafora ali analogija v filozofskih argumentih. Kasnejši razvoj fizike je sicer zavrnil mehanično sliko sveta, razumljeno v tem specifičnem smislu, ni pa spodkopal splošnega pogleda, da svet deluje v skladu z naravnimi zakoni ali zakonitostmi. Nekateri avtorji uporabljajo izraz mehaničen v tem širšem smislu, sinonimno z izrazom naturalističen, na primer Tim Crane (1995) in John Haugeland (1985).

Če so se znanstveniki pred znanstveno revolucijo v 17. stoletju pri razlagi neorganskih stvari zgledovali pri živi naravi, kjer je vse imelo svoje naravno mesto v skladu s harmoničnim delovanjem sveta, se je s sprejetjem mehanične slike sveta zadeva obrnila. Prvenstvo je prevzelo neorgansko; vzročna razlaga v neorganskem svetu je postala zgled tudi za razlago organskega. Mnogi znanstveniki so želeli s pomočjo enake metode, kot je v uporabi za neživa bitja, razložiti tudi vedenje živih bitij. Tako je René Descartes menil, da bi bilo mogoče tudi vedenje živali razložiti s povsem mehaničnim pristopom. Vendar je živalim s tem, ko jih je pojmoval kot stroje, odrekel zavest in mentalna stanja. Slednje po Descartesu ne sodi v mehansko sliko sveta, kajti mišljenja, zavesti in prostovoljnih dejanj ni mogoče razložiti z mehansko metodo naravoslovnih znanosti. Kot ugotavlja Cottingham (1995), pa je pogosto spregledano, da je Descartes v delu *Razprava o človeku (Traité de l'homme)* navedel tudi mnogo funkcij človeka, ki jih je mogoče razložiti mehanično, brez sklicevanja na posebno mislečo stvar (*res cogitans*). Mednje ne sodijo zgolj funkcije avtonomnega živčnega sistema, kot na primer dihanje in bitje srca, ampak tudi take, ki jih danes uvrščamo med psihološke, na primer čutno zaznavanje, spomin in notranji občutki lakote in strahu. Mehanično razlago je po Descartesu mogoče uporabiti tudi za razlago dejanj, na primer hoje ali petja, če se dogodijo brez mentalne pozornosti. Če pa je pozornost prisotna, potem terja postavitev posebne »racionalne duše«.

Descartes nas v petem delu *Razprave o metodi* povabi, da si zamislimo, da bi obstajali stroji, ki so povsem podobni ljudem in posnemajo vsa naša dejanja. Do spoznanja, da ti stroji niso resnični ljudje, naj bi po njegovem mnenju vodili dve poti. Prva pot oziroma prvi argument se opira na ugotovitev, da »ti stroji nikoli ne bi imeli daru govora ne drugih znakov, ki jih uporabljamo ljudje za izražanje svojih misli drugim« (Descartes 1957: 82). Čeprav bi bilo mogoče, da bi se tak stroj odzival

na zunanje dražljaje, pa po Descartesu ne bi mogel »iz lastnega nagiba nikoli postavljati besed, da bi smiselno odgovarjal na vse, kar se izreče vpričo njega, kot to zmorejo katerikoli ljudje« (*ibid.*). V drugem argumentu izpelje razliko med mehanskim strojem in človekom iz dveh trditev. Prvič, da je človekov razum univerzalen, »organi strojev pa morajo biti za vsako delovanje posebej razvrščeni«, in drugič, da »je praktično nemogoče, da bi bilo v enem stroju dovolj raznovrstnih delov, ki bi mogli sprožiti njegovo delovanje v vseh življenjskih prilikah, kakor dela to za našo dejavnost razum« (*ibid.*). S tema preizkusoma bi lahko spoznali tudi razliko med živalmi in človekom. Po Descartesu živali nimajo le manj razuma kot človek, ampak ga sploh nimajo. V pismu Morusu (5. februarja 1649) opozarja, da ljudje zmotno menijo, da živali mislijo. Po razmisleku je Descartes prišel do sklepa, da gibanje živali izvira iz enega samega principa, ki je telesen in mehaničen, in da ni mogoče dokazati, da bi bila v živalih misleča duša (Descartes 1957: 276).

Descartes je postavil ločnico med živalmi, katerih delovanje je podvrženo naravnim zakonom, in človekom, ki se s sposobnostjo mišljenja izmika mehanični razlagi. Stuart Shanker (2004) tako poudarja, da je Descartes zavračal doktrino »velike verige bitij«, kajti med živalmi in človekom naj bi bila prekinitev, ki je ne more zapolniti noben manjkajoči člen. Telo je lahko stroj, a človek s sposobnostjo mišljenja, jezikovnega sporazumevanja, usmerjanja dejanj in zavedanja je kategorično drugačen od živali. Descartes je poudaril razmejitev med mehaničnim, refleksnim in nehotenim gibanjem na eni strani ter namernim in hotenim gibanjem na drugi. Po njegovem prepričanju ne moremo izvajati racionalne duše iz možnosti materije, temveč mora biti posebej ustvarjena.

Razvoj znanosti, še posebej Darwinova teorija evolucije, je filozofe in znanstvenike spodbudil k iskanju poti, kako preseči prepad med živalmi, pojmovanimi kot mehaničnimi avtomati, in človekom kot racionalnim bitjem. Zagovorniki kontinuuma imajo po Shankarjevem mnenju dve možni poti: pokazati morajo, da je (i) vedenje živali inteligentno, ali (ii) da je vedenje človeka mehanično. Obe jemljeta Descartesa za duhovnega vodjo, čeprav se razlikujeta v tem, kar sprejemata za njegovo dediščino (Shankar 2004: 318).

V nadaljevanju bomo pokazali, kako sta ti dve poti zaznamovali dva pomembna pristopa iskanja naturalistične razlage duševnih procesov.

Zagovorniki klasične simbolne paradigme so začeli s pojmi poljudne psihologije in »od zgoraj navzdol« pokazali, kako so duševna stanja fizično realizirana oziroma da je vedenje človeka mehanično. S pristopom »od spodaj navzgor« pa skušajo znanstveniki z natančnim raziskovanjem živčnih mehanizmov tako pri živalih kot pri človeku ugotoviti, kako duševni pojavi in racionalno vedenje vzniknejo kot produkt evolucije. Ta dva pristopa kažeta tudi na razlike v reševanju dveh nalog, povezanih z vprašanjem naturalistične razlage: prvič, razložiti, kako fizični sistem lahko racionalno razmišlja o nečem (vprašanje intencionalnosti), in drugič, ugotoviti, kako je tak sistem lahko zavesten (vprašanje fenomenalne zavesti).

2. Kako je mogoča racionalnost v mehaničnem svetu?
Pot od zgoraj navzdol

Descartes je kot enega temeljnih problemov materializma izpostavil vprašanje racionalnega mišljenja. Mnogi materialistični filozofi so zato skušali najti mehanično razlago za mišljenje. Na primer, francoski materialistični filozof La Mettrie (1709–1751) je izzval svoje sodobnike s knjigo *L'Homme machine* (*Človek stroj*, gl. La Mettrie 1996). Za razvoj kognitivne znanosti najbolj zanimivo idejo, da je mišljenje računanje, pa je zagovarjal angleški filozof Thomas Hobbes (1588–1679). Po njegovem mnenju naj bi bilo mišljenje notranji »mentalni pogovor«. Podobno kot pri glasnem pogovoru ali računanju s pomočjo svinčnika in papirja uporabljamo simbolne operacije, naj bi tudi pri mentalnem pogovoru uporabljali simbole, zapisane v ustrezni »živčni kodi«. In tako kot tisti, ki računa, sledi točno določenim pravilom (npr. pravilo prenosa čez desetico pri seštevanju večmestnih celih števil), tako mora tudi racionalno mišljenje slediti pravilom razuma. Kadar razmišljamo, naši možgani računajo.

Temeljni problem, kako razložiti racionalnost kot povsem fizikalni mehanizem, je ameriški filozof John Haugland imenoval *paradoks mehaničnega razuma*: »Manipulator je bodisi pozoren na to, kaj simboli pomenijo, ali pa ne. Če je pozoren na pomene, potem ne more biti povsem mehaničen – kajti pomeni (karkoli že so), ne uveljavljajo fizične sile. Po drugi strani, če manipulator ni pozoren na pomene, potem te manipu-

lacije ne morejo biti primeri mišljenja, kajti to, ali je nekaj razumno ali ne, je pomembno odvisno od pomena simbolov. Na kratko, če je proces ali sistem mehaničen, potem ne more misliti; če pa misli, potem ne more biti mehaničen« Haugland (1985: 39).

Klasična kognitivna znanost se poskuša izogniti omenjenemu paradoksu in vsaj načeloma pokazati, kako je mogoča fizična realizacija racionalnega mišljenja. Gre za pristop »od zgoraj navzdol«, ki za izhodišče jemlje poljudno psihologijo in skuša pokazati, kako s pomočjo funkcionalne razlage oziroma funkcionalne dekompozicije pridemo do mehanizma, pri katerem ni več duševnih razsežnosti. Ned Block opredeli funkcionalno razlago takole: »Funkcionalna razlaga temelji na razčlembi sistema na njegove sestavne dele; delovanje sistema razloži v pojmih zmožnosti delov in z načinom, kako so deli med seboj povezani. Na primer to, kako tovarna izdeluje hladilnike, lahko razložimo s sklicevanjem na delovanje posameznih tekočih trakov, delavcev in strojev ter z organizacijo vsega tega« (Block 2007: 147, citirano po Markič 2011: 95). Postopek poteka tako, da kognitivno sposobnost, ki jo želimo razložiti, razstavimo na podsposobnosti, ki jih nato obravnavamo vsako posebej. Ta proces nadaljujemo, dokler ne pridemo do mehanizma v možganih.

Klasična kognitivna znanost temelji na dveh predpostavkah. Prva je prepričanje, da vsako inteligentno vedênje predpostavlja zmožnost ustrezne predstavitve sveta in da razlaga vedênja brez te predpostavke ni mogoča. Zato je eden od osrednjih pojmov klasične kognitivne znanosti pojem reprezentacije. Druga predpostavka odraža temeljno značilnost funkcionalističnega pristopa, da določanje duševnih stanj in procesov poteka neodvisno od nevrofizioloških stanj in procesov (materialne realizacije).

Filozofske temelje predstavlja računska reprezentacijska teorija duševnosti (Fodor 1975; 1987), kombinacija funkcionalistične teorije in računske analogije (t.j. analogije med kognitivni procesi in računalniškimi programi). Funkcionalistična teorija duševnosti nam pove, kako prepoznavati in razvrščati duševna stanja. Vsako duševno stanje ali proces ima svojo vzročno vlogo znotraj sklopa vzročnih relacij. Te vključujejo vzročne dražljaje iz okolice organizma, medsebojne vzročne relacije z drugimi duševnimi stanji in procesi v organizmu (postavke poljudne psihologije, kot so prepričanja, želje, namere, itd.) in vzročne učinke, ki

se kažejo v vedênju. Na primer, kaj je tisto skupno, zaradi česar različna prepričanja uvrščamo med prepričanja, različne želje med želje in različne bolečine med bolečine. Ideja funkcionalizma je, da duševna stanja razvrščamo glede na njihovo funkcionalno vlogo, ki je enaka njihovi vzročni vlogi. Na primer, za funkcionalista je bolečina duševno stanje, katerega funkcionalna/vzročna vloga je izogibanje ali odstranitev izvora poškodbe organizma. Bolečina je prepoznana kot bolečina zaradi svoje funkcionalne vloge, ne pa zaradi določenega tipa živčnega stanja ali posebnega občutka. Za funkcionaliste posamezna duševna stanja, ki imajo isto vzročno vlogo, predstavljajo le primerke določenega tipa duševnega stanja. Gre za večvrstno realizacijo, saj je isti tip lahko realiziran v različnih živčnih stanjih. Na primer, isti tip duševnega stanja (bolečina) je lahko v različnih vrstah (npr. ljudje, psi, mačke) realiziran v različnih živčnih bazah.

Duševni procesi so v reprezentacijski teoriji obravnavani kot vzročna zaporedja uprimerjanj duševnih reprezentacij. Sosledje misli je vzročno zaporedje duševnih reprezentacij, duševne reprezentacije pa izražajo propozicije, ki so objekti misli. Avstrijski filozof Franz Brentano je stanja, ki se nanašajo na določen predmet ali situacijo in imajo vsebino, imenoval intencionalna stanja. Intencionalnost je po njegovem mnenju tista bistvena značilnost, ki razlikuje duševna stanja, stanja »o nečem«, od fizičnih stanj.

Računska reprezentacijska teorija in klasična simbolna kognitivna znanost skušata podati naturalistično teorijo intencionalnosti. Fodor in Pylyshyn sta izpostavila dve značilnosti simbolnega pristopa: (i) kombinatorna sintaksa in semantika za duševne reprezentacije, in (ii) strukturna občutljivost procesov (Fodor in Pylyshyn 1988: 12–13). Prva značilnost vzpostavlja notranji jezik misli (*language of thought*, Fodor 1975), katerega semantika je določena s pomenom osnovnih sintaktičnih gradnikov jezika in kompozicionalno semantiko. Ta za vsako možno kombinacijo določa, kako pomeni sintaktičnih delov sestavljenega izraza prispevajo k pomenu celote. Druga značilnost, strukturna občutljivost procesov, pa omogoča, da so načela, po katerih se transformirajo duševna stanja, definirana nad strukturnimi lastnostmi duševnih reprezentacij. Gre za formalne računske procese, ki so občutljivi zgolj na formo, sintakso ali

obliko simbolnih struktur, nad katerimi so definirani, ne pa na njihovo vsebino.

Po analogiji med programi in kognitivnimi procesi so duševne reprezentacije simboli, ki imajo vsebino in so hkrati vzročno odgovorni za vedênje. Računalnik je stroj, ki deluje v skladu z fizičnimi lastnostmi simbolov in nima neposrednega dostopa do njihovih semantičnih vrednosti. Kljub temu so operacije omejene s semantiko, kajti vsako pomensko razliko, ki je pomembna za program, programer zakodira v sintaksi simbolnega jezika. Če stroj sledi znotraj sistema definiranim sintaktičnim pravilom pri tvorjenju novih formul, potem bodo interpretirane formule ohranjale svojo semantično vrednost. Newell in Simon (1976) sta take sisteme (tako možgane kot računalnike) imenovala »fizični simbolni sistemi«. Njuna hipoteza in hipoteza klasične kognitivne znanosti je, da fizični simbolni sistem poseduje nujna in zadostna sredstva za izvajanje inteligentnih dejanj.

Klasična simbolna kognitivna znanost, ki temelji na analogiji med računalniškimi programi in kognitivnimi procesi, odgovarja na Descartesov izziv, da je skoraj nemogoče, da bi lahko zgradili fizični stroj, ki bi kazal razumno vedênje. Ponuja odgovor, kako je *v principu* mogoče, da je vrsta duševnih stanj (predvsem propozicionalna stanja kot so prepričanja, želje, namere...) fizično realizirana in dejansko povzroča vedênje.

3. Kako zavest in racionalno vedenje vznikneta kot produkta živčnega sistema in evolucije? *Pot od spodaj navzgor*

Descartesa bi lahko, kar se tiče razlage vedenja živali in razlage refleksnih procesov v človeku, označili za mehaničnega redukcionista. Tisto, kar se izmika redukciji, so po njegovem sposobnost mišljenja, jezikovnega sporazumevanja, hotene in namerne dejavnosti ter zavedanje. Teh procesov naj ne bi bilo mogoče razložiti, če ne sprejmemo dualističnega stališča, po katerem sta duh in telo v medsebojni vzročni zvezi. Vendar zagovorniki evolucijske teorije tako velikega prepada med živalmi in človekom niso priznavali. Zato so iskali razlage, kako z naravnimi procesi razložiti omenjene sposobnosti človeka. Te naj bi se pojavile kot posledica večje kompleksnosti možganov in naj bi bile emergentne lastnosti živčnega sistema. Biolog Thomas Huxley (1825–1895), ki je bil velik za-

govornik teorije evolucije, je ob koncu 19. stoletja na podlagi takrat znanih dejstev fiziologije živali in človeka zagovarjal teorijo kontinuiranosti.

»Nauk o kontinuiranosti je preveč trdno uveljavljen, da bi si drznil predpostaviti, da neki kompleksen naravni pojav nastane iznenada in ne da bi mu predhodile preprostejše modifikacije; prav tako bi potrebovali zelo močne argumente, da bi dokazali, da se tako zapleten pojav, kot je zavest, prvikrat pojavi pri človeku. […] Prav tako vemo, da nižje živali posedujejo, dasiravno v manj razviti obliki, tisti del možganov, za katerega upravičeno domnevamo, da je pri človeku organ zavesti; in da imajo živali, čeprav morda ne posedujejo naše stopnje zavesti in čeprav zaradi nezmožnosti rabe jezika ne morejo imeti miselnih, marveč le čustvene tokove, vendarle zavest, ki v večji ali manjši meri napoveduje našo zavest.« (Huxley 2007: 207)

Čeprav je zanikal Descartesovo pojmovanje živali kot nezavednih strojev, pa je sprejemal tezo, da so živali »bolj ali manj zavedni avtomati«, ki jih vodi instinkt in ne razum. Posedovali naj bi poseben aparat, ki bi lahko priklical občutke, čustva in ideje. Po Huxleyju spremembe v možganih povzročajo zavestna stanja, ne pa tudi obratno.

»Zdi se, da zavest živali nastane le kot stranski produkt delovanja mehanizma njihovega telesa in da ji manjka vsakršne moči, da bi to delovanje predrugačila, podobno kot zvok piščali na paro, ki spremlja delo parnega stroja lokomotive, ne more vplivati na ustroj sam. Njihova volja, če jo sploh imajo, je čustvo, ki priča o fizičnih spremembah in ne vzrok tovrstnih sprememb.« (Huxley 2007: 209)

Podobno kot pri živalih pa tudi pri človeku Huxley ne najde dokaza, da bi zavestna stanja povzročala spremembe v možganih. Po njegovem mnenju so zavestna stanja le epifenomeni, »simboli, ki jih v zavesti gojimo o spremembah, do katerih v organizmu prihaja spontano« [in] »občutek, ki ga imenujemo volja, ni vzrok hotenega dejanja, temveč simbol možganskega stanja, ki je neposredni vzrok tega dejanja« (Huxley 2007: 210).

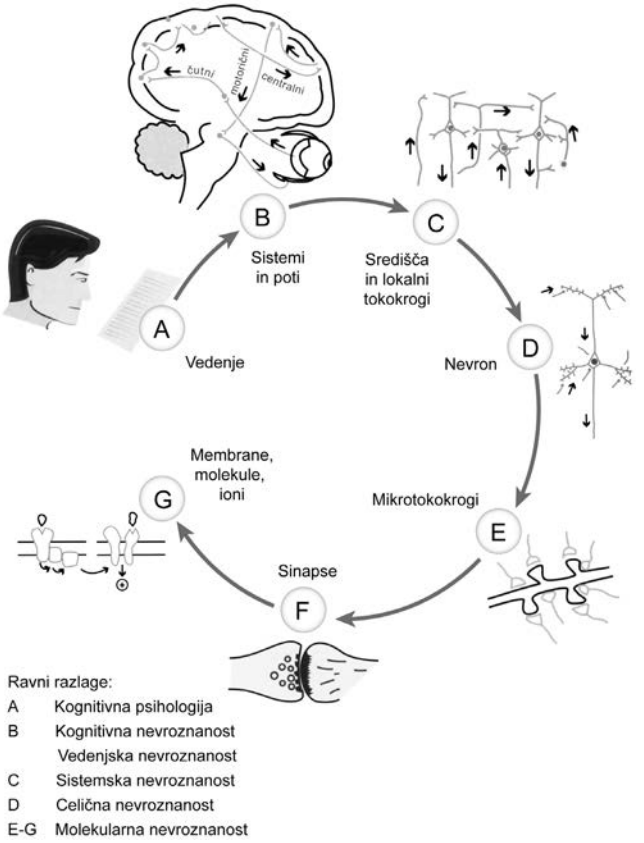
Od Huxleyjevih razmišljanj v članku *O hipotezi, da so živali avtomati, in njeni zgodovini* je minilo že več kot sto let. V tem času, posebej še v zadnjih dvajsetih letih, smo bili priče velikemu napredku v raziskovanju možganov. Z novimi slikovnimi metodami kot so elektroencefalografija (EEG), računalniška tomografija (CT), slikanje z magnetno resonanco (MRI), pozitronska emisijska tomografija (PET) in slikanje z funkcio-

nalno magnetno resonanco (fMRI) so nevroznanstveniki dobili orodja, s katerimi lahko »pokukajo« v možgane, včasih tudi med samim delovanjem. Na ta način je vsaj do neke mere omogočeno spremljanje možganskih procesov v realnem času. Meritve lahko potekajo med različnimi nalogami, ki jih takrat opravlja človek, ali pa v časovnem obdobju, za katerega je človek poročal, da je imel določene zavestne izkušnje (npr. Damasio 2008).

Idejo, da bi v možganih našli predel, ki bi bil sedež racionalne duše, so sodobne raziskave v nevroznanosti zavrnile. Daniel Dennett (1991) je tak pogled, ki trdi, da obstaja področje v možganih, v katerem je shranjena vsebina zavestnega izkustva, poimenoval kartezijanski materializem. Po njegovem gre le za prenos Descartesovega dualizma v materializem. Dejansko pa procesiranje v možganih poteka vzporedno v različnih predelih možganov. Sodobna nevroznanost skuša integrirati različne ravni razlage, ki sledijo različnim ravnem organizacije v možganih in živčnem sistemu. Kratko predstavitev in sliko povzemam po Markič (2011: 89).

Najvišjo raven predstavlja organizacija v možganih, ki jo opisujemo z izrazi nevronskih sistemov in nevronskih poti (B). Z njo se ukvarjata kognitivna in vedenjska nevroznanost, ki preučujeta večje sisteme v možganih, ki se uporabljajo v dejavnostih na kognitivni ravni. Sistemska nevroznanost raziskuje delovanje nevronskega sistema. Nevronski sistemi so določeni glede na lokacijo v možganih (npr. primarni vizualni korteks), poti pa omogočajo širjenje informacij po možganih (npr. dorzalna pot, če se informacije širijo po zgornjem delu možganov in ventralna pot, če se širijo po spodnjem delu možganov). Aktivnost na tej ravni organizacije je rezultat aktivnosti na nižji ravni organizacije, na ravni središč, lokalnih krogotokov in mikrotokokrogov (C in E). Skupinska aktivnost populacije nevronov kodira informacije tako, da organizira in usklajuje informacije posameznih nevronov. Raven lokalnih tokokrogov je zelo kompleksna in najmanj razumljena raven v živčnem sistemu. Nevroznanstveniki imajo orodja in tehnike, na primer funkcionalno slikanje, za raziskovanje obnašanja nevronskih sistemov. Prav tako so razvite tehnike snemanja posameznih nevronov, ni pa primerljivih načinov za neposredno raziskovanje populacij nevronov. Aktivnost populacije nevronov je funkcija obnašanja posameznih nevronov. Povezovanje med delovanjem nevronskega sistema in delovanjem posameznih

nevronov je ena osrednjih tem računske nevroznanosti. Vendar nevroni ne predstavljajo najbolj osnovne ravni. Za razumevanje njihovega delovanja moramo razumeti, kako med seboj komunicirajo preko sinaps (F). Nekatere sinapse so električne, večina pa je kemičnih. Te delujejo preko nevrotransmiterjev, ki jih sproži električni signal (aktivacijski potencial). Prenašanje nevrotransmiterjev je določeno z molekularnimi lastnostmi sinaptične membrane. To so lastnosti, ki so določene genetsko (G). Z biološkimi lastnostmi nevronov se ukvarjata celična in molekularna nevroznanost.



Slika 1: Ravni organizacije in ravni razlage v živčnem sistemu (Shepherd 1994, prirejeno po Bermúdez, 2010: 96, povzeto po Markič 2011: 89)

Na podlagi vedno bolj podrobnega znanja o ravneh od G do B so različni avtorji predlagali teorije, kako na mehaničen način, to je s sklicevanjem na procese v živčnem sistemu, pojasniti zavestno in razumno vedenje.

Ameriški filozof Ned Block (1995) je poudaril, da zavest ni enoten pojem, in izpostavil dva pomena: *zavest kot dostop* in *fenomenalno zavest*. Prva obravnava duševno stanje *D* kot dostopno zavesti, v kolikor je vsebina *D* lahko uporabljena kot premisa razmišljanja, ali za racionalni nadzor govora ali dejanja. Lahko gre za stanja, v katerih se človek trenutno nahaja, ali pa za spomine. Po drugi strani pa je duševno stanje *D* fenomenalno zavestno zaradi fenomenalno zavestnih lastnosti, kot so »načini, kako občutimo doživljaje«, »kako je biti …«, »kvalitativni značaj«, *qualia*, »neposredne fenomenološke kvalitete«, itd. Gre za subjektivno zavedanje, občutenje, doživljanje, kot so npr. doživetja ob gledanju, poslušanju, dotikanju, vonjanju, čustvih itd.

Empirični pristopi se ukvarjajo predvsem z raziskovanjem funkcionalne in vzročne vloge zavestnih duševnih stanj. Primer takega pristopa je teorija globalnega delovnega prostora (*Global Workspace Theory*) Bernarda Baarsa (1988, 1997). Baars ponazori razliko med zavestnim stanjem in nezavednimi procesi z metaforo gledališča. V »gledališču zavesti« je zavestno stanje tista točka na odru delovnega spomina, na katero posije svetloba pozornosti, ostalo gledališče pa je v temi. Igralci se premikajo in komunicirajo v temi (nezavedno) in le včasih jih oplazi snop svetlobe na odru. Takrat nezavedna stanja postanejo zavestna. Baarsovo prispodobo razumem tako, kot da so zavestna stanja izenačena s posebnimi, »s svetlobo pozornosti« osvetljenimi možganskimi stanji, njihova vzročna vloga pa je vzročna vloga teh posebnih možganskih stanj.

Baars pravi, da imajo vsi elementi teorije globalnega delovnega prostora verodostojne interpretacije v možganih, kar omogoča postavljanje možganskih hipotez o zavesti in njenih mnogih vlogah v možganih, kot tudi izdelavo modelov z nevronskimi mrežami. Znanstveniki zdaj te hipoteze lahko preizkušajo in Baars pravi, da so doživele precejšnjo empirično podporo (Baars 2003). Teoretične hipoteze so, na primer: zavestni dogodki omogočajo skoraj vse vrste učenja: zavestna zaznavna povratna zanka omogoča hoten nadzor nad motoričnimi funkcijami in morda celo nad populacijami nevronov in posameznimi nevroni; zavestne vse-

bine lahko sprožijo izbrano pozornost itd. Zanimiv primer za slednje je pojav nenamerne slepote, ko zaradi usmerjene pozornosti ne opazimo nekaterih sicer očitnih sprememb. Primer zabavne ilustracije si lahko ogledate na strani *Quircology* psihologa Richarda Wisemana.

Po razdelitvi Davida Chalmersa (1995, 1996) bi Baarsovo teorijo verjetno uvrstili med pristope, ki rešujejo »lahke« probleme zavesti. Tako je Chalmers označil probleme, ki so takšne narave, da so dostopni znanstvenemu raziskovanju (ne pa, ker bi bili dejansko lahko rešljivi). V to skupino med drugim sodi iskanje odgovorov na vprašanja, kot so: Kako človek razlikuje čutne dražljaje in na njih reagira? Kako možgani usklajujejo informacije iz različnih izvorov in uporabijo te informacije za nadzor vedenja? Na kakšen način oseba ubesedi svoja notranja stanja? Raziskovanja povezana s temi in podobnimi vprašanji predstavljajo sicer velik izziv za znanstvenike, a po Chalmersovem mnenju ne morejo dati zadovoljivega odgovora na najbolj zanimivo vprašanje: »Kako lahko vznikne zavest iz nevronskih procesov v možganih?«. Huxley je že leta 1866 to zadrego ponazoril takole: »Kako lahko nekaj tako izrednega, kot je stanje zavesti, nastane kot posledica draženja živčnega tkiva, je prav tako nedojemljivo, kot je nedojemljiv pojav duha, potem ko Aladin podrgne po svoji svetilki.« Vprašanje, kako lahko fizični proces v možganih privede do subjektivnih doživetij, je tisto, kar po Chalmersu predstavlja »težak« problem zavesti.

Poskusa oblikovanja teorije, ki se ukvarja predvsem s fenomenalnimi vidiki zavesti in daje odgovor na težko vprašanje, se je lotil nevroznanstvenik Gerald Edelman (2006). Predstavlja teorijo, kako je zavest nastala skozi evolucijo in individualni razvoj določenih vrst. Po njegovem mnenju je zavest posledica (v smislu logičnega sledenja; ang. *is entailed by*) povratnih aktivnosti med kortikalnimi področji in talamusom ter interakcij znotraj korteksa in interakcij korteksa in s subkortikalnimi strukturami. Primarna zavest je proces, ki ga sestavlja veliko različnih takšnosti (*qualia*); razlikovanja, ki so posledica široko porazdeljenih in visoko dinamičnih aktivnosti talamokortikalnega jedra (Edelman 2006: 37). V primeru primarne zavesti sta zavedanje in zavestno načrtovanje še omejeni na zapomnjeno sedanjost. V neki fazi evolucije višjih primatov so se nato razvile poti, ki so omogočile povratne povezave med pojmovnimi zemljevidi možganov in tistimi predeli, ki so zmožni simbolnega

ali semantičnega nanašanja. Zavest višjega reda pa je morala počakati tisti čas v evoluciji človeka, ko se je pojavil jezik. Takrat zavest ni bila več omejena na zapomnjeno sedanjost. Zavest zavesti je postala mogoča (*ibid*. 38). Naj poudarim nekatere značilnosti Edelmanovega pojmovanja zavesti. Prvič, zavest je proces in ne stvar. Zato je po njegovem mnenju vprašanje, ali takšnosti obstajajo, napačno vprašanje. Drugič, vzročno moč imajo aktivnosti v talamokortikalnem jedru in ne fenomenalno izkustvo, ki je logična posledica teh aktivnosti. Tretjič, zavest je proces, ki ga moramo najprej subjektivno izkusiti, preden ga lahko razložimo. Zavest je namreč nujno privatna, saj je posledica povratnih aktivnosti v talamokortikalnem jedru individuuma. Edelman se tako pridružuje Huxleyju in sodobnim skeptikom (npr. Wegner 2002), za katere je prepričanje, da zavest lahko povzroča, da se zgodijo stvari, ena izmed koristnih iluzij. Vendar naj to ne bi pomenilo, da zavest ne počne ničesar. Kot pravi Edelman, nas informira o naših možganskih stanjih in zato zavzema osrednje mesto pri razumevanju samega sebe (Edelman 2006: 92).

V grobem bi lahko rekli, da teorije zavesti izhajajo iz dveh predteoretskih intuicij, ki ju je Güven Güzeldere povzel v naslednjih dveh trditvah: (i) Zavest je to, kar zavest počne. (*Consciousness is as consciousness does*.) (ii)Zavest je to, kar se zavesti dozdeva. (*Consciousness is as consciousness seems*.) (Güzeldere 1995: 36).

Pri prvi gre za vzročno intuicijo, ki kot temeljno za naše duševno življenje jemlje vzročno vlogo zavesti. Pri drugi, fenomenalni intuiciji, pa je poudarek na tem, kako občutimo in izkusimo naše duševno življenje, t.j., gre za pojavne kvalitete, ki označujejo naše zaznave, bolečine in druga mentalna stanja.

Ti dve intuiciji pogosto vlečeta vsaka v svojo smer. Zato se zgodi, da tisti, ki gradijo na osnovi ene intuicije, zanemarijo drugo in ne zajamejo njenih značilnosti. Güzeldere je prepričan, da diskusije pogosto zaidejo v slepo ulico zaradi še neke tretje, po njegovem mnenju napačne intuicije. To je intuicija bistva (esencializma). Ta intuicija pravi naslednje: če označujemo zavest kot bistveno vzročno, potem mora biti bistveno ne--fenomenalna in obratno, če je bistveno fenomenalna, potem je bistveno ne-vzročna. Güzeldere sam se zavzema za nasprotno intuicijo, po kateri to, kar zavest počne, ne moremo določiti, če je odsotna fenomenalna

zavest, oziroma še bolj pomembno, »kar se zavesti dozdeva« ne moremo pojmiti ob odsotnosti tega, »kar zavest počne« (*ibid.*).

Čeprav Baarsova in Edelmanova teorija poudarjata porazdeljenost procesov po različnih delih možganov in ne določata posebnega predela kot sedeža zavesti, pa na neki način še vedno izhajata iz Descartesove dediščine. Zavest poskušata pojasniti kot možganski proces.

4. Težave in obet rešitve

Na prvi pogled se morda zdi, da so težave, s katerimi se srečujejo raziskovalci na eni ali drugi poti, zgolj praktične narave. Na primer, za težave so krive tehnološke omejitve računalnikov, ko pa bomo imeli močnejše računalnike, bomo lahko naredili verodostojen model mišljenja. Ali pa, raziskovalne tehnike nam še ne omogočajo, da bi dovolj natančno spoznali delovanje živčnega sistema na različnih ravneh, a ko bomo razvili nove metode in orodja, nam bo nevroznanost razložila odločanje.

Mnogi znanstveniki in filozofi pa so opozorili, da so težave globlje in da so posledica posameznih predpostavk ene ali druge poti. Naj jih nekaj naštejem. Na primer, glede klasične simbolne kognitivne znanosti so se že kmalu pojavili skeptični ugovori. John Searle (1990) je z miselnim eksperimentom »Kitajska soba« opozoril na problematičnost omejevanja razumevanja mišljenja na zgolj manipulacijo s simboli. Postavil je tudi vprašanje, na kakšen način dobijo pomen posamezni simboli. Če jim ga pripiše programer, potem ne gre za izvorno intencionalnost. Podobno vprašanje o »ozemljitvi simbolov« je postavil tudi Harnad (1990). Eden prvih odmevnih kritikov Hubert Dreyfus je v knjigi *What Computers can't do* kritiziral domnevo, da je mišljenje simbolna manipulacija, ki poteka v skladu s pravili. Dokazoval je, da je tak pristop preveč tog in da nikoli ne bo mogel uspešno modelirati veščin, ki so del vsakdanjega znanja (Dreyfus & Dreyfus 1990). Izkazalo se je tudi, da zgolj zanašanje na propozicijsko znanje, ki ga je mogoče predstaviti s simbolnimi strukturami, ne more dati odgovora na vprašanje, katere informacije so relevantne v dani situaciji (problem relevance). Ljudje imamo neverjetno sposobnost, da hitro vidimo relevantne posledice določenih sprememb v dani situaciji. Dojamemo, kaj se dogaja in se hitro odzovemo s pravimi rešitvami. Eden od problemov klasičnega simbolnega pristopa je ravno

v tem, kako preprečiti nepomembna in časovno potratna sklepanja. Ali je rešitev znotraj danega pristopa sploh mogoča? Predlog za radikalno rešitev, ki zapušča zgolj razumski okvir klasične simbolne paradigme, sta dala Antonio Damasio (1994) in Ronald de Sousa (2007). Po njunem si pri težavah lahko uspešno pomagamo s hipotezo o vlogi čustev. Čustva naj bi v procesu racionalnega izbiranja omogočila, da postane relevanten samo majhen delež možnih alternativ in dejstev. Proces odločanja se odvija tako na zavestni kot na nezavedni ravni, zato za razlago ni dovolj poznavanje zgolj zavestne ravni (Markič 2009).

Na drugi strani pa kognitivni nevroznanstveniki niso dosledni, ko interpretirajo svoja raziskovanja. Včasih so zelo previdni in se skušajo izogniti metafizičnim stališčem glede odnosa med zavestnimi in možganskimi stanji. Zato se pogosto zatekajo k uporabi izraza »korelat« in govorijo o nevronskih oziroma živčnih korelatih zavesti (Koch 2004). Ker pa v tekstih pogosto govorijo kar o zavesti in zavestnih stanjih, dobimo občutek, kot da raziskujejo zavestne procese. Možnost ekvivokacije je zato precejšnja.

Dennett (1991) ter Bennett in Hacker (2003) ugotavljajo, da kognitivni nevroznanstveniki pogosto zgolj zamenjajo duševnost z možgani. Ob tem opozarjajo na pogosto neustrezno rabo vsakdanjih psiholoških pojmov pri opisovanju funkcij možganov ali živčnih podsistemov. To lahko privede do napačnega postavljanja vprašanj in do napačnih interpretacij eksperimentalnih rezultatov. Po njihovem mnenju lahko uporabljamo psihološke predikate samo, kadar se nanašamo na osebo (ali žival), ne pa, kadar se nanašamo na njene možgane ali predele možganov. Tako na primer rečemo: »človeka boli zob« ali »človek vidi in sliši«. Ne moremo pa reči: »možgane boli zob« ali »možgani vidijo in slišijo«. Ali celo: »leva hemisfera vidi in sliši« (Bennett in Hacker 2003: 73). Bennett in Hacker sta napako poimenovala »mereološka napaka« v nevroznanosti (*ibid.*), Dennett pa je, da bi se izognil takim napakam, razlikoval osebno in podosebne ravni razlage.

Na tem mestu se ne bom ukvarjala s predlogi, kako izboljšati ali izbrati alternativni pristop, ki bi bil uspešen na prvi poti (o tem v Markič 2011), niti z empiričnimi teorijami kognitivne nevroznanosti. Menim namreč, da se poleg težav, ki so specifične za vsako od poti, kažejo še težave, ki postavljajo pod vprašaj predpostavke obeh. Zame je zid, v ka-

terega sem vedno znova trčila, predstavljal problem mentalne vzročnosti in argument Jaegwona Kima (1993, 1999) o vzročni izključitvi, saj nobena rešitev ni bila zadovoljiva. Predpostavka, ki je morda razlog za težave, pa je naslednja: duševni procesi so realizirani v možganih; oziroma, če pogledamo iz druge smeri: duševni procesi vzniknejo iz možganov. V današnjem času hitrega razvoja nevroznanosti in fascinantnih raziskav, ki jih lahko spremljamo tudi v popularnem tisku, se zdi ideja na prvi pogled morda nora. Ker pa je reševanje težav še vedno znotraj okvirov naturalizma, možgani seveda ohranjajo pomembno vlogo, čeprav niso več edini igralec. Zavest in duševni procesi so utelešeni v možganih, telesu in v svetu – tako kot pravi Teed Rockwell v naslovu svoje knjige: *Niti možgani niti duh* (*Neither Brain nor Ghost*, 2007).

Literatura

1. Baars, B. J. (1988). *A Cognitive Theory of Consciousness*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
2. Baars, B. J.(1997). *In the Theater of Consciousness.* New York, NY: Oxford University Press.
3. Baars, B. J.(2003). »The Global Brainweb: An update on global workspace theory«. Guest editorial, *Science and Consciousness Review*, October 2003. (dostopno na http://cogweb.ucla.edu/CogSci/Baars-update_03.html)
4. Bennett, M.R., Hacker, P.M.S. (2003). *Philosophical Foundations of Neuroscience.* Molden, MA, Oxford: Blackwell Publishing.
5. Block, N. (1995). »On a Confusion about a Function of Consciousness«, *Behavioral and Brain Sciences* 18 (2), str. 227–287.
6. Bermúdez, J.L. (2010). *Cognitive Science: An Introduction to the Science of the Mind.* Cambridge: Cambridge University Press.
7. Chalmers, D. (1995). »Facing up to the Problem of Consciousness«, *Journal of Consciousness studies,* 3 (1), str. 200–219.
8. Chalmers, D. (1996). *The Conscious Mind*. Oxford: University of Oxford Press.
9. Cottingham, J. G. (1995). »Cartesian Dualism: Theology, Metaphysics, and Science«. V Cottingham, J. G. (ur.), *The Cambridge Companion to Descartes*. Cambridge: Cambridge University Press.
10. Crane, T. (1995). *The Mechanical Mind.* London: Penguin Books.
11. Damasio, A. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: G.P. Putnam's Sons.

12. Damasio, A. (2008). *Iskanje Spinoze: Veselje, žalost in čuteči možgani*. Ljubljana: Krtina.
13. Dennett, D. (1991). *Consciousness Explained.* London in New York: Penguin Books.
14. Descartes, R. (1957). *Razprava o metodi*. Ljubljana: Slovenska matica.
15. De Sousa, R. (2007). *Why think? Evolution and the Rational Mind.* Oxford, New York: Oxford University Press.
16. Dreyfus, H.L. and Dreyfus, S.E. (1990). »Making a Mind Versus Modeling the Brain. Artificial Intelligence Back at the Branch Point«. V Boden, M. (ur.), *Philosophy of AI*. Oxford: Oxford University Press.
17. Edelman, G.M. (2006). *Second Nature*. New Haven and London: Yale University Press.
18. Fodor, J. (1975). *The Language of Thought*. New York: Crowell.
19. Fodor, J. (1987). *Psychosemantics.* Cambridge, MA, London: The MIT Press.
20. Fodor, J.A. and Pylyshyn, Z.W. (1988). »Connectionism and Cognitive Architecture: A Critical Analysis«. *Cognition* 28, str. 3–71.
21. Güzeldere, G. (1995). »Consciousness: What it is, how to study it, what to learn from it's history«, *Journal of Consciousness studies,* 2 (1), str. 30–51.
22. Huxley, T.H. (2007). »O hipotezi, da so živali avtomati in njeni zgodovini«. V O. Markič, J. Bregant (ur.) *Narava mentalnih pojavov*. Maribor: Aristej, str. 197–211.
23. Harnad, S. (1990). »The Symbol Grounding Problem«. *Physica D* 42, str. 335–346.
24. Haugeland, J. (1985). *Artificial Intelligence: The very idea*. Cambridge, MA., MIT Press.
25. Kim, J. (1993). *Supervenience and Mind: Selected Philosophical Essays.* Cambridge: Cambridge University Press.
26. Kim, J. (1996), *Philosophy of mind.* Boulder, Co. and Oxford: Westview Press.
27. Kim, J. (1999). »Making sense of emergence«. *Philosophical Studies 95,* str. 3–36.
28. Koch, C. (2004). *The Quest for Consciousness, Engelewood.* Roberts and Company Publishers.
29. La Mettrie J. (1996). *Machine Man and Other Writings.* A. Thomson (ur.). Cambridge: Cambridge University Press.
30. Markič, O. (2009). »Odločanje: racionalnost in čustva«. V: Ule, A., Markič, O. Kordeš, U. (ur.), *Konteksti odločanja*. Maribor: Aristej, str. 17–33.
31. Markič, O. (2011). *Kognitivna znanost: Filozofska vprašanja*. Maribor: Aristej.
32. Rockwell, T. (2007). *Neither Brain nor Ghost*. Cambridge, MA, London: The MIT Press.
33. Searle, J. (1990). »Duhovi, možgani in programi«. Prevedeno v Hofstadter, D. in Dennett, D. (ur.), *Oko duha*. Ljubljana: Mladinska knjiga, str. 361–389.

34. Shankar, S. (2004). »Descartes' Legacy: The Mechanist/Vitalist Debates«. V Shankar, S. (ur), *Philosophy of Science, Logic and Mathematics in the Twentieth Century.* London, New York: Routledge.
35. Wegner, D. (2002). *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge, MA, London: The MIT Press.
36. Wiseman, R. http://www.quirkology.com/USA/Video_ColourChangingTrick.shtml.

OD ODVISNOSTI DO VPLIVA – LEWISOV MODEL VZROČNOSTI

Danilo Šuster

1. O pojmu vzroka

Če je vzročnost zares »cement« univerzuma, kot pravi Mackie,[1] tedaj je njeno pojasnilo eminentna kozmološka tema. Kozmologija v naslanjaču, posmehljivo porečejo nekateri pod vtisom Kantove oznake zakona vzročnosti – »vsak dogodek ima svoj vzrok« kot sintetične sodbe *a priori*. V tem duhu je razumeti Russellov odpor, ki ga mnogi citirajo: »Menim, da je zakon vzročnosti, tako kot še marsikaj drugega, kar je sprejeto v filozofiji, relikt minulih časov, ki je preživel tako kot (britanska) monarhija samo zato, ker se zmotno meni, da ne povzroča nobene škode.«[2] Po njegovem mnenju v napredni znanosti, kar je bila leta 1912 zanj gravitacijska astronomija, beseda vzrok nikdar ne nastopi. Ali ima prav?

Res je, da že bežen pregled sodobnih uvodov v kozmologijo kaže, da 'vzročnost' redko nastopa kot pojem v indeksu na koncu knjige (včasih pa le),[3] toda vzročni besednjak še malo ni izginil. Kozmologi govorijo o horizontih *vzročne* povezanosti, o tem, ali smo ali nismo v *vzročnem* stiku z določenim predmetom, o tem, da so univerzum v zgodnjem obdobju tvorile majhne, *vzročno* nepovezane regije.[4] Veliko je tudi specifičnih vzročnih trditev, npr. »Ko so delci v šibki interakciji s snovjo, bodo večinoma potovali naravnost skozi Zemljo, včasih pa se bo kakšen odbil od jedra atoma in *povzročil*, da ta odskoči.«[5] Ali pa »Orbitalno gibanje zvezd *povzroči*, da so črte v skupnem spektru širše in bolj plitve od črt

---

1 J. L. Mackie, *The Cement of the Universe*. Oxford, Clarendon Press 1980.
2 B. Russell, »On the Notion of Cause«, *Proceedings of the Aristotelian Society* 13, 1913, str. 1.
3 Prim. A. Liddle, *An Introduction to Modern Cosmology*. Wiley 2003, str. 167.
4 Liddle, *op. cit.*, str. 96.
5 D. J. Raine in E. G. Thomas, *An Introduction to the Science of Cosmology.* Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia 2001, str. 36.

posameznih zvezd«[6] in, recimo, »Gravitacijska privlačnost temne snovi *povzroča*, da se galaksije nakopičijo skupaj.«[7] O čem govorijo?

Russell pravi, da v gibanju dveh teles, med katerima deluje sila gravitacije, ni ničesar, čemur bi rekli vzrok ali učinek. Fizik v opisu uporablja samo formulo, diferencialno enačbo, ki glede na konfiguracijo in hitrost delca v enem trenutku omogoča izračun konfiguracije delca v predhodnem ali kasnejšem trenutku.[8] Pa gre potemtakem v navedenih delih res samo za ohlapen način govora? Kot opozarja Schaffer tudi pojmov, kot so *dogodek*, *zakon narave*, *pojasnitev* … v fizikalnih enačbah ne bomo našli.[9] Pa vendar nam prav ti pojmi omogočajo sistematično razumevanje znanosti. In vrhunska znanost že dolgo ni več samo fizika. Field meni, da ima Russell glede fundamentalnih teorij sodobne fizike morda celo prav, vendar se strinja z Nancy Cartwright, da je pojem vzroka v vsakdanji znanosti neogiben, saj je tesno povezan z razlikovanjem med učinkovitimi in neučinkovitimi strategijami: če se želiš izogniti raku na pljučih, se odpovej kajenju, saj kajenje *povzroča* raka.[10] Vzročnost zanima psihologe, računalničarje, statistike, politologe, zgodovinarje … Družboslovci želijo iz statističnih podatkov potegniti vzročne strukture, Pearl v zelo vplivnem delu govori o vzročnih modelih, v katerih so sistemi spremenljivk povezani z vzročnimi mehanizmi.[11] Toda pojmovne oznake vzročnosti tu ne bomo našli. Osnovni teoretski pojmi (mehanizem) so nejasni in Hallu se celo zdi, da brez filozofske raziskave osnov sploh ni mogoče reči karkoli informativnega o tem, zakaj, denimo, eno situacijo opiše tak in tak vzročni model in ne drugačen.[12]

Med sodobnimi filozofskimi predlogi pojasnil najdemo oznako vzročnosti kot procesa, kot prenosa znamenja, kot ohranitve neke koli-

---

6 L. Sparke in J. Gallagher, *Galaxies in the Universe: An Introduction*. Cambridge, Cambridge University Press 2007, str. 255.

7 Liddle, *op. cit.*, str. 152.

8 Russell, *op. cit.*, str. 14.

9 J. Schaffer, »The Metaphysics of Causation«, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2008 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/causation-metaphysics/>.

10 Prim. H. Field, »Causation in a Physical World«, v M. J. Loux, D.W. Zimmerman (ur.), *The Oxford Handbook of Metaphysics*. Oxford, Oxford University Press 2003, str. 441.

11 J. Pearl, *Causality*. New York, Cambridge University Press 2000.

12 N. Hall, »Philosophy of causation: blind alleys exposed; promising directions highlighted«, *Philosophy Compass* 1/1, 2006, str. 93.

čine.[13] Po prej omenjeni Pearlovi teoriji, ki je priljubljena med družboslovci (ekonometrija) in statistiki, je spremenljivka X vzročno povezana z Y, samo kadar velja, da, če bi se vrednost X po nekem posegu spremenila v tako in tako vrednost, tedaj bi se ustrezno spremenila vrednost Y. V tem lahko prepoznamo teorijo *manipulacije*, po kateri so vzroki sredstva za manipuliranje z učinki ali pa stališče Cartwrightove, da so vzroki tisto, kar nam omogoča, da dosežemo svoje smotre. Zelo blizu pa je teorija vzrokov kot »ustvarjalcev razlike« oziroma *protidejstvena* teorija vzročnosti.

Protidejstvena teorija vzročnosti je predvsem po zaslugi Davida Lewisa in njegove prelomne razprave[14] eden najvplivnejših sodobnih programov filozofskih pojasnil vzročnosti. V tem sestavku bom predstavil osnovne značilnosti Lewisove teorije in njen razvoj od enostavne teorije vzročne *odvisnosti* do teorije vzročnosti kot *vpliva*.[15] Pojasnilo protidejstvenih pogojnikov, pojasnilo vzročne asimetrije in problem vzročne izpraznitve so trije veliki problemi protidejstvene teorije vzročnosti, ki jih posebej obravnavam. Teorija ima veliko *razlagalno* moč, saj lahko tudi v nenavadnih primerih dvojne preprečitve in primerih vzročnosti odsotnosti rečemo: brez prvega ne bi bilo drugega, zato prvo *povzroča* drugo. Vendar pa primeri vzročne izpraznitve (prvo povzroča drugo, vendar bi brez prvega drugo še vedno nastopilo zaradi nekega rezervnega vzročnega procesa) kažejo na nek razcep v našem pojmovanju vzroka, ki poteka na ločnici med modalno *občutljivostjo* (učinek je občutljiv na spremembe v vzroku, kar je temelj protidejstvene teorije) in *zvezo* ali »proizvodnjo,« na kateri gradijo konkurenčne teorije (učinek je na ustrezen način, z ustreznim procesom povezan z vzrokom).

---

[13] Prim. D. Šuster, »Vzročnost«, *Analiza* 7:4, 2003, str. 37–53.

[14] D. Lewis, »Causation«, *The Journal of Philosophy* 70, 1973b, str. 556–567. Slovenski prevod: D. Lewis, »Vzročnost«, *Anthropos* št. 3–4, 1993, str. 284–293.

[15] Tri etape so Lewis 1973b; D. Lewis, »Postscripts to 'Causation'«, v D. Lewis, *Philosophical Papers: Volume II*, Oxford, Oxford University Press 1986 in D. Lewis, »Causation as Influence«, *The Journal of Philosophy* 97, 2000, str. 182–97. Lewis (2000) je krajša različica »Whitehead Lectures«, ki jih je David Lewis (1941–2001) imel leto pred smrtjo na univerzi v Harvardu marca leta 1999. Integralna verzija, na katero se bom skliceval, je D. Lewis, »Causation as Influence«, v J. Collins, N. Hall in L. Paul (ur.), *Counterfactuals and Causation*. Cambridge MA, The MIT Press 2004, str. 75–106.

2. Protidejstvena teorija vzročnosti

Izhodišče teorije je enostavno. »Če se nihče ne bi naučil brati, bi le malo ljudi bilo zaljubljenih,« je citat, ki ga pripisujejo La Rochefocauldu (1613–1680). Sodobni reduktivno naravnani biologi se najbrž ne bi strinjali, saj bodo v njihovem opisu odločilna hormonska (ne)ravnovesja, ampak intenca je očitna: če ne bi bilo prvega (romanov ali pa hormonov), tedaj ne bi bilo drugega, prvo je tisto, kar privede do neke spremembe (vsaj med francoskimi elitami 17. stoletja, kolikor gre za branje). In prav to je, po predlogu protidejstvene teorije, *vzrok*: ustvarjalec razlike, vzročnost pa izražamo z nekim pogojnikom. Zvezo med pogojniki in vzročnostjo so v pojasnilo vzroka tako ali drugače vgradili že Hume, Kant in Mill. Pri Kantu v tabeli razumskih pojmov (kategorij) hipotetičnim propozicijam ustrezata vzročnost in odvisnost. Hume v slavni oznaki pravi: »... lahko definiramo vzrok kot predmet, ki mu sledi drugi, pri čemer vsem predmetom, ki so podobni prvemu, slede predmeti, podobni drugemu. Ali z drugimi besedami, če ne bi bilo prvega predmeta, ne bi bilo niti drugega.«[16] Prvi del navedka je izhodišče standardne, pravilnostne teorije vzročnosti (tudi teorija regularnosti): v vzročni zvezi gre za pravilno, z zakoni narave povezano zaporedje dveh dogodkov (stalna konjunkcija). V sodobni razdelavi – vzrok je del minimalne množice pogojev, ki so glede na zakone narave skupaj zadostni za učinek. Tudi Mill je ugotavljal, da je tisto, kar loči vzročno zaporedje dveh dogodkov od nevzročnega, dejstvo, da v primeru prave vzročnosti brez prvega dogodka ne bi bilo drugega. Na razmisleku o vzroku kot pogoju, brez katerega ne bi bilo učinka, temelji Millova metoda edine razlike kot metoda *preverjanja* vzročnih korelacij. Če zdaj vzamemo to metodo kot pojmovno analizo in ne le kot metodo preverjanja nastopa vzročne zveze, tedaj bo trditev, da je prvi dogodek vzrok za drugi dogodek *pomenila*, da sta nastopila oba in če ne bi bilo prvega, tedaj ne bi bilo drugega.

Lewis je v svojem pojasnilu vzročnosti metodološko precej konservativen, skoraj »retro,« saj zagovarja tradicionalno *reduktivno* pojmovno analizo s sklicevanjem na vsakdanje primere in pazljivo obravnavo proti-

---

[16] D. Hume, *Raziskovanje človeškega razuma*. Ljubljana, Slovenska matica 1974, str. 119.

primerov. Podatki o tem, kako bi neko situacijo opisali, kaj smo pripravljeni reči, do česa smo jezikovno upravičeni, kaj bi rekel zdravi razum …, so zanj pomembno izhodišče pojmovne analize. Povsem v skladu z njegovim samo-opisom:

> Sem staromoden analitični metafizik, ki raziskuje hipoteze o tem, kaj so elementi bivajočega in kako bi lahko vse drugo zvedli na vzorce teh elementov. Razvpit sem po svoji trditvi, da morajo ti elementi vključevati mnogo takšnih, ki so zgolj možni in niso del sveta, v katerem mi živimo, pa zato niso nič manj vredni upoštevanja. Drugače pa sem filozofsko konservativen: mislim, da filozofija ne more uspešno izzvati ne utrjenih prepričanj zdravega razuma, ne dokazanih tez naravoslovja in matematike.[17]

Klasična reduktivna analiza zvede analizirani pojem na druge, manj problematične. Ampak kaj sploh pomeni protidejstveni pogojnik: če ne *bi* bilo vzroka, tedaj ne *bi* bilo učinka? Pojasnilo protidejstvenikov samih je prvi veliki problem protidejstvene teorije vzročnosti. Drugi je razlika med vzrokom in učinkom: učinek ni povezan z vzrokom na enak način, kot je vzrok povezan z učinkom. Mill pravi: »Če oseba zaužije določeno jed in potem umre, se pravi, da ne bi umrla, če ne bi zaužila te jedi, so ljudje pripravljeni reči, da je zaužitje jedi povzročilo smrt.«[18] Toda, kaj so ljudje pripravljeni reči o obratu: »Če oseba ne bi umrla, potem ne bi (pred tem) zaužila te jedi?« Če pritrdijo, potem brez vzroka ne bi bilo učinka in brez učinka ne bi bilo vzroka. Torej je učinek protidejstveno odvisen od vzroka na *enak* način, kot je vzrok odvisen od učinka? Ampak običajno razumemo vzročno relacijo in vzročno odvisnost kot (časovno) usmerjeno in asimetrično.

Enostavna protidejstvena teorija ima še en enostaven problem: včasih je C vzrok za E, vendar bi E še vedno nastopil, saj obstaja nek rezervni mehanizem, ki bi brez C privedel do istega učinka. Spomnimo se učenja vožnje z avtomobilom. Učni avto ima vgrajeno dodatno nožno zavoro, dosegljivo inštruktorju na sovoznikovem sedežu. Učenka opazi rdečo luč na semaforju in ustavi, ampak, če ne bi opazila semaforja, bi posredoval inštruktor. Dejanje učenke vožnje je vzrok temu, da se avto zaustavi,

---

[17] S. Pyke (ur.), *Philosophers*. London, Zelda Cheatle Press 1995. Povzeto 1.11. 2011 s strani http://www.pyke-eye.com/view/phil_I_05.html.

[18] J. S. Mill, *System of Logic*. London, Longmans, Green, and Co. 1886, str. 214.

kljub temu, da bi enak učinek nastopil tudi brez njenega dejanja. Gre za problem *redundantne* vzročnosti (inštruktor je bil glede tega učinka »odvečen« vzrok) ali vzročne izpraznitve (angl. preemption, dejanje učenca »izprazni« poseg inštruktorja).

Pojasnilo logičnih in semantičnih lastnosti protidejstvenih pogojnikov v semantiki možnih svetov, ki sta ga neodvisno predstavila Stalnaker (1968)[19] in Lewis (1973a),[20] je bilo predpogoj za uspeh protidejstvene analize vzročnosti. V Lewisovem modelu je protidejstvenik »Če bi bilo res, da *A*, potem bi bilo res da *B*« resničen, kadar je v prostoru možnih svetov potreben manjši odmik od dejanskosti, da je resničen (dejansko neresnični) antecedens skupaj s konsekvensom, kot pa da je uresničen antecedens brez konsekvensa.[21] Če to pojasnilo prevedemo v analizo vzročnosti, potem je protidejstvenik »Če ne bilo vzroka *C*, tedaj ne bi bilo učinka *E*« resničen, če in samo če obstaja možni svet *w*, na katerem je res, da ne-*C* tako, da je vsak možni svet, na katerem je res, da ne-*C* in je vsaj tako blizu dejanskemu svetu kot *w*, svet, na katerem ni res, da *E*. Bolj običajno pa se v pojasnilu uporablja neko vmesno stališče med Stalnakerjem in Lewisom – pogojnik »Če bi bilo res, da ne-*C*, potem bi bilo res, da ne-*E*« je resničen na svetu *w*, če in samo če je ne-*E* resničen na vseh najbližjih ne-*C*-svetovih svetu *w*. V nasprotju z Lewisom sprejemamo, da za vsak možen ne-*C* obstaja neprazna množica najbližjih svetov, v katerih je ne-*C* resničen. In v nasprotju s Stalnakerjem zanikamo, da vedno obstaja največ en najbližji ne-*C*-svet. Če je bila zaljubljenost vzročno odvisna od branja, potem so se v vseh svetovih, ki so bili najbolj podobni Franciji 17. stoletja in v njih ljudje niso brali, ljudje manj zaljubljali kot (elite) v dejanski Franciji 17. stoletja.

Kako določiti podobnost? Lewis poda natančna navodila za razvrščanje svetov po podobnosti (bližini) – najbolj podobni so svetovi, ki imajo enako zgodovino kot dejanski svet, imajo več ali manj enake zakone narave in zahtevajo čim manjši odmik od dejanskega sveta za realizacijo hipotetičnega antecedensa. Vzemimo torej hipotetično Francijo 17. stoletja, *ohranimo* zgodovino (izum tiska, obstoj romanov) in pred-

---

[19] R. Stalnaker, »A Theory of Conditionals.« Rescher, N. ur. *Studies in Logical Theory*. Oxford, Blackwell 1968.

[20] D. Lewis, *Counterfactuals*. Cambridge Mass., Harvard University Press 1973a.

[21] Prim. D. Šuster, »Lewisova teorija protidejstvenikov«, *Analiza* 6: 1/2, 2002, str. 95–108.

postavimo, da se zaradi neke spremembe (drugačne navade elit, ker, je, denimo, največji »role-maker« tistega časa proti branju) nihče ne uči brati. Ne predpostavimo pa, da se nihče ne nauči brati zaradi televizije ali interneta. In ne predpostavimo sveta, v katerem se nihče ne nauči brati, vendar se ljudje zaljubljajo, tako kot v Shakespearovi drami *Sen kresne noči*, zaradi velikih posegov vilinskega kralja Oberona (to bi pomenilo kršitev zakonov »človeške narave,« na katere opozarja La Rochefocauld).

Kako sploh razumeti te možne svetove? Zdaj smo pri Lewisovem *razvpitem* zagovoru obstoja množtva konkretnih možnih svetov. Za Lewisa popolnoma vsak način, kako bi svet lahko bil, določa, kako nek svet tudi konkretno *je*. Dejanski svet se *ne* loči od drugih po tem, da obstaja, drugi pa ne. Drugi svetovi so objekti iste vrste kot dejanski svet, ta pa je mereološka vsota vseh stvari našega univerzuma. Možni svetovi so ne-dejanski konkretni maksimalni konglomerati razprostrti v prostoru in času. Svet *w* je maksimalen, če je vsak del sveta *w* časovno-prostorsko povezan z vsemi drugimi deli sveta *w*. Med različnimi svetovi pa ni nobenih vzročnih in prostorsko-časovnih odnosov in nobenih delov nimajo skupnih. Nekateri kljub jasni izpovedi skušajo Lewisa razumeti drugače:

> Lewisov govor o možnih svetovih je do neke mere zavajajoč. Pomembno je, da ugotovimo, česar sam sprva nisem in tudi mnogi drugi niso, da naj bi ti protidejstveniki bili resnični zgolj zaradi značilnosti sveta, v katerem nastopa vzročna relacija. Kot bi jaz rekel, tvorec resnice za vzročne resnice je nekaj, kar najdemo zgolj v svetu, v katerem te relacije nastopajo. (Menim, da to neposredno sledi iz kontingence vzročne relacije, v katero Lewis ne dvomi.) V njegovi teoriji vzročnosti možni svetovi nastopajo le kot sredstvo za računanje. Kot primer mi je navedel način, na katerega bi lahko rekli, da je oseba Montague ne pa Capulet, ne da bi bili s tem zavezani nazoru, da sta ti dve družini dejanski. Fiktivni družini nastopata le kot sredstvo računanja (angl. calculation device).[22]

Po eni strani lahko približno razumemo, kaj ima v mislih Armstrong s tvorci resnice. V našem primeru je možni svet Francije 17. stoletja, v katerem se nihče ne nauči brati in je le malo ljudi zaljubljenih, bližji dejanskemu svetu od možnega sveta, v katerem se nihče ne nauči brati in je

---

[22] D. Armstrong, »Going through the Open Door Again: Counterfactual versus Singularist Theories of Causation«, v J. Collins, N. Hall in L. Paul (ur.), *Causation and Counterfactuals*. Cambridge, Mass., MIT Press 2004, str. 445.

veliko ljudi zaljubljenih. Zakaj? Zaradi *ne*-modalnih značilnosti dejanskega sveta (njegovih zakonov narave in njegove razporeditve lokalnih lastnosti v prostoru in času). Lewis je empirist, zanj v svetu ni nobene nujnosti, tako kot Hume zavrača realno nujnost vzročnih zvez. Stopnjo podobnosti med svetovi določa intrinzična narava dejanskega sveta, v tem smislu drugi svetovi res niso temelj protidejstvenih, modalnih resnic, ampak le način, kako določimo tista dejstva dejanskega sveta, ki utemeljujejo vzročno zvezo.

Ampak, po drugi strani je pojem tvorcev resnice tuj Lewisovem sistemu, zagovor možnih svetov pa ekspliciten – za Lewisa obstaja vse, čez kar kvantificiramo, torej tudi vsi drugi svetovi. Obstoj možni svetovi je zanj v metafiziki neogiben, tako kot obstoj števil v naši najboljši teoriji o svetu. Zdi se mi, da sklicevanje na fikcijo ne pomaga dosti, saj v Lewisovem pojasnilu resnice v fikciji spet nastopajo možni svetovi. Recimo: v drami je res, da je Gregory Capulet, če in samo če se nek svet, kjer je pripoved o Romeu in Juliji povedana kot znano zgodovinsko dejstvo in je to res, manj razlikuje od našega dejanskega sveta kot katerikoli svet, kjer je ta pripoved povedana kot znano dejstvo in Gregory ni Capulet.[23] Ali ti dve družini zares nista dejanski? »Dejansko« je po Lewisovem tolmačenju indeksikal. Referenca tega izraza je odvisna od okoliščin (sveta) izjavljanja, tako kot »zdaj« izbere trenutek izjavljanja te besede, tako »dejansko« izbere svet izjavljanja. Ko rečemo, da je Gregory Capulet, nismo zavezani nazoru, da je ta družina dejanska v našem svetu, je pa dejanska v »svojem« možnem svetu.

No, menim, da uspeh protidejstvene analize vzročnosti ni odvisen od obstoja množtva konkretnih svetov. V tem smislu ima Armstrong celo prav. Tudi pojmovanje možnih svetov kot abstraktnih lastnosti, načinov, kako bi stvari lahko bile ali kak drug »ersatz,« kot jih posmehljivo imenuje Lewis (recimo maksimalno konsistentna množica stavkov), zadošča za prikaz dejstev o vzročnosti. Pomembnejši so drugi, »interni« ugovori protidejstveni teoriji.

Oglejmo si začetno oznako vzročnosti kot protidejstvene odvisnosti malo bolj natančno. Ker velja odvisnost med propozicijami, ne pa med dogodki, moramo povezati propozicije z dogodki. Namesto oznake za

---

[23] Prim. D. Lewis, »Resnica v fikciji«, *Analiza* 6: 1–2, 2002, str. 55–75.

dogodek *C* bi morali pisati oznako, recimo O(c) za propozicijo, da je *C* nastopil, a bom zapisal poenostavil in največkrat uporabljal samo črke '*C*,' '*D*,' '*E*' …, '>' pa bo oznaka za protidejstveni pogojnik (»če bi …, potem bi … .«). Za poljubna dogodka *C* in *E* potem velja, da je *E* vzročno odvisen od *C*, če in samo če: (i) *C* in *E* sta *različna* dogodka, ki sta dejansko nastopila; (ii) $C > E$; (iii) $\neg C > \neg E$. Dejanski svet je najbolj podoben samemu sebi, zato iz dejanskega nastopa vzroka *C* in učinka *E* takoj sledi resnica protidejstvenika (ii), kajti najbližji *C*-svet je kar dejanski svet, v katerem pa je po pogoju (i) resnično tudi, da *E*. Vzročna zveza potem temelji le na odvisnosti (iii): brez *C* ne bi bilo *E* ali *E* je protidejstveno odvisen od *C*.

Različnost dogodkov v pravi vzročni je potrebna, da se izognemo primerom protidejstvene odvisnosti brez vzročnosti, ki jih je predstavil Kim.[24] Recimo, »Če ne bi napisal črke L, ne bi napisal imena glavnega mesta Slovenije,« toda prvi dogodek ni vzrok za drugega. V tem primeru ne gre za dva različna dogodka, saj je prvi del drugega. Nekaj podobnega velja za »Če Sokrat ne bi umrl, tedaj Xantippa ne bi postala vdova.« Kim trdi, da gre za dva različna dogodka, ki nastopita sočasno, na različnih krajih, pa vendar prvi ni vzrok za drugega. Lewis temu oporeka in čeprav kriterij istovetnosti ni povsem jasen, menim, da med dogodkoma zares nastopa neka analitična in ne vzročna zveza (kdor je Xantippi povedal, da je postala vdova, ji je le na drug način povedal, da je njen mož umrl).

Vzročnost kot protidejstvena odvisnost? Toda vzrokov potem kar mrgoli, je naslednji standardni ugovor, ki ga Lewis seveda pozna:

> Protidejstvena analiza vzročnosti? – »Ja, ja, moje rojstvo je vzrok moje smrti!« reče posmehljivec. Njegovo rojstvo je zares vzrok njegove smrti, vendar je razumljivo, da zelo redko želimo to reči. Protidejstvena odvisnost njegove smrti od njegovega rojstva je preveč očitna, da bi jo bilo vredno omenjati.[25]

Brez rojstva ne bi bilo smrti, brez kisika ne bi bilo požara in če bi varnostniki bolj natančno pregledovali ročno prtljago, ne bi prišlo do terorističnih napadov enajstega septembra 2001, so pisali časopisi v ZDA. Ampak rojstvo vendar ni vzrok smrti, kisik je samo pogoj in pregledovalci prtljage na letališčih niso povzročili napadov. Ločevanje med vzro-

---

[24] J. Kim, »Causes and Counterfactuals«, *The Journal of Philosophy* 70, 1973, str. 570–72.
[25] D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 101.

ki, ki učinke povzročajo in pogoji, ki jih samo omogočajo, je del našega vzročnega razmišljanja, vendar te ločnice v protidejstveni analizi *per se* ne bomo našli, ločitev prihaja od zunaj. Kriterij izbire vzročnega dejavnika je v psihologiji vsakdanjega življenja velikokrat možnost našega nadzora, čeprav pri tem zgrešimo bolj odločilne vzročne zveze. Denimo, da se z avtom izjemoma vračate iz službe po neobičajni poti, ker bi radi uživali v razgledu. Neprevidni voznik se zaleti v vas, v nesreči pa ste resno poškodovani. Večina ljudi bi rekla: ko bi se vsaj vračal domov po običajni poti …, saj je to nekaj, kar je bilo pod nadzorom voznika, čeprav ima večjo razlagalno (in tudi kazensko) moč neprevidni voznik kot vzrok nesreče.[26] Tudi rojstvo ni pod našim nadzorom, zato se nam zdi, da ne more biti vzrok smrti, pregledovalci prtljage enajstega septembra pa bi *lahko* bili bolj natančni.

Byrnova sicer meni, da se ljudje zavedajo, da je *pravi* vzrok bil drugi voznik, vendar si spontano zamišljajo alternative dogodkom, ki jih nadzirajo, čeprav vedo, da ti dogodki niso bili pravi vzroki, ampak le pogoji, ki so učinke omogočili. Byrnova razlikuje med krepko vzročno relacijo in šibkejšo relacijo omogočanja. Denimo, da smo prepričani, da je strela povzročila gozdni požar, ne da bi poznali kake druge pogoje. Strela je potem krepki vzrok, združljiv z dvema možnostima: (i) strela in požar; (ii) ni strele in ni požara. Ljudje naj bi si zamišljali le eno: dejanski vzrok (strela) in učinek (požar). Denimo, da izveste še za dodatni pogoj za nastop požara: suho listje. Ta pogoj je združljiv s tremi možnostmi: (i) ni listja in ni požara; (ii) listje in požar; (iii) listje brez požara (ker morda ni bilo strele). Ljudje naj bi si v tem primeru spontano zamišljali protidejstveno možnost (ni listja, ni požara) in ker laže mentalno »menjamo« pogoje, ki samo omogočajo kot pa vzroke, ki se zdijo nepremakljivi, si v protidejstvenih zamišljanjih raje izberemo pogoje kot pa prave vzroke:

> Vzroki nastopajo – strele udarijo, neprevidni vozniki zavijajo, teroristi izvajajo svoja uničenja – in želja, da bi vzrok ne nastopil, se zdi oddaljeno in neplavzibilno upanje. Toda dejavnike, ki samo omogočajo, lahko mentalno izbrišemo v zamišljeni alternativi: suho listje odstranimo, domov se odpravimo po drugačni poti, izboljšamo varnost na letališčih. Želja, da bi storili tisto, kar

---

[26] R. M. J. Byrne, *The Rational Imagination: How People Create Alternatives to Reality*. Cambridge, Massachusetts, The Mit Press 2005, str. 100.

bi lahko storili, da bi preprečili nek dogodek ali privedli do nečesa boljšega, je lahko plavzibilna alternativa.[27]

To pojasnilo v nasprotju s protidejstveno teorijo vzročnosti predpostavlja, da obstaja realna razlika med pravimi vzroki in pogoji, ki so učinke omogočili ali vsaj, da to predhodno razliko upoštevamo v svojih protidejstvenih zamišljanjih. Ampak, kako to razliko sploh vzpostavimo? Kako od vsega začetka nastavimo, da je strela pravi vzrok in listje samo pogoj, ki omogoča? Kaj, če vemo za *oba* dejavnika požara: suho listje in strelo? Potem je tudi strela združljiva s *tremi* možnostmi: strela in požar, ni strele in ni požara, strela brez požara (ker ni listja). In kaj, če so strele v tem letnem času nekaj običajnega, kupe suhega listja pa so nanesli neprevidni in pozabljivi gozdarji? Potem so vzrok dejanja gozdarjev, kljub temu, da je alternativa: brez neprevidnosti gozdarjev ne bi bilo požara, nekaj, kar si spontano zamislimo in v nasprotju s strelo zadeva dejanje, nad katerim ima nekdo nadzor, kar naj bi bila značilnost pogojev, ki omogočajo, ne pa pravih vzrokov.

V protidejstveni analizi za vsak dogodek obstaja množica *vzrokov* – dejavnikov, od katerih je odvisen. Izbiro pravega vzroka v danem kontekstu narekujeta pragmatika in relevanca, vzrok je običajno določen kot nek posebej relevantni, poudarjeni, izstopajoči dejavnik: »... včasih izberemo nenormalne ali nenavadne vzroke ali tiste, ki so pod našim nadzorom, ali tiste, ki jih označimo kot dobre ali slabe ali pa enostavno tiste, o katerih želimo govoriti. O teh načelih diskriminacije ne morem povedati ničesar,« pravi Lewis.[28] Vse, kar lahko reče teoretik vzročnosti, je, da je veliko poklicanih pogojev, ki so protidejstveno enakovredni vzroki *sine qua non*, toda malo je izbranih zanimivih in razlagalno relevantnih vzrokov. V vzročni *pojasnitvi* dogodka izbiramo relevantno informacijo iz vzročne zgodovine tistega, kar pojasnjujemo, zato je pojasnitev odvisna od pragmatičnih dejavnikov, protidejstvena odvisnost pa je objektivna in neodvisna od opisa.

---

[27] R. M. J. Byrne, *op. cit.*, str. 119.
[28] D. Lewis, *op. cit.*, 1986, str. 162.

3. Tranzitivnost in izpraznitev

Vzemimo primer, s katerim skuša Byrnova,[29] po mojem mnenju neuspešno, prikazati razliko med omogočanjem in povzročanjem. Leta 2003 je irska vlada naznanila kadilski zakon, ki bi prepovedoval kajenje na delovnem mestu, v restavracijah in pubih (tak zakon je bil leta 2007 sprejet tudi pri nas). Trgovci z alkoholom so agitirali proti zakonu in dokazovali, da bodo po sprejetem zakonu kadilci prenehali obiskovati pube, ti bodo imeli manj prometa, zato bo prišlo do izgube delovnih mest. Vlada je razmišljala drugače, če ne bo prepovedi, bodo delavci v lokalih izpostavljeni pasivnemu kajenju, prišlo bo do poslabšanja zdravja in pri nekaterih celo do izgube življenja. Byrnova pravi, da ljudje razumejo šibko vzročno relacijo *omogočanja* med pasivnim kajenjem in rakom na pljučih, ker si zamišljajo obe možnosti: barman je izpostavljen dimu in dobi raka, ter barman ni izpostavljen dimu in ne dobi raka. Zato jim je takoj dostopna protidejstvena alternativa: če barman ne bi bil izpostavljen dimu, ne bi dobil raka. Krepka vzročna relacija med prepovedjo kajenja in izgubo delovnega mesta (ena sama možnost?) pa domnevno ne ponuja enostavnega mentalnega izleta v prostor hipotetičnega. Zakon je bil leta 2004 sprejet, nazorna protidejstvena alternativa pa naj bi bila po mnenju Byrnove bolj prepričljiva kor tisoč vzročnih argumentov.

A zakaj neki je zveza med pasivnim kajenjem in rakom samo omogočanje, zveza med prepovedjo kajenja v pubih in barmanovo izgubo delovnega mesta pa prava, krepka vzročna zveza? Morda bi rekli, da pasivno kajenje ne vodi neogibno do raka. Protidejstvena teorija vzročnosti zaradi enostavnosti praviloma zares predpostavlja determinizem, toda, vsaj v prvem koraku, jo zlahka razširimo na indeterminizem: denimo, da C nastopi, E ima določeno verjetnost nastopa in tudi nastopi. Ampak brez C bi bila verjetnost nastopa E manjša, zato je C vzrok za E[30] in zato je pasivno kajenje v *vzročni* zvezi z rakom. Enostavno si je tudi vsaj zamisliti, da prepoved kajenja v barih ne vodi do izgube delovnih mest, saj, kot vemo, se gostinci lahko znajdejo drugače (zunaj pred lokalom postavijo klopi in mize, odpirajo se nova delovna mesta v proizvodnji

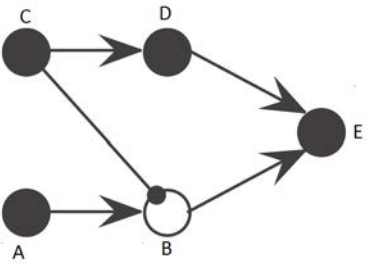
---

[29] R. M. J. Byrne, *op. cit.*, str. 127–28.
[30] Prim. D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 79.

zunanjih plinskih ogrevalnikov, ipd.). Ne verjamem, da je bila domnevna nazornost in enostavnost zamišljivosti protidejstvene alternative relaciji *omogočanja*: »Če barman ne bi bil izpostavljen dimu, ne bi dobil raka,« odločilna za sprejem zakona.

Toda primer je zanimiv zaradi naslednje verige: zaradi zakona kadilci prenehajo obiskovati pube, zato imajo ti manj prometa, kar vodi do izgube delovnih mest. Sprejetje zakona povzroči izgubo delovnih mest v gostinstvu. Samoumevno se nam zdi, da je vzročnost *tranzitivna*. Problem pa je, da protidejstvena odvisnost *ni* tranzitivna. Četudi ne bi sprejeli zakona, bi lahko še vedno prišlo do izgube delovnih mest, kot je potem hitro pokazala recesija. Primeri vzročne izpraznitve (angl. preemption, ki jih je Lewis sprva imenoval redundantna vzročnost, še prej pa asimetrična naddoločenost) so standardni proti-primeri tranzitivnosti protidejstveni odvisnosti.

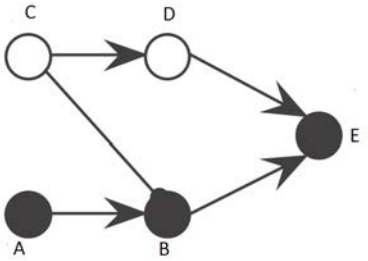
V prikazu vzročnih odnosov v primerih vzročne izpraznitve je Lewis zaslovel z uporabo t. i. »diagramov nevronov.« [31] Tu gre bolj za slikovit način govora, saj diagrami nazorno prikažejo bolj ali manj zapletene vzorce vzročnih struktur, ne le sprožitve nevronov. Na spodnji sliki črke označujejo dogodke, poln krogec označuje nastop dogodka (»nevron se sproži«), prazen krogec odsotnost dogodka (»nevron je ugasnjen«), črta s puščico označuje povzročanje dogodka, črta s krogcem na koncu pa reprezentira inhibicijo ali preprečitev dogodka. Časovno zaporedje teče od leve proti desni.



Slika 1: *C* se sproži.

[31] Prim. D. Lewis, *op. cit.*, 1986.

Na sliki 1 se *A* in *C* sprožita istočasno, *C* povzroči, da se sproži *D*, ta pa privedi do sprožitve *E*.[32] Obenem pa *C* prekine vzročno pot od *A* do *E*, saj pošlje inhibicijski signal do *B* (zato ta nevron »ugasne«). Naslednja slika pa prikaže, kaj bi se zgodilo, če se *C* ne bi sprožil:



Slika 2: Če se *C* ne bi sprožil …

V tem primeru vzročna pot od *A* do *E* ni prekinjena in zdaj *A* povzroči, da se *E* sproži. Enostavna protidejstvena odvisnost tu odpove kot analiza vzročnosti: jasno je, da je *C* vzrok za *E* vendar, če *C* ne bi nastopil, bi se (zaradi *A*) *E* še vedno sprožil. Uporabnost takih diagramov je v tem, da enostaven vzorec prikaže abstraktno zgradbo vzročnih odvisnosti, ki jih najdemo v »svetu.« Vzemimo primer vzročne izpraznitve, ki ga navaja Yablo.[33] Hit in Mis hkrati zakotalita krogli po stezi za bowling. Hitova krogla je težja in odbije Misino lažjo kroglo na njeni poti do keglja. Njegov met povzroči, da kegelj pade, vendar, če ne bi bilo njegovega meta, bi prišlo do enakega učinka zaradi verige dogodkov, ki jo je sprožil Misin met. V tem primeru puščice označujejo poti in »delovanje« obeh krogel, *E* je končni učinek (padec keglja), *C* je Hitov met, *A* je Misin met, *B* pa odboj Misine krogle od Hitove.

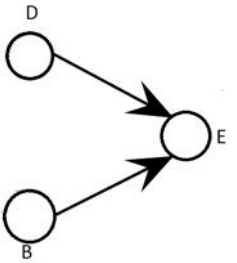
Veriga, ki jo je sprožila Mis, je bila presekana, še preden je njena krogla dosegla kegelj. Zato takoj opazimo, da padec keglja *E* sicer ni odvisen

---

[32] Prim. N. Hall, »Two Concepts of Causation,« v J. Collins, N. Hall in L. Paul (ur.), *Causation and Counterfactuals*. Cambridge, Mass., MIT Press 2004, str. 234.

[33] S. Yablo, »Advertisement for a Sketch of an Outline of a Prototheory of Causation,« v J. Collins, N. Hall in L. Paul (ur.), *Causation and Counterfactuals*. Cambridge, Mass., MIT Press 2004, str. 120.

od začetnih delov Hitove verige, odvisen pa je od njenih končnih delov – od dogodka *D* dalje. Dogodek *D* je v tem primeru položaj Hitove krogle nekaj trenutkov preden zbije kegelj. Ko nastopi *D*, je Misijin met že prekinjen, zato lahko rečemo, da brez *D* ne bi prišlo do *E* kot kaže slika 3:



Slika 3: Če se *D* ne bi sprožil …

Učinek (*E*) je protidejstveno odvisen od nečesa (*D*), kar pa *je* odvisno od pravega vzroka (*C*), saj brez *C* ne bi bilo *D*. In prav v tem je Lewisova začetna rešitev problema izpraznitve in odločilna vloga vzročne tranzitivnosti. Dogodek *C* ne povzroča dogodka *E* neposredno, ampak posredno, prek verige dogodkov, ki so v odnosu protidejstvene odvisnosti: brez *C* ne bi bilo *D* in brez *D* ne bi bilo *E*, zato je *C* vzrok za *E*, čeprav bi brez *C* dogodek *E* še vedno nastopil. Obstoj verige zagotavlja vzročno zvezo, zato lahko rečemo:

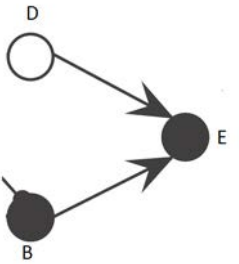
C povzroča *E*, če in samo če obstajajo D_i tako, da $\neg C > \neg D_1$ & $\neg D_1 > \neg D_2$ & … & $\neg D$n $> \neg E$.

Dogodek *E* ni protidejstveno odvisen od *C*, je pa v odnosu 'biti prednik protidejstvene odvisnosti' (angl. *ancestral*) z dogodkom *C*. Protidejstvena odvisnost ni tranzitivna, relacija 'biti prednik protidejstvene odvisnosti', naj bo to '*R*', pa je in ta zagotavlja tranzitivnost vzročnosti in rešuje enostavni problem izpraznitve. *C* je v odnosu *R* do *E*, če in samo če je *E* neposredno protidejstveno odvisen *C* ali pa je *E* prek vmesnih korakov protidejstvene odvisnosti povezan s *C*.

V našem primeru se nam morda zdi dogodek *D,* položaj Hitove krogle po tem, ko je odbila Misino, čuden. Po običajnem, aristotelskem pojmovanju, je dogodek neka sprememba v substanci, v sodobni termi-

nologiji – predmet pridobi ali izgubi neko lastnost. Vendar pa protidejstvena analiza deluje samo, če je vzročnost tranzitivna, torej obstajajo vzročne verige in s tem vmesni členi. Če pa za vsak vmesni člen zahtevamo, da je neka sprememba, tedaj enostavno ne bo dovolj vzročnih verig in vmesnih dogodkov. Zato je pri Lewisu dogodek v vzročni verigi tudi to, da neki premikajoči se predmet vztraja v svojem gibanju, da je sled bakra navzoča v danem vzorcu, skratka stanje stvari in vztrajanje v nekem stanju.

Toda, zakaj smo situacijo, v kateri *D* ne nastopi, prikazali s sliko 4 in ne s sliko 5, kjer nastop dogodka *B ni* blokiran?



Slika 4: Če se *D* ne bi sprožil …?

Ali ni tako, da bi brez nastopa *D* tudi njegov vzrok, *C* ne nastopil, torej *C* ne bi blokiral *B* in s tem bi se sklenila rezervna vzročna veriga od *A* do *E*? Torej bi brez *D* dogodek *E* še vedno nastopil! V našem primeru – če Hitova krogla ne bi bila v položaju *D*, potem je Hit pred tem ne bi zalučal (*C*), njegova krogla ne bi odbila Misine krogle (*B*), ki bi zato podrla kegelj (*E*). Torej *E* sploh ni protidejstveno odvisen od *D*!

4. Asimetrija vzročnosti

Protidejstvenik: »Če Hitova krogla ne bi bila v položaju *D*, potem pred tem ne bi bila zalučana,« je (časovni) »oziralec,« ki pravi, da, če učinek ne bi nastopil, tedaj njegov vzrok ne bi nastopil. Oziralci (angl. back-tracking conditionals) so protidejstveniki, v katerih je čas nastopa antecedensa za časom nastopa konsekvensa, torej govorijo o protidej-

stveni odvisnosti preteklega od sedanjega (npr. »Če bi Nemci leta 1942 zmagali pri Stalingradu, potem bi moralo biti res, da pred tem niso izgubljali časa z napadom na Jugoslavijo aprila 1941«). Tipično so resnični protidejstveniki usmerjeni v času naprej, govore o tem, kaj bi se zgodilo *po* tem, ko bi nastopil dogodek ali stanje, ki ga uvaja antecedens (npr. »Če bi Nemci leta 1941 ne izgubljali časa z aprilskim napadom na Jugoslavijo in bi takoj napadli Sovjetsko zvezo, bi jo premagali«).

Protidejstveniki so za Lewisa v splošnem nejasni in nejasnost aspektov podobnosti razrešujemo v različnih kontekstih na različne načine. Trdi pa, da je v običajni razrešitvi nejasnosti protidejstvena odvisnost asimetrična in oziralci vedno neresnični. Če bi bila sedanjost drugačna, tedaj bi bila zgodovina nespremenjena. Samo posebni konteksti (potovanje v času, morebitna vzročnost za nazaj) morda zahtevajo nestandardno razrešitev nejasnosti in aspektov podobnosti, v kateri izidejo oziralci kot resnični. Večina zagovornikov protidejstvene teorije vzročnosti takšno prepoved oziralcev sprejema. Denimo, da C povzroči E. Če je t trenutek nastopa dogodka C, potem pogojnik $\neg C > \neg E$ ocenjujemo tako, da ohranimo celotno zgodovino in spremenimo samo svet v trenutku t ravno toliko, da je resničen hipotetični antecedens (ne-C) in potem »zavrtimo« svet naprej (v skladu z dejanskimi zakoni narave) in pogledamo, ali je konsekvens resničen.[34]

Lewis predlaga nekoliko drugačen postopek – realizacija hipotetičnega antecedensa v trenutku t zahteva, da zgodovina našega dejanskega sveta nekako skrene s svoje poti malo pred trenutkom t, toliko, da je dopuščen nek razumen prehod do nastopa hipotetičnega stanja stvari, ki ga opisuje antecedens. »Če bi ta svinčnik bil zdaj na tleh …,« ne pomeni, da se svinčnik, ki je dejansko na mizi, v hipu znajde na tleh, pač pa je malo prej padel z mize in nek kratek časovni interval potoval do tal. Ob predpostavki determinizma so s tem kršeni zakoni narave dejanskega sveta, zgodi se »mali čudež« (angl. *small miracle*). V vsakem primeru se lahko prepričamo, da hipotetično situacijo, v kateri ne nastopi dogodek D, prikaže slika 3 in ne slika 4. Če D ne bi nastopil, bi bila preteklost pred tem (v celoti, kot meni Hall ali *skoraj* v celoti, kot meni Lewis) ne-

[34] N. Hall, *op. cit.* 2004, str. 234.

spremenjena, v dejanski zgodovini pa je nastopil dogodek *C*, ki je blokiral nastop dogodka *B*, zato brez *D* zares ne bi prišlo do *E*.

V protidejstveni teoriji je vzrok samo nujni pogoj za nastop učinka, zato so pogojniki, ki govorijo o tem, kaj bi v preteklosti *lahko* bilo res, če bi bila sedanjost drugačna, resnični. Če JFK leta 1960 ne bi kandidiral predsednika, tedaj leta 1961 ne bi postal 35. predsednik ZDA. Predsedništvo je protidejstveno odvisno od kandidature. Ali velja tudi obratno, če JFK leta 1961 ne bi postal 35. predsednik ZDA, tedaj bi bilo res, da pred tem ne bi kandidiral? Ni res, da ne *bi* (lahko bi kandidiral in izgubil), res pa je, da bi *lahko* bilo res, da ne bi.

Lewisova prepoved protidejstvene odvisnosti preteklosti od sedanjosti pa je močnejša, kot jo narekuje pojmovanje vzroka kot nujnega pogoja, ki pravi, da bi brez učinka vzrok še vedno *lahko* nastopil. Lewis trdi, da, če bi bila sedanjost drugačna, bi preteklost ostala nespremenjena in če je vzrok del dejanske preteklosti, potem *bi* brez učinka vzrok kljub temu še vedno nastopil, le da bi nekaj »presekalo« njegovo vzročno moč. Pa ne zaradi pojmovne zveze: vzrok ni časovno predhoden svojemu učinku zaradi oznake vzročne zveze, asimetrija ni pogoj, ki je vgrajen v analizo tako, kot je tranzitivnost z relacijo »biti prednik.« Oziralci niso vedno neresnični, njihova neresnica je za Lewisa kontingentno, empirično dejstvo o asimetriji v našem svetu, vzročnosti za nazaj ne moremo izključiti *a priori*.

Lewis se sklicuje na to, da vsak dogodek v našem svetu v času zapusti *za* sabo veliko več »sledi«, iz katerih lahko sklepamo nazaj na ta dogodek, kot pa je bilo »poti,« ki so vodile *do* njega. Če imajo prav nekateri sodobni zgodovinarji, je do prve svetovne vojne pripeljal malo verjeten splet okoliščin, torej ena sama naključna pot, njene posledice pa so spremenile naš planet.[35] No, večinoma pa se vsi strinjajo, da, če ne bi bilo prve svetovne vojne, tedaj ne bi bilo niti druge. Ali lahko rečemo tudi obratno: če ne bi bilo druge svetovne vojne, tedaj ne bi bilo niti prve? Zdaj iščemo najbližji svet, v katerem ni druge svetovne vojne. Svet, ki se nekako izogne drugi svetovni vojni (in so ga imeli v mislih zavezniki, ko so leta 1938 podpisovali sporazum v Münchnu), vendar ohrani našo

---

[35] N. Lebow, *Forbidden Fruit: Counterfactuals and International Relations*. Princeton, Princeton University Press 2010.

zgodovino vključno s prvo svetovno vojno, je mnogo bolj podoben našemu svetu od sveta, v katerem ni ne druge ne prve svetovne vojne in vseh njenih planetarnih posledic. Zato bi brez učinka (druge svetovne vojne) vzrok (prva svetovna vojna) še vedno nastopil.

Rečeno v prispodobi je vsak fizikalni dogodek za Lewisa tak kot prva svetovna vojna. Bolj tehnično, naj bo determinanta dogodka množica pogojev, ki so glede na zakone narave skupaj zadostni za nastop tega dogodka. »Zadostnosti« ne smemo brati »časovno« – če je bil JFK izvoljen za predsednika, potem je to dejstvo zadostni pogoj za to, da je *pred* tem zmagal na volitvah. Determinante so lahko vzroki ali pa učinki dogodka. Kontingentna resnica o našem svetu je, da imajo dogodki malo zgodnjih determinant (»vzrokov«) in veliko kasnejših (»učinkov«). Lewis se sklicuje na Popperjev primer sferičnega vala, ki se širi navzven iz neke točke (recimo sredine ribnika, v katerega je nekdo vrgel kamen).[36] V tem procesu vsak delček vala »za nazaj« določa tisto, kar se je zgodilo na točki, na kateri se je začela emisija vala, takšnih delčkov pa je seveda ogromno. Obratni proces, v katerem se sferični valovi spet združijo v eni točki in vsak delec vala determinira, kaj se bo zgodilo na točki, kjer se valovi združijo, se sicer sklada z zakoni narave, vendar je zelo redek. Če ne bi bilo tega delčka vala (učinka) ..., kaj bi se tedaj zgodilo? Svet, v katerem ne nastopi učinek, nastopi pa vzrok (središčna točka, iz katere se širijo valovi) je bolj podoben dejanskemu svetu od sveta, v katerem ni ne učinka ne vzroka, saj moramo v tem drugem svetu odstraniti tudi vse druge učinke (vse druge delce, ki se širijo navzven iz sredine ribnika).

Denimo, da se zgodi *C* in razmišljamo, kaj se zgodi, če se ne bi. Možni svetovi, ki imajo enako zgodovino kot dejanski svet in zaradi nekega malega čudeža skrenejo z njegove poti malo pred nastopom hipotetičnega ne-*C*, potem pa sledijo zakonom dejanskega sveta, so najbolj podobni dejanskemu svetu. Zato so resnični protidejstveniki tipa »brez vzroka ne bi bilo učinka« – mali čudež odstrani vzrok, potem pa zakon narave poskrbi, da izgine učinek. Neresnični pa so protidejstveniki tipa »brez učinka ne bi bilo vzroka« – mali čudež odstrani učinek, nomološka zveza pa »poskrbi,« da ni vzroka, toda *velik* čudež je potreben, da odstrani vse druge sledi prvotnega vzroka. V Lewisovi metriki je dejanskemu svetu

---

[36] D. Lewis, »Counterfactual Dependence and Time's Arrow,« *Nous* 13, 1979, str. 455–76.

bližji svet, v katerem mali čudež odstrani učinek, ohranjena je (skoraj) celotna zgodovina – prvotni vzrok skupaj z vsemi svojimi sledmi, kršena je le nomološka zveza med vzrokom in učinkom, saj vzrok ne vodi več do učinka.

V metriki podobnosti, ki temelji na tem, da so dogodki tipično odvisni od predhodnih in ne od kasnejših dogodkov, so oziralci neresnični. Smer vzročnosti je smer protidejstvene odvisnosti, ki smo jo, vsaj tako upa Lewis, pojasnili brez sklicevanja na vzročne pojme. S tem dobimo tudi pojasnilo časovne asimetrije in vrste drugih asimetrij, povezanih s pojmom vzročnosti: vzroki pojasnijo učinke in ne obratno; učinek preprečimo tako, da preprečimo njegov vzrok in ne obratno.

Tudi pri Lewisu morajo biti nekateri oziralci resnični. Če bi bila sedanjost drugačna, bi v nekem intervalu pred trenutkom nastopa antecedensa nastopil mali čudež, ki bi vodil do realizacije hipotetičnega antecedensa. Torej je preteklost le odvisna od sedanjosti – drugačna sedanjost, drugačna preteklost? Lewis na to odgovarja – odvisnost da, vendar nobena *določena* odvisnost. Obstaja več načinov, kako bi lahko prišlo do realizacije antecedensa. Luč ni zagorela, kaj bi se zgodilo, če bi? Če bi luč zagorela, bi bila prej vklopljena ali bi prišlo do spontanega preskoka iskre, ki bi sprožila žarilno nitko ali ... Gre za disjunkcijo in ne za kak določen dogodek, pravi Lewis. Toda, ali res ni disjunktivnih dogodkov ali vsaj primerov vzročnosti, ko ima učinek disjunktivno strukturo? In tudi če jih ni, ali ne temelji fiksnost preteklosti na popolni neodvisnosti predhodnih stanj stvari od kasnejših, torej na nemožnosti, da bi v sedanjosti spreminjali pretekla stanja stvari, kakorkoli nedoločena so že?[37]

Lewisov sistem, predvsem pa njegova metrika podobnosti in manevriranje z velikostjo čudežev je bila deležna vrste kritik,[38] toda vprašanje vzročnega in časovnega reda, ki je povezano s »tekom časa,« z anizotropijo časovnega reda, z odprto bodočnostjo in fiksno preteklostjo, je zapleteno samo po sebi. Vrnimo se raje k enostavnemu izhodišču, ki ga prikazuje slika 1 ali Yablov primer. *Jasno* je, da je *D* (položaj Hitove krogle nekaj trenutkov preden zadene kegelj) vzrok za *E* (zbitje keglja).

---

[37] J. Bennett, »Counterfactuals and Temporal Direction,« *The Philosophical Review* 93 (1984), str. 81.

[38] Prim. D. Šuster, *op. cit.*, 2002.

Če pa bi »brkljali« po preteklosti in »uresničili« odsotnost *D* tako, da bi izbrisali *C* (odstranili Hitov met), potem bi kegelj podrl Misin met *A*. Zdaj ne bi več veljalo, da brez *D* ne bi bilo *E*, zato *D* ne bi bil vzrok za *E*. Če protidejstvena odvisnost ne da pravilnega odgovora, lahko izbiramo med drugačnim pojasnilom vzročnosti ali pa prepovemo oziralce. Hallu se zdi evidentno, da obstaja sprejemljivo branje protidejstvenikov, po katerem je protidejstvenik »Če ne bi bilo *D*, tedaj ne bi bilo *E*,« resničen.[39] Ostane samo takšna ali drugačna prepoved oziralcev.

Mislim, da ima prav. Lahko bi sicer rekli, da so vzroki *a priori* časovno pred svojimi učinki, vendar s tem izključimo simultano vzročnost in vsaj možne primere »vzvratne« vzročnosti. Swain poskuša zagovarjati protidejstveno teorijo vzročnosti in pojasniti vzročno asimetrijo *brez* prepovedi oziralcev.[40] Nekoč[41] se mi je zdel njegov predlog sprejemljiv, zdaj mislim drugače – brez prepovedi »vzročnih« oziralcev protidejstvena analiza ne deluje (to ne pomeni, da so *vsi* oziralci neresnični).

Kadar je *C* vzrok za *E*, takrat po Swainu nastopi vzročna veriga tako od *C* do *E* kot od *E* do *C*, torej velja $\neg C > \neg E$ *in* $\neg E > \neg C$. Toda prava vzročna odvisnost izpolni nek dodatni kriterij, ki ga odnos »v smeri od« učinka *E* do vzroka *C* ne izpolni. Asimetrijo dobimo z razliko med svetovi, v katerih nastopi vzrok brez učinka in svetovi, v katerih nastopi učinek brez vzroka. Denimo, da vklopim stikalo in luč zagori. Brez vzroka (vklop luči) ne bi bilo učinka (luč zagori) in brez učinka ne bi bilo vzroka, pravi Swain. Svet *w1*, v katerem stikalo vklopim in luč ne zagori, je svet, v katerem nek dogodek, od katerega je odvisno delovanje luči, ne nastopi. Morda bi prišlo do kratkega stika, ali pa bi se pretrgala žarilna nitka ali kaj podobnega. Svet *w2*, v katerem bi nastopil učinek brez vzroka, pa vsebuje vsaj *dve* spremembi: prva je potrebna za *izničenje* dogodka vzroka (denimo, da tisti, ki vklaplja stikalo umre) in druga za *nastop* dogodka učinka brez izvornega vzroka (nekaj kljub vsemu sklene

---

[39] Prim. N. Hall, *op. cit.* 2004, str. 233.

[40] M. Swain, »A Counterfactual Analysis of Event Causation,« *Philosophical Studies* 34, 1978, str.1–19.

[41] D. Šuster, *Sodobna teorija modalnosti – protidejstvena odvisnost in vzročnost. Doktorsko delo*. Ljubljana: Filozofska fakulteta 1995.

krogotok). Razlika v številu potrebnih sprememb je temelj vzročne asimetrije. Swain predlaga naslednjo definicijo:[42]

C je vzrok za *E*, kadar sta *C* in *E* določena dogodka, ki sta nastopila, če in samo če,
(i) dogodka *C* in *E* sta povezana z vzročno verigo, tj. obstajajo *Di* tako, da $\neg C > \neg D_1$ & $\neg D_1 > \neg D_2$ & … & $\neg D$n $> \neg E$;
(ii)če je *i* dejanski svet, *j* pa svet, v katerem nastopi *C* in *E* ne, potem bi se *j* razlikoval od *i* samo v tem, da nek dogodek *D* (različen od *C*), ki nastopi v *i* in od katerega je *E* vzročno odvisen, ne nastopi na svetu *j*;
(iii) če je *i* dejanski svet, *k* pa svet, v katerem nastopi *E* in *C* ne, potem se *k* razlikuje od *i* vsaj v naslednjem: (a) nek dogodek *F* (različen od *E*), ki nastopi v *i* in od katerega je *C* vzročno odvisen, ne nastopi na *k;* (b) na svetu *k* nastopi nek dogodek *G*, takšen, da dogodek *E* ni vzročno odvisen od *G* na *i*, je pa vzročno odvisen od *G* na *k*.

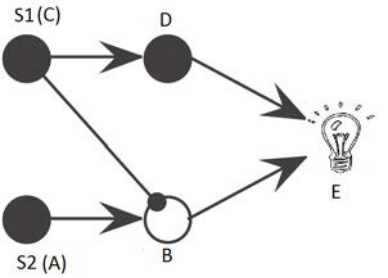
Manjša (ena) razlika določa dogodek vzrok in ga ločuje od dogodka učinka. Če želimo v zgornjem primeru postaviti gorenje luči kot vzrok, tedaj bosta kršena pogoja (ii) in (iii). V svetu, v katerem nastopi gorenje luči brez vklopa, sta potrebni vsaj dve spremembi in ne ena sama.

Toda poglejmo si Swainovo obravnavo vzročne izpraznitve, oziroma psevdo-naddoločenosti, kot jo sam imenuje (psevdo, ker je jasno, da je le en od dveh vzrokov pravi).[43] V njegovem primeru je žarnica povezana z dvema stikaloma S1 in S2, toda S1 ima vgrajeno dodatno zaporo, ki v primeru vklopa S1 blokira krogotok med S2 in žarnico. Recimo, da obe stikali vklopimo hkrati, vklop stikala S1 naj bo dogodek *C*, vklop stikala S2 naj bo dogodek *A*. Žarnica se vklopi, to naj bo dogodek *E*. Zlahka ugotovimo, da je to natanko primer, ki ga prikazuje slika 5.

Swain pravi, tako kot Lewis, da obstaja vzročna veriga, ki povezuje vklop stikala S1 s tem, da žarnica zagori (*E*), med S2 in *E* pa ni takšne verige vmesnih dogodkov, saj S1 prekine pot od S2 do *E*. Swain meni, da je po njegovih pogojih *C* vzrok za *E*. Pogoj (i) naj bi bil izpolnjen, ker obstaja veriga od *C* do *E*. Svet, v katerem je stikalo S1 vklopljeno, učinka *E* pa ni, je svet, v katerem ne nastopi nek vmesni dogodek verige od *C* do *E*. Naj bo *D* tak vmesni dogodek: tok steče skozi žice, ki vodijo v

---

42 M. Swain, *op. cit.*, str 11.
43 Prim. M. Swain, *op. cit.*, str 14.



Slika 5

grlo žarnice. Denimo, da *D* ne nastopi, ker je ena od teh žic pretrgana. Pogoj (iii) zahteva, da svet, v katerem nastopi učinek *E* brez vzroka *C*, vsebuje dve spremembi: oseba, ki dejansko vklopi S1, se odloči, da ga ne bo. Toda obenem bi svet, v katerem žarnica zagori, pravi Swain, »bil *tudi* tak, da je v njem gorenje žarnice vzročno odvisno od nekega dogodka, ki je tak, da *E* dejansko ni bil vzročno odvisen od tega dogodka.«

Torej dve spremembi – nevklop S1 in obenem nastop nekega dogodka (v našem primeru *B*) na sklenjeni vzročni poti od S2 do *E*. Ampak, spomnimo se, za Swaina so oziralci *resnični*: brez učinka ne bi bilo vzroka. In to velja za celotno verigo: torej brez (vmesnega) učinka *D* ne bi bilo vzroka *C*. Ampak brez vzroka *C* krogotok med stikalom S2 in *E* ne bi bil več blokiran, torej bi žarnica vseeno zagorela! Toda *D* je del dejanske vzročne verige od *C* do *E*, zato brez *D* ne bi smelo biti res, da nastopi *E*. Zdaj pa smo videli, da bi brez *D* dogodek *E* zaradi deblokade krogotoka vseeno nastopil. Po »štetju« sprememb je *C* vzrok za *E*, saj je *D* odvisen od *C* in *E* odvisen od *D*. Toda zaradi dopuščanja oziralcev *E* ni več odvisen od *D*, s tem se prekine vzročna veriga, kršen je pogoj (i) in *C* ni več vzrok za *E*![44]

»Je in ni« je polom za vsako analizo in ne vidim, kako bi lahko protidejstveno teorijo rešili brez nekakšne prepovedi protidejstvenega spreminjanja preteklosti. Ali je takšna prepoved res v skladu s pojmovanjem podobnosti med svetovi (svetovi, ki ohranjajo preteklost, so najbolj podobni dejanskemu), je drugo vprašanje. Lewis bi rekel, da ne začenjamo

[44] Prim. tudi N. Hall, *op. cit.* 2004, str. 234.

z metriko podobnosti, s katero potem ocenjujemo resnico protidejstvenikov odvisnosti, ampak predlaga nekakšno »vzvratno inženirstvo«: določitev metrike podobnosti (»ne nujno prve, ki nam pade na pamet«)[45] na osnovi izhodiščnih intuicij o resnici posameznih pogojnikov. Protidejstvena analiza vzročnosti ima reduktivno, pojasnjevalno moč, ne pa napovedne. Že, ampak redukcija zahteva, da v pojasnilu *ne* uporabljamo vzročnih pojmov. Ali je mogoče asimetrijo, prepoved oziralcev in ustrezno metriko podobnosti sploh pojasniti brez sklicevanja na pojem vzroka, se sprašuje Field?[46]

Mislim pa, da vrednost protidejstvenega pojasnila vzročnosti ni odvisna od izpolnitve ideala popolne *redukcije*, ki je najbrž neuresničljiv. Bigelow in Pargetter recimo menita, da so si možni svetovi »podobni« v meri, v kateri se ujemajo v univerzalijah in individuumih ter *vzročnih* relacijah.[47] Četudi pri Lewisu v aspektih podobnosti svetov (izrecno) ne nastopa vzročnost, pa morajo nastopati posamična, kategorična dejstva, glede na katere svetove nekako urejamo po podobnosti, pravi Stalanker.[48] Ampak kaj konstituira ta dejstva – ali lahko ločimo njihove vzročne sestavine od nevzročnih? V najbolj enostavnem stanju stvari ima nek individuum neko lastnost. Toda, kaj določa istovetnost lastnosti, če ne njene vzročne moči, njen potencial, da prispeva k vzročnim močem stvari, ki posedujejo to lastnost? Če sledimo Shoemakerju so čisto vse ravni, na katerih opisujemo svet, že vzročne.[49]

Scriven meni, da je pojem vzroka tako osnoven v našem pojmovanju sveta, kot, recimo pojem števila: ne moremo ga definirati s pomočjo drugih pojmov brez krožnosti.[50] Zdi se mi, da to velja za vse velike filozofske pojme in poskuse njihovih »reduktivnih« analiz. Ko pri Aristotelu izvemo, da je resnica »govoriti …, da bivajoče biva in ne-bivajoče ne biva« (*Metafizika*, 1011b) ne izvemo veliko o pojmu resnice. Pomemben

---

[45] D. Lewis, *op. cit.* 1979, str. 43.
[46] H. Field, *op. cit.*, str. 449.
[47] J. Bigelow in R. Pargetter, *Science and Necessity*. Cambridge, Cambridge University Press 1990, str. 122–131.
[48] R. Stalnaker, *Inquiry*. Cambridge, Mass.: The MIT Press 1987, str. 158–159.
[49] S. Shoemaker, »Causality and Properties«, v *Identity, Cause and Mind*. Cambridge, Cambridge University Press 1984, str. 114.
[50] M. Scriven, »Defects of the Necessary Condition Analysis of Causation«, v E. Sosa in M. Tooley (ur.), *Causation*. Oxford, Oxford University Press 1993, str. 56.

del naših intuicij o pojmu vzroka temelji na ideji vzroka kot pogoja, brez katerega ne bi bilo učinka, zato se mi zdi sprejemljiv program, ki začne z ureditvijo in sistematizacijo teh intuicij, opirajoč se na razumevanje protidejstvenikov. Četudi na koncu morda ugotovimo, da bo imel vzročni pogojnik posebne lastnosti (posebno metriko podobnosti), ki ga ločujejo od običajnih protidejstvenikov, bomo na ta način vsaj odkrili posebnost vzročnosti v sistemu odvisnosti, ki jih izražamo s protidejstveniki. Pomemben dosežek se mi zdi že eksplikacija pojma, modeliranje zgradbe vzročne odvisnosti in določitev mesta vzročnosti v sistemu povezav, relacij determiniranja in medsebojnih odvisnosti, ki strukturirajo naš svet.

5. Vzročnost kot vpliv

Rešitev osnovne sheme vzročne izpraznitve (slika 1) znotraj protidejstvene analize zahteva dvoje: (i) obstoj *vmesnih* členov (*D*), ki zgradijo verigo od pravega vzroka (*C*) do učinka (*E*), ne pa od izpraznjenega vzroka (*A*) do učinka; (ii) *tranzitivnost* vzročnosti (brez *C* bi *E* še vedno nastopil, toda brez *C* ne bi bilo *D* in brez *D* ne bi bilo *E*, zato *C* povzroča *E*). Oboje je sporno. Prvi problem Lewis rešuje s predelavo svoje teorije, drugega pa tako, da »s stisnjenimi zobmi« zanika obstoj protiprimerov.

Ali niso možni primeri, ko dva dogodka hkrati vodita do istega učinka *brez* vmesnih dogodkov? In ali niso možni primeri, ko več vzrokov hkrati vodi do istega učinka, ne da bi bile nekatere verige blokirane? Vzemimo standardni primer simetrične naddoločenosti – strelski vod, v katerem je vsak strel sam po sebi zadosten za smrt kaznjenca. Vsaj eden (morda pa vsi) od strelov je vzrok smrti, čeprav ni resnično: če ne bi bilo *tega* strela, kaznjenec ne bi umrl.

Ampak takšni primeri simetrične naddoločenosti so redki in nenavadni tudi v fiziki.[51] Tipično (ob hipotezi determinizma) obstaja za vsak dogodek en sam vzročno zadostni pogoj za njegov nastop. V primerih popolne simetrične naddoločenosti (strelski vod) tudi naše intuicije o tem, kaj je pravi vzrok, niso jasne in protidejstvena analiza odslikava to negotovost. Problem pa sta asimetrična naddoločenost *brez* vmesnih

---

[51] Prim. M. Bunzl, »Causal Overdetermination,« *The Journal of Philosophy* 76 (1979), str. 134–50.

členov in asimetrična naddoločenost, kjer so verige vseh vzrokov, tudi »rezervnih,« *polne* (vsebujejo vmesne člene tik do učinka) ali celo »popolne« (vsebujejo vmesne člene vključno z učinkom). So taki primeri sploh možni?

Začnimo s filozofsko fantazijo, z zakoni magije, ki vzročno delujejo brez vmesnih členov. Zakoni določajo, da mora tisto, kar se bo zgodilo opolnoči, ustrezati prvemu uroku predhodnega dneva, to pa je bil Merlinov jutranji urok spremembe princa-v-žabo. Morgana zvečer izreče še en urok spremembe princa-v-žabo. Opolnoči se princ spremeni v žabo. Vsak urok posebej bi opravil svoje delo, če bi šlo za edini urok tega dne; toda Merlinov urok je bil prvi, zato je njegov urok pravi vzrok. Merlinov urok je izpraznil vzročno delovanje uroka Morgane, vendar vzročni proces, ki teče od uroka do spremembe, nima vmesnih korakov. Kako potem pojasniti ta primer vzročne izpraznitve?[52]

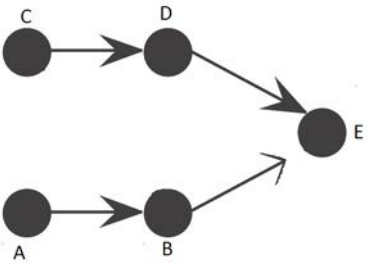
Seveda lahko rečemo, da gre za fantazijo in fikcijo, toda Lewis meni, da mora pojmovna analiza razkriti, kaj je tisto, kar imajo skupnega vse dejanske in zgolj možne različice vzročnosti, torej mora zajeti tudi vzročno delovanje Merlinovega uroka. To je morda nenavadno, zato vzemimo dejanski primer dveh popolnih verig, kjer pa je jasno, da je le ena pravi vzrok. Vodnik in major vojakom istočasno ukažeta »Naprej!« in vojaki zakorakajo. Vojaki vedo, da morajo v primeru konflikta ubogati nadrejenega častnika. Ampak v našem primeru ni konflikta. Če bi vodnik zavpil »Naprej!« in bi bil major tiho, ali če bi major zavpil »Naprej!« in bi bil vodnik tiho, bi vojaki še vedno napredovali. Ker pa vojaki ubogajo nadrejenega častnika, napredujejo, ker jim je to zaukazal major, ne pa zaradi vodnika, majorjev ukaz je pravi vzrok, čeprav se obe verigi iztečeta do konca in majorjev ukaz ne preseka vzročne verige, ki teče od vodnikovega ukaza.[53] Zato rešitev, ki temelji na tem, da vmesni dogodki obstajajo samo v pravi vzročni verigi, tu ne deluje.

To je bil primer, ko se obe verigi iztečeta do konca, vendar ena »prevzame« drugo. Največ razprav pa je o primeru, v katerem se vzročna veriga izpraznjevalnega vzroka dokonča prva in v celoti in učinek nastopi, medtem ko je veriga izpraznjene alternative še vedno na poti. Učinek

---

[52] D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 81.
[53] D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 81.

sam je tisti, ki prepreči zadnje korake druge verige. Billi in Suzi mečeta kamne v steklenico. Suzi vrže prva ali pa morda vrže močneje (*C*), zato njen kamen zadene prvi. Steklenica se raztrešči. Ko Billijev kamen pride tja, kjer je bila prej steklenica, ni tam ničesar več razen letečih črepinj stekla. Brez Suzijinega meta (*C*) bi bil udarec Billijevega kamna (*B*) na nedotaknjeno steklenico eden od končnih korakov v vzročni verigi, ki se začne z njegovim metom (*A*) in konča v raztreščenju steklenice (*E*). Vendar zaradi Suzijenega meta do tega udarca nikdar ne pride. Primer ima naslednjo zgradbo:



Slika 6

Suzijin met ne prekine Billijevega, zato je njegova veriga »polna«, po predpostavki nastopijo (skoraj) vsi njeni vmesni koraki razen končnega raztreščenja (*E*). Prejšnja rešitev: brez *C* ne bi bilo *D* in brez *D* ne bi bilo *E*, zdaj ne deluje, saj ni več resnično: če ne bi bilo resnično, da *D*, tedaj ne bi bilo resnično, da *E*. V presoji tega protidejstvenika moramo ohraniti *dejanski* nastop vmesnega člena druge verige (*B*), zato bi brez nastopa *D* dogodek *E* vseeno nastopil zaradi udarca Billijevega kamna.

Morda pa bi lahko rekli, da, če ne bi bilo resnično, da *D*, tedaj ne bi bilo resnično, da *E*, ampak nekaj drugega, saj je istovetnost dogodka *E* določena s tem, da ga povzroča prav dogodek *C* (takšno stališče je zastopal Davidson[54])? Ampak te rešitve (tudi Davidson se ji je kasneje odpovedal) ne moremo uporabiti v *analizi* vzročnosti, saj je ravno po-

[54] D. Davidson, »The Individuation of Events«, v N. Rescher (ur.), *Essays in Honor of Carl G. Hempel*, Dordrecht, D. Reidel 1969.

jem vzroka tisti, ki ga želimo pojasniti. No, morda bi lahko rekli, da, če ne bi bilo resnično, da *D*, tedaj ne bi bilo resnično, da *E*, ampak nekaj drugega, saj bi bilo raztreščenje steklenice *drugačno*, če bi ga povzročil Billijev kamen? Zgodilo bi se kasneje, njegov kamen bi morda zadel pod malo drugačnim kotom, z drugačno silo …

Zdaj smo že na poti, ki nas vodi do Lewisove popravljene teorije vzročnosti kot vpliva. Vendar nas takoj čaka brezno novih težav – kdaj sploh lahko govorimo o istem ali različnem dogodku? Je dovolj, da dogodek nastopi trenutek kasneje in že imamo drugačen dogodek? Kdo bi si potem sploh drznil biti zdravnik, se ironično sprašuje Lewis.[55] Pacienta obdržiš pri življenju do 16.12, drugače pa bi umrl ob 16.08. S tem si povzročil njegovo dejansko smrt, saj bi dogodek ob 16.12 ne nastopil, če bi nastopil prej, ob 16.08 kot bi se zgodilo brez zdravniškega posredovanja. Gre za problem *krhkosti* dogodkov. Dogodek je krhek, če ne bi mogel nastopiti v drugem trenutku ali na drugačen način. Tak dogodek ima bogato bistvo, tako kot Leibnizov individualni pojem – vsaka dejanska lastnost je bistvena, brez nje bi imeli drugačen dogodek. Če bi se koncert začel malo kasneje, če bi eden od violončelistov zbolel, če bi bilo manj gledalcev, …, bi to bil isti koncert? Velikokrat se nam zdi, da bi isti dogodek lahko nastopil drugače. Vendar ne *kakorkoli* drugače. Recimo, da je smrt pacienta dogodek, ki nujno nastopi natanko takrat, ko umre, ne glede na to, kdaj in kako. Vsak morilec bi se potem lahko skliceval na to, da je samo pospešil neizbežno, kar bi se pripetilo tako in tako in bi bilo isto, če bi nastopilo kasneje.[56] Oseba lahko umre različne smrti (zato zapiramo morilce), a ni že vsaka razlika v času dovolj za razliko (zato je zdravnik, ki smrt samo odloži, seveda nedolžen).

Lewis v svojo »retro« analizo vzročnosti nenehno vpleta jezikovne norme – kaj smo pripravljeni reči, do česa smo jezikovno upravičeni, ipd. In te norme dopuščajo tudi bolj robustno istovetnost dogodkov, isti dogodek se lahko pripeti kasneje, drugje, malo drugače, itd. Norme pa niso fiksne – včasih dogodek nastopi drugače, vendar gre za isti dogodek; včasih dogodek nastopi drugače pa gre za drugačen dogodek, včasih pa se morda ne moremo odločiti. Morda pa se nam niti ni treba

---

[55] D. Lewis, *op. cit.*, 1986, str. 250.
[56] D. Lewis, *op. cit.*, 1986, str. 193–194.

odločiti. Brez Suzijinega meta bi tudi udarec Billijevega kamna privedel do raztreščenja steklenice. Bi v tem primeru šlo za drugačen učinek? Lewis opozarja, da bi se v danem primeru steklenica raztreščila ob skoraj enakem času kot se je dejansko raztreščila in na skoraj enak način kot se je. Če menimo, da je raztreščenje modalno krhko, potem že majhna sprememba vodi do drugačnega dogodka. Če menimo, da je ta dogodek robusten, potem gre za drugačen nastop istega dogodka. V vsakem primeru pa lahko zatrdimo *resnični* protidejstvenik: če ne bi bilo Suzijinega meta, tedaj ne bi nastopilo takšno raztreščenje, kot dejansko je.

S tem smo odločitev o krhkosti prenesli iz dogodkov samih na propozicije: raztreščenje steklenice je nastopilo na tak in tak način v takem in takem trenutku. Tako se izognemo ontološki razpravi o tem dogodku, še vedno pa se lahko vprašamo, kaj v svetu naredi takšno propozicijo za resnično. Lewis kot korelat krhki propoziciji uvaja pojem *alteracije* (spremembe) dogodka, ki odslikava odprtost odločitve glede enakosti ali razlike dogodkov. Alteracija dejanskega raztreščenja steklenice je krhek alternativni dogodek (malo drugačno raztreščenje, ki pa je *drugačen* dogodek od dejanskega) ali pa krhka različica istega dejanskega dogodka (malo drugačno raztreščenje, ki pa je še vedno *isti* dogodek kot dejanski) ali celo sam zelo krhek dejanski dogodek raztreščenja steklenice. V vsakem primeru pa je alteracija krhka: že najmanjša sprememba *vpliva* nanjo (naredi iz nje drugačen dogodek ali drugačno verzijo istega). V splošnem, če je dogodek sam zelo krhek, bodo vse njegove ne-aktualizirane alteracije njegove alternative, numerično različne od tega dogodka. Če je dogodek robusten, bodo vse njegove ne-aktualizirane alteracije različice istega dogodka. Včasih bodo nekatere alteracije alternative, druge pa različice. Lewis meni, da se nam o tem ni treba odločiti vnaprej.[57]

Odvisnost učinka od vzroka je zdaj v tem, da, če ne bi bilo vzroka, tedaj ne bi bilo dejanske alteracije učinka. Odvisnost vzročnega *vplivanja* še vedno lahko izrazimo kot odvisnost ali-ali: dogodek *C* je vzrok za dogodek *E*, samo če bi brez dogodka *C* ne bilo dejanske alteracije dogodka *E*. Toda, kaj sploh pomeni, da vzrok ne bi nastopil? Vzemimo Bennetov[58] primer: natanko opoldne sem na dražbi pomahal z desno

---

[57] D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 86.
[58] J. Bennett, *Events and their Names*. Indianapolis, Hackett Publishers 1988, str. 55.

roko, moj tovariš pa kasneje reče: »Če ne bi bilo tvojega giba roke, dražitelj ne bi vedel, da dviguješ ponudbo.« Če bi pomahal z desno roko malo hitreje, ali, če bi dvignil roko malo višje, bi dražitelj to še vedno razumel kot dviganje ponudbe. Torej bi dejanski gib lahko bil hitrejši ali višji. Kaj pa, če bi pomahal z levo roko? In če bi samo pokimal? V obeh primerih bi dražitelj še vedno mislil, da dvigam ponudbo. Ali je dogodek vzrok: »gib desne roke« esencialno gib desne roke (morda bi lahko bil izveden z levo roko), ali je sploh esencialno gib roke (morda bi ga lahko izvedel s prstom ali glavo ali pa bi nemara zažvižgal), se sprašuje Bennett.

Najbližji svet, kjer *ni* mojega dejanskega giba z roko, je najbrž svet, v katerem dvignem roko malo višje ali malo hitreje, toda potem izgine vzročna odvisnost ponudbe od mahanja z roko. Lewis se tega problema zaveda in pravi, da v presoji o resnici protidejstvenika »Če ne bi bilo *C*, tedaj ne bi bilo *E*« in je dogodek *C* zelo krhek, ne nastopa najbližji ne-*C* svet. Kajti v najbližjem ne-*C* svetu nastopi alteracija *C*, ki ima zelo verjetno podobne učinke kot izvorni dogodek *C*. Lewis predlaga, da si zamislimo, da je *C* nekako »posesan« iz dejanskega sveta, popolnoma odstranjen iz zgodovine, ne da bi za sabo pustil kak svoj fragment ali približek.[59] To morda deluje v svetu enostavnih dogodkov, ko se dani nevron sproži ali pa ne. V bolj zapletenih primerih pa je odločitev težja. Lewis se opira na to, da se nekako znajdemo v razumevanju vzročnih protidejstvenikov, čeprav teoretsko ni povsem jasno, kakšne natanko so protidejstvene situacije, v katerih *ne* nastopa dogodek vzrok. Tako kot pri učinkih pa se nam tudi pri vzrokih ni treba odločiti vnaprej. Ko upoštevamo vrsto alteracij vzroka *C*, nam ni treba reči, katere od njih so še različice vzroka *C* in katere so njegove alternative. Vzemimo spet Billija in Suzi, vendar upoštevajmo, kaj se zgodi, če se malo spremeni Suzijin met (kamen je lažji, Suzi vrže malenkost močneje, hitreje, ipd.), Billijev met pa ostane takšen kot je. Raztreščenje steklenice bo drugačno. Majhna sprememba na strani vzroka, velika na strani učinka. Zdaj pa si oglejmo alteracije v učinku, v katerih je Billijev met na podoben način malo drugačen, Suzijin met pa ostane takšen kot je. Raztreščenje bo natanko takšno kot je bilo. Alteracije pri Suzi vodijo do alteracij v učinku, alteracije pri Billiju pa ne, zato je Suzijin met vzrok, Billijev pa ne.

---

[59] D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 90.

Vzročno odvisnost učinka od vzroka zdaj nadomesti vzročni vpliv vzroka na učinek, *C* je vzrok za *E*, če in samo če je *C* v relaciji biti prednik vpliva do *E*. Podobno kot pri protidejstveni odvisnosti to pomeni, da obstaja veriga vplivanja (vmesni členi D_i tako, da *C* vpliva na D_1, D_1 vpliva na D_2 … in *D*n vpliva na *E*). *C* je vzrok za *E*, kadar spremembe v vzroku – če, kdaj in kako nastopi *C* v zadostni meri vplivajo na to, če, kdaj in kako nastopi učinek. Majhne spremembe v vzroku so korelirane z velikimi spremembami v učinku. Zgodnji Lewis je poznal samo en način kovariacije vzroka in učinka: brez vzroka *C* ne bi bilo učinka *E*. Ampak to je zdaj le mejni primer, dogodek *C* je vzrok za dogodek *E*, samo, če bi brez dogodka *C ali* pa bi *C* nastopil kasneje, drugje ali drugače, sploh ne bilo dogodka *E*, ali pa bi ta nastopil kasneje, drugje ali drugače. Odvisnosti moramo brati v vseh povezavah, recimo, *kako C* nastopi vpliva na to, *kdaj* nastopi *E*; *ali* sploh *C* nastopi vpliva na to, *kako E* nastopi, ipd. Bolj natančno, *C* vpliva na *E*, če in samo če obstaja vrsta C_1, C_2, ... različnih, ne-preveč-oddaljenih alteracij *C* (vključno z dejansko alteracijo *C*) in vrsta E_1, E_2, ... alteracij *E*, pri čemer se vsaj nekatere med njimi razlikujejo, tako, da, če bi nastopil C_1, potem bi nastopil E_1 in če bi nastopil C_2, potem bi nastopil E_2 in tako naprej. Rečeno v prispodobi: če malo pomigaš z vzrokom, dosežeš velike premike na strani učinka:

> Najprej naletite na zapleten stroj, želite pa izvedeti, kateri deli so povezani z drugimi deli. Tako pomigate najprej z enim delom in potem z drugim in vsakič pogledate, kaj drugega se je še premaknilo. Potem naletite na zapleten vzorec dogodkov v prostoru in času. Z dogodkom ne morete migati, je, kjer je, v prostoru in času, glede tega ne morete storiti ničesar. Ampak, če bi imeli preročišče, ki bi vam povedalo, kateri protidejstveniki so resnični, bi lahko v določenem smislu »migali« z dogodki; le da imamo različne protidejstvene situacije in ne različnih zaporednih dejanskih lokacij. A tudi v tem primeru, ko vidite, kaj vse se »premakne,« ko »pomigate« z enim ali drugim dogodkom, vam to pove, kateri dogodki so med seboj vzročno povezani.[60]

Kako bi v tej teoriji pojasnili vzročni vpliv mahanja z roko na dražbi? Lewis marsikaj prepušča kontekstu – koliko alteracij sploh upoštevamo in kako »oddaljene« so, tudi pri vplivu samem ne gre za vse ali nič, ampak je vpliv stopnjevit. V kontekstu dražbe zelo veliko telesnih znakov

---

[60] D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 91.

osebe šteje kot dvig ponudbe, ne šteje pa, recimo kihanje ali škripanje s stolom. »Majhna« sprememba je tu, recimo, sprememba v času ali hitrosti nastopa ustreznega telesnega znaka, ki je ustreza velika sprememba na strani učinka (dražitelj upošteva ponudbo ali pa ne).

6. Dva pojma vzroka?

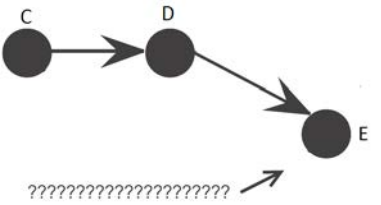
Lewisovi novi teoriji so najprej očitali, da vpliv dopušča *preveč* vzrokov. Vse, kar vpliva na čas in način nastopa dogodka (recimo vetrič, ki malo spremeni Suzijin met), še ni vzrok dogodka *simpliciter*. Rekli smo, da je Suzijin met povzročil raztreščenje steklenice, Billijev izpraznjeni pa ne, ker bi brez Suzijinega meta nastopila drugačna alteracija od dejanske. Brez Billijevega meta pa bi vse ostalo enako. Pa je to res? Tudi Billijev kamen z neko neznatno silo deluje na Suzijin kamen, kar bi vodilo do neznatnih sprememb v dejanskem raztreščenju, če njegovega meta sploh ne bi bilo. Toda pri Lewisu je *C* vzrok za *E*, kadar spremembe v vzroku v *zadostni* meri vplivajo na nastop učinka. Delovanje Billijevega kamna, njegovi gravitacijski učinki in s tem povezane spremembe, do katerih bi brez tega meta prišlo, so neznatne in manjše od sprememb, do katerih bi prišlo brez Suzijinega meta, zato je slednji pravi vzrok. Res pa je, da alteracije dogodkov, ki jih pri Billiju upoštevamo, ne smejo biti preveč ekstremne. Če bi Billi vrgel kamen pred Suzi ali pod drugačnim kotom, močneje, ipd., potem bi lahko prišlo do drugačnega raztreščenja steklenice in bi spremembe v učinku bile povezane s spremembami v Billijevem metu, torej bi (tudi) ta štel kot vzrok. Kot opozarja Menzies, mora Lewis takšne alteracije Billijevega meta označiti kot preveč ekstremne in oddaljene od dejanskosti in zato irelevantne.[61] Ampak to pomeni, da potrebujemo neko metriko razdalje in bližine, saj so podobne alteracije v Suzijinem metu relevantne za vzročni vpliv njenega meta. Lewis se tega sicer zaveda, vendar se sklicuje na kontekstualne indice in pravi, da nejasnost analize v tem primeru odslikava nejasnost fenomena samega.[62]

---

[61] P. Menzies, »Counterfactual Theories of Causation«, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2009 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/fall2009/entries/causation-counterfactual/>.

[62] D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 105.

Mislim pa, da nastopa globlja težava, ki kaže na nek temeljni razcep v pojmu vzroka, ki se najbolje pokaže prav v primerih izpraznitve (slika 6). Včasih je *C* vzrok za *E*, vendar niti *C* niti katerikoli drug dogodek, ki nastopa v verigi med *C* in *E*, ni ustvarjalec razlike, saj bi brez te verige bi prišlo do natanko enakega učinka. Hall navaja Yablov *Pametni kamen* – recimo, da Billi vrže Pametni kamen, ki je opremljen z računalnikom in posebnimi senzorji in posebnim pogonskim sistemom ter navodili, da naj se steklenica zatrese natanko na tak način in v tistem trenutku, kot se dejansko je. Pametni kamen ne intervenira, ker Suzi opravi delo. Ampak, če bi njen met bil kakorkoli drugačen, bi posredoval Pametni kamen.[63] Gre seveda za bizarno filozofsko fikcijo (kot je morda Descartesov zli demon), ampak ne gre za običajni analitični pingpong in poskus, kako z eksotičnimi proti-primeri ovreči predlagano analizo. Težava je načelne narave. Ali nam ni povsem jasno, da kakorkoli že opremimo »spodnjo,« rezervno vzročno verigo, je še vedno res, da je Suzijin met (zgornja veriga) pravi vzrok, ker je na pravi način *povezan* z učinkom, kljub temu, da ni *ustvarjalec* razlike? Spodnja, rezervna veriga (slika 7) lahko »naredi« natanko enako razliko!



Slika 7

Saj smo zgolj *dodali* rezervni vzročni proces pravi verigi in v Yablovem bizarnem primeru zgodbo samo bolj zapletli, toda ta dodatek ne

[63] N. Hall, *op. cit.*, 2004, str. 237–238.

more ogroziti dejstva, da *C* povzroča *E*.[64] Toda *E* ni v protidejstveni korelaciji z *C* (rezervni proces bi vodil do enakega učinka).

Razdvojenost intuicij v teh primerih kaže, da temeljni razcep v našem pojmovanju vzroka poteka na ločnici med modalno *občutljivostjo* (učinek je občutljiv na spremembe v vzroku, kar je temelj protidejstvene teorije) in *zvezo* ali »proizvodnjo,« na kateri gradijo konkurenčne teorije. Russell je najprej res predlagal, da vzročnost nadomestimo s pojmom (indeterminističnih) funkcionalnih odvisnosti, toda kasneje uvaja pojem vzročnega procesa, ki mu pomeni vztrajanje nečesa.[65] Tak proces bi lahko bil tok energije, snovi, gibalne količine ali kake druge kvantitete, ki se ohranja. Sodobni zagovornik teorije vzročnih procesov je Salmon,[66] ki obravnava vzročnost kot značilnost kontinuiranih procesov, kjer je za proces značilna konsistentnost strukture v času. Vzročni proces je tisti, ki prenaša »znamenje« – lokalno modifikacijo v svoji strukturi. Osnovni vzročni pojem je vzročna interakcija, ki proizvede spremembo, ki jo vzročni proces širi naprej. V vzročni interakciji pride do intersekcije dveh procesov in sprememba vztraja onstran točke intersekcije. Vzemimo trk dveh krogel za biljard. Vsaka krogla zase je vzročni proces, trk je njuna vzročna interakcija, gibanje krogel se v intersekciji procesov spremeni, obe gibanji pa se nadaljujeta (vztrajata) po trku naprej.

Toda, kaj porečemo na naslednji primer t.im. »dvojne preprečitve«.[67]

Slika 8 prikazuje, kako trk med biljardnima kroglama 1 in 2 *prepreči*, da bi krogla 1 nadaljevala svojo pot in zadela kroglo 3. Trka krogel 1 in 3 zato ni, ampak, če bi nastopil, bi enka odbila trojko in s tem bi trk med 1 in 3 preprečil kasnejši dejanski trk krogel 3 in 4. Ker pa je bil trk 1 in 3 dejansko preprečen, je bil trk krogel 3 in 4 *ne*-preprečen. Gre za jasen primer protidejstvene odvisnosti: brez trka 1 in 2 ne bi bilo trka 3 in 4, zato je po naši teoriji trk krogel 1 in 2 *povzročil* trk krogel 3 in 4. Seveda pa ne gre za nobeno intersekcijo, saj med paroma krogel 1, 2 in 3, 4 sploh

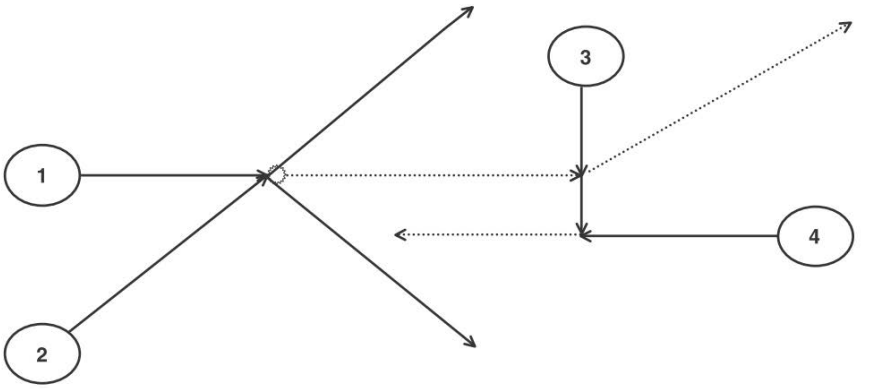
---

[64] Prim. L. A. Paul, »Counterfactual Theories«, v H. Beebee, C. Hitchcock in P. Menzies (ur.), *The Oxford Handbook of Causation*. Oxford, Oxford University Press 2009, str. 180.

[65] B. Russell, *Human Knowledge: Its Scope and Limits*. New York, Simon and Schuster 1948.

[66] W. Salmon, *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press 1984 in W. Salmon, *Causality and Explanation*. Oxford, Oxford University Press 1998.

[67] D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 84.



Slika 8: Dvojna preprečitev

ni nobenega stika! Tu ne more biti govora o vzročni interakciji, ki proizvede spremembo, ki jo vzročni proces širi naprej. Opis je bolj zapleten: vzrok prepreči nekaj, kar bi, če ne bi bilo preprečeno, preprečilo učinek.

Vzorce dvojne preprečitve je preučeval Hall.[68] Suzi zdaj pilotira bombnik na poti do cilja operacije, Billi pa je pilot zaščitnega lovskega letala, ki sestreli sovražno prestrezno lovsko letalo, ki bi sicer uničilo Suzijin bombnik. Suzi uspešno izpelje nalogo in natančno odvrže bombe. Brez Billijeve sestrelitve ne bi bilo uspešnega bombardiranje cilja. V tem primeru en dogodek (Billijeva sestrelitev sovražnika) prepreči drug dogodek (sovražni lovec uniči Suzi), ki bi preprečil tretji dogodek (bombardiranje cilja). Billijeva sestrelitev je vzrok bombardiranja, čeprav se morda spopad med obema lovcema dogaja stotine kilometrov stran od Suzi, ki se tega sploh ne zaveda, spopad pa nima nobenega vpliva na njeno delovanje. Seveda pa ni nobene fizikalne zveze med dogodki v eni (spopad lovcev) in drugi regiji (bombardiranje).

Protidejstvena odvisnost nastopa v situacijah, ko sicer ni nobenega procesa, prenosa energije ali zaporedja dogodkov med vzrokom in učinkom, pa bi vendar *rekli*, da gre za vzročnost. Vzročna trditev je tudi, da je medklic na predavanju povzročil zadrego predavatelja, da odsotnost hrane povzroči lakoto in cepljenje prepreči, da bi zboleli (naredi »odsotnost bolezni«) ter da je varnostnik odgovoren za nesrečo, ki se je zgodila

[68] N. Hall, *op. cit.*, 2004, str. 241.

v času, ko je neupravičeno zapustil delovno mesto (»če ne bi bil odsoten, …«). Ali, malo bizarno (in zato sporno)[69]: aprila v gozdu močno dežuje, maja je zato suša, v junijskih nevihtah pa suhi gozd pogori. Če ne bi bilo močnega dežja v aprilu, bi gozd zagorel že maja. Dež aprila povzroči, da je junija gozd ne-požgan, kar povzroči junijski ogenj. Vzročnost je za Lewisa tranzitivna, zato lahko izpeljemo, da je dež povzročil požar. Zdaj morda razumemo veliko *razlagalno* moč protidejstvene teorije: težko bi rekli, da imajo vsi ti primeri, recimo navaden, klasičen trk krogel 1 in 2, ki ga opisuje Salmon, ter zvezi med cepljenjem in odsotnostjo bolezni ter dežjem aprila in požarom junija karkoli skupnega na ravni »fizikalnega« dogajanja ali zveze, ampak nekaj lahko vedno rečemo: brez prvega ne bi bilo drugega, zato prvo *povzroča* drugo.

Pa aprilski dež zares povzroča junijske požar? Kovariacije in protidejstvene odvisnosti nastopajo, toda kako lahko dež *povzroči* požar? Teorija zveze ima enostaven odgovor: ne more, ker ni prave zveze. Torej vzročnost ni tranzitivna. Seveda pa s padcem tranzitivnosti pade tudi protidejstvena analiza sama (spomnimo se rešitve primerov izpraznitve – deluje samo, če obstajajo vmesni členi!). Zdaj je morda jasno, zakaj je vprašanje vzročne tranzitivnosti eno od glavnih bitk v sodobnih razpravah o vzročnosti. Proti-primere je lahko najti: prototip je primer Nancy Cartwright, ki ga navaja Field.[70] Z uničevalcem plevela poškropimo plevel na vrtu, kar sproži imunski sistem plevela, zato plevel preživi in v naslednjih letih še naprej uspešno »izvaja« fotosintezo. Ampak uničevalec plevela ni vzrok za uspešno fotosintezo plevela! Podobno zgradbo ima Fieldov lastni primer: A želi, da B umre, zato pusti bombo pred vrati B. B jo najde in ugasne vžigalnik. B preživi. Postavitev bombe pred vrata je povzročila, da je B ugasnil vžigalnik, kar je povzročilo preživetje B. Če je vzročnost tranzitivna, potem je bila postavitev bombe vzrok za preživetje B. Ali pa Kvart: delavcu v tovarni v nesreči odreže prst. Kirurg mu prst prišije nazaj in čez leto dni je prst spet popolnoma zdrav in funkciona-

---

69 J. Bennett. »Event Causation: the Counterfactual Analysis.« *Philosophical Perspectives* 1, 1987, str. 369–370.

70 H. Field, *op. cit.*, str. 451.

len. Nesreča povzroči operacijo, ki povzroči zdravje prsta čez leto dni, vendar nesreča ne more biti vzrok zdravju. [71]

Aprilski dež, škropivo, bomba, nesreča … običajno ne vodijo do požara, prosperitete plevela, preživetja ali zdravja, sprožijo pa *reakcijo*, ki vodi do požara, prosperitete plevela, preživetja in zdravja. Lewis je praktično edini, ki vztraja pri tranzitivnosti vzročnosti in pri tem uspešno uporablja znane analitične tehnike (morda C povzroči D_1 in D_2, ki se *razlikuje* od D_1, povzroči E – recimo, škropivo ogrozi rast plevel, reakcija na grožnjo pa povzroči preživetje plevela). Mislim, da je včasih zagovor tranzitivnosti dobra strategija. Recimo, da je dež povzročil naraščanje reke, reka je poplavila klet in pokvarila stikalo, prišlo je do kratkega stika, ki je povzročil požar v zgornjih nadstropjih stavbe. Torej je dež povzročil požar? Običajno ne, tokrat pa. Lewis svoje stališče podpira s prakso zgodovinarjev, ki sledijo vzročnim verigam in takoj rečejo, da je bilo tisto, kar pride na koncu verige, povzročeno s tistim, kar se je v zgodovini dogajalo pred tem.[72] Vsak zgodovinar pa ve, da imajo dejanja pogosto ne-nameravane in ne-želene posledice – Brut je ubil Cezarja, ker je želel ohraniti republiko, ampak to dejanje je vodilo do rimskega imperija (tako kot je dež vodil do požara).

V primerih, ki ovržejo tranzitivnost, gre za vzorce odvisnosti (brez prvega ne bi bilo drugega in brez drugega ne bi bilo tretjega) oziroma vpliva (prvi vpliva na drugega, ki vpliva na tretjega), torej *občutljivost* učinka na vzrok. Pa je to že dovolj za vzročnost? Večina sodobnih teoretikov zagovarja stališče, da vzročnost ni tranzitivna, saj v teh primerih ni prave *zveze* med vzrokom in učinkom. Kdo ima prav, zagovornik odvisnosti ali zveze? Morda *noben* – Schaffer meni, da je vzročnost enostavno nejasen pojem.[73] Morda *oba* – Hall opozarja na *dvojnost* v pojmu vzroka. Po eni strani je vzrok »proizvajalec« – tisto, kar privede ali vodi do učinka, učinki so prek določenih procesov povezani s svojimi vzroki. Po drugi strani je vzrok »ustvarjalec razlike«, učinek je odvisen od vzroka, vzrok vpliva na učinek.[74]

---

[71] I. Kvart, »Transitivity and Preemption of Causal Impact«, *Philosophical Studies* 64, 1991, str. 125–160.
[72] Prim. D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 99.
[73] J. Schaffer, »Causation, Influence and Effluence«, *Analysis* 61, 2001, str. 11–19.
[74] N. Hall, *op. cit.*, 2004.

Prvi pojem ima v mislih pozni Russell, in, recimo, Armstrong – singularna vzročnost je zanj nezvedljivi del naše pojmovne mreže, z njo smo po njegovem seznanjeni v zaznavnem stiku s »potiski in porivi.«[75] Lewis upravičeno opozarja na veliko večjo razlagalno moč protidejstvene teorije. Po njegovem mnenju mora pojmovna analiza razkriti, kaj je tisto, kar imajo vse dejanske in zgolj *možne* različice vzročnosti skupnega, zato govori celo o magičnih vzročnih mehanizmih, ki so tuji svetu naše čutne seznanjenosti (Merlin uroči princa) in opozarja na vzročnost odsotnosti. Lewis meni, da odsotnosti lahko povzročajo in so povzročene in ker odsotnost ni ničesar, lahko obstaja vzročnost celo *brez* vzročne relacije (relacija zahteva obstoj *relata*, ki jih pri vzročnosti odsotnosti po definiciji ni).[76] Armstrong se s tem ne strinja, po njegovem mnenju: »Odsotnosti in take reči niso del resničnih gonilnih sil v naravi. Vsaka vzročna situacija se razvija tako, kot se razvija zgolj zaradi navzočnosti pozitivnih dejavnikov.«[77] Takšno stališče je razumljivo za zagovornika »proizvajalne« teorije vzročnosti, ki je kombinacija klasičnih pojmov *causa efficiens* in *causa materialis*. Lep primer je Elisabeth Anscombe, zanjo je za relacijo vzročnosti bistveno, da učinki nekako izvirajo, nastanejo iz svojih vzrokov.[78] Vzročnost je v *izhajanju* učinka iz njegovih vzrokov, sama je bila mati sedmih otrok, najbrž zato kot prototip vzročne relacije navaja fizikalno starševstvo, kjer gre prav za materialno izhajanje, z delitvijo.

Vzročnost odsotnosti je zahteven problem, ampak mislim, da vzročnost odsotnosti in poceni vzročnost »na daljavo« (slika 8) lepo prikažeta temeljni razcep v našem pojmovanju vzročnosti. Občutljivost (protidejstvena odvisnost, vpliv) ima svoje odlike – splošnost in razlagalno moč, ima pa tudi svojo ceno. Ali je aprilski dež zares povzročil junijski požar? No, brez aprilskega dežja ne bi bilo majskega suhega obdobja in brez suhega gozda ne bi bilo požarov, vzorec odvisnosti je pravi, končna sodba pa v nasprotju z »utrjenimi prepričanji zdravega razuma,« ki bi jim naj sledili. Imamo sicer odvisnost, ni pa prave *povezanosti*. Po Hallovem mnenju je vsak poskus enotnega pojasnila obsojen na neuspeh, zato

---

75 Prim. D. Armstrong, *op. cit.*, 2004.
76 D. Lewis, *op. cit.*, 2004, str. 100.
77 D. Armstrong, *op.cit.*, 2004, str. 448.
78 G. E. M. Anscombe, »Causality and Determination,« v E. Sosa (ur.), *Causation and Conditionals.* Oxford, Oxford University Press 1975, str. 63–81.

mora filozof sprejeti dva različna pojma in dve različni analizi vzročnosti. Vzročnost kot odvisnost je za Halla kar protidejstvena odvisnost, za vzročnost kot »produkcijo« pa predlaga izpiljeno različico pravilnostne teorije – vzrok je element množice pogojev, ki so, glede na zakone narave, skupaj zadostni za učinek.[79]

Kaj reči o tej pojmovni *dvojnosti*? Vzemimo primerjavo s sodobno epistemologijo. V pojasnilu védenja so nekaj časa prevladovale modalne teorije *občutljivosti* – prepričanje šteje kot védenje samo, če je na ustrezen način povezano z dejstvi, sprememba v dejstvih vpliva na spremembo ustreznega prepričanja (kar je seveda čisto nasprotje pri nas znanemu pojmovanju teoretske vednosti, po katerem je v primeru nesklada med teorijo in dejstvi toliko slabše za dejstva). V standardni različici (Nozick): S ve da *p* samo, če je *p* resničen in če bi *p* bil neresničen, tedaj S ne bi bil prepričan, da *p*. Sliko 7, ki je kritična za teorijo vzročnosti kot občutljivosti, lahko »prevedemo« v standardni argument za *skepticizem*. Vzemimo poljubno kontingentno dejstvo o zunanjem svetu – »na mizi je rdeče jabolko,« naj bo to *C*. *E* je potem moje prepričanje, da je na mizi rdeče jabolko. Vem, da je na mizi jabolko, saj, če ga ne bi bilo, potem v to ne bi bil prepričan. Nimaš prav, trdi skeptik. Obstajajo scenariji (na sliki 7 označeni z »…???...«), v katerih tvoje prepričanje ni občutljivo – če bi bil v svetu Descartesovega zlega demona (ali če bi obstajal samo kot možgani v kadi v sodobnem svetu zlega nevroznanstvenika), tedaj bi imel enako prepričanje (*E*), čeprav bi bila dejstva drugačna, saj bi rezervna vzročna veriga, ki bi se začela pri demonu (nevroznanstveniku), nadomestila »pravo« zaznavno vzročno verigo. Skeptik dokazuje, da zato nihče nič ne ve.

Prvi odgovor bi bil, da je opisani scenarij oddaljena možnost, ki ni vredna resnega upoštevanja. Že ta rešitev zahteva določeno spremembo prvotne teorije, saj se izkaže, da so določena prepričanja modalno *neobčutljiva.* Vem, da zdaj nisem v svetu popolne iluzije – ampak, če bi bil, bi bil še vedno prepričan, da nisem. Gre za védenje, skeptiku navkljub, saj svet popolne iluzije ni upoštevanja vredna možnost. Drugi odgovor je bolj radikalen in temelji na razmisleku, ki natanko ustreza ugovoru vzročnosti kot občutljivosti: kako lahko dodatek komaj možne rezervne

---

[79] N. Hall, *op. cit.*, 2004, str. 226.

vzročne verige ogrozi dejstvo, da je prepričanje (*E*) na *pravi* način povezano z dejstvi (*C*)? Skeptik bo seveda rekel, kako pa *veš*, da si v »pravi« v vzročni verigi in ne v »rezervni«? Ta odgovor pokaže na meje analogije med pojmom vzroka in pojmom védenja, kajti spoznavnemu skeptiku lahko odgovorimo, da ta ločnica ni tako odločilna – če spoznavalec manifestira ustrezne vrline, je vsaj po določenem pojmovanju upravičenja vseeno, »kje« se nahaja.

V sodobni epistemologiji *vrlin* pravi način zveze med prepričanji in svetom vključuje dejstva o *spoznavalcu*. Sosa tako ločuje med resnico prepričanja, spretnostjo spoznavalke (ali prepričanje manifestira njene epistemske vrline in kompetence) in vprašanjem, ali je prepričanje resnično *zaradi* njenih kompetenc. Ne gre za to, da brez takšnega in takšnega dejstva ne bi bilo takšnega in takšnega prepričanja – ta perspektiva se Sosi zdi preozka – ampak za to, da je upravičeno tisto prepričanje, ki manifestira vrline spoznavalca.[80] Ali gre za dva *različna* pojma védenja? Večina epistemologov bi rekla, da gre za rivalski teoriji o *istem* fenomenu, pri Sosi pa je teorija modalne občuljivosti *vključena* v vrlinsko epistemologijo. Določeno dvojnost uvaja v razlikovanju med »živalskim« védenjem (zanesljivost spoznavnih mehanizmov, ki je temelj modalne občutljivosti prepričanj) in višjim, refleksivnem védenjem, do katerega dospemo, ko svoja prepričanja motrimo iz perspektive intelektualnih vrlin.

Sosino enotno stališče v epistemologiji mi je metodološko blizu, saj tudi pri dveh pojmih védenja kljub evidentni razliki uvaja enotno filozofsko perspektivo. Prav zato se mi ne zdi privlačna razdvojenost na dve pojmovanji vzročnosti, ki jo zagovarja Hall, še najmanj pa popolna razdrobljenost, ki jo razberemo pri nekaterih drugih avtorjih. Mislim, da Lewis v razvoju svoje teorije vzročnosti od odvisnosti do vpliva vsaj poskuša nekako združiti oba pola. Prototip vzročnosti za zgodnjega Lewisa so mreže nevronov, v katerih nevroni so ali niso v vzburjenem stanju in prek sinaps aktivirajo ali inhibirajo druge nevrone. Binarno logiko tipa vse ali nič (brez prvega ne bi bilo drugega) pozni Lewis nadomešča z analogno logiko vzročnega vplivanja, po kateri majhni »premiki« na

---

[80] E. Sosa, *A Virtue Epistemology. Apt Belief and Reflective Knowledge, Volume I.* Oxford, Oxford University Press 2007, str. 22–23.

strani vzroka vodijo do velikih »premikov« na strani učinka. Vzrok vpliva in torej na nek način »pozitivno« deluje, čeprav včasih kot odsotnost in »na daljavo«. Vsekakor se mi zdi vredno vztrajati pri poskusu enotne analize ali vsaj enotne filozofske perspektive na pojem vzroka, čeprav nas pri tem čaka še veliko filozofskega dela.

Literatura

1. Anscombe, G. E. M. (1975), »Causality and Determination,« v Sosa, E. (ur.), *Causation and Conditionals.* Oxford, Oxford University Press, str. 63–81.
2. Armstrong, D. (2004), »Going through the Open Door Again: Counterfactual versus Singularist Theories of Causation«, v J. Collins, N. Hall in L. Paul (ur.), *Causation and Counterfactuals*. Cambridge, Mass., MIT Press.
3. Bennett, J. (1984), »Counterfactuals and Temporal Direction,« *The Philosophical Review* 93, str. 57–91.
4. Bennett, J. (1988), *Events and their Names*. Indianapolis, Hackett Publishers.
5. Bennett. J. (1987), »Event Causation: the Counterfactual Analysis.« *Philosophical Perspectives* 1, str. 369–370.
6. Bigelow J. in Pargetter, R. (1990), *Science and Necessity*. Cambridge, Cambridge University Press.
7. Bunzl, M. (1979), »Causal Overdetermination,« *The Journal of Philosophy* 76, str. 134–50.
8. Byrne, R. M. J. (2005), *The Rational Imagination: How People Create Alternatives to Reality*. Cambridge, Massachusetts, The Mit Press.
9. Collins, J., Hall, N. in Paul, L. (ur.), (2004), *Counterfactuals and Causation*. Cambridge MA, The MIT Press.
10. Davidson, D. (1969), »The Individuation of Events«, v N. Rescher (ur.), *Essays in Honor of Carl G. Hempel*, Dordrecht, D. Reidel.
11. Field, H. (2003), »Causation in a Physical World« , v Loux, M. J. in Zimmerman D.W. (ur.), *The Oxford Handbook of Metaphysics*. Oxford, Oxford University Press, 435–460.
12. Hall, N. (2004), »Two Concepts of Causation,« v Collins, J., Hall, N. in Paul, L. (ur.), *Counterfactuals and Causation*. Cambridge MA, The MIT Press.
13. Hall, N. (2006), »Philosophy of causation: blind alleys exposed; promising directions highlighted«, *Philosophy Compass* 1/1, str. 86–94.
14. Hume, D. (1974), *Raziskovanje človeškega razuma*. Ljubljana, Slovenska matica.
15. Kim, J. (1973), »Causes and Counterfactuals«, *The Journal of Philosophy* 70, str. 570–72.

16. Kvart, I. (1991), »Transitivity and Preemption of Causal Impact«, *Philosophical Studies* 64, str. 125–160.
17. Lebow, N. (2010), *Forbidden Fruit: Counterfactuals and International Relations*. Princeton, Princeton University Press.
18. Lewis, D. (1973a), *Counterfactuals*. Cambridge Mass., Harvard University Press 1973a.
19. Lewis, D. (1973b), »Causation«, *The Journal of Philosophy* 70, str. 556–567. Slovenski prevod: Lewis,D. (1993), »Vzročnost«, *Anthropos* št. 3–4, str. 284–293.
20. Lewis, D. (1979), »Counterfactual Dependence and Time's Arrow,« *Nous* 13, str. 455–76.
21. Lewis, D. (1986), »Postscripts to 'Causation'«, v Lewis, D. (1986), *Philosophical Papers: Volume II*, Oxford, Oxford University Press
22. Lewis, D. (2000), »Causation as Influence«, *The Journal of Philosophy* 97, str. 182–97.
23. Lewis, D. (2002), »Resnica v fikciji«, *Analiza* 6: 1–2, str. 55–75.
24. Lewis; D. (2004), »Causation as Influence«, v Collins, J., Hall, N. in Paul, L. (ur.), *Counterfactuals and Causation*. Cambridge MA, The MIT Press 2004, str. 75–106.
25. Liddle, A. (2003), *An Introduction to Modern Cosmology*. Wiley.
26. Mackie, J. L. (1980), *The Cement of the Universe*. Oxford, Clarendon Press.
27. Menzies, P. (2009), »Counterfactual Theories of Causation«, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2009 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/fall2009/entries/causation-counterfactual/>.
28. Mill, J. S. (1886), *System of Logic*. London, Longmans, Green, and Co.
29. Paul, L. A. (2009), »Counterfactual Theories«, v Beebee, H., Hitchcock, C. in Menzies, P. (ur.), *The Oxford Handbook of Causation*. Oxford, Oxford University Press.
30. Pearl, J. (2000), *Causality*. New York, Cambridge University Press.
31. Pyke, S. (ur.) (1995), *Philosophers*. London, Zelda Cheatle Press.
32. Raine, D. J. in Thomas, E. G. (2001), *An Introduction to the Science of Cosmology*. Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia.
33. Russell, B. (1913), »On the Notion of Cause«, *Proceedings of the Aristotelian Society* 13,1–26.
34. Russell, B. (1948), *Human Knowledge: Its Scope and Limits*. New York, Simon and Schuster.
35. Salmon, W. (1984), *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, Princeton University Press.
36. Salmon, W. (1998), *Causality and Explanation*. Oxford, Oxford University Press.
37. Schaffer, J. (2001), »Causation, Influence and Effluence«, *Analysis* 61, str. 11–19.

38. Schaffer, J. (2008), »The Metaphysics of Causation«, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2008 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/causation-metaphysics/>.
39. Scriven, M. (1993), »Defects of the Necessary Condition Analysis of Causation«, v E. Sosa in M. Tooley (ur.), *Causation*. Oxford, Oxford University Press.
40. Shoemaker, S. (1984), »Causality and Properties«, v *Identity, Cause and Mind*. Cambridge, Cambridge University Press.
41. Sosa, E. (2007), *A Virtue Epistemology. Apt Belief and Reflective Knowledge, Volume I.* Oxford, Oxford University Press 2007.
42. Sparke, L. in Gallagher, J. (2007), *Galaxies in the Universe: An Introduction*. Cambridge, Cambridge University Press.
43. Stalnaker, R. (1968), »A Theory of Conditionals.« Rescher, N. ur. *Studies in Logical Theory*. Oxford, Blackwell.
44. Stalnaker, R. (1987), *Inquiry*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
45. Swain, M. (1978), »A Counterfactual Analysis of Event Causation,« *Philosophical Studies* 34, str.1–19.
46. Šuster, D. (1995), *Sodobna teorija modalnosti – protidejstvena odvisnost in vzročnost. Doktorsko delo*. Ljubljana: Filozofska fakulteta.
47. Šuster, D. (2002), »Lewisova teorija protidejstvenikov«, *Analiza* 6: 1/2, str. 95–108.
48. Šuster, D. (2003), »Vzročnost«, *Analiza* 7:4, str. 37–53.
49. Yablo, S. (2004); »Advertisement for a Sketch of an Outline of a Prototheory of Causation,« v Collins, J., Hall, N. in Paul, L. A. (ur.), *Causation and Counterfactuals*. Cambridge, Mass., MIT Press.

NUJNA KONTINGENTNOST ZAKONOV NARAVE

Sašo Dolenc

Na predavanju, ki ga je imel francoski filozof Quentin Meillassoux 8. maja 2008 na Univerzi Middlesex v Londonu, je svoje raziskovalno zanimanje povzel z naslednjimi besedami:

> Moj projekt sestoji iz problema, ki ga v *Po končnosti* ne razrešim, a upam, da ga bom razrešil v prihodnje: je zelo težak problem, ki ga tu ne morem natančno predstaviti, a ga lahko povzamem v tem enostavnem vprašanju: ali bi bilo možno iz načela faktualnosti izpeljati, izvleči zmožnost naravoslovnih znanosti, da prek matematičnega diskurza spoznajo realnost »na sebi«, s čimer mislim naš svet, faktični svet, kot ga dejansko proizvaja hiperkaos in ki obstaja neodvisno od naše subjektivnosti? Odgovor na to zelo težko vprašanje je pogoj resnične razrešitve problema prednamskosti in to konstituira teoretsko smotrnost mojega trenutnega dela.[1]

V sestavku bomo podrobneje pojasnili, kaj ima Meillassoux v mislih, ko opisuje svoj sedanji filozofski projekt, in podali hipotezo, kako bi se dalo razrešiti omenjeni problem.

Odpiranje nove poti v filozofiji?

Če mlad in skorajda neznan filozof na začetku enaindvajsetega stoletja pomen svojega dela primerja z vplivom Davida Huma na prebuditev Immanuela Kanta iz dogmatskega spanja, se velja zamisliti.[2] Ga sploh jemati resno? Pri Quentinu Meillassouxu odločitev morda olajša podatek, da ga cenita tako študijski mentor Alain Badiou, ki je napisal predgovor k njegovem knjižnemu prvencu (*Après la finitude : Essai sur la nécessité de la contingence,* Seuil, 2006), kot tudi Slavoj Žižek, ki je za

---

1 Quentin Meillassoux, 'Čas brez postajanja', *Problemi*, 4–5 (2010), str 94.

2 »Če je Humov problem Kanta zbudil iz dogmatskega dremeža, lahko le upamo, da nas bo uspel problem prednamskosti (*ancestrality*) zbuditi in našega korelacionističnega dremeža[.]« Quentin Meillassoux, *After Finitude: An Essay on the Necessity of Contingency* (Continuum International Publishing Group Ltd., 2008), str. 128.

platnice angleškega prevoda iste knjige zapisal: »Redko se srečamo s knjigo, ki ne sledi le najvišjim standardom mišljenja, ampak sama postavlja nove standarde in preoblikuje celotno področje, v katerega intervenira.«[3]

Meillassouxjeva knjiga predstavlja nedvomno svež in inovativen pogled na filozofska vprašanja, ki so bila skozi stoletja že tolikokrat obravnavana in komentirana, da se je včasih zdelo, da izvirne nove interpretacije skorajda niso več mogoče. Zato ni presenetljivo, da Badiou v predgovoru knjigi *Po končnosti* vzneseno zapiše: »Ni pretirano reči, da je Quentin Meillassoux odprl novo pot v zgodovini filozofije[.]«[4]

Meillassouxov filozofski projekt bi lahko zelo poenostavljeno v prvem približku opredelili kot popolno nasprotje tega, kar zagovarjajo kreacionistični kritiki darvinizma, ki so prepričani, da lahko iz poznavanja sveta izpeljejo sklep, da je v naravi oziroma svetu udejanjen nekakšen višji smiseln načrt, po katerem se odvijajo pojavi. Meillassoux ne zanika le obstoja kakršnega koli višjega smisla za zakoni narave in za formami mišljenja, ampak trdi celo, da lahko dokaže, da je svet povsem kontingentno tak, kot je; da ni prav nobenega vzroka, da ne bi bil tudi povsem drugačen.

Bistvo novega pristopa, ki je hkrati tudi jedro Meillassouxjeve knjige *Po končnosti*, Badiou povzame v naslednjem stavku: »Meillassouxjev dokaz – če gre v resnici za dokaz – pojasnjuje, da je zgolj ena stvar, ki je absolutno nujna: da so zakoni narave kontingentni.«[5] Kontingentnost zakonov narave pomeni, da jih lahko le razkrijemo, ne moremo pa razumeti, zakaj imajo prav takšno obliko in ne drugačne. Meillassoux v knjigi dokazuje, da so zakoni narave *nujno* kontingentni, se pravi, da jih ne moremo izpeljati iz kakršnih koli prvih načel, oziroma jih razumeti kot del nekega višjega načrta ali smotra. Njegov cilj lahko razumemo tudi kot poskus, kako bi se dalo po Kantu povedati nekaj o stvari na sebi:

»Končnost«, na katero aludira naslov, je končnost kantovskega transcendentalnega subjekta, ki konstituira fenomenalno »objektivno realnost«: Meil-

---

3 Meillassoux, *After Finitude,* ibid.
4 *Ibid.*, str. VII.
5 *Ibid.*

lassouxov namen ni nič manj kakor – *po* Kantu, tj. z ozirom na kantovsko revolucijo – pokazati na možnost spoznanja noumenalne Reči na sebi.[6]

Meillassouxjev pristop je zanimiv tudi zato, ker na novo opiše odnos med znanostjo in filozofijo. Prav znanost naj bi bila po Meillassouxu tista, ki lahko seže onkraj ozko določenega manevrskega prostora, ki ga odprtega pušča pokantovska filozofija. Spoznavna moč znanosti je za Meillassouxa ključna, a hkrati omejena, saj ravno s tem, ko ji uspe delovati zunaj domene mišljenja in iskanja smisla, tudi vednost, do katere pride s svojo metodo, nima zmožnosti podajanja vzročne razlage, ampak le opisuje dejstva.

Primarne in sekundarne lastnosti predmetov

Da bi ušel iz miselnih spon pokantovske filozofije, se Meillassoux najprej vrne k predkantovskim pojmom in jih poskuša na novo premisliti. Knjigo vpelje z oživitvijo razlikovanja med primarnimi in sekundarnimi lastnostmi predmetov. Kot izvira že iz antičnega atomizma, so primarne lastnosti tiste, ki so v stvareh samih in obstajajo tudi povsem neodvisno od spoznavajočega subjekta, nasprotno pa so sekundarne lastnosti tiste, ki nastanejo šele ob zaznavi predmetov in tako niso lastnosti samih stvari. Kje je ločnica med obema vrstama lastnosti predmetov, je seveda stvar razprave in različni misleci skozi zgodovino so to mejo določali vsakič drugače.

Za atomiste so bile primarne lastnosti le tiste, ki so se nanašale na obliko atomov. Vse druge lastnosti so bile sekundarne in so nastale ob mešanju atomov, ki so izvirali iz samih predmetov, z atomi, ki so v čutnem aparatu osebe, ki je predmet zaznavala. Če je nekdo začutil sladek okus v ustih, je bilo to zato, ker so se po njegovem jeziku valili okrogli atomi, če pa so mu na jezik slučajno prišli zelo ostro nazobčani atomi, je to občutil kot pikanten ali kisel okus. Konvencije ali sekundarne lastnosti so po tej interpretaciji le stanja človeškega telesa, ki jih povzročajo tokovi atomov. Enako je tudi z barvami in drugimi lastnostmi predmetov.

---

6 Slavoj Žižek, '»Materializem in empiriokriticizem« za XXI. stoletje?', *Problemi*, 4–5 (2009), str 65.

Za razliko od atomistov so po Descartesu primarne lastnosti tiste, ki jih na predmetih lahko matematiziramo. Meillassoux sledi Descartesu in definira: »Vse vidike objekta, ki jih lahko formuliramo z matematičnimi izrazi, lahko razumemo kot lastnosti objekta samega.«[7] Te lastnosti obstajajo tudi, če jih ne zaznamo in prav nanje usmeri glavnino svoje pozornosti. Primarne lastnosti so torej tiste, ki jih lahko pretvorimo v matematično obliko.

Ključno vprašanje je, seveda, zakaj prav matematizacija? Podrobnejši odgovor bomo razvili v nadaljevanju, za zdaj povejmo le, da je matematika predvsem metoda, ki omogoča opisovanje razlik v kvalitativno istem. Je način, s pomočjo katerega lahko izrazimo forme, ki se ne razlikujejo drugače, kot zgolj po načinu njihove matematične formulacije. Prav zato, ker so matematične razlike takšne vrste, da ni za njimi nobene vrednostne ali kakšne drugačne hierarhije – pri tem velja omeniti, da iskanje popolnih teles, števil in podobnega ni bistvo matematizacije v tem pomenu – predstavljajo idealen način, kako z njihovo pomočjo formulirati razlike, za katere ni nobenega višjega ali skritega vzroka. In kot bomo videli, je prav ta kontingetnost oziroma odsotnost vzroka tisto, kar je za Meillassouxa ključno.

Kaj je korelacionizem?

Meillassoux po obravnavi razlike med primarnimi in sekundarnimi lastnostmi definira pojem prafosila kot predmeta, ki priča o obstoju sveta onkraj reprezentacije, se pravi sveta, ki obstaja povsem neodvisno od tega, da bi ga kdorkoli opazoval oziroma imel sploh možnost, da ga opazuje. Prafosil priča o svetu pred obstojem ljudi oziroma celo pred obstojem katere koli oblike življenja. Ta svet brez subjekta poimenuje prednamskost.[8] Je ime za domeno bivajočega, ki se že po svoji definiciji ne more prekrivati z domeno misli oziroma zmožnostjo predstave.

Z drugimi besedami, vztrajam, da *subjekt* lahko misli absolut, to je realnost, ki je absolutno ločena od *subjekta*. To je očitno protislovje in na prvi pogled

---

7 Meillassoux, *After Finitude*, str. 3.
8 *Ibid.*, str. 10.

natanko to, kar bi trdil naivni realist. Moj izziv je dokazati, da je to lahko neprotislovna propozicija, ki ni naivna, pač pa spekulativna.[9]

Prafosil je ime za tisto v domeni misli, kar napeljuje na obstoj pradobe. Problem prafosila lahko formuliramo tudi v obliki paradoksa: »Kako lahko bivajoče manifestira obstoj bivajočega v obdobju pred obstojem manifestacije?«[10] Takšne definicije so videti v luči vsega dogajanja v filozofiji predvsem po Kantu zelo naivne, a prav ta naivnost je tista, v kateri vidi Meillassoux svojo moč.

Pojma pradobe in prafosila dobita smisel šele v okviru opredelitve pojma korelacije. Po prepričanju Meillassouxa v filozofiji po Kantu dominira korelacionizem. S tem novim terminom označuje prepričanje, da ni ljudi brez sveta in ne sveta brez ljudi. Svet je znotraj korelacijske paradigme možen le skozi percepcijo ljudi.

> S »korelacijo« imamo v mislih idejo, po kateri lahko vedno dostopamo le do korelacije med mišljenjem in bivajočim, nikoli pa do katerega koli od obeh členov ločeno od drugega. [...] Korelacionizem pomeni zavrnitev trditve, da je mogoče obravnavati domeni subjektivnosti in objektivnosti neodvisno drugo od druge.[11]

Meillassouxjeva ost je uperjena proti vsej pokantovski filozofiji, ki jo poskuša osvetliti na nov način. Pred Kantom je bil temeljni problem filozofije, kako misliti substanco, po Kantu pa se vse vrti okoli poskusov mišljenja korelacije. Filozofi ne poskušajo več razkrivati prave narave substancialnosti, ampak iščejo zgolj načine, kako zapopasti korelacijo.

> Teza korelacionizma je, da ne morem spoznati, kakšna bi bila realnost brez mene, brez nas, brez mišljenja, brez misli. Če samega sebe odstranim s sveta, po mnenju korelacionista ne morem spoznati tega, kar preostane.[12]

Korelacionizem omeji svet zgolj na presek biti in mišljenja oziroma opusti vsako možnost za dosego tistega, česar ni v tem preseku. Dostopamo lahko do korelacije med mišljenjem in bivajočim, nikoli le do enega brez drugega. Domene subjektivnega ali objektivnega zato ni mogoče

---

9 Meillassoux, 'Čas brez postajanja', *op. cit.*, str. 78.
10 Meillassoux, *After Finitude*, str. 26.
11 *Ibid.*, str. 5.
12 Quentin Meillassoux, 'Spekulativni realizem', *Problemi*, 4–5 (2009), str. 23.

obravnavani posamično oziroma ločeno: »V dvajsetem stoletju sta bila dva glavna 'medija' korelacije zavest in jezik.«[13]

Korelacionizem je moderni način zavrnitve vsakega možnega spoznanja absoluta: to je trditev, da smo zaprti v svoje reprezentacije – zavestne, jezikovne, zgodovinske–, brez gotovih sredstev dostopa do večne realnosti, neodvisne od našega specifičnega stališča.[14]

Vendar pa Meillassoux trdi, da je to korelacionistično stališče preozko. Zanima ga »svet brez ljudi« oziroma domena pradobe, se pravi sveta, ko ni bilo ljudi, da bi ga dojemali ali opazovali. S formulacijo »velika zunanjost« označuje zunanji absolut predkritičnih filozofov oziroma tisto, kar obstaja povsem neodvisno od nas in našega mišljenja. Prafosil je zanj ostanek, ki priča o svetu brez subjektivnosti. Je nekaj, kar ne spada v korelacijski svet. Kot cilj si določi prav analizo tovrstnih trditev o prednamskosti. »Zanima nas, pod kakšnimi pogoji so takšne trditve smiselne. Bolj natančno rečeno, se sprašujemo: kako zmore korelacionizem interpretirati takšne trditve o pradobi?«[15]

Meillassoux poskuša preseči predpostavko, da »biti pomeni biti korelat«.[16] Ključno vprašanje zanj je, »kako lahko misel dostopa do nekoreliranega.«[17]

Glavni problem, s katerim sem se poizkušal spoprijeti v knjigi *Po končnosti*, je prav problem oblikovanja takšnega materializma – ali realizma –, ki bi bil zmožen jasno ovreči korelacionistični krog v njegovi najpreprostejši obliki, ki je tudi oblika, s katero se je najtežje boriti: to se pravi z argumentom, da nikoli nimamo dostopa do nečesa, kar je ločeno od tega dostopa – kar je »na-sebi«, je nespoznatno, ker spoznamo le to, kar je »za-nas«.[18]

---

13 Meillassoux, *After Finitude,* str. 6.
14 Meillassoux, 'Čas brez postajanja', str. 85.
15 Meillassoux, *After Finitude,* str. 10.
16 *Ibid.*, str. 28.
17 *bid.*, str. 28.
18 Meillassoux, 'Spekulativni realizem', *op. cit.*, str. 19.

Preboj korelacionizma in stvar na sebi

Cilj, ki si ga zastavi Meillassoux v knjigi *Po končnosti*, je dejansko osupljiv:

Moj cilj je zelo enostaven: poskušam ovreči vsako obliko korelacionizma – kar pomeni, da poskušam pokazati, da lahko mišljenje pod zelo posebnimi pogoji dostopa do realnosti, kakršna je na sebi, neodvisno od vsakega dejanja subjektivnosti. Z drugimi besedami vztrajam, da subjekt lahko misli absolut, to je realnost, ki je absolutno ločena od subjekta.[19]

Osrednja teza njegovega dela je, da lahko z gotovostjo pove nekaj o stvari na sebi oziroma absolutu. Trdi, da lahko dokaže, da je absolut povsem kontingenten, kar pomeni, da ni zadaj nobene skrite misli, vzroka ali pomena. Posledica njegovega dokaza, če dejansko drži, je tudi, da so zakoni narave kontingentni, kar pomeni, da ni nobene višje nujnosti, da so prav takšni in ne drugačni.

Do sklepa o nujni kontingentnosti zakonitosti, po katerih deluje svet, pride Meillassoux tako, da najprej vpelje razlikovanje med dogmatiki in korelacionisti. Dogmatiki imenuje vse, ki so prepričani, da lahko nekaj dejansko vedo o stvari na sebi oziroma absolutu, korelacionisti pa so vsi tisti, ki nasprotno trdijo, da nikoli ne moremo izstopiti iz domene tega, kar je dano »za nas«, se pravi, kar je zmeraj še posredovano s formami našega mišljenja in izkustva. Nato uvede podmnožico znotraj korelacionistov, ki jim pravi subjektivisti (včasih tudi idealisti). Subjetivisti predstavljajo nekakšno skrajno obliko korelacionizma, saj trdijo, da stvar na sebi ne more biti nekaj zunaj horizonta naše misli, saj je predpostavka o misli nečesa zunaj misli protislovna in zato neutemeljena.

Osnovno načelo subjektivizma je vedno enako: sestoji iz ovržbe realizma in korelacionizma s pomočjo naslednjega sklepanja: ker si ne moremo zamisliti bivajočega, ki ga ne bi konstituirala naša relacija do sveta – ker ne moremo uiti krogu korelacije –, celota teh relacij, ali dobršen del te celote, predstavlja samo bistvo vsakršne realnosti. Po mnenju subjektivista je absurdno predpostaviti, kot to počne korelacionist, da bi lahko obstajal nek »na sebi«, ki bi se razlikoval od vsake človeške korelacije s svetom. Subjektivist tako argument kroga obrne proti korelacionistu samemu: ker ne moremo misliti nobene realnosti, neod-

---

[19] Meillassoux, 'Čas brez postajanja', *op. cit.*, str. 78.

visne od človeških relacij, to po njegovem pomeni, da je predpostavka take realnosti, ki obstaja izven kroga, nesmisel. Tako absolut je krog sam – ali vsaj njegov del: absolut je mišljenje ali zaznava ali hotenje itd.: ideja, logos, duh, volja do moči, bergsonovska intuicija trajanja itd.[20]

Ključno vprašanje, ki se odpre znotraj teh delitev, je, ali je nekdo lahko korelacionist in ne hkrati tudi subjektivist? Meillassoux pravi, da lahko, a le pod pogojem, da prizna dejanski obstoj nečesa zunaj korelacije oziroma misli, kar posledično pomeni, da je korelacija nujno kontingentna. Korelacioniste, ki niso hkrati tudi subjetivisti, poimenuje spekulativni materialisti.

Glede na obstoj elementov v množici korelacionistov, ki niso subjektivisti, imamo tako dve možnosti. (1) Množica je prazna, kar pomeni, da je korelacija absolut in ni ničesar zunaj korelacije. (2) Množica ni prazna, kar pomeni, da absolutno vemo, da je nekaj zunaj, oziroma da bi korelat lahko bil drugačen. Pomembna pri tej izpeljavi, če seveda drži, je premisa, da množica korelacionistov, ki niso hkrati tudi subjetivisti (množica spekulativnih materialistov), ni prazna. Za Meillassouxa je očitno, da ta množica ni prazna.

Ko se srečajo Ateist, Vernik in Korelacionist

Svoj dokaz nujne kontingentnosti korelata Meillassoux opiše tudi s pomočjo poučne zgodbice, ki se začne tako, da se Vernik in Ateist prepirata o obstoju posmrtnega življenja.[21] Vernik trdi, da posmrtno življenje obstaja in da to lahko tudi dokaže, medtem ko Ateist trdi, da posmrtnega življenja ni, za kar je podobno prepričan, da lahko predloži dokaze. Nato pride mimo Korelacionist, ki oba poduči, da sta naivna dogmatika, saj lahko vemo le tisto, kar nam je dostopno, o vsem drugem, kar presega krog možnosti našega izkustva in mišljenja, pa že po definiciji ne moremo vedeti ničesar. Naša vednost je zmeraj že vednost za nas in ne vednost v absolutnem smislu.

Osrednji argument Korelacionista proti obema dogmatikoma je, da smo vedno že ujeti v zmožnosti lastne predstave in mišljenja, kar pome-

---

[20] *Ibid.*, str. 86.
[21] Meillassoux, *After Finitude*, str. 55.

ni, da je svet »za nas« zmeraj že koreliran s formami naše misli in zmožnosti predstave. Ne moremo misliti sveta, ne da bi ga hkrati *mi* mislili, oziroma, da ga mislimo v formah *naše* misli.

Kasneje k razpravi pristopi še Korelacionistov dober prijatelj Subjektivist (Idealist), ki vse tri skupaj poduči, da neutemeljeno razmišljajo o kakršni koli predpostavki obstoja nečesa »na sebi«, kar bi bilo radikalno drugačno od tega, kar je dano »za nas«. Po mnenju Subjektivista, stvari na sebi kot nečesa povsem drugega temu, kar je dano za nas, ni mogoče ne misliti, kaj šele, da bi predpostavljali njen obstoj.

Ključno vprašanje, ki se ob tem zastavi, je, ali ima Subjektivist prav, kot trdi, da v primeru, če »ne-misli« ne moremo misliti, iz tega nujno sledi, da »ne-misel«, oziroma nekaj radikalno drugega, ne more obstajati. Meillassoux trdi, da imamo na to vprašanje dva odgovora. Po prvem kljub temu, da sveta samega na sebi ne moremo misliti, to še ne pomeni, da morda ne obstaja. Dejstvo, da nečesa ne moremo misliti, ni argument, da to morda ne obstaja in kot primer navede smrt. Nikoli ne moremo dejansko vedeti, kako je, če si mrtev, a to ne pomeni, da smrti ni. Po drugi različici pa je kakršno koli mišljenje stvari na sebi zmeraj že mišljenje, kar pomeni, da smo zmeraj že znotraj horizonta tega, kar je dano za nas. Torej je kakršno koli naslavljanje na svet onkraj misli, po tej interpretaciji nesmiselno.

> In dejstvo, da si ne morem predstavljati neobstoja subjektivnosti, saj predstavljati si pomeni obstajati kot subjekt, ne dokazuje, da je ta nemogoča: ne morem si predstavljati, kako je biti mrtev, saj dejstvo, da si to predstavljam, pomeni, da sem še živ, a na žalost to še ne dokazuje, da je smrt nemogoča. Meje moje predstave niso kazalec moje nesmrtnosti.[22]

Ključna za Meillassouxa je izpeljava argumenta, da je možno razlikovati med tema dvema stališčema samo v primeru, če lahko nekaj dejansko vemo o stvari na sebi. Trdi namreč, da se stališče Korelacionista lahko razlikuje od Subjektivista zgolj v primeru, če teza o kontingentnosti oziroma končnosti korelata ni del samega korelata, ampak je nekaj, kar je od korelata neodvisno.

---

[22] Meillassoux, 'Čas brez postajanja', *op. cit.*, str. 87.

Subjetivist je zmotno trdil, da bi lahko premagal korelacionista z absolutiziranjem korelacije; menim, da slednjega lahko premagamo le z absolutizacijo fakticitete. Poglejmo zakaj. Korelacionist mora proti subjektivistru trditi, da si lahko zamislimo kontingentnost korelacije, kar pomeni njeno možno izginotje, kot je na primer z izumrtjem človeštva. Toda s tem, in to je bistvena poanta, mora korelacionist priznati, da lahko pozitivno mislimo možnost, ki je bistveno neodvisna od korelacije, saj je to natanko možnost nebiti korelacije.[23]

Korelacionist se od Subjektivista razlikuje po stališču, da vztraja pri tem, da je »za nas« morda drugačno kot »na sebi«. In ta morda se mora naslavljati na realno »na sebi« in ne zgolj »za nas«. To pomeni, da sta možni le absolutizacija korelata (nič ni zunaj korelata oziroma naših zmožnosti dojemanja) ali absolutizacija kontingence. Na ta način pravi, da je ovrgel tako Subjetivista, saj je dokazal možnost bivajočega zunaj korelata, kot že prej tudi dogmatike. Novo stališče poimenuje spekulativni materializem. Spekulativni zato, ker omogoča vednost o stvari na sebi, materializem pa, ker je ta stvar na sebi ločena od misli.

Načelo faktualnosti

Bistvo Meillassouxove teze je, da množica korelacionistov, ki niso hkrati subjektivisti, ni prazna zgolj v primeru, da obstaja nekaj onstran horizonta misli oziroma korelacije. Zgolj v primeru, da se hipoteza možnega obstoja stvari na sebi nanaša na nekaj onkraj tega, kar je dano za nas, na nekaj dejansko zunanjega (da je korelat drugačen, kot dejansko je, ali da ga celo ne bi bilo), je mogoče postulirati obstoj ločene množice korelacionistov, ki niso idealisti. Z drugimi besedami rečeno Meillassoux pokaže, da korelacionisti ne morejo ostati agnostiki glede stvari na sebi. Tisto zunaj je povsem kontingentno, brez smisla, pomena ali vzroka, a hkrati obstaja, ali pa je sam korelat absolut, kot to trdijo subjektivisti.

Meillassoux pravi, da se pojem kontingentnosti nanaša na dogodke znotraj sveta, in označuje odsotnost nujnosti, da se bodo ali ne bodo zgodili. Faktičnost se nasprotno nanaša na invariante, ki usmerjajo svet oziroma korelacijo sveta in mišljenja. Gre predvsem za logične in naravne zakone, pa tudi za splošne kategorije, kot je recimo kavzalnost. Tem

---

[23] *Ibid.*, str. 88.

splošnim pravilom sveta pravi tudi korelacijske forme in zanje velja, da jih ne moremo izkusiti drugače, kot takšne, kakršne so. Čeprav so te forme za nas statične oziroma se ne spreminjajo, pa vseeno niso absolutne, saj ne moremo dokazati njihove nujnosti. Lahko jih le opišemo, ne moremo pa jih izpeljati iz nekih višjih absolutnih načel, oziroma ne moremo pokazati, da je nemogoče, da bi bile lahko drugačne.

Čeprav so te forme fiksne, konstituirajo dejstvo in ne absoluta, saj ne morem dokazati njihove nujnosti – njihova faktičnost se razkriva s tem, da jih lahko le opišemo, ne pa utemeljimo. Vendar mi to dejstvo – v nasprotju z empiričnimi dejstvi, katerih drugačnost lahko izkusim – ne prinaša nobene pozitivne vednosti.[24]

Meillassoux trdi, da se lahko izognemo ujetosti dogmatizma samo tako, da smo idealisti (korelat je absolut; zakoni narave so nujno taki) ali spekulativni materialisti (absolutno resnično je, da je nekaj onstran korelata; zakoni narave so lahko drugačni; obstaja realnost zunaj našega horizonta dojemanja realnosti). Ni tretje opcije poleg tega, da za absolut naredimo faktičnost ali korelat. Možnost drugačnosti korelata implicira nujnost kontingentnosti korelata. Faktičnost pomeni, da korelata ni mogoče deducirati iz nekih višjih samoumevnih nujnih načel, ampak le opisati na osnovi empiričnih podatkov, ki pa so lahko tudi drugačni. Faktičlnost torej ne more biti sama faktična.

Meillassoux korelacionizem prebije z vztrajanjem na razliki med korelacionizmom in subjektivizmom. Korelacionist se lahko razlikuje od Subjektivista le tako, da vztraja pri dejanski kontingentnosti same korelacije. Ključna premisa sklepa je torej možnost faktičnosti korelacije. Iz možnosti tega, da je korelacija faktična, izpelje nujnost tega, da korelacija faktična. Tej izpeljavi pravi načelo faktualnosti.

Sklep oziroma načelo faktualnosti, do katerega pride Meillassoux, lahko povzamemo tudi takole: »… reč na sebi ni nič drugega kot fakticiteta transcendentalnih form reprezentacije.«[25] Ključno pri tem je, da *vemo*, da ni nikakršne skrite vednosti zadaj. Rečeno malo drugače: »Videti realnost takšno, kakršna je »v resnici«, ne pomeni videti neko

---

[24] Meillassoux, *After Finitude*, str. 39.
[25] *bid.*, str. 76.

drugo »globljo« realnost onstran te, temveč videti to isto realnost v njeni popolni kontingentnosti.«[26]

Krščanska doktrina kreacije in kontingentnost absoluta

Načelo faktualnosti lahko razumemo tudi kot sodobno različico krščanske doktrine kreacije. Krčanska doktrina kreacije pravi, da bi Bog lahko svet ustvaril tudi povsem drugače, saj ga pri stvarjenju niso zavezovale nobene zahteve, tudi to ne, da ustvari najboljši možni svet, ker bi to pomenilo, da v resnici ni svoboden oziroma vsemogočen. Doktrina kreacije postulira obstoj Boga kot absoluta, ki zaradi svoje vsemogočnosti garantira možnost drugačnosti zakonov narave.

Dober opis krščanske doktrine kreacije lahko najdemo v *Pregledu srednjeveške filozofije*,[27] ki ga je napisal Paul Vicent Spade. Prehod iz antike v srednji vek analizira skozi spreminjanje pojmovnega okvirja, v katerem so se zastavljala filozofska vprašanja. Kot eno od bistvenih novosti srednjeveške filozofije v odnosu do starogrške je zanj prav krščanska doktrina kreacije. Po Spadovo ni »v grški filozofski tradiciji absolutno ničesar podobnega doktrini kreacije.«[28] Vendar doktrina kreacije ni le nekaj povsem novega glede na antično filozofijo, ampak jo je tudi nemogoče kakorkoli uskladiti s temeljem grškega pristopa: »Ko grški tradiciji primešate krščansko doktrino kreacije, zmes ni le nepredvidljiva, ampak močno eksplozivna.«[29]

Spade definira doktrino kreacije v dveh točkah:

(a) Bog je vzrok oziroma stvarnik absolutno vsega.

(b) Bog je pri stvarjenju absolutno svoboden, kar ne pomeni samo, da Boga ni nihče usmerjal in nanj pritiskal, ampak da je imel Bog resne alternative. Ni mu bilo treba karkoli ustvariti, če pa je že kaj ustvaril, bi prav lahko naredil tudi nekaj povsem drugega.[30]

---

26 Žižek, *op. cit.*, str. 75

27 Paul Vincent Spade, 'A Survey of Mediaeval Philosophy, Version 2.0', 1985 <http://pvspade.com/Logic/> [dostopno 23. februarja 2001].

28 Spade, *ibid.*, str. 45.

29 *Ibid.*

30 *Ibid.*, str. 46.

Bistvo doktrine kreacije je prav absolutna kontingentnost same kreacije. Nikjer v grški filozofiji ne moremo najti česa podobnega. Spade jasno zapiše:

> Kontingentnost kreacije ni mišljena kot izraz naše nevednosti. Ne gre za to, da mi ljudje kot končna bitja ne *poznamo* Božjih zadostnih razlogov, ki jih je Bog v svoji neskončni modrosti imel, da je ustvaril takšen svet, in ne drugačnega. Ne, doktrina pravi, da ni *bilo* nobenega takšnega zadostnega razloga, če kot »zadostno« razumemo dovolj močno, da odstrani vse druge alternative.[31]

Kreacija tako ni »dogodek«, ki se ga ne da zvesti na racionalno razlago in mu podeliti neki višji smisel, samo za nas ljudi, ki smo končna bitja in zato nezmožni doumeti vse skrivnosti neskončnega Božjega uma. Nasprotno, doktrina kreacije pravi, da je trenutek kreacije »dogodek« tudi za Boga samega. Bog sam je v trenutku kreacije na neki način neracionalen, se ne odloča na podlagi racionalne kalkulacije ali višjega dobrega, ampak je stvaritev sveta nekaj povsem kontingentnega. Neposredno iz doktrine kreacije sledi, da je Bog vsemogočen, saj lahko svet ustvari tudi drugače. Bog ne vtisne v svet načrta, ki bi bil popoln in zato nujen. Bog bi zmeraj lahko svet naredil tudi drugače. Te alternative so nujni del božje vsemogočnosti. Če je Bog omejen, ni vsemogočen, kar krši doktrino kreacije.

Doktrina kreacije na neki način nadgradi grški koncept iskanja razlage preko popolnosti oziroma nujnosti, tako da postulira obstoj absolutne popolnosti, iz katere paradoksno sledi, da je svet lahko nepopoln. Krščanska doktrina kreacije temelji na nujnosti obstoja absoluta kot vsemogočnega bitja, medtem ko spekulativni materializem izhaja iz možnosti mišljenja kontingence same forme mišljenja nas končnih bitij.

Paradoks krčanske kreacije je, da iz predpostavke obstoja vsemogočnega absoluta izpelje kontingenco zakonov narave. Postulat zunanje točke absoluta implicira kontingenco zakonov, po katerih deluje svet. Ni nikakršnega razloga, da so zakoni ravno takšni, ker bi to omajalo vsemogočnost absoluta. Absolut kot vsemogočno bitje je ravno nekaj, kar presega horizont misli. In njegov obstoj je treba predpostaviti, da se nanj lahko sklicujemo v argumentu.

---

31 *Ibid.*

Meillasoux formulira nekaj podobnega krščanski doktrini kreacije, vendar brez sklicevanja na Boga. Izpelje namreč sklep, da so zakoni sveta oziroma narave nujno kontingentni, da zadaj ni nobenega smisla, brez sklicevanja na kar koli zunaj horizonta misli in možnega izkustva. Meillassoux isti zaključek o kontingenci zakonov sveta izpelje iz zavedanja možnosti, da bi bil svet morda lahko drugačen, pri čemer ne potrebuje postuliranja obstoja vsemogočnega absoluta. Nujnost kontingentnosti – torej možnosti, da so zakoni drugačni – izpelje brez vnaprejšnje predpostavke obstoja Absoluta, v katerega bistvu je, da bi svet lahko naredil drugačen. Do podobnih zaključkov kot doktrina kreacije uspe priti brez naslavljanja na Boga kot absolutno svobodno in vsemogočno bitje.

Antična in novoveška znanost

Kot vemo, je med metodološkim pristopom antične-starogrške in novoveške znanosti je bistvena razlika. Antična znanost je poskušala pojasnjevati naravo s pomočjo iskanja nujnosti za pojavi, oziroma z iskanjem vzrokov, zakaj je nekaj nujno tako in ne drugače, medtem ko je za novoveško znanost ključen empirični pristop, ki izhaja iz več enakovrednih možnih razlag, med katerimi izbira eksperiment. Pri novoveškem empiričnem pristopu ni nobene višje nujnosti, ki bi zahtevala, da je zakon narave ravno tak in ne drugačen.

Da pa je bil preboj iz antične v novoveško znanost sploh mogoč, je morala vmes poseči krščanska doktrina kreacije, ki je v grškem horizontu misli odprla možnost razumevanja narave kot urejenega sistema, ki pa ravno ni urejen po neki višji popolnosti, harmoniji ali nujnosti. Bistvo doktrine kreacije, ki je na neki način jedro krščansko-judovske tradicije, je, da je Bog vsemogočen absolut, ki bi svet lahko ustvaril tudi drugače. Vsako podrejanje kakršnim koli načelom popolnosti ali višjim vzrokom bi bil znak njegove zmanjšane vsemogočnosti. Zakoni narave, ki jih ob stvarjenju vtisne v svet, so zato kontingentni na način, da bi lahko bili drugačni, oziroma da ni nobenega vzroka, zakaj so ravno takšni.

Meillassouxov absolut ima povsem identično funkcijo kot absolut krščanske doktrine kreacije. Oba sta garant kontingentnosti korelata oziroma zakonov narave. S to razliko, da ga krščanska tradicija predpostavi, medtem ko ga Meillassoux izpelje iz predpostavke obstoja korelacioni-

sta, ki ni hkrati subjektivist, pri čemer hkrati pokaže, da iz te predpostavke sledi absolutna vednost o kontingentnosti korelata. Meillasoux na kontingetnost zakonov narave ne sklepa iz obstoja vsemogočnega bitja kot absoluta, ampak iz samega zavedanja dejstva naše človeške omejenosti sklepa, da so zakoni narave nujno kontingentni. Odsotnost smisla v zakonih tako ni posledica obstoja Boga kot vsemogočnega absoluta.

Eksperimentalna znanost in kontingentnost zakonov narave

Bistvo kopernikansko-galilejske revolucije vidi Meillassoux v zmožnosti seganja onkraj meja zgolj misli. Znanost ima zelo pomembno funkcijo, saj naj bi bila zmožna seči onkraj korelacije, se pravi onkraj ujetosti zgolj v presek misli in bivajočega: »Galilejsko-kopernikanska revolucija nima drugega pomena kot tega, da paradoksno razkriva zmožnost mišljenja, da lahko misli tudi tisto, kar je ne glede na to, ali mišljenje obstaja ali ne.«[32] Iz tega med drugim sledi tudi, da je Kant neke vrste agent ptolemajske kontrarevolucije:

> Paradoks je naslednji: ko se filozofi naslavljajo na revolucijo v misli, ki jo je sprožil Kant kot »kopernikansko revolucijo«, imajo v mislih revolucijo, katere pomen je natančno nasproten tej, ki smo jo pravkar opisali.[33]

Znanstvena vednost, ki je neodvisna od mišljenja in seže po »absolutni realnosti«, je ravno vednost o dejanski realizaciji konkretnih zakonitosti v svetu, za katere ni nobenega razloga, da so prav takšne in ne drugačne. Ta vednost nima nobenega »višjega smisla«, saj bi lahko bila drugačna, vendar je v naši konkretni realnosti prav taka, in to ugotovimo z eksperimentom. Eksperimentalna znanstvena vednost je absolutna v smislu, da ni pogojena z nobeno mislijo, vendar je po drugi strani relativna v smislu, da eksperiment zmeraj izbira med danimi alternativami, ki jih postavi konkretna teorija. Rezultat eksperimenta je zmeraj relativen glede na alternativne možnosti, ki jih preizkušamo, a zaradi tega ni rezultat eksperimenta nič manj objektiven oziroma to ne pomeni, da rezultat ne seže onkraj horizonta misli.

---

32 Meillassoux, *After Finitude,* str. 116.
33 *Ibid.*, str. 117.

Bistvo eksperimentalne znanosti bi lahko opredelili kot razkrivanje zakonov narave, ki so kontingentni. Ključno pri eksperimentalni znanosti je namreč, da »vprašanje«, ki ga znotraj eksperimenta zastavljamo »naravi«, nima nujnega odgovora, ampak mora biti zmeraj več enakovrednih odgovorov, med katerimi rezultat eksperimenta izbere »pravega«. In ta pravi odgovor ni glede na druge nič bolj »smiseln« oziroma »razumljiv«, ampak drži prav zato, ker ga je na neki način izbrala »narava« sama.

Bistvo eksperimentalne znanosti je, da zakoni narave niso nujni – saj če bi bili, za njihovo odkrivanje ne bi potrebovali eksperimenta, ampak bi jih lahko kar *a priori* deducirali kot edine možne. Eksperiment ima smisel šele v svetu, ki mu vladajo zakoni, ki sami po sebi niso nujni, ampak bi bili lahko tudi drugačni. Eksperimentalna znanost je torej mogoča le v svetu, kjer so zakoni narave kontingentni, oziroma ni nobene ovire, da ne bi bili tudi drugačni. Grška paradigma znanosti je za pojavi iskala nujnost, zato nikoli ni razvila eksperimentalne metode.

Naj podrobneje pojasnimo epistemološko značilnost eksperimentalne znanosti na primeru. Recimo kar na Galilejevem primeru zakona o prostem padanju težkih teles. Gre za odkritje, da vsa težka telesa prosto padajo po istem formalnem pravilu, vendar to pravilo nikakor ni nujno takšno kot je, ampak bi prav lahko bilo tudi drugačno. Nobene nujnosti ni v tem, da ima prosto padanje formo enakomerno pospešenega gibanja. Vsaj ne na nivoju Galilejevih raziskav. Če lahko danes zakon prostega pada izpeljemo in Newtonovih zakonov, to ne pomeni, da gre v tem primeru za nujnost, saj se kontingentnost preprosto preseli na nivo Newtonovih zakonov.

Eksperiment je metoda, ki izbere med več različnimi opcijami, med katerimi pa vnaprej ni nobena posebej odlikovana. V najbolj poenostavljeni obliki se eksperiment zmeraj zvede na primerjavo dveh možnosti, kjer ena napoveduje ne pojav, druga pa ga prepoveduje. Če se pojav zgodi ali se ne zgodi je torej tista odločilna izbira, ki pove, katera od obeh možnosti je prava oziroma dejansko realizirana v svetu.

Newtonova teorija gravitacije je resnična v horizontu alternativnih verzij formulacije zakona gravitacije, ki jih je konkretni eksperiment obravnaval. V tem horizontu je tudi danes povsem enako resnična, kot je bila v času Newtona. Einstein je horizont teh možnosti spremenil

oziroma razširil, tako da je njegova teorija gravitacije bolj splošna, ker eksperiment izbira iz večje domene alternativnih možnosti. Zelo verjetno se je Newton naslavljal prav na tovrstno interpretacijo znanstvene metode, ko je zapisal, da si hipotez ne izmišljuje. Želel je povedati, da je konkretna verzija zakona gravitacije potrjena preko eksperimenta relativno glede na druge hipoteze oziroma matematične formulacije in ni izpeljana iz kakega višjega načela, zato tudi nima smisla oziroma ne moremo pojasniti, zakaj ima ravno takšno obliko in ne drugačne.

Pri formulacijah tovrstnih alternativnih zakonov v znanosti gre zmeraj za alternative znotraj matematične formulacije razmerij med količinami, saj je matematika ravno način, kako formulirati in obravnavati razlike v nečem, ki se po drugih karakteristikah ne razlikuje. Matematizacija je zato nujno orodje, ki ga uporabimo, ko formuliramo možne alternativne oblike naravnih zakonitosti, ki veljajo v svetu. Rezultat eksperimenta kot identifikacija konkretne verzije zakona, ki je realiziran v naši konkretni realnosti, je zato objektiven in absoluten v pomenu neodvisnosti od domene misli in smisla. »Kar lahko matematiziramo, ne moremo reducirati na korelat mišljenja.«[34] Ni nobenega razloga, da je konkretni zakon ravno tak in ne drugačen. Eksperiment izbere brez razloga.

Antropično načelo kot načelo ne-razloga

Po nekaterih teorijah, ki jih danes razvijajo fiziki, nova vesolja spontano vznikajo in minevajo, pri čemer se razlikujejo v svoji »fiziki« oziroma zakonitostih, ki vladajo v njih. Zelo popularen je postal tudi pojem multiverzuma, ki ga je nedavno zelo nazorno predstavil Sean Carroll:

> Zamislimo si lahko, da je vesolje kot celota končno, zaprto in podobno sferi. Mogoče je tudi, da se razteza v neskončnost prostora, a ostaja bolj ali manj enako, ne glede na to, kako daleč gremo. In na koncu je možno tudi, da se vesolje razteza neskončno daleč, a se pogoji močno spreminjajo iz kraja v kraj. To je opis multiverzuma. Pri tem nimamo v mislih nepovezanih vesolj, ampak to, čemur kozmologi pravijo žepna vesolja. Pogoji so dokaj uniformni znotraj posamezne regije, a se močno spreminjajo od ene regije do druge. Neko žepno

[34] Meillassoux, *ibid.,* str. 117.

vesolje je lahko zelo podobno našemu, le masa elektrona se malenkost razlikuje. A tudi tako majhna sprememba lahko pomeša zakone kemije, če o biologiji niti ne govorimo. Spet druga regija je morda bistveno bolj čudna, s sedmimi prostorskimi razsežnostmi in 29 silami narave. Vse skupaj lahko obstaja nepregledno veliko različnih vrst vesolj, pri katerem ima vsak lastne zakone fizike. […] Teorija strun je trenutno najbolj obetaven način, kako pojasniti osnovne lastnosti vseh delcev in sil v vesolju. A naše lastnosti niso edine mogoče. Teorija strun dopušča neverjetnih 10^{500} rešitev – to je 1, ki ji sledi 500 ničel – vsaka ustreza drugi verziji vesolja s specifičnimi delci in silami. […] Na kratko rečeno, teorija strun napoveduje, da imajo lahko zakoni fizike ogromno različnih oblik in inflacija lahko ustvari neskončno število žepnih vesolj. Različni zakoni fizike, ki jih napoveduje teorija strun, morda niso le hipotetični. Morda so res nekje tam zunaj med neštetimi deli multiverzuma.[35]

Naše konkretno vesolje je takšno, kot ga opazujemo, ker je eno redkih z razmerami, ki omogočajo »kompleksno kemijo« in tako potencialno tudi življenje ter posledično nas, ki ga opazujemo od znotraj. Minimalne zahteve, ki morajo biti izpolnjene, da je nekje v vesolju mogoče življenje, lahko poenostavimo v zahtevo, da mora biti voda dostopna v obliki tekočine. A že ta, na prvi pogled zelo preprosta zahteva je izredno redko izpolnjena. Na našem planetu imamo veliko srečo, da smo ravno prav oddaljeni od sonca, da voda niti ne zamrzne niti ne izpari. Da smo prav na planetu s tekočo vodo, v resnici ni nenavadno. Če bi nekdo za nas naključno izbiral enega od planetov v galaksiji, bi bilo seveda presenetljivo, da mu je uspelo naključno določiti ravno takšnega, ki ima na površju za življenje primerne razmere. A če pogledamo z druge strani, ni nič neobičajnega, da smo na prav takšnem planetu. Po naključju so bile tu primerne razmere, da se je lahko razvilo življenje.

Takšnemu pojasnjevanju konkretnih značilnosti okolja, zakonov ali naravnih konstant malo neposrečeno pravijo antropično načelo. Čeprav se zaradi imena zdi, da je človek pri »antropičnem« pojasnjevanju pomemben element razlage, je resnica prav nasprotna. »Antropična« razlaga z drugimi besedami pomeni le to, da nekaj v resnici nima vzroka. Antropično načelo »pojasni«, zakaj se ljudje nahajamo prav na tem planetu, in ne kje drugje v vesolju, preprosto tako, da se je življenje in z njim

---

[35] Sean Carroll, 'Welcome to the Multiverse', *Discover Magazine*, 2011 <http://discovermagazine.com/2011/oct/18-out-there-welcome-to-the-multiverse> [dostopno 21. oktobra 2011].

tudi človeška vrsta lahko razvila le tam, kjer so za to primerne razmere. Zato ni čudno, da lahko v svoji okolici vidimo tekočo vodo, kajti če je ne bi bilo, tudi nas tu ne bi bilo. Vendar ni hkrati nobenega dejanskega vzroka, zaradi katerega smo danes prav na tem planetu, in ne kje drugje.

Podobno kot o lokaciji v vesolju, ki je primerna za življenje, se lahko vprašamo tudi, ali so morda fizikalni zakoni našega vesolja na podoben način »posebni«. Bi se življenje v vesolju lahko razvilo, če bi bil gravitacijski zakon morda malo drugačen? Ko so znanstveniki začeli razmišljati o takšnih vprašanjih, se je hitro izkazalo, da bi že minimalne spremembe vrednosti nekaterih osnovnih fizikalnih konstant bistveno spremenile podobo vesolja. Prav takšne in ne malo drugačne konstante so v našem vesolju zato, ker nas sicer ne bi bilo, da bi jih lahko merili. Ključno pri antropičnem načelu pa je, da ne podaja nobenega vzroka, zakaj je nekaj tako in ne drugače. Konkretna izbira je tako povsem kontingentna.

Pojasnjevanje, ki je značilno za antropično razlago, je zelo podobno kontingentnosti, ki smo jo opisali kot jedru eksperimentalne znanstvene metode. Znanstvena vednost, ki je značilna za novoveško eksperimentalno znanstveno metodo, je ravno vednost o dejanski realizaciji konkretnih zakonitosti v svetu, za katere ni nobenega razloga, da so prav takšne in ne drugačne. Ta vednost nima nobenega »višjega smisla«, saj bi lahko bila drugačna, vendar v konkretni realnosti pač ni, in to ugotovimo z eksperimentom. Antropična razlaga se razlikuje od eksperimenta po tem, da pri vprašanjih, ki jih razrešujemo na ta način, ne moremo izvesti eksperimenta. V teh primerih je na neki način že naše opazovanje konkretnega sveta analogno eksperimentalnemu rezultatu. Opazujemo pač točno takšen svet in ne drugačnega.

Meillassoux in problem pomena znanosti

V sestavku smo podrobno analizirali problematiko navezave znanosti na kontingentnost zakonitosti v svetu, ki jih ta razkriva. Izpostavili smo strukturno podobnost Meillasouxovega načela faktualnosti s krščansko doktrino kreacija in pokazali, kako sta obe povezani z novoveško znanostjo, ki temelji na eksperimentalni metodi. Za konec pa se vrnimo k izvornemu vprašanju, ki ga je Meillassoux izpostavil v svojem predavanju. Tule je malo drugačna formulacija istega problema:

Moj problem je problem pomena znanosti. Če imajo znanosti pomen, če imajo smisel, potem realnost ni le korelacija misli – kako je to lahko mogoče? Moj projekt je v tem, da bi iz kontingentnosti, ki je absolutna, izpeljal pogoje, ki bi mi omogočili deducirati absolutizacijo matematičnega diskurza. Na ta način lahko utemeljimo možnost, da bi znanosti govorile o absolutni realnosti – s tem ne mislim le nujne realnosti, ampak realnost, neodvisno od mišljenja. Mislim na fizično vesolje, ki ni nujno, vendar pa je neodvisno od mišljenja.[36]

Teza, ki jo zagovarjamo v sestavku, je, da je znanstvena vednost, ki je neodvisna od mišljenja in seže po »absolutni realnosti«, ravno vednost o dejanski realizaciji konkretnih zakonitosti v svetu, za katere ni nobenega razloga, da so prav takšne in ne drugačne. Tovrstna vednost nima nobenega »višjega smisla«, saj bi lahko bila drugačna, vendar je v naši konkretni realnosti prav taka, in to ugotovimo z eksperimentom. Eksperimentalna znanstvena vednost je absolutna v smislu, da ni pogojena z mislijo. Eksperiment izbere brez razloga.

Literatura

1. Carroll, Sean, 'Welcome to the Multiverse', *Discover Magazine*, 2011 <http://discovermagazine.com/2011/oct/18-out-there-welcome-to-the-multiverse> [dostopno 21. oktobra 2011].
2. Meillassoux, Quentin, *After Finitude: An Essay on the Necessity of Contingency* (Continuum International Publishing Group Ltd., 2008).
3. —-, 'Čas brez postajanja', *Problemi*, 4–5 (2010).
4. —-, 'Spekulativni realizem', *Problemi*, 4–5 (2009).
5. Spade, Paul Vincent, 'A Survey of Mediaeval Philosophy, Version 2.0', 1985 <http://pvspade.com/Logic/> [dostopno 23. februarja 2001].
6. Žižek, Slavoj, '»Materializem in empiriokriticizem« za XXI. stoletje?', *Problemi*, 4–5 (2009).

[36] Meillassoux, 'Spekulativni realizem', *op. cit.*, str. 29.

LIBBRECHTOV PRIMERJALNO FILOZOFSKI MODEL

Miroslav Gomboc

Uvod

V svoji doktorski disertaciji sem primerjal razumevanje celovitosti pri dominikanskem redovniku Mojstru Eckhartu in zen budističnem mojstru Dōgenu. Oba sta živela ob koncu srednjega veka. Eno od metodoloških izhodišč je bil primerjalno filozofski model Ulricha Libbrechta. Služil je kot okvir primerjave, saj se je izkazalo, da je struktura razumevanja celovite resničnosti obeh avtorjev zelo podobna strukturi Libbrechtovega modela. Še posebej je prišla prav konceptualizacija treh submodelov, treh paradigmatskih možnosti človekovega ustvarjanja (njemu lastnega) sveta. Osnovno sporočilo Libbrechta je, da je človekova slika sveta, kozmologija, tesno povezana s temeljnimi paradigmatskimi naravnanostmi, od katerih je sodobna znanost izraz le ene od različnih možnosti. V prispevku bom prikazal temeljne značilnosti modela in specifičnih submodelov. V celoti je model še precej kompleksnejši.

Libbrecht je privzel Grangerjevo definicijo modela. »Z modelom označujemo nabor abstraktnih elementov, ki so organizirani v strukturo s ciljem predstaviti določen – vnaprej opredeljen – sistem fenomenov.«[1] Libbrechtov model je algebraičen in kozmološko-antropološki.

Algebraičen je v smislu, da so uporabljene kategorije, ki so, kolikor je le mogoče, prazne ali proste pomenskih paradigem posameznih religij. Skušal je oblikovati strukturo, ki stoji izven obstoječih kultur in filozofij in ki bi mogla opisati in umestiti strukture posameznih religij in filozofij v enoten kontekst. Z drugimi besedami povedano, skušal je oblikovati univerzalno strukturo ali meta-strukturo in v njo umestiti vse obstoječe religije in filozofije. Tako jih je lahko primerjal na način, ki presega ne-

[1] G. G. Granger v Ulrich Libbrecht, *Within the Four Seas …, Introduction to Comparative Philosophy* (Paris-Leuven-Dudley: Peeters, 2007), str. 88.

posredno primerjavo med njimi v smislu iskanja podobnosti, analognosti, nepomirljivih nasprotij ali neprimerljivosti nasploh.

Model je kozmološki zato, ker sta celotna zgodovina vesolja in vesolje v sedanjosti zanj filozofsko signifikantni. Pojav človeka traja le zelo kratek čas v razvoju vesolja. Religije in filozofije na specifične načine opisujejo fenomenalni svet vesolja in so njegov sestavni del. Kozmološki element je zato nujna sestavina modela. V tem delu se je Libbrecht naslanjal na sodobno fiziko.

Model je antropološki zaradi tesne povezanosti kozmologije in epistemologije. Kako človek vidi in razume svet, je odvisno od njegovih spoznavnih načinov ali zmožnosti. V tem delu si je Libbrecht pomagal s sistematičnim razvrščanjem svetovnih religij in filozofij v tri grozde oziroma klastre in njihove vmesnosti.

Človek je sestavni del kozmosa. S človeškega zornega kota gledano celo najpomembnejši. Ne vesolja in ne človeka ni mogoče razumeti brez integralnega razumevanja obeh hkrati. Zato Libbrecht združuje oba elementa v enovitem kozmološko-antropološkem modelu. Njegov model naj bi omogočal:

- spoznavanje lastne kulture iz drugih zornih kotov v kontekstih drugih kultur,[2]
- prevajanje lastnih kontekstov v kontekste drugih (Libbrecht, 1),
- primerjavo globinskih struktur posameznih religij in filozofij s pomočjo aktivne redukcije specifičnosti vse do imanentnih logik (globinskih smislov) posameznih sistemov (Libbrecht, 77),
- gradnjo skupne duhovne hiše, duhovnega okolja, ki bi ga sprejemali in v katerem se bi lahko gibali pripadniki različnih kultur brez žrtvovanja specifik lastne kulture (Libbrecht, 33).

Model je racionalna konstrukcija, omogoča primerjanje svetovnih filozofij in religij in ni opis realnosti. Vsaka »realnost« filozofij in religij je kulturno konstruirana realnost, vključuje svoje tvorce.

---

[2] Ulrich Libbrecht, *Within the Four Seas …, Introduction to Comparative Philosophy* (Paris--Leuven- Dudley: Peeters, 2007), 88. Navedeno delo je v angleščino preveden zbornik vsega Libbrechtovega razmišljanja. Ker bodo citati Libbrechta vzeti le iz te knjige, ga bom v nadaljevanju citiral v obliki (Libbrecht, št. strani). Enako bom ravnal tudi, kadar bom navajal stani, ki so referenčni vir mojega pisanja.

Ultimativna realnost je Skrivnost in človek je njen del. Na področju zavedanja se ji lahko le vse bolj približuje in se s tem vse bolj prepoznava. Skrivnost je asimptota njegovega zavedanja. Skrivnost ali Ultimativna realnost se mu kaže na način dveh povezanih konceptov, ki tvorita koordinatni osi Libbrechtovega modela: energija in informacije ter njune porazdelitve. To sta epistemološki in ne ontološki kategoriji. Realnost je ena sama, v pojavnem svetu energije ni brez informacij in obratno. O dveh dimenzijah pojavnosti govorimo posebej le iz epistemoloških razlogov.

Kozmološki nivo ali vidik modela

Energija[3] v povezavi s fenomenalnostjo je sposobnost za opravljanje dela, je spremenljivost vseh stvari oziroma procesov. Sama po sebi je potencialnost (Libbrecht, 532) postajanja ali spreminjanja. V začetku[4] naj bila vsa energija v stanju hipotetične singularnosti, v stanju neskončno visoke temperature, gostote in homogenosti, v popolnoma simetričnem stanju, brez struktur in informacij.[5] Z velikim pokom[6] se je ta energija sprostila v razširjanje vesolja. Najprej so s kvantno fluktuacijo nastali kvarki in antikvarki, potem fotoni, protoni, elektroni in nevtroni. Z nižanjem gostote in temperature so na podlagi močne jedrske sile nastala prva helijeva jedra. Po nekaj sto tisoč letih so nastali prvi atomi vodika (elektromagnetna sila), ki se je gravitacijsko združeval v zvezde in galaksije. Šele po več milijardah let so bili formirani vsi znani atomi. V vmesnem času so že nastajale molekule, pozneje so organske molekule postale nosilci življenja, s kompleksnostjo njihovih sistemov je bil končno omogočen pojav človeka. (Libbrecht, 584)

Kozmična energija je ena sama in kontinuirano porazdeljena med poloma vezane in proste energije. Kljub kontinuumu se porazdelitev manifestira na več prepoznavno različnih načinov.

---

3 *Ergon* je grška beseda za delo. *En-ergon* je nekaj, kar je v delu, je potenca delovanja.

4 Libbrecht povzema uveljavljeni matematično-fizikalni model nastanka vesolja.

5 Teorija strun govori o zaokroženju vektorja katere koli sile v krožni kozmični struni, torej o popolnem vibrirajočem ravnovesju.

6 Veliki pok je hipotetični dogodek začetka znanega vesolja pred približno 14 milijardami let.

Energija, ki tvori oziroma omogoča strukture, je vezana energija. Je osnova struktur in je hkrati potrebna za njihovo vzdrževanje. V živih bitjih vzdržuje biološki ustroj. Vezanost energije se kaže v njeni podrejenosti naravnim zakonom. Zaradi zakona entropije strukture vezane energije propadajo, ta vrsta energije je pro-entropična.

Energija, ki omogoča gradnjo vse kompleksnejših struktur, torej njihov razvoj, je prosta energija. V živih bitjih omogoča biološki razvoj v smislu adaptiranja na okolje, v človeku pa tudi prilagajanje okolja in kulturni razvoj. Najbolj vezana, imanentna, je v preprostih oblikah življenja, najbolj prosta v človeku, natančneje v umu in v zmožnosti samopreseganja. Je osnova kreativnosti in ni podrejena zakonom. Je formativna in gradi nove vzorce. Povečuje neentropičnost sistemov, je anti-entropična.

V živem svetu je povečanje energetske entropije na strani vezane energije povezano z ustvarjanjem viškov proste energije. Použita hrana se razgradi, povečanje njene entropije prispeva k ustvarjanju novih možnosti biološkega ali kulturnega in s tem duhovnega razvoja. Podobno kurjenje ali celični metabolizem sproščata toploto, ki je potrebna za življenjske procese, torej za ustvarjanje novih struktur. Entropično razsipanje sončne energije zagotavlja dovolj proste energije za razvoj življenja na zemlji. Oba vidika energije se torej medsebojno pretvarjata.

Prosta energija je lahko vektorsko (voljno) usmerjena k določenemu cilju ali pa je dekoncentrirana v obliki energetskega polja. V prvem primeru je anti-entropična, v drugem pro-entropična.

Energija brez informacij je čista potencialnost pred velikim pokom, pred stvarjenjem sveta, pred vsako fenomenalnostjo. Je v stanju popolne entropije. Energija se transformira v informativno fenomenalnost. Zmanjšanje entropije vzpostavi neenakomernosti energetskih porazdelitev, to je informacije, naposled red, vzorce, oblike. Slednje so kristalizacije energije. Dinamično dogajanje na področju proste energije omogoča razvoj življenja, vse bolj kompleksna zaznavanja in odzivanje na okolje, naposled spreminjanje okolja. Energetsko polje postane epistemološko in celo etično polje. Primarna energija torej vzpostavlja oblike in delo-

vanja. Vesolje je kompleksna celota vzajemno delujočih oziroma prežemajočih se energetskih vzorcev[7] (Libbrecht, 93–97).

Imanentne informacije so tiste, ki so struktura sistemov oziroma so vgrajene v strukture. So načini vzorčenja vezane energije v okviru štirih temeljnih energetskih polj in naraščajoče kompleksnosti sistemov. S kompleksnostjo sistemov prehajajo od pola skrajne imanentnosti proti transcendentnemu polu. Od osnovnih delcev do atomov in nato kristalov, organskih molekul, kromosomov, rastlin, živali, filogenetskih vedenjskih vzorcev in nekaterih kulturnih vzorcev (Libbrecht, 102).

Transcendentne[8] informacije so anti-entropične, kar pomeni, da so povezane z vse bolj kompleksnimi vzorci reda ob minimalni entropiji energije. Usmerjene so iz statičnih struktur v drugačenje, v razvoj. Bolj kot so sistemi kompleksni in več kot je v njih informacij, bolj so odprti, višja je stopnja njihove prostosti in manjša determiniranost. V človeštvu je opisani kozmični proces za sedaj dosegel svoj vrh, saj je človek najsvobodnejše in najbolj ustvarjalno bitje (Libbrecht, 104).

Vesolje je neprestani vzorčen, informacijski, anti-entropičen in ne amorfen energetski tok. Da bi ga razumeli, ga epistemološko delimo v strukture in akcije. Vezana energija tvori delce in strukture z vgrajenimi informacijami. Delcem in strukturam so pridruženi efekti, načini delovanja oziroma lastnosti, ki so povezane s transcendentnimi informacijami. Po Libbrechtu efekti ali načini delovanja niso ontološke, pač pa epistemološke kategorije, povezane z zahodno znanostjo. Energetska polja niso stvari, pač pa opisi ali načini, na katere dojemamo medsebojna delovanja – ne vemo točno česa. Opisujemo njihove efekte, ne pa polj po sebi (Libbrecht, 124). Vzhodne kulture govorijo o vzorcih postajanja, vzorcih *Dao*-a ali o *rajas* (primordialne sile) in *sattvas* (zavedanje vzorcev sil). Delci, strukture in dinamični medsebojni vplivi so abstrakcije. Delci

---

7 V angl.: *complex ensemble of superimposed and interfering force fields*.

8 Beseda trascendentno pomeni presežno, transcendenca je preseganje. Besedo bom uporabljal v različnih zvezah. V pridevniški rabi nakazuje dvig na višjo raven pojavnosti ali razumevanja. Transcendentna transcendenca se nanaša na presežno resničnost zunaj človeka ali pojava, imanentna transcendenca pa na presežno resničnost znotraj človeka ali pojava. Transcendenca transcendence je preseganje potrebe po transcendenci, torej povratek v stvarnost, ki je sama po sebi takšna, kot je; k *tzŭ-jen*.

in polja so reifikacije, izvzete iz dinamičnega fenomenološkega toka,[9] ki je usmerjen k vse večji kompleksnosti vzorcev, k informatizaciji in spiritualizaciji vesolja.

Antropološki nivo ali vidik modela

Antropološki vidik modela je tesno in neločljivo povezan s kozmološkim, saj je človek integralni del vesolja. Kar smo povedali o značilnostih fenomenalnega vesolja, velja enako oziroma analogno za človeka.

Fenomenalni tok je kartezični produkt energije in informacije, ε x ℹ. V človeku zavzame ves spekter možnosti. Energija se hkrati pojavlja v obeh oblikah. Vezana energija v povezavi z imanentnimi informacijami tvori in vzdržuje ali spreminja telesno biološki ustroj. Prosta energija s transcendentnimi informacijami omogoča razvoj bioloških struktur in kulturnih vzorcev v smeri vse bolj svobodne ustvarjalnosti in duhovnosti. Prosta energija na področju zavedanja je lahko koncentrirana ali dekoncentrirana.

Koncentrirana je na intelektualnem ali emocionalnem področju. Obe vrsti sta usmerjeni v definirane objekte. Intelektualna koncentrirana energija je usmerjena v spoznavanje reda oziroma strukture opazovanih objektov in tvorjenje ustreznih umskih modelov resničnosti. Povečanje védenja, poznavanja informacij oziroma reda zmanjšuje entropijo zavedanja. Povezana je s transcendentnimi informacijami, to je takšnimi, ki presegajo konkretno, empirično, enkratno dogajanje. Na njih temelji racionalni vpogled, ki je temelj znanosti. Emocionalna koncentrirana energija je usmerjena k objektom zadovoljevanja potreb (hrana, seks …), strasti in želj in je intencialno vektorska. Bolj kot je koncentrirana, ožje je njeno polje delovanja in bolj je človek preplavljen z njo ali ujet vanjo (strasti, orgazem …) Ta vrsta emocionalne energije je pogojena z objekti, v katere je usmerjena.

Dekoncentrirana prosta energija na področju zavedanja je energija doživljanja izkušenj, ki niso povezane z egom. Ni usmerjena v objekte, subjekt je okolje doživljanja. Altruistična čustva, doživljanje umetnosti

---

[9] Sodobna fizika opisuje stvarnost s pomočjo pojmov delci in polja. Delci in polja so epistemološke kategorije podobno kot pojem valovne funkcije.

in umetniško ustvarjanje, doživljanje skrivnostnosti narave, meditativna razpoloženja itd. izkusimo in se do njih ne dokopljemo z racionalno analizo. Takim izkustvom se predamo, so golo doživljanje, v njih smo pod vplivom vsebine doživljanja v pasivni drži, podobni magnetni igli v magnetnem polju. Informacije so dekoncentrirane v polju vpliva (Libbrecht, 101). Libbrecht pojasnjuje: »Določen objekt inducira v meni določeno izkustvo. Lahko je čisto čustvo, estetsko ali religiozno. Objekt izkustva determinira moje počutje: torej poseduje neko vrsto polja vplivanja, ki pripravi mojo zavest k notranjemu gibanju … V izkustvu sem del objekta. Pomembno se je zavedati, da ne postanem eno s strukturo objekta, pač pa s poljem vplivanja« (Libbrecht, 107). Dekoncentrirana prosta energija ni usmerjena, ne gradi modelov, struktur in je brez drugih ciljev. Čustva in občutja dekoncentrirane proste energije ne služijo nobenemu namenu in niso pogojena s kakršnimi koli objekti, so svoboden in ustvarjalen izraz človekovega načina bivanja. Kultura in duhovnost sta obliki proste energije vesolja. Če se ta vrsta proste energije ne investira v transcendenco, se preusmeri v hedonizem.

Temeljni submodeli

Po Libbrechtu je ultimativna realnost dokončno nespoznavna. Je fokus ali Veliki Atraktor, *Bitje. »*Bitje označuje Veliko Skrivnost eksistence« (Libbrecht, 147). K njej se človek bliža iz treh smeri oziroma v treh dimenzijah lastnega bitja. Te dimenzije so proces postajanja, zmožnost racionalnega spoznavanja in zmožnost empatičnega doživljanja oziroma mističnega občutenja.[10] Vse tri dimenzije so povezane, človek jih živi hkrati. Živi jih v njihovem kulturno specifičnem preseku. Zaradi preglednosti in natančnega vpogleda jih Libbrecht razčlenjuje vsako posebej. Navedene dimenzije so po njem povezane s klastri treh reprezentančnih svetovno nazorskih paradigem:

---

[10] Zmožnost racionalnega spoznavanja lahko opredelimo kot delno redukcijo *Bitja v metafiziki Bitja in eksistence. Zmožnost mističnega doživljanja lahko opredelimo kot delno redukcijo *Bitja v metafiziki ne-bitja, torej delovanj, akcij. Koncepta sta podobna konceptu parcialnih odvodov v matematiki, ko spremembe tridimenzionalne ploskve opisujemo s parcialnimi odvodi oziroma ukrivljenostmi v smereh treh koordinatnih osi.

- daoizmom in njemu podobnimi religijami,
- znanstveno racionalnostjo in zahodno evropsko racionalistično filozofijo
- ter (budistično) mističnostjo.

Seveda obstaja v realnem življenjskem kontinuumu še mnogo vmesnih modalitet. V nadaljevanju bom nanizal značilnosti vsake dimenzije, tukaj pa jih le ilustrativno nakazal na primeru glasbe. Dimenzija postajanja glasbe je širjenje zvočnih vibracij, akt muziciranja in poslušanja. Racionalna dimenzija glasbe je njen zapis v obliki not, so matematična razmerja tonov, načela harmonij in ritmov itd., torej teorija glasbe. Doživljajsko-mistična dimenzija glasbe je njeno doživljanje, kompleksnost in besedna ali racionalna neizrazljivost njenega občutenja. Dimenzije niso reduktibilne, vsaka je povsem samostojna plat glasbe.

Vsako od navedenih dimenzij človeka je Libbrecht opisal s pomočjo ustreznega submodela. Submodel je logično koherentna idealizacija, ekstrapolirana iz treh po njem najpomembnejših kulturno-zgodovinskih grozdov svetovnih nazorov oziroma oblik zavedanja. Podobno kot celoten model so tudi submodeli nabori abstraktnih elementov, ki so organizirani v strukturo s ciljem predstaviti določen sistem fenomenov. V našem primeru so fenomeni paradigmatski sklopi najpomembnejših svetovnih religij in filozofij. Submodel je torej privzet, logično konsistenten sestav temeljnih premis, ki so abstrahirane oziroma ekstrapolirane iz empiričnih, izjemni bogatih in raznovrstnih pojavnih oblik zavedanja. Submodeli so idealni tipi, ki ne morejo biti empirično realizirani v svoji čisti obliki. Pomagajo pa k razvrščanju empiričnih pojavov in pojasnjevanju relacij med njimi, zaradi česar so epistemološko uporabni. V empiričnem kulturno-zgodovinskem svetu najdemo mešanice njihovih elementov in variacij. Zastopani so v različnih obsegih, poudarkih in kontekstih. Človeštvo svoj potencial, premise vseh treh submodelov, uravnoteženo uresničuje le kot celotno človeštvo v svoji kulturni in zgodovinski razprtosti, ki obsega preteklost, sedanjost in prihodnost kultur.[11]

---

[11] »Svojega [modelnega] opisa ne moremo omejiti na eno tipično kulturo, na primer zahodno, ampak moramo upoštevati kulturo [kulture] človeštva v celoti. Še več, človeštvo ni identično s sodobnim svetom, ima tudi zgodovinsko dimenzijo. Končno, odprto mora biti za prihodnost.

Submodeli so trije:
1. Proces naravnega postajanja.[12] Človek participira v naravi in je njen imanentni oziroma integralni del. Narava je skrivnostna in sveta. Najboljši empirični približek submodela postajanja je daoizem in nekatera verovanja severno-ameriških Indijancev. Pri opisu tega submodela bomo zato pogosto uporabljali termine iz kulturne tradicije daoizma.
2. Zmožnost racionalnega spoznavanja. To je prevladujoča paradigma sodobne znanosti, zahodno-evropskega razumevanja sveta. Ključne besede submodela so substanca, bit, delci, razum, racionalna analiza.
3. Zmožnost mističnega občutenja. Ključne besede tega submodela so ne-bit, enost, celovita vzajemna povezanost, apofatična izkušnja. Najboljši empirični približek tega submodela je po Libbrechtu budistična mistika, zato bomo pri njegovem opisu pogosto uporabljali budistične termine.

Interakcije submodelov tvorijo šest vmesnosti. To so kontinuirani prehodi med njihovimi ekstremi. Empirični kulturno-zgodovinski pojavi, od posameznih družb do življenj posameznikov, so gradacije vmesnosti. Te so:
1. od postajanja do racionalnega razumevanja: eksperimentalna znanost;
2. od racionalnega razumevanja do postajanja: tehnologija;
3. od postajanja k mističnemu občutenju: zen;
4. od mističnega občutenja k postajanju: magija, duhovno vplivanje na naravo;
5. od racionalnega razumevanja k mističnemu občutenju: intelektualna mistika;
6. od mističnega občutenja k racionalnemu razumevanju: teologija, eksegeza, filozofija mističnih izkustev.

Današnje vrednote niso večne vrednote za vse čase: ekstrapolacija zato ni legitimna, legitimna je odprtost.« (Prav tam, 292)

[12] V nadaljevanju proces postajanja ali Postajanje.

1. submodel: proces postajanja[13]

Postajanje je spreminjanje. To se dogaja v energetskem prostoru v skladu z vzorci energije, ki je porazdeljena v oblikah (materija) in v akcijah ali delovanjih. Energija hkrati vzdržuje vzorce struktur in akcij ter jih tudi spreminja. Svet je energija, ki se v skladu z načini vzorčenja (*qi* deluje v skladu z *dao*) kanalizira v oblike in življenje. V živem svetu je energija povezana s trajnejšimi vzorci filogenetsko prenesenega vedenja. Vzdržuje strukture sistemov in jih s pomočjo akcij harmonizira z okoljem (Libbrecht, 200).

»Informacije obsegajo vzorce pojavljanja, ki so v daoizmu združeni pod pojmom *dao,* Pot.«[14] Vsaka stvar se spreminja na svojstven način, to je njen *dao*, vzorec pojavljanja. *Dao* sam po sebi ne obstaja nikjer v vesolju kot vzorec ali ideja, ni podoben Bogu, ne ustvarja. Spoznavamo ga le v fenomenalnosti pojavov. Brez pojavov ni *daa.* Brez ptice ni njene poti po nebu in nobenega vzorca. Po drugi strani ni nespremenljivih struktur, identiteta pojavov je njihov vzorec pojavljanja. Torej je *dao* kreativni princip pulziranja energije.

Aisthésis je pozorna, receptivna, odzivna prisotnost v pojmovno-besedno neartikulirani izkušnji, brez naslanjanje na kakršnekoli teorije o resničnosti. Znanje se pridobiva izkustveno na podlagi harmonične resonance spoznavalca z okoljem, z vzorci in ritmi postajanja. Pomembno je spoznavanje v telesu in s telesom, ki je sestavni del okolja. Spoznavalec skozi izkušnjo občuti vzorce (*dao*) objektov spoznavanja v povezanosti z lastnimi vzorci. Primer je klasični kitajski slikar, ki zato, da bi naslikal zmaja, sam postane zmaj, doživi zmaja v sebi in naslika svojo izkušnjo. To ni konceptualno spoznavanje, ne omogoča znanosti, je spoznavanje s pomočjo neposredne izkušnje fenomenalnega toka. *Daa* ni mogoče dojeti, mogoče ga je izkusiti zato, ker smo mi sami *dao* na partikularni način, ki je *te,* individualna Pot. Spoznavanje je hkrati bivanje v vesoljnih ritmih in pozorno uglaševanje lastnega ritma v sozvočje vseh. Mera harmonizacije je psihofizično zdravje.

---

[13] Namesto besede postajanje je mogoče uporabiti tudi besede prihajanje, spreminjanje ali prehajanje. Libbrecht imenuje to dimenzijo *Becoming*.
[14] Libbrecht, 200.

Submodel je a-logičen in a-transcendenten. Jezik je metaforičen. Globine realnosti skuša zajeti ali nakazati v pomenskih slikah, ki vsebujejo komplementarnost razumskega spoznavanja in intuitivnega občutenja. Metafore inducirajo resonanco razumevanja in občutenja med pripovedovalcem-piscem in poslušalcem-bralcem. To ni jezik racionalne logike. Nakazuje tisto, česar z direktnim besednim označevanjem ni mogoče izraziti. Libbrecht ga imenuje μ (mu)-jezik. Pisanje je podobno naravnim znamenjem, branje je branje ne le zapisanih, ampak tudi naravnih znamenj, ki so dogajanja v naravi pa tudi sanje in vizije ter branje skrite in svete geografije prostora.

Neposredno čutno izkušanje ne vodi v razvoj znanosti, ker mu manjka racionalna dimenzija v smislu abstrahiranja izkušenj v neodvisne pojmovne kategorije in logične relacijske vzorce. Poleg odsotnosti racionalne transcendence zaradi vztrajanja v konkretnih izkustvih ni povsem razvita mistična transcendenca v smislu polnega preseganja neposredne izkustvene ravni doživljanja.

Subjekt je imanenten, včlenjen v proces postajanja, ki vključuje okolje in njegovo lastno telesno, fiziološko in duševno pojavnost. Vanj je na razne načine »vpisanih« ogromno informacij neposredno, strukturalno in funkcionalno, brez besed in pojmov. Energija je vezana v relativno stereotipne vzorce vedenja. Učenje je izkustveno bivanje v procesih in ni intelektualni akt. Vsi pojavi se namreč med seboj informacijsko povezani. Informacijsko smo na primer na mnoge načine povezani s soncem in zvezdami (težnost, elektromagnetno sevanje, relacije v času …), čeprav se tega niti ne zavedamo. Življenjsko okolje vsakega bitja je fragment vesolja. Posamezna bitja na specifičen način harmonizirajo z okoljem in meje lastne prilagoditve skoraj ne morejo preseči. Ribe ne letajo po zraku. Človek dosega to s tehnologijo.

Subjekt je člen kozmične niti, ki je simplifikacija vzročnih oziroma informacijskih mrež. Kozmična nit je prenos filogenetskih (genskih in instinktivnih) informacij v sosledjih generacij (Libbrecht, 166).

Pojavi, vključno s človeškim življenjem, so koncentracije energije *qi* v skladu s posameznimi časovnimi vzorci *daa*. Pojavi so koncentracije energije, nekoncentrirana energija se ne pojavlja kot vzorec, torej kot

nekaj obstoječega.[15] Čas teče ciklično. Vse se vrača oziroma ponavlja v ciklih. Pojavljanje in izginjanje sta dela enega ritma, *yang* in *yin*. Ritmi so krajši, kot dan in noč, ali daljši, kot letni časi ali življenje in smrt človeka. V linearnem času bi drevo večno raslo, a drevo se pojavi, raste in premine. Zato se življenje spreminja v smrt in smrt v življenje. Zhuang Zi pravi:

»Življenje je spremljevalec smrti, smrt je začetek življenja. Kdo razume njuno delovanje? Človekovo življenje je življenje *qija.* Če se sestavi, potem je to življenje, če pa se razprši, potem je to smrt. Če pa življenje in smrt spremljata drug drugega, česa se imam potem še bati? Zato je desettisoč stvari v resnici eno … Rečeno je: 'En *qi* prežema svet'. Zato modrec ceni Enost.«[16]

Libbrecht razpravlja tudi o Zhuang Zijevem pojmu *yu-zhou*: prostor čas, ki označuje neločljivo povezanost oziroma enost dimenzij prostorske razsežnosti in ciklične časovne dinamike. To je energetski prostor.

»Prostor je prostor *qi*: ni mesta brez *qija*. To ni prazen matematični prostor s telesi, ki so v tem primeru zaprti podsistemi. To je odprt sistem, prostor sile, kontinuum *qi*, v katerem je vse z vsem povezano v mrežni vzročnosti. *Qi* je večno gibanje, a to gibanje ni lokomotorno, je notranje transformiranje, *dao* vsega pojavnega.« (Libbrecht, 210)

Vzročnost je mrežna, vse je z vsem povezano. Toda ne na multiplo-linearni, ampak na resonančni način, vse je v resonanci z vsem drugim v vesolju kontinuuma *qi*. Vibracija vsake stvari se prenaša v vse vesolje podobno, kot vsak notranji (bio)ritem živega bitja deluje na ves organizem.

Gibanje je transformiranje energije, svet je dogajanje. Ker je vsak pojav proces postajanja, se ves čas spreminja. Vesolje je večno in gibanje nima ne začetka ne konca. Gibanje ni kaotično, urejeno je v *yin-yang* vzorcih *daa*. »Enkrat *yin*, enkrat *yang*, to je *dao*.«[17] Metafora: valovi tvorijo vrhe in dole, a so iz vode – *dao* je vzorec valovanja, voda je *qi*. Stvari oziroma pojavi so kot možnosti v semenih in se pojavljajo zaradi vitalne

---

[15] V stanju čiste entropije energije, tudi če bi je bilo veliko, ne bi zaznali, ker ne bi bilo informacij oziroma vzorcev njene porazdeljenosti. Da se bi v polju energije karkoli pojavilo, je potrebna njena neenakomernost.

[16] Zhuang Zi, *Klasik dežele južne rože*, prev. Maja Milčinski. Ljubljana: Založba Sophia, 2004, str. 179.

[17] Navedek iz dodatka k *Yi-jing (I-ching),* gl. v Libbrecht, 212.

sile, ki je povsod in se pojavlja kot impulz *daa*. Vesolje je podobno enemu samemu živemu telesu.

Etika je imanentna in osebna etika uresničevanja poslanstva iz nebes, razvijanja osebnih talentov. Človek mora slediti in se ravnati po *te*, ki je individualni vzorec *daa*. Človek je odgovoren za njegovo realizacijo. Libbrecht pravi: »Polno uresničenje mojih talentov je torej epistemološki prispevek k poznavanju totalne potencialnosti vesolja. Nihče ne more tega narediti namesto mene« (Libbrecht, 167). Najpomembnejše vrline so naravnost, avtentičnost, spontanost, receptivnost, fleksibilnost, izvirnost, prijaznost, odgovornost, plemenitost, previdnost, zadovoljnost.

Narava je etično indiferentna in sveta, ker je živa. Naravna religioznost je spoštovanje svetosti in skrivnostnosti narave. Načelo delovanja je *wu wei,* ne motiti tok narave. Človek naj bo brez lastnih del, brez individualnih namenov, prepuščen življenjskemu toku, njegova življenjska sila izvira v življenju samem.

Človek je v modelu postajanja naravnan anti-intelektualno, anti-kulturno v smislu vztrajanja v naravi in anti-tehnološko. Vse navedene paradigme namreč pomenijo odmik od imanence postajanja. Mistika je naravna in imanentna. Skrivnost je povsod v naravi, je narava in zato transcendenca ni potrebna. Ni druge resničnosti od vesolja, ki je *tzŭ-jen*, samo po sebi takšno, kot je. Človek je identičen s svojim telesom, ki je strukturni del okolja. V kolikor človek ne živi več v popolnem sozvočju z naravo, se mora občasno umakniti iz vsakdanjega življenja, da se bi lahko vrnil k *dau* in ga izkusil. Izkustvo *daa* je izkustvo harmonije z okoljem, je harmonično vibriranje z vsem stvarstvom. V njem človek najde svoje mesto in poslanstvo, zase najde ukaz iz nebes in to sredi sveta.

2. submodel: zmožnost racionalnega spoznavanja

Zmožnost racionalnega spoznavanja je osnova racionalnosti, katere začetek je grška filozofija in ki je značilna za Platona in Aristotela ter njuno dediščino znotraj kompleksa zahodno-evropske kulture, vključno z vplivi na razvoj znanosti in tehnologije. Libbrecht z orodji svojega modela povzema njene paradigmatske značilnosti v submodelu zmožnosti racionalnega spoznavanja.

Energija je vezana v delce, duhovne entitete in strukture, ki jih dojemamo kot relativno trajne oziroma same po sebi obstoječe objekte z lastno substanco. Za Aristotela je bistvo vsake stvari substanca. To je bistvo stvari po abstrahiranju njihovih lastnosti. Substanca se ne pojavlja brez lastnosti, je nosilec lastnosti. Za Platona so primarne večno nespremenljive ideje, ki so podlaga ali modeli fenomenalnih pojavov in se same ne pojavljajo. Bistvo oziroma Bitje je dostopno le umu s pomočjo treh procesov: konceptualizacije, substancializacije in idealizacije.[18]

Energija, ki je bolj prosta, je potrebna za spremembe stanja delcev ali struktur, za spremembe odnosov med njimi oziroma za gibanje. Aristotelov pojem energije je povezan s pojmi »aktivnost«, »akt«, »funkcioniranje«, »uresničenje namena, telosa« (Libbrecht, 232). Prosta energija je vektorske narave, usmerjena je k določenemu cilju in je lokalizirana. Cilj je fizično ali le duhovno obstoječi objekt. Celotna prosta energija je vektorsko polje.

Informacije so vgrajene v strukture in učinkovanja, izkazujejo se kot nespremenljivi naravni zakoni. Človek jih le odkriva oziroma ustvarja v polju zavedanja. Informacije je mogoče ustvarjati s kombiniranjem podatkov iz narave, znotraj z naravo podanih omejitev. Nanašajo se na to, kar je mogoče opisati z Boolovo logiko, in izključujejo emocionalnost. Informacije povečujejo red vesolja in so zato neentropične (anti-entropične). Toplota (emocije, občutja) je razsipanje energije in njena entropija.

Svet je razumen, logika racionalnega razmišljanja je enaka logiki stvari.

»Spoznavanje je usmerjeno k vpogledu v strukturo vesolja. Kriterij je logičnost in temeljni postulat je razumljivost sveta. Objektivnost spoznanja se doseže z eliminiranjem subjektivnosti v relaciji subjekt-objekt, S↔O. Subjekt je reduciran na svojo racionalno dimenzijo.« (Libbrecht, 235)

Realno je racionalno. Postulat razumljivosti sveta ne pomeni le, da je mogoče pojave naknadno logično razložiti. Pomeni, da lahko le z razmišljanjem na podlagi nekaj začetnih pravilnih predpostavk in brez

---

[18] Konceptualizacija je oblikovanje pojmov na podlagi izkušenj. Substancializacija je pripisovanje neodvisne eksistence oziroma substance, idealizacija je v absolutiziranju konceptov do tiste mere, da niso več abstrakcije fenomenalne stvarnosti, pač njen vir in vzrok. Substancializacija je pojem, ki je podoben reifikaciji in objektivizaciji.

empiričnega raziskovanja spoznamo strukturo sveta. Z razmišljanjem je mogoče ugotoviti bistvo nespremenljive resničnosti, ki je ravno zaradi svoje večnosti edino resnična, vso fenomenalno postajanje pa je nebistveno. Dokler ni človeškega uma, je vse le Postajanje in ne Bitje. Um vzpostavi Bitje, metafizika ni znanost, ki temelji na proučevanju fenomenov. Zato je prva zavirala slednjo vse do novega veka. Mišljeni svet je razumljivi modelni svet, je teoretska interpretacija sveta. Racionalna konstrukcija Bitja se nahaja le v umu.[19]

Za ta submodel je značilna metodologija zahodne znanosti s konsistentnostjo teoretičnih modelov kot glavnim kriterijem veljavnosti. Razum je človeška zmožnost objektiviziranja, ustvarjanja modelov resničnosti, ki so logične strukture in v katerih so objekti same po sebi obstoječe stvari zunaj subjekta. Voda je nespremenljiva struktura H_2O in ne nekaj, kar odžeja in je v fenomenalni relaciji s subjektom. Pomembna razsežnost znanosti je njena tehnološka aplikativnost, kar pomeni obvladovanje objektivnega sveta. V središču pozornosti so vezana energija, delci in strukture, racionalna objektivnost, zakoni, determinizem, neživa narava. Spoznavanje je usmerjeno k vpogledu v strukturo vesolja, asimptota transcendentne racionalnosti je vse-védenje, *omni-scientia*. Asimptota racionalno ni dosegljiva. Transcendentna racionalnost je najvišja oblika proste energije, ki deluje na področju razumskega spoznavanja, in je zato najbolj ustvarjalna in svobodna v raziskovanju. Značilnosti analitične racionalne logike so:

- celota je vsota delov
- $A = A$
- $A \neq B$

Jezik je logičen in racionalen. Izraža tisti del realnosti, ki ga je mogoče opisati z Boolovo logiko. Z njim ustvarjamo zemljevide realnosti. Da bi jezik natančno, objektivno opisal realnost, mora biti očiščen subjektivnosti in emocionalnosti. Realnost je resničnost od subjekta neodvisnih objektov. To je jezik znanosti, od pojava algebre je njegova najčistejša oblika matematika. Libbrecht ga imenuje jezik λ (lambda). Pisavo tvori

[19] Libbrecht piše: »Ideje in posplošeni koncepti se ne nahajajo v svetu postajanja. Dinamiko postajanja skušamo opisati v jeziku funkcij, a kljub temu ne moremo graditi znanosti na nečem, kar se neprestano spreminja. Znanost nujno potrebuje stvari, ki so in ne takih, ki šele postajajo.« (Prav tam, 300)

stabilizirana abeceda, ki informacije prenaša v linearnih, logično-analitičnih nizih. Branje je branje konceptov realnosti in ne realnosti same.[20]

Znanost se ukvarja s svetom objektov, s tem, kar objektivno obstaja, z Bitjem. Torej s svetom vezane energije. Bolj kot je energija prosta, na primer v živih sistemih in človeku, manj je dostopna znanstvenemu pojasnjevanju. Fizikalni redukcionizem ne more pojasniti vedenja živih bitij in še manj človeka. Znanstveni opis realnosti ne more zajeti fenomenalne resničnosti, ki je Postajanje ali dogajanje. Gibanje planetov je goli fenomenalni fakt. Planeti sami ne upoštevajo Newtonovih zakonov niti ne rešujejo diferencialnih enačb. Znanost je torej zgolj racionalni opis dela resničnosti in nikakor njena pojasnitev. Resnično reducira na merljivo. Libbrecht opozarja: »Pozitivizem vidi skrivnost kot nekaj, kar še ne pozna, in pri tem pozablja, da bi bila vsevednost usodna za človeško psiho: v svetu Boolove logike bi človek moral postati računalnik brez čustev« (Libbrecht, 302).

V okviru znanstvene paradigme razpade Resničnost na subjekte in objekte spoznavanja, ki so strogo ločeni. Subjekt je nevtralna točka opazovanja in ga je potrebno zaradi objektivnosti v čim večji meri eliminirati. Libbrecht je zelo jasen glede daljnosežnosti tega dualizma. Takole pravi:

»Naša največja napaka je, da pozabljamo, da je subjekt del objekta in ne nevtralna točka opazovanja, postavljena iz lica v lice [nasproti ali izven] fenomenalnosti. Ko skušamo v znanosti eliminirati subjekt, v resnici eliminiramo kulminacijo evolucije. Kozmična energija je v procesu svojega sproščanja prav v človeškem subjektu dosegla svoj višek. Racionalnost zahteva eliminacijo subjekta, ker se znanost lahko razvija le na ta način in ker menimo, da lahko to proceduro ekstrapoliramo na vse obstoječe v celoti.« (Libbrecht, 544)

---

[20] Težave zaradi neustrezne uporabe racionalnega jezika pri poskusih razumevanja mističnega doživljanja zelo jasno opisuje Daisetz Suzuki: »Naš jezik je produkt sveta števil in včerajšnjih, današnjih ter jutrišnjih posameznosti in je najbolj uporaben v tem svetu (*loka*). A naše izkušnje segajo preko tega sveta v transcendentni svet, ki ga budisti imenujejo *loka-uttara*. Ko skušamo jezik uporabiti za opisovanje stvari iz sveta *loka-uttara*, ga na mnoge načine izkrivljamo. Uporabljamo paradokse, navidezna nasprotja, protislovja, ambivalence, absurde, nenavadnosti, iracionalnosti. Tega ni kriv jezik sam. Mi sami, ki ne poznamo njegove prave rabe, ga skušamo uporabiti za to, čemur nikoli ni bil namenjen. Še več, zaradi tega zanikamo obstoj transcendentnega sveta in se norčujemo iz samih sebe.« V: Daisetz Teitaro Suzuki, *Mysticism: Christian and Buddhist,* (London and New York: Routledge, 2002), 49.

Submodel je po Libbrechtu nekoherenten, ker sloni na nereduktibilnosti subjekta in objekta spoznavanja.

Čas teče enakomerno linearno. Da se ga meriti z uro. Mnenja o končnosti ali neskončnosti časa so znotraj svetovno-nazorskega grozda, ki ga predstavlja model, različna. Za Platona je Bog ustvaril svet po večnih idejah in svet bo večno trajal. Za Aristotela je svet večen, brez začetka in konca, a odvisen od negibnega gibala izven sebe. Čas posameznih bitij je cikličen, zato se čas v bistvu giblje v spiralah. Za Jude in kristjane čas teče enakomerno linearno, ni cikličen, saj je poln enkratnih dogodkov. Omejen s stvarjenjem in koncem sveta. Med obema Bog uresničuje svoj načrt v zgodovini.

Prostor je abstrakten, prazen in matematično homogen. Za Aristotela je končen, za Demokrita neskončen. Obe verziji sta bili prisotni tudi v znanosti 20. stoletja.

Vzročnost je linearno binarna v zaprtih sistemih. Po dva pojava sta v direktni vzročni zvezi. Seveda lahko ima en pojav več vzrokov ali vpliva na več drugih. A potreben je neposreden kontakt. Vsako gibanje ima svoj vzrok in ni temeljna lastnost vesolja. Veriga vzrokov sega do prvega vzroka, Boga, ki je ustvarjalec ali pa začetna energija sveta. Svet je mehanizem, je determiniran. Človek premore etičnost in svobodo. V matematiziranem svetu je vzročnost nadomeščena s funkcionalnostjo znotraj algebrskih struktur.

Čas, prostor in vzročnost omogočajo gibanje. Grki so gibanje oziroma spremenljivost pojasnjevali na različne načine. Najpomembnejša je predpostavka o večnih nespremenljivih atomih, ki se med seboj povezujejo v strukture in spreminjajo svoj položaj v praznem in nespremenljivem prostoru. Gibanje je translokacija delcev. Zanj je potrebna energija, ki se delcem doda in ni inherentno v njih. Aristotel je gibanje oziroma spreminjanje pojasnjeval s spreminjanjem potencialnih stanj stvari v aktualna. A ni pojasnil, od kod energija spreminjanja. Po Libbrechtu sta oba načina razmišljanja dvotirna, dualna in zato nekonsistentna.

V ontologiji je osrednji pojem Bitje. Označuje nespremenljivost. Povezan je s pojmoma eksistenca in substanca. Abstrahiran je iz izkušenj fenomenalnega sveta z racionalno konceptualizacijo, substancializacijo in pri Platonu tudi z idealizacijo. Popolno, večno in nespremenljivo, torej negibno, je nasprotje Postajanja. Zaradi tega je fenomenalni svet

inferioren in podoben Platonovim sencam. Ideje so prisotne v sencah, so njihovi arhetipi, sence nepopolno prevzemajo značilnosti idej. Večna, torej resnična, sta Bog in duša. Bog je transcendenten stvarnik in ne imanenten v svetu. Po Platonu je Bog dober, eden in nespremenljiv stvarnik. Za Aristotela je čisti Duh, ki misli samega sebe ter pozna[21] in giblje vse stvari. Vsa bitja težijo k njemu, kontemplacija pa je najvišja oblika človeškega bivanja. Njune ideje so močno vplivale na vso kasnejšo krščansko teologijo. Duša je od Platona naprej resnični, transcendentni del človeka, ki po smrti telesa biva v nebesih. Je duhovni um, *nous* in je povezana z Bogom. Telo je ječa in orodje duše ter je zato inferiorno. Dualizem telesa in duše je nasledilo krščanstvo.

Podlaga etičnega ravnanja je zakon, ki ga je mogoče racionalno utemeljiti. Načeloma velja zakon za vse ljudi brez razlik glede na socialne statuse.

Z razumom je načeloma mogoče vse dojeti, mogoče je kontrolirati in izkoristiti naravne danosti. Filozofija je racionalna interpretacija resničnosti. V okviru tega submodela ni prostora za mistiko v pravem pomenu besede. Teologija je racionalna interpretacija razodetij, intelektualna mistika pa racionalno prodiranje v smeri *Bitja, Skrivnosti, lahko pa tudi poskus racionalnega interpretiranja mističnih izkustev.

3. submodel: zmožnost mističnega doživljanja

Fundamentalna stvarnost je energija oziroma energetsko polje. Energija v obliki kvantov neprestano bliska v eksistenco v infinitezimalno kratkih trenutkih. Zaporedje bliskov se pojavlja kontinuirano in v skladu z zakonom *karme*, zaradi česar imamo vtis, da obstajajo fenomenalne stvari. Materialni osnovni delci niso materija, ampak trenutni kvanti energije. Pomembna je kvantna fluktuacija (vznikanje in anihilacija delcev v energetskem polju), dinamična narava energije, ki ni neke vrste substanca, ampak dinamična zmožnost ustvarjanja informatiziranih oblik, pojavov. Polje ni vektorske, ampak skalarne narave. Energija je torej porazdeljena v skalarnem in ne v vektorskem energetskem polju.

---

[21] *Omniscientia* je ideal racionalizma.

Za razumevanje je koristna metafora oceana in valov na njem. Valovi ponazarjajo fenomenalno stvarnost, voda oceana energijo. Valovi neprestano valovijo, lahko jih vidimo, a so čista dinamika vode. Ocean je dinamičen. Ko gledamo valove, prezremo, da pravzaprav vidimo vodo. Valovi so informatizirana voda. Vode oziroma energije brez informacij ne moremo videti. Energija ne prežema stvarstva, kot pri submodelu Postajanja. Stvarstvo je pojavljanje energije, ki je večna, sama po sebi nepojavna in nespoznavna. Njena pojavnost je informacija. Nepojavna in nespoznavna je zato, ker je brez informacij. Vsak fizični, psihični ali duhovni pojav je informatizirana energija.

Ta submodel se naslanja na dve empirični paradigmi, delno na daoizem in predvsem na budizem. V daoizmu obstajajo valovi in obstaja ocean. Valovi so kontinuirani izraz oceana. V budizmu obstajajo le valovi, ki so diskretni energetski impulzi in izza njih ni nobene substance, ni ničesar opredeljivega, je *śūnyata. Śūnyata* ni nihilistični nič. Je nedoumljiva potencialnost.

Na antropološkem nivoju je energija emocionalne narave, je energija občutenja in doživljanja.[22] Je prosta, ni usmerjena k objektom, subjekt je prežet z doživljanjem oziroma je doživljanje. Kvant doživetja je kvant energije. Občutja fluktuirajo, vznikajo v skalarnem polju brez določenega namena ali cilja. So izraz »emocionalne toplote«, ki ponazarja nemirno, nevoljno in neobvladljivo naravo področja občutenj.

»Kvant energije generira *dharmo* informacije … Energija generira *dharme*, ki so le bliski eksistence, trajajo zgolj infinitezimalni trenutek, izginejo in sledijo jim nove *dharme*«[23] (Libbrecht, 269). Z zakonom vzroka in učinka so vse *dharme* povezane z vsemi drugimi. Zaradi bliskovitega sledenja *dharm* imamo vtis, kot da bi gledali film fenomenalnega pojavljanja. A v njem ni nobene resnične substance. Fenomenalni svet je v resnici prazen. To pomeni, da je le dinamični izraz neskončne zmožnosti oziroma polnosti energije.

Antropološki nivo porazdeljenosti informacij tega modela Libbrecht zelo jasno opisuje v naslednjem odstavku:

---

[22] Seveda so tudi razne oblike vezane energije in intelektualno spoznavanje ta ista energija. Prav posebej jo tukaj povezujemo z doživljanjem zato, ker je to zanjo v tem submodelu najbolj značilno.

[23] Pojem *dharma* se v tem kontekstu nanaša na kvante eksistence.

»Informacije o 'oceanu energije' vznikajo iz osebne izkušnje in niso prenosljive. Kar budisti imenujejo Budova narava, je v resnici moja lastna, resnična Realnost, ocean oziroma voda vala, ki sem jaz sam. To pomeni, da primarna energija, ki generira nit[24] moje *dharme*, deluje v meni. Vezana energija deluje v moji telesnosti, v izkušnji gravitacije; elektromagnetna energija, ki prihaja s Sonca, mi omogoča preživetje; prebavljanje hrane zagotavlja mojo, glede na okolje, anti-entropično telesno temperaturo; prosta energija generira moje duhovno življenje … V resnici oceansko energijo izkušam povsod v svojem življenju. Ker vem, da so vsi fenomeni neresnični, mi te informacije omogočajo dekonstruirati lažne izkušnje stvari-bitij, rešujejo me konceptualizacij in se stekajo v *śūnyato*, Praznost [v doživljanje praznosti].« (Libbrecht, 270)

Spoznanje resničnosti je razsvetljenje, ki presega zavedanje stvarnosti na običajen, omejen način, za katerega je značilna koncentrirana energija zavedanja na intelektualnem ali emocionalnem področju. Koncentrirana intelektualna energija je usmerjena v razumevanje definiranih objektov, emocionalna k objektom zadovoljevanja potreb, strasti in želj. Za razsvetljeno zavedanje so kakršnikoli fenomenalni objekti, fizični, duševni ali duhovni, prazni; realnost je *śūnyata*. Praznost objektov oziroma valov na površini oceana je v tem, da v bistvu ne vemo, kaj je energija, kaj so *dharme*, odkod in kaj je to, kar se pojavlja.[25] Rečemo lahko, da so *dharme* informacijski in hkrati energetski paketi realnosti, ki je sama po sebi nespoznavna, ker je pred pojavljanjem brez oblik ali informacij, je *śūnya*. Čeprav torej ne vemo, kaj so *dharme* same po sebi, lahko spoznamo, kako in kam so nizi informacijskih paketov usmerjeni oziroma kako so vzorčeni. V nizu spoznavamo poljsko povezanost vseh pojavov, njihovo vzajemno povezano vznikanje. Ne poznamo torej bistva pojavov, poznamo njihove relacije. Opazovanje posameznih objektov je silno osiromašen način spoznavanja, saj na ta način objekt odrežemo od vseh njegovih relacij, izločimo ga iz informacijskega polja. Celovita resničnost nam ni dostopna v svoji diferencialnosti, ampak integralnosti; ne po kosih, ampak kot celota.

---

[24] Nit ali struna *dharme* je zaporedje karmičnih vzrokov in posledic, ki se uresničujejo v toku človeške eksistence.

[25] Spomnimo se vprašanja 6. patriarha zena: »Kaj je to, kar sedaj tako prihaja?« In odgovora: »To ni nekaj.«

Śūnyata je čista energija pred pojavljanjem, brez informacij.[26] Ne moremo je spoznati, lahko jo pa izkušamo kot *rajas*, dinamično energijo življenja, ki se kaže v vseh pojavih vključno s premenami zavedanja. Za izkustvo, ki ni izkustvo nečesa, ampak mnogo bolj podobno nedoločnemu občutenju, je potrebna posebna vrsta poljske ali integralne senzibilnosti. Z njeno pomočjo val izkuša vodo, svoje in vseh stvari nepojavno – čeprav prisotno v vseh pojavih – energetsko bistvo.[27] Voda je prisotna v valu; energetsko podlago, brezdanje dno, izkusi človek kot čisto prisotnost[28] v zavedanju fenomenalnih pojavov natančno takih, kot so. Ocean ustvarja vzorce – ki so dogodevanja, v svetu čutečih bitij doživljanja – brez ločevanja na subjekte, objekte, posamezne pojave itd.[29] Z dekonstruiranjem[30] subjekta in objektov običajnega dualističnega izkušanja se asimptotično gibljemo proti čistemu izkušanju Realnosti, ki je naša resnična (Budova) narava. Konec koncev leži ta za vsako »objektivno realnostjo« in vsakim »subjektivnim« izkušanjem. Ne da bi se izkusiti kot kakršenkoli objekt zavedanja, saj ni subjektivno izkustvo, ker v njem pač ni več subjekta. Subjekt ne more spoznati samega sebe. Če bi bilo to mogoče, bi se moral človek v sebi razdeliti na opazovalca

---

26 »Absolutna resničnost je inherentno brez vseh kvalitet, le kako bi jo mogli spoznati?« in še: »Zaradi tega je modrost *Prajne* odsotnost vsakega védenja. Svetnik s pomočjo *Prajne*, ki ni poznavanje, razsvetljuje Absolutno Resničnost, ki je brez vseh fenomenalnih lastnosti.« (Seng-chao v Libbrecht, 278)

27 Spomnimo se zahteve 6. patriarha: »Pokaži mi svoj obraz, ki si ga imel, še preden so se tvoji starši rodili!«

28 Prisotnost ali pričevanje, tu-bivanje, Heideggerjeva tu-bit.

29 Dōgen pravi temu »slikanje«.

30 Libbrecht govori o redukciji mišljenja in redukciji ustvarjanja podob, drži miselnega nevpletanja v zaznavanje pojavov in občutja celovitosti. Zaznave pojavov niso transcendentne, kot so to občutja celovitosti.

Dekonstrukcija subjekta je redukcija misli oziroma podob, ki se nanašajo na lastno subjektivnost. V procesu dekonstrukcije subjekt ni več nekaj, postaja an-ātman, podobno kot vsi pojavi zanj postanejo śūnyata. Drugo ime za dekonstruiranje, reduciranje težnje k ustvarjanju miselnih podob, je odmikanje. Mistično občutenje celovitosti torej ni kognitivni akt, ni racionalni vpogled. Libbrecht takole pojasnjuje razliko med spoznavanjem in občutenjem: »Stvari lahko shranim v spomin v obliki podob, polje izkušenj pa s pomočjo občutij (moods, Stimmungen). Oba načina sta obliki informiranja. Skrajni cilj podobljenja (imaginiranja) realnosti je podobljenje vesolja, omniscientia; a to je čisto le, kadar je matematizirano. Dokler ne dosežemo tega ideala, nam ostane le opisovanje realnosti v fiksnih metaforah. Skrajni cilj izkušanja je čisto izkustvo skrivnosti Bitja, brezbesedni Stimmung. Vse dokler to ni mogoče, se moramo zatekati k uporabi simbolov« (Libbrecht, 178).

in opazovano. A karkoli bi že opazoval, to ne bi bila njegova čista, absolutna subjektivnost, njegova *dharma*, ki je transcendentni akt brez sledu egocentrične subjektivnosti. Bila bi le vsebina zavedanja, objekt v polju zavesti, ne sama poljska zavest. Izkustvo čiste subjektivnosti je v zenu ne-um, nedojemljivo.

Kriterij mističnega izkustva je avtentičnost, iskrenost brez sledu egocentričnosti ali kulturne posredovanosti. Avtentična je ekstremna S = O izkušnja. Mistično izkustvo ni dualistično in ga zaradi tega ni mogoče ujeti v pojme in lingvistično posredovati. V smislu občutenja celovite resničnosti »ni nič drugega kot transcendentna emocionalnost« (Libbrecht, 273). Transcendentno emocionalnost, sposobnost občutja celovite resničnosti, lahko ponazorimo s prostostjo magnetne igle, ki zaznava celoto magnetnega polja, čeprav je locirana na določenem mestu v polju. Ali pa z občutjem srčnega utripa, ki pulzira v vsakem delu telesa. Podobno človek pulzira ali vibrira v harmoniji s celoto kot njen del. Čeprav občutje celovitosti ni racionalno védenje, je oblika informiranja. Limita transcendentne emocionalnosti je vse-občutje. Mistično občutje ni čustvo, ampak spoznavna vzgibanost pod vplivom 'objektov' (*e-motio*).[31] Tukaj ne gre za klasično psihološko delitev na razum in čustva. Običajna čustva so koncentrirana, objektno vezana energija, mistično občutje je dekoncentrirana, prosta energija. Običajna čustva so sicer informacije, a majhne epistemološke vrednosti. Mistična občutja v navedenem smislu so informacije visoke epistemološke vrednosti.[32] V nasprotju s temeljni-

---

[31] Dōgen pojasnjuje v spisu *Zazenshin*: »'Ne dotikaj se stvari, ampak občuti.' Občutje ni čutno izkustvo; čutno izkustvo zajema le malo. Niti ni intelektualno spoznavanje; razumsko spoznavanje je [usmerjen] razumski akt. Zatorej, občutje presega dotikanje stvari in ta ki presega dotikanje stvari, občuti … Stanje, v katerem tvoja misel občuti, se ne nanaša vedno na zunanje okoliščine.« (Dōgen, *Shōbogenzo*, »Zazenshin«, v Dōgen, *Shōbogenzo*, Book 2, prev. Gudo Nishijima in Chodo Cross. London: Winbell Publications, 2006, 102.)

[32] Mistično občutenje oziroma mistično intuitivno zavedanje nima ničesar opraviti z emocijami v običajnem smislu, ne z občutjem »nečesa drugega«, ne z vizionarstvom. Zavedanje ali občutenje nečesa je oblika vezane energije na področju zavedanja in je za pristnega mistika herezija. Cilj mistike je harmonizacija s prosto energijo, bivanjska, eksistencialna realizacija v celovitosti, ki se spoznavno kaže kot »subtilna eksistenca« (Dōgen). Ta presega dvojnosti in težave, ki izvirajo iz običajnega jezika, iz logike binarnih opozicij: obstaja – ne obstaja, je res – ni res, živo–mrtvo itd. Tega racionalno ni mogoče pojasniti. Lahko pa nakažemo smer, na primer z besedami: »Veliki mojster je rekel: 'Biti tako kot to, ni mogoče. Ne biti tako kot to, tudi ni mogoče. Biti tako in ne biti tako kot to, prav tako ni mogoče. Kaj boš torej naredil s tem?'« (Dōgen, *Shōbogenzo*,

mi postulati logike racionalnega spoznavanja so temeljni postulati logike mističnega doživljanja naslednji:

celota je primarna realnost, deli so fluktuacije celote

- $A \neq A$
- $A = B$[33]

Jezik je simbolen, metaforičen, nakazuje resničnost. Libbrecht ga poimenuje sigma (σ) jezik. Njegov ideal je molk, saj izkušnje celovitosti ni mogoče prenesti z besedami. Simboličen jezik ali molk sta le soteriološki sredstvi, usmerjata k avtentičnemu izkustvu. Pisava je slikovna. Slike kot žigi realnosti nakazujejo kontekste medsebojnih interakcij.

Zmožnost mističnega spoznavanja je komplementarna in divergentna zmožnosti racionalnega spoznavanja. Celovitosti ni mogoče spoznati racionalno. Znanosti in tehnologije ni mogoče razvijati s pomočjo mističnega občutenja celovitosti. Znanost in tehnologija zahtevata natančno poznavanje posameznosti in relacij med njimi.

V kolikor pri tem submodelu lahko govorimo o relaciji med subjektivno in objektivno platjo resničnosti, je subjekt podoben prosti magnetni igli v magnetnem polju. Magnetna igla je lokaliziran del celote, ki je občutljiv za celotno magnetno polje. V mističnem izkustvu ni dualizma med subjektivnim in objektivnim polom. Monizem se lahko v empirični izkušnji izraža na več načinov: ni subjekta, so le objekti; ni objektov, je le subjekt; ni subjekta in ne objekta.

Čas teče vertikalno in ne horizontalno-linearno. Trenutki časa vznikajo iz celovitega energetskega polja oziroma dna eksistence. Horizontalno, v svetu *samsāre*, so trenutki povezani z zakonom vzrokov in posledic. V *nirvāni* je vsak trenutek diskreten in neodvisen od zakona vzrokov in posledic. Oba vidika časa sta ista realnost, doživeta na dva načina bivanja – racionalni in mistični. V slednjem je *samsāra nirvāna* in obratno.

Prostor je diskontinuirano kvantno energetsko polje, ki ne obstaja samostojno oziroma ločeno od *dharm*, fenomenalnih pojavov. Energetski prostor, ki je sam po sebi nespoznavna skrivnost, epistemološka praznost, inducira občutja v polju zavedanja. S pomočjo njih ga izkuša-

---

»Inmo«, v Dōgen, *Shōbogenzo*, Book 2, prev. Gudo Nishijima in Chodo Cross. London: Winbell Publications, 2006, 127.)

[33] Naslov ene od knjig Shunryu Suzukija se glasi: *Not Always So* (»Ne vedno tako« ali »Ne vedno enako«), kar pomeni, da nič ni trajnega, samemu sebi istovetnega.

mo, saj so občutja učinki energetskega polja v zavesti, in zato so po svoji naravi transcendentna. Seveda velja to le za mistična izkustva, katerih pogoj je izpraznjenost ali nenavezanost človeka na vse posamezno oziroma akcidentalno. Da bi bil brezpogojno senzibilen, mora človek postati *an-ātman*, prost samega sebe.

Vzročnost je poljska. Pojavi neodvisno vznikajo iz energetskega polja, podobni so valom oceana. Njihov energetski vzrok je ocean – energetsko polje. Informacijsko so povezani drug z drugim na način vzajemno povezanega vznikanja, v budizmu imenovanega *pratītya-samutpāda*. En pojav, *dharma*, ni vzrok nekega drugega in ni posledica drugega. Njihova povezanost je celovitejša, mnogo bolj kompleksna. Že za valove na površini morja ne moremo reči, da je eden vzrok drugega, ker je nihanje vode kompleksno sestavljeno. Vendar je vsaj načeloma nihaj nekega vala mogoče zvesti na učinke mnogih predhodnih. A v tem primeru val ni svoboden. Vznikanje *dharm* v energetskem polju je hkrati absolutno svobodno in informacijsko povezano. Hkrati *nirvāna* in *samsāra*. *Nirvāna* je energetsko polje, *samsāra* je informacijsko polje. Informacije, torej oblike, pojavi, vznikajo v energetskem polju, ki je njihov vir ali podlaga. V resnici ni samostojnih oblik ali pojavov, ni stvari, so le procesi; gibanje ni stanje stvari, pač pa edina fenomenalnost.

Na antropološkem nivoju je človek *an-ātman*. Ne rodi se kot nepopisan list papirja, ampak v kulturno-zgodovinskih in osebnih okoliščinah, ki so specifične konfiguracije proste energije, v budizmu *skandhe.*[34] *Skandhe* so materija, življenje, perceptivne zmožnosti, konceptualne ali umske zmožnosti, volja in zavestnost. Konfiguracije *skandh* so aktualizirani vzorci proste energije, informacijski val pojava, ki ga imenujemo človek. Ko človek premine, se ne rodi ponovno isti človek, prenese se pa energetski impulz specifičnega vzorca energije, v bistvu informacija. Dosežena kvaliteta energetskega polja, ki je posledica *karme*, to je izvr-

---

[34] *Skandhe* so v literaturi pogosto interpretirane kot omejujoči dejavniki človeške eksistence, kot neke vrste okovi. *Nirvāna* bi naj bila preseganje teh omejitev. A to so *skandhe*, razumljene z vidika *samsāre*. Z vidika nirvane so *skandhe* kreativne možnosti. Človek razvija svoje talente, nasledovane konfiguracije proste energije, ali pa tudi ne. Razvite konfiguracije proste energije so neuničljive v smislu nove kvalitete energetskega polja. Krščanska interpretacija bi bila, da človek prejme dušo, ne pa predanosti Bogu ali svetosti. Resnična, realizirana oziroma dosežena svetost človeka je v Bogu neuničljiva oziroma večna.

šenih človekovih del, ne izgine, ampak ostaja v energetskem polju in se izraža v novih pojavih specifičnih vzorcev proste energije, v novih konfiguracijah *skandh*, torej v drugih ljudeh. Libbrecht zapiše isto z naslednjimi besedami:

»Človek je preprosto eden od svežnjev *skandh* in njegova globlja narava je ocean. Ni specifična substanca, ki bi imela kvalitete *skandh* in ki bi preživela kot neke vrste duša, potem ko snop *skhandh* razpade. Posameznik ni nič več kot vsota [povezanost] *skandh*: ko snop razpade, posameznik premine. Še več, kot posameznik se zaradi notranje dinamike in vzajemnih interakcij *skandh* ves čas spreminjam: moje življenje je proces. Zato ker snop teži k lastni vzpostavitvi (za kar potrebuje ego-intencionalnost), imam vtis, da sem sebstvo, čeprav sem v resnici le proces.«[35] (Libbrecht, 287)

Ker ni substance in ne stvari, se le-te ne morejo gibati, ampak so gibanje, bolje rečeno, je le gibanje. Gibanje je vertikalno – stvari, informacijski vzorci, valovi se pojavljajo za trenutek iz energetskega polja, iz ničesar, in takoj zopet izginejo, pojavijo se drugi. Val sledi valu.

Na področju zavedanja se ne gibljejo objekti zavedanja, ampak je zavedanje vzgibavano in se spreminja. Pojavi so premene zavedanja, so *dharme*. Čisto zavedanje je prisotnost v vznikanju, v aktivnosti ontološkega dna, zavedanje je aktivnost dna. »Čista izkušnja nima nobenega pomena; je preprosto zavedanje faktov, takih kot so tukaj in zdaj […] Vsi mentalni pojavi se pojavljajo v obliki čiste izkušnje.«[36]

Ne-Bitje označuje *śūnyato*. Ta ni ontološki ali nihilistični nič. Je resnična Realnost, le umu ni dosegljiva, zanj je kot nič, brez informacij. Je primarna energija dostopna transcendentni emocionalnosti, občutju celovite resničnosti, občutju oziroma emocialno transcendentnemu zaznavanju celote. Izkustvo celovite resničnosti je *nirvāna*. Dinamična *śūnyata* teži k pojavljanju oblik, lastnemu informatiziranju, kar je hkrati njeno lastno negiranje. Človek je oblika koncentrirane in informatizirane *śūnyate*.

---

[35] Da snop teži k lastni vzpostavitvi, konotira, da je nekaj samostojnega, individualiziranega, kar v določenem smislu tudi je glede na kvalitete zavestnosti in volje. Po drugi strani je snop manifestacija kreativne proste energije. Ta se manifestira ravno skozi specifične, enkratne pojavnosti, skozi natančno take stvari, kot so, in na noben drug način. Zaradi tega ni *nirvane* brez *samsāre* in ni *samsāre* brez *nirvane.*

[36] Kitaro Nishida v Libbrecht, 277.

Transcendentna emocialnost je usmerjenost v občutenje celovite resničnosti, usmerjena je v Drugo, stran od sebe. To je drža *an-ātmana*, drža nenavezanosti nase, nesebičnosti. *An-ātman* je človek *śūnyate*. V njej se energija, ki je sicer vezana na ego ali na sebstvo, osvobaja[37]. Človek se zaveda energetske enosti z vsem vesoljem, tega, da je njegovo dno hkrati dno vsega sveta, da je iste narave ali eno z vsem pojavnim svetom. Od tod občutenje univerzalne empatije z vsemi čutečimi bitji, vsem živim in vso naravo. Ni meje med živo in neživo naravo. Empatija je so-čutje, ko-eksistenca,[38] deleženje skupne dinamike postajanja, deleženje istega življenja. To ni etično-moralni, ampak soteriološko-eksistencialni princip. Hkrati je ideal, cilj in sredstvo na poti. [39]

Transcendentna monistična mistika je usmerjena v vse-občutenje, združenje oziroma ukinitev ločnice med subjektivnim in objektivnim polom ter samorefleksijo celovite resničnosti.

---

[37] Angl. *selflessness*: nesebičnost, odsotnost egocentričnosti.

[38] Angl. *co-experience*, *com-passionate*.

[39] Mojster šole soto-zen Shunryu Suzuki pravi, da je treba najprej verjeti in potem zlagoma vsebino vere realizirati. (Gl. knjigo: Shunryu Suzuki, *Duh zena, duh začetništva*, prev. Branko Klun. Ljubljana: Logos, 2002.)

Primerjalna tabela submodelov

Značilnost	1 – Postajanje	2 – Racionalno razumevanje	3 – Mistično občutenje
Energija	Vezana v naravnih fenomenih, prosta v njihovem naravnem razvoju, evoluciji živega	Vezana v strukture, prosta je koncentrirana in ciljno usmerjena v spoznavanje ali uresničevanje volje	Prosta, nekoncentrirana in neusmerjena v energetskem polju vplivanja
Informacije, način njihovega pridobivanja	Filogenetsko znanje in ego-orientirana emocionalnost	Racionalno-logičen vpogled, transcendentna racionalnost	Mistično občutenje, transcendentna emocionalnost, razsvetljenje
Epistemološka načela	Neposredno izkustveno spoznavanje vzorcev in ritmov postajanja, *Daa*	Uporaba razuma in logike, znanstvena metodologija, konsistentnost in empirična preverljivost	Občutenje celovitosti s pomočjo progresivnega empatičnega so-bivanja, so-čutja
Logika	A-logičnost	Premise istovetnosti, trajnosti, delov	Premise neistovetnosti, spremenljivosti, celote
Jezik	Metaforičen	Strukturen, logično racionalen	Simbol nakazuje resničnost, molk
Subjekt–objekt	Subjekt je včlenjen v okolje	Subjekt je ločen od objektov spoznavanja, S ↔ O	Subjekt je identičen z objekti občutenja, S = O
Čas	Cikličen	Linearen, enakomeren, matematičen	Vertikalno in horizontalno povezan
Prostor	Ekološko energetski prostor, *Qi* prostor	Matematični (pogosto homogeni in prazni) prostor	Dinamično energetsko polje
Gibanje	Razvijanje v skladu z *Dao*-vzorci	Translacijsko ali lokomotorno gibanje, spreminjanje lokacij delcev	Vznikanje in izginjanje oblik-informacij v energetskem polju
Vzročnost	Mrežna, vsak pojav je del mreže vzrokov in posledic	Linearna, vsak pojav je neposredno povezan svojimi vzroki in posledicami	Poljska, vsak pojav je pogojen s celovito resničnostjo in nanjo tudi vpliva
Ontologija	Proces postajanja	Bitje, bit, substanca	Ne-Bitje, spremenljivost, dogodevanje
Etika	Ekološka etika, spoštovanje skrivnosti in svetosti narave	Pravičnost, legalizem, etični formalizem, primat človeka-utilitarizem	So-čutje, ljubeča pozornost, ki izvira iz identifikacije z vsem stvarstvom
Transcendenca	Mistika deleženja v naravi	Transcendetna racionalnost, spoznanje vesolja, omniscientia	Transcendentna monistična mistika, vse-občutenje, avtorefleksija celovite resničnosti

DEONTOLOGIJA UMA ALI SRCA?

Modeli sveta etike: Kant in/ali Dostojevski[1]

Božidar Kante

Komentatorji in dobri poznavalci dela Dostojevskega si niso edini, ali je veliki ruski pisatelj sploh kdaj imel v rokah kako Kantovo delo. Nekateri poznavalci še posebej opozarjajo, da je vpliv filozofa iz Königsberga še posebej opazen v *Bratih Karamazovih*, medtem ko drugi vztrajajo, da ni nobenega zgodovinskega dokaznega gradiva, na katerega bi lahko oprli tako trditev o vplivu.[2] Gotovo pa vemo, da je pisatelj, medtem ko je bil v izgnanstvu, zahteval izvod Kantove *Kritike čistega uma* v pismu, v katerem nekoliko preveč vneto trdi, da je od tega dela odvisna njegova celotna prihodnost. Ne vemo pa, če je to Kantovo delo kdajkoli doseglo Sibirijo ali pisateljev dom po njegovi vrnitvi. Dobro tudi vemo, da je bil Dostojevski dobro seznanjen z idejami nemškega idealizma in še posebej s Kantovimi metafizičnimi stališči. O Kantovih etičnih delih se je Dostojevski poučil iz dela zgodovinarja Nikolaja Karamzina, ki je leta 1789 naredil s Kantom intervju, pogovor pa je nato zvesto povzel v knjigi *Izbrannia mesta iz pisem ruskogo putešestvennika*.[3]

Katera je tista najbolj eksistencialna postavka, ki Kanta navaja, da od svojega moralnega agenta zahteva, da preseže načelo samoljubja oziroma ljubezni do sebe in se brezpogojno ukloni moralnemu zakonu? In katera podlaga je pri Dostojevskem tista, ki mu dopušča, da verjame, da so

---

[1] Na omenjene besedne zveze naletimo v knjigi *Dostoevsky and Kant* avtorice E. Čerkasove, ki me je tudi spodbudila k pisanju tega prispevka. Z mnogimi njenimi tezami se strinjam, vendar pridem do nekoliko drugačnega sklepa.

[2] Jakov Golosovker, *Dostoevskij i* Kant. Moscow: Akademija Nauk SSSR, 1963, str. 99, 100; Louis J. Shein, »Kantian Elements in Dostoevsky's Ethics,« in *Western Philosophical Systems in Russian Literature*, University of Southern California Series in Slavic Humanities, št. 3, ur. A. M. Mlikotin. Los Angeles: University of Southern California Press, 1979, str. 59–69.

[3] Nikolaj Karamzin, *Izbrannia mesta iz pisem ruskogo putešestvennika* (*Letters of a Russian Traveler*). Moskva: V universitetskoj tipografii, 1838.

njegovi junaki zmožni preseči ne le družbene in psihološke okoliščine, temveč tudi svojo destruktivno naravo? Tako Kant kot Dostojevski menita, da je ta podlaga za spremembo neomejeno prepričanje o človekovi svobodi. Kakšne so razlike in podobnosti med njima – to bomo poskušali pokazati na njunem odnosu do človekove volje, svobode, racionalnosti in samovolje. Pri tem bo glavni Kantov sogovornik znani anti-junak Dostojevskega, človek iz podtalja.

Zapiski iz podtalja in *Religija v mejah čistega uma*

Kant v *Kritiki praktičnega uma* opredeli praktično kot »vse, kar je možno skozi svobodo«, in zatrjuje, da je avtonomija ali svoboda moralne izbire bistvo dejavnosti praktičnega uma in jedro moralne osebnosti. Tisto, kar nekoga naredi za »osebo«, je ravno delovanje svobodne volje. Moralna osebnost, svobodna volja in racionalnost naj bi bili nerazdružljivi – tako stališče kajpada zastavlja več vprašanj. Najbolj zoprno in moteče je kajpada vprašanje, kaj se zgodi v primeru, ko izberemo v nasprotju z moralnim zakonom: če se kdo odloči, da ne bo poslušal razumen nebeški glas praktičnega uma, ali to pomeni, da je taka izbira bodisi nerazumna bodisi nesvobodna? Kant v *Utemeljitvi metafizike nravi* nalepi taki dejavnosti etiketo heteronomnosti in s tem sproži nadaljnje vprašanje: če heteronomno pomeni nesvobodno, potem pomeni tudi neodgovorno. Človeška bitja s tem, ko zavračajo moralni zakon, nehajo biti osebe v Kantovem pomenu te besede, saj s tem zavračajo tudi človečnost. Ker človečnost velja za notranji izraz avtonomije, posamezniki, ki zavračajo moralni zakon, ne morejo biti odgovorni za svojo nemoralo.

Kant poskuša to vprašanje rešiti tako, da poudarja domnevno samohotnost heteronomnega obnašanja. Kar kajpada pomeni, da izbira nekoga, da ostane gluh za nasvet in ukaz praktičnega uma, ni nič manj svobodna kot izbira, da bo sledil moralnemu zakonu. Kant si v *Religiji v mejah čistega uma* in v *Metafiziki morale* glede tega vprašanja premisli in govori o volji, obdarjeni s svobodo za dobro ali zlo. Samo svobodo priložnostno povezuje z »popolno samohotnostjo samovolje« [*mit dem absolute Spontaneität der Willkür*] – samovolja postane zdaj izhodišče za razmišljanje o pravi podlagi za dobro in zlo v človekovi naravi. Iz tega Kantovega stališča sledi, da je samovolja oziroma muhava svoboda ne-

posredna in neizogibna posledica takega pojmovanja svobode kot »svobode za dobro ali zlo«.

Človeka iz podtalja ne zanimajo stališča evropskih modrecev – nasprotno, ponosen je, da lahko v evropsko zakladnico idej prispeva nekaj korenito novega, to je, nekaj, česar ne vidijo tisti neumni Nemci, ki so za luno. Ena od tem, ki je osrednjega pomena za govor človeka iz podtalja, je neprekosljivo slavljenje najbolj ugodne koristi, za katero je, tako trdi, pripravljen delovati v nasprotju z umom, častjo, mirom in blagostanjem. Ta tako imenovana korist ni nič drugega kot *volja*. V ruščini volja pomeni tudi »svoboda«, »samohotnost«, »neomejena volja«, »arbitrarnost«:

»Lastno, svobodno in prosto hotenje, lastna samovolja, pa naj je še tako nemogoča, lastna domišljija, včasih prignana prav do poblaznelosti – vidite, vse skupaj je samo tista izpuščena, najugodnejša korist, ki se noče podrediti nikakršni klasifikaciji in zaradi katere se že od nekdaj drobijo v nič vsi sistemi in vse teorije. In od kod so neki vsi ti modrijani pobrali učenost, da je človeku potrebno nekakšno normalno, čednostno hotenje. Od kod so si neki izmislili, da je človeku nujno potrebno ravno pametno in koristno hotenje? Človeku je vendar potrebno – le *samostojno* hotenje, pa naj ga samostojnost stane, kolikor že hoče, in naj ga pripelje, kamor že hoče ... Ravno svoje fantastične sanjarije, svojo najbolj poceni neumnost želi ohraniti samo zato, da sam sebi potrdi (kakor da je to ne vem kako nujno potrebno), da so ljudje še zmeraj ljudje, ne pa tipke na klavirju, ki nanje sicer svojeročno igrajo sami zakoni narave ...« (Dostojevski, 1995: 30, 36)

Strastno zagovarjanje *volje* (samovolje), ki ga mož iz podtalja uprizori na samem začetku dela, ne meri le na zavračanja različnih filozofskih pojmovanj svobode, temveč tudi trdi, da izkoreninja in spodkopava sam sistem, v okviru katerega razmišljajo njegovi nasprotniki. Zahteva, da se na seznam vseh človekovih koristi doda tudi svojevoljnost. Svojevoljnost pa kajpada utegne zrušiti vse ostale koristi! Če je svojevoljnost jedro človekove svobode in individualnosti, potem sta človekova narava in svoboda v ontološkem nasprotju z vsakršno hierarhijo vrednot. Človek iz podtalja je po lastnih besedah Dostojevskega »paradoksnež«.

Samogovor človeka iz podtalja, v katerem ta poveličuje samovoljo in arbitrarnost, si komentatorji in bralci povečini razlagajo na dva načina. Nekateri gledajo na to razglasitev popolne samostojnosti in neodvisnosti kot na izraz patološke drže človeka, drugi gledajo na njegov govor kot na

izraz in dokaz muhastega in nepredvidljivega bistva svobode. Svoboda in volja sta kvalitativno različni, čeprav se njuna obsega pomena včasih prekrivata. Bistvena filozofska značilnost volje je, da je izrecno nepredvidljiva in brezmejna ter da ne predpostavlja nikakršne odgovornosti. Ne spoštuje zakona in etike, je protidružbena in nekultivirana. Svoboda pa je po drugi strani omejena z družbeno vzajemnostjo in strukturo. Svoboda je samorefleksivna in vključuje nekakšno spoštovanje ali priznavanje načina bivanja drugih ljudi. Volja je dionizijski pojav, neurejen in kaotičen, ne pozna ne pravil ne meja ne zakona ne družbene pogodbe. Arbitrarna, groba volja je divja sila, ki se izraža tako v najbolj vzvišenih človekovih dejanjih kot v najbolj grobih in krutih.

Človek iz podtalja se s Kantovimi idejami spopada na vseh bojnih frontah: noče slišati o taki ureditvi, v kateri bi njegova volja iz lastne volje sovpadala z normalnim interesom, z normalno koristjo, kaj šele da bi svojo voljo podvrgel moralnemu zakonu. Zaničuje in posmehuje se vsemu lepemu in vzvišenemu, noče slediti praktičnosti, kakor si jo je zamislil Kant; skratka, je pravi antipod moralnemu junaku, ki ga Kant omenja v drugi *Kritiki*. Tam Kant omenja, da se njegov duh priklanja »ponižnemu, meščanskemu običajnemu človeku, v katerem zaznavam pokončnost značaja v najvišji stopnji«. Težko bi zamislili junaka, ki bi bil bolj oddaljen od tega Kantovega praktičnega ideala, kot je človek iz podtalja s svojimi dejanji in govoričenjem!

Moralno vreden (biti praktičen) za Kanta predvsem pomeni biti zmožen bojevati se in preseči svojo pragmatično naravo. Človek iz podtalja ne zaničuje, zanemarja praktičnega iz preudarnosti in samoljubja, saj izkazuje veliko mero nepreudarnosti in gnusa do samega sebe:

»Korist! Kaj pa je pravzaprav korist? Kaj si upate popolnoma natanko določiti, v čem je pravzaprav človeška korist? Kaj pa, če človeška korist *včasih* ne samo more, temveč celo mora biti ravno v tem, da si človek v kakšnem trenutku zaželi česa slabega in ne česa koristnega? In če to drži, če je le mogoč tak trenutek, potem se vse pravilo razkadi v nič ... Še več: razburjeno in strastno vam spregovori o pravih, normalnih človeških koristih; z nasmeškom ošteje kratkovidne bedake, ki ne razumejo ne svojih koristi ne resničnega pomena vrlin – in že čez četrt ure vam brez vsakršnega nepričakovanega, zunanjega vzroka, nekako iz nečesa iz svoje notranjosti, kar je močnejše od vseh njegovih koristi – ubere popolnoma druge strune, se pravi, nastopi očitno zoper tisto,

o čemer je sam govoril: tako zoper zakone zdrave pameti in zoper lastne koristi ...« (Dostojevski, 1995: 25–26)

Človek iz podtalja postavlja človekovo voljo proti etiki (vsa pravila, moralne norme se razkadijo v nič). Nasprotno meni Kant: človek, celo najbolj pokvarjen, moralnega zakona ne zavrača z upiranjem v sploh nobeni maksimi: »Človek (celo najslabši), naj je v takih ali drugačnih maksimah, se moralnim postavam ne odpoveduje tako rekoč iz upornosti (z odpovedjo pokorščine). To se mu pač zaradi njegove moralne zasnove vsiljuje tako, da se mu ne more upreti« (Kant, 1991: 89). Človek iz podtalja moralni zakon ne le zavrača, temveč se mu že misel o kakršnemkoli zakonu zdi osebna žalitev in ogroža njegovo svobodo in individualnost. Človekova korist včasih mora biti ravno v tem, pravi človek iz podtalja, da si človek zaželi česa slabega, destruktivnega: človek mora včasih živeti proti umu ali celo proti svoji sreči. Svojevoljnost je za človeka iz podtalja ustvarjalna sila izražanja samega sebe in samopotrjevanja. Ravno svojevoljnost je tista, ki nas naredi za ljudi, ne pa za tipke na klavirju, na katere udarjajo moralni in naravni zakoni.

Če se prepustim svojim nagnjenjem, pravi Kant, tvegam, da izničim jedro svoje osebnosti, in dokazujem, da sem bolj stvar kot oseba:

> »Predstava dolžnosti in sploh nravnega zakona, ki je čista in ni pomešana z nobenim tujim dodatkom empiričnih dražljajev, vpliva na človeško srce prek uma samega (ki se šele pri tem ove, da je lahko sam na sebi tudi praktičen) toliko močneje kot druga gonila, ki jih lahko naberemo v empiričnem polju, da jih v zavesti svojega dostojanstva zaničuje in da lahko postopoma postane njihova gospodarica. Nasprotno pa privede pomešan nravni nauk, sestavljen iz gonil občutij in nagnjenj ter hkrati iz umnih pojmov, čud do tega, da začne omahovati med gibalnimi vzroki, ki se ne dajo subsumirati nobenemu načelu in ki le po naključju peljejo k dobremu, pogosteje pa tudi k zlu.« (Kant, 2005: 27–28)

Kantovo stališče v *Religiji znotraj meja čistega uma* je, da človek v moralnem smislu lahko naredi iz sebe bodisi dobro bodisi zlo osebo; oboje mora seveda biti rezultat oziroma učinek njegove svobodne volje [*freien Willkür*]. Lahko se kajpada odločimo, da damo prednost samoljubju pred spoštovanjem moralnega zakona, lahko se ravnamo po črki moralnega zakona, ne da bi se spraševali o motivih naših izbir ali pa zmotno krivimo nenaklonjene okoliščine. Vsi ti primeri vsebujejo prvine moralnega zla v človekovi naravi. Temelj zla ne more biti v nobenem objektu,

temveč je lahko le v pravilu, ki si ga postavlja svobodna volja sama za uporabo svoje svobode, to je v maksimi. Zlo se ne kaže toliko v maksimah, temveč v zavrnitvi ali v nezmožnosti priznati, da je moralni zakon sam ne sebi zadostna podlaga za vse maksime: »Tu bi lahko še dodali, da lahko označimo zmožnost ali nezmožnost svobodne volje za sprejemanje moralne postave v njeno maksimo, ki izvira iz naravne nagnjenosti, kot *dobro ali zlo srce*« (Kant, 1991: 83– 84). Kant razlikuje tri stopnje takega srca. *Prva stopnja* je, da je srce preprosto šibko pri upoštevanju sprejetih maksim na sploh ali šibkost človekove narave. Tak položaj dobro ponazarja rek »Hotenje, voljo sicer imam, manjka pa udejanjenje te volje«. Moralno postavo sicer sprejemam v maksimo svoje svobodne volje, vendar je moja volja akratična. *Druga stopnja* je neizčiščenost oziroma neiskrenost človekovega srca: maksima je sicer dobra in celo dovolj močna za udejanjenje, ne moremo pa ji pripisati čiste moralnosti. Drugače povedano, maksima ni sprejela vase same postave kot zadostnega gonila, temveč potrebuje poleg tega gonila še druga gonila, da bi svobodno voljo pripravila do spoštovanja dolžnosti. To je značilen primer, kjer dolžnostnih dejanj ne opravljamo samo zaradi dolžnosti, temveč je gonilo dejanja še kaj drugega. Tretja stopnja, zlost oziroma pokvarjenost človekovega srca je nagnjenost svobodne volje k maksimam, ki podrejajo gonila moralne postave drugim gonilom (ne-moralnim). Lahko bi jo imenovali tudi *sprevrnjenost* človekovega srca. Na tej tretji stopnji pride do sprevračanja nravnega reda, in, četudi s tem še vedno lahko obstajajo zakonsko dobra dejanja, pa to vendar kvari miselnost v njeni korenini in lahko zato človeka označimo kot zlega:

> »Kajti če so zato, da bi pripravili prosto voljo do *postavnih* ravnanj, potrebna druga gonila, razen postave same (na primer želja po časti, ljubezen do samega sebe na sploh, celo dobrosrčen instinkt, kakršen je sočustvovanje); je pač zgolj naključje, da ti sovpadajo s postavo: saj bi prav tako lahko navajali h kršitvam. Maksima, po katere kakovosti je treba presojati vso moralno vrednost neke osebe, je torej vendarle v nasprotju s postavo in človek je tudi ob samih dobrih ravnanjih vendarle zel.« (Kant, 1991: 85)

Na tej tretji stopnji tudi pride do namerne krivde; ta kaže v značaju na zahrbtnost človekovega srca, da zaradi svojih dobrih ali slabih naravnanosti goljufa samega sebe in da se – če ta ravnanja le nimajo zlih posledic, ki bi jih po maksimah lahko imela – zato prav nič ne vznemirja,

temveč jih celo ima za upravičena pred postavo oziroma zakonom. Od tod tudi mirna vest ljudi, ki se – ker so se njihova ravnanja srečno izognila zlim posledicam – ne čutijo prav nič krive in si celo pripisujejo zasluge, da se ne čutijo krive za take prestopke, kakršne vidijo pri drugih ljudeh, ne da bi poskusili ugotoviti, ali ni njihova zasluga zgolj plod srečnega naključja in ali ne bi sami morda po svojem prepričanju in miselnosti zagrešili enake pregrehe, če bi jim tega le ne bili preprečevali nezmožnost, vzgoja, okoliščine itn.:

»To nepoštenje, da varamo samega sebe, ki v nas preprečuje izoblikovanje prave moralne nastrojenosti, se potem tudi navzven širi v neodkritost in varanje drugih; ki zasluži vsaj ime nevrednosti, če naj bi je že ne imenovali kar zlost; in je v radikalnem zlu človeške narave, ki [...] je gniloba našega rodu, ki, vsaj dokler je ne spravimo na dan, preprečuje kali dobrega, da bi se razvijala tako, kot bi se sicer lahko.« (Kant, 1991: 91)

Pomembna stvar, na katero velja tu opozoriti, je, da se v tem Kantovem delu pogosto pojavlja izraz »srce« [*Herz*], in to ne – tako se zdi – naključno.

Na osnovi zgoraj povedanega, bi moral antijunak Dostojevskega, človek iz podtalja, ki se namerno izogiba spoštovanju pravil in zakonov in slavi brezmejno samovoljo kot popolnega suverena, za Kanta predstavljati eklatanten primer moralne pokvarjenosti. Človek iz podtalja tudi popolnoma ustreza Kantovi definiciji samoprevare iz zgornjega navedka. Kant v *Religiji v mejah čistega uma* pravi, da se človekova moralna rast ne začne nujno z izboljšavo njegovih praks, temveč prej v preoblikovanju miselnega okvira in v izgrajevanju značaja. Toda zakaj bi si kdo, ki ceni samovoljo, samohotnost in nepredvidljivost bolj kot vse na svetu, kdajkoli želel podvreči taki spremembi in preoblikovanju? To lepo pove tudi človek iz podtalja: »Naj vam razložim: [...] da sploh ni rešitve zate, da se nikoli ne prerodiš v kaj drugega, bi se najbrž sam ne maral; pa tudi če bi se hotel, bi v resnici nič ne dosegel, ker se mogoče sploh nimam v kaj spremeniti« (Dostojevski, 1995: 12).

Antijunak Dostojevskega hrepeni po samoprotislovnosti, njegova kaotično sprevrnjena misel se nenehno obrača proti sami sebi. Nič nenavadnega torej ni, če v vrtincu zanikanja antijunak kot bi mignil preskoči iz neomejene muhavosti na trdi in brezupni determinizem. Kantov moralni sistem, nasprotno, gradi na veliki meri stabilnosti in resnosti v

svetu – intelektualni, voljni in čustveni. Ta mera stabilnosti in resnosti kajpada ne izključuje samohotnosti volje in naključnosti človekovega obnašanja in ravnanja, vendar zahteva točko nespremenljive odločitve, iz katere bo izšlo moralno zavedanje človeka. Na primer, preden lahko razmišljam o možnosti utemeljitve značaja, moram biti zmožen sprejeti odločitev, da bom sodeloval v procesu moralne izboljšave. Ravno tega pa človek iz podtalja ni zmožen storiti:

»Če se namreč hočeš polotiti dela, se moraš najprej do kraja umiriti, da ti ne ostane v duši niti senčica nobenega dvoma več. Ampak kako naj se na primer jaz umirim? Kje so moji prvi vzroki, na katere naj se naslonim, kje je moja podlaga? Od kod naj jih vzamem? Urim se v mozganju in tako mi vsak prvi vzrok privleče za seboj še enega, še bolj prvega, in tako gre naprej v neskončnost.« (Dostojevski, 1995: 22)

Razglabljanja človeka iz podtalja dosežejo epsko raven: metodični dvom doseže raven eksistencialnega obupa. Mišljenje in samoizpraševanje sta potisnjena do skrajnih meja, ki grozijo, da ga bodo živega požrle. Bolj ko je negotov, bolj ga boli. Vse prežemajoči dvom spremeni njegovo globoko eksistencialno trpljenje v farso: »V resnici sem trpel, gospoda, zagotavljam vam. Na dnu srca ne verjameš, da trpiš, na ustnicah ti igra nasmešek, pa trpiš, in še kako resnično, kako boleče« (Dostojevski, 1995: 21). Človek iz podtalja razkriva najbolj uničevalno posledico zavesti, ki paralizira sama sebe, in metodičnega dvoma: oboje skupaj razžira še zdrave opornike stabilnosti in spoštovanja do notranjega življenja osebe. Zato ni mogoče vzeti resno niti sveta okrog osebe niti eksistence same osebe: človek zavesti ne more spoštovati niti samega sebe, in nadaljuje: »Oh, ko bi samo iz lenobe nič ne delal. Bog mi je priča, v kakšnih časteh bi se potem imel. In sicer ravno zato, ker bi se prikopal vsaj do lenobe: potem bi tako rekoč zanesljivo imel vsaj eno lastnost, o kateri bi bil tudi sam prepričan« (Dostojevski, 1995: 23).

Omenili smo že, da je ravnanja človeka iz podtalja mogoče nedvomno uvrstiti v tretjo stopnjo zla, v tisto rubriko, ki jo sam Kant imenuje »sprevrnjenost srca« [*Verkehrtheit des Herzens*]. Kant je tudi prepričan, da je mogoče to »sprevrnjenost srca« preseči, da je mogoče to najvišjo stopnjo zla premagati, saj jo najdemo v človeku, čigar dejanja so svobodna. Tu in tam sicer razpravlja o tem, kako odpraviti in se soočiti z zlom druge in tretje stopnje – rešitev vidi v obvladovanju in kultiviranju

volje ter v izgradnji in utemeljitvi značaja. V primeru »sprevrnjenega srca« pa ni mogoče storiti nič drugega, kot da se oseba spremeni z nekakšnim novim rojstvom, kot da bi bila nova oseba, nova stvaritev, in s spremembo srca [*Herzensänderung*]. O tem, kaj vse naj bi ta sprememba srca vsebovala, pa je Kant dokaj redkobeseden in skrivnosten. Glede tega je Dostojevski veliko bolj jasen in njegova »deontologija srca« v marsičem prekaša Kantovo »racionalno deontologijo«, saj na temo očiščenja in osvoboditve zlega srca ter na načine moralnega ponovnega rojstva in vstajenja naletimo na domala vsaki strani kasnejših del Dostojevskega.

Človek iz podtalja izraža, med drugim, globoko razočaranje nad romantiko in racionalizmom. Sam sebe opisuje kot človeka z visoko zavestjo, ki pa je vendarle v nasprotju s Kantovim racionalnim moralnim agentom. Je tudi junak, ki bi mu lahko pripisali značilne lastnosti eksistencialnega junaka: pesti ga eksistencialna tesnoba, težko prenaša nenaklonjene okoliščine, zavrača redukcionistične poglede na človeka itn. Mojstrsko opisuje nevaren položaj sodobnega posameznika, ki se znajde v usodnem spopadu s svetom, ki se izmika razumnim razlagam. Je radikalec, anarhist, nihilist. Ni izkrivljenost njegove volje tista, ki je podlaga za njegovo moralno oropanost, temveč njegov osebni neuspeh, da bi vzel življenje svojega srca resno, pri čemer srce tu pomeni celotno osebo. Oba – tako Kant kot Dostojevski – sta prepričana, da prirojeni smisel za dobro nikoli ne izgine brez sledi. V nekem smislu kaže to posebno vrsto etične zavesti celo naš antijunak. Kaj bi bilo tisto, kar bi lahko zbudilo spečo občutljivost človeka iz podtalja za dobro in mu omogočilo izhod iz tega podtalja?

Za odgovor na to vprašanje moramo poseči v drugi del pripovedi Dostojevskega. V drugem delu se vračamo v čas, ko je našemu antijunaku štiriindvajset let, njegovo življenje pa je »pusto, neurejeno in do podivjanosti samotno«. Človek iz podtalja je učen, je človek knjig, napolnjen z ljudomrzništvom in zaničevanjem samega sebe. Drugi del pripovedi je pravzaprav anamneza katastrofalnega odmrtja njegovega srca, ki ga vseskozi spremlja grotesken samorazmislek. Z gledišča podtalja je realnost grda, neznosna in brezkrvna; ne pozna nobene iskrenosti, zaupanja in ljubezni. Ničesar ni, kar bi lahko izbrisalo podobo puste in inertne realnosti, kot se kaže iz podtalja, v katerem je prevladujoča moralna drža moralna ravnodušnost.

Vendar poskuša Dostojevski opozoriti, da obstaja sila, ki je zmožna tako moralno ravnodušnost razbiti in človeku iz podtalja pokazati odrešilni izhod: to je živo izkustvo srca, ki združuje fizično, duhovno in čustveno razsežnost. To je sila, ki bo našega antijunaka potegnila iz kultivirane literarnosti in ga soočila z živim življenjem, njim samim in drugimi. To očiščujočo silo je mogoče zaslutiti v opisu antijunakovega zadnjega srečanja s prostitutko Lizo. Tu se pripoved nedvomno prelomi in dvigne na raven resne izpovedi: »... prsi so se mi kar trgale na koščke in nikoli nikoli več ne bom mogel ravnodušno pomisliti na te trenutke« (Dostojevski, 1995: 144). To nam daje slutiti, da njegovo srce vendarle budi nekakšen up za nesrečnega prebivalca podtalja. Toda ti trenutki pravega trpljenja – v nasprotju z mazohističnim trpljenjem, ki ga človeku iz podtalja prizadene njegova učenost iz knjig in o katerem govori s takim očitnim užitkom – niso dovolj, da bi našega antijunaka izbezali iz mišje luknje:

»In kaj je neki neverjetnega v tem, če se mi posreči nravno tako hudo se spriditi in se tako odvaditi 'živemu življenju', da sem ji ravnokar mislil poočitati in jo osramotiti s tem, da je prišla k meni poslušat 'ganljive besede'... Želel sem si 'miru', želel, da bi ostal sam v podtalju. 'Živo življenje' me je tako pomendralo, ker ga nisem vajen, da sem še dihal težko.« (Dostojevski, 1995: 142)

Dolgo bivanje v podtalju je storilo svoje: človek iz podtalja ne more več zlesti iz svoje lupine, ki jo je tako dolgo gradil in krepil v soočanju z »živim življenjem«. Izhod je odprt, vendar nima moči, da bi se podal skozi odprta vrata. Ko Liza prestane mučenje z njegovimi zverinskimi in strašljivimi priznanji in najde moč, da ga razume in tolaži, se njegovo srce odpre in plane v jok:

»Tako sem bil navajen misliti in preudarjati vse po knjigi in si predstavljati vse na svetu tako, kakor sem si malo prej zamislil v domišljiji, da takrat niti nisem mogel takoj doumeti te čudne okoliščine. Pa poglejte, kaj se je zgodilo: Liza, ki sem jo žalil in teptal, je vse veliko bolje razumela, kakor sem mislil. Iz vsega skupaj je doumela tisto, kar ženska vselej najprej razume, če iz srca ljubi, namreč, da sem nesrečen ... Ko pa sem se začel zmerjati z barabo in grdobo in so me polile solze (vso to tirado sem povedal s solzami v očeh), ji je obraz spreletel nekakšen krč. Hotela je vstati, me ustaviti, ko pa sem končal, se še zmenila ni za moje vpitje 'Zakaj si le tukaj, zakaj ne odideš?', temveč le za to, da mi je bilo gotovo samemu zelo težko vse to spraviti iz sebe ... Mahoma je

planila s stola, kakor v nezadržni sli, se vsa gnala proti meni in stegovala, pa se še zmeraj plaha ni upala premakniti ... Takrat se je tudi v meni zganilo srce.« (Dostojevski, 1995: 139)

To, da se je v njem »zganilo srce«, je za človeka iz podtalja le trenutek slabosti, začasni mrk učenosti iz knjig. Že trenutek kasneje je spet »pri sebi«, globoko zajame sapo in ga popolnoma preplavi zavračanje in ljubosumje, ko ugotovi, da sta z Lizo pravzaprav zamenjala vlogi: četudi je ona mnogo bolj ranljivo in krhko bitje kot on sam, se izkaže, da mu je prevzela vlogo prave junakinje: »V zbegane možgane mi je šinilo tudi to, da sta se vlogi zdaj dokončno zamenjali, da je junakinja zdaj ona, jaz pa ravno tako ponižano in poteptano bitje, kakršno je bila ona spričo mene tisto noč – pred štirimi dnevi ...« (Dostojevski, 1995: 140) Svetli Lizin žarek nesebičnosti in razumevanja, ki posije v podtalje in v življenje človeka iz podtalja ostane hladen in neizkoriščen, saj jo on – po kratkem odprtju srca – nepreklicno odžene od sebe. Liza je človek, za katerega je težko verjeti, da ga ne bi vzljubili in cenili njene ljubezni, vendar človek iz podtalja stori ravno to – njegova izpoved ni nič drugega kot maščevanje, njeno načrtno poniževanje. Človek iz podtalja ugotovi, da ni zmožen ljubiti nikogar, saj mu ljubiti pomeni »uganjati trinoštvo in imeti moralno premoč«. Vse življenje si ni mogel misliti drugačne ljubezni in prišel je tako daleč, da se mu je zdelo, da ljubezen ne more biti nič drugega kot »pravica, ki ti jo ljubljeni človek prostovoljno daruje, da zagospoduješ nad njim«. Ljubezen je boj – izid tega boja je moralno podjarmljenje drugega.

Zaveda se, da je posilil žensko, ki mu je zaupala, in ni prišla v njegov smrdljivi brlog, da bi slišala ganljive in patetične besede, temveč zato, ker ga je ljubila in da bi ljubila. Ko odhaja, ji stisne v roko bankovec za pet rubljev, se obrne stran in steče v drugi konec sobe, da je ne bi več videl. Vse to stori iz hudobije – to surovost sicer naredi namenoma, pa vendarle ne iz srca, temveč po svoji neumni glavi (torej zanj še vedno obstaja žarek upanja in rešitve!): »Ta surovost je bila tako zelo zunanja, tako navidezna, nalašč izmišljena, *knjižna*, da tudi sam nisem vzdržal niti trenutka – najprej sem planil v kot, da bi je ne videl, potlej pa sem se osramočen in obupan pognal za Lizo« (Dostojevski, 1995: 143). Ko se vrne v sobo, zagleda pred seboj, na mizi zmečkan bankovec za pet rubljev, ravno tistega, ki ji ga je pred tem stisnil v roko. Ugotovitev, da

gre za isti bankovec, ga tako pretrese in vrže s tira, da se hitro obleče in se sunkovito požene za njo. Ko ji sledi, si zastavi vprašanje, zakaj pravzaprav teče za njo:

»Zakaj? Da bi zdrknil pred njo na kolena, zaihtel od skesanosti, ji poljubljal noge, jo prosil odpuščanja! Prav to sem hotel: prsi so se mi kar trgale na koščke in nikoli nikoli več ne bom mogel ravnodušno pomisliti na te trenutke. Pa vendar – zakaj? sem pomislil. Kaj je ne bom zasovražil, mogoče že jutri, ravno zato, ker sem ji danes poljubljal noge? Ji bom prinesel srečo?« (Dostojevski, 1995: 144)

Iz teh besed se da razbrati odmev umetne romantike, romantike iz knjig.

Ob vrnitvi v sobo takoj pohiti z izmišljanjem teoretskega upravičenja za svoja nesprejemljiva in grozljiva dejanja. Da bi potlačil oziroma ublažil skelečo bolečino v svojem srcu, si izmisli in razvije teorijo o očiščujoči moči žalitve, ki naj bi Lizo dvignila, pa naj bo blato, ki se bo vsulo nanjo, še tako gnusno:

»Žalitev – pa saj je vendar očiščenje; najjedkejša in boleča zavest! Takoj jutri bi ji sam s seboj oblatil dušo in ji ubil srce. Žalitev pa ne bo nikoli več zamrla v nji, pa naj bo blato, ki jo čaka, še tako gnusno – žalitev jo bo povzdignila in očistila ... s sovraštvom ... hm ... mogoče tudi z odpuščanjem ... Sicer pa, ali ji bo zaradi vsega tega kaj odleglo?« (Dostojevski, 1995: 144)

Človek iz podtalja ne izkoristi možnosti za moralno prerojenje. Čuti skelečo bolečino srca, svoje srce za trenutek tudi odpre, vendar naslednji trenutek usmeri vse svoje sile, da se tem občutkom posmehuje, vanje dvomi, jih obravnava sarkastično, racionalizira itn. Osrednja moralna hiba človeka iz podtalja je, da ne posluša svojega srca in ne sledi klicu oziroma izkustvu »živega življenja«. Na intelektualni ravni deluje kot naoljen stroj, se popolnoma zaveda, kaj se dogaja okrog njega, vendar odpove na ravni človeškega bitja – ne more se uspešno spopasti in odpraviti svoji moralnih hib. Otrpne pred močjo živega življenja, ki se mu zdi strašljivo:

»Ne, pri moji veri, ni zanimivo na primer pripovedovati dolge povesti o tem, kako sem pognal življenje z nravnim propadanjem v kotu, brez stika z ljudmi, nevajen vsega življenja ... Tako zelo smo se odvadili, da čutimo nasproti pravemu 'živemu življenju' včasih nekakšen gnus, zato ne prenesemo, da nam

ga kdo omeni. Saj smo že tako daleč zabredli, da pravega 'živega življenja' skoraj nimamo več za delo, temveč skoraj za službo, in vsi se strinjamo sami pri sebi, da je bolje živeti po knjigi ... Le malo poglejte! Saj še tega ne vemo, kje sploh živi zdaj tisto živo in kaj je in kako se mu reče? Pustite nas same, brez knjig, pa se pri priči zmedemo, se izgubimo – ne bomo več vedeli, kam naj se premaknemo, po čem naj se ravnamo ... Še s tem imamo težave, ko hočemo biti ljudje – ljudje s pravim, *svojim* telesom in krvjo; sramujemo se tega, imamo za nečastno in smo rajši nekakšni izmišljeni vseljudje. Mi smo mrtvo rojeni, pa tudi na svet že zdavnaj ne prihajamo več od živih očetov in to nam je čedalje bolj všeč. To nas veseli. Kmalu si izmislimo rojevati se kakor iz ideje.« (Dostojevski, 1995: 145–146)

Človek iz podtalja sam sebe onemogoči, ker zaradi cenzure (znano je, da je bilo delo ravno tam, kjer naj bi govorilo o tem) ostane brez »ideala Kristusa«, vstop v raj mu je nedosegljiv in se tako »ustavi pred pragom raja«, saj ne izkoristi potenciala kesanja in odrešenja, kot pravi J. M. Lotman, četudi se mu ne odpove povsem. Podtalni človek je napol razvit junak, je gosenica, iz katere se kasneje nikoli ne razvije čudovit metulj, je neudejanjeni Raskolnikov. Samoočiščenje in kesanje, ki umanjkata in bi ga privedla do polnega razvoja njegove osebnosti, ostaneta v megleni prihodnosti, četudi se podtalni človek tu in tam zave njune katarzične moči.

Osrednja tema Kantove *Religije v mejah čistega uma* ni več racionalnost kot temelj etike, temveč lastnosti svobodne volje. Umnost oziroma racionalnost ni nič več – namreč kot tvorna sestavina – zadostna za človeško bitje kot moralnega agenta:

»Ker iz tega, da ima neko bitje um, ne sledi nujno, da ta vsebuje zmožnost, da bi brezpogojno določal svobodno voljo že zgolj z golo predstavitvijo kvalifikacije njenih maksim, za občo zakonodajo, in da bi tako bil praktično za sebe: vsaj kolikor imamo v to pogleda. Tudi najbolj razumno svetovno bitje bi le lahko potrebovalo določena gonila, ki bi mu izvirala iz objektov nagnjenja, da bi določalo svojo svobodno voljo [...] ne da bi vsaj zaslutilo možnost nečesa takega, kot je moralno nasploh zaukazujoča postava, ki se najavlja kot samo, in to kot najvišje gonilo.« (Kant, 1991: 81)

Tisto, kar Kant imenuje dispozicija za človekovo osebnost, je utemeljeno v uglasitvi svobodne volje z žlahtnimi gonili moralnega zakona, zato se moralna osebnost lahko udejanji zgolj s svobodno voljo. Hkrati je radikalna prostost te svobodne volje tudi izvir tega, da ima svobodna

volja zmožnost odstopanja od moralnega zakona, kar seveda tvori človekovo nagnjenost do zla. Od tod dvojna vloga svobodne volje: je izhodišče za izvir tako dobrega kot zla v človekovi naravi, saj se svobodna volja hkrati kaže kot tvorka moralne osebnosti in kot nosilka moralnega zla in pokvarjenosti. Kant je tudi prepričan, da ne obstaja noben doumljiv temelj, iz katerega bi lahko spočetka izviralo zlo v nas. To je najgloblja globina človekove narave, ki jo Kant v različnih kontekstih imenuje »srce«.

Kantovo delo *Religija v mejah čistega uma* je zbudilo veliko zanimanje pri Kantovih interpretih; ti so se razdelili v dva razreda. Tradicionalisti različnih barv in nians so si edini v trditvi, da Kantova filozofska dela odločno govorijo proti tistim, ki bi hoteli najti oporo za religijo in teologijo v našem umu. Nasprotno, teološko pritrdilne interpretacije menijo, da Kantova filozofija nudi razumno podlago za govorjenje o Bogu in religiozni veri. Kakorkoli že, ko Kant v *Religiji* poudarja človekovo odgovornost, nenehno ponavlja maksimo stoikov, da moralno vrednost osebe v celoti določa oseba sama. Ta maksima ponavlja, da je človeštvo tako odgovorno za kot zmožno izpolniti svoje moralne obveznosti. Zdi se, da uvedba radikalnega zla nasprotuje temeljnim podmenam, ki so v osnovi maksime stoikov. Kantova praktična filozofija torej vsebuje implicitno pelagijanstvo, ki je nezdružljivo z moralno pokvarjenostjo, kakršno izkazuje nauk o radikalnem zlu. Če je res, da je naša narava pokvarjena in mora Bog spremeniti naš moralni položaj na bolje in če je res tudi to, da potrebujemo odpuščanje za naše neizogibne moralne spodrsljaje, potem iz tega sledi, da brez božje pomoči nismo zmožni izpolniti obveznosti, ki jih narekuje praktični um. Kant torej mora odgovoriti na vprašanje, kako smo lahko sami izvor svoje lastne moralne vrednosti, hkrati pa potrebujemo božjo pomoč in odpuščanje, da bi lahko prišli do take vrednosti. Pogosto poudarja, da je moralna vrednost v celoti odvisna od svobodnega dejanja, na katerega ne sme vplivati nobeno zunanje določilo. Spreobrnjenec ne dobi in tudi ne more dobiti svoje moralne vrednosti iz svojega moralnega napredka, saj iz tega izhajajoče dobro ni produkt njegove lastne svobode, temveč produkt nekega agenta, ki mu pomaga. Kant že v prvem razdelku *Religije* ugotovi, da človeštvo nima na voljo nobenih naravnih virov za preseganje radikalnega zla:

»To zlo je *radikalno*, ker kvari temelj vseh drugih maksim, obenem pa ga, kot nagnjenje, s človeškimi močmi ni mogoče *uničiti*, ker bi se lahko to zgodi-

lo samo z dobrimi maksimami, to pa se ne more zgoditi, če predpostavljamo najvišji subjektivni temelj vseh maksim kot zel; vendar pa mora biti možno, da bi ga *odtehtali*, ko naletimo nanj v človeku kot svobodno delujočem bitju.« (Kant, 1991: 90)

Samohotnost svobodne volje je pri posameznikih uporabljena na različne načine kljub pokvarjenosti naše najvišje maksime. V kolikor pa najvišja maksima tvori izbrano naravo vrste, vsa moralna dejanja posameznika – celo tista, za katera se zgodi, da se ujemajo z narekom moralnega zakona – kažejo pokvarjen značaj naše vrste. Moralna svoboda je potemtakem v nevarnosti. Možnost prave moralne svobode lahko vzpostavi zgolj sestop praslike [*Urbild*] oziroma vzora, to je, če nam je na voljo za prisvojitev drugo nagnjenje, potem je možno, da pokažemo novo naravo, smo udeleženi pri tvorbi neomadeževane maksime in mogoče dosežemo raven vrline, ki bo povzročila, da bomo ugajali Bogu.

V splošni opombi v drugem delu *Religije* Kant uporabi krščansko sliko človečnosti – ki je v okovih Satana, osvobodi pa jo Kristus – kot sliko dveh oporekajočih si nagnjenj:

»Torej moralni iztek tega boja na strani junakov te zgodbe (vse do njihove smrti) pravzaprav ni osvojitev zlega načela, kajti njihovo kraljestvo še traja, in mora nastopiti novo obdobje, v katerem bodo razdejani, temveč zgolj zlom njihove moči, ki ne bo – četudi so mu bili podvrženi toliko časa – nič več veljal proti njihovi volji, v tem ko jim bo ponujeno neko drugo moralno gospostvo (kajti človek mora biti podvržen takemu ali drugačnemu gospostvu) kot azil, v katerem bodo lahko našli zaščito za svojo moralnost, ko hočejo zapustiti staro.« (Kant, 1914: 83)

Poanta tega odlomka je, da je človeško bitje, ki je ujeto v okove dispozicije za zlo, lahko svobodno le tedaj, ko mu je na voljo alternativna dobra dispozicija. In Kant nam pove, da nam je ta dispozicija na voljo le zaradi blagohotnosti praslike. Kantova milost je najprej in predvsem hoten sestop praslike, ki za našo vrsto znova vzpostavi moralno svobodo in možnost pravega moralnega dobra. Tako pojmovana milost torej ni v nasprotju s človekovo svobodo in moralni agent še vedno nosi odgovornost, da pride do milosti. Kantov program stoji na domnevi moralnega upanja in zagotavlja nekakšno načelo proporcionalnosti. Kant ne ve, ali je upanje upravičeno – svet lahko nima smisla, moralni um je lahko nestabilen, Bog mogoče ne obstaja. Toda če je moralno upanje realno

in če svet ima smisel za nas, potem moramo verjeti v moralno odrešitev. Legitimno moralno upanje pa lahko ponudi zgolj naša združitev s prasliko popolne človečnosti.

Sklepno razmišljanje

Na prvi pogled se zdi, da si ne bi mogli zamisliti bolj protislovnih modelov etičnega sveta, kot sta opisana predvsem v zgodnjih Kantovih delih in v Dostojevskega povesti *Zapiski iz podtalja*. V popularni literaturi Kanta povezujejo predvsem s poudarjanjem, da moramo vselej ravnati iz dolžnosti, Dostojevskega pa (še posebej v povesti *Zapiski iz podtalja*) s pojmom muhaste, neomejene in samovoljne svobodne volje. Nič nenavadnega ni, če sta ti dve poziciji označeni kot »deontologija uma« in »deontologija srca«. Pokazali smo, da se je Kant v svojem delu *Religija v mejah čistega uma* zelo približal stališčem podtalnega človeka. To Kantovo delo prežema – kljub radikalnemu zlu, ki je neizogiben spremljevalni pojav človečnosti – pojem moralnega upanja in božje milosti, ki vodita k odrešitvi človeka. Človek je s spremembo srca – to je beseda, ki jo Kant pogosto uporabi – zmožen prevladovati svoja nagnjenja in postati boljši človek. Četudi Kant ne opredeli podrobno, kaj naj bi ta sprememba srca pomenila, pa je jasno, da se v veliki meri odpoveduje racionalnosti moralnega agenta in postavlja v ospredje pojem svobodne volje. To pa je ravno tisto, kar najde svoj najbolj pregnanten in natančen izraz v razmišljanjih podtalnega človeka. Vzporednic med *Religijo* in *Zapiski* je veliko. Omenimo naj vlogo Kristusa, ki v *Zapiskih* zaradi cenzure ni omenjen. Kant opiše lik Kristusa kot arhetip popolne človečnosti. V simbolni teologiji je Jezus Kristus opisan kot prvi, ki se je uprl zlu. Pripoved o Kristusu je metafora, ki ponuja moralnemu agentu sliko popolne človečnosti, moralnim spreobrnjencem pa ponuja spodbudo za dejanja in tako preskrbi milost za moralno poboljšanje. Odrešitve seveda ne prinese lik zgodovinskega Kristusa; odrešitev je samoodrešitev, ki je bila ustvarjena pri naši odslikavi simbola, ki je Kristus. Ali nas takšno razmišljanje nič ne spominja na kakega junaka iz del poznega Dostojevskega? Ali ni ravno sprememba srca, sprememba miselnega okvira tista, ki, recimo, Raskolnikova privede do samoodrešitve in samoočiščenja?

Kant iz *Religije* in Dostojevski iz *Zapiskov* se pravzaprav odpravljata na skupno pot prevladovanja radikalnega zla v človeku.

Literatura

1. Čerkasova, E. (2009). *Dostoevsky and Kant*. Amsterdam, New York: Rodopi.
2. Dostojevski, F. M. (1979). *Bratje Karamazovi*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
3. Dostojevski, F. M. (1979). *Zločin in kazen*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
4. Dostojevski, F. M. (1995). *Zapiski iz podtalja*. Ljubljana: Karantanija.
5. Firestone, C. L. in Jacobs, N. (ur.) (2008). *In defense of Kant's Religion*. Bloomington in Indianapolis: Indiana University Press.
6. Golosovker, J. (1963). *Dostoevskij i Kant.* Moscow: Akademija Nauk SSSR.
7. Kant, I. (1914). *Die Religion innerhalb der Grenzen der blossen Vernunft, Die Metaphysik der Sitten*. Akademie Ausgabe, 6. zv. Berlin: Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften.
8. Kant, I. (1991). »Religija v mejah čistega uma«. *Problemi Razprave*, št. 1. str. 75–96.
9. Kant, I. (2003). *Kritika praktičnega uma*. Ljubljana: Analecta.
10. Kant, I. (2005). *Utemeljitev metafizike nravi*. Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU.
11. Karamzin, N. (1838). *Izbrannia mesta iz pisem ruskogo putešestvennika* (*Letters of a Russian Traveler*). Moskva: V universitetskoj tipografii.
12. Shein, L. J. (1979). »Kantian Elements in Dostoevsky's Ethics«. V Mlikotin, A. M. (ur.), *Western Philosophical Systems in Russian Literature*. Los Angeles: University of Southern California Press, str. 59–69.

MISTIKA: MED MOLKOM IN GOVORICO

Sebastjan Vörös

Če je Jakob [Böhme][1] videl neizrekljivo,
ga Jakob ne bi smel poskušati izreči.
Samuel Johnson

Uvod: O zgovornem molku

Glavna tema pričujočega prispevka bo odnos med mistiko in govorico. Natančneje, zanimalo nas bo, *ali* in *v kolikšni meri* lahko mistik,[2] katerega spoznanja naj bi bila v svoji srži neizrekljiva, poda svoje ugotovitve z jezikovnimi sredstvi. Kot lahko razberemo že iz kanček hudomušne uvodne dvovrstičnice, se mistike dozdevno drži nekakšen temeljni paradoks: kako lahko mistični uvid, ki naj bi po svoji definiciji prečil razumske strukture, pretopimo v jezik, ki velja za eno prominentnejših razumskih struktur? Dejstvo je, da so namreč tako rekoč vsi véliki mistiki iz preteklosti kljub zatrjevanju, da je to, kar so dognali na svoji duhovni poti, po svojem bistvu neubesedljivo, o svojih ugotovitvah zelo radi govorili, oziroma kot pove znamenita misel, pripisana Bertrandu Russellu: »Čeprav mistika išče tišino, je sama dokaj zgovorna.«

Taisti Russell je menil, da je »metafizika« ali »poskus, da bi po miselni poti dojeli svet kot celoto« nastala iz »združitve in spora dveh zelo različnih človeških vzgibov, od katerih nas eden spodbuja k mistiki, drugi pa k znanosti«. In čeprav so, nadaljuje, nekateri posamezniki dosegli veličino, s tem da so sledili samo eni od obeh poti, pa so »največji med filozofi čutili potrebo tako po znanosti kot po mistiki« in so svoja življenja posvetili »usklajevanju ene z drugo« (Russell, 1949: 1). Tako se tudi sam kot filozof – čeprav bo moj cilj znatno skromnejši, kot je poskus dojetja sveta kot celote – v svojem prispevku ne bom zadovoljil z doslednim mi-

[1] Jakob Böhme (1575–1624), nem. mistik.
[2] Več o tem, kdo je mistik in kaj je mistika, bomo povedali v naslednjem razdelku.

stičnim molkom ali s strogo znanstvenim zanikanjem problema, temveč bom skušal izmeriti domet jezika in pokazati, na kakšen način (če sploh) lahko z jezikovnimi sredstvi vendarle govorimo o »tistem onstran«. Z drugimi besedami, čeprav filozofija kot racionalni diskurz zaradi svoje narave ne more prestopiti skrivnostne meje med neizrekljivim in izrekljivim, pa lahko poskusi očrtati meje slednjega s »te strani« in pokaže, kako (če sploh) se lahko »tisto presežno« pokaže v govorici.

Zanima nas torej to, kar je Uršič poimenoval »možnost Jakobove lestvice«:[3] »Ali je Jakobova lestvica kot most med tostranstvom in onostranstvom za človeka sploh možna? Ali sploh obstaja kak diskurz (ne nujno filozofsko ali teološko teoretičen), kakšna zmožnost človekove duše in duha, ki vodi čezse tja onstran?« (Uršič, 1994: 120). Je mistik, potem ko uzre Resnico »iz obličja v obličje«, če parafraziramo znameniti stavek sv. Pavla iz *Prvega pisma Korinčanom*, zavezan popolnemu molku, ali pa lahko – in kako – predoči vsaj drobec te Resnice tudi nam, »ki gledamo v ogledalu, megleno« (1 *Kor*, 13, 12)? Ključno vprašanje je, kako lahko jezik, ki je strukturiran tako, da svojim uporabnikom pomaga preživeti v vsakdanjem svetu izkustvenih predmetov, govori o mističnem izkustvu, katerega vsebina je »tisto Drugo«, tj. o uvidu, ki dozdevno preči vse razumsko-jezikovne kategorije.

Naša razprava se deli na štiri dele. Najprej si bomo na kratko ogledali, kaj sploh razumemo pod izrazom mistika – za kakšen pojav gre in kaj je tako posebnega pri t. i. »mističnem izkustvu« oz. »uvidu«. Nato si bomo na primeru znamenitega koana o Budi in cvetu nekoliko podrobneje ogledali problem neizrekljivosti mističnega uvida in na kratko

---

[3] Gre za navezavo na znano zgodbo iz Prve Mojzesove knjige: *Jakob je odšel iz Bersabe in potoval v Haran. Dospel je na neki kraj in tam prenočil, ker je sonce bilo zašlo. Vzel je enega izmed kamnov tega kraja, si ga dejal za podglavje, legel in zaspal na tistem kraju. Tedaj se mu je sanjalo: Glej, lestvica je bila postavljena na zemljo in njen vrh je segal do neba in angeli božji so hodili po njej gor in dol. In glej, Gospod je stal na njej in rekel: »Jaz sem Gospod, Bog tvojega očeta Abrahama in Bog Izakov; deželo, v kateri spiš, dam tebi in tvojemu zarodu. Tvoj zarod bo kakor prah zemlje; razširil se boš proti zahodu in vzhodu, severu in jugu; in blagoslovljeni bodo v tebi in v tvojem zarodu vsi rodovi na zemlji. In glej, jaz bom s teboj in te bom varoval, kamor koli pojdeš, in te pripeljem nazaj v to deželo; kajti ne bom te zapustil, dokler ne storim, kar sem ti obljubil.« In Jakob se je zbudil iz spanja in rekel: »Resnično, Gospod je na tem kraju in jaz nisem vedel.« Poln strahu je dejal: »Kako častitljiv je ta kraj! To ni nič drugega kot hiša božja in to so vrata nebeška!« Jakob pa je zjutraj zgodaj vstal ter vzel kamen, ki si ga je bil dejal za podglavje, ga postavil za spomenik in izlil nanj olja. Imenoval je ta kraj Betel, prej pa se je mesto imenovalo Luza.* (1 *Mz* 28, 10–19)

spregovorili o naravi čistega (nepojmovnega) izkustva. V tretjem razdelku se bomo ob znameniti Wittgensteinovi misli, da so meje mojega jezika meje mojega sveta, neposredno lotili problematike dometa razumskih in jezikovnih struktur, pri čemer bomo videli, da gre kljub njuni tesni povezanosti pri obeh vidikih (razumskem in jezikovnem) za dve različni kategoriji, kar odpira zanimiva izhodišča za nadaljnji razmislek o možnosti izrekanja neizrekljivega. V luči teh ugotovitev si bomo nato v zadnjem razdelku ogledali še različne možnosti izražanja v mistiki, tj. na kakšen način lahko mistiki vendarle izrazijo svoja izkustva v jeziku in ali obstajajo tudi drugačne (neverbalne) oblike posredovanja mističnih uvidov. In ker je pot, ki se vije pred nami, dolga, prostor-čas, ki nam je zanjo odmerjen, pa kratek, predlagam, da si – če nočemo na koncu res pristati v domeni neizrečenega – zavihamo rokave in si najprej ogledamo, kaj mistika sploh je.

1. Razpiranje zaprtega: kaj mistika je in kaj ni

a) *Via negativa*: kaj mistika ni

Izrazov 'mistika', 'mističen' in 'mistik' se v vsakdanji rabi drži kopica zelo različnih pomenov. Kot je ugotovil že James v svoji klasični študiji o misticizmu, uporabljamo tovrstne izraze velikokrat kot »goli očitek«, ki ga namenimo »vsakemu prepričanju, ki se nam zdi nejasno, obsežno in sentimentalno ter brez osnove bodisi v dejstvih ali logiki« (James, 2009: 218). Poleg »zmedenega, nerazumnega mišljenja« pa »mistiko« običajno povezujemo tudi s številnimi patološkimi, nadnaravnimi in parapsihološkimi pojavi:

> Po splošnem prepričanju se [izraz 'mistika'] nanaša na spiritualizem in jasnovidnost, na hipnotizem ter celo okultizem in magijo, na obskurna psihološka stanja in dogajanja, med katerimi so nekatera posledica nevrastenije in drugih patoloških procesov. Nekateri ga povezujejo z videnji in razodetji, spet drugi ga uporabljajo kot sinonim za zunajsvetno, ali za opis nejasnih svetovnih nazorov oziroma religiozne drže, ki se ne zmeni za dogmo ali versko obredje. (Happold, 1990: 36)

Pri tem pa velja takoj poudariti, da noben od navedenih pomenov ne ustreza temu, kako se izraz uporablja v večini primarne in sekundar-

ne literature o mistiki[4] in kakor ga bomo uporabljali tudi mi v pričujočem prispevku. Preden torej povemo, kaj mistika je, je pomembno, da smo si čim bolj na jasnem, kaj mistika (v »tehničnem« pomenu) *ni*: vanjo nikakor ne sodijo »mitologija, čudeži, shizofrenija, halucinacije, transi [… in] domnevne psihične moči, kot so lebdenje, videnja, parapsihologija« (Jones, 1993: 1). Čeprav je res, da so nekateri od omenjenih pojavov z mistiko na takšen ali drugačen način *povezani*, pa zanjo *niso bistveni*: »Zamaknjenost, vizije, *raptus* niso cilj mistike. Vse to je le prehod.« (Jäger, 2009: 73) Poleg tega mistika ni *ne*-razumna (*ne*logična ipd.), temveč *onstran*-razumna (*trans*logična ipd.): čeprav presega razum, ga ne zanika in ne ukinja, temveč ga dopolnjuje: »Mistika ne protestira proti intelektu ali razumu. Nasprotno. Mnogi mistiki so bili svojemu času ustrezno izobraženi ljudje. Mistika le opozarja na to, da *z razumom ne moremo dojeti vse stvarnosti*« (*ibid.*: 150, moj poudarek).

b) *Via positiva*: kaj mistika je

Če mistika ni oblika iracionalnega mišljenja, patološko stanje duha, parapsihološki in/ali okultni pojav, pa se seveda poraja vprašanje, kaj potem pravzaprav je. Sama beseda je grškega izvora, in sicer gre za izpeljanko iz glagola *myo*, ki pomeni »zapreti« (zlasti v pomenu »zapreti usta«) in se je sprva uporabljala v navezavi na grške misterije – kulte, znotraj katerih so prakticirali skrivne rituale (udeležencem je bilo prepovedano govoriti o njih). Pomen besede pa čez čas ni bil več zamejen samo na ritualno-ceremonialne kontekste, temveč se je razširil tudi na spoznavno raven: »mistik« je postal »nekdo, ki je bil poučen v ezoteričnem znanju

---

[4] Pravim »večinoma«, ker je zlasti v primarni literaturi ta ločnica včasih nekoliko zabrisana. Če si za ponazoritev ogledamo samo krščansko tradicijo (čeprav povedano ne velja samo zanjo): nekateri mistiki in mistikinje v istem delu hkrati poročajo o mističnih izkustvih v pravem pomenu besede *(unio mystica*, izkustvo enosti z Bogom) kot tudi o videnjih Jezusa, svetnikov ali Device Marije, o transih, ki spremljajo ta videnja, ipd. Vendar pa v vseh mističnih tradicijah zasledimo opozorila, da so to le *stranski* ali *spremljevalni* pojavi, ki s samo mistično potjo nimajo veliko opraviti. Z Jägrovimi besedami: »[V]elike mistične tradicije visokih religij […] vedno znova svarijo pred tem, da bi pripisovali veliko težo spremljajočim duhovnim pojavom, kot so telekineza, prekognicija, vizije, ekstaze, levitacije, domnevna reinkarnacijska doživetja in podobno. Seveda so lahko takšne izkušnje za posameznika in morda tudi za skupino pomembne, toda *niso cilj*« (Jäger, 2009: 83–84).

o božanskih rečeh« in ki mora o »tem svetem znanju molčati« (Bouyer, 1980: 42; Smith, 1980: 19). Mistika je bila torej že od samega začetka povezana z molkom, vendar je bil ta molk v prvi fazi povezan s *prepovedjo* in ne z *nezmožnostjo* govorjenja: mistik kot soudeleženec v skrivnih ritualih in poznavalec skrivne *gnosis* je moral »zapreti svoja usta« in molčati pred zunanjim svetom.

Čeprav se je termin razvijal v starogrškem in krščanskem kontekstu, pa je sčasoma krepko prerasel svoje prvotne meje in se dandanes uporablja za oznako specifičnega pojava znotraj *vseh* religij.[5] Smithova pove, da »mistična doktrina« predstavlja »duhovno naravnanost, ki je univerzalna«, tj., ni zamejena na posamično religijo, in da je mistika »najbolj vitalna prvina vseh pravih religij« (Smith, 1980: 20). To skupno »vitalno prvino« imenuje Jäger »transkonfesionalna duhovnost«, tj. duhovnost, ki presega posamezne veroizpovedi: »Transkonfesionalna duhovnost ni religija, marveč *religioznost onstran religij*. In ta religioznost je osnovna poteza naše človeške narave. Je najgloblja težnja v nas, da se odpremo enemu in vsemu« (Jäger, 2009: 93, moj poudarek).[6]

V različnih verskih tradicijah najdemo torej neko skupno duhovno (mistično) jedro, ki je kljub različnim (dogmatičnim) ubeseditvam po svoji temeljni strukturi povsod enako, poleg tega pa ni zamejeno samo

---

[5] Veljalo bi poudariti, da takšna izjava ni teoretično nevtralna. Na področju proučevanja mističnih izkustev namreč zasledimo dve struji: *perenializem* (starejša in v poslednjem času spet prevladujoča struja), ki trdi, da so mistična izkustva v vseh verskih tradicijah – kljub različnim dogmatskim ubeseditvam – fenomenološko enaka, in *konstruktivizem* (mlajša struja, posebej odmevna zlasti v 70. in 80. letih), ki trdi, da obstaja več različnih in medsebojno neodvisnih oblik mističnega izkustva. Nadrobna analiza prednosti in pomanjkljivosti obeh šol bi zahtevala (in upam, da bo v kratkem tudi dobila) posebno razpravo, zato bodi dovolj, če na tem mestu povemo, da se avtor pričujočega članka prišteva med perenialiste, ker se mu konstruktivistična pozicija zdi argumentativno šibkejša, teoretično pomanjkljiva (splošne šibkosti konstruktivizma) in (občasno) religiozno motivirana (za izvrstno kritiko konstruktivizma gl. Forman, 1990).

[6] Tukaj bi rad opozoril na Jägrovo misel, ki se pogosto pojavlja v mistični literaturi, a se z njo v pričujočem prispevku žal ne bomo ukvarjali, čeprav si nedvomno zasluži nadrobnejšo obravnavo, namreč to, da je »religioznost«, tj. človekova odprtost za »presežno«, za »onstran«, temeljno določilo človekove narave. Smithova denimo pravi, da gre za »vrojeno nagnjenje človeške duše, ki si želi preseči razum ter doseči neposredno izkustvo Boga in ki verjame, da se človeška duša lahko zedini z Zadnjo resničnostjo, v kateri 'Bog ni več predmet, ampak postane izkustvo'« (Smith, 1980: 20). Zanimivo je, da je podobno prepričanje precej razprostranjeno tudi v psiholoških krogih. Najdemo ga denimo pri Franklu, ki človeka opredeli kot »bitje samopreseganja« oz. »bitje smisla«, pri Jungu in pri transpersonalnih psihologih.

na religiozne kontekste, temveč se pojavlja tudi izven njih (npr. »naravna mistika«). To skupno mistično jedro, ta »religioznost onstran religij«, pa temelji na posameznikovi zmožnosti, pripravljenosti in želji, da gre »vase in preko sebe« in se odpre tistemu »onstran« (saj presega pojavni svet), ki pa je obenem vselej že »tostran« (saj se nahaja v nas): »enemu in vsemu«, »transcendenci v imanenci«. Mistika je tako v svoji osnovi zelo osebna stvar: *posameznik* je tisti, ki se odpravi na »duhovno pot«, na kateri s pomočjo različnih metod in praks zapusti »vsakdanjo zavest jaza« ter prestopi na »višjo raven zavesti«, ki jo lahko – za razliko od »personalne zavestne ravni jaza« in analogno z distinkcijo konfesionalna-transkonfesionalna raven – označimo kot »*trans*personalno zavest« (Jäger, 2009: 58). Ta prestop meja lastnega jaza in vstop v transpersonalno zavestno sfero spremlja *zlom epistemološkega dualizma*, tj. izničenje razlike med spoznavajočim subjektom (»mano«) in spoznanim objektom (»svetom«, »zunanjostjo«).[7] V tem stanju »ni tančice, ki bi ločevala jaz od ne-jaza. Objekt ni več objekt, ne stoji mi več nasproti, marveč je pri meni [oziroma sem jaz pri njem oziroma ni ne mene ne objekta, op. avt.]. Cvetlica, ki jo gledam, ni več objekt mojega mišljenja, temveč je v pomenu: Cvetlica je cvetlica je cvetlica« (Bohak v Jäger, 2009: 18).

Mistična pot je torej proces, pri katerem se »odmikamo od običajne kognitivne situacije, v kateri 'subjekt' spoznava duševni ali fizični 'objekt', ki je na tak ali drugačen način ločen od subjekta«[8] (Jones, 1993: 101): »Največji dosežek mistike je ravno v premagovanju običajnih ločnic med posameznikom in Absolutom. V mističnih stanjih postanemo eno z Absolutom in se hkrati zavedamo te enosti« (James, 2009: 243).[9]

---

[7] Ravno zaradi tega zloma lahko govorimo o transcendenci v imanenci, »onostranstvu, ki prežema tostranstvo« itd.

[8] Strogo gledano bi bilo pri mističnem uvidu primerneje govoriti o »uresničitvi stvarnosti«, saj v mističnem izkustvu »[n]e spoznavam sebe in sveta, marveč se svet spoznava v meni«. Z drugimi besedami, »razumeti se ne pomeni, da si subjektivni posameznik prisvoji objektivno resničnost«, temveč da »transpersonalna resničnost, transpersonalna zavest pride k tebi« oziroma – še natančneje – *(sama) k sebi* (Jäger, 2009: 159). V teološkem izrazju bi lahko rekli, da v mističnem izkustvu *Bog spozna samega sebe* (*pride k sebi*): večno lačni uroboros takrat končno ujame lasten rep in postal zenovski *ensō*, preprosta krožnica, ki ponazarja razsvetljenje.

[9] V pričujočem prispevku bomo uporabljali različne izraze za to »presežno«: »mistično«, »onstran«, »Resnično«, »Poslednja Resničnost« itd. Vse to so besede, ki označujejo – oz. kot bomo videli – kažejo na tisti »onstran-ki-je-že-tu«. Na to se nanaša Jäger, ko razpravlja o prikladnosti izraza Bog: »Tej besedi [Bog] bi se komajda odpovedali. Vendar moramo vedno jasno povedati,

Ta prestop na »razširjeno zavestno raven«, v katerem padejo meje med »znotraj« in »zunaj« ter »postanemo eno z Absolutom«,[10] pa ni stvar razmisleka ali vere, temveč *izkustva*: mistika ni verski ali filozofski sistem oziroma nauk, temveč prej posebna »duhovna naravnanost« (Smith, 1980: 78). Do novega »pogleda« na resničnost ne pridemo po razumski, temveč po *izkustveni* poti. Spoznanje v znanstveno-filozofskem kontekstu ni istovetno spoznanju v mističnem kontekstu: prvo je povezano z razumom, drugo pa s celo bitjo. Mistik ne *razume*, temveč *doživi*. Naš razum je strukturiran dualistično in z njim spoznavamo tako, da razlikujemo, razmejujemo, de-finiramo, medtem ko je mistični uvid veliko bolj celovit in se v njem struktura jaza (in posledično razuma) »umakne tako daleč, da izkusiš samo enost« (Bohak v Jäger, 2009: 23).

Čeprav lahko mistična izkustva v redkih primerih nastopijo spontano, pa se najpogosteje pojavijo v okviru specifične *prakse*, ki zajema različne kontemplativno-meditativne metode in tehnike. Te metode lahko kljub njihovi raznolikosti v grobem razvrstimo v dve kategoriji, in sicer v *pot poenotenja*, v kateri zavest usmerjamo v neko določeno točko, in v *pot izpraznjenja*, v kateri skušamo zavest izprazniti vsake vsebine:

> [O]bstaja samo ena prva resničnost, le ena gora, na katero vodijo mnoge poti. Kdor se vzpenja nanjo, izkusi, kaj združuje vse religije. Spozna, da vse duhovne poti religij vodijo na isti vrh. In ugotovi, da imajo neodvisno od skupnega cilja tudi skupne osnovne strukture. Tako priporočajo skoraj vse duhovne poti za začetek *zbranost na neki fokus*, na katerega osredotočimo nemirno in begajočo zavest. Običajno je ta fokus dihanje – ali zvok, beseda, litanije. […] To je prva osnovna struktura, ki jo najdemo pri skoraj vseh duhovnih poteh – ne glede na to, iz katere religije prihajajo. […] Druga osnovna struktura je *praznjenje zavesti*: skušaš ne sprejeti ničesar, kar se pojavi v praznem zavestnem

---

kako jo razumemo. Kajti v vsakdanjem pojmovanju je povezana s tradicionalno teistično predstavo onstranske personalne moči. Zato raje govorim o 'Prvi resničnosti', če govorim o tem, kar je zares mišljeno z besedo 'Bog'. Zen govori o 'Praznoti', hinduizem o 'Brahmanu', Mojster Eckhart o 'Božanstvu', Johannes Tauler o 'Zadnjem temelju'. Kakor koli ga že pojmujemo, s tem vedno mislimo nanj, o katerem pravzaprav ne moremo reči nič več – Bog je pojem brez določljive vsebine.« (Jäger, 2009: 121).

[10] Oziroma – kar pravzaprav pove isto, vendar z različnim poudarkom – v katerem ni več niti mene niti Absoluta. To nas spomni na Kuzanskijevo sovpadanje nasprotij (*coincidentia oppositorum*), v katerem je Eno Nič in Nič Eno.

prostoru. Pustiš, da gre vse mimo – kot ogledalo, ki vse zrcali, a se z ničemer ne poistoveti. (Jäger, 2009: 165–166)[11]

Čeprav ima mistika svoj spekulativni sistem, pa je v svoji srži predvsem *praktična* in vsebuje »napotke za vsakdanje življenje« (Smith, 1980: 22): »Za mistike osnova njihove metode ne leži v logiki, temveč *v življenju*« (Underhill, 2002: 24, moj poudarek). Ravno zaradi tega je veliko bolj kot z razumom povezana s čustvi in telesom:

Telo je celostni zavestni ravni *bližje kot intelekt*. Ta omejuje, deli stvarnost na delne vidike, s katerimi se potem ukvarja. Nasprotno pa se *telo lahko odpre celoti*. Zato ga v vseh religijah uporabljajo kot sredstvo v transmentalnem zavestnem prostoru. (Jäger, 2009: moj poudarek)

To *celovitost* mističnega uvida je lepo ubesedil Uršič v svoji opredelitvi *gnosis* oz. »celostnega spoznanja«, ki v sebi združuje »*védenje, videnje* in *(ob)čutenje*« (Uršič, 1994: 21).[12] Z besedami Underhillove:

Mistika v svoji čisti obliki je veda o najvišjih resnicah, veda o združitvi z Absolutom, in nič drugega. Mistik pa je nekdo, ki je dosegel to združenje, ne pa nekdo, ki o njem govori. Znak pravega posvečenca ni to, da *razume*, temveč da *Je*. (Underhill, 2002: 72)

---

[11] Takšna bipartitna klasifikacija je v literaturi zelo pogosta. Najdemo jo denimo v budistični tradiciji, kjer ločijo med »potjo, na kateri se meditator trudi, da bi dosegel *nibbāno*« in pri kateri gre za sistematično razvijanje pozornosti (z osredotočenostjo na neki predmet, glas, predstavo itd.), in »potjo, na kateri se [meditator] preprosto zaveda sedanjosti« in pri kateri gre za pozorno in nepristransko motrenje vseh pojavov, ki se porajajo med prakso (postopno praznjenje zavesti). Kljub razlikam pa Pečenko poudarja, da obe poti »vodita do istega cilja« in sta potemtakem samo »dve zunanji obliki notranjega razvoja« (Pečenko, 1991: 136). Sorodno členitev najdemo tudi v sodobnih nevroloških raziskavah meditativno-kontemplativnih tehnik. Na primer, Newberg in d'Aquili razdelita meditativne/kontemplativne tehnike v dve splošni kategoriji. V prvo uvrstita *pasivne* metode (t. i. *via negativa*), katerih glavni namen je izprazniti duha vseh zavestnih misli, v drugo pa *aktivne* metode (t. i. *via positiva*), katerih cilj je popolnoma osredotočiti duha na neki predmet pozornosti – denimo, na mantro, neki simbol ali vrstico iz svetega pisma (gl. Vörös, 2010, str. 78–79).

[12] Čeprav Uršič svoje razmisleke razvija v kontekstu krščanskega gnosticizma, pa eksplicitno poudari, da moramo ločevati med *gnosticizmom* in *gnozo*, pri čemer prvi označuje specifično »filozofsko-religiozno smer (ali smeri) zgodnjega krščanstva, ki so jo ortodoksni cerkveni očetje zavračali kot herezijo«, druga pa se nanaša na »vse tiste duhovne smeri in poti, tako krščanske kot nekrščanske (tj. budistične, islamske, daoistične itd.), tako starodavne kot sodobne […], ki na poti k 'najvišji resnici' ('najvišji' ne nujno v 'metafizičnem' pomenu) združujejo védenje, videnje in (ob)čutenje« (*ibid.*: 21). Jasno je, da je tako opredeljena gnoza – kot namigne tudi Uršič (*ibid.*: 22) – istovetna temu, kar v pričujočem besedilu razumemo kot »mistika«.

Tu pa se že zastavlja vprašanje, kako lahko mistični uvid, ki v svoji praktičnosti in telesnosti (konkretnosti) presega »neživljenjsko« (abstraktno) razumskost, izrazimo z razumsko-jezikovnimi kategorijami. Kako lahko nekaj, kar preči temeljna določila razuma (razcep na subjekt-objekt) in zahteva celovito (prvoosebno) izkušnjo, izrazimo v besedah?

2. Budov cvet

Problem neizrekljivosti mističnega lepo prikaže znameniti zenovski koan o Budi in cvetu, znan tudi kot »Prva zenovska zgodba« (gl. Mortensen, 2009: 6):

> Ko je Buda bival na Gori jastrebov, je nekoč namesto pridige učencem pokazal cvet, ki ga je držal v roki. Vsi so molčali, le Mahakašjapa se je široko nasmehnil.
>
> Tedaj je Buda rekel: »Pokazal sem vam pravo učenje, srce nirvane, resnično podobo brez oblike in nezgrešljivo pot dharme. *Tega ni moč izreči z besedami, le s posebnim znanjem, ki presega učenje*. To znanje sem dal Mahakašjapi. (Cerar, 2010: 25, moji poudarki)

Temeljna poanta te zgodbe – da »pravega učenja«, tj. poslednje Resnice, »ni moč izreči z besedami«, temveč le s »posebnim znanjem, ki presega učenje« – je našla odmev v budistični teoriji o dveh resnicah: konvencionalni, ki »jo lahko izrazimo z besedami in je odvisna od konvencij«, in temeljni, »ki je ne moremo izraziti z besedami oziroma presega verbalne konvencije« (Mortensen, 2009: 4). Konvencionalna resnica je torej »resnica besed« ali »resnica razuma«, s katero lahko sicer »posredujemo« budistični nauk in prakso, ne moremo pa ga *živeti*, zaradi česar je v zadnji instanci nezadostna. Je torej le pregovorni prst, ki kaže na luno – neubesedljivo temeljno resnico, »resnico prakse« oz. »izkustveno modrost, ki je dosti globlja od intelektualnega razumevanja«: »Do take modrosti ne pripelje razmišljanje, ki je zgolj konceptualno, kakor tudi nobeno 'teoretično' znanje, saj gre tu za neposredno, globoko in

intuitivno raven dojemanja, ki je onkraj misli, pojmov, idej« (Pečenko, 1991: 29).[13]

Podobne misli najdemo tudi pri mistikih iz drugih religioznih tradicij. Eckhart denimo o Boštvu pove, da je v njem »vse eno«, o čemer »ne moremo povedati ničesar,« Śaṅkara pa poudarja, da je Brahman »neizrekljiv« in »neizrazljiv« (Jones, 1993: 101). S temeljno neizrekljivostjo Poslednjega se srečamo tudi na samem začetku Lao Zijeve klasike *Dao de jing*:

Če je Dao izrekljiv,
to ni večni Dao,
če ga je moč imenovati,
to ni večno ime.
(Lao Zi, 2009: 7)

Toda – v katerem smislu je mistično »neizrekljivo«? Na kaj merimo, ko pravimo, da je Poslednja resničnost neizrazljiva? Za boljše razumevanje si – podobno kot v prejšnjem razdelku – najprej oglejmo, kaj »neizrekljivo« v teh kontekstih gotovo *ne* pomeni:

Biti »neizrekljiv« ne pomeni samo to, da nečesa ne moremo opisati v zadostni meri. Ta atribut bi lahko namreč pripisali čemurkoli in je zato v odnosu do mistike preveč nejasen, da bi nam lahko bil v pomoč. Neizrekljivost prav tako ne pomeni, da se na mistično ne nanaša nobena beseda: nanj se nanaša vsaj izraz »neizrekljiv«, tudi če o njem ne mislimo nadrobno razpravljati. Ne pomeni pa niti tega, da mističnega niso zmožni izkusiti drugi ljudje. (Jones, 1993: 103)

Če se »neizrekljivo« ne nanaša na nobeno od omenjenih možnosti, pa zagotovo pomeni vsaj to, da »nečesa ne moremo posredovati z besedami«. Toda takšna neizrekljivost v zadnji instanci velja za *vsa* izkustva: »V nekem smislu lahko posredujemo le svoje *razumevanje izkustva*, ne pa *izkustva samega*« (*ibid.*, moj poudarek). Pri tem gre za dobro znani filozofski problem »kvalij« oziroma za razkol med »prvoosebno« in »tretjeosebno vednostjo«. V tem oziru je najbolj zgovoren Jacksonov miselni poskus o znanstvenici Mary. Mary je prvovrstna nevrologinja, ki do potankosti pozna celotno nevrofiziologijo barvnega zaznavanja. Njena posebnost pa je, da je (iz takšnega ali drugačnega razloga) odraščala v črno-belem okolju, tako da kljub temu, da ve čisto vse o nevrofiziolo-

[13] Za nadrobnejšo obravnavo dveh resnic v budizmu, zlasti v budistični logično-epistemološki šoli gl. Vörös, 2011.

škem mehanizmu barvnega zaznavanja, ni bila še nikoli izpostavljena dejanskim barvam. Kaj se zgodi, ko Mary zapusti svojo črno-belo sobo in vstopi v svet barv? Bo Mary izvedela kaj novega o svetu ali pa so podatki, ki jih je o zaznavi pridobila tekom študija v črno-belem okolju, dovolj? Mortensen izpostavi, da lahko o Mary in njeni novi situaciji – če pustimo vnemar vprašanje o resničnosti in neresničnosti fizikalizma, ki je bilo glavni razlog za nastanek tega miselnega poskusa – povemo vsaj dvoje:

Mary se nahaja v stanju, v katerem ni bila nikoli prej.
Mary se tega zaveda.

Da bi lahko to razložili, Mortensen postavi domnevo, da je Mary po vstopu v svet prejela neko *neverbalno* (*izkustveno*) vednost, ki je prej ni imela, in se tega tudi zaveda. Kaj je torej tisto, kar sedaj ve in česar prej ni vedela? Da je *ta* barva (pokažemo njen primerek) rdeča (Mortensen, 2009: 8–9). Podobnega mnenja je tudi Jackson, ki je prepričan, da Mary v tej situaciji zagotovo izve nekaj novega: izve namreč to, kako je, ko *dejansko izkusimo neko barvo*, tj., kakšen je *kvalitativni* značaj te barve, oz. ko spoznamo njeno *takšnost*. Poznavanje vseh objektivnih (tretjeosebnih) dejstev ne more zaobjeti subjektivnega izkustva, ki ga bo doživela, saj ne more opisati *kvalij* (tega »kako-se-občuti«), ki spremljajo zaznavo neke barve (Jackson, 2002: 275). Joseph Levine je za oznako tovrstnih situacij skoval zelo prikladno besedno zvezo *razlagalna vrzel*: izkustvena stanja imajo nek presežek – kvalitativni značaj oz. takšnost (»kako-je-biti« ali »kako-se-občuti«) – ki ga ne moremo razložiti z logičnim besednjakom (Levine, 2002: 354–356).[14]

In tukaj se po mojem mnenju skriva ključ za pravilno razumevanje »neizrekljivosti« pri mističnih izkustvih: ko, denimo, zaznavamo rožo, je kvalitativen moment zaznave – ko jo *zares* doživimo – nekakšen »poblisk« mističnega. Jones gre gotovo predaleč, ko zapiše, da »[m]istično izkustvo ni le eno od čutnih izkustev: ono samo in njegove vsebine so 'nekaj povsem drugega'« (Jones, 1993: 104). Res je, da mistično izkustvo ni le eno od čutnih izkustev, vendar ne zato, ker bi bilo nekaj povsem

[14] Ravno problem »razlagalne vrzeli« – ali kakor jo v primeru mistike poimenuje Horgan – »razlagalnega prepada« je po mojem mnenju glavni načelni razlog, zakaj mističnih izkustev (pa tudi zavestnih izkustev nasploh) ne bomo nikoli mogli zadovoljivo pojasniti s kognitivno-nevrološkimi sredstvi (za natančnejšo obravnavo gl. Vörös, 2010, zlasti zadnji razdelek).

drugačnega od čutnega izkustva, ampak zato, ker je čutno izkustvo pri »običajnem« gledanju vselej »popačeno« z razumskimi, volitivnimi idr. primesmi (zaznava je posredovana skozi prizmo našega jaza). To nas spomni na Hansonovo trditev, da so naša izkustva vselej že »obložena s teorijo«:

> Opazovanje nekega X je vselej že oblikovano z našim predhodnim znanjem o tem X. Drugi vpliv na opazovanja se nahaja v jeziku ali notaciji, s katero izražamo, kar vemo, in brez katere bi bilo bore malo stvari, ki bi jih lahko prepoznali kot znanje. (Hanson, 1963: 19)

Pri običajnem izkustvu je še vedno prisotno razlikovanje med mano in predmetom, ki ga zaznavam – izkušnja ni čista, saj moje »gledišče« (jaz) vselej na tak ali drugačen način izkrivlja to, kar zaznavam. Meditativno-kontemplativna praksa, ki kulminira v mističnem izkustvu, pa nam pomaga odložiti to prtljago jaza, s čimer potenciramo »takšnost«, ki je v običajnem izkustvu prisotna le v zametkih (kot nekakšen »poblisk«, ki se zaiskri skozi goro filtrov, s katerimi »merimo« in »presojamo« Resničnost), do absolutne skrajnosti – in to pomeni preseganje delitve na subjekt in objekt.

To je verjetno tudi glavni razlog, zakaj so si mistiki edini v prepričanju, da nam mistična izkustva pokažejo »stvari takšne, kot so« in da so »stanja absolutne objektivnosti«. Besede, pojmi, želje, pričakovanja itd. popačijo to, kar nam je dano neposredno v izkustvu. Ko pa s pomočjo duhovne prakse enkrat prerežemo skozi te »vozle jaza« in gremo onstran dvojnosti razuma (»onstran sebe in sveta«), lahko uzremo Resničnost takšno, kot je v resnici: Resničnost, ki samo *je*. Kot oznani Buda v navedenem koanu, »posebno znanje, ki presega učenje« in ga »ni moč izreči z besedami«, nam pokaže »resnično podobo brez oblike«, torej svet, kakršen je. V tem smislu so mistično izkustvo in njegovi uvidi res »nekaj povsem drugega«, a ne zato, ker bi bili odmaknjeni od sveta izkustev, temveč zato, ker so *povsem stopljeni z njim*: mistik se v svojem zrenju »porazgubi«, tako da ostane le še »motrenje«, ne pa tudi ta, ki motri, in ono, ki je motreno.

Po drugi strani pa sta misel in jezik odvisna od dvojnosti med subjektom in objektom: »[J]ezik lahko deluje le tam, kjer sta opazovalec in opazovano ločena – potreben je 'prostor' za kodiranje« (*ibid.*). Jezik in

razum postavljata distanco med osebo, ki misli/govori, in predmetom, o katerem teče beseda oziroma na katerega se nanaša misel – distanco, ki jo mistični uvid presega in ukinja. In ravno v tem tiči bistvo mistične neizrekljivosti: ker lahko mistično udejanjimo le tako, da »odstranimo dvojnost, s katero deluje jezik«, je mistik v poslednji instanci zapisan molku. Tako kot njegov predhodnik (mistik v »izvornem« pomenu) mora potemtakem tudi mistik v »širšem« oz. »tehničnem« pomenu »držati jezik za zobmi«, le da tokrat njegov molk ni posledica zunanjih, temveč notranjih dejavnikov: gre za inherentno nezmožnost posredovati ne-dualistični (transpersonalni in transmentalni) uvid z razpoložljivimi dualističnimi sporazumevalnimi (pojmovno-besednimi) sredstvi. Če bi se »zgodnji mistik« tako odločil, bi lahko »odprl usta« in razodel skrivnosti, ki jih je prikrival, medtem ko se pri »poznejšem mistiku« zdi, da tega ne bi mogel storiti, tudi če bi to želel: »spoznavna zaprtost« je namreč pri njem *načelne* in ne pragmatične narave.

3. So meje mojega jezika meje mojega sveta?

Naša dosedanja razmišljanja so nas torej pripeljala do sklepa, da sta mistični uvid in jezik zaradi svojih skrajno različnih narav nezdružljiva. Vendar pa je Jones mnenja, da težava ni v jeziku samem, temveč v specifičnem razumevanju jezika. Takole razmišlja: v naravi jezika je, da razlikuje, tj., »z nasprotji in s primerjavami pojmovno osámi predmet, ki ga obravnavamo« (Jones, 1993: 104). *Omnis determinatio est negatio*, bi rekel Spinoza. Vsaka določitev je obenem tudi izločitev: »Če rečemo: 'To je x' ali 'Naredi y', ne moremo hkrati reči tudi: 'To ni x' ali 'Ne naredi y'« (*ibid.*). Vendar pa ta dihotomizirajoča funkcija jezika za Jonesa postane problematična šele takrat, ko je povezana s *popredmetenjem* gramatičnih struktur. V tem primeru namreč »dovolimo, da gramatični status narekuje ontološki status referenta«, kar pomeni, da se premaknemo »od tega, da so obravnavani izrazi medsebojno različni, do tega, da verjamemo v obstoj humovskih 'ohlapnih in ločenih' entitet, ki so resnične in neodvisne« (*ibid.*: str. 105). To pa ni nekaj, kar bi bilo inherentno naravi samega jezika, temveč je vanj vneseno *»od zunaj«*: »Ne jezik, temveč *teorija o jeziku* je tista, ki nam nalaga specifične ontološke zahteve« (*ibid.*, moj poudarek).

Jones imenuje spoj diferenciacije in objektifikacije pri jeziku ter posledično prepričanje, da »imata globinski strukturi jezika in sveta skupno obliko« (*ibid.*), »gramatični realizem« (po Arthurju Dantoju) oz. »zrcalna teorija jezika«, in je prepričan, da je mistika nezdružljiva z jezikovno ubeseditvijo ravno zaradi te metafizične teorije o jeziku, ki »jo očitno sprejema večina ljudi«: »Problem nastopi takrat, kadar želimo nekaj – jezik –, kar naj bi zrcalilo strukturo tega, na kar se nanaša, uporabiti za opis nečesa, kar je tej strukturi po svojem bistvu tuje.« Ker ima »vsaka beseda, ki označuje mistično, identično gramatično strukturo kot izrazi, ki se nanašajo na predmete […] je mistično reducirano na enega od ločenih predmetov«. Ali z drugimi besedami, »ker velja, da se na *predmete* nanaša večina denotativnih besed, naj bi se nanje nanašale vse besede«, kar je po Jonesovem prepričanju glavni razlog, da je mistično – ki ne more in ne sme biti popredmeteno – »proglašeno za neizrekljivo« (*ibid.*: str. 106–107).

Tukaj bi veljalo poudariti dvoje. Prvič, ni jasno, ali je res le objektifikacija tista, ki dela mistični uvid nezdružljiv z jezikom, saj se diferenciacija, ki leži v samem osrčju strukture jezika, zdi enako, če ne celo bolj problematična. Kot namreč poudarja Jones, vsa razlikovanja in klasifikacije, ki jih delamo znotraj jezika, usmerjajo našo pozornost k tistim lastnostim resničnosti, »ki se neki kulturi zdijo najpomembnejše, nujne za preživetje ali preprosto priročne«, kar pomeni, da »[r]azlični jeziki odražajo različne konvencionalne kodifikacije resničnosti« (*ibid.*: str. 104; to spet spomni na že omenjenega Hansona). Jezikovna diferenciacija potemtakem ni nevtralna in naključna, temveč odraža družbene, razumske, volitivne, čustvene idr. momente, ki človeka usmerjajo v svetu in so njegova glavna interpretativna shema dogajanja v njem, to pa so strukture, ki so – kot smo videli v prejšnjem razdelku – v mističnem izkustvu presežene. Še več, mistični uvid preseže celo – in *predvsem!* – temeljno dihotomijo (diferenciacijo med subjektom in objektom), ki je *sine qua non* oz. nepogrešljivi pogoj možnosti *kakršnegakoli* izrekanja. Mistično potemtakem ni le »nekaj povsem drugega« glede na *vsebino*, temveč tudi glede na *formo*: problem neizrekljivosti ne vznikne šele z objektifikacijo, kakor misli Jones, temveč že in predvsem z diferenciacijo.

Drugič, če želimo res premeriti domet jezika in ugotoviti, ali obstaja kakšna točka stika med tistim »tukaj« (izrekljivim) in onim »onstran«

(neizrekljivim), moramo to točko iskati ravno v tem, kar Jones imenuje »zrcalna teorija jezika« oz. »gramatični realizem«. Ker so namreč kriteriji za »jezikovnost«, ki jih govorici nalaga »gramatični realizem«, strožji (diferenciacija *in* objektifikacija) od kriterijev, ki jih (po Jonesu) nalagajo alternativne lingvistične teorije (le diferenciacija), bomo v primeru, da dokažemo možnosti ubeseditve mističnega pri prvem, avtomatično dokazali tudi možnosti izražanja mističnega v drugem. In glede na to, da Jones kot prototip avtorja, ki naj bi zastopal »zrcalno teorijo jezika«, navaja Ludwiga Wittgensteina, ki je obenem v uvodu k svojemu znamenitemu delu *Logično-filozofski traktat* zapisal, da je njegov glavni cilj začrtati »meje mišljenju ali bolje – ne mišljenju, ampak izrazu misli: zakaj če bi začrtali mejo mišljenju, bi morali misliti obe strani te meje (morali bi torej misliti to, česar se sploh ne dá misliti)« (Wittgenstein, 1976: 23),[15] kar se v marsikaterem oziru sklada z našim temeljnim projektom, bi veljalo z našo analizo začeti pri Wittgensteinu.

Ena od najbolj znamenitih Wittgensteinovih tez je teza (5.6), ki pravi: »Meje mojega jezika pomenijo meje mojega sveta.« Tako zastavljena teza pa seveda takoj poraja vprašanje, do kod segajo te meje. *Traktat* se začenja s tezo (1): »Svet je vse, kar se primeri«, pri čemer fraza »vse, kar se primeri« označuje »celotnost dejstev«, torej: »Svet je celotnost dejstev« (1.1). Ker pa dejstva obravnava znanost, »katere najbolj temeljna metoda je logika, ki tvori notranjo formalno strukturo znanstvenega sistema«, sledi iz (1.1) teza (5.61): »Logika izpolnjuje svet; meje sveta so tudi njene meje«. Če k navedenim tezam dodamo še znano tezo (7): »O čemer ne moremo govoriti, o tem moramo molčati«, se zdi, da smo se – kot pravilno pripominja Uršič – znašli v »'trdem' logičnem pozitivizmu, kakršnega je potem pod Wittgensteinovim vplivom razvijala Dunajska šola (Carnap, Schlick idr.)« (Uršič, 1994: 127). Po takšnem branju so meje mojega sveta določene z jezikom in logiko, kar pomeni, da vse, česar ne moremo ubesediti *clare et distincte* – kamor nedvomno sodi tudi mistika – preprosto ne obstaja. Toda v samem srcu »problema« se že svetlika, resda sramežljivo in prikrito, tudi rešitev: izkaže se namreč, da je Witt-

[15] V nadaljevanju bom pri navedbi Wittgensteinovih tez iz *Traktata* uporabljal avtorjevo izvirno številčenje. Čeprav bom izhajal iz prevoda Franeta Jermana (1976), bom njegove prevedke – da bi bili jasnejši, razumljivejši in/ali skladnejši z izvirnikom – mestoma dopolnil ali spremenil. Na primer, v navedenem primeru je Jerman namesto izraza 'misliti' zapisal 'si misliti'.

gensteinov *Traktat* delo, ki je po eni strani sicer »trdno zasidrano v logiki«, po drugi strani pa »ponuja lestve, ki vodijo k 'mističnemu'« (*ibid.*).

Glede na sloves, ki se marsikje drži *Traktata*, je morda nekoliko presenetljivo, da v njem srečamo besede, kot so smisel, Bog in – *mistično*. Če so »meje mojega jezika meje mojega sveta« in velja, da »o čemer ne moremo govoriti, o tem moramo molčati«, mar ne bi morali, če o čem, molčati ravno o teh rečeh? Kaj sploh skrivnostna beseda, kot je »mistično«, išče v filozofskem delu s tako »izjemno precizno formalno strukturo« (*ibid.*), katerega namen je izmeriti domet »izrazu misli«? V *Traktatu* se »mistično« pojavi natanko trikrat, in sicer v sledečih tezah:

> Ni mistično to, *kako* svet je, temveč *da* je. (6.44)
> Občutiti svet kot omejeno celoto – to je mistično. (6.45)[16]
> Vsekakor je nekaj neizrekljivega. To se *kaže*, to je mistično. (6.522)

Barrett izpostavlja, da beseda »mistično« v tezi (6.44) označuje »čudenje, čudež, nekaj presunljivega« in je uporabljena kot sinonim za »čudovito, nenavadno, nepojasnljivo«, tudi »skrivnostno« (Barrett, 1991: 72). Takšna raba je povezana s tezo (6.52), v kateri Wittgenstein zapiše: »Čutimo, da bi celo v primeru, ko bi bilo odgovorjeno na vsa možna znanstvena vprašanja, naši življenjski problemi sploh ne bili dotaknjeni.« Znanstvene teorije namreč opisujejo »*kakšen* svet je« oz. razlagajo »*kako* to, da je takšen, kot je«, ne pojasnijo pa, »*zakaj* [sploh] je, *zakaj* obstaja ta in ne nek drugi svet«. To poizvedovanje po »zakaj« – vprašanje po smislu – se znanosti izmika: »Smisel sveta mora biti zunaj njega« (6.41), »Rešitev skrivnosti življenja v prostoru in času je *zunaj* prostora in časa« (6.4312) in »*Kako* svet je, je za tisto Višje popolnoma brezpomembno« (6.432). Toda če lahko govorimo le o stvareh, ki so *v* svetu – torej o stvareh, ki so v dometu logike in jezika –, kar smisel gotovo ni, zakaj ga potem Wittgenstein sploh omenja? Kot pravilno komentira Uršič: »Če tezo (7) razumemo dobesedno, moramo o smislu sveta molčati, in če smo povsem dosledni, niti tega ne smemo reči, da je 'zunaj sveta', še manj pa to zunanjost kakorkoli opredeliti« (Uršič, 1994: 127). Če bi jo namreč želeli opredeliti, bi morali – če parafraziram Wittgensteina

[16] V Jermanovem prevodu: »Občutek sveta kot omejene celote je mistični občutek.«

– »govoriti o obeh straneh te meje (govoriti bi torej morali to, česar se sploh ne dá govoriti)«, kar se zdi protislovno – *ali pa ne?*

Da bi prišli zagonetki do dna, si oglejmo še naslednje Wittgensteinove teze:

> Vsa dejstva sodijo zgolj v nalogo [problem], ne pa v rešitev. (6.4321)
>
> Za odgovor, ki ga ne moremo izreči, tudi ne moremo izreči vprašanja. *Uganke* [Problema] ni. Če sploh lahko zastavimo vprašanje, potem *lahko* nanj tudi odgovorimo. (6.5)
>
> Rešitev problema življenja je videti v izginotju tega problema. (Ali ni to razlog, zakaj ljudje, ki jim je postal po dolgem dvomljenju smisel življenja jasen, niso mogli potem reči, v čem je ta smisel?) (6.521)[17]

To nas pripelje do naslednjih zaključkov (sledim Barrettu, 1991: 73–74):

1. Za razliko od znanosti se mistično ne nanaša na vprašanja in odgovore. Čeprav se vprašanje: »Zakaj obstaja svet?« zdi podobno pravim vprašanjem, pa je to le utvara, saj nima odgovora v enakem smislu, kot ga imajo znanstvena vprašanja, denimo vprašanje: »Zakaj kroži Zemlja okoli Sonca?«
2. Takšna psevdo-vprašanja so problematična, saj se zdi, da tedaj, ko ali če bomo nekoč imeli odgovore na vsa znanstvena vprašanja, bo ostalo največje psevdo-vprašanje – tj. vprašanje po smislu: »Zakaj sploh karkoli obstaja?« ali »Kaj je smisel vsega?« –neodgovorjeno.
3. Na to psevdo-vprašanje ne moremo odgovoriti, kot bi odgovorili na neko znanstveno vprašanje. »Rešitev« tega problema je ravno v tem, da spoznamo, da ne gre za pravi problem, ampak za *psevdo*-problem – da torej ugotovimo, da so stvari takšne, kot so, ker *morajo* biti takšne, kot so.
4. Takšna »rešitev« pa ni v domeni razuma, temveč *izkustva*, pri čemer je slednje bolj kot s čustvi povezano z *uvidom* ali *intuicijo*.
5. »Rešitev« tega problema je njegova raz-rešitev, njegovo izginotje – uvid, da ne gre za pravi problem, temveč za psevdo-problem.
6. In ravno to je »čudenje«, »čudež«, »skrivnost« oz. mistično izkustvo, kot ga razume Wittgenstein.

---

[17] Pri Jermanu: »Rešitev življenjskega problema …«

Mistično je sicer »neizrekljivo«, a se »lahko *pokaže*« (6.522): »Obstajajo torej stvari, ki jih ne moremo ubesediti. Te stvari se *kažejo*« (*ibid.*). In prav to je glavni razlog, zakaj je Wittgenstein na začetku svoje razprave zapisal, da je glavni cilj *Traktata* začrtati »meje mišljenju oziroma – *ne mišljenju,* temveč *izražanju mišljenja*«. Če bi namreč začrtali meje mišljenju, bi – kot smo videli – »morali misliti obe strani meje (morali bi torej misliti to, česar se sploh ne dá misliti)«, kar je nesmiselno. Ni pa se nesmiselno »izražati« o obeh straneh meje misljivosti, čeprav je res, da »izražanje« na »tej« strani ni enako »izražanju« na »drugi« strani: o tem »tostran« jezik *govori*, tisto »onstran« pa *kaže*. Z drugimi besedami, jezik lahko – »paradoksalno, a ne protislovno« (*ibid.*) – preseže meje samega sebe in *pokaže* na »drugo stran«. S tem »kazanjem« smo se že srečali takrat, ko smo pri omembi teorije dveh resnic v budizmu namignili, da je konvencionalna resnica kot pregovorni prst, ki *kaže* na temeljno (neizrekljivo) resnico: konvencionalna resnica namreč *ni ne*resnica, saj deleži na Resničnem s tem, da ga »kaže« oz. da se Resnično »kaže« v njej. Vidimo torej, da se tudi znotraj tako rigoroznega filozofskega sistema, kakršen je Wittgensteinov, razpira polje, v katerem je možno »izrekati« oz. »kazati« »tisto presežno«.

In kaj lahko po vsem tem povemo o našem začetnem vprašanju – so torej meje mojega jezika meje res mojega sveta? Kak mistik bi se ob tem verjetno nasmehnil in odvrnil: »Meje *mojega* jezika vsekakor so meje *mojega* sveta – vendar le toliko časa, dokler obstaja neki jaz, čigar meje so lahko …«

4. Izrekanja neizrekljivega: možnosti izražanja mističnega

Čas je, da si v luči pravkar očrtanih ugotovitev ogledamo, kakšne izrazne možnosti so na voljo mistikom pri izražanju neizrazljivega in na kakšen način oz. v kakšnem smislu posamične možnosti kažejo »tisti onstran«. Najprej se bomo pomudili pri dveh izraznih oblikah, ki se naše teme – odnos med mistiko in jezikom – dotikata le *posredno*, saj ne vključujeta uporabe jezika, vendar sta za nadaljnjo razpravo nepogrešljivi; zatem pa si bomo ogledali še štiri najpogosteje uporabljane verbalne oblike za izražanje mističnega.

Prva neverbalna možnost je seveda – *molk*. Śaṅkara navaja upanišadsko zgodbo, v kateri učenec zaprosi modreca Bahvo, naj mu pojasni, kakšna je prava narava Brahmana, na kar modrec odgovori z molkom. Učenec mu še nekajkrat zastavi isto vprašanje, vendar Bahva ne izusti niti besedice. Ko čez čas učenec postane nepotrpežljiv, mu Bahva odvrne: »Govorim ti, vendar ne razumeš. Molk *je* Brahman« (S. N. Dasgupta, 2008: 19). Podobno misel najdemo pri Mojstru Eckhartu: »Tam [v najbolj vzvišenem predelu duše], kamor ne more vstopiti nobena kreatura in kjer duša ne misli in ne deluje ter ne goji nobene ideje, bodisi o sebi ali čemerkoli drugem, tam vlada popolna tišina.« (Karen J. Campbell, 1991: 94). V strogem smislu je molk v mistiki najdoslednejša drža. Čeprav je res, da lahko mistično »pokažemo« tudi z jezikom, pa zaradi jezikove dvojne narave, o kateri smo govorili v prejšnjem razdelku, obstaja precejšnja nevarnost, da bodo prejemniki mistikovega sporočila – zlasti če sami niso imeli ustreznega izkustva – to sporočilo povsem spregledali, ga razumeli narobe ali nepopolno. Mistikov molk je pritrditev Wittgensteinovi tezi (7): o mističnem v strogem pomenu ne moremo govoriti, zato je najprimerneje, če o njem molčimo. Čeprav je najbolj dosleden, pa je takšen pristop hkrati tudi najmanj poveden: kot je razvidno iz zgornje upanišadske zgodbe, molk ne »govori«, molk »nagovarja« le redke (tiste, ki so takšno izkustvo že doživeli), zaradi česar mistični uvidi ostajajo zamejeni na osebe, ki so jih izkusile.

Druga izrazna možnost, ki se poskuša ogniti pastem jezika in obenem nekoliko razširiti svojo »sporočilnost«, je *dejanje*. S to zanimivo možnostjo smo se srečali, na primer, v koanu o Budovem cvetu, najdemo pa jo še v številnih drugih zgodbah, včasih v zelo dramatični obliki, kot, denimo, v koanu o Guteijevem prstu:

> Mojster Gutei je na vsako vprašanje o zenu odgovoril tako, da je dvignil iztegnjen prst. Nekoč je popotnik vprašal mladega slugo, kakšno je učenje njegovega mojstra, fant pa mu je namesto odgovora pokazal prst, kot je videl storiti svojega gospodarja.
>
> Ko je Gutei izvedel za slugovo predrznost, mu je za kazen odrezal prst. Ko je deček, objokan od bolečin, hotel pobegniti, ga je Gutei poklical po imenu in mu, ko se je ta ozrl, požugal z iztegnjenim prstom. V tistem trenutku je mladenič doživel razsvetljenje. (Cerar, 2010: 21)

Kaj se skriva za takšnimi zagonetnimi zgodbicami? Kot smo videli v drugem razdelku, je telo zavoljo svoje celovite narave – neposredne vpetosti v svet tu-in-zdaj – mističnemu bližje kot razum. Posredovanje mističnega z dejanji je zato v nekem smislu prikladneje kot sporočanje z jezikom, ki je tesno povezan z dualističnim razumom, ta prikladnost pa se kaže na dveh ravneh: na ravni *vršilca dejanja*, ki lahko svoje uvide na ta način sporoča bistveno bolj naravno in manj protislovno (njegovo delovanje *po naravni poti* odraža to, kar je doživel v mističnem izkustvu), in na ravni *prejemnika »sporočila«*, pri katerem se poveča možnost, da bo preko *neposrednosti* spontanega in naravnega giba tudi sam izkusil (uvidel) to, kar je izkusil (uvidel) vršilec dejanja. Dejanje je potemtakem zelo učinkovita oblika *takšnosti*, ki ima – če je izvedeno ob pravem trenutku in na pravi način – zaradi svoje neverbalne sporočilne vrednosti velik potencial za preboj razumsko-jezikovne mreže, skozi katero običajno motrimo svet. Lahko bi rekli, da gre za nekakšen »molk s pridatkom«, pri čemer pa je ravno ta »pridatek«, četudi je v primerjavi z drugimi izraznimi oblikami, ki jih bomo še srečali, minimalen, je lahko zelo problematičen. Zdi se namreč, da je dejanje kot izrazna oblika prikladno predvsem za ljudi, ki so že stopili na duhovno pot, tj. za ljudi, v katerih se je že sprožil notranji preobrazbeni postopek in zato za dosego »cilja« potrebujejo le (lahen) »potisk« od zunaj. Nekdo, ki po tej poti ne stopa, pa lahko prezre pravi pomen takšnega dejanja oziroma si ga interpretira povsem napačno in vidi v njem le (zabavne) nesmisle.

To pa nas privede do *jezika*. Če želi mistik predočiti svoja izkustva tudi širšemu slušateljstvu, se mora osloniti na jezik. Toda zakaj bi sploh govoril? Zakaj bi se sploh trudil ubesediti nekaj, kar je v svojem bistvu neubesedljivo, pri čemer obstaja velika verjetnost, da bodo njegove izjave razumeli narobe ali nepopolno? Zakaj ne bi preprosto ostal pri molku ali – če že – pri dejanjih? To je zanimivo vprašanje, na katerega lahko v pričujočem kontekstu odgovorimo le v zametkih. Vse kaže, da mistik *mora* govoriti o svojih izkustvih, da je torej *poklican* govoriti o njih, in sicer zaradi pomena, ki ga pripisuje tem izkustvom (Jones, 1993: 108), pa tudi zato, ker je mistični uvid nerazdružljivo povezan z univerzalnim sočutjem (*cf.* budistična *karuṇā*) in ljubeznijo (*cf.* krščanska *agape*). Z Jägrovimi besedami:

V središču mistične izkušnje je zavest o enosti z vsemi živimi bitji. To pomeni tudi, da jemljem trpljenje drugega kot svoje lastno trpljenje – in prav tako njegovo radost kot svojo radost. […] Mistična izkušnja prinese s seboj brezmejno usmiljenje [sočutje] in ljubezen do vsega ustvarjenega. (Jäger, 2009: 189–190)

Mistično izkustvo nam ni dano, »da bi v njem uživali kot v najbolj izbranem med ugodji«, temveč da »nas navduši za intenzivnejše služenje sočloveku« (Smith, 1980: 25). Z drugimi besedami, mistik se čuti poklican, da svoja spoznanja deli s soljudmi in jim na ta način pomaga preseči temeljno nevednost o naravi sveta ter z njo povezanim trpljenjem. Čeprav v mistični literaturi najdemo nič koliko primerov tovrstne »poklicanosti«, pa je zelo nazorno in jedrnato izražena v naslednji Eckhartovi misli: »Če je kdo razumel to pridigo, naj bo blagoslovljen! In če ne bi bilo nikogar, ki bi jo prišel poslušat, bi jo moral pridigati prižnici« (cit. po Jones, 1993: 102–103). Ali gre pri opisani »težnji po oznanjevanju« res za nepogrešljivo komponento, prisotno pri vseh mistikih, je seveda zapleteno vprašanje, saj zgodovina rada obide ljudi, zapisane molku. Toda na podlagi življenjskih zgodb in izjav preteklih in sodobnih mistikov, lahko previdno zaključimo, da je »veselo oznanilo« (vsaj) pogosta spremljevalka mističnih uvidov.[18]

S katerimi jezikovnimi sredstvi torej mistiki širijo svoja spoznanja in uvide? Eno od sredstev je to, kar bom imenoval *kreativni nesmisel*. Ta

---

[18] Če nič drugega, lahko s precejšnjo gotovostjo zatrdimo, da mistična pot zajema tudi »povratek v svet«. Mistika se torej ne ustavi v »osami«, tj., ni samozadostna, temveč njena pot vselej vodi nazaj v svet; in nekdo, ki se vrne v svet, bo najverjetneje o svojih doživetjih tudi na tak ali drugačen način spregovoril: »Pustiti za seboj življenjske navade in vezi, ki se jih oklepamo, je prvi korak na duhovni poti. Toda to ni askeza zaradi askeze, marveč osvoboditev pogojenosti. Temu koraku se ne moremo odpovedati, a prav tako se ne moremo odpovedati *povratku v svet* – pri čemer pa svet izkusimo na povsem nov, drug način. […] Kdor gre po poti izkustva do konca, se nazadnje vrne *na izhodiščno točko, v vsakdanje življenje, vendar se vrne spremenjen*. Laiku Pangu pripisujejo besede: 'Kako čudovito: sekam drva, nosim vodo!' In v Tomaževem evangeliju pravi Jezus: 'Sekajte kos lesa in jaz sem tam. Dvigujte kamen in našli me boste tam'« (Jäger, 2009: 54–55, moji poudarki). In ravno ta vrnitev je po Jägru eden od kriterijev, ki »pravo mistiko« loči od »psevdomistike«: »[M]istika, ki bi se umaknila iz sveta, bi bila psevdomistika. Bila bi regresija, medtem ko pristno mistično izkustvo neizogibno vodi nazaj v življenje. Mistika je vsakdan, kajti vsakdanje življenje je prostor srečevanja človeka in prve resničnosti. Komunikacija z Bogom se dogaja le v trenutku življenja, ki ga zares živimo« (*ibid.*: 188). Ampak – kaj pa primeri puščavnikov ipd.? Smo upravičeni sklepati, da nihče med njimi ni izkusil tistega »onstran« samo zato, ker so se zapisali življenju radikalne osame?

oblika jezikovnega izražanja je nekakšna »sporočevalna evglena«:[19] če namreč po svoji *obliki* sodi v jezikovno sfero, pa je *vsebinsko* veliko bližja dejanju kot besedam. Najboljše primerke kreativnega nesmisla najdemo v zenovskih koanih, npr. v dobro znanem koanu o Džošujevem psu:

> Učenec je vprašal kitajskega mojstra Džošuja: »Ali ima pes naravo Bude?« Džošu mu je odgovoril: »Mu!« (Cerar, 2010: 16)

Džošujev odgovor je z besednega vidika pomensko prazen, toda njegova sporočilnost se nahaja na *neverbalni* ravni. Tako kot telesna dejanja, tudi Džošujev *mu* preči običajne razumske sheme in s svojo neposrednostjo pomaga prejemniku sporočila okusiti ali izkusiti »tisto mistično«. Besede v kreativnem nesmislu *ne govorijo*, temveč *delujejo* – so nadomestek za nenadne premike rok, udarce s palico ipd. –, ne od-*govarjajo*, temveč od-*stirajo*: odstirajo tisto, kar se skriva za razumsko-jezikovnimi konceptualnimi shemami.

To, kar je po eni strani največja prednost kreativnega nesmisla, pa je po drugi strani tudi njegova največja hiba: zaradi svoje vpetosti v sfero (telesnega) delovanja je spet najbolj primeren za tiste, ki so že stopili na duhovno pot, medtem ko bo pri drugih izzval v najboljšem primeru čudenje, v najslabšem pa nerazumevanje in posmeh. Zato pri mistikih velikokrat naletimo na »šibkejšo različico« kreativnega nesmisla, namreč na *paradoks*. Za paradoks je značilno, da sta v njem pripisana mističnemu hkrati dva dozdevno protislovna atributa, denimo, »Bog je vse in nič«, »Mistično je tukaj in tam« ipd. Na primer, v *Kena Upanišadi* beremo:

> Njega [Brahmana] bo dojel ta, ki ga ne dojema. Kdor ga dojema, ga ne pozna. Ti, ki ga razumejo, ga ne bodo razumeli. Razumeli ga bodo tisti, ki ga ne razumejo.

Ali pri Eckhartu: »[N]ihče ne more videti Boga, če ni slep, ali ga poznati, če ni neveden, ali ga razumeti, če ni neumen« (cit. po Jonesu, 1993: 114). V nasprotju s kreativnim nesmislom paradoks torej ni (navidezno) nesmiselna izjava, temveč »zavestna raba nasprotij, tj. vsaka izjava, v kateri je prisotna konjunkcija trditve *a* in njenega logičnega zanikanja ne-*a*« (*ibid.*). Jones meni, da gre pri številnih tovrstnih izjavah

---

[19] Evglena je v biološkem svetu »kategorialna dvoživka«, saj se nahaja na meji med rastlinskim in živalskim kraljestvom.

le za *navidezne* paradokse – paradokse »na površju« (*ibid.*: 115) – saj naj bi protislovna izraza v »paradoksu« nastopala na dveh povsem različnih ravneh: na primer, če rečemo, da je mistični uvid »nevedna vednost«, bi to pomenilo, da je mistično »nespoznavno« na ravni vsakdanjih predmetov (tj., v smislu vednosti, ki implicira dvojnost), »spoznavno« pa v stanju razširjene (transpersonalne) zavesti (tj., lahko ga dojamemo v mističnem izkustvu), gl. (*ibid.*: 116). Pravi paradoks po Jonesu nastopi le takrat, »kadar se neka izjava na protisloven način nanaša na isto odnosnico,« kar za mistične izjave ne drži, saj gre pri njih za »različne poglede na svet«: ne gre za, denimo, nasprotje »med obliko in barvo pri predmetu«, temveč »za to, kar zaznamo v normalnem zavestnem stanju, in to, kar je udejanjeno v mističnem zavestnem stanju«. Ker je temu tako, lahko za mistične paradokse najdemo ustrezne (ne-mistične) parafraze, ne da bi pri tem izgubili svoj pomen (*ibid.*: 117).

Na podlagi vsega, kar je bilo povedanega doslej, je najbrž razvidno, da Jonesova interpretacija povsem zgreši bistvo uporabe paradoksa v mistiki. Specifičen pomen posamičnih besed v takšnih paradoksih je *drugotnega* pomena: ne gre toliko za vprašanje, na kaj se posamezna beseda nanaša (npr. »nevednost« na predmetno raven, »vednost« na mistično izkustvo), temveč predvsem za *»pomenski trk«* dveh pomensko vseobsegajočih nasprotij. *Nobena* od uporabljenih besed (»vse in nič«, »tu in tam«, »vselej in zdaj«) *ne* odraža mističnega – to sploh ni bistveno: kar skuša mistik doseči z neposrednim soočenjem dveh protipomenk, je pripeljati nagovorjeno osebo do meja racionalnosti in mu z izčrpanjem pomenskega prostora (»vse *in* nič«) *pokazati* možnost prehoda, ga postaviti v situacijo, v kateri se lahko odpre ne-dualnosti transpersonalnega prostora. Tudi tukaj – čeprav v manjši meri – jezik ne govori, temveč *deluje in kaže*: je kot sredstvo, ki »dovzetnemu duhu« pomaga udejanjiti novo izkušnjo – izkušnjo mističnega.

Še bolj verbalna in na pomen naravnana pa je naslednja izrazna oblika, namreč *zanikanje* ali *negacija*. Pri slednji »zanikamo vse možne pozitivne opise mističnega« in jo najbolje ponazarja upanišadski *neti–neti* ali *nada–nada* sv. Janeza od Križa, ki oba pomenita *»ne to, ne to«* (gl. *ibid.*: 112). »Negativna pot« ali *via negativa* skuša pokazati na meje misljivega s tem, da mističnemu odreče vsak pozitiven atribut: mistično je ne-X, ne-Y itd. Ta pristop je nekoliko bolj »prijazen« za nepoučene, saj

v osnovi ostaja na pomenski ravni, a se ga obenem drži tudi večja možnost napačne interpretacije: namreč, če pri konstruktivnem nesmislu in paradoksu zaradi njune temeljne a-logičnosti »zaslutimo« radikalno drugačnost mističnega (začutimo, kako razum trči ob svoje meje), pa se pri negativni poti lahko zgodi, da mistično preprosto označimo za »nič« (tj., če mističnega ne moremo opredeliti, potem mističnega ni). Z drugimi besedami, čeprav nas konstruktivni nesmisel in paradoks lahko navdata s čudenjem, zgražanjem in posmehom, pa nam zavoljo svoje notranje protislovnosti v veliki meri onemogočata napačno *pomensko* interpretacijo. V svoji nesmiselnosti oz. paradoksalnosti namreč ne dopuščata enostranske razlage, kar pa za negacijo ne velja: kljub mistikovim opozorilom se namreč lahko zgodi, da *vio negativo* razumemo kot *radikalno negacijo*, tj. zatrjevanje, da »tistega onstran« preprosto ni oz. da je nič (karkoli že to pomeni).

Interpretativno še nevarnejša pa je zadnja jezikovna oblika, *svetopisemska prispodoba.*[20] Tukaj gre za poskus *pozitivne* »opredelitve« mističnega, ki zaradi potencialnih interpretativnih pasti prejšnjega (negativnega) pristopa skuša pokazati, da mistično vendarle ni le prazen nič, temveč ima neko »pozitivno vsebino«. Ampak – ali je sploh možno povedati *karkoli pritrdilnega* o povsem Drugem, o tistem, kar leži na drugi strani meje izrekljivosti? Ključno vlogo pri tem igra »svetopisemska prispodoba«:

> Prispodobičnost svetopisemskega diskurza je gotovo ena izmed njegovih bistvenih značilnosti, omogočajo pa jo 'drseči' označenci tega diskurza, ki niso 'fiksirani' v logično-semantičnem smislu kakor označenci v teoretičnem diskurzu. (Uršič, 1994: 150)

Svetopisemske prispodobe s svojimi »večplastnimi pomeni« presežejo »mejo molka« in s svojo »izrekljivostjo« razvežejo »paradokse neizrekljivosti«.

---

[20] Izraz »svetopisemski« se tukaj ne nanaša samo na *Sveto pismo* oz. krščansko *Biblijo*, temveč ga – sledeč Uršiču – uporabljamo »v posplošenem pomenu«, torej kot »'tipsko' oznako za diskurz o svetem/božjem, ki zaobsega npr. tudi budistične sutre, vedske upanišade, kuranske sutre, delfske oraklje, apokrifne evangelije itd«; v tem kontekstu bi bil verjetno primernejši izraz »sveti zapis«, torej »sveti zapis kot zapis svetega (ali o svetem), ne pa sakralizirani zapis oziroma sakralizirana Knjiga« (Uršič, 1994: 147–148).

Prispodoba je vselej, formalno gledano, neka relacija med dvema odnosnicama, posebnost svetopisemske prispodobe pa je v tem, da je njena prva odnosnica tostran, druga pa je (oziroma naj bi bila) onstran mostu med 'tu' in 'tam'. (*Ibid.*)

Pri svetopisemskih prispodobah gre torej za posebno obliko »presežnih prispodob«:

Svetopisemska prispodoba kaže *čezse* ali *skozse*, vendar ni transparentna, kakor je transparentna npr. alegorija. Sveto pismo ni alegorično, saj ne podaja »abstraktnega sveta v konkretni obliki«, kakor stilisti definirajo alegorijo. Svetopisemske prispodobe niso nobeni 'nadomestki' za abstraktne ideje, da bi jih preprosti ljudje lažje razumeli, temveč so »šifre transcendence«, kakor se je izrazil Karl Jaspers, ključi in kažipoti v nebeško kraljestvo, ki pa so že hkrati sami *topos* nebeškega kraljestva. (*Ibid.*: 151)

V tem zadnjem pristavku – da so »že hkrati sami *topos* nebeškega kraljestva« – gre Uršič morda nekoliko predaleč, kar je mdr. razvidno tudi iz njegove kasnejše navedbe Frya, ki pravi, da so »[m]noge izmed osrednjih doktrin tradicionalnega krščanstva […] lahko izražene edino v obliki metafore [pri nas: prispodobe]«, saj se med branjem naša pozornost »pri metaforah cepi v dve smeri«, k čemur Uršič pristavi, da je to »za sveto pismo bistveno – le s to dvojno optiko lahko v tostranskih očeh in mislih 'prikliče' onostranstvo. Seveda ne kot 'popredmeteno' in 'pobivajočeno' pozitivnost, temveč kot *skrivnostno* '*globino*' *tostranstva, ki se razpira* '*za*' *ali* '*onstran*' *»pajčolana videza«* (indijsko: *maja*), tj. onstran minljivega in končnega sveta« (*ibid.*: 152). Prispodobe vendarle ostanejo na ravni »ključev« in »kažipotov«, »prizem«, skozi katere preseva mistično oz. »skrivnostna 'globina' tostranstva, ki se razpira 'za' ali 'onstran' pajčolana videza« (*ibid.*). Ti »kažipoti« so z mističnim kot takim nesoizmerljivi, a hkrati z njim delijo določene »strukturne podobnosti« (Jones, 1993: 121). Teh podobnosti pa ne moremo natančneje opredeliti, temveč jih moramo preprosto *izkusiti*: »Metafora, ki sporoča neko izkustvo, postane jasna šele takrat, kadar smo to izkustvo doživeli« (*ibid.*). Čeprav smo lahko preko svetopisemskih prispodob deležni »pobliskov« presežnega – in v tem oziru so prispodobe nerazsvetljenemu duhu »najprijaznejša« oblika posredovanja mističnega – pa naše »razumevanje«, vsaj dokler ne doživimo mističnega izkustva, vselej ostaja »nemistično«.

Svetopisemske prispodobe so potemtakem pomensko najbolj povedne, obenem pa z interpretativnega vidika najbolj problematične: kljub nenehnim svarilom mistikov se namreč vse prepogosto zgodi, da nemistični duh izenači tisto »onstran« s katerim od »kažipotov« in tako zapade v malikovanje (če je duhovnosti naklonjen) ali v boj s slamnatim možem (če je duhovnosti sovražen). »Duh« (tj. mistično) »okosteni« (se po-podobi): prispodoba, skozi katero je presevalo »tisto onstran«, postane neprosojna in zatemnjena. Namesto da bi nam pomagala uzreti Resnico »iz obličja v obličje«, nas napeljuje, celo sili k temu, da jo motrimo »v ogledalu, megleno«. Takšna prispodoba več *ne kaže*, temveč le še *govori*: govori pa neresnico, trivialnost, laž. In ker Resničnost v »mrtvi prispodobi« več ne more govoriti sama zase, morajo zanjo govoriti drugi, kar nemalokrat – kot nas učita zgodovina in sodobnost – vključuje prisilo in nasilje.

Molk, dejanje, kreativni nesmisel, paradoks, zanikanje in *svetopisemske prispodobe*: takšen je torej temeljni nabor možnosti, ki so na voljo mistiku za izražanje njegovih izkušenj. Vidimo tudi, da sta v predstavljenem diapazonu »doslednost« in »razumljivost« v obratnem sorazmerju: bolj ko je neka izrazna zmožnost »razumljiva« oz. »povedna«, manj je »dosledna« oz. »skladna« z naravo mističnega izkustva in več interpretativnih zmot dopušča (še radikalneje: *kakršnakoli* interpretacija je *že* zmota – mistično se bodisi pokaže bodisi se ne pokaže – o njem je v absolutnem smislu ne-smiselno razpravljati[21]). Molk je najbolj dosleden, a najmanj poveden in zato s pedagoško-oznanjevalskega vidika najmanj primeren; svetopisemske podobe so najbolj zgovorne, a najbolj podvržene napačnim interpretacijam; ostali pristopi pa so, kot smo videli, nekje vmes. Večji, kot je delež »pomenskosti«, oziroma manjši, kot je delež »izraznosti«, bolj se neko sporočilno sredstvo oddaljuje od pristnega izkustva »vsega in niča«. Kljub temu pa se v vseh teh pristopih – v enih bolj, v drugih manj – mistično *kaže* in s tem prejemnika sporočila vabi v nje-

[21] Nekaj podobnega je imel v mislih C. G. Jung, ko je zapisal: »Religiozno izkustvo je absolutno. O njem ne moremo razpravljati. Lahko le rečemo, da takšnega izkustva nismo imeli, in nasprotnik bo odvrnil: Žal mi je, toda jaz sem ga imel. In s tem bo razprava končana. Vseeno je, kaj svet misli o religioznem izkustvu; kdor ga ima, poseduje velik zaklad, ima nekaj, kar mu je postalo vir življenja, smisla in lepote in kar je svetu in človeštvu dalo nov sijaj.« (Cit. po Jäger, 2009: 66)

govo neposredno bližino. Če se torej na koncu, oboroženi z »znanjem«, ki smo ga pridobili na naši poti, vrnemo k Johnsonovemu začetnemu verzu, lahko rečemo, da ni toliko problem v tem, da so Böhme in drugi mistiki želeli izreči neizrekljivo, kakor v tem, da jim svet ni znal pravilno prisluhniti – in to v veliki meri drži še dandanes.

Literatura

1. Barrett, Cyril (1991). *Wittgenstein on Ethics and Religious Belief*. Oxford: Blackwell.
2. Bouyer, Louis (1956). »Mysticism: An Essay on the History of the Word«. V Richard Woods (ur.). (1980). *Understanding Mysticism*. New York: Image Books, str. 42–56.
3. Campbell, Karen J. (1991). *German Mystical Writings*. New York: The Continuum Publishing Company.
4. Cerar, Vasja (ur.). (2010). *Vrata brez vrat: Koani in zenovske zgodbe*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
5. Dasgupta, S. N. (2008). *Hindu Mysticism*. Radford: Wider Publications.
6. Forman, Robert K. C. (1990). *The Problem of Pure Consciousness: Mysticism and Philosophy*. New York, Oxford: Oxford University Press.
7. Hanson, N. R. (1963). *Patterns of Discovery*. Cambridge: Cambridge University Press.
8. Happold, F. C. (1963/1990). *Mysticism: A Study and an Anthology*. London: Penguin Books.
9. Jäger, Willigis (2009). *Vsak val je morje in drugi spisi: Mistična duhovnost*. Petrovče: Društvo Znamenje.
10. James, William (2009). *The Varieties of Religious Experience: A Study in Human Nature*. Scotts Valey, CA: IAP.
11. Jackson, Frank (2002). »Epiphenomenal Qualia«. V Chalmers, David J. (ur.). *Philosophy of Mind: Classical and Contemporary Readings*. New York & Oxford: Oxford University Press, str. 273–280.
12. Jones, Richard H. (1993). *Mysticism Examined*. Albany, New York: State University of New York Press.
13. Levine, Joseph (2002). »Materialism and Qualia: Explanatory Gap«. V Chalmers, David J. (ur.). *Philosophy of Mind: Classical and Contemporary Readings*. New York & Oxford: Oxford University Press, str. 354–361.
14. Lao Zi (2009). *Dao de jing*. Ljubljana: Mladinska knjiga.

15. Mortensen, Chris (2009). »Zen and the Unsayable«. V D'Amato, Mario; Garfield, Jay L.; Tillemans, Tom, J. F. *Pointing at the Moon: Buddhism, Logic, Analytic Philosophy*. Oxford: Oxford University Press, str. 3–12.
16. Pečenko, Primož (1990). *Pot pozornosti: Osnove budistične meditacije*. Ljubljana: Domus.
17. Russell, Bertrand (1949). *Mysticism and Logic and Other Essays*. London: The Mayflower Press.
18. Smith, Margaret (1977). »The Nature and Meaning of Mysticism«. V Richard Woods (ur.). (1980). *Understanding Mysticism*. New York: Image Books, str. 19–26.
19. Underhill, Evelyn (2002). *Mysticism: A Study in the Nature and Development of Spiritual Consciousness*. Mineola, New York: Dover Publications, Inc.
20. Uršič, Marko (1994). *Gnostični eseji*. Ljubljana: Nova revija, Zbirka Hieron.
21. Vörös, Sebastjan (2010). »Bližč in beda nevroteologije«. V *Analiza: Časopis za kritično misel*. Št. 1–2, let. XIV, str. 71–92.
22. Vörös, Sebastjan (še neobjavljeno). »Misel in neizrekljivo v budistično logično-epistemološki šoli: Nov pogled na teorijo dveh resnic pri Dignāgi in Dharmakīrtiju«. Članek bo predvidoma izšel v *Azijske in afriške študije*. (2012). Št. 2, let. XV.
23. Wittgenstein, Ludwig (1976). *Logično filozofski traktat*. Ljubljana: Mladinska knjiga.

P O V Z E T K I

Miha Nemevšek
Standardni model, nevtrini in LHC

Uporaba simetrij v teoretični fiziki je osnovno orodje za razumevanje interakcij med osnovnimi delci pri visokih energijah. V prispevku razpravljamo o razvoju Standardnega modela osnovnih delcev in določimo prisotnost ter prav tako odsotnost simetrij tega modela s poudarkom na fundamentalni levo-desni simetriji, parnosti. V tem modelu se parnost zlomi spontano, kar pomeni, da je levo-desna simetrija na zelo velikih energijah ohranjena, na nizkih energijah pa ne. Ohranitev parnosti v levo-desno simetričnih modelih je vodila do napovedi obstoja nevtrinskih mas mnogo let pred njihovim eksperimentalnim odkritjem. Prav tako je v okviru tega modela mogoče razumeti maso nevtrinov preko gugalničnega mehanizma, ki majhnost nevtrinskih mas poveže z visoko skalo levo-desne simetrije. Posebnost tega modela je obstoj Majoranove mase za nevtrine, kar vodi do zlomitve leptonskega števila, ki je v Standardnem modelu ohranjeno. Na koncu članka raziščemo fizikalne posledice levo-desno simetričnega modela in predstavimo aktualne eksperimente. Ti potekajo tako pri najvišjih energijah na velikem hadronskem trkalniku LHC kakor tudi pri nizkih energijah v podzemnih laboratorijih, z iskanjem breznevtrinskega dvojnega beta razpada v jedrih.

Ključne besede: Standardni model osnovnih delcev, mase nevtrinov, šibke interakcije, parnost, zlom simetrije.

Miha Lukšič
Teorije in modeli narave v kemiji

Članek obravnava načine, s katerimi kemija teoretično pristopa k razlaganju narave. Uvodoma poudarimo, da je kemija prvenstveno znanost o spremembah substanc, ter orišemo, v čem se veda razlikuje od fizike. Razmislek o redukciji nas pripelje do sklepa, da vseh kemijskih konceptov ni moč izpeljati iz elementarnih fizikalnih teorij. Prispevek zagovarja ne le epistemološko, temveč tudi ontološko avtonomijo kemije. Nadalje ugotovimo, da vloga eksperimenta in teorije v kemiji ne odgovarja Popperjevi shemi ter da hipotetično-deduktivne metode ne smemo razumeti v strogem smislu, saj testiranje kemijskih hipotez ni nujno osrednja de-

javnost te znanosti. Skozi krajši zgodovinski oris razvoja kemije pridemo do zaključka, da koncept kemijskega elementa predstavlja enega temeljnih kemijskih konceptov. Element v Mendeljejevem periodnem sistemu razumemo kot teoretični koncept; gre za idealiziran sistem idealiziranih elementov. Nadalje se posvetimo konceptu molekule ter znakovnemu jeziku kemije, ki ga lahko smatramo za enega najzmogljivejših napovedovalnih teorij v znanosti nasploh. Članek nazadnje obravnava tudi relacijo med realnimi in modelnimi sistemi, ki jih v fizikalni kemiji uporabljamo za opis naravnih pojavov, in se zaključi s tipologizacijsko shemo modelov in njihovimi osnovnimi komponentami.

Ključne besede: kemija, redukcija, model, kemijski element, molekula.

Andrej Ule

O kvantnomehanskih modelih zavesti

V članku predstavim poglavitne modele zavesti kot kvantnega pojava ali pojava, ki je v tesni zvezi s kvantno mehaniko: konstitutivno vlogo opazovalčeve zavesti v merjenju, zavest kot sestavino implikatnega reda, teorije mnogoterih svetov (in mnogih umov), teorijo orkestrirane redukcije (Penrose-Hameroff), kvantno teorijo sinaptičnih vezi (Beck, Eccles), kvantne modele možganskih stanj, dualne modele zavesti in snovi ter delne podobnosti med zavestjo in kvantnimi pojavi. V zadnjem delu članka razpravljam o nekaterih pomembnih, a še vedno delnih podobnostih med strukturo polja potencialnosti v kvantni mehaniki in v doživljajski zavesti.

Ključne besede: zavest, kvantna mehanika, opazovalec, kolaps valovne funkcije, potencialnost.

Peter Lukan

Verjetnost in znanstveni modeli sveta

Po kratkem zgodovinskem uvodu in predstavitvi razvoja delitve na epistemsko in objektivno verjetnost članek obravnava nekatere osnovne vidike vpetosti teorije verjetnosti v naravoslovno znanost, zlasti v fiziko. Izpostavljena sta predvsem dva: vloga teorije verjetnosti pri meritvah in njena vloga v samih fizikalnih teorijah. Verjetnost se je v naravoslovno znanost najprej vpisala preko teorije meritev, šele potem v same znanstvene modele in njena vloga je radikalno spremenila fiziko, ko

je v kvantni mehaniki postala pomemben teoretični dejavnik. Verjetnostni pojmi v fiziki, kot so entropija, statistična porazdelitev hitrosti molekul in verjetnostna gostota, dopuščajo tako epistemsko kot objektivno interpretacijo verjetnosti, kar kaže na to, da je ta delitev v fiziki zabrisana. V primeru stabilnih pogojev, kakršni vladajo pri poskusih, obe sovpadata, tedaj je mogoča deterministična interpretacija (tudi v kvantni mehaniki). Znanstveno izkustvo, artikulirano s pomočjo verjetnosti, se vedno nanaša na množico nerazločljivih entitet, verjetnostni opis pa je mogoč tako ob stabilnih kot nestabilnih pogojih.

Ključne besede: verjetnost, zgodovina fizike, kvantna mehanika, teorija meritev, entropija, determinizem.

Tina Bilban

Modeli procesa opazovanja v klasični in kvantni fiziki, fenomenološki pretres

Proces opazovanja predstavlja enega ključnih elementov znanstvenega pristopa k predmetu obravnave, njegovo razumevanje pa pogojuje samo razumevanje znanosti. Na podlagi zgodovinskega in filozofskega pretresa sledimo razumevanju procesa opazovanja v klasični in kvantni fiziki. Ta pokaže, da klasična fizika ne razločuje ravni opazovanja in opazovanega, to pa omogoči (navidezno) odštetje vloge opazovalca. V kvantni mehaniki pa takšen poenostavljen model ni več mogoč zaradi same narave kvantnih pojavov. Kvantni pojavi so razumljivi in smiselni le, če v opis procesa opazovanja vključimo tako opazovalca kot tudi opazovanje in opazovano. Natančno strukturiran proces opazovanja zahteva tudi Husserlova fenomenološka kritika moderne znanosti. Takšen premislek procesa omogoči razumevanje kvantnih pojavov, hkrati pa izpostavi potrebo po razumevanju in razčlenitvi procesa opazovanja v znanosti ter podlago za trdnejšo povezavo sodobne fizike in filozofije.

Ključne besede: klasična fizika, kvantna mehanika, proces opazovanja, fenomenologija.

Marko Uršič
Platonov Timaj in sodobni Luminetov model vesolja v obliki dodekaedra

Platon je s svojim poznim dialogom *Timaj* ustvaril prvi celoviti filozofsko-kozmološki model, s katerim je poskušal sistematično razložiti nastanek in razvoj vesolja. Bistven platonski vidik lepote kozmosa je matematična simetrija, ki je prisotna tudi v samih gradnikih snovi, v štirih elementih (zemlja, voda, zrak, ogenj) in v »petem elementu«, pozneje imenovanem »eter«, katerega gradnik oziroma »atom« – če uporabimo slavni Demokritov izraz – je po Platonovem nauku dodekaeder, tj. pravilni polieder, sestavljen iz dvanajstih enakostraničnih peterokotnikov. V našem času, skoraj poltretje tisočletje po Platonu, pa je francoski fizik-kozmolog Jean-Pierre Luminet zasnoval model celotnega vesoljnega prostora v obliki rahlo sferičnega dodekaedra, ki s svojo nenavadno, »mnogokratno povezano« topologijo predvideva videnje »fantomskih podob«, namreč replik galaksij in drugih vesoljnih struktur, ki prihajajo iz različnih časovnih obdobij razvoja vesolja. Resničnost Luminetovega osupljivega modela sicer ni zelo verjetna, zanimivo pa je to, da je platonska lepota (simetrija, invariantnost, harmonija ipd.) še vedno zelo močan dejavnik pri sodobnem znanstvenem modeliranju sveta.

Ključne besede: Platon, Luminet, dodekaeder, topologija, lepota.

Olga Markič
Descartesova dediščina in vprašanje mišljenja in zavesti v kognitivni znanosti

Po znanstveni revoluciji v 17. stoletju je v raziskovanju narave prevladal mehaničen pogled na svet in iskanje vzročnih zakonitosti in naravnih zakonov. Postavilo se je vprašanje, ali je mogoče z enakimi metodami razložiti tudi vedenje živih bitij. Descartes je postavil ostro ločnico med živalmi, katerih delovanje je podvrženo naravnim zakonom, in človekom, ki se s sposobnostjo mišljenja izmika mehanični razlagi. Zagovorniki kontinuuma lahko temu ugovarjajo na dva načina. Lahko v smeri 'od zgoraj navzdol' pokažejo, da je racionalno vedenja človeka mehanično, ali pa 'od spodaj navzgor', da je vedenje živali lahko inteligentno. V članku pokažem, kako sta ti dve poti, ki sta obe del Descartesove dediščine, zaznamovali dva pristopa v kognitivni znanosti. Zagovorniki klasične simbolne paradigme so začeli s pojmi poljudne psihologije in 'od zgoraj navzdol' pokazali, kako so duševna stanja fizično realizirana, oziroma, kako je mogoča racionalnost v fizičnem svetu. S pristopom 'od spodaj navzgor' pa znanstveniki raziskujejo živčne mehanizme

in ugotavljajo, kako duševni pojavi in racionalno vedenje vzniknejo kot produkt evolucije. Ta dva pristopa kažeta tudi na razlike v reševanju dveh izzivov, povezanih z vprašanjem naturalistične razlage: prvič, razložiti, kako fizični sistem lahko racionalno razmišlja o nečem (vprašanje intencionalnosti), in drugič, ugotoviti, kako je tak sistem lahko zavesten (vprašanje fenomenalne zavesti).

Ključne besede: Descartes, kognitivna znanost, reprezentacije, intencionalnost, zavest.

Danilo Šuster
Od odvisnosti do vpliva – Lewisov model vzročnosti

V protidejstveni teoriji vzročnosti je vzrok »ustvarjalec« razlike – brez vzroka ne bi bilo učinka (prvotna teorija vzročne odvisnosti), ali pa majhne spremembe v nastopu vzroka vodijo do velikih sprememb v nastopu učinka (teorija vzroka kot *vpliva*). Pojasnilo protidejstvenikov, pojasnilo vzročne asimetrije in problem vzročne izpraznitve so trije veliki problemi protidejstvene teorije vzročnosti, ki jih posebej obravnavam. Lewisova teorija vzročnosti kot vpliva, ki temelji na občutljivosti učinka glede na vzrok, ima veliko razlagalno moč, a prav v tem je njena meja, saj protiprimeri tej teoriji pokažejo na temeljno dvojnost v pojmu vzroka. Vzrok je po eni strani pogoj *sine qua non*, po drugi strani pa neka kombinacija tradicionalnega *causa efficiens* in *causa materialis*, ki jo utelešajo sodobne teorije vzročnosti kot procesa.

Ključne besede: pojmovanja vzročnosti, David Lewis, protidejstvena odvisnost, vzročni vpliv, vzročna izpraznitev.

Sašo Dolenc
Nujna kontingentnost zakonov narave

V sestavku analiziramo strukturno podobnost načela faktualnosti, ki ga je razvil francoski filozof Quentin Meillassoux, s krščansko doktrino kreacije. Pokažemo, da sta ti dve načeli povezani s ključnimi metodološkimi predpostavkami moderne novoveške znanosti, ki temelji na eksperimentalni metodi. V prvem delu podrobno predstavimo Meillassouxov filozofski pristop, ki ga je razvil v svojem ključnem delu *Po končnosti,* v katerem vpelje koncept korelacionizma, s katerim poskuša

na novo opredeliti možne oblike odnosa med mišljenjem in bivajočim. Korelacionizem definira kot način zavrnitve vsakega možnega spoznanja absoluta, ki ga razume kot realnost, ki je absolutno ločena od subjekta. V drugem delu se osredotočimo na Meillassouxjev dokaz, da je absolut mogoče misliti, oziroma da lahko korelacionizem ovržemo. V tretjem delu pokažemo, da je Meillassoux formuliral nekaj podobnega krščanski doktrini kreacije, vendar brez sklicevanja na Boga. V zadnjem sklopu izpeljemo sklep, da znanstvena vednost lahko seže po absolutu, kot ga definira Meillassoux.

Ključne besede: Quentin Meillassoux, spekulativni materializem, kontingentnost, filozofija znanosti, zakoni narave.

Miroslav Gomboc

Libbrechtov primerjalno filozofski model

Prispevek prikazuje Libbrechtov primerjalno filozofski in primerjalno religiološki model, ki je kozmološki in antropološki, saj hkrati pojasnjuje vesolje in človekove osnovne zmožnosti spoznavanja oziroma temeljne načine bivanja. Spoznavne zmožnosti so racionalno spoznavanje oziroma razumsko modeliranje sveta, neposredno celostno spoznavno izkustvo posameznosti in mistično občutje celovite, vseobsegajoče resničnosti. Uporaba različnih spoznavnih zmožnosti je tesno povezana s paradigmatskimi osnovami pogledov na resničnost. Osnove modela so koncepti energije, informacij ter njunih porazdelitev. Razločevanje med energijo in informacijami je le epistemološke narave. Energija se ne pojavlja brez informacij in obratno. Model se je izkazal za koristen pripomoček pri primerjanju razumevanja celovitosti dominikanskega redovnika Mojstra Eckharta in budističnega zen mojstra Dōgena. Strukturiran je namreč podobno kot celovita resničnost, kakor sta jo razumela navedena redovnika zelo različnih religiozno-filozofskih izročil.

Ključne besede: kozmološki modeli, Ulrich Libbrecht, primerjalna filozofija, primerjalna religiologija, antropologija, algebrska struktura.

Božidar Kante

Deontologija uma ali srca?
Modeli sveta etike: Kant in/ali Dostojevski

Na prvi pogled se zdi, da si ne bi mogli zamisliti bolj protislovnih modelov etičnega sveta, kot sta opisana predvsem v zgodnjih Kantovih delih in v Dostojevskega povesti *Zapiski iz podtalja*. V popularni literaturi povezujejo Kanta predvsem s poudarjanjem, da moramo vselej ravnati iz dolžnosti, Dostojevskega pa (še posebej v povesti *Zapiski iz podtalja*) s pojmom muhaste, neomejene in samovoljne svobodne volje. Nič nenavadnega ni, če sta ti dve poziciji označeni kot »deontologija uma« in »deontologija srca«. V prispevku pokažemo, da se je Kant v svojem delu *Religija v mejah čistega uma* zelo približal stališčem podtalnega človeka. To Kantovo delo prežema – kljub radikalnemu zlu, ki je neizogiben spremljevalni pojav človečnosti – pojem moralnega upanja in božje milosti, ki vodita k odrešitvi človeka. Človek je s spremembo srca – to je beseda, ki jo Kant pogosto uporabi – zmožen prevladovati svoja nagnjenja in postati boljši človek. Četudi Kant ne opredeli podrobno, kaj naj bi ta sprememba srca pomenila, pa je jasno, da se v veliki meri odpoveduje racionalnosti moralnega agenta in postavlja v ospredje pojem svobodne volje. To pa je ravno tisto, kar najde svoj najbolj pregnanten in natančen izraz v razmišljanjih podtalnega človeka.

Ključne besede: etika racionalnosti, etika srca, svobodna volja, Kant, Dostojevski.

Sebastjan Vörös

Mistika: med molkom in govorico

V članku obravnavam odnos med mistiko in govorico oz. natančneje, proučujem možnosti, če in na kakšen način lahko mistično izkustvo, za katerega je značilno preseganje osebne (personalne) ravni zavesti in vstop v nad-osebno (transpersonalno) zavestno raven, v kateri pride do zloma razlike med subjektom in objektom, izrazimo z razumsko-jezikovnimi sredstvi, za katere se zdi, da so osnovane ravno na dihotomni členitvi na subjekt in objekt, ki naj bi ga mistično izkustvo preseglo. »Točko stika« med tema dozdevno nezdružljivima in nesoizmerljivima načinoma dojemanja sveta vzpostavim v Wittgensteinovem pojmu »kazanja« ter v tej luči preučim nekaj temeljnih oblik izražanja neizrazljivega, ki se jih poslužujejo mistiki vseh časov: molk, dejanje, kreativni nesmisel, paradoks, zanikanje in svetopisemska prispodoba.

Ključne besede: mistika, neizrekljivo, molk, jezik, logika.

ABSTRACTS

Miha Nemevšek

The Standard model of elementary particles, neutrinos and LHC

Use of symmetries in theoretical physics is a basic tool for understanding the interactions among elementary particles at high energies. In this contribution, we discuss the evolution of the Standard model of elementary particles and establish the presence and also the lack of symmetries of the model with an emphasis on the fundamental left-right symmetry, parity. In this model, parity is broken spontaneously, which means that left-right symmetry is preserved at high energies but absent at low scales. The preservation of parity in left-right symmetric models has led to the prediction of neutrino mass long before their experimental discovery. Moreover, this model provides an understanidng of neutrino mass via the seesaw mechanism, which relates the smallness of neutrino mass to the high scale of left--right symmetry. A peculiar feature of this model is the existence of the Majorana mass for neutrinos that leads to the breaking of lepton number which is preserved in the Standard model. At the end of the paper, we examine the physical consequences of the left-right symmetric model and identify the current relevant experiments. These take place at both, the highest energies available in the laboratory at the Large Hadron Collider, and also at very low energies in underground laboratories, by searching for the neutrinoless double beta decay in nuclei.

Keywords: Standard model of elementary particles, neutrino masses, weak interactions, parity, symmetry breaking.

Miha Lukšič

Theories and models of nature in chemistry

The article deals with theoretical ways of explaining nature in chemistry. In the introduction, we emphasize that chemistry is, in the first place, the science about transformations of substances, and the distinction of chemistry from physics is outlined. Reflections about reduction lead us to the conclusion that all chemical concepts cannot be derived from fundamental physical theories. The article advocates not only epistemological but also ontological autonomy of chemistry. Next, we show that the role of experiment and theory doesn't correlate with the Popper

scheme and that the hypothetico-deductive method should not be understood in the strict sense since testing chemical hypothesis is no necessarily the main activity of chemistry. A short historical outline brings us to the conclusion that the concept of the chemical element represents one of the fundamental chemical concepts. Element in the Mendeleev periodic table is considered as a theoretical concept; we deal with an idealized system of idealized elements. The concept of molecule and of the chemical sign language, which can be taken as one of the most powerful predictive theories in science ever, is next debated. In the conclusion, the article deals also with the relation between real and model systems used in physical chemistry to model natural phenomena, and closes with the typology scheme of models and their essential components.

Keywords: chemistry, reduction, model, chemical element, molecule.

Andrej Ule

On quantum-mechanical models of consciousness

I present the main models of consciousness as a quantum phenomenon or as the phenomenon which is in a narrow relationship with the quantum mechanics: the constitutive role of the observer's consciousness in the measurement, consciousness as a part of the implicate order of reality, many-worlds (and many-minds) theories, quantum theory of synaptic bounds (Beck-Eccles), theory of orchestral reduction (Penrose-Hameroff), quantum models of the brain states, dual models of mind and matter, and partial similarities between consciousness and quantum phenomena. In the concluding part of the article, I discuss some relevant but still limited similarities between the structure of potentiality in quantum mechanics and in experiential consciousness.

Keywords: consciousness, quantum mechanics, observer, collapse of the wave function, potentiality.

Peter Lukan

Probability and scientific models of the world

After a short historical introduction and the presentation of the development of the division into epistemic and objective probability, the article deals with some basic views of the function of the theory of probability in physics. Two points are stressed in this regard, the role of the theory of probability in measurements and in physical theories themselves. Probability stepped into the natural sciences firstly with the theory of measurements and only after that into scientific models, its role changed physics drastically when it became an important theoretical factor in quantum mechanics. Probabilistic concepts in statistical physics, like entropy, the velocity distribution of molecules and probability density, allow for an epistemic as well as objective interpretation of probability, which is evidence that this distinction is blurred in physics. In the case of stable conditions, such as are present in experiments, both coincide and then also a deterministic interpretation is possible (in quantum mechanics, too). Scientific experience which is articulated with the help of probability theory always refers to an ensemble of indiscernible entities, the probabilistic description being possible in stable as well as in unstable conditions.

Keywords: probability, history of physics, quantum mechanics, theory of measurements, entropy, determinism.

Tina Bilban

Models of the observational process in classical and quantum physics, a phenomenological consideration

The observational process, based on the relationship between the observer, the observation and the observed, is one of the most important elements of the scientific method and understanding of the observational process is necessary for understanding science. In the present paper we investigate the understanding of the observational process in classical and quantum physics. Our investigation, based on philosophical and historical reconsideration, shows that the process of observation in classical physics is simplified: the observation and the observed are considered as equivalent and thus the role of the observer can be (seemingly) discounted. In quantum mechanics, this kind of simplified model is not possible anymore. Quantum phenomena are understandable and sensible only as long as we interpret them on the basis of the well-structured model of the process of observation, required by Husserl's phenomenologically based criticism as well. On the

basis of the well-structured model of the process of observation the understanding of quantum phenomena is possible. The need for reconsideration of the process of observation in quantum mechanics emphasizes the importance of rigorous philosophical examination of fundamental concepts in science and in particular the importance of understanding the process of observation for better understanding of science in general.

Keywords: classical physics, quantum mechanics, observational process, phenomenology.

Marko Uršič

Plato's Timaeus and the modern Luminet's model of the universe in the shape of dodecahedron

In his late dialogue *Timaeus*, Plato constructed the first complete philosophical-cosmological model, a systematical explanation of the origin and the development of the universe. The essential Platonic aspect of the beauty of cosmos is the mathematical symmetry, which is inherent also in the very basic constituents of matter, namely in four elements (earth, water, air, fire) and also in the »fifth element«, later named »aeither«, which was considered as composed of »atoms« – if we use the famous term of Democritus – in the shape of dodecahedron, i.e. the polyhedron which consists of twelve equilateral pentagons. In our time, nearly two and a half millennia after Plato, a French cosmologist Jean-Pierre Luminet has proposed a model of the cosmic space in the shape of a slightly spherical dodecahedron, and this model, due to its curious »multiply connected« topology, predicts the detection of »ghost images«, namely replicas of galaxies and other cosmic structures, coming from different periods of cosmological time. The verisimilitude of Luminet's model is actually not very high, however, it is interesting to notice that Platonic beauty (symmetry, invariance, harmony etc.) is still a very relevant factor in scientific modeling of the world.

Keywords: Plato, Luminet, dodecahedron, topology, beauty.

Olga Markič

Descartesova dediščina in vprašanje mišljenja in zavesti v kognitivni znanosti

After the scientific revolution of the seventeenth century the mechanical view of the world was introduced and scientists were searching for explanations in terms of causal natural laws. This kind of explanation was used for inanimate nature, but many scientists wanted to explain the behavior of living organisms with the help of the same method. Descartes thought that there is a gap between animals and humans. The behavior of animals can be explained by natural laws but the behavior of humans with the capacity to think can not be explained mechanically. Those who try to show that there is continuum can proceed in two directions: start top down and show that rational behavior of man is mechanical, or start bottom up and show that behavior of animals is intelligent. In the paper I show how these two paths – both part of Descartes' legacy, determine two approaches in cognitive science. Classical symbolic paradigm is a top down approach. It starts with the notions of folk psychology and shows how mental states are physically realized. In other words: how is rationality mechanically possible? A bottom-up approach provides an explanation by detailed exploration of neural mechanisms, directed to show how mental phenomena and rational behavior emerge as a product of evolution. These two paths also mark differences in approaching two challenges of naturalistic explanation: how a physical system can think about something (the problem of intentionality) and how can such system be conscious (the problem of consciousness).

Keywords: Descartes, cognitive science, representations, intentionality, consciousness.

Danilo Šuster

Causation – dependence and influence

According to the counterfactual theory of causation causes are difference-makers. Event *C* is a cause of an event *E* according to Lewis, if there is a suitable pattern of counterfactual dependence between various different ways a cause or something like it might have occurred and correspondingly different ways in which its effect or something like it might have occurred. Difficulties concerning the explanation of counterfactuals, causal asymmetry and causal preemption are the three main problems of the theory. Lewis's theory of causation as influence has great explanatory power, but the counterexamples point to a conceptual divide

between cause as a condition *sine qua non*, and more traditional combination of *causa efficiens* and *causa materialis* embodied in contemporary theories of causation as a process.

Keywords: concepts of causation, David Lewis, counterfactual dependence, causal influence, causal preemption.

Sašo Dolenc

The necessary contingency of the laws of nature

The structural similarity between the principle of factuality developed by the French philosopher Quentin Meillassoux and Christian doctrine of creation was analysed. It was shown that they are both linked to the fundamental methodological principles of modern empirical science. In the first part we introduce in detail an innovative approach to philosophy that was developed by Meillassoux in the book *After Finitude,* where he introduces the concept of correlationism, which seeks to redefine the shape of the relationship between thinking and being. Correlationism is defined as the modern way of rejection of any possible knowledge of the Absolute, which is defined as a reality that is absolutely separate from the subject. In the second part we focus on his proof that the Absolute is not something that we cannot think of, or that correlationism can be refuted. In the third section we show that Meillassoux formulated something similar to Christian doctrine of creation, but without reference to God. In the final part of the article we deduce the conclusion that the scientific knowledge can reach for the Absolute, as defined by Meillassoux.

Keywords: Quentin Meillassoux, speculative materialism, contingency, philosophy of science, laws of nature.

Miroslav Gomboc

Libbrecht's Comparative Philosophical Model

The article presents Libbrecht's comparative philosophical and religiological model, which is at the same time cosmological and anthropological, since it simultaneously explains the universe and Man's basic cognitive capabilities and ways of living. By cognitive capabilities we mean rational cognition or cognitive modeling

of the world, a direct holistic cognitive experience of uniqueness and a mystic sensation of a holistic, all-encompassing reality. The use of different cognitive abilities is closely related to paradigmatic underpinnings of views on reality. The model is based on the concepts of energy, information and their distribution. The distinction between energy and information is only epistemological in nature. Energy does not occur without information, and vice versa. The model has proved to be a useful tool for comparing the understanding of the integrity of a Dominican monk Master Eckhart, and a Buddhist Zen master Dōgen. Namely, its structure resembles the holistic reality as understood by the above monks, who come from very different religious and philosophical traditions.

Keywords: cosmological models, Ulrich Libbrecht, comparative philosophy, comparative religion, anthropology, algebraic structure.

Božidar Kante

Deontology of reason or deontology of heart?
Models of ethical world: Kant and/or Dostoevsky

At first sight it seems that we could not imagine more contradictory models of ethical world as those described above all in Kant's early works and Dostoevsky's tale *Notes from underground*. Kant is in scientific and popular literature known as the vigorous partisan of action from duty while Dostoevsky's antihero from *Notes from underground* represent the extreme defender of notion of the whimsical, absolute, and arbitrary free will. It is not odd that these two views are entitled to label of »deontology of reason« and »deontology of heart«, respectively. In the article we show how close Kant, in his work *Religion within the limits of reason alone*, comes to the views of man from underground. Man is, according to Kant's views from this work, capable – by the change of heart – to transcend his inclinations and become a better man. Notwithstanding the fact that Kant does not specify what would mean the change of heart, it is obvious that he denounces the rationality of moral agent and puts forward the notion of free will (to do good or to do evil). That position finds it most pregnant and exact expression in the thoughts and doings of the man from underground.

Keywords: ethics of rationality, ethics of heart, free will, Kant, Dostoevsky.

Sebastjan Vörös

Mysticism: between silence and language

The article deals with the relationship between mysticism and language or, more precisely, with the possibilities and ways in which mystical experience which characterized by transcending of personal and entrance into the trans-personal state of consciousness typified by the breakdown of subject-object dichotomy, can be expressed by rational and linguistic means, which seem to be grounded on the very subject-object dichotomy that mystical experience purportedly transcends. »The point of contact« between these two seemingly disparate and incommensurable ways of perceiving the world is placed in the Wittgenstein's notion of »showing« ,and on this conceptual framework some fundamental means of expressing the inexpressible that have been used by mystics of all time are then examined: silence, action, creative nonsense, paradox, negation and scriptural metaphor.

Keywords: mysticism, ineffability, silence, language, logic.

AVTORJI – AUTHORS

Dr. Miha Nemevšek
Institut »Jožef Stefan«
Jamova 39, Ljubljana, Slovenija
miha.nemevsek@ijs.si

Dr. Miha Lukšič
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
Aškerčeva 5, Ljubljana, Slovenija
miha.luksic@fkkt.uni-lj.si

Prof. dr. Andrej Ule
Univerza v Ljubljani
Filozofska fakulteta
Aškerčeva 2, Ljubljana, Slovenija
andrej.ule@ff.uni-lj.si

Peter Lukan
doktorski študent filozofije
na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani
5erlukan@gmail.com

Dr. Tina Bilban
podoktorska raziskovalka s področja filozofije
na Fakulteti za fiziko Univerze na Dunaju
tinabilban@gmail.com

Prof. dr. Marko Uršič
Univerza v Ljubljani
Filozofska fakulteta
Aškerčeva 2, Ljubljana, Slovenija
marko.ursic@ff.uni-lj.si

Izr. prof. dr. Olga Markič
Univerza v Ljubljani
Filozofska fakulteta
Aškerčeva 2, Ljubljana, Slovenija
olga.markic@ff.uni-lj.si

Prof. dr. Danilo Šuster
Univerza v Mariboru
Filozofska fakulteta
Koroška cesta 160, Maribor, Slovenija
danilo.suster@uni-mb.si

Doc. dr. Sašo Dolenc
Univerza v Ljubljani
Filozofska fakulteta
Aškerčeva 2, Ljubljana, Slovenija
saso.dolenc@gmail.com

Dr. Miroslav Gomboc
Univerza na Primorskem
Fakulteta za humanistične študije
Titov trg 5, Koper, Slovenija
mirko.gomboc@gmail.com

Prof. dr. Božidar Kante
Univerza v Mariboru
Filozofska fakulteta
Koroška cesta 160, Maribor, Slovenija
bozidar.kante@uni-mb.si

Sebastjan Vörös
mladi raziskovalec, doktorski študent filozofije
na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani
Aškerčeva 2, Ljubljana, Slovenija
sebastjan.voros@gmail.com