
O KVANTNOMEHANSKIH MODELIH ZAVESTI

A n d r e j U l e

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 počijo 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 zvenceh prisodob.

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* razlage 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 alocalnost (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.

Četrty razlog vidim v tem, da kvantna mehanika s svojim neznansko prefinjenim matematičnim aparatom *nenehno vznbuja 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 poglobitvinih 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 indeterminizem 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 mikrodlecev), 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 objektivni.« (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 nedoločnost 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 »ne-obvezne« 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 mikrodenci, 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 kvantno-mehanskimi 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 temnega 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 Whiteheadova 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 (*prehension*) 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, natančnejše 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*, natančnejše *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 mikrododelcev, jo je dejansko razvil angleški fizik David Bohm. De Broglie je predlagal, da valovno funkcijo razumemo kot matematični izraz stvarnega »valovanja, ki vodi« mikrododelce po njihovi poti. Ta teorija izhaja iz domneve, da morda kaki globlji, še neznani fizikalni vzroki povzročajo slučajno vedenje mikrododelcev, 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 Broglie za nekaj časa od nje odstopil.

Namesto o vodilnem valu Bohm govori o t. i. kvantnem potencialu, ki deluje alokarno, 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. *Eksplikatni 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 sovpadе z implikatnim redom*, oz. zavest posameznika nekako sovpadе 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 zavrit 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 nepojasnjene »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. Bryce DeWitt, David Deutsch) 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 opisano 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 natančno), 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 »kopenhagensčanov«, 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 skozi 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, tunnelskega učinka, premaga klasično gledano nepremostljive ovire (npr. pregloboko »jamo« v električnem potencialu). Tako se vzpostavi transfer ionov in elektronov med biomolekulami v sosednjih nevronih. Beckove in Ecclesove 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 nevrnalne 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 doživljanj z različno stopnjo intenzivnosti doživljanja. Tem elementarnim doživljanjem 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 nevalne strukture psihonov, interakcija med tako vzpostavljenimi nevroni in voljo pa vzbudi vtis perspektivnosti 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 nevalno mrežo. Toda to le odlaga vprašanje, kako razložiti sam fenomen perspektivnosti, 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 nevronske celice, imenovanih mikrotubuli. Po Penrosu elementarni dejji 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 novejša podrobnejša študija 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 do zavestnega doživljanja. 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 mikrodolcev (tako realnih dolcev kot ti. virtualnih dolcev, 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 vakuumška stanja. Aktiviranje nevronov v teh stanjih vodi h kratkotrajnim vznbuje-

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 izražajo 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 primer 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*:

PC1: 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.

PC2: 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).

PC3: 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 (zvestnega 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 kaknega 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 podsistemov, je več kot le vsota vedenj teh podsistemov, temveč predstavlja specifično kvantno prepletenost (*quantum entanglement*) podsistemov, ki je izrecno holistične narave in dopušča trenutne ne-lokalne učinke, npr. trenutne in kontrastne spremembe stanj v podsistemihi 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 *PCI-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-perspektivnosti« v kakršnokoli »perspektivnost«, 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 perspektivnosti«, 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 »kvantnolične« 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) ravno 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. nevronske ali sinaptične) 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 kvantnolične koherence in kvantnolične prepletenosti, ne da bi to terjalo nujno navezavo na »pravo« kvantno ravno 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 Hilbertovem 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 prezenze

(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 svetovima). 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.

L i t e r a t u r a

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 Exakten 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 Encyclopedia 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). »Whiteheadian approach to quantum theory and the generalized Bell's theorem.« *Foundations of Physics*, Vol. 9, 1/2: 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). »Whiteheadian 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.