

O možnosti smotrnostnega vzroka v biologiji

IGOR JERMAN*

POVZETEK

V moderni biologiji teleološki vzrok nima nobenega mesta. To je povsem razumljivo, če gledamo na življenje s stališča klasičnih znanstvenih konceptov, kjer je prostor le za učinkujoči in materialni vzrok, in v nekaterih modernih organističnih zasnovah tudi za formalni. Toda klasični znanstveni koncepti ne morejo zaobjeti dinamike, ki je bistvena za globlje razumevanje življenja. Nova znanstvena paradigma, ki je utemeljena na dinamiki kot bistveni značilnosti objektov, je med drugim sposobna identificirati tudi posebno vrsto teleoloških vzrokov v živih sistemih.

ABSTRACT

ABOUT THE POSSIBILITY OF TELEOLOGICAL CAUSE IN BIOLOGY

In contemporary biology teleological cause has no place. From the standpoint of biology based on classical scientific concepts it is most understandable since there is room only for the efficient and material causes and in some modern organicist conceptions of life also for the formal one. But classical scientific concepts fail to understand dynamics which is essential for deeper understanding of life. New scientific paradigm, based on dynamics as essential property of objects, is among other things capable of identifying a sort of teleological causes in living systems.

ARISTOTELOVI ŠTIRJE VZROKI IN BIOLOŠKA MISEL

Biologija pozna v svoji zgodovini dve glavni obdobji razvoja: obdobje, ko je bila "potopljena" v filozofijo (Antika) ali naravoslovje (Novi vek), in obdobje, ko se je pojavila kot samostojna disciplina (konec 18. stoletja). V tem sestavku teh dveh obdobjev ne bomo posebej razlikovali, temveč bomo v zvezi z idejami o življenju govorili kot o biologiji, pa čeprav se je v resnici le-ta pojavila relativno kasno.

Že na samem začetku oblikovanja znanstvene misli v zibelki evropske civilizacije - Stari Grčiji sta se utemeljili dve temeljno razlikujoči se ideji o osnovni naravi življenja. Eno je oblikoval Aristotel, drugo Demokrit. Po Aristotelu je - na kratko rečeno - živo bitje spoj materije in forme (kot tako vse, kar obstaja), pri čemer ga obvladuje **notranja**

* Inštitut za bioelektromagnetiko in okolje, IBEMA, Gradaška 10, 61 000 LJUBLJANA, Slovenija.

smotrnost. V živih bitjih deluje poseben življenjski princip (psiha). Poleg učinkujočega in materialnega vzroka delujeta tu tudi formalni in smotrnostni, slednji je celo najpomembnejši. Za razliko od Aristotela, je atomist in determinist Demokrit v živih bitjih videl zgolj določeno **kombinacijo atomov**, ki se gibljejo po strogo vnaprej določenih poteh. Z vidika Aristotelovih vzrokov gre torej le za materialni in učinkujoči vzrok, niti za formalnega ni več prostora, kaj šele za smotrnostni. Temeljno nasprotje med obema pogledoma nam dejansko da prav analiza vzročnosti. Vzroka, ki sta pri enem idejnem vzoru (paradigmi) videti bistvena za obstoj življenja, pri drugi paradigmi sploh ne obstajata.

V nadaljevanju se je biološka misel, to je izgradnja osnovnih konceptov o naravi življenja, razvijala v oscilacijah med tema dvema paradigrama. Tako je na primer renesančni pogled skoraj povsem povzegal Aristotelovega. Prevladujoči pogled ob začetku novega veka je bil pod močnim vplivom Galilea Galilea, Descartesa, Leibniza in drugih filozofov ter je v skladu s tem zelo favoriziral mehanicizem. To je bil seveda napredek glede na animistične, z mitološkim načinom mišljenja prepojene predstave o svetu, organizmih in življenju v dobi renesanse. Mehanika in z njo povezana stroga zakonitost vsega dogajanja sta postali glavno vodilo pri teoretični razlagi sveta in življenja. Tako še niso videli nobene prave ločnice med živim in neživim svetom, vsa naravna telesa so vodili isti neizprosni zakoni mehanike. Tiktakanje ure in rastlinska produkcija plodov sta bila na primer za Descartesa v osnovi enaka (mehanska) procesa.¹

Takemu pogledu je proti koncu 18. stoletja sledila močna reakcija v aristotelovski smeri. Tudi k tej so v veliki meri prispevali sočasni filozofi, zlasti Kant in literat Goethe. Naenkrat je postalo jasno (seveda tudi na podlagi čedalje popolnejših empiričnih podatkov), da za kompleksno zgradbo in delovanjem organizmov ne more stati le slepa in preprosta mehanika, temveč neki povezovalni princip - **princip notranje organizacije**.

Same ideje organizacije, ki je postala v tem obdobju bistvena za definicijo in razumevanje življenja, si ni bilo moč zamisliti brez nekega cilja. Ta ni bil več vsiljen od zunaj, temveč je imel svoj izvor v sami organizaciji. Organicizem 18./19. stoletja je na eni strani tako zopet obnovil smotrnostni (teleološki) vzrok, na drugi pa prek Goetheja v zvezi z njegovimi morfološkim raziskavami (prav on je skoval besedo morfolologija) tudi formalni vzrok. Živa bitja so tako postala povsem drugačna od nežive narave, kar je omogočilo rojstvo biologije kot posebne znanosti znotraj naravoslovja, kjer sta načeloma še vedno delovala le učinkujoči in materialni vzrok. Za življenje je bil torej značilen poseben princip, posebna sila, ki se je upirala neredu neživega sveta. In ta sila je nosila v sebi cilj in oblikovalno moč. Organicizem tega obdobja je bil s tem vitalistično obarvan, vendar se je precej razlikoval od vitalizma-animizma prejšnjih obdobij, kjer je bila življenjska sila razumljena kot zunanja glede na živo bitje in glede na naravo.

Organicističnemu obdobju, ko je prišlo do pravega razcveta biologije, so sledile različne faze razvoja biološke misli, katerih skupni imenovalec je bilo postopno uveljavljanje mehanicistične paradigme, postopno izganjanje smotrnostnega in formalnega vzroka. Za to sta bila zaslužni zlasti biokemija v 19. in v začetku 20. stoletja ter molekularna biologija v drugi polovici stoletja. Navkljub protestom vitalistov in organicistov se je oblikoval in uveljavljal nazor, da je živo bitje v osnovi zelo kompleksna (bio)kemijska "tovarna". Razen v posebnih primerih vegetativnega razmnoževanja, nastane vsak organizem iz ene same celice. Geni v njej so nosilci informacije za izgradnjo

¹ Jacob, F. (1974), *The logic of living systems*, Allen Lane, London, str. 32-44.

organizma, za kar konkretno poskrbi na fizikalno-kemijskih zakonih utemeljena asociacija genskih produktov. Geni kot molekule so torej nosilci formalnega vzroka, ki pa dejansko ne deluje kot formalni, temveč kot učinkujoči. Formalni vzrok je torej bolj ali manj le navidezen, odvisno od interpretacije vzročno-posledične verige med geni in končno obliko organizma. Tu načeloma vladajo le fizikalno-kemijski zakoni (po načelih učinkujočega in materialnega vzroka), ki ne puščajo veliko svobode avtonomnosti formalnega vzroka. Drugače je s teleološkim vzrokom. Ta je seveda eksplicitno pregan iz moderne interpretacije življenja, nikakor pa ne implicitno. V bioloških razlagah organizmov in življenja kar mrgoli ugotovitev, da je ta in ta vrsta razvila take in take organe, da se je lahko prilagodila takemu in takemu okolju in preživela. Za sodobno biologijo je tako značilna funkcionalistična (funkcijska) razlaga: neki organizem ima ta in ta organ, da opravlja tako in tako nalogo (funkcijo). Ta naloga pa je v dani ekološki niši nujna za preživetje. Skrben analitik bo hitro ugotovil močne teleološke poudarke. Pravilna razlaga v okviru moderne sintetične teorije evolucije (neodarvinizma) je seveda, da je zaradi slučajnega pojava (slučajna variabilnost) take in take značilnosti pri nekem organizmu le-ta dobil boljšo reprodukcijsko zmožnost in se je zato bolje razmnoževal. S tem se je začela zaradi dednosti ta značilnost uspešno razširjati v okviru dane vrste ali populacije. Tu ni nobene ciljnosti, le strogi mehanizem (zakonitost) selekcije pri omejenih izvorih, slučajni variabilnosti, hiperprodukciji potomcev in dednosti.² Tak sistem ne deluje le v živem svetu, temveč lahko tudi v računalniški simulaciji³ - in tu ni ne duha ne sluha o smotrnostnem vzroku, vse se da razložiti zgolj z materialnim in učinkujočim vzrokom.⁴

Prevladujoča moderna biologija je torej mehanicistična, na konceptualni liniji Demokrita, vendar ni brez reminiscence formalnega in smotrnostnega vzroka. Na njenem obrobju se razvija in postopoma uveljavlja organicistična, ki skuša močno utemeljiti predvsem formalni vzrok kot povsem avtonomen (ireducibilen na učinkujočega in materialnega). V principu, ki udejanja organizem kot dinamično strukturo, pravzaprav vidi tudi temeljni princip življenja. Ta ima svoje zakonitosti in se ga ne da reducirati na fizikalno-kemijske zakone. Se pa ta misel, zlasti v svoji zelo izdelani strukturalistični varianti, izogiba vnašanju smotrnostnega vzroka, zato lahko rečemo, da je nekaj med Aristotelovo in Demokritovo paradigmo življenja.

SMOTRNOSTNI VZROK IN FUNKCIJSKA RAZLAGA

Moderna organicistična misel se izogiba smotrnostnemu vzroku, prav tako mehanicistična. Vprašanje je, če v biologiji dejansko ni prostora zanj. Drugače rečeno, treba bi se bilo poglobiti, ali ni v neki obliki smotrnosti vzrok vendarle pomemben za popolnejšo razlago življenja. Tak pristop se lahko zdi marsikomu skorajda heretičen, češ, znanost je že zdavnaj opravila s teleologijo, vendar ni treba imeti pred očmi vedno stereotipnih mitoloških oziroma transcendentnih pojmovanj smotrnostnih vzrokov.

2 To neizprosno logiko evolucije je v svoji knjigi *Slučaj in nujnost* dobro opisal Jacques Monod: Monod, J. (1983), *Slučajnost i nužnost*, Pečat, Beograd.

3 Tak poskus sta na primer naredila Eigen in Schuster, ko sta utemeljevala svojo hiperciklično teorijo o nastanku življenja. Glej Eigen, M., Schuster, P. (1979), *The Hypercycle*, Springer-Verlag, New York, str. 6-28.

4 Kar se da simulirati z računalnikom, se da načeloma simulirati tudi z ustrezno zgrajenim mehanskim sistemom (avtomatom).

Teoretik znanosti Marx Wartofsky na primer ugotavlja, da se biologija zlasti zaradi napredka v molekularni biologiji in biokemiji približuje razmeram fizikalne znanosti, kajti njeni zakoni so čedalje bolj matematično izrazljivi.⁵ Vendar ugotavlja obstoj še druge vrste zakonov, ki niso izrazljivi v numerični obliki in bi jih lahko imenovali **funkcijski**. Gre za to, da z njimi izražamo funkcijo nekega dela v celotnem organizmu. Z drugimi besedami, prek funkcijske razlage utemeljujemo razlog obstajanja dela ali procesa v organizemski celoti. Na primer rečemo, da je funkcija srca poganjanje krvi po telesu. Funkcijska razlaga je na nek način teleološka, saj lahko v našem primeru mirno rečemo namesto *funkcija srca - smisel, smoter, cilj obstoja srca* v organizmu. Funkcijski tip razlage je v biologiji ne samo pogost, temveč tudi utemeljen. Z odgovorom na vprašanje, kakšen je smoter (funkcija) srca v organizmu, smo razložili njegovo vlogo, mesto v sistemu odnosov med posameznimi organi organizma. Znotraj instrumentalističnega naziranja znanstvenih teorij⁶ lahko funkcijsko razlago razumemo kot primeren (npr. ekonomičen, preprost) način urejanja naših opažanj o življenju - in tu seveda ne more biti večjih problemov. V tem primeru nam taka razlaga pač nadomešča okorno, ki bi na dolgo prikazovala vlogo srca z vidika mehanizmov evolucije. Drugo pa je, če začnemo razumeti funkcijsko razlago pod pokrovom realističnega nazora o znanstvenih teorijah in začnemo verjeti, da je srce v evoluciji nastalo zaradi svoje funkcije. Tedaj začnemo v biologijo eksplicitno vnašati smotrnostni vzrok, na katerega se zlasti opira vitalizem, povsem nasprotuje pa moderni mehanicizem in do neke mere celo moderni organizicizem. Potreba po srcu, njegova bodoča vloga bi bili namreč vzrok srčevega evoliucijskega nastanka.

Subtilna analiza problema v luči neodarvinistične teorije evolucije bi pokazala, da je potreba po srcu posredno botrovala njegovemu nastanku. Srce je lahko nastalo le v razmerah, ko je bila kakršnakoli variacija v njegovi smeri (npr. odebelitev glavne žile) selekcijsko prednostna. Toda - in to je ključno - taka variacija je (po neodarvinistični razlagi) nastala povsem slučajno, se pravi brez zveze s svojo bodočo večjo selekcijsko prednostjo in seveda brez zveze z nekakšno evoliucijsko linijo, ki se zaključi v izoblikovanem srcu. Ko pri študiju neke evoliucijske linije gledamo od določenega časa *nazaj*, uporabljamo radi tudi funkcijsko razlago. Gledano z vidika realnega poteka evolucije (od nekega časa *naprej*) pa ni tu nobenih linij, temveč le točke naključnih sprememb (variacij), ki se nato neizprosno ovrednotijo v zunanem in notranjem okolju organizmov. Kar je reprodukcijsko neuspešno, prej ali slej propade. Nastanek variacije, ki nima nobene zveze z njeno funkcijo oziroma uspešnostjo, dejansko pomeni popolno izrinjenje pravega smotrnostnega vzroka iz prizorišča uveljavljene neodarvinistične biološke razlage.

Smelo vprašanje, ki si ga moramo zastaviti, je, ali je smotrnostni vzrok v biologiji možen le v nekakšnem instrumentalističnem, virtualnem oziroma prenesenem smislu, ali pa ima lahko tudi realno ontološko osnovo. V slednjem primeru to pomeni, da **cilj oziroma funkcija nekega organa ali dela organizma vsaj vpliva na nastanek tega organa ali dela**. Z vidika zdravega razuma bi to zahtevalo neke vrste inteligenco, sposobno predvidevanja. Dejansko je bila vsaj nižja stopnja inteligence, kot je znano, odkrita že pri velikem številu zlasti više razvitih živalskih vrst - in tu lahko tudi z vso

⁵ Wartofsky, M. (1968), *Conceptual Foundations of Scientific Thought*, The MacMillan Company, New York, str. 261-263.

⁶ O različnih nazorih glede znanstvene teorije glej Nagel, E. (1961), *The structure of science*, Rotledge & Kegan Paul, London, str. 106-152.

upravičenostjo govorimo o smotrnostnem načinu vedenja oziroma o smotrnostnih vzrokih. Toda na ravni evolucije ali osebnega razvoja (ontogenije) organizmov ni bila odkrita še nobena inteligenca. Še več, razen nekaterih redkih izjem,⁷ ni bila pri evoluciji odkrita nikakršna povratna zveza med pojavom variacije in njeno funkcionalnostjo; zato govorimo, da so variacije naključne. Spoznanja moderne molekularne biologije potrjujejo utemeljenost takega naziranja. Nikjer ni nobene inteligence, obstajajo le zapleteni in vsega občudovanja vredni molekularni mehanizmi. Do inteligence, ki je sposobna neki oddaljeni cilj povezati s trenutnim razvojem sistema, lahko pride šele na ravni dovolj zapletenih možganov, ne pa na molekularni ravni.⁸

Ker pa se zavedamo, da tak pogled odraža le določeno notranje skladno skupino idej (kakor tudi lahko pojmujeemo paradigmo), ki močno kroji ne le teoretično biološko misel, temveč tudi smeri empiričnih raziskav in interpretacijo njihovih izsledkov, si lahko dovolimo podvomiti v njeno vsezveličavnost. Na življenje in organizme se da gledati tudi čisto drugače, ne da bi s tem negirali pozitivna spoznanja empiričnih bioloških raziskav. Šele bistveno spremenjen pogled omogoča rešitev nekaterih starih problemov, na primer problema smotrnostnega vzroka v biologiji, ne da bi zašli na stara neproduktivna pota klasičnega vitalizma.

DINAMIČNO POJMOVANJE ŽIVJENJA

Dualizem moderne znanstvene razlage

Mnogi elementi moderne znanstvene razlage in razumevanja sveta (kar vključuje tudi življenje in živa bitja) so se izoblikovali že v antiki. S tem v zvezi bi zlasti omenili atomiste (Pitagora, Empedokles, Demokrit) in Platona. Atomisti so ustvarili močno in vplivno predstavo o svetu kot sestavljenki iz osnovnih elementov (Empedokles) ali nedeljivih delcev (Demokrit), ali kar matematičnih bitnosti (Pitagora). Atomi so sami v sebi nespremenljivi in imajo s tem značaj Parmenidove biti, toda med seboj se prepletajo v nešteti kombinacijah in s tem ustvarjajo dinamični realni svet. Atomi tako združujejo na videz nezdržljivi ideji nespremenljivega bistva in nenehnega gibanja realnih bitnosti, kar pomeni določen dualizem. Dualizem sam je zlasti utemeljil Platon s svojo predstavo o generično primarnem svetu nespremenljivih in popolnih idej ter o izkustvenem svetu spreminjanja (svetu senc).

Ta dualistična predstava se je razvijala naprej v novem veku, pa najsi je šlo za odkriti atomizem (Gassendi, Boyle) ali le za pogrevanje pitagorejsko-platonistične paradigme (R. Bacon, Galileo, Newton). Vedno je bilo nespremenljivo nekaj osnovnega, bistvenega (npr. zakon, princip), spremenljivo pa površinsko in nebistveno. Znanstvena razlaga slednjega temelji na spoznanjih nespremenljivih bitnosti (zakonov). Tako je postala

7 Glej na primer: Cairns, J., Overbaugh, J., Miller, S. (1988), The origin of mutants. *Nature*, vol. 335, str. 142-145 ali Cullis, C. A. (1988), Control of variation in higher plants, v *Evolutionary Processes and Metaphors*, John Willey & Sons Ltd, str. 49-61.

8 Dejansko se tudi tu pojavljajo zamisli o možnosti inteligence tako na molekularni ravni, glej npr. Liberman, E.A., Minina, S.V., Shklovsky-Kordi, N.E. (1989), Quantum molecular computer model and a pathway to the union of sciences. *BioSystems*, 22: 135-154, kot na ravni celice: Hameroff, S.R. (1988), *Coherence in the cytoskeleton, Biological Coherence and Response to External Stimuli*, Springer Verlag, Berlin, str. 242-265.

površinsko pojmovana dinamika utemeljena na (*temeljni*) statiki, dialektika na metafiziki. Z drugimi besedami, gibanje sploh nima svoje prave substančnosti, svoje ontološke biti, je le nekakšen epifenomen, kar se da lepo videti zlasti pri deterministih. Tu je **vs**a kozmična celota, ki vključuje preteklost, sedanost in prihodnost, dana v vsakem trenutku, spreminjanje je tako rekoč le navidezno. Od tu je le še korak do Parmenidovega nauka o resnici (nespremenljivem) in videzu (spremenljivem).

Takemu razvoju človekove teoretične misli je nedvomno botrovala praktičnost, bližina zdravorazumskemu dojetanju in relativno lahka razvidnost razlage. Dualistična razlaga sveta se je lepo obnesla v primeru fizike: trdni, neizprosnni zakoni in povsem v skladu z njimi gibajoči se predmeti. Nekoliko se je zalomilo pri kvantni mehaniki, ko se je svet pokazal nerazumljivo drugačen; pa se je le našla rešitev - v statističnih zakonih in v odpovedi ontološki interpretaciji fenomenov. V takih okvirih tudi svet kvantne mehanike postane lepo obvladljiv na klasičen dualističen način.

Fizika kot mati naravoslovnih znanosti je s svojo metodologijo in načinom razlage močno vplivala na ostale naravoslovne discipline, tako tudi na biologijo, zlasti po "padcu" organicizma v 19. stoletju. Tudi tu je postal ideal razlagati življenje in njegove pojave na osnovi nekih nespremenljivih načel in zakonov. Življenje samo kot proces je tako postajalo čedalje bolj epifenomen, tako rekoč senca lastnega ogrođja (zakonov).

Dinamika kot osnovna bitnost

Toda nobenega apriornega razloga ni za tako v osnovi statično razlago in pojmovanje življenja, ki predstavljata "uvoz" naravi življenja tuje metodologije. Življenje je že na prvi pogled nekaj globoko dinamičnega, prav tako živo bitje. Le-to ohranja svojo kontinuiteto le prek nenehnega spreminjanja. Spreminjanje je torej za organizme nekaj bistvenega - misel, ki ni tuja ne neodarvinistom ne njihovim nasprotnikom. Le malokdo pa se nad tem zamisli ter z mešanico zaskrbljenosti in presenečenosti ugotovi, da je treba radikalno spremeniti teoretično pojmovanje organizmov in življenja. Preprosto: če je dinamika res temeljna za življenje, potem mora **postati proces primarna ontološka bitnost**. Ta kopernikanski preobrat bo morala biologija storiti prej ali slej, če bo hotela genuino razlagati predmete svojega raziskovalnega področja. Večno ne bo mogla udobno posnemati fizike in kemije in se samovšečno hvaliti, kako postaja čedalje bolj eksaktna.

V biologiji kot avtonomni znanosti preprosto ne moremo obravnavati dinamike kot nečesa površinskega, kar je treba reducirati na osnovnejše, v osnovi metafizične, bitnosti. Če se strinjamo, da je dinamika v jedru življenja in organizmov, moramo zapustiti klasičen (lahko bi celo rekli izmaličen) pogled na organizme kot na **spreminjajoče se objekte** in jih začeti obravnavati kot **samo-stabilizirajoče se, samo-organizirajoče se in samo-usmerjene procese**. Tu gre resnično za kopernikanski preobrat, saj smo načeloma navajeni pojmovati dinamiko v smislu dualizma gibajočih se objektov v statičnem prostoru. Proces skušamo vedno fiksirati v statičnem prostoru. Zelo težko, če ne nemogoče, se nam zdi pojmovati proces kot dinamično bitnost samo v sebi, brez statičnega "zaslona". Toda na to metodološko nujnost tu samo opozarjam, saj se bo treba z njo spopasti na bolj abstraktnih ravneh, kot je teoretična biologija.

Z našega bolj praktičnega vidika lahko torej organizme pojmujeemo v zgoraj opisanem smislu in se stalno zavedamo, da proces v nobeni svoji fazi ni nekaj statičnega, temveč nenehno spreminjanje. Tako spreminjanje ni le osnova procesom, ampak tudi strukturam. Strukture so izvedene iz procesa kot nekakšni njegovi stabilni vidiki,

podobno kot je oblikovana površina reke, čeprav se slednja stalno giblje. Različne bolj ali manj statične strukture, ki so tako značilne za organizme, predstavljajo stabilne vidike življenjskega procesa in so torej v osnovi dinamične. Še več, strukturni vidiki organizmov, ki jih raziskujemo, so v podobnem odnosu do življenjskega procesa, kot je oblika priobalnega morskega dna do valujočega morja. So le nekakšni odtisi, neme priče svojega tvorca. Zaradi nenavadnosti takega pogleda še enkrat opozarjam, da to niso kake svojevoljne domišljajske spekulacije, temveč logične posledice kopernikanskega obrata, ko postavimo proces za primarno bitnost in statične strukture kot iz njega izvedene, sekundarne.

Problem potencialnosti

Čisti proces nam je zaradi dosejanega atomističnega in platonističnega pojmovanja sveta praktično nerazumljiv, nedostopen. Kopernikanskega preobrata v mišljenju, ki ga zahteva razumevanje čiste dinamike kot osnovne bitnosti, ne moremo opraviti na hitro, zgolj ob kratkem poglobljanju ali čitanju tega članka. Tu je potrebno veliko več časa in intelektualnega navora. Zato se ga bomo lotili s stališča njegovega izražanja in normalnega razumevanja. V tej luči se nam proces kaže kot nenehno pojavljanje novih oblik (struktur), izginevanje pravkar obstoječih. Pri tem so bodoče strukture nekako "zamotane" v sedanje, podobno kot je odrasla rastlina "zamotana" v kalčku. Tudi z vidika moderne molekularne biologije so bodoče oblike razvijajočega osebka skrite v njegovi genetski osnovi kot informacija. Informacija tu predstavlja **potencial** bodočega razvoja. Tako klasični pogled, v našem primeru pa stvari niso tako preproste, saj koncept informacije povsem temelji na dualističnem pojmovanju sveta in predstavlja nekaj v osnovi statičnega. Vendar pa imamo tudi pri procesnem konceptu življenja opraviti s potenciali. Ali kot je rekel Whitehead: "Sedanjest je uresničitev potencialov preteklosti in je skladišče potencialov bodočnosti..."¹⁰ Bodočnost živega procesa (vključujoč bodoče strukture) obstaja v sedanosti na način **potencialov**.

To se sliši preprosto in neproblematično, toda ontološki status potencialov, možnosti, je bil že od nekdaj velik problem za filozofe.^{11, 12, 13} Težko se je opredeliti, ali obstajajo potenciali neodvisno od našega uma, ali so le predmeti našega mišljenja? Če velja slednja možnost, potem lahko še vedno operiramo s potenciali, vendar z zavestjo, da so to le modeli brez pravega korelata v realnem svetu.¹⁴ Toda kdor se pogloblja v življenje in v razvoj organizmov, se ne more znebiti močnega vtisa, da potenciali niso le miselni konstrukti, temveč da imajo svoj poseben ontološki status. V skladu z Whiteheadom lahko ugotovimo, da potenciali bistveno vplivajo na bodoči razvoj življenjskega procesa v organizmu (preprosteje rečeno, na razvoj organizma); so torej **realni dejavnik** razvoja organizmov in življenjskih vrst.

9 Logiko tega kopernikanskega preobrata je lepo obdelala v svoji doktorski disertaciji Alison Watson (Watson, A. (1985), *The birth of structure*, University of Sussex.

10 Glej Leclerc J. (1958), *Whitehead's Metaphysics*. George Allen & Unwin Ltd., London, str. 96.

11 Quine, V.W. (1963), *From a logical point of view*, Harper and Row, New York, str. 2-5.

12 Lycan, W. (1979), *The trouble with Possible Worlds, The possible and the actual*, Cornell Univ. Press, Ithaca and London.

13 Tu se namreč pojavlja še vrsta pomembnih vprašanj, kot na primer, ali sta dve predpostavljeno isti bitnosti v dveh možnih svetovih identični ali ne. Glej Chisholm, R. M. (1979), *The ontology of the possible, v The possible and the Actual*, Cornell Univ. Press, Ithaca & London, str. 80-87.

14 To je dejansko osnovno naziranje instrumentalističnega pogleda na znanstvene teorije.

Če pojmuemo potenciale kot realne, potem jim moramo, da ostanemo konsistentni, tudi pripisovati neko realno bit. Potenciali torej obstajajo, vendar ne kot tisto, kar naj bi se iz njih razvilo. Obstajajo kot nekaj drugega - kot neki drugi vidik istega procesa, ki lahko privede do uresničitve samega potenciala. Zgled za to nekoliko abstraktno formulacijo bi bil naslednji. Potencial drevesa kot neko *možno bodoče drevo* je "zavit", skrit v realno obstoječem semenu, oziroma še točneje, kalčku. Tega seveda ne smemo pojmovati kot bolj ali manj statično strukturo, marveč kot relativno zgodnjo fazo nekega procesa, katerega mnogo kasnejša faza bo odraslo drevo.

Logika in procesno pojmovanje potencialov

Ravno v tem, dinamičnem, pojmovanju identitete - v skladu z našim kopernikanskim preobratom - je prostor za realni obstoj potencialov. Dinamika se namreč upira klasični dvovrednostni logiki, osnovi novoveškega znanstvenega mišljenja. V strogih okvirih, ki jih začituje klasična logika (in v veliki meri tudi druge, na njej temelječe), je v ontologiji možno samo dvoje: nekaj bodisi obstaja, bodisi ne obstaja, tretjega ni (*tertium non datur*). Dinamične bitnosti, zlasti če je dinamika njihova temeljna lastnost, pa so logično zelo težko "ulovljive". Kakor koli se trudimo ujeti - to je fiksirati - gibanje, vedno pridemo k znanim Parmenid-Zenonovim paradoksom: če se nekaj giblje, potem ni ne tam, kjer je (ker bi v tem primeru stal pri miru), ne tam, kamor gre (iz istega razloga). Je torej "nekje vmes", vmes med poljubno blizu izbranimi točkama na njegovi poti, na nek način nikjer (v smislu fiksnih koordinat). Ker pa seveda predmet nekje le je, lahko iz tega izvedemo sklep, da gibanje presega normalno človekovo logiko in koncepte, ki temeljijo na njej. Če nas ta nemoč pretrese, smo tako rekoč prisiljeni razviti novo logiko, na katere podlagi gibanje ne bo več izvor paradoksov, temveč nekaj povsem naravnega. O razvoju take logike bomo pisali kdaj drugič, zaenkrat naj povemo le, da poleg klasičnih dveh vrednosti potrebuje še najmanj tretjo za različna navidezna protislovja. Na njej temelječa ontologija - genuina ontologija dinamičnih bitnosti - bo morala upoštevati tudi tretjo možnost med čistim bivanjem in ne-bivanjem: nekakšno "megleno" bivanje. V takem meglenem bivanju je na koncu koncev vse, kar se spreminja, je stalno v prehodu, neulovljivo. In tak meglen, prehodni, nedoločen ontološki status imajo tudi naši potenciali. Klasično pojmovano seme torej ni potencial drevesa, to je lahko šele "megleno" seme.

Fizikalni status potencialov

Ker v znanosti ne maramo meglenih pojmov, kot se sedaj kažejo naši potenciali, lahko poskušamo nekoliko podrobneje opredeliti možno fizikalno naravo potencialov. Enega najbolj iluminativnih prispevkov v tej smeri je dal britanski fizik David Bohm s svojo teorijo implicitnega reda.¹⁵ Za razliko od že omenjene vodilne (kopenhagenske) interpretacije kvantne mehanike, ki tako rekoč prepoveduje ontološko razlago kvantnih procesov, je Bohm razvil izvirno ontološko interpretacijo kvantne mehanike. Njen glavni pojem je t.i. **kvantni potencial**, ki poleg klasičnega potenciala usmerja kvantno mehanske procese. Posplošeno rečeno je kvantni potencial sposoben trenutno informacijsko povezati kvantne pojave med seboj ali z makroskopsko okolico.¹⁶ Filozofsko

15 Bohm, D. (1980), *Wholeness and the implicate order*, Routledge & Kegan Paul, London.

16 Da to ni le spekulacija nekaterih "čudaških" fizikov, pričča tudi eksperiment Aspecta in sodelavcev, ki potrjuje tako trenutno povezanost; Aspect, A., Dalibard, J., Roger, G. (1982), *Experimental test of Bell's inequalities using time-varying analyzers*. *Phys.Rev.Lett.*, vol. 49, str. 1804-1807.

gledano je kvantni potencial pravzaprav lep primer ponovnega uvajanja formalnega vzroka¹⁷ v fiziko, čemur seveda mnogi ortodoksni fiziki močno nasprotujejo. To je za nas dvakrat pomembno: prvič, ker nakazuje možno fizikalno naravo formalnega (raje bi mu rekli formativnega) vzroka v biologiji, in drugič, ker Bohm kvantni potencial povezuje s posebno ravniyo bivanja, ki ji pravi **raven implicitnega reda**. Ta red označuje kvantno mehanske procese preden postanejo merljivi, preden se "pozunanjijo", preden preidejo na raven razvidnega, našim čutilom ter instrumentom dostopnega **eksplicitnega reda**. V implicitnem redu stvari (ali dogodki, pojavi, procesi ipd.) niso tako jasno razločljivi kot v eksplicitnem redu. Med njimi namreč vlada medsebojna vzajemna in globoka (notranja) povezanost. Tu tudi ni več klasičnega prostora in časa. Zaradi teh lastnosti implicitnega reda, razlaga Bohm, so tako čudni mnogi pojavi kvantne mehanike. Ker smo znanstveni kategorialni in metodološki aparat znanosti gradili na načelih eksplicitnega reda, ne znamo pravilno pojmovati lastnosti implicitnega reda - odtod tudi prej omenjena "prepoved" ontološke razlage v uveljavljeni struji kvantne mehanike.

Z vidika naše osnovne teme je implicitni red pomemben, ker predstavlja nekakšen ontološki svet potencialov in ima podobne "meglene" lastnosti, kot smo jih že pripisali potencialom nasploh. Prehod potencialnega v uresničeno tu pomeni proces "ekspliciranja", oziroma prehod iz implicitnega v eksplicitni red. Bohmova ideja ni pomembna le zato, ker nudi nekakšno fizikalno zatočišče potencialom, temveč tudi zato, ker daje na plan koncept reda. Posredno pove, da ontologije potencialov ne moremo utemeljevati na konceptu klasičnega kartezianskega reda, temveč na precej drugačnem. To pa se ravno tako navezuje na naše že obravnavane ugotovitve o nujnosti nove logike in metodologije za razumevanje dinamike in sveta potencialov; dejansko potrebujemo nov konceptualni sistem.

Svet potencialov, ki izhaja iz Bohmove teorije implicitnega reda, ni statičen, to ni svet otrplih Platonovih idej zunaj časa in prostora. Nekateri potenciali se uresničujejo (oziroma eksplicirajo), pri čemer drugi potenciali, ki so se nanašali na isti dogodek in se niso uresničili, ostanejo v implicitnem redu in lahko na subtilne načine še vedno vplivajo na potek realnih dogodkov. Časovna linija dogodkov oziroma razvoj nekega procesa je pravzaprav kontinuirano ekspliciranje določenih momentov implicitnega reda. Ob vsakem dogodku se seveda spremenijo potenciali za bodoče dogodke; eksplicirajo oziroma eksplicitni red torej tudi povratno vpliva na implicitnega, v skladu z že citirano Whiteheadovo tezo, da je sedanjost skladišče potencialov bodočnosti. Pomembno je, in to je sestavni del Bohmove teorije, da potenciali, torej sestavine implicitnega reda, vplivajo na potek realnega toka dogodkov, tudi če se nikoli sami ne uresničijo. Gre za to, da je v implicitnem redu vsak potencial na holističen način povezan z drugimi potenciali in tako soudeležen pri njihovi eventualni eksplicaciji.

V Bohmovem implicitnem redu in njegovem odnosu do eksplicitnega sveta lahko brez posebnih zadržkov gledamo moderno inačico Aristotelovega formalnega vzroka delujočega na ravni fizikalne realnosti. Proces implicitnega reda ne deluje na dogodke eksplicitnega reda po načelu učinkujočega vzroka (oziroma je tak učinek zanemarljivo šibak). Po Bohmu na primer vplivnost kvantnega potenciala (osnovne fizikalne entitete implicitnega reda) praktično ne pada z razdaljo, kar je tuje naravi sil, ki delujejo po načelu učinkujočega (gibalnega) vzroka.

17 Glej tudi Bohm, D.J., Hiley, B.J. (1975), *On the Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Mechanics, Foundations of Physics*, vol. 5, št. 1, str. 93-109.

DINAMIČNO POJMOVANJE ORGANIZMOV IN SMOTRNOSTNI VZROK

Če se po tem daljšem utemeljevanju dinamičnega pojmovanja organizmov vrnemo k naši osnovni temi smotrnostnega vzroka, si moramo najprej v grobem ogledati, kaj je organizem z vidika teorije o implicitnem in eksplicitnem redu. Z eksplicitnega vidika je organizem bolj ali manj to, kakor ga pozna in raziskuje biologija - samoorganizirani skupek različnih organov in tkiv, katerih delovanje je v splošnem usmerjeno k individualnemu preživetju in čim bolj uspešni reprodukciji. Z vidika dinamike je v vsakem trenutku njegovo nadaljnje preživetje ali smrt v sferi potencialov, prav tako nadaljnja uspešna ali neuspešna reprodukcija. V implicitnem redu torej sobivajo tako potenciali za preživetje kot za smrt, za uspešno ali neuspešno reprodukcijo. Prav tako so tu različni potenciali za spremembo organizma, ki lahko pripeljejo do pojava novih vrst. Če pristajamo samo na realnost eksplicitnega reda, tedaj ti potenciali seveda nimajo nikakršnega učinka na bodoči razvoj osebka oziroma vrste. Če pa vključimo v naše razumevanje življenja tudi implicitni red, tedaj se situacija radikalno spremeni: entitete implicitnega reda, kot smo že omenili, namreč lahko subtilno vplivajo na proces eksplicacije (na tok pojavov in dogodkov v realnem svetu). Z drugimi besedami, potencial za ugodno spremembo organizma lahko vpliva na svojo realizacijo. Če v njem gledamo cilj (to je seveda stvar našega dogovora), potem lahko govorimo, da cilj učinkuje na procese v organizmu. Tu gre nedvomno za neke vrste teleološki vzrok, čeprav se precej razlikuje od klasičnega pojmovanja. Hkrati ta teleološki vzrok ni povsem razdvojljiv od formalnega, saj gre tudi za načelo *udejanjanja* inherentnih možnosti.

Težko je reči, da vpliva potreba po srcu na lastno evolucijo, saj pred pojavom srca verjetno ni (vsaj subjektivne) potrebe po njem. Obstaja le evlucijski potencial nekaterih življenjskih vrst, da razvijejo srce, in večja možnost preživetja vrst (seveda v določeni ekološki niši), ki to razvijejo. Na ravni implicitnega reda je oboje med seboj povezano in oboje subtilno vpliva na aktualne evlucijske procese. Podobno je z razvpito Lamarckovo žirafa (dejansko prednikom žirafe): njeno stegovanje vratu ima vpliv na procese v implicitnem redu, saj spreminja kompleks njenih evlucijskih potencialov. Slednji pa povratno vplivajo na realno evlucijo žiraf. Napor organizmov ima po dinamičnem pojmovanju življenja lahko evlucijski učinek, vendar ne na preprost način, kot da bi želja že sama po sebi razvijala organe. Med naporom organizma in konkretno evlucijo je zelo subtilen in kompleksen proces implikacije in eksplicacije, ki ne daje nujno premočrtnih rezultatov.

ZAKLJUČEK

Teleološki vzrok je v današnji biologiji (vsaj v teoriji) izrinjen iz obravnavanja. Z vidika eksplicitnega reda - izraženege reda, ki se ga da razumeti na podlagi klasične dvovrednostne logike, je "izgon" smotrnostnega vzroka povsem upravičen in razumljiv. Pojmovanje organizmov kot dinamičnih entitet seveda spreminja klasičen kartezianski red (eksplicitni red) in sproža vprašanja redefinicije tako logike kot metodologije, ontologije in reda. Model, ki se najbolj približa dinamičnemu pojmovanju bioloških bitnosti, je Bohmov model dveh ravni realnosti, ki med seboj tvorita kontinuum in ki ju označujeta dva reda: vsem poznani eksplicitni in težko doumljivi implicitni red. Ta novi okvir dojemanja sveta v ničemer ne zanika tega, kar že poznamo, temveč to le bistveno

dopolnjuje. V njem ne najde svoje popolne potrditve le formalni vzrok (s pojmom kvantnega potenciala), temveč se odpirajo vrata tudi smotrnostnemu vzroku, pa čeprav ima nekoliko drugačno konotacijo, kot v klasičnem vitalističnem obravnavanju. Gre za to, da lahko potencial za ugodno spremembo vpliva na tok dogodkov in smeri svoje realizacije. Pomembno je ugotoviti, da je to z vidika do sedaj razvite in na spoznanjih kvantne mehanike utemeljene teorije implicitnega reda le *možnost*, in nič več. Kako konkretno potenciali vplivajo na dogodke in kako je to (če je) razvito pri organizmih, pa je stvar veliko podrobnejšega teoretičnega in empiričnega raziskovanja. Nedavno odkritje možnosti, da bakterije vplivajo na svojo lastno evolucijo, možnosti teleološkega vzroka vsekakor daje določeno težo.