

UNIVERZA V LJUBLJANI
FILOZOFSKA FAKULTETA
ODDELEK ZA FILOZOFIJO

ELVIS ČEHIĆ

**AUTOPOIESIS: ORGANIZACIJA, EMERGENTNE
LASTNOSTI IN OKOLNI SVET MINIMALNIH
AVTOPOETSKIH SISTEMOV**

Diplomsko delo

Mentor: doc. dr. Sebastjan Vörös

Univerzitetni študijski program prve
stopnje: Filozofija (E)

Ljubljana, 2018

Izjava o avtorstvu

Izjavljam, da je diplomsko delo v celoti moje avtorsko delo ter da so uporabljeni viri in literatura navedeni v skladu s strokovnimi standardi in veljavno zakonodajo.

Elvis Čehić

Ljubljana, november 2018

Rad bi se zahvalil svojemu mentorju doc. dr. Sebastjanu Vörösu tako za izkazano potrežljivost kot tudi strokovno pomoč pri usmeritvi mojega diplomskega dela. Hvala tudi moji mami Ivanki, očetu Samirju in sestri Aidi, saj so me med celotnim študijem filozofije vseskozi spodbujali ter vedno verjeli vame. Posebej se moram zahvaliti še svoji zaročenki Kristini, ki ne le, da je bila zmeraj moj glavni vir motivacije, temveč je v procesu nastajanja diplomske naloge pomagala tudi s konstruktivnimi pripombami.

Izvleček

Autopoiesis: organizacija, emergentne lastnosti in *okolni svet* minimalnih avtopoetskih sistemov

Diplomsko delo skuša na podlagi avtopoetske teorije Humberta Maturane in Francisca Varele odgovoriti na vprašanje “Kaj je življenje?”. Opis živih bitij prestavi v systemske termine, kjer poudarek ni niti na fizikalnem aspektu biološkega življenja (biokemičnih lastnosti organizma) niti na metafizičnih terminih, ki skušajo razlagati globalno raven biološkega življenja, kot je to teleologija, temveč na krožni organizaciji živih sistemov, ki so primarno obravnavani v svoji enotni karakterizaciji in iz katerih so izpeljane emergentne lastnosti, ki so tipično najdene šele na globalni ravni sistema. Poleg tega naloga obravnava še dva problemska sklopa, in sicer: umestitev avtopoetske teorije med opozicijo redukcionalizma in vitalizma ter vlogo znanstvenika v avtopoetski teoriji.

Ključne besede: autopoiesis, organizacija, kognicija, signifikacija, okolni svet, fenomenologija, celica.

Abstract

Autopoiesis: the organization, emergent properties and *umwelt* of minimal autopoietic systems

Undergraduate thesis tries to, on the basis of Humberto Maturana's and Francisco Varela's autopoietic theory, answer the question “What is life?”. It shifts the description of living beings on systemic terms, where the focus is not neither on the physical aspect of biological life (the biochemical properties of the organism), neither is it on metaphysical terms such as teleology; the emphasis is on the circular organization of living systems, that are primarily deemed in their unitary characterization, from which the emergent properties that are typically found only on the global level of the system, are explained. This thesis also turns an eye to two problematic themes, which are: the role of autopoietic theory between the opposition of reductionism and vitalism; and the role of a scientist in autopoietic theory.

Keywords: autopoiesis, organization, cognition, signification, *umwelt*, phenomenology, cell.

KAZALO

Uvod	6
1. Živa bitja: avtopoetske enote	7
1.1 Autopoiesis	7
1.2 Organizem kot avtopoetski stroj	11
1.3 Celica: minimalni avtopoetski sistem	17
1.4 Filozofske implikacije	22
2. Filozofska refleksija	23
2.1 Redukcionizem in vitalizem	23
2.2 Znanstvenik kot avtopoetski sistem	24
3. Zaključek	27
4. Literatura in viri	29

Uvod

V zaključnem delu, ki je pred nami, bomo spoznali avtopoetsko teorijo, kot sta jo izvorno predstavila Humberto Maturana in Francisco Varela. V sami osnovi gre za odgovor na vprašanje "Kaj je življenje?". Pri tem ne gre za nek površinski odgovor, temveč za generativno mehaniko, ki nekaj sploh šele naredi za živo. Gre za poskus prve konkretne ločnice med živim in neživim.

Avtopoetska teorija je zelo široka in razvejana. Izvorna avtorja teorije sta se v kasnejšem razvoju slednje razšla zaradi nerazrešenega medsebojnega akademskega spora. Kot posledico tega razhoda imamo danes dva drastično različna pola avtopoetske teorije. V kontekstu diplomske naloge se bomo osredotočali predvsem na kanonična dela, ki so izšla pred omenjenim sporom in so rezultat skupnega dela obeh avtorjev.

Čeprav avtopoetska teorija razlaga celoten spekter nam znanih živih organizmov, ki vključuje tudi nas same, se bom sam osredotočil predvsem na avtopoetsko razlago minimalnega živega organizma, to je celice. Kot bomo videli, ta velja za osnovo celotne avtopoetske paradigme, na podlagi katere je moč razložiti ne le rudimentarne biološke fenomene, temveč tudi višje fenomene, kot sta kognicija in signifikacija.

Avtopoetska teorija je interdisciplinarna teorija, s katero sta Maturana in Varela skušala biološke fenomene razložiti s pomočjo systemske teorije in filozofske refleksije. Cilj tega zaključnega dela je prikazati »autopoiesis« kot nujni in zadostni pogoj za fenomen življenja in na podlagi tega pričeti prikaz generativne mehanike tega, kar smatramo za višje fenomene, ki se jim je biološka paradigma vztrajno izogibala. Mednje prištevamo, kot smo že omenili, tudi kognicijo in signifikacijo.

Spoznali bomo tudi fenomenološko plat minimalnih avtopoetskih sistemov in pokazali, da že tako minimalna oblika biološkega življenja, kot je celica, na podlagi svoje autopoiesis ustvarja svoj lasten okolni svet in ima svojo lastno unikatno fenomenologijo. Na koncu bomo, sicer le kratko, nakazali na nekatere zanimive posledice, ki jih ima avtopoetska obravnava živih organizmov.

1. Živa bitja: avtopoetske enote

Cilj naloge je torej prikazati živa bitja skozi idejo o »autopoiesis«. Ker gre v večji meri za sistemsko obravnavo vsega živega, bomo biološki organizem morali predstaviti v sistemskih terminih, pri čemer ne bo šlo za biokemični opis notranjih bioloških entitet, temveč za sistemski opis odnosov, ki takšnim entitetam sploh omogočajo, da obstajajo kot enota.

Preden se lotim takšnega orisa biološkega življenja, bom zavoljo boljšega razumevanja najprej na kratko opisal, kaj autopoiesis sploh je, v sklopu tega pa tudi, kakšne prednosti ima avtopoetska teorija v primerjavi s sodobnimi biološkimi razlagami življenja. Nato bom živa bitja predstavil v sistemskih terminih in nakazal razloge za sistemsko obravnavo živih bitij. V zadnjem delu poglavja, ki je za nalogo osrednjega pomena, bom predstavil celico kot minimalni avtopoetski sistem in poskusil prikazati tako celici lastno fenomenologijo kakor tudi rudimentarno osnovo kognicije.

1.1 Autopoiesis

Auto-poiesis v grščini pomeni dobesedno samoprodukcija ali samokreacija. V uvodu k eseju z naslovom *Biology of cognition* (1980) Maturana izpostavlja, da je termin *autopoiesis* skoval zato, ker sta bila z Varelo nezadovoljna z izrazom "krožna organizacija" živih sistemov, saj ta nezadovoljivo izraža avtonomijo živih bitij, ki bi morala biti očitna že na prvi pogled. Menila sta namreč, da je ravno avtonomija ena izmed osrednjih lastnosti vseh živih bitij¹ (Maturana 1980).

Autopoiesis v prvi vrsti označuje organizacijo živega bitja. Varela v enem izmed svojih kasnejših člankov npr. postavi domnevo, da so vsi organizmi »fundamentalno proces konstitucije identitete« (Varela 1997, 2). Avtopoetska organizacija je torej taka, da se v svojih notranjih procesih stalno nanaša nazaj sama nase. Skozi to samonanašanje pa konstituira tako avtonomijo kot sebi lastno identiteto.

Vendar to še zdaleč ni vse. Skozi razne emergentne lastnosti, ki izhajajo iz avtopoetske organizacije (več o slednjih kasneje), pridemo do razlage mnogih fenomenov. Nekateri izmed teh so evolucija, adaptibilnost, reprodukcija in nenazadnje tudi jezikovanje (ang. *language*)

¹ Avtonomija je le nujni in ne zadostni pogoj za življenje. Kot pravita Maturana in Varela v *Drevesu spoznanja* (1998): »S tem nočeva reči, da so živa bitja edine avtonomne entitete. [...] Vendar je avtonomija ena izmed najočitnejših lastnosti živega bitja« (40).

in kognicija. Navedeni seznam ni izčrpen in skozi nalogo se bomo v večji meri osredotočali le na nekatere izmed navedenih.

Pri terminu *autopoiesis* torej ne gre zgolj za okrajšavo »krožne organizacije«, temveč gre za označbo samega bistva, ki si ga deli vse, kar smatramo za živo. Imenovati nekaj za avtopoetsko je enako kot reči »to je živo bitje«. Ali kot to izrazi Varela: »Tako autopoiesis poskuša zajeti mehanizem ali proces, ki generira *identiteto* živega, in tako služiti kot kategorična distinkcija med živim in ne-živim« (Varela 1991, 81).

Tako se je, deloma s pomočjo te besede, začela celotna paradigma autopoiesis. Autopoiesis, pravi Maturana, je »beseda brez zgodovine, beseda, ki je lahko neposredno pomenila to, kar se dogaja v dinamiki avtonomije, primerne živim sistemom« (Maturana v: Maturana in Varela, 1980, XVII). Za kanonično definicijo avtopoetskega sistema velja ta, ki jo je Varela uporabljal v seriji publikacij v 90. letih, saj, kot izpostavljata Froese in Stewart (2010), se je ravno ta začela uporabljati kot primer izvorne teorije autopoiesis v sodobni enaktivistični literaturi. Glasi se:

»Avtopoetski sistem – minimalna organizacija, ki šteje za živo – je sistem, ki neprestano proizvaja sestavine, ki ga določajo, medtem ko ga (ta sistem) hkrati realizirajo kot konkretno enoto v prostoru in času, kar omogoča mreža, ki skrbi za proizvodnjo njegovih sestavin. Povedano natančneje: avtopoetski sistem je organiziran (definiran kot enota) kot mreža procesov produkcije (sinteze in destrukcije) sestavin na tak način, da te sestavine:

- (i) neprestano regenerirajo in realizirajo to omrežje, ki jih proizvaja, in
 - (ii) konstituirajo ta sistem kot prepoznavno enoto, v domeni v kateri same obstajajo.«
- (Varela 1997, 75).

V osnovi gre za to, trdi Varela, da moramo, če želimo izpostaviti avtonomijo kot osrednjo lastnost živih sistemov, v jedro teorije postaviti dve med seboj povezani propoziciji: 1) da so živi organizmi v svoji osnovi »proces konstitucije identitete« in 2) da identiteta kot emergentna lastnost organizacije organizma slednjemu omogoči referenčno točko za domeno možnih interakcij med njim in njegovim okoljem. Avtopoetski sistem na isti mah z emergenco identitete pridobi tudi domeno vseh možnih interakcij; hkrati pa organizem pridobi zmožnost signifikacije, tj. osmišljanja informacij, kar je emergentna lastnost domene možnih interakcij (Varela 1997, 73–74).

Vprašati se moramo le še, zakaj sploh potrebujemo koncept autopoiesis. Imamo namreč občutek, da bi lahko vsak izmed nas zlahka razlikoval med živimi in neživimi stvarmi. A vendar je presenetljivo ravno to, s kakšno težavo nam bo nek biolog podal jasne in enoznačne kriterije

za razlikovanje med živimi in neživimi sistemi. Ravno to je izvorna dilema, s katero sta se soočala Maturana in Varela, oba šolana biologa, ko sta ustvarjala prve zametke teorije autopoiesis. Iz tega razloga se mi zdi smotrna kratka predstavitev prednosti, ki avtopoetsko razlago življenja odlikujejo napram sodobnim biološkim razlagam življenja. V sklopu te predstavitve se bom v večji meri opiral na knjigo z naslovom *Mind in life* (2007), ki jo je napisal eden izmed pomembnejših poznavalcev avtopoetske teorije Evan Thompson.

Prednosti avtopoetske teorije

»Vprašanje o tem, kako in kdaj se je življenje začelo, je neločljivo povezano z vprašanjem o tem, kaj naj bi živ sistem sploh bil. Če je cilj opredelitev tega, kako in kdaj je življenje vzniknilo, potrebujemo jasen način karakterizacije tega, kar ločuje žive sisteme od neživih« (Thompson 2007, 95).

V zgoraj navedenem delu Thompson navaja tri pristope k pojmovanju življenja, ki prevladujejo v biologiji:

- 1) Genetsko-reproduktivno pojmovanje življenja: ena generacija bakterij proizvede naslednjo generacijo bakterij; v tem pristopu se »življenje« nanaša na historično kontinuiteto in evolucijo.
- 2) Ekološko pojmovanje življenja: v tem pogledu organizmi niso zgolj indivuumi, ki so vključeni v historično reprodukcijo dane populacije, temveč so vpeti v interakcijo z okoljem, skozi katero spreminjajo sam svet, v katerem živijo tako sami kot tudi njihovi potomci.
- 3) Individualno pojmovanje življenja – Thompson ga izrazi na naslednji način: »Predpostavi, da opazuješ en sam primerek. Lahko je vrsta bakterije, novoodkrita meduza, sintetični supramolekularni kompleks ali nov insektu podoben robot. Potem pa se vprašaj: Ali gre za živo bitje ali ne?« (ibid., 96)

Dodaja še, da je moderna molekularna biologija individualno opredelitev življenja povsem zanemarila in svoj pogled skoraj ekskluzivno usmerila na genetsko-populacijsko pojmovanje. Thompson navaja Maturanov in Varelov argument (Maturana in Varela 1980, 96–111; Maturana in Varela 1998, 55–74), v katerem avtorja izpostavljata, da reprodukcija predpostavlja posameznika in proces reprodukcije, skozi katerega se posameznik razmnožuje; potemtakem posamezni primerek logično in empirično predhodi tako reprodukciji kot

evolucijskemu procesu selekcije. Ali drugače: individualno pojmovanje življenja ima logično prednost pred ostalimi.

Skozi zgodovino biologije je bilo predlaganih mnogo kriterijev, ki jim mora biti zadoščeno, da bi dan sistem klasificirali kot živ. Dandanes se v bioloških učbenikih ponavadi zgolj našteva razne karakteristike. »Takšni sezname po navadi vključujejo metabolizem, samovzdrževanje, genetski material DNA in RNA ter evolucijo skozi naravno selekcijo« (ibid.). Tak način klasifikacije, trdi Thompson, je opisovalen in ne pojasnjevalen. Kot pravita Maturana in Varela:

»Razlaga je vedno podana s strani nas kot opazovalcev, in osrednjega pomena je v njej razločiti to, kar se nanaša na sistem, kot konstitutivno njegovi fenomenologiji, od tega, kar se nanaša na našo domeno deskripcij, torej naše interakcije z njim, njegove sestavine in kontekst, v katerem je opazovan. Ker se naša deskriptivna domena poraja zato, ker hkrati gledamo enoto v njenih interakcijah v opazovalni domeni, se pojmi, ki se porajajo v domeni deskripcij, ne nanašajo na konstitutivno organizacijo enote (fenomena), ki jo razlagamo.« (Maturana in Varela 1980, 75)

In podobno: »[Č]e že ne moremo sestaviti seznama lastnosti živih bitij, zakaj ne bi predložili sistema, ki poraja vse fenomene, značilne za živa bitja?« (Maturana in Varela 1998, 40). To povzema tudi Thompson, ko pravi, da potrebujemo teorijo, ne pa seznama poljubno izbranih karakteristik, ki jih pogosto najdemo v stvareh, ki smo jih navajeni imenovati živa bitja.

Pri izdelavi teorije, ki bi razlagala generativno mehaniko živega sistema, je smiselno začeti pri minimalni obliki življenja, pravi Thompson. Takoj se nam ponudi celica. Ena izmed pogostejših definicij življenja je: »Vse, kar živi, je sestavljeno iz celic.« Vendar Thompson tukaj izpostavi dva problema, in sicer: 1) ta trditev temelji na opazki, da na Zemlji doslej še nismo odkrili živega sistema, ki ne bi bil sestavljen iz celic, vendar na podlagi tega ne moremo sklepati, da je takšna oblika življenja nemogoča ali da nikoli ni obstajala; in 2) definiranje življenja na podlagi celice je tautološko: »Življenje temelji na celicah, ker brez celic ni življenja. Da bi izstopili iz tautologije, moramo osnovne lastnosti celice določiti brez sklicevanja na pojem življenja. Z drugimi besedami: določiti moramo, kaj je to, kar celico naredi živo« (Thompson 2007, 97).

Teorija autopoiesis, kot sta jo izvorno zastavila Maturana in Varela, naslavlja vse izmed naštetih težav. Če povzamemo:

- 1) Sodobna biološka paradigma prepogosto zanemarja individualno obravnavo življenja; avtopoetska teorija življenja v prvi vrsti obravnava individualno in ima zato empirično ter logično prednost.
- 2) Sodobna biološka paradigma življenja klasificira na podlagi naštevavanja lastnosti, ki jih pogosto opazamo v stvareh, ki jih imenujemo živa bitja. Potemtakem gre tukaj za opisovalen in ne pojasnjevalen način klasifikacije življenja. Avtopoetska teorija življenja pojasnjuje, saj izpostavlja stvari, ki se temeljno nanašajo na generativno mehaniko živega sistema, in ima torej epistemološko prednost.
- 3) Sodobna biološka paradigma s klasifikacijo "Vse življenje je celično življenje" zapade v tautologijo, poleg tega pa vsebuje povsem neutemeljene predpostavke. Avtopoetska teorija se tautologiji izogne s tem, da določi, kaj je to, kar celico naredi živo, ne da bi se pri tem sklicevala na pojem življenja. Poleg tega pa se z upoštevanjem vloge opazovalca bolj ali manj izogne takšnim vrstam predpostavk.

Sedaj ko razumemo, kaj autopoiesis v osnovi sploh pomeni in zakaj jo potrebujemo, se bomo spustili v obširnejšo razlago avtopoetskih sistemov. V naslednjem razdelku bomo na podlagi Maturanovega in Varelovega eseja »Autopoiesis« (1980) organizem predstavili v sistemsko preobleko in tako odprli raziskovalno pot do obravnave konkretne celice in njene fenomenologije v kontekstu avtopoetske teorije.

1.2 Organizem kot avtopoetski stroj

Najprej predstavimo organizem v sistemski okvir. Maturana in Varela v omenjenem eseju svojo razpravo pričneta z mislijo, da je živo bitje kot stroj. Že na začetku zapišeta: »Očitno je, da so stroji enote; prav tako očitno je, da so narejeni iz sestavin, ki so opredeljene z določenimi lastnostmi, zmožnimi zadovoljiti določenih odnosov, ki v enoti določajo interakcije in transformacije taistih sestavin« (ibid., 77).

Tukaj avtorja že nakazujeta na krožno samodoločujočo se strukturo, ki je osrednjega pomena za avtopoetske sisteme. Stroj je torej enota, katere gradniki v svojem delovanju tvorijo mrežo interakcij (»določene odnose«). Pri tem pa velja, da ravno rezultat teh interakcij določa »interakcije in transformacije taistih sestavin«. Fizične lastnosti teh sestavin pa morajo biti

takšne, da takšno strukturo šele omogočajo. Zdi se torej, da je eksplikacija fizičnih lastnosti sestavnih delov stroja osrednjega pomena. Toda, nadaljujeta Maturana in Varela,

»[k]ar pa ni tako zelo očitno, je to, da dejanska narava teh sestavin in lastnosti, ki jih te lahko posedujejo – razen tistih, ki sodelujejo v interakcijah in transformacijah, iz katerih sestoji sistem – ni pomembna in je tako rekoč poljubna. V bistvu morajo kot pomembne lastnosti sestavin biti obravnavani odnosi, tj. mreža interakcij in transformacij, v katere lahko te vstopijo v delovanju stroja, ki ga integrirajo in konstituirajo kot enoto.« (ibid.)

Tukaj avtorja skušata vzpostaviti razliko med organizacijo in strukturo. Organizacija sistema označuje odnose med sestavinami, ki tvorijo dan sistem, in se ne ozira na njihovo fizično plat. Struktura pa označuje odnose in sestavine samih sestavnih delov stroja. Ta razloček avtorja razvidneje začrtata nekaj let kasneje v *Drevesu spoznanja*:

»Organizacija označuje tiste odnose, ki morajo veljati med sestavinami sistema, če naj bo le-ta pripradnik določenega razreda. Struktura označuje sestavine in odnose, ki sestavljajo posamezno enoto in uresničujejo njeno organizacijo.

Na stranišču, denimo, organizacija sistema uravnavanja višine vode obstaja v odnosih med pripravo, ki zaznava višino vode, in drugo pripravo, ki ustavlja dotok vode. Ta toaletna enota sestoji iz mešanega sistema plastike in kovine ter vsebuje plovec in odtočni ventil. To posebno strukturo pa je mogoče spremeniti, saj lahko plastiko zamenjamo z lesom, ne da bi s tem ukinili organizacijo stranišča«. (Maturana in Varela 1998, 39)

Organizacija stroja, sistema ali živega organizma je povsem neodvisna od konkretnih lastnosti njegovih sestavin. Popolnoma različne strukture in sestavine lahko uprimerjajo isto organizacijo: pri organizaciji je edino, kar šteje, mreža odnosov, ki jo te sestavine uprimerjajo. In vendar organizacija, če naj velja za konkretno entiteto, *mora* biti fizično udejanjena v konkretnem fizičnem prostoru. Njene dejanske sestavine *morajo* biti fizično definirane v tem prostoru in *morajo* posedovati zadovoljive lastnosti, ki ji omogočajo proizvajati odnose, ki to organizacijo določajo. Avtorja torej želita povedati, da moramo na živ organizem gledati kot na stroj v tem smislu, da ga moramo vzeti kot enoto, ki je strukturno povsem determinirana s strani odnosov med njegovimi sestavinami. Na živ organizem gledamo kot na sistem, kar pomeni, da smo pozorni le na odnose in sistemsko mehaniko, ki ta sistem omogočajo, in se pri tem ne oziramo na fizično plat realizacije tega sistema. Kljub temu pa moramo sprejeti, da mora organizem kot konkretna entiteta nujno biti tudi fizično uprimerjen v konkretnem prostoru.

Fizične lastnosti sestavnih delov organizma pa morajo biti takšne, da omogočajo mrežo interakcij, ki zadovoljijo krožno organizacijo živega stroja. Tako naj bi bilo mogoče govoriti o krožni samodoločujoči interakciji avtopoetskih sistemov, ne da bi se ozirali na razne fizične in termodinamične zakone, ki tako organizacijo sploh omogočajo.

A kako sedaj izvesti ta preskok od mehničnega stroja, ki ga je človek izdelal, do obravnavanja živega organizma kot stroja? Izčrpen odgovor je vse prej kot preprost, a vendar se ga da podati v obliki elementarne izjave: »Organizem je avtopoetski stroj.« Že enocelični organizmi posedujejo določene nenavadne lastnosti, ki jih v neživi naravi načeloma ni moč najti. Maturana in Varela pravita, da moramo naravo živih bitij prikazati tako, »da način, na katerega se pojavijo vse njihove nenavadne lastnosti, postane očiten« (Maturana in Varela 1981, 78).

Katera je torej ta lastnost, ki naj bi bila poleg enotne narave tako ključnega pomena za avtopoetski stroj? Maturana in Varela najprej izpostavita, da je avtopoetski stroj v svojem bistvu *homeostatski* stroj. Homeostatski stroj je take narave, da neko spremenljivko vzdržuje konstantno ali vsaj v strogo omejenem obsegu. Avtopoetski stroj pa je homeostatski na tak način, da je spremenljivka, ki jo vzdržuje konstantno, njegova lastna organizacija. Ta misel je razvidna iz prve izmed mnogih definicij avtopoetskega sistema:

»Avtopoetski stroj je stroj, ki je organiziran kot omrežje proizvodnih procesov (transformacij in uničenj) sestavin, ki: (i) skozi svoje interakcije in transformacije neprestano regenerirajo in realizirajo to omrežje procesov (odnosov), ki jih je proizvedlo; in (ii) ga (stroj) predstavljajo kot konkretno enoto v tem prostoru, v katerem le-te (sestavine) obstajajo tako, da določajo topološko domeno njegove realizacije kot tako omrežje.« (Ibid., 78–79)

To pomeni, da avtopoetski stroj skozi proizvodnjo lastnih komponent neprestano ustvarja in določa svojo lastno organizacijo. Tukaj gre v samem bistvu za izraz avtonomije in predvsem identitete, ki sleherni živ organizem loči od nežive narave. To je ta krožna struktura, ki je skupna vsem avtopoetskim sistemom. Maturana in Varela v *Drevesu* zapišeta, da je sistem avtonomen, »če določa svoje lastne zakonitosti, to, kar je njemu lastno« (1998, 40). Avtopoetski stroj pa to doseže s svojo krožno organizacijo. Posebnost avtopoetskih sistemov je, »da je njihova organizacija taka, da so sami svoj edini proizvod, pri čemer ni ločnice med proizvajalcem in proizvodom. Bitje in delovanje avtopoetske enote sta neločljiva, in to je njen poseben način organizacije« (ibid.).

Avtonomijo kot enega izmed ključnih aspektov oz. »nenavadnih lastnosti« organizma avtorja prvič utemeljujeta že v nadaljevanju eseja »Autopoiesis«, ko naštevata posledice avtopoetske organizacije. Tam je avtonomija opredeljena kot značilnost avtopoetskega stroja, da vse spremembe svojega stanja podredi vzdrževanju lastne organizacije, in sicer ne glede na obseg transformacij, ki bi jih v tem procesu lahko utrpel.

Naslednja lastnost, ki je ključna za avtopoetske sisteme, je *individualnost*. Individualnost izhaja iz tega, da avtopoetski stroj skozi produkcijo lastnih sestavin svojo organizacijo ohranja konstantno (saj je temu podrejeno vse, kar avtopoetski stroj počne) in tako neprestano vzdržuje svojo identiteto (Maturana in Varela 1981, 80). Z drugimi besedami: avtopoetska organizacija sistema tvori identiteto organizma. Organizem bo svojo edinstveno organizacijo, svojo sebi lastno identiteto vzdrževal kot konstantno spremenljivko, ne glede na vse spremembe, ki bi jih struktura tega sistema morala utrpeti v procesu »konstitucije identitete«. Sam proces konstitucije identitete pa poteka neprestano, kar pomeni, da delovanje avtopoetskega stroja *je* neprestana konstitucija identitete. Ko ta enkrat preneha, avtopoetskega stroja ni več. Avtonomija in identiteta gresta z roko v roki, ena izhaja iz druge, obe pa temeljita na enotnosti.

Zadnja lastnost, ki jo izpostavljata Maturana in Varela, je, da avtopoetski stroj nima *inputa* in *outputa*. S tem nasprotujeta tako komputacijski paradigmi kot reprezentacionalizmu. Avtopoetski stroj je neprestano tarča perturbacij (motenj) iz okolja. Zato mora, da bi svojo organizacijo (identiteto) vzdrževal konstantno, vsako perturbacijo kompenzirati. Kompenzacijo perturbacije pa bo dosegel skozi serijo notranjih sprememb, ki so vseskozi podrejene vzdrževanju lastne avtopoetske organizacije. S stališča znanstvenika, ki ta proces opazuje, se bo zdelo, da je perturbacija nek *input*, reakcijo organizma na to perturbacijo pa bo videl kot nek *output*. Pri tem pa moramo vseskozi ohranjati v mislih, da to spada v znanstvenikovo domeno opisov, ki nikakor ne predstavlja notranje generativne mehanike organizma, tj. ne razkriva avtopoetske organizacije živega stroja (ibid., 81).

Organizacija slehernega avtopoetskega sistema je realizirana na tak način, da določa domeno relevantnih kompenzacij. Domena kompenzacij vsebuje vse možne perturbacije, ki izvirajo zunaj samega sistema in ki jih je ta skozi serijo notranjih sprememb zmožen kompenzirati. Da avtopoetski sistem zmore kompenzirati določeno perturbacijo, pomeni, da je kljub njej svojo organizacijo zmožen ohranjati konstantno. Če sistem določene perturbacije ni zmožen kompenzirati, pride do dezintegracije, tj. do izgube avtopoetske organizacije (ibid.).

Povedano drugače: domena kompenzacij vsebuje vse, kar je živo bitje zmožno preživeti. Ker sam načeloma nisem zmožen preživeti padca iz desetega nadstropja, tak padec presega

mojo domeno možnih kompenzacij. Izguba moje lastne avtopoetske organizacije pomeni zame smrt, saj je avtopoetska organizacija nujni in zadostni pogoj za življenje.

Z besedami Maturane in Varele:

»Če so živi sistemi stroji, je trivialno očitno, da so fizični avtopoetski stroji: za takšne stroje je značilno, da spreminjajo materijo v same sebe tako, da je produkt njihove operacije njihova lastna organizacija. Vendar pa menimo, da velja tudi obratno: če je fizični sistem avtopoetski, je hkrati tudi živ. Trdimo, da je pojem *autopoiesis nujen in zadosten za opredelitev živih sistemov.*« (Ibid., 82)

Razlogi za eksplikacijo živega v sistemskem izrazju

Maturana v prispevku z naslovom »Autopoiesis, Structural Coupling and Cognition« (2002) oriše okoliščine, ki so privedle do klasifikacije živega organizma kot avtopoetskega sistema. Na samem začetku eseja se spominja, da se je leta 1960 vprašal: »Kaj se mora zgoditi v načinu konstitucije nekega sistema, da bi lahko slednjega na podlagi rezultatov njegovih operacij označil za živega?« (ibid., 5), malo zatem pa doda: »Moja hipoteza se ni nanašala na to, kakšen nek sistem je, temveč na to, da mi bo odnos med notranjo dinamiko sistema in rezultatom te notranje dinamike v okviru domene, v kateri sem ga opazoval, povedal, kaj ta sistem je. Sistem sem moral ustvariti, da bi ga lahko razumel« (ibid.).

Maturanov cilj je torej bil proučiti, kakšni sistemski odnosi vladajo v notranji dinamiki organizmov, da bi jih sploh lahko klasificirali kot žive. Iz tega tudi izhaja naslednje vprašanje, ki si ga je zastavil. To vprašanje se ne glasi več »Kaj je bistvo tega, kar opazujem?«, temveč »Kako delam to, kar kot opazovalec delam, ko opazujem?« (ibid., 6). Tukaj gre za subjektivni ontološki obrat v polju, ki je primarno objektivni in empirističen. Kot pravi Maturana:

»Narediti to spremembo je pomenilo vzeti slovo od mnenja, da obstaja nek od mene neodvisni zunanji svet, ki je na razpolago spoznavnim zmožnostim opazovalca. Namesto tega sem moral sprejeti, da gre pri védenju za skladne interakcije med entitetami, od katerih vsaka tvori strukturno determiniran sistem – tj. sistem, v katerem je vse, kar se mu zgodi oz. kar se z njim zgodi, neprenehoma določeno z načinom, kako je v tistem trenutku strukturiran.« (Ibid., 5–6)

Maturana pravi, da se mu je že pred tem zdela izjemno zanimiva lastnost živih bitij, da tvorijo diskretne avtonomne entitete, ki vse, kar doživijo, doživijo v odnosu do samih sebe. Prav tako velja, da vse, kar živa bitja počnejo, počnejo v odnosu do samih sebe. Tukaj mu je

samonanašanje avtopoetskega sistema prvič postalo očitno, razume pa ga zgolj v smislu dinamike molekularnih odnosov znotraj živega sistema. Na tej podlagi se lahko izkristalizira njegova prva postulatija: »Tako sem pomislil, da bi, če naj žive sisteme razumem in pojasnim na podlagi tega, kaj se jim in z njimi v življenju dogaja, moral kot temeljni pogoj njihovega obstoja kot živega sistema vzeti to, da so obstajali kot avtonomne entitete v obliki samovsebujoče, zaprte, molekularne dinamike samoprodukcije, ki so odprte toku molekul skozi njih« (ibid., 6).

Po sprejetju tega temeljnega pogoja za obstoj živih sistemov pride tudi do razlage geneze življenja. Tak sistem, pravi Maturana, je vzniknil, ko je v zgodovini Zemlje nastopil trenutek, »v katerem se je neka mreža molekularnih produkcij zaprla sama vase in tako konstituirala diskretno entiteto, v kateri so molekule, ki so bile proizvedene, realizirale taisto omrežje molekularnih produkcij, ki jih je proizvedlo medtem ko je [taista entiteta] hkrati realizirala svoje meje kot avtonomna totaliteta v molekularnem mediju, s katerim je bila v molekularni izmenjavi« (ibid., 7). Nato je Maturana podal svojo prvo definicijo živega sistema:

»Živ sistem je dinamična molekularna entiteta, realizirana kot enota, kot zaprto omrežje molekularnih produkcij, v kateri proizvedene molekule skozi medsebojne interakcije:

- a) rekurzivno konstituirajo isto omrežje, ki jih je proizvedlo; in
- b) določajo obseg omrežja in konstituirajo operacijske meje, ki jih ločijo kot diskretno enoto v molekularnem prostoru.« (Ibid., 7)

Kaj to sploh pomeni? Zaenkrat torej velja, da je živ sistem enota. Da je enota, je za Maturano pomenilo, da deluje kot »zaprto omrežje molekularnih produkcij«, kjer molekule, ki jih to omrežje proizvede, nastopajo v taistem omrežju produkcij, ki jih je proizvedlo. Da bi tak sistem deloval in vztrajal v svoji enotnosti, pa skozi isti produkcijski proces proizvaja tudi mejo, ki ga loči od okolja (molekularnega prostora). Kako pa nek skupek organskih molekul sploh postane avtopoetska enota? Kakšni so sistemski odnosi, ki konstituirajo celico kot avtopoetsko enoto? Kako vse to vpliva na razumevanje kompleksnejših sistemov, kot so recimo višje živalske vrste in ne nazadnje ljudje sami? Vsa ta in še nekatera druga vprašanja bomo obravnavali v naslednjem podpoglavju, kjer bomo spoznali celico kot avtopoetsko enoto z lastnimi zakonitostmi in identiteto. Spoznali bomo, v kakšnem odnosu je celica z okoljem in ali lahko pri celici kot minimalnem avtopoetskem življenju govorimo tudi o nekakšni obliki minimalne kognicije.

1.3 Celica: minimalni avtopoetski sistem

V *Drevesu* Maturana in Varela o izvoru živih bitij povesta sledeče:

»Ko so molekularne transformacije v morjih prvotne Zemlje dosegle to stopnjo [razvoja organskih molekul], se je lahko oblikoval določen tip sistema molekularnih reakcij. Se pravi, potencialna raznolikost in plastičnost v družini organskih molekul sta omogočili nastanek omrežij molekularnih reakcij, ki proizvajajo iste vrste molekul, kot jih vsebujejo, hkrati pa zamejijo prostor, v katerem nastajajo. Ta molekularna omrežja in interakcije, ki proizvajajo same sebe in določajo lastne meje, so, kot bomo videli kasneje, živa bitja.« (Maturana in Varela 1998, 33)

Na podlagi vsega, kar smo doslej povedali, že vemo, da je tukaj govor o genezi avtopoetskih enot. Najmanjše in najpreprostejše nam znane avtopoetske enote so celice. Celica samo sebe vzpostavi kot enoto z dejanjem razlikovanja. »*Enota* (entiteta, predmet) se poraja z dejanjem razlikovanja. In obratno: vsakič, ko opisujemo kako enoto v naših razlikovanjih, s tem impliciramo dejanje razlikovanja, ki jo opredeljuje in omogoča« (ibid.).

Kaj pa sploh je dejanje razlikovanja? »*Dejanje razlikovanja* je dejanje, s katerim naznačimo obstoj kateregakoli bitja, predmeta, stvari ali enote in ki izpostavlja nekaj, kar je ločeno od okolja« (ibid.).

Celični metabolizem in membrana

Celica kot avtopoetska enota mora, če naj šteje kot enota, na nek način izvorno opraviti generativno dejanje razlikovanja, da bi se ločila od okolja. Kot smo že videli, mora ustvariti takšno ali drugačno ločnico med seboj in okoljem ter jo tudi aktivno vzdrževati, da ne bi zaradi perturbacij s strani okolja njena avtopoetska organizacija razpadla.

Da bi celica vztrajala v tem »procesu konstitucije identitete«, morajo njene molekularne sestavine »biti dinamično povezane v sistemu nenehnih interakcij. Danes poznamo mnoge posebne kemijske transformacije v tem sistemu, ki jim biokemik s skupnim imenom pravi 'celični metabolizem'« (ibid., 38).

Kaj pa celici omogoča dejanje razlikovanja? »Morfološko rečeno, struktura, ki omogoča to cepljenje v prostoru, se imenuje membrana [...]; ta membrana ne le da omejuje širjenje transformacijske mreže, ki je proizvedla lastne sestavine, ampak v tej mreži tudi sodeluje. Če

ne bi bil tako prostorsko urejen, bi se celični metabolizem razkrojil v molekularni zmešnjavi« (ibid.).

Razkroj celičnega metabolizma za celico seveda pomeni smrt. Zanimivo pri tem pa je, da je celični metabolizem ustvaril membrano, hkrati pa membrana zamejuje celični metabolizem, da bi celica lahko delovala kot enota. Ali kot to ubesedita avtorja:

»Priče smo torej edinstvenemu položaju, kar se tiče odnosov med kemijskimi transformacijami: po eni strani mreži dinamičnih transformacij, ki proizvaja svoje lastne sestavine in ki je bistvenega pomena za omejenost, po drugi strani pa meji, ki je bistvenega pomena za delovanje mreže transformacij, ki so jo proizvedle kot enoto.« (Ibid.)

Celični metabolizem in celična membrana torej sploh nista dve plati delovanja celice, temveč sta oba le fizikalni izraz avtopoetske organizacije celice. Ta celica pa je, čeprav je enota, še vedno v tesnem odnosu s svojim okoljem. »Najbolj presenetljiva značilnost avtopoetskega sistema pa je, da samega sebe vleče navzgor za vezalke in se zaradi svoje dinamike začne razločevati od okolja, in sicer na tak način, da oboje postane neločljivo povezano« (ibid., 39).

Sedaj pa nastopi še verjetno najradikalnejša posledica avtopoetske organizacije celice. Maturana in Varela zapišeta:

»Nastanek kake enote vselej določa več fenomenov, ki so v zvezi z lastnostmi, ki jo določajo; rečemo torej lahko, da sleherni razred enot določa posebno fenomenologijo. Tako avtopoetske enote določajo takšno biološko fenomenologijo, ki je značilna za tiste enote, katerih lastnosti se razlikujejo od fizikalne fenomenologije [...], zato, ker so fenomeni, ki jih porajajo, ko delujejo kot avtopoetske enote, odvisni od njihove organizacije in načina, kako ta organizacija nastane, ne pa od fizikalne narave njihovih sestavin (ki odrejajo zgolj prostor njihovega bivanja).« (Ibid., 43–44)

Tukaj torej leži glavni problem deskriptivnega opisa biološkega življenja. Znanstvenik običajno skuša z eksperimentom v celici povzročiti takšno ali drugačno perturbacijo in nato opazovati vedenjski profil ali odziv celice na dano perturbacijo, pri čemer nanjo gleda kot na nek *input*, na kompenzacijo perturbacije pa kot na nek *output*. Ključno pri tem je, da znanstvenik skozi celoten proces ne izstopi iz svoje deskriptivne domene in celice ne obravnava kot avtopoetske enote, kar, kot smo videli, ne more pripeljati do razkritja njenih internih generativnih mehanizmov.

Avtorja temu dodata, da

»[č]e se torej kaka celica odzove na molekulo X in jo vključi v svoje procese, o posledicah te interakcije ne odločajo lastnosti molekule X, temveč način, kako jo celica »vidi« oziroma obravnava, ko jo vključi v svojo avtopoetsko dinamiko. Spremembe, ki se dogajajo kot nasledek te interakcije, povzroča prav struktura celice kot enote. Ker torej avtopoetska organizacija, s tem da daje živim bitjem avtonomijo enote, povzroča biološko fenomenologijo, je biološki fenomen sleherni fenomen, ki vsebuje avtopoiesis vsaj enega živega bitja.« (Ibid., 44)

Strukturni spoj

Kot smo videli, se celica na vse perturbacije s strani okolja odzove s serijo notranjih sprememb, ki so vedno podrejene ohranitvi avtopoetske organizacije. Celica je s svojim okoljem v neprestanem stiku, zato je podvržena nenehnemu nizu takšnih notranjih sprememb. Maturana in Varela zgodovino takšnih sprememb imenujeta *ontogeneza* (Maturana in Varela 1980; Maturana in Varela 1998).

Celica ni v stiku le z okoljem, temveč tudi z ostalimi celicami v svoji bližini. Za celico je druga celica le še en vir interakcij, ki jih spet doživlja v skladu s svojo notranjo strukturo. Če je interakcija dveh celic ponavljajoča se in stanovitnejša, ti doživljata proces *spojene ontogeneze* (Maturana in Varela 1998, 65):

»V teh interakcijah struktura okolja zgolj sproža strukturne spremembe v avtopoetskih enotah (ne določa jih in ne usmerja) – obratno pa velja tudi za okolje. Rezultat tega bo zgodovina vzajemnih, skladnih strukturnih sprememb, ki bo potekala, dokler se ne bosta avtopoetska enota in njeno okolje razkrojila: to je torej *strukturni spoj*« (ibid., 65). Nato dodajata: »O strukturnem spoju govorimo vedno, kadar obstaja zgodovina ponavljajočih se interakcij, ki pripelje do strukturne usklajenosti med dvema (ali več) sistemi.« (ibid.)

Kakšna pa je narava takšnega spoja? V *Drevesu* na podlagi eksplikacije strukturnega spoja Maturana in Varela razlagata avtopoetsko organizacijo kompleksnejših živih sistemov.² A

² Kompleksnejši živi sistemi so avtopoetski sistemi drugega in tretjega reda. Posamezna celica je avtopoetska enota prvega reda; večcelični organizem je avtopoetski sistem drugega reda, saj gre tukaj za strukturni spoj med dvema ali več avtopoetskimi sistemi. Pod avtopoetske sisteme tretjega reda pa uvrščamo kompleksnejša živa bitja, ki imajo tudi živčevje, ki tvori živčni sistem (Maturana in Varela 1980).

vendar se mi to, kljub neizpodbitni pomembnosti, ne zdi najpoglavitejša posledica strukturnega spoja med celico in njenim okoljem. Najpoglavitejša posledica strukturnega spoja med celico in njenim okoljem se namreč v prvi vrsti kaže v tem, na kakšen način celica sploh »doživlja« ali »vidi« svoje okolje.

Celica mora skozi proces konstitucije identitete, »razlikovati med seboj in okoljem ter obenem *hkrati* vzdrževati svoj spoj; ta povezava ne sme biti prekinjena, saj izvira ravno v odnosu do okolja, iz katerega se celica poraja« (Varela 1991, 85). Hkrati pa velja tudi, kot smo že pokazali, da celica vse perturbacije s strani okolja doživlja v skladu s svojo strukturo, tako da so vse notranje transformacije, ki jih sproži, da bi te perturbacije kompenzirala, podrejene vzdrževanju njene temeljne spremenljivke, tj. avtopoetske organizacije. Kaj natanko to pomeni glede na strukturni spoj med celico in njenim okoljem?

Zdi se, da ne gre za enakovreden odnos, temveč da je tehtnica nagnjena v smeri celice. Okolje ima v tem spoju pasivno, celica pa aktivno vlogo. »V definiranju sebe kot enote v istem gibu definira, kar ostane zunaj nje« (ibid.). Varela nadaljuje:

»Tukaj imam v mislih pomembno razliko med okoljem živega sistema, kot se pojavlja opazovalcu in brez reference na avtonomno enoto – kar bomo v nadaljevanju imenovali preprosto *okolje* –, in okoljem za sistem, ki je vzpostavljeno v istem gibu, ki je porodil njegovo identiteto, in ki obstaja le v recipročni definiciji — v nadaljevanju sistemov *svet*.« (Ibid.)

Celica, ni le v aktivnem položaju v svojem odnosu do sveta. Ker je v aktivnem položaju proti pasivnemu svetu in ker vse, kar doživi, doživi v odnosu do same sebe, tj. podrejeno lastni organizaciji, celica ustvarja svoj lasten (okolni) svet.

Celični okolni svet in presežek vrednosti

Skozi zgoraj opisano mehaniko se nam razkrije, da celica hkrati z vzpostavitvijo sebi lastne identitete vzpostavlja tudi sebi lasten svet. Tak svet imenujemo celični *okolni svet*.³ Če okolni svet zamešamo s tem, kar smo zgoraj imenovali zgolj okolje – in kar znanstveni svet vse prepogosto zagreši – ne opazimo *presežka*, ki ga okolje dá perspektivi celice. Kot pravi Varela:

³ Besedno zvezo si sposojam od Uexkülla. V knjigi z naslovom *Potikanja po okolnih svetovih živali in ljudi* (2018) Uexküll o *okolnih svetovih* pravi naslednje: »Vse, kar namreč kak subjekt opaža, postane njegov **opažanjski svet**, in vse, kar počne, postane njegov **delovanjski svet**. Opažanjski in delovanjski svet pa skupaj tvorita sklenjeno celoto, **okolni svet**« (8).

»V saharozi kot taki ni hranilne vrednosti, razen ko bakterija plava proti gradientu in njen metabolizem molekulo uporabi na način, ki omogoča, da se njena identiteta nadaljuje. Ta presežek očitno ni neodvisen od pravilnosti in teksture (tj. od »zakonov«), ki delujejo v okolju – od tega, da lahko saharoza ustvari gradient in preide skozi celično membrano, in tako naprej. Nasprotno, sistemov svet je zgrajen na teh pravilnostih, ki so navsezadnje to, kar mu zagotavlja, da lahko ves čas vzdržuje svoj spoj.« (Ibid., 86)

Že enocelični organizem, bakterija, dodaja torej okolju nek presežek, ki izhaja iz nje same. Brez perspektive organizma obstaja le okolje, kjer je vse-eno. Že minimalen organizem pa na nek minimalen način opravlja dejanje razlikovanja v kemičnem mediju, v katerem obstaja. Določeni stvari, kot je saharoza, podeljuje večjo vrednost kot ostalim stvarim. To pa zato, ker je saharoza ključnega pomena za vzdrževanje avtopoetske organizacije organizma.

Varela izpostavlja, da se s takšno razlago izognemo potrebi po vpeljavi osrednjih upravljalcev ali, če jemljemo organizem kot stroj, strojevodij. Delovanje, ki ga vidimo kot smotno, izhaja iz avtopoetske organizacije celičnega sistema. Temu dodaja:

»Če svojo perspektivo postavimo na glavo, se izkaže, da lahko to nenehno prinašanje signifikacije opišemo kot večni manko v bivajočem: slednje neprestano poraja signifikacijo, ki manjka, ki ni dana in ne obstaja vnaprej. Pomen mora biti dan *ex nihilo*: ločiti relevantne od nerelevantnih molekularnih zvrsti, slediti gradientu gor in ne dol, povečati pretok tega in ne onega iona itn.« (Ibid.)

Izvor te signifikacije pa, ironično, zmeraj leži v zlomih ali motnjah avtopoetske organizacije, ki so posledica perturbacij iz okolja. Manjši zlom avtopoiesis je lahko motnja v membrani ali sprememba v koncentraciji metabolitov (npr. pomanjkanje gradienta saharoze). Vsak zlom avtopoetske organizacije sproži proces, ki skuša ta manko zapolniti in na ta način ohraniti avtopoetsko identiteto. Ta manko pa skuša avtopoetski sistem zapolniti z *vrednostjo*. Pomembno je razumeti, da tukaj Varela ne meri na nobeno teleologijo,⁴ temveč naj bi šlo preprosto za posledico avtopoetske organizacije živega sistema, za posledico samonanašalne logike avtopoetske organizacije (ibid., 87).

Varela to nenehno ustvarjanje signifikacije imenuje *kognitivna aktivnost*, ki je v temelju paradokсна. Kot pravi sam: »Po eni strani je dejanje, ki poraja svet, poskus ponovne vzpostavitve spoja z okoljem, ki skozi srečanja in perturbacije kljubuje notranji koherenci

⁴ Varela kasneje svoje mnenje spremeni. V članku, ki ga z Webrom izdata leta 2002, npr. postulirata, da se v organizmu skupaj z avtonomijo in individualnostjo poraja tudi nekaj takega, kot je »intrinzična teleologija«.

[sistema]. Vendar taka dejanja obenem sistem od tega okolja razmejujejo in ločujejo, kar poraja distinktiven svet« (ibid.). To nenehno dejanje razlikovanja, nenehno zapolnjevanje manjka s pomočjo rudimentarne signifikacije, ki ga celica občuti ob perturbacijah, Varela imenuje *kognitivno dejanje* (ibid.).

1.4 Filozofske implikacije

S predstavitvijo živega organizma v sistemsko oblačila smo spoznali živ sistem v njegovi avtopoetski organizaciji. Kot smo videli, ima eksplicacija avtopoetske organizacije daljnosežne posledice. Ne le, da smo lahko pokazali na avtonomijo živih organizmov, ki je bila doslej za biologijo eden izmed bolj izmuzljivih pojmov, pokazali smo tudi, da je že minimalen avtopoetski sistem, kot je celica, zmožen rudimentarne signifikacije, ustvarjanja sebi lastnega okolnega sveta in nenazadnje kognitivnega dejanja.

Filozofske posledice takega pogleda na biološko življenje so ogromne. Izkaže se namreč, da je možno najti neko kontinuiteto med našo lastno kognicijo in jezikovnimi sposobnostmi ter minimalno obliko kognicije in signifikacije, ki je prisotna že v celici. Evan Thompson npr. zagovarja tezo o *globoki kontinuiteti življenja in uma*. V sklopu teorije autopoiesis se namreč izkaže, da sta življenje in kognicija neločljiva. Skupaj z nastankom avtopoetskega sistema se že poraja tudi njemu unikaten okolni svet. Iz tega pa se, zaradi neravnovesja med aktivnim in pasivnim agensom, razvije osnovna oblika kognicije in vrednotenja.

2. Filozofska refleksija

Avtopoetska teorija ima daljnosežne posledice tako za polje filozofske refleksije kot tudi za znanstveno paradigmo kot tako. V tem sklopu bom avtopoetsko teorijo obravnaval v odnosu do polarne opozicije redukcionizma in vitalizma, nato pa bom pogled usmeril še na problematiko perspektive znanstvenika, ki je tudi sam avtopoetski sistem.

2.1 Redukcionizem in vitalizem

Ingo Brigandt in Alan Love v prispevku z naslovom »Reductionism in Biology« (2017) navajata tri različne tipe redukcionizma v biološki paradigmi, ki so ontološki, metodološki in epistemski. Za nas je v največji meri relevanten prvi tip, tj. ontološki redukcionizem, ki je v omenjenem prispevku opredeljen takole:

»*Ontološki redukcionizem* je ideja, da vsak posamezen biološki sistem (npr. organizem) ne sestoji iz ničesar drugega kot iz molekul in njihovih interakcij. V metafiziki je ta ideja pogosto poimenovana fizikalizem (ali materializem), v biološkem kontekstu pa predpostavlja, da (a) so biološke lastnosti rezultat fizičnih lastnosti (tj. ni razlike v bioloških lastnostih brez nekih osnovnih fizičnih lastnosti) in (b) vsak posamezen biološki proces (tj. vsak posamezen primerek) je metafizično identičen nekemu posameznemu fizično-kemičnemu procesu.« (Ibid.)

Nadalje pa je v *Enciklopediji* kot nasprotje fizikalizma opisan vitalizem, ki v osnovi pravi, da biološke sisteme vodijo sile, ki niso fizično-kemične. Iz vitalizma pogosto izvirajo izrazi, kot sta teleologija in entelehija.

Tu pa se pojavi problem, kam točno umestiti teorijo autopoiesis. Maturana in Varela namreč hkrati pravita: »Najin pristop bo mehanističen: postulirala ne bova nobenega principa ali sile, ki je ne bi bilo moč najti v fizičnem univerzumu« (Maturana in Varela 1981, 75). Takoj zatem pa dodajata: »Vendar pa je naš problem živa organizacija in potemtakem naš interes ne bo ležal v lastnostih sestavin, temveč v procesih in odnosih med procesi, realiziranih skozi te sestavine« (ibid.).

Po eni strani se bo avtopoetska teorija povsem izognila vitalizmu, saj ne bo predpostavljena nobena sila, ki ni fizična; po drugi strani pa biološki procesi sploh ne bodo reducirani na fizične lastnosti sestavin, saj so lahko te, kot smo videli že v prvem poglavju, karseda raznolike, dokler le vzdržujejo enako organizacijo sistema.

Varela se v »Organism: A Meshwork of Selfless Selves« (1991) dotakne ravno teme tradicionalne opozicije redukcionizma in vitalizma, ko pravi: »Eden izmed specifičnih doprinosov proučevanja samoorganizirajočih mehanizmov – izmed katerih je autopoiesis zgolj poseben primer – je, da tradicionalno razlikovanje med sestavnimi elementi in globalnimi lastnostmi preprosto izgine« (ibid., 84). Ravno recipročna kavzalnost avtopoetskega sistema, ki lokalna pravila interakcije (fizično-kemične lastnosti sestavin) povezuje z globalnimi lastnostmi entitete (njena topološka zamejitev, ki vpliva na difuzijo kemičnih gradientov in skozi to šele ustvarja lokalna pravila za interakcije), se izogne ekstremoma ontološkega redukcionizma na eni in vitalizma na drugi strani.

Fizične lastnosti sestavin v avtopoetski organizaciji še vedno igrajo ključno vlogo. Zato Maturana in Varela poudarjata: »Očitno je, da v primeru avtopoetskega sistema lastnosti njegovih sestavin ne morejo biti preproste. Ena od zahtev, ki smo jo postavili v trenutnem primeru, se glasi, da morajo lastnosti sestavin zajemati specifičnost interakcij, oblike spajanja, mobilnost in razgradnjo. Nobena izmed teh lastnosti ni pogrešljiva za formacijo tega avtopoetskega sistema« (1974, 191). Tukaj je govora o programski obliki avtopoetskega sistema, ki je služil zgolj kot prototip, saj mora avtopoetski sistem biti fizično realiziran. Sestavine živega organizma imajo seveda kompleksnejše lastnosti.

2.2 Znanstvenik kot avtopoetski sistem

V sklopu avtopoetske teorije je opazovalec ali znanstvenik v zelo zanimivem položaju, saj ne gre le za to, da svoj pogled usmerja na celico, da bi jo spoznaval v tradicionalnem smislu – nenazadnje je avtopoetski sistem tudi opazovalec sam.

Maturana in Varela namreč nista hotela opisati zgolj generativne mehanike minimalnih avtopoetskih organizmov, temveč tudi kognicijo, jezikovne sposobnosti in socialne fenomene. Večkrat smo že rekli, da je vsako dejanje avtopoetskega sistema določeno z njegovo avtopoetsko strukturo. To pa v zadnji instanci velja tudi za spoznavna dejanja. V tem oziru Maturana in Varela v *Drevesu* zapišeta, »da vsakršno spoznavno doživetje vključuje spoznavalca na osebni način, zakoreninjenega v njegovi biološki strukturi. Njegovo doživljanje gotovosti je individualni fenomen, slep za spoznavna dejanja drugih« (ibid., 14).

Celotna avtopoetska teorija počiva na omenjenih ugotovitvah. Znanstvenik, ki se ukvarja s fenomenom življenja, se ni vprašal le »Kaj je življenje?«, temveč se hkrati sprašuje tudi »Kako sploh spoznavam?«. »Refleksija je proces, v katerem spoznavamo, kako spoznavamo. Je dejanje, v katerem se ozremo sami vase. Je edina priložnost, ki nam je na voljo,

da odkrijemo svojo slepoto in spoznamo, da sta gotovost in spoznanje drugih enako navezujoča in krhka kot naša lastna« (Maturana in Varela 1998, 19).

Na tej podlagi Maturana in Varela podata dve tezi: »Vse početje je spoznavanje in vse spoznavanje je početje« (ibid., 22) in »Vse, kar je rečeno, je rekel nekdo« (ibid.). K temu pristavita še: »Sleherni razmislek ustvarja svoj svet« (ibid.). Ne gre torej le za to, da bi s svojo teorijo odkrivala, kako nek minimalni celični organizem skozi proces konstitucije identitete ustvarja svoj svet, ampak tudi oz. predvsem za to, da je način ustvarjanja sveta v minimalnem avtopoetskem sistemu biološka osnova za vsakršno, torej tudi *človeško* fenomenologijo. Kot pravita kasneje:

»Porajanje sveta je bistveno vprašanje spoznanja. Povezano je z najglobljimi koreninami našega spoznavnega bitja, pa najsi bo naše doživetje še tako močno. In ker segajo te korenine – kot bomo videli – do same biološke osnove, se to porajanje sveta kaže v *vseh* naših dejanjih in v našem bivanju. [...] Fenomen spoznavanja je iz enega samega dela in ima, gledano v celoti, eno samo osnovo.« (Ibid., 23)

Ključ do avtopoetske teorije je ravno iskanje te osnove – ne gre več za to, da bi trdili, to sta to, kar naredi neko bitje za živo, evolucija in zmožnost reprodukcije, temveč da se vprašamo »Kako fenomen reprodukcije in evolucije razložiti na podlagi organizma kot enote?«. Na koncu se namreč vse zvede na to ključno lastnost, po kateri je živo bitje samoustvarjena enota, ki v svoji samoreferenčnosti poraja svojo perspektivo in svoj okolni svet. To pa v spoznavnem procesu velja tako za opazovani fenomen, ki je v tem primeru živ organizem, kot za opazovalca samega. Ko se enkrat tega ovemo, bo lažje ugotoviti, zakaj je ta unikatna enotnost predpogoj za vse ostale fenomene, ki smo jih tradicionalno opazovali. Ne gre več za opazovanje zunanjega sveta, ki bi bil od nas neodvisen, temveč za opazovanje *našega* okolnega sveta. In le skozi zavedanje tega dejstva bomo na podlagi refleksije lahko ločevali med tem, kar pripada inherentni mehaniki spoznavanega fenomena, in tem, kar pripada naši deskriptivni domeni. Pri tem pa ne moremo mimo naslednjega vprašanja: »Kaj to pomeni za neko *objektivno realnost*?« Tudi če sprejmemo, da še vedno lahko proučujemo inherentno generativno mehaniko avtopoetskih sistemov, ne vemo, kaj takšno stališče pomeni za naše vsakodnevno izkustvo realnosti. Sebastjan Vörös v navezavi na podoben problem zapiše naslednje:

»Edina realnost, ki nam je dana, je ta, ki je nastala z razmejitvijo – ta, v kateri smo se konstituirali kot avtonomna bitja s specifično perspektivo –, zato je naše polje pomena vselej

zamejeno na ta »počez«, katerega skrajni točki predstavljamo mi in naš svet. Spoznavni proces sestoji ravno iz vzpostavljanja/ohranjanja te razmejenosti, tega strukturnega spoja: je tisto, kar so-časno so-ustvarja mene in svet. Kot dva obraza iste medalje pa se subjekt (jaz) in objekt (svet) nenehno soopredeljujeta« (Vörös 2013, 21).

3. Zaključek

Na začetku diplomskega dela smo spoznali osnovni pomen autopoiesis in nekatere prednosti avtopoetske teorije. Šele na tej podlagi smo lahko živa bitja utemeljili kot avtopoetske sisteme in jih izpostavili v njihovi enotnosti. Najprej smo jih obravnavali kot avtopoetske stroje, da bi lažje spoznali ključno vlogo, ki jo v avtopoetski teoriji igra organizacija sistema. Organizacija, in ne struktura, je bila izhodišče za spoznavanje generativne mehanike avtopoetskih sistemov.

Nato smo pogled usmerili na celico kot primer minimalne avtopoetske enote. Tukaj smo raziskali predvsem emergentne lastnosti, ki so posledica avtopoetske organizacije celice. Poglavitni cilj je bil prikaz rudimentarne biološke osnove kognicije, ki jo najdemo že v celici. V isti sapi pa smo spoznali še, da celica, ravno zaradi svoje avtopoetske organizacije, ustvarja svoj okolni svet. Kognitivno dejanje, signifikacija in okolni svet so v zelo tesnem odnosu, in sicer do te mere, da se enega v sklopu avtopoetske teorije ne da razumeti brez drugih dveh.

Za konec smo svoj pogled na kratko usmerili še na dva zanimiva filozofska problema, ki se oklepata avtopoetske teorije. Prvi je odnos avtopoetske teorije do tradicionalne opozicije redukcionalizma in vitalizma, kjer smo ugotovili, da se avtopoetska teorija uspešno izogne obema ekstremoma. Drugi problem pa je dejstvo, da je tudi znanstvenik, ki avtopoetski sistem raziskuje kot fenomen, pravzaprav tudi sam avtopoetski sistem. Spoznali smo, da je ravno zaradi pripoznanja tega dejstva s pomočjo filozofske refleksije bilo sploh mogoče začeti opisovati avtopoetske sisteme. Gre za to, da pripoznamo, da tako kot imamo mi svoj lasten okolni svet in fenomenologijo, značilno za nas, ima tudi sleherni avtopoetski sistem (vključujoč minimalnega) lastno, unikatno, sebi lastno perspektivo. Le če se tega zavedamo, lahko utemeljujemo tako radikalno trditev, kot je ta, da je moč rudimentarno osnovo kognicije in signifikacije najti že v celici.

Na podlagi opisanega lahko opazimo tudi določene zanimive podobnosti med problemskima sklopoma avtopoetske teorije in Kantove tretje kritike, saj se je že Kant ukvarjal s problemom, kako razlagati živa bitja brez uporabe terminov, kot sta smotrnost in teleologija, in pri tem prišel do rešitve, ki je v marsikaterem oziru dokaj podobna tej, ki jo ponudita Maturana in Varela. Na problematiki opozicije živega in neživega nato gradi še Schelling s svojo filozofijo narave, pri čemer poskuša pozicijo transcendentalne filozofije (razložiti objekt skozi subjekt) obrniti na glavo in razlagati obratno: s stališča neživega objekta razložiti porajanje subjektov, ki so videti smotrni. Metaforično bi lahko rekli, da sta Maturana in Varela sodobna Schellinga.

Avtopoetska teorija pa je, poleg tega da je zanimiva, tudi izjemno uporabna na mnogih sodobnih področjih. Po mojem mnenju velja to še posebej za področje umetne inteligence, saj nam teorija ponuja tako strožje kriterije za klasifikacijo živega, kot tudi globlji uvid v kognitivno dejavnost živih sistemov. Oboje pa se mi zdi neizpodbitno pomembno za napredek omenjenega področja, ki je sicer pogosto ujeto v pasti komputacionalizma in reprezentacionalizma.

4. Literatura in viri

Brigandt, Ingo in Love, Alan. »Reductionism in Biology.« Stanford Encyclopedia of Philosophy. Zadnja sprememba: 21. februar 2017. Zadnje dostopano: 28. oktober 2018. <https://plato.stanford.edu/entries/reduction-biology/>

Froese, Tom in Steward, John. »Life After Ashby: Ultrastability and the Autopoietic Foundations of Biological Autonomy.« *Cybernetics and Human Knowing* 17, št. 4 (januar 2010): 7–50.

Maturana, Humberto R. »Biology of Cognition.« *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, 1980.

Maturana, Humberto R. in Varela, Francisco J. »Autopoiesis: The Realization of the Living.« *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, 1980.

Maturana, Humberto R. in Varela, Francisco J. *Drevo spoznanja*. Ljubljana: Studia Humanitatis, 1998.

Thompson, Evan. *Mind in Life: Biology, Phenomenology, and the Sciences of Mind*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 2010.

Uexküll, Jakob von. *Potikanja po okolnih svetovih živali in ljudi: Slikanica nevidnih svetov*. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete, 2018.

Varela, Francisco J. »Organism: A Meshwork of Selfless Selves.« *Organism and the origins of self*, 1991, 79–107.

Varela, Francisco J. »Patterns of Life: Intertwining Identity and Cognition.« *Brain and Cognition* 34, št. 1 (1997): 72–87.

Varela, Francisco J. in Weber, Andreas. »Life after Kant: Natural purposes and the autopoietic foundations of biological individuality.« *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 1, 2002, 97–125.

Vörös, Sebastjan. »Pogled od nekod: Od autopoiesis do udejanjene kognicije.« *Analiza* 17, št. 1 (2013): 46–68.