

Seminarska naloga

Razvoj sistemske misli

Tema: Pogled na različne veje znanosti in njihov doprinos k sistemski misli.

Avtor: Mojca Studen

2014

Table of Contents

Uvod.....	3
Razvoj moderne znanosti	4
Kratek oris zgodovine sistemske misli.....	7
1.Substanca ali ideja?	7
2.Začetki v moderni dobi.....	7
3.Celična biologija.....	13
Organicizem proti vitalizmu in mehanicizmu.....	13
Nova kvantna biologij.....	14
4.Fizika.....	15
Kvantna fizika.....	15
Laserji in superprevodnost.....	15
5.Geštalt psihologija.....	16
6.Kibernetika.....	16
Kibernetike drugega reda.....	18
7.Interdisciplinarni pristopi	19
Kognitivna znanost.....	19
Samo-orgaizacija.....	21
Avtopoeza.....	22
Santiago teorija kognicije in/ali življenja.....	23
Sopovezano vesolje.....	24
Sociologija.....	26
Kognitivna imunologija.....	27
Globoka ekologija.....	27
Matrizem in feministična gibanja.....	28
Sistemska psihoterapija.....	29
8.Matematična formulacija sistemske misli.....	31
Appendix A	36

Sistemska teorija se ukvarja predvsem s kompleksnimi dinamičnimi sistemi. Pa si najprej pogledjmo kaj v splošnem velja za sistem, da ga označimo kot kompleksen:

- visoka povezanost, soodvisnost med gradniki sistema
- sestavljen iz več (kompleksnih) (pod)sistemov, ki so med seboj ravno tako nelinearno soodvisni
- zanj veljajo zakoni determinističnega kaosa, kot tudi stohastične karakteristike
- sistem je daleč od ravnovesnega stanja
- izmenjuje snov z okolico (disipativna struktura)
- ga ne moremo študirati preko analize in redukcije, opazujemo njegove izhodne signale, obnašanje, da bi dobili vpogled v delovanje in vzorec sistema

Njegovo „obnašanje“ je:

- nelinearno
- (lahko je močno) občutljiv že na infinitezimalne perturbacije
- ima (dolgoročni) spomin
- zanj so značilne velike variacije

Analitična matematika linearnih diferencialnih enačb ni primerna za študij kompleksnih sistemov, primerna sta teorija kaosa z nelinearnimi diferencialnimi enačbami, iteracije in teorija naključnih fraktalov. Čeprav sem skozi študij fizike dobila občutek, da so kompleksni sistemi nekaj postranskega (izogibali smo se jih zaradi zapletenost obravnave in ker smo porabljali povečini le linearne (parcialne) diferencialne enačbe) je jasno, da so analitično rešljivi sistemi poseben, preprost in majhen del, sicer povsod prisotnih kompleksnih sistemov. Prvič sem se resneje srečala z nelinearnimi sistemi pri modeliranju sekundarne strukture proteinov: za modeliranje sem uporabila matematiko nevronske mreže. Kasneje sem analizirala kompleksne spektre bližnjega infrardečega področja organskih substanc in vode v različnih matrikah – tu sem uporabljala predvsem multivariantno, statistično analizo. Čeprav sta zgoraj navedena primera dokaj preprosta iz stališča kompleksnosti živega organizma in zavesti, je tudi tu moč priti le do bolj ali manj dobrih približkov.

Razvoj moderne znanosti

Antiteza dogmatizmu, ki je namesto resnične duhovnosti zacvetel v srednjem veku, je bila znanstvena logika in racionalnost. V 18. in 19. stoletju se je zdelo, da je znanost vseomogoča in da je le še vprašanje časa kdaj bodo vse skrivnosti sveta rešene. Prevladala je leva stran možganov: linearna logika, klasificiranje, analiziranje, indukcija, abstrakcija, redukcija..

Galilea Galileija lahko štejemo za začetnika moderne znanosti, saj je izgnal kvaliteto iz znanstvenega diskurza: od tod naprej se je znanost smela ukvarjati le s pojavi, ki jim je bilo moč izmeriti kvantiteto. Ko je Galileo Galilei postavil temelje moderne znanosti so bili rešljivi le zelo preprosti problemi, kot je periodično, eliptično gibanje planetov okoli sonca. Enostavni geometrijski liki in enostavno linearno konstantno gibanje je bilo matematično obvladljivo in svet je nenadoma postal geometričen in mrtev. Rene Descartes je uvedel kartezični sistem in analitično metodo razmišljanja, ter s tem utemeljil tudi redukcionizem. Isaac Newton in Gottfried Leibniz sta odkrila infinitezimalni račun, oziroma linearne diferencialne enačbe.

Ta odkritja in njihov razvoj so poganjala eksaktno znanost naslednjih tristo let, vse do danes. In svet je postal mehanicistična mašina, ki jo je načeloma možno analizirati in dojeti preko redukcije; kjer bomo zdaj zdaj odkrili zadnjo skrivnost narave, skrivnost najmanjšega gradnika in njegove interakcije z drugimi preprosto opisljivimi delci. Mislim, da je Leibniz celo zapisal, da če bi obstajal um, ki bi vedel pozicije in hitrost vsakega delca v vesolju, potem zanj ne bi bilo več nobene skrivnosti: preteklost, sedanjost in prihodnost bi mu bile znane. Poleg mrtvosti in mehanicistične redukcije je naslednji problem mehanike ta, da ne potrebuje časovnega vektorja: zakoni so invariantni, simetrični, izotropni. Čas je postal nekako upravičen šele z odkritjem ireverzibilnih procesov in entropijskim zakonom v termodinamiki...

Nihče se ni kaj dosti belil glave s tem, da lahko eksaktno rešimo le problem dveh teles. Takoj, ko imamo tri telesa ali več se moramo zanašati na numerične približke, pa vendarle se je znanost ves čas imela za eksaktno. In to je bil tudi njen izvirni greh - ponos - ki jo je prav tako pahnil v dogmatičnost in verjetje, da je zemljevid v resnici pravi teritorij... Še ob koncu 19. stoletja je lord Kelvin izjavil:

"V fiziki ne bomo odkrili nič več novega. Vse, kar ostane, je vse bolj in bolj natančno merjenje." [15]

Potem je prišlo do revolucionarnih preobratov v paradigmi teoretične fizike in biologije.

Šele kvantna mehanika in njena filozofska interpretacija, ki je bila na začetku razvoja kvantne fizike zelo popularna, na eni strani, in sistemsko razmišljanje v biologiji in psihologiji na drugi strani, je omogočilo prehod v "ne-eksaktnost" v "približke" in zavedanje, da celote nikoli ne bomo zmožni razumeti ali zapreti v teorije. Tu se tudi zgodi glavni preskok v razumevanju subjekta proti objektu. Postane jasno, da z opazovanjem sistema vplivamo na ta sistem, da torej vede ali nevede postanemo del merjenega sistema. Objektivnih meritev in teorij torej ni. Tu je šel najdlje fizik Geoffrey Chew s svojo Bootstrap teorijo[5], v kateri predvideva, da osnovni zakoni narave sploh ne obstajajo, da so različni nivoji organizacije in da je to kar se nam zdi kot fundamentalni zakon narave le bolj ali manj slučajna posledica trenutne interakcije vsega v vesolju. Moram priznati, da mi je ta teorijo zelo pri srcu in zelo logična. Moje mišljenje je celo, da če bi že bili sposobni zaobjeti in razumeti celotno vesolje, bi le-to v ta istem trenutku preskočilo, z nami vred, v neko novo kvaliteto.

Mogoče celo že s tem, ko razmišljamo in poskušamo razumeti svet in imamo neke ideje o tem, spreminjamo svet. Že Platon je opredelil arhetipe - ideje kot osnovne jedrne ideje, oziroma vzorce organizacije, ki so podstat pojavnemu svetu. Več ko generiramo (res novih) idej, bolj spreminjamo svet...

Da se naš osnovni psihični ustroj odraža tudi na "zunanjem" svetu je mogoče najbolj očitno in že kar banalno pokazati na ravni osnovnih človeških grehov oziroma skušnjav. Na primer: po budizmu so osnovni izvirni grehi (iskriviljene ideje) človeštva: nevednost, nenasitna požrešnost ali pohlep in agresivna slepa jeza (bes). Zlahka lahko vidimo kako so ti trije grehi človeštva, ki delujejo skupaj po principu pozitivne povratne zanke, pahnili celotni Zemeljski ekosistem na rob preživetja. V najboljšem primeru bo izumrlo samo človeštvo, skupaj z 99% ostalih vrst živali in rastlin, v najslabšem primeru pa nas čaka scenarij nuklearnega izničenja, skozi MAD, kot je za nuklearno katastrofo iskrivo skoval kratiko John von Neumann: *Mutual Assured Destruction*.

Že Norbert Wiener je opozoril na očitno senco druge industrijske revolucije, ki jo je pomagal ustvariti:

"Spomnimo se, da je avtomatski stroj ... natančni ekonomski ekvivalent suženjskemu delu. Vsako delo, ki tekmuje s suženjskim delom mora sprejeti ekonomske pogoje suženjskega dela. Popolnoma je jasno, da bo to ustvarilo situacijo nezaposlenosti, v primerjavi s katero se bo trenutna recesija (okoli 1960) in celo depresija v tridesetih, zdela kot nedolžna šala."[4]

Danes, 80 let kasneje se ta napoved uresničuje. Klienti, ki pridejo k meni na terapijo ali so

nezaposleni (in posledično v depresiji) ali pa so na svojem delovnem mestu šikanirani in se počutijo kot sužnji "psihopatskih deloholičnih norcev", kot je sočno, vendar nekorektno postavil diagnozo eden od klientov.

Zdi se, da eksaktna znanost ves čas sili naravo v okvire, ki jih je sposobna še nekako dojeti in matematično interpretirati (tako kot je sholastika srednjega veka vkalupljala svet v svoje (nedoumljive) dogme). Tako so bili s konstruiranjem računalnika, odkril ga je veliki matematik John von Neumann, človeški možgani kar naenkrat podobni delovanju računalnika. Ideja in predstavitev von Neumanna je bila tako prepričljiva in privlačna za linearni analitični um, da so se znanstveniki kar dobrih 40 let trudili dokazovati, da je temu res tako, dokler se ni nabralo dovolj dokazov in protiargumentov, da možgani delujejo povsem drugače kot naše elektronske igračke.

Kratek oris zgodovine sistemske misli

1. *Substanca ali ideja?*

Skozi celotno zgodovino Zahodne misli se poudarja in prepleta enkrat pomembnost raziskovanja substance (strukture, kvantitete) in forme oziroma esence (kvalitete). Razlika je predvsem epistemološka: v prvem primeru se sprašujemo iz česa je narejeno in v drugem primeru kakšen je vzorec (konfiguracija karakterističnih odnosov v sistemu). Lahko bi rekli, da sta ta dva pristopa kot teza in antiteza. Gre torej za dva navidezno zelo različna pristopa, ki pa vodita k sintezi, namreč vse je zgrajeno iz sistemov vzorcev, znotraj vzorcev, znotraj vzorcev... Fizika je jasno pokazala, da je materija le iluzija, obstaja le energija, oziroma vibracije in interakcije superstrun (vzorci prostor-časovnega kontinuuma) 11 dimenzionalnega prostora, torej samega sebe.

Če, na primer, uničimo organizacijski vzorec živega organizma, uničimo to kar ga dela živega. Ni živ zaradi molekul in atomov, ki jih vsebuje, temveč zaradi odnosov med njimi, njihove mrežnosti, povezanosti, soodvisnosti.

Že Platon je poskušal definirati arhetipe, torej osnovne vzorce, organizacijske principe psihe pa tudi celotnega stvarstva preko osnovnih geometrijskih teles in matematične formulacije. To tradicijo so nadaljevali alkimisti, poeti romantike... Vendar je bilo raziskovanje vzorcev vedno zasenčeno z iskanjem osnovnih gradnikov. Šele v današnjem času se vzpostavlja ravnovesje med tema dvema načinoma razmišljanja, ki že nekako tudi nakazujeta možno sintezo.

V večnih filozofijah (perennial philosophies) in njihovih mističnih tradicijah je bila jasna meja med telesom in dušo oziroma duhom, in ne med telesom in zavestjo. Duša in duh se dostikrat prepletata, meja ni ostra, če sploh obstaja, meja med telesom in duhom pa je zelo ostra v teh filozofijah. Duh vsebuje življenje in zavest, oziroma inteligenco – torej vzorec življenja. Zanimivo je tudi, da sta zavest in življenjska energija obe nezamenljivo povezani z dihanjem v teh starodavnih sistemih, ter da imata dih in duh v mnogih jezikih enak korenski izvor, ponekod celo enak pomen[8].

2. *Začetki v moderni dobi*

Sistemske razmišljanje je na mestu predvsem v sistemih za katere ne velja veriga Markova, kjer so posamezni elementi med seboj linearno povezani (kot deluje tudi uboga človeška logika): iz n_1 sledi n_2 iz n_2 sledi n_3 , oziroma n_1 vpliva le na n_2 , n_2 ima vpliv le na n_3 , ... t.i. serijska odvisnost, kjer je

naslednje stanje $n+1$ odvisno le od trenutnega stanja, oziroma stanja predhodnika. V nemarkovianski verigi pa vsak element vpliva na vse ostale sočasno (v najbolj kompleksnem primeru). Elementi so med seboj soodvisni, za njih je čas pomembna komponenta (evolucija), preko kriz v sistemu se pojavljajo transformacije, ki vodijo v emergentne lastnosti, ki lahko izhajajo le iz paralelnih procesov kompleksnih sistemov.

Na primer: zavest izhaja iz samonanašujoče kibernetike (kibernetike drugega reda), ki preseže samo sebe, saj ustvari živo in kreativno izhodišče ali središče – JAZ oziroma SEBSTVO[23].

Poglejmo si sedaj podrobneje kako je potekala ta mala revolucija v znanosti.

Prvi upor proti filozofiji znanosti se je pojavil v umetniških krogih romantike. Mogoče tu lahko omenim dva dokaj različna si uma, vendar oba genialna, ekspresivna, ustvarjalna; William Blake in Johann Wolfgang von Goethe. Oba sta že intuitivno razumela kompleksnost in harmoničnost narave. Goethe je okoli leta 1790 skozi svoja opazovanja dinamičnih lastnosti narave celo skoval izraz *morfologija*, ki govori o strukturi in obliki živih organizmov.

V filozofiji je Immanuel Kant, prav tako leta 1790 v *Kritiki čistega uma*, pokazal, da za živa bitja, v nasprotju s stroji, velja *samo-reprodukcija* in *samo-organizacija*, da so torej kvalitativno različna od nežive materije, oziroma strojev (v njegovem času so bili v modi stroji z zapletenim mehanizmom, ki so posnemali gibanje in obnašanje ljudi in živali: naredili so celo gos, ki je nesla jajca in mnogi so verjeli, da so živa bitja le zapleteni stroji). Kant tako preko vpeljave koncepta samo-organizacije zavrne hillozoizem (biopoeza), vendar bolj v smislu razlikovanja med živim organizmom in strojem.

Nekoliko kasneje je fizik in začetnik psiho-fizike in eksperimentalne psihologije Gustav Theodor Fechner s svojim radikalnim empiricismom dojel, da je Zemlja živo bitje in tako precej razširil koncept živega:

"Na neko pomladno jutro sem šel na sprehod. Polja so bila zelena, ptice so pele, rosa se je lesketala, dvigale so se meglice, tu in tam se je pojavil človek; svetloba je spreminjala vse stvari, ki jih je obsijala. Videl sem le majhen del Zemlje; to je bil samo bežen trenutek njenega obstoja; pa vendar, ko jo je moj pogled objel se mi je zdela bolj in bolj, ne le kot lepa ideja, ampak tako resnično in jasno dejstvo, da je ona angel, angel tako bogat in svež kot cvet, pa vendar je na svojem obhodu po nebu, tako trdna in tako resnična v sebi, obrača svoj celotni obraz v nebesa, in mi skupaj z njo, da sem se vprašal, kako so se lahko mnenja ljudi tako zelo zavrtela stran od življenja, tako daleč stran, da menijo, da je Zemlja le s suha gruda, ter da iščejo angele nad njo ali pod njo v praznini neba, - le da

jih nikjer ne najdejo Ampak taka izkušnja, kot ta preide kot preveč fantastična "[11].

Fechner je bil s svojim elegantnim hevrističnim pristopom sposoben globokih uvidov, kot je na primer napetost med materialnim in duhovnim, in je ves čas iskal sintezo teh dveh polarnosti.

Bila sem presenečena nad njegovim opazovanjem kompleksnih sistemov, kot jih je Prigogin stoletje kasneje, opisal v podrobnem matematičnem jeziku: namreč možnost kompleksnih sistemov, da skočijo preko sinergije v novo stopnjo kompleksnosti z novimi emergentnimi lastnostmi. Zagovarjal je tudi idejo hillozoizma, da je vesolje v vseh svojih variacijah povsod in vedno živo in zavestno[11].

Najbolj znanstveno podprta teorija Gaje (Zemlje kot živega bitja)< je nastala dobro stoletje kasneje. To je teorija Lovelocka in Margulisa, ki temelji predvsem na opazovanju atmosferskih razlik med živim (Zemlja) in neživimi planeti (Mars in Venera):

„... alternativna razlaga, da je življenje že zgodaj v svojem začetku, začelo pridobivati nadzor nad planetarnim okoljem in da ta homeostaza biosfere vztraja vse do danes.“

Preko potovanja ogljika od CO₂ do apnenca (struktura modro-zelenih alg, ki so fraktalna podoba Zemlje v malem), in dušika, sta pokazala delovanje povratnih zank planetarnih razsežnosti[16].

Naslednji radikalni empiricist, William James, je utemeljil idejo pluralističnega in nehierarhičnega (demokatičnega) vesolja in postavil subjektivno (človeško) izkušnjo nasproti objektivni meritvi [11].

Ideje Williama Jamesa so vplivale na Husserla, ki je utemeljil fenomenološko metodo s katero je postalo znanstveno korektno subjektivno opazovanje svoje subjektivnosti. Temelji kibernetike drugega reda so bili postavljeni.

Naslednik Fechnerja je bil Ernst Mach, fizik in filozof, ki se je prav tako ukvarjal s psihofiziko in prispeval precej idej, med drugim tudi idejo o geštaltu, torej, da možgani delujejo paralelno, holistično, analogno, s tendenco samoorganizacije.

Mach je sprva videl znanstvene zakone, kot povzetke eksperimentalnih dogodkov, zasnovanih tako, da pojasnijo kompleksnost podatkov. Kasneje poudari, da idealizirani naravni zakoni pravzaprav opisujejo našo zaznavo sveta in ne svet kot obstaja pred zaznavo – nov udarec konceptu objektivnosti in neodvisnemu opazovalcu.

„Cilj, ki si ga je (fizikalna znanost) zastavila, je najenostavnejši in najbolj ekonomično abstraktni

izraz dejstev.“

„V resnici, zakonitost vedno vsebuje manj kot sama dejstva, saj ne reproducira dejstev v celoti, temveč le tisti vidik pojavnosti, ki je za nas pomemben, ostalo namenoma ali iz potrebe izpustimo.“

„Kar v resnici storimo z ločevanjem telesa od spremenljivega okolja, v katerem se giblje je, da izločimo skupino občutkov, na katere se pripenjajo naše misli, ker imajo relativno večjo stabilnost kot ostala občutja v nenehnem toku vseh naših občutkov.“ [17]

Naslednik idej E. Macha je bil Aleksander Malinovski alias Bogdanov:

Bogdanov je bil na začetku revolucionarnega gibanja v Rusiji eden najpomembnejših snovalcev in vodij, takoj za Leninom. Empiriomonizem naj bi bila epistemološka osnova nove filozofije revolucionarnega ruskega gibanja. Bogdanov je preko empiriomonizma (1904 -1906) želel najti filozofijo, ki bo izgradila delavski svetovni nazor brez buržuaznih hierarhij, idealizmov in „fetišizmov“. Empiriomonizem je Bogdanov označil kot „filozofija žive izkušnje“. Empiriomonizem lahko povzamemo iz „stališča dela“ - stališče dela zahteva, da je svetovni nazor in vsa njegova načela reflektirajo in ojačujejo potrebe in ambicije, voljo in potencialne „kolektivne delovne aktivnosti“, kjer „kolektivna delovna aktivnost“ pomeni celotno aktivnost človeka v sedanjem trenutku. Poleg tega je empiriomonizem filozofsko načelo po katerem naj filozofija nadaljuje iskanje načel novega svetovnega nazora in kako ta načela integrirati v celoto[12]. Bogdanov trdi, da na primer energija, kot vsi drugi fenomeni človeškega izkustva ne obstajajo per se, temveč le v povezavi s človekom. Vendar pa so te ideje naletela na ostre kritike Lenina in Bogdanov je tokom let tonil v pozabo, bil politično diskreditiran, potisnjen na rob dogajanja. In na tem robu, ko je bil končno prost ideoloških obveznosti, se je odločil, da se bo vendarle posvetil znanosti in nastala je izjemna sistemska teorija: Tektologija v treh delih.

Tektologija je Bogdanov (zelo uspešen, vendar v njegovem času povsem prezrt) poizkus napisati splošno teorijo znanosti, oziroma temeljne organizacijske principe, ki veljajo na vseh pojavnostnih nivojih. Bogdanova tektologija ima že vse značilnosti teorije kompleksnih sistemov: sistem je tok odvisnih procesov, ki ustvarjajo komponente, ki se povezujejo v samo-organizacijske procese gradnje in dekompozicije. Bogdanov že razume, da sistema ni mogoče opazovati ali ločiti od njegove okolice/okolja, ker je strukturno povezan s svojim okoljem in je odvisen od okolja in se razvija skupaj z okoljem.

Jasno je [12], da sta tako sistemik Bertalanffy in kibernetik Wiener poznala Bogdanovo delo, saj je

že v celoti razvil idejo izomorfizma na katerih slonijo kasnejše teorije kibernetike in sistemske teorije.

Bogdanov jasno poudari, da mora biti tektologija prava znanost, temelječa na empirični bazi. Naslednje, kar zahteva, pa je zahteva po univerzalnosti: da zvezno združi fizikalne in psihične pojave, tako da jih razumemo in opišemo z isto metodo. Mislim, da tega še nismo dosegli, saj sistemska teorija izvira iz ontološko zelo različnih področij, ki (še) niso našli povsem skupnega jezika. Na srečo sistemske teorije ne zanima toliko ontologija (kaj je znano samo po sebi) kot epistemologija (kako vemo, da nekaj vemo?). Bertalanffijeva sistemska teorija, Wienerjeva in Ashbijeva kibernetika ter Prigoginovi samo-organizirani sistemi predpostavljajo obstoj materialnega sveta, kjer sistemski modeli ustvarjajo spoznavne entitete, ki so običajno statistične narave.

Leninova glavna kritika Bogdanova je bila, da je idealist in celo solipsist, vendar je Bogdanov le uvidel globino ideje sistema, kjer niti idealizem niti materializem nista zadostna. Celotno stvarstvo je „organizacija“ sistemov („kompleksov“), ki vsebujejo elemente in njihove so-odvisnosti in nadalje so tudi sistemi organizirani zaradi procesa organizacije, vse je torej med seboj povezano. Tu se takoj zastavi ontološko vprašanje, kaj je element in kaj je so-odvisnost? Za Bogdanova so elementi in fenomeni eno in isto, izkustvo je enako resnično kot element sam na sebi. Fenomeni in elementi so vzročno povezani in so-odvisni – neodvisnega opazovalca in objektivne realnosti torej ni več, obstajajo le so-odvisni sistemi. Nadalje definira, da obstajajo tako elementi kot so-odvisnosti fenomeni. Izkušnja oziroma fenomen zahteva oboje: elemente, ki nadalje ustvarjajo občutke in njihovo kognicijo[2].

Zanimivo je tudi, da je Bogdanov v svojem futurističnem romanu Mars pisal o družbi, kjer bi ženske imele enake pravice in svoboščine kot moški, kar se je v njegovem času zdelo nekaj tako nemogočega, da je takšno družbo prestavil kar na Mars...

Bogdanov klasificira človeško znanje na znanstveno in politično, vendar prizna, da sta soodvisni. Znanje oziroma doumevanje realnosti je vedno odvisno od trenutnega svetovnega nazor. Absolutne resnice torej ni, obstaja vrsto različnih pogledov na isto stvar...

Prav tako uvidi, da *kriza sistema* lahko pripelje do popolnega razpada sistema ali delnega razpada na manjše sisteme, ki poiščejo svoje novo ravnovesje ali pa celotni sistem preko krize preskoči v *novi organizacijski kvaliteto* proti novemu ravnovesju celotnega sistema - *emergentne lastnosti* kompleksnega sistema. Poleg tega je *okolje vsakega sistema sestavljeno iz drugih sistemov*, ki ravno

tako iščejo svoje ravnovesje – *odprti sistemi*. *Vesolje torej ni stvar, ki bi bila v določenem stanju, temveč proces*[2].

Bogdanov je tako v svoji Tektologiji zaobjel že vse tri poudarke sistemske teorije:

Wienerjeva in Ashbijeva kibernetika ter Bertalanffijeva sistemska teorija so teorije o globalnem ravnovesju.

Prigogin in nekatere sociološke teorije predvidevajo iskanje lokalnih ravnovesij preko krize sistema.

Lovelock/ Margulisova teorija Gaie in Laszlovo sopovezano vesolje predvidevajo povezanost na vseh nivojih in evolucijski pristop k spremembam oziroma k samo-razvijajočemu se sistemu.

Sistemska misel je v znanosti zaživela po letu 1940, ko je Ludwig von Bertalanffy (ponovno) vpeljal koncept odprtega sistema in osnove sistemske teorije[4]. Bertalanffy je prav tako prepoznal, da so živi organizmi daleč od termičnega ravnovesja, da se navidezno upirajo zakonu entropije in da jih ni moč opisovati s klasično termodinamiko zaprtih ravnovesnih sistemov. Opozoril je, kot že pred njim Bogdanov, na bistveno razliko in sicer izmenjavo snovi z okolico - živi organizmi so odprti sistemi. Vendar je matematiko termodinamike odprtih neravnovesnih sistemov zapisal šele Ilya Prigogin v 70 letih prejšnjega stoletja. Matematično je opisal samoregulacijski proces disipativnih struktur.

Verjetno je k razvoju sistemske misli na zahodu pripomoglo tudi odpiranje in interes Zahodne znanosti za, do tedaj tako eksotično, spregledano in nerazumljeno, vzhodno filozofijo in znanost. Kitajska medicina je v svoji osnovi popolnoma organizmična in sistemska: če me boli hrbtenica mi bo kitajski zdravnik zabadal akupunkturne igle na primer v stran dlani ali podplate - organizem je razumljen kot organizirana celota, samoregulativni sistem soodvisnih procesov.

V hinduizmu je osnovna ideja povezanosti vsega z vsem. *Fraktalni* način razmišljanja jim je blizu. Tako so tudi biologi opazili, da živi organizmi tvorijo več-nivojske strukture, ki so ugnezdene druga v drugo. Vsaka struktura tvori celoto glede na svoje dele in je hkrati del večje celote. Na vsakem nivoju veljajo druge zakonitosti, oziroma se pojavijo drugačne kvalitete: vsak (pod) sistem ima svoje emergentne lastnosti, ki so za prejšnji sistem nesmiselne. Čeprav je jasno, iz katerih delov je sistem sestavljen, pa so ti deli med seboj nelinearno povezani in obnašanja in lastnosti celote ne moremo izpeljati iz lastnosti posameznih delov. Sistem torej ne moremo razumeti skozi analizo in redukcijo.

3. Celična biologija

Organicizem proti vitalizmu in mehanicizmu

V devetnajstem stoletju je močno napredovala celična biologija, ki je potrjevala mehanicistično dogmo živega organizma. Celica je bila razumljena kot skupek dokaj avtonomnih enot, od katerih ima vsaka svojo funkcijo, popolnoma pa je bil spregledan organizacijski princip in koordinacija, ki integrira vse te pod-enote v celično celoto. Poleg tega je bila iz stališča redukcionistične biologije diferenciacija celic popolna uganke.

Da bi razrešili uganke kompleksnosti življenja se je najprej (ponovno) razvila ideja vitalizma, ki skuša pojasniti vse te uganke z vpeljavo dodatne interakcije v vesolju - elan vital npr. ali dandanes kot morfogenetsko polje[25]. Ta interakcija oziroma nova sila naj bi bila potrebna za nastanek življenja, kar je v svoji osnovi še vedno kartezijanski pogled.

Na začetku dvajsetega stoletja so biologi pričeli zavračati tako mehanicizem kot vitalizem. Pričelo se je oživljanje Aristotelove ideje enthelechy (Hans Driesch) - samorealizacije, ki poenoti snov in obliko, substanco in esenco. To je bil začetek organizmične biologije in predstavlja glavni premik od funkcije k organizaciji, od mehanicističnega k sistemskemu načinu razmišljanja. Na začetku dvajsetega stoletja tako biolog Ross Harrison (občudovalec Goetheja) definira vzorec kot konfiguracijo urejenih razmerij, biokemik Lawrence Henderson pa je prvi raztegnil pojem sistem tako na živi organizem, kot na družbeni sistem.

Nova kvantna biologija

Nova biologija ni tako nova, saj njeni začetki segajo že v dvajseta leta prejšnjega stoletja, ko je ruski zdravnik Aleksander Gurvič pojasnil ontogenezo preko vpeljave morfogenetskega polja, v katerem naj bi informacijo posredovalo t.i. mitogenetsko polje ultra-šibkega sevanja celic v UV spektru – ultrašibka bioluminiscenca[13].

Fizik F. A. Popp je z razvojem merilnih naprav v osemdesetih letih prejšnjega stoletja potrdil ta pojav in razvil teorijo bifotonskega polja, ki temelji na interakciji šibkega sevanja z optično gosto materijo. To polje naj bi bilo stabilizirano na prehodu med kaotičnim in koherentnim režimom daleč stran od dinamskega ravnovesja in naj bi urejalo kemijske reakcije v telesu. Od tod tudi pojasnilo zakaj potekajo kemijske reakcije dosti hitreje v živi snovi kot v neživi[13].

Živi organizem je izjemno občutljiv za radiacijska polja zunaj sebe in ojačuje vhodne signale preko dinamike kaosa. Občutljivost gre celo pod kT (termični prag kemične reakcije): organizmi so izjemno občutljivi na nizkofrekvenčno elektromagnetno sevanje in na električne in magnetne gradiente, ki so pod termičnim šumom. Odzivnost pri ljudeh in opicah na električne gradiente je pod 10^{-8} V/m, kar je občutno nižje kot pa je membranski celični potencial, ki je okoli 10^{-7} V/m[14].

Živi organizem lahko torej opišemo kot makroskopski kvantni pojav, daleč od ravnovesnega stanja.

Za vzdrževanje samo-organiziranosti daleč od ravnovesja je potrebna nenehna izmenjava energije in snovi sistema z okoljem. Če gledamo iz stališča živega organizma to terja delo, predstavlja napor. Po eni strani imamo, kot vsa živa bitja, vsajen instinkt (gon) po preživetju, po drugi strani se moramo naprezati, da življenje ohranjamo. Mogoče iz tega nasprotja, te napetosti, izhaja želja doseči nirvano, enost z vsem, ponovno združiti se z Absolutom, torej v fizikalnem jeziku: vrniti se v termično ravnovesje, v večni mir in počitek, kar pomeni umreti – kot je opazil že Freud; v živem bitju poteka nenehna bitka med Erosom in Tanatosom.

Naj na kratko opišem eno od mojih holotropnih izkušenj združenja z neskončno praznino iz katere vse izhaja: ko sem se počasi vračala iz te absolutne črnine niča, napolnjene s potenciali vsega, so se počasi začeli formirati, na začetku, nediferencirani občutki... in že takrat sem pomislila, da opazujem kako iz ozadja belega nevronskega šuma, nastajajo urejeni kompleksni (interferenčno-fraktalni) vzorci, ki so se nadalje sformirali v misli, podobe, vizije... vse je potekalo brez napora in obdajal me je občutek notranjega miru in sreče, izpolnjenosti.

4. *Fizika*

Kvantna fizika

Na začetku dvajsetega stoletja se je začela prava revolucija v fiziki. Einstein je postavil na glavo absolutnost prostora in časa ter ukrivil do tedaj evklidsko raven prostor. Materija je postala energija in v kvantni fiziki je koncept trdnega delca zamenjal koncept verjetnostne soodvisnosti med delci. Osnovni delci sami zase nimajo nobenega pomena, vedno so v odnosu glede na nekaj drugega, v povezavi s sistemom, v korelaciji glede na proces opazovanja ali merjenja. V kvantni mehaniki celota določa obnašanje posameznih entitet.

V kvantni fiziki je vse povezano in sveta ni mogoče razstaviti na neodvisne osnovne enote. Že Werner Heisenberg je izjavil:

"Svet se torej zdi kot kompliciran stroj dogodkov, v katerih se povezave različnih stvari zamenjujejo, prepletajo ali kombinirajo in tako določajo teksturo vsega" [10]

Laserji in superprevodnost

Nemški fizik Hermann Haken je v šestdesetih letih prejšnjega stoletja ugotovil, da lahko pojasni delovanje laserjev s teorijo nelinearnih procesov.

Visoka koherenca laserske svetlobe je posledica koordinirane emisije posameznih atomov v laserju, ki jo lahko razložimo z pojavom samo-organizacije. Laser je visoko vzbujen sistem daleč od ravnovesja. Haken je na podlagi svojih opazovanj vpeljal izraz *sinergija*: proces v katerem veliko število delov (atomov) sistema ustvari koherentno (fazno urejeno) obnašanje celote. Laser je pravzaprav makroskopski kvantni pojav daleč od ravnovesja, ravno tako kot na primer superprevodnost, ki prav tako zahteva nelinearno obravnavo.

5. Geštalt psihologija

Gestalt v nemščini označuje organsko obliko in v geštalt psihologiji to pomeni zaznavni vzorec kot celoto, ki ga ni mogoče razstaviti na manjše podenote.

"V Weimarski republiki dvajsetih let prejšnjega stoletja sta organizmična biologija in geštalt psihologija bili del širšega intelektualnega trenda, ki je sebe videl kot protestno gibanje proti vse večji fragmentaciji in odtujenosti človeške narave. celotno Weimarsko kulturo je karakteriziral antimehanicistični duh, "lakota po celovitosti". Organizmična biologija, geštalt psihologija, ekologija in kasneje sistemska teorija so vse zrasle prav iz duha tistega časa." [4]

6. Kibernetika

Z razvojem tehnologije so v polnosti zacveteli tudi poizkusi in razvoj na področju samo-regulacijskih in avtonomnih strojev - robotov. Eden od začetnikov in teoretičnih utemeljiteljev te nove veje znanosti, ki se je očitno tudi močno naslanjal na ideje Bogdanova, je bil prav Wiener, ki je temu gibanju dal tudi ime - kibernetika. Kibernetika je v duhu sistemske teorije združevala probleme komunikacije in kontrole na vseh nivojih. V kibernetiki ni bilo ne biologov, ne ekologov, tu so delovali

matematiki, sociologi, nevrologi, inženirji. Predvsem jih je zanimal matematični opis vzorcev komunikacije, predvsem v zaprtih zankah in mrežah. Razvili so koncept povratne zanke, samoregulacije in kasneje tudi samoorganizacije - nematerialne entitete, značilne za koncept, ki opisuje življenje in kognicijo.

Mogoče je treba omeniti, da je kibernetika zaživela med drugo svetovno vojno, kot del vojne mašinerije. John von Neumann je ostal zvest tej veji kibernetike tudi po vojni, Wiener pa ne, bolj ga je privlačila pisanost naravnih vzorcev, ki jim je skušal najti skupni imenovalc.

Po drugi svetovni vojni so kibernetiki organizirali interdisciplinarne Macy konference v New Yorku. Že na teh konferencah se je zbral krog ljudi okoli Gregorya Batesona in antropologinje Margaret Mead. Gregory Bateson je sebe imel za biologa in je vse ostale discipline v katerih je deloval - antropologijo, epistemologijo, psihiatrijo - pojmoval kot veje biologije. Zlahka se je prebijal skozi različne discipline in hitro uvidel skupni vzorec. Poleg tega je imel veliko sposobnost spraševanja in dvoma v najbolj osnovne predpostavke. Tako Bateson kot Wiener sta iskala razumljivi holistični opis fenomenov znotraj znanstvenih okvirov.

Neumann je že na prvi Macy konferenci predstavil svojo zelo prepričljivo analogijo med delovanjem računalnika in možganov, ki je dominirala kognitivni svet naslednjih trideset let. Wiener je na njej predstavil zelo pomemben koncept povratne zanke; elementi v sistemu zaporedno vplivajo drug na drugega in zadnji v zanki vpliva na prvega in s tem je poskrbljeno za samoregulacijo. Bateson in Mead sta bila zelo navdušena nad tem konceptom in z njim pojasnila določene družbene vzorce in pojave.

Koncept *povratne zanke*, ki ga je razvila kibernetika je omogočil napredek in preskok iz kartezične mehanicistične miselnosti. Na videz zelo preprost koncept, ki ga ponavadi ilustriramo z delovanjem termostata. Povratno zanko so prvič uporabili pri regulacij parnega stroja, poimenovali so jo dosti kasneje, ko so opazili, da je to ena temeljnih lastnosti živih organizmov; da so se na principu povratne zanke sposobni samo-regulirati glede na intenziteto impulzov, toka snovi od zunaj in ustreznih notranjih pogojev (negativna povratna zanka oziroma povratna zanka, ki sistem drži v ravnovesju). Temu nasproti stoji pozitivna povratna zanka, ki samo sebe spodbuja. Na primer "začarani krog" negativnih misli, verjetij, predstav, čustev in telesnih občutkov, ki vodijo v negativno spiralo depresije. Ali primer resonance, kjer z minimalnim impulzom s pravo frekvenco in fazo dosežemo ogromne amplitude sistema, lahko ga celo uničimo, če ne poskrbimo za primerno dušenje (Tesla, na primer, je

imel veliko veselje s svojimi malimi resonatorji velikosti vžigalične škatle s katerimi je povzročal prave potrese v stavbah). Naslednji primer je "sebe-uresničujoča prerokba". V začetku neutemeljen strah prosto lebdeče anksioznosti, vodi v obnašanje, ki omogoči, da se ta "prerokba" uresniči. V sociologiji je znan "bandwagon efekt" kjer neko gibanje (na primer nacizem) pridobiva na veljavi le zaradi vse večjega števila privrženecv. Ali v ekonomiji, ko načelo nenehne gospodarske rasti vodi v neizogibno krizo, tako kot (verjetno) vse pozitivne povratne zanke neživega sveta in vsiljenih nenaravnih konceptov.

Dejstvo je, da je pozitivna povratna zanka potencial vsake vrste (neomejena eksponencialna rast, dokler viri niso izčrpani), vendar ostale vrste poskrbijo za ravnovesje ekosistema. Ko je ravnovesje porušeno nekatere rastline postanejo plevel, živali pa škodljivci. Tako je zelo na mestu na primer izjava agenta Smitha v filmu Matrica (Matrix), ko človeštvo primerja s kolonijo virusov. Človeštvo je izstopilo iz naravnih ciklov, skoraj nima naravnih sovražnikov (razen virusov, glivic in bakterij) še vedno pa se obnaša po večini instinktivno: instinkt preživetja in iz njega izvirajoči „grehi“ (nevroticizmi) tako grozijo, da se bo preobremenjena Zemlja zrušila pod težo človeštva. Vendar pa po drugi strani pozitivne povratne zanke v živem sistemu omogočajo krizo, ki lahko pomeni preskok sistema v novo kvaliteto. Ravno to s pridom izkoriščamo tudi v psihoterapiji s t.i. destabilizacijo klientskega sistema.

Pomemben del kibernetike je bila *informacijska teorija* h kateri sta veliko prispevala Norbert Wiener in Claude Shannon. Informacija je tu mišljena v tehničnem smislu kot signal. Informacijska teorija se ukvarja predvsem, kako signal (kodirano sporočilo) spraviti skozi kanal z veliko šuma. Wiener je pokazal, da je signal v bistvu vzorec organiziranosti, ki je analogen vzorcem urejenosti v živih organizmih in s tem je pripravil pot teoriji, ki gleda na življenje kot vzorce organiziranosti.

Kibernetika drugega reda

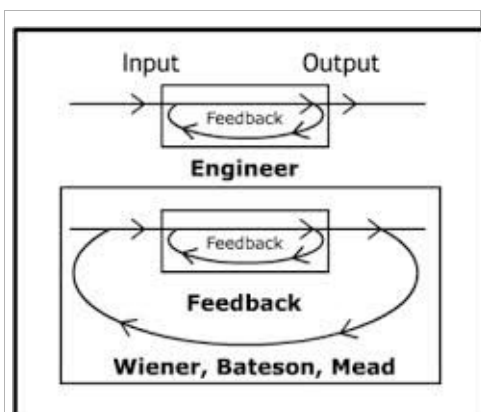
Je velikanski korak naprej v razvoju znanosti. Do kibernetike drugega reda (in kvantne fizike) je v znanosti veljalo, da mora biti opazovalec neodvisen od opazovanega sistema in da je njegova meritev objektivna. S fenomenološkim pristopom je Husserl utemeljil možnost vključitve opazovalca v opazovani sistem, kvantna fizika pa je pokazala, da opazovalec vedno vpliva na opazovani sistem. Fizik Heinz von Foerster je kibernetiko drugega reda opisal z naslednjimi besedami:

„Lahko bi rekli, da so skozi stoletja, od Aristotela naprej, zdravniki in filozofi znova in znova

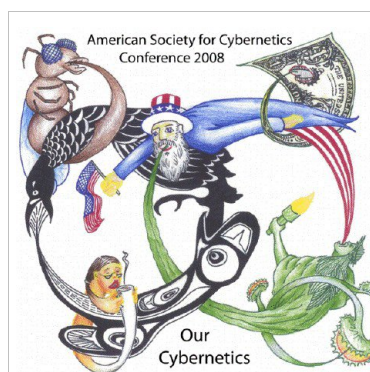
razvijali teorije o možganih. Torej, kaj je novega v današnjih kibernetiki? Kar je novega, je globoko spoznanje, da so potrebni možgani, da napišemo teorijo o možganih. Iz tega sledi, da teorija o možganih, ki ima kakršne koli težnje po popolnosti, mora upoštevati pisanje te teorije. In še bolj zanimivo, pisec te teorija mora upoštevati tudi sebe. Prevedeno v domeno kibernetike; kibernetik, ko vstopi v svojo domeno, mora upoštevati njegovo ali njeno lastno početje. Kibernetika potem postane kibernetika kibernetike, ali kibernetika drugega reda.

Gospe in gospodje, to doajemanje predstavlja temeljno spremembo, ne samo na naain, kako izvajamo znanost, ampak tudi, kako dojemamo pouaevanje, uaeenje, terapevtski proces, organizacijsko upravljanje, in tako naprej in tako naprej; in rekel bi tudi, kako dojemamo naae odnose v vsakdanjem ivljenju. Lahko vidite, da je to temeljna epistemoloaka sprememba, ae najprej nekdo zaznava samega sebe kot neodvisnega opazovalca, ki opazuje svet tam zunaj; v nasprotju z osebo, ki meni, da je tudi sam udeleeni igralec v drami medsebojnih interakcij sprejemanja in dajanja v kroonosti medaeovski odnosov.“ [7]

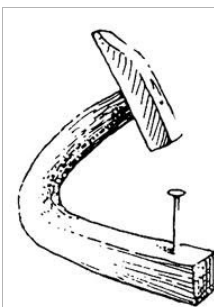
Foerster je postal glavni katalizator raziskovanja ideje samo-organizacije. Leta 1958 je ustanovil



*Risba 2: Osnovna shema
kibernetškega procesa: zgoraj
prvega in spodaj drugega reda.*



*Risba 3: Aluzija na
Uroborusa, oziroma
samonanašanje,
samorefleksijo.*



*Risba 1:
Komična
ilustracija
kibernetškega
procesa
drugega reda.*

interdisciplinarno skupino (*Biological Computer Laboratory*), ki je bila inkubator naprednih idej systemske teorije in bionike. Med drugim so nekaj časa v tem laboratoriju delali tudi Ross Ashby – pomemben teoretični snovalec kibernetike, nadalje Humberto Maturana in Francisco Varela in kontroverzni John Lily.

Heinz von Foerster je na primer prispeval idejo in definicijo mere urejenosti nasproti ozadju maksimalnega šuma. Ugotovil je, da sistemi, ki so sposobni samo-organizacije, ne vnesejo reda iz okolice, temveč izrabijo svojo energijsko bogato notranjost, jo integrirajo v svojo strukturo in vzorec

delovanja, in tako povečajo tudi notranjo urejenost.

7. Interdisciplinarni pristopi

Kognitivna znanost

Kognitivna znanost ima svoje korenine v kibernetiki in je razvijajoča se znanost o kognitivnih procesih, ki pristopa iz sistemične in interdisciplinarne perspektive, preko okvirov psihologije in psihiatrije.

Gregory Bateson je, približno v istem času kot je bila napisna Santiago teorija, intuitivno, na podlagi opazovanja živega sveta razvil svojo teorijo kognicije, ki vsebuje šest potrebnih pogojev za kognitivne procese:

1. Kognicija je skupek delov in komponent, ki med seboj interagirajo. (glej avtopoezo)
2. Interakcijo med deli kognicije proži razlika. (Tu Bateson predpostavlja objektivne razlike.)
3. Proces kognicije zahteva pripadajočo energijo.
4. Procesi kognicije zahtevajo krožne (ali kompleksnejše) verige določanja.
5. Kognitivni procesi so razlike transformacije (kodirane verzije) dogodkov pred njimi. (Tu Bateson eksplicitno predpostavlja neodvisni svet objektov, dogodkov tam zunaj... Kognicija je za Batesona torej prezentacija zunanjega sveta.)
6. Opis in klasifikacija teh procesov transformacije odkriva hierarhijo logičnih tipov prisotnih v fenomenu. To pojasni z hierarhijo kodiranja sporočila in sporočila o sporočilu – meta-sporočilo. Maturana predvideva, da so hierarhije v komunikaciji prisotne šele pri človeški zavesti.[1]

Bateson je tudi oče družinske oz. sistemske psihoterapije, saj je pokazal, da je shizofrenija posledica interakcij znotraj družine (double bind komunikacija), da je shizofrenik le simptom disfunkcionalne družine.

Še ne tako davno nazaj je bilo končno pokazano, da človeški možgani in zavest nista v ničemer primerljiva z delovanjem računalnika. Študij delovanja možganov se je premaknil iz iskanja

procesiranja simbolov k povezanosti, od iskanja lokaliziranih funkcij k koherenci, od mapiranja informacij k emergentnim lastnostim nevronske mreže. Človeški možgani ne procesirajo informacije - torej vhodnih signalov iz okolja - temveč nenehno interagirajo z okoljem in pri tem spreminjajo svojo strukturo. Človeško razmišljanje, inteligenca, spomin in odločitve niso nikoli povsem racionalni, temveč so vedno obarvani s čustvi. Razmišljamo torej tudi z našim telesom. V naši zavesti se nenehno porajajo ideje o svetu tam zunaj in ne procesiranje vhodnih podatkov - smo torej aktivni ustvarjalci svoje realnosti.

Na temeljno razliko med "umetno inteligenco" in človeškim umom je pokazal Joseph Weinzenboum v svoji knjigi *Computer Power and Human Reason*. Stroj ali robot ni sposoben modrosti, sočutja, spoštovanja, razumevanja, niti ljubezni: "...že samo zastaviti si vprašanje:" Kaj ve sodnik (ali psihiater) takšnega, kar ne bi mogli povedati računalniku?" je monstrozna obscenost."

Kako zelo so še v osemdesetih letih verjeli v razvoj umetne inteligence lepo prikaže kulturni futuristični film Ridleyja Scotta – *Blade Runner*, ki je postavljen v leto 2019, v prenaseljeni, dekadentni in degenerirani svet, kjer so kiborgi bolj človeški od ljudi samih.

Samo-organizacija

Zaradi obetavne tehnologije, ki se je začela razvijati po von Neumannovem odkritju računalnika (1940) in ki vedno bolj prežema naša življenja danes, so bili prvi pomisleki v kibernetiki, da naši možgani niso strukturirani kot računalnik, dolgo časa prezrti. Ponovno so postali zanimivi v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja, ko je znanstveni svet pričela zanimati posebna lastnost tako možganov, kot celega živega organizma ali sistema, in sicer samo-organizacija.

Sistemske lastnosti nastanejo preko urejenih razmerij med posameznimi gradniki sistema, ta razmerja tvorijo organizacijski vzorec sistema. Ko ta vzorec uničimo, uničimo sistem.

Princip vzorca, oziroma samo-organizacije nevronske mreže se je pojavil najprej v kibernetiki, ko sta nevrolog Warren McCulloch in matematik Walter Pitts konstruirala matematični model enostavnih nevronske mreže. Čeprav so bili začetni pogoji mreže popolnoma naključni je mreža slej ko prej pričela delovati po določenem vzorcu, kar sta poimenovala samoorganizacija. Podlaga samoorganizaciji je torej vzorec.

V kognitivni znanosti govorimo o mrežah, pri opisu živega organizma ali ekosistema ali

organizacije pa o samoorganizaciji.

V sedemdesetih in osemdesetih letih prejšnjega stoletja je teorija samoorganizacije močno napredovala. Tu so: Ilya Prigogina, ki je deloval v Belgiji, v Nemčiji Hermann Haken in Manfred Eigen, James Lovelock v Angliji in Lynn Margulis v ZDA in Francisco Varela in Humberto Maturana v Čilu.

Novi modeli vpeljejo možnost sistema, da se razvija uči in se spreminja. Naslednja pomembna lastnost je, da so ti sistemi daleč od ravnovesja in da so odprti. Za kompleksne sisteme je značilno delovanje s povratnimi zankami, ki omogočajo samoregulacijo.

Manfred Eigen, med drugim tudi kandidat za Nobelovo nagrado v kemiji, je razvil teorijo po kateri naj bi se življenje razvilo iz vedno bolj kompleksnih kemičnih sistemov. Praktično je pokazal, kako se na primer kompleksne molekule kot so encimi, samo-organizirajo v t.i. stabilne hipercikle. To se seveda zgodi v okolju daleč od ravnovesnega stanja in kjer je prost pretok energije. Ti hipercikli ne samo, da so izjemno stabilni, zmožni so tudi replikacije in samo-korekcije, torej lahko ohranijo in posredujejo kompleksno informacijo. Naslednja pomembna lastnost, ki je nujno potrebna tudi za vsak živi sistem je, da hipercikli skozi nestabilnost lahko preskočijo v novo, višjo kompleksnost, torej da so sposobni razvoja.

Vendar pa: hipercikli so karakterizirani kot neživi, ker so njihove meje neodvisne od samega katalitskega procesa (petrijevka npr.), kar se mi zdi precej „prozoren“ argument. Je že kdo preizkusil encimske reakcije v neomejenem prostoru in kaj imajo meje opraviti s krožnim procesom nasploh? Meje so dodatni koncept, neodvisen od kognicije - tu se lahko hitro zapletemo v nepotrebno debato o mejah. Je mravlja (nezmožna preživetja kot posameznica) kognitivni sistem ali je kot takšno dela celotno mravljišče - kje so meje sistema mravljišča, kdo jih ustvarja, mravlje ali zunanja "posoda" oblika terena, poraslost... Želim torej izraziti pomislek k ekskluzivnosti živih organizmov - krožni procesi, razvoj in avtopoeza so, vsaj implicitno, prisotni skozi celotno vesolje na vseh ravneh.

Artopoeza

Kaj torej razlikuje živ organizem od neživega? S tem vprašanjem se je ukvarjal Humberto Maturana. Med drugim je delal na MITu in se navdušil nad kibernetiko, sodeloval s von Foersterjem, nato se je vrnil v Santiago in tam doktoriral iz nevroznanosti, in pričel s študijem barvne zaznave (kot dolgo pred njim že Goethe). Tako je bil razpet med dvema, na videz povsem različnima iskanjema: Kaj

je organizacija življenja? in Kako nastane percepcija?

Po desetletju raziskovanja mu je končno uspelo združiti prizadevanja v biologiji (narava bioloških oblik) in kibernetiki (narava zavesti). Krožnost delovanja živčnega sistema je posplošil na delovanje živih sistemov na sploh:

"Živi sistemi so organizirani v vzročne krožne procese, ki dovoljujejo razvojne spremembe, dokler je zagotovljen obstanek krožnosti..." [21]

Poleg tega je Maturana uspel posplošiti princip kognicije: ugotovil je, da je živčni sistem tudi samonanašajoč. Percepcija torej ni zaznava zunanjega sveta, temveč je nenehno soustvarjanje odnosov znotraj nevronske mreže. Percepcija in v splošnem kognicija ne predstavljata zunanje realnosti, temveč jo soustvarjata preko krožno organiziranih procesov:

"Živi sistemi so kognitivni sistemi in življenje kot proces je proces kognicije. Ta izjava drži za vse organizme, z ali brez živčnega sistema." [21]

Z Varelo sta nadalje do potankosti razvila teorijo krožnih procesov kognicije in jim dala skupno ime - *avtopoeza*[20]. Skupaj z sodelavcem Ricardom Uribeom so leta 1974 naredili prvi matematični model najbolj enostavnega avtopoetičnega sistema: celice. Tu naredijo ostro ločnico med organizacijo in strukturo. Predpostavijo, da je avtopoeza splošni vzorec organizacije, skupen vsem živim sistemom, ne glede na njihovo strukturo.

Teorija Santiago: kognicije in/ali življenja

V t.i. teoriji Santiago[20] sta v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja Francesco Varela in Humberto Maturana izenačila kognicijo in življenjski proces (cogito ergo sum, bi lahko še na ta način razumeli Descarta). Neodvisno od njiju je istočasno preko kibernetike Gregory Bateson razvil svoj koncept mentalnih procesov opisan zgoraj. Glavna razlika med tema dvema teorijama kognicije je v tem, da Maturana zavrača idejo, da kognicija vsebuje mentalno prezentacijo neodvisnega zunanjega sveta.[4]

Kot že rečeno je na začetku kognitivne znanosti prevladoval model, ki je primerjal in celo enačil delovanje možganov z delovanjem računalnika. V sedemdesetih letih prejšnjega stoletja sta se, predvsem zaradi razvoja sistemske misli, pojavila dva ključna pomisleka:

- računalnik deluje sekvenčno in linearno
- če uničimo del računalnika, računalnik preneha delovati, če uničimo del možganov ti še vedno bolj ali manj dobro delujejo. Penrose predlaga holografski model (od lokalnih zakonov do globalne koherence), od simbolov do povezanosti, od procesiranja vhodnih informacij do emergentnih lastnosti idej (nevronske mreže).

Kognicija vsebuje dve osnovni, neločljivo povezani aktivnosti:

- ohranjanje in vzdrževanje avtopoeze
- in rojevanje/ustvarjanje sveta.

Kognicija vsebuje torej vse komponente udejanjanja življenja: percepcijo, čustva, obnašanje in ne potrebuje nujno možganov ali nevronov. Bakterije se dobro znajdejo brez njih. Z rojevanjem sveta pravzaprav preko kognicije organizem izbere katere impulze iz okolja bo uporabil za svoje spremembe ali razvoj, in kako. Na primer: Mojca, ki je žalostna, so ji žalostne in melanholične slike všeč, in povsod vidi žalostne slike in obraze. Tako je zaprta v svoj svet žalosti, ki se zrcali v njenih izbirah. Ali: si lahko zamislite, da bi zaznali vse zunanje impulze, da bi bili sposobni slišati in videti vsa zvočna in elektromagnetna valovanja, zavohati vsako posamezno molekulo? Verjetno ne. Čeprav zaznamo dosti več, kot pa pride v našo zavest, vseeno večino zunanjih impulzov ignoriramo. In ravno to selektivnost „dela“, „opravlja“ kognicija. Avtopoetični sistem se na strukturnem nivoju ves čas spreminja, medtem, ko ohranja vzorec organiziranosti. Naloga kognicije je dvojna: ohranjanje in nadaljevanje avtopoeze, ter ustvarjanje sveta. Različni organizmi se razvijajo različno, vsak po svoje spreminja, razvija svojo strukturo. Ker pa so strukturne spremembe posledica kognicije, lahko rečemo, da sta razvoj in učenje dve plati istega kovanca.[4]

Živi sistem je *avtonomen* pri izpolnjevanju svojega namena: namen torej na nek način določa mejo sistema in kaj se bo v sistemu spremenilo, oziroma kateri zunanji dejavniki bodo povzročili strukturne spremembe in kateri ne. Okolje torej le proži strukturne spremembe, vendar jih ne določa ali usmerja.

Na primer: kot oseba sem avtonomna v izvajanju svojega človeškega namena: ko podiram drevesa npr. postanem sistem motorka-Mojca in izvajam namen čiščenja gozda, postanem kibernetični organizem – kiborg. Namen se je popolnoma spremenil, meje tudi. Kot Mojca sem čuteče bitje, ki občudujem in imam sposobnost sočuti do npr. dreves. Ko postanem kiborg motorka-Mojca se moja zavest zelo zoži na optimalno, varno in učinkovito podiranje dreves in čiščenje gozda - za sočut, občudovanje tu ni mesta...

Ko moje telo-um postane podaljšek stroju, njegovo delovanje postane zelo preprosto, podrejeno mašini: tu ni več prostora za uživanje lepote narave, kontemplacijo ali žalovanje in sočut do ranjenih dreves, moja zavest se zoži na efektivno podporo stroju in na strah pred tem strojem, ki me lahko poškoduje. Kako mora biti šele ljudem, ki 8 ur delajo za tekočim trakom ali ljudem, ki imajo v glavi le misel o ekstraprofitu in nujni gospodarski rasti?!

Soporezano resolje

Ervin Laszlo je gotovo eden najbolj pomembnih modernih teoretikov sistemske teorije od devetdesetih let prejšnjega stoletja naprej. Tako na primer predvideva, da glede na to, da ima vakuum, oziroma polje ničte točke ali polje Akaše, kot ga je poimenoval sam, izredno energijsko gostoto, bi lahko gledali na kvantne delce kot na pojavnosti (analogno kot vrtinci v vodi, impulzi v nevronih, rdeče oko na Jupitru, ..) v tem vakuumu. Vakuum bi lahko v principu bil ne-naključno strukturiran, torej naj bi vseboval vzorce, oziroma naj bi bil informacijsko bogat, kar je že leta 1980 predvideval fizik David Bohm s svojim pojmom implicitne urejenosti subkvantnega sveta[3]. Strukturo povzročajo nabiti pospešeni delci, ki poleg elektromagnetnega polja, ki je invarianten na Lorentzove transformacije, povzročajo, zaradi zgoščevanja in redčenja vakuuma longitudinalne skalarne valove. Ti valovi so opisljivi s Schrödingerjevo valovno enačbo. Skalarno valovanje vakuuma je torej Schrödingerjevo valovanje, ki je linearno, kar pomeni, da se pri superpoziciji faza ohranja, poleg tega se ti valovi širijo po celem prostoru, kar bi lahko zadostilo kriteriju spomina. Naslednja pomembna ugotovitev je, da uklon Schrödingerjevih valov skozi hologram lahko ustvari časovno spremenljivo informacijo/sliko. Prav tako skalarno valovanje ni omejeno s svetlobno hitrostjo in ima večjo hitrost v gostejšem mediju. To pomeni, da bi bil lahko vakuum oziroma polje ničte točke primeren kandidat za spominsko enoto celotnega vesolja. In ne samo to! Laszlo predvideva, da se dogaja nenehna izmenjava podatkov med kvanti in vakuumom[14].

Če nekoliko razvijam te ideje naprej: osnovni „delci“ zavesti bi torej lahko bili virtualni elektromagnetni, šibki, močni in gravitacijski delci, torej bozoni, pojavnosti, ki jih ustvarja vakuum s svojim „vrtinčenjem“ - za njih Paulijevo izključitveno načelo ne velja. Ta zavest naprej gradi odnose med entitetami, ki jih ustvarja sama. Realne entitete, na primer fermioni, so zgrajeni iz te zavesti... Vesolje premore kognicijo na svojem osnovnem nivoju – njegove meje so meje vesolja samega – je samonanašajoč sistem, ki se nenehno poustvarja. Kaj je njegov namen?!

To je lepo opisal fizik Geoffrey Chew s svojo bootstrap hipotezo o ustroju in interakciji

subatomskih delcev. Njegova teorija zveni zelo podobno kot koncept avtopoeze: hadroni ustvarjajo mreže interakcij, kjer vsak delec pomaga ustvarjati druge delce, ki nato pomagajo ustvarjati nazaj[4].... Atomsko jedro s svojo bolj ali manj določeno mejo torej lahko imenujemo avtopoetični sistem. Vendar pa: je atomsko jedro sposobno spomina, razvoja, preskoka na nov nivo kompleksnosti? Kot prvo so procesi v atomskem jedru reverzibilni in torej za njih čas ne obstaja (torej spomin in razvoj ne moreta biti definirana) razen v smislu preloma simetrije.

Laszlo in Chew torej predvidevata povratne zanke, kvant-vakuum. Vakuum s svojim generiranjem virtualnih in realnih delcev ustvarja avtopoezo, vsebuje spomin (že obstoj časovne koordinate nakazuje na to) in ustvarja procese, ki se nam zdijo zelo stabilni, dolgoročni, celo statični in ravnovesni, vendar tudi tu prihaja do bifurkacij: zlomov simetrij... Glede na to, da so fiziki ugotovili, da je polje ničte točke daleč od tega, da bi bil prazen vakuum v prvotnem pomenu besede, da so dogajanja na dimenzijah pod Planckovo dimenzijo izjemno burna, nepredvidljiva, kaotična, pa vendarle na „makro“ nivoju zgledajo urejena, statična; bi lahko rekli, da je polje ničte točke daleč od ravnovesja, da ima tudi kognicijo in iz tega, da je vesolje živo na vseh svojih ravneh, kar je konec koncev nekako logično. Konec koncev se pojavi, ki so daleč od ravnovesnega stanja, kot so laserji in superprevodnost, lepo pojasnijo s teorijo kaosa. V kvantni mehaniki sedaj obstaja veja matematične fizike, ki razlaga kvantne pojave s fraktalno matematiko in matematiko kaosa. Predvsem se ukvarja z interakcijo kvantnega vakuuma z realnimi in virtualnimi delci.

Sociologija

Če je torej kognicija enaka življenju samemu, nekako postane jasno, na primer, da na stopnji zavesti, ki štiti preživetje enega organizma in favorizira ta organizem pred drugimi, dobimo skupino, družbo, svet, v kateri velja zakon „pes žre psa“ (homo homini lupus), oziroma (neo)liberalni kapitalizem. Ko se zavedamo, da smo preživeli kot vrsta zaradi sodelovanja, potem moralni zakoni postanejo logični in obligatorni. Ko se zavedamo, da smo del živega bitja, ki se mu reče Zemlja, filozofija globoke ekologije ni več tuja. Končno se zavemo, da so vsa živa bitja člani ekološke skupnosti, ki nas povezuje v mrežo soodvisnosti.

Tako je sistemsko zavedanje prineslo tudi na novo vrednote in načine razmišljanja, ki so bile v družbi modernega človeka prezrte in celo prezirane [4]:

način razmišljanja		vrednote	
<i>samo-asertivno</i>	<i>integrativno</i>	<i>egocentrizem</i>	<i>integrativnost</i>
racionalno	intuitivno	ekspanzija	ohranjanje
analiziranje	sinteza	tekmovalnost	sodelovanje
redukcionistično	holistično	kvantiteta	kvaliteta
linearno	nelinearno	nadvlada	partnerstvo

Fraktalni koncept k sociologiji sta dodala matematika in zgodovinarja zavesti Ron Eglash in Peter Broadwell, ko sta leta 1989 študirala fraktalno geometrijo tradicionalne afriške arhitekture v plemenski vasi v Maliju.

Kognitivna imunologija

Teorija Santiago je odpravila staro uganko o odnosu med zavestjo in možgani. Zavest ni stvar, je proces kognicije in očitno ni omejena le na strukturno enoto, ki ji rečemo možgani. Imunski sistem ni lokalizirana struktura, saj imunske celice potujejo po vsej limfi, torej prežemajo vsa tkiva in organe.

Limfociti so skupina celic z izjemno diverziteto – včasih je veljalo, da kot vojaki prepoznajo zunanjega sovražnika in ga uničijo. Danes vemo, da se imunski sistem uči in ima spomin. Protitelesca se vežejo na veliko tipov celic, vežejo se celo med seboj, in tako ustvarjajo „socialno“ mrežo. Sposobna so prepoznati, kaj pripada sebstvu in kaj ne, kaj so torej tuji vsiljivci. Imunski sistem torej nenehno preverja svoje nanašanje na samega sebe in širše sebstvo in tako omogoča in regulira celični in molekularni repertoar organizma. Imunski sistem je torej še en kognitivni sistem znotraj organizma. Ne premišljeno, na redukcionistični znanosti temelječe poseganje v imunski sistem je lahko torej zelo škodljivo.

Ko se torej ukvarjamo z duševnostjo, se ukvarjamo poleg vzorcev, ki jih ustvarjajo možgani, vsaj še s celotnim živčnim sistemom, imunskim in endokrinim sistemom, če že ne s celotnim telesom, in okoljem (družina, družba) v katerem to telo/duša živi.

Globoka ekologija

Osnovno filozofijo tega gibanja je postavil norveški filozof Arne Naes v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja. Gre za sistemski pristop do narave v najširšem pomenu besede, da se torej zavedamo, da smo del eko-sistema, ki se mu reče Zemlja, da smo od njega odvisni in soodgovorni za njegovo zdravo delovanje.

Naj navedem samo primer. Izjemno dodelan sistematičen sistem na področju ekosistemov je permakulturni pristop. Preizkušam ga tudi na svojem vrtu, kjer se srečujem s "problemom" velikega števila jelenjadi, ki mi pridno „kosijo“ (skoraj) vse na novo posajene rastline. Dejstvo je, da sem jaz s svojimi idejami o permakulturnem vrtu tujek v njihovem habitatu. Sedaj razmišljam, kako sebe čim manj škodljivo vključiti v ta ekosistem, ki me očitno ne potrebuje, je že samozadosten. V mojih tuhtanjih od lovske uničevalnje jeze, preko psa šarplaninca, do nasaditve rastlin, ki bi kot paša ustavljale jelenjad pred "mojimi" jagodami, me je lepo prehitela in streznila sama mati narava s „katastrofalnim“ žledom. Ogromno dreves se je podrlo kar v pasovih in tu se sedaj odpirajo možnosti za nove "pašnike"... Končno sem dojela bistveno sporočilo permakulturne misli: narava je vedno pametnejša kot moja uboga logika, saj tu soustvarja pogoje ogromno organizmov in sil hkrati. Edino, kar lahko naredim je, da se učim od narave, preko opazovanja, eksperimentov... Tudi tu velja: kar se za nekoga zdi katastrofa (na primer monokulturni ekosistem s svojo izkoriščevalsko logiko), ker ni sposoben prilagoditve, je za drugega lahko preskok v novo kvaliteto.

Matrizem in feministična gibanja

Globoka ekologija je v svoji osnovi blizu eko-feminističnim gibanjem:

„kot prototip vseh dominacij in izkoriščanj v različnih hierarhičnih, militarističnih, kapitalističnih in industrijskih oblikah. Poudarjajo, da gre posebno izkoriščanje narave z roko v roki z izkoriščanjem žensk, ki so bile enačene z naravo samo v vseh zgodovinskih obdobjih...“ [4]

Zanimivo je, da je v modernem času prišlo do razvoja kompleksne sistemske misli predvsem preko razvoja znanosti in potrebi po vpeljavi novih metod za reševanje in razumevanje kompleksnih sistemov, medtem ko je sistemski družbeni pristop že bil očitno del neolitskih kultur (Maria Gimbutas, Claudio Naranjo...). Antropologi in arheologi vse bolj prepoznavajo kulture, kjer je prevladoval

matriarhat ali vsaj matristične vrline: skupnost, sodelovanje, gojenje in spoštovanja, gledano najsplošnejše, življenja samega, kot je to predpostavila Maria Gimbutas[19]. Zakaj je prišlo do t.i. patriarhalnega preobrata, kjer vladajo moški, nasilje, tekmovalnost, linearnost, racionalnost, egocentričnost? Antropolog James deMao je pokazal jasno korelacijo med spreminjanjem rodovitnih planjav v puščavo in „patriarhializacijo“, kar se je dogajalo nekje od 4000 pr.n.š., torej s pojavom velikih totalitarnih diktatorskih in/ali oligarhičnih sistemov.

„Lakota in stradanje je huda travma , iz katere preživeli le redko uidejo nepoškodovani. Veliko ljudi umre, družine so raztrgane, dojenčki in otroci so pogosto zapuščeni in njihovo trpljenje je ogromno. Stradanje izjemno negativno vpliva na čustveni razvoj preživelih otrok. Krčijo se od naporne vročine in žeje, čustveno se umaknejo od bolečega sveta in hkrati trpijo hud primanjkljaj v razvoju celotnih možganov in živčnega sistema , zaradi pomanjkanja beljakovin in kalorij, zaradi podhranjenosti. Tudi če ti stradajoči otroci kasneje dobijo vso potrebno hrano in vodo, ki jo želijo, ostajajo globoko ranjeni na čustveno - nevrološkem nivoju, ki za vedno spremeni njihovo vedenje - še posebej obstaja vsajeno zatiranje impulza po užitku - povezovanju navzven, iskanju zdrave naravne navezanosti. Nadalje čutijo nelagodje v globljih oblikah telesnega užitka, tako v uživanju v odnosu mater-dojenček, kot tudi moški-ženska . Poleg tega je otrokov pogled na mater, ki v obdobju lakote ni bila sposobna zaščititi ali nahraniti otrok, obarvan z nezaupanjem in jezo. Takšni odnosi in naklone, so globoko protoplazmatski v svoji naravi , in se prenesejo posledično na naslednje generacij, ne glede na podnebje, preko družbenih institucij , ki odražajo strukturni značaj povprečnega posameznika v danem časovnem obdobju.“[6]

Claudio Naranjo gre tu še korak naprej in ugotovi, da je problem moderne civilizacije civilizacija sama, ker patriarhat, ne samo, da določa družbeno ureditev, temveč tudi patriarhalno ureditev uma. Poudarja, da je današnja kriza le izraz destruktivne nezrelosti, zastarelosti, neravnovesja, ki ga vpelje patriarhat med očeta, mater in otroka - v družina, ter v sfero kulturnih vrednot.[22]

Vse kaže, da je postmoderna civilizacija končno dosegla točko zadostnega občutka varnosti in udobja, da lahko upamo tudi na kolektivno predelavo travm, ki se vlečejo iz generacijo v generacijo, da bo končno spet možno razmišljati v smeri sistemske usmeritve globoke ekologije. Če se naslanjamo na najmočnejši človeški mit smrti in ponovnega vstajenja, potem je trenutna družba s svojo globoko ekonomsko krizo, ter predvsem s krizo vrednot nekje na dnu, torej nekje v fazi temne noči duše, ko lahko posameznik samo nemočno opazuje in trpi popolno norost družbe. Kam in kako bomo razrešili to krizo, s ponovno vojno, mogoče celo samouničenjem ali s preskokom v novo kvaliteto, je

popolnoma odvisno le in izključno samo od nas. Še vedno imamo kot posamezniki vso svobodo in odgovornost odločanja, ali se bomo norosti podredili, ali bomo iskali sožitje s soljudmi in naravo okoli nas na nov, kvalitetnejši, bolj spoštljiv in miren način.

Čilensko-nemški kipar in kasneje mistik in pesnik Tótila Albert[22] je bil prvi, ki je pokazal, da je patriarhija meta-problem sodobne družbe. Tótila Albert je poudaril notranji ali psiho-duhovni način preseganja patriarhalnega stanja. Razumel je, da zdrava družba lahko vznikne le skozi psihično zdrave posameznike, katerih zavest in življenje deluje v "objemu treh" (komponente notranjega oče, matere in otroka). S svojo filozofijo je vplival tudi na Maturana in Naranja.

Sistemska psihoterapija

Ves čas sledi razvoju sistemske misli, saj je oče družinske terapije prav Gregory Bateson, velik zagovornik sistemskega pristopa. Tako je v šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja družinska terapija najprej sledila kibernetiki prvega reda in „operaterji“ so se trudili „normalizirati“ odnose znotraj družine (iz „disfunkcionalne“ v „funkcionalno“ družino), oziroma preko popravkov (negativne povratne zanke) ohranjati homeostazo - t.i. strukturni in strateški pristop.[24]

Na srečo so se „operaterji“ pričeli spraševati kdo je tisti, ki določa „dobrost“, „normalnost“, „funkcionalnost“, „homeostazo“? Kaj je družina – le ideja? Ta vprašanja so sovpadala z razvojem sistemske teorije na drugih področjih: v fiziki Prigogin s svojo teorijo disipativnih struktur, Haken z odkritjem sinergije pri laserjih in razvoj teorije kaosa: sistem lahko pod določenimi pogoji razvije nove strukture (samo-organizacija), preskoči v novo kvaliteto in ne le ohranja staro stabilnost.[24]

Od homeostaze se je fokus prenesel na (ireverzibilne) spremembe, poleg tega „operater“ izgubi svoj smisel. Ko terapevt vstopi v nek sistem, postane del sistema – kibernetika drugega reda. Terapevt s svojimi intervencijami, ki so usmerjene k vzpodbudi, vzbujanju, destabiliziranju, omogočajo avtopoezo sistema. Pomebna postane tudi ideja radikalnega konstruktivizma[7]. Konstruktivizem v psihoterapiji je epistemološka predpostavka, da je v dejanju vedenja človeški um tisti, ki daje urejenost in smisel sveta – ki rojeva svet. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja je skozi spoznanje kompleksnosti terapevtskega sistema[9] tudi v sistemsko terapijo končno v celoti prodrlo tudi kibernetika drugega reda.[24]

8. *Matematična formulacija systemske misli*

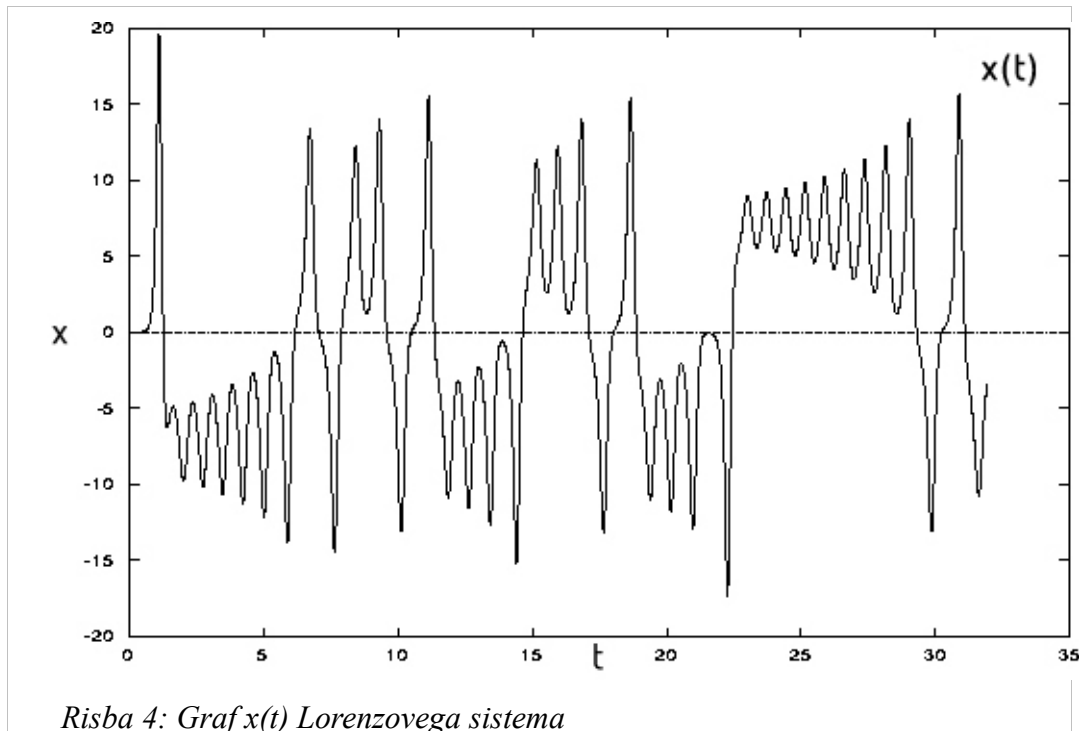
Zapleteni medsebojno povezani sistemi, vključno z internetom, borznimi trgi in delovanje človeškega srca ali možganov, vreme, živi organizem, družba, ..., so običajno sestavljeni iz več vgnazdenih sistemov, ki kažejo visoko nelinearne deterministične kot tudi stohastične značilnosti. Ti sistemi ustvarjajo signale, oziroma obnašanja, ki izkazujejo kompleksne lastnosti kot so nelinearnost, občutljivost na majhne motnje, dolgoročni spomin, velike variacije in nestacionarnost. Lepota matematike je prav v tem, da lahko zaobseže vse te lastnosti in sisteme v eno samo matematično formulacijo kaosa.

Prva matematična formulacija kompleksnih sistemov je bila termodinamika. Termodinamika za razliko od mehanike zahteva vpeljavo novih pojmov, ki se nanašajo na množico med seboj stohastično soodvisnih delcev, kot so na primer temperatura in zelo pomemben koncept entropije. Entropija v končni fazi predvideva precej črn (mogoče bi bil boljši izraz svetel) konec vesolja: vesolje konča v t.i. termični smrti, ko vsi delci razpadejo in ostane le ravnovesno, izotropno fotonsko sevanje. To predvidevanje se nekako ne sklada s pojavnim vesoljem, kjer strukture, predvsem žive, težijo k vedno večji kompleksnosti in urejenosti, sicer na račun povečane entropije v svoji okolici, vendar pa izrabljajo tudi svoje notranje potenciale za gradnjo in vzdrževanje urejenosti.

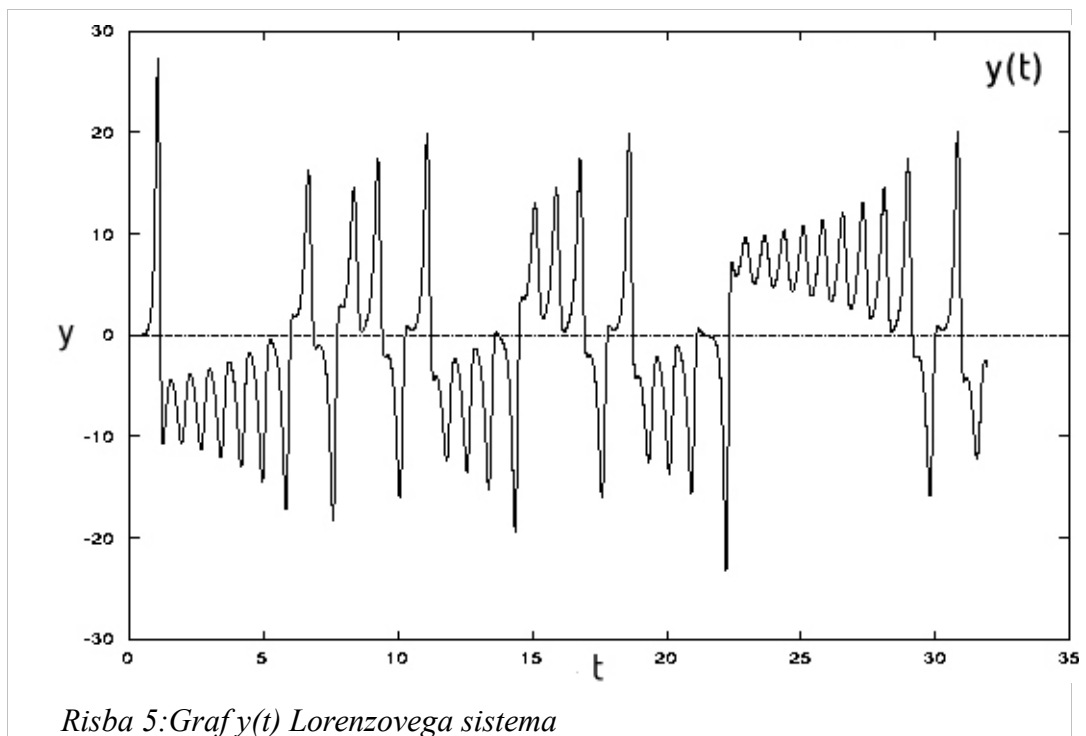
Matematična definicija kaosa je: stohastično obnašanje determinističnih sistemov. In prav takšno je na primer vreme - tu se je prava teorija kaosa tudi začela in sicer v 60ih letih prejšnjega stoletja z meteorologom Edwardom Lorenzom. Pri opazovanju zakonitosti vremenskih sprememb je zapisal tri dokaj enostavne nelinearne diferencialne enačbe prvega reda:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -10x + 10y, \\ \frac{dy}{dt} &= 28x - y + xy, \\ \frac{dz}{dt} &= -\frac{3}{8}z + xy,\end{aligned}$$

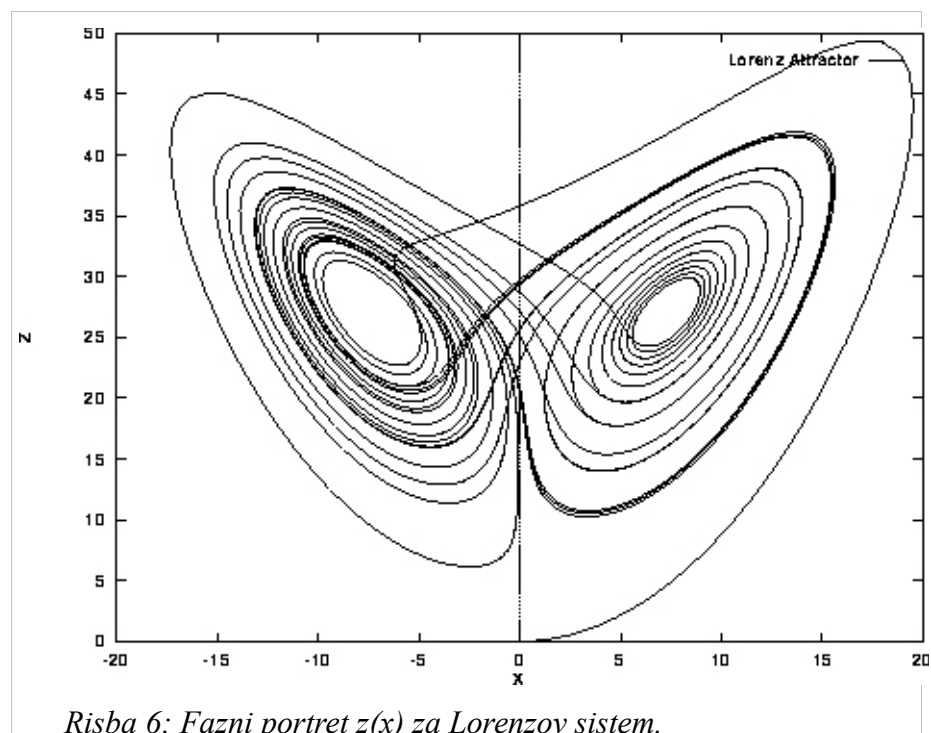
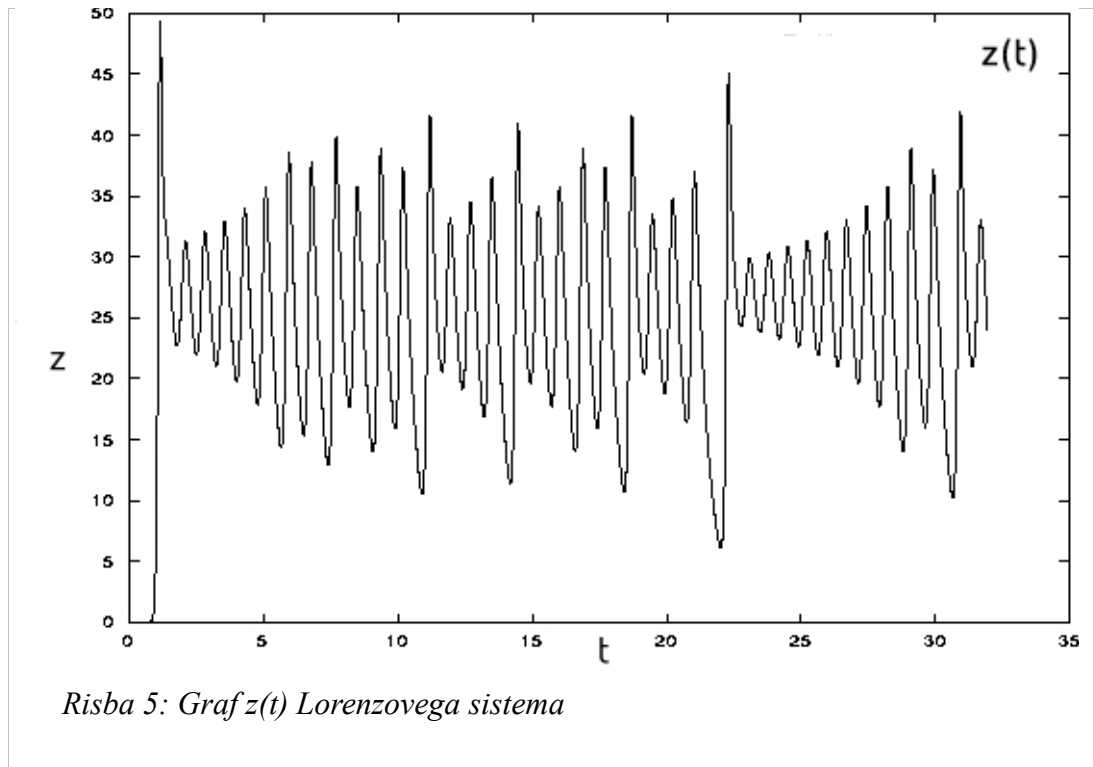
pognal računalnik, da išče rešitve znova in znova, s skoraj enakimi začetnimi števili in ... našel kaos. Zgoraj zapisane in podobne enačbe se sedaj imenujejo Lorenzov sistem. Te enačbe, čeprav na oko dokaj preproste niso analitično rešljive – potrebne so numerične metode. Pri reševanju dobimo na primer naslednje rešitve, ki so kvazi-periodične:



Risba 4: Graf $x(t)$ Lorenzovega sistema



Risba 5: Graf $y(t)$ Lorenzovega sistema



Nelinearnost torej preveva velik del neživega sveta, obravnava živih organizmov brez nelinearne matematike dinamičnih sistemov ne gre. Pri linearnih enačbah enostavna enačba opisuje enostavni sistem, zapletena, zapletenega. V nelinearnem svetu pa lahko enostavna deterministična enačba opisuje neverjetno kompleksno - kaotično - obnašanje sistema.

Poleg tega v linearnem svetu majhen impulz povzroči majhno spremembo, za veliko spremembo potrebujemo velik impulz ali veliko majhnih. V svetu nelinearnih dinamičnih sistemov pa lahko infinitezimalno majhna perturbacija povzroči ogromno spremembo (predvsem zaradi pozitivnih povratnih zank), ki sistem prisili celo v novo (emergentno) kvaliteto. Povratne zanke v matematiki opisujemo z iteracijami in rekurzijami, torej, da nenehno ponavljamo isti predpis na novih argumentih. Znan iteracijski predpis "enačba rasti", ki se uporablja v ekologiji za napovedovanje rasti dveh tekmujočih vrst je:

$$x \rightarrow kx(1-x); \quad 0 < x < 1$$

Naslednja „nerodna“ lastnost nelinearnih enačb je, da je natančno predvidevanje rezultata dostikrat nemogoče. Kvantitativno analizo nadomesti kvalitativni opis sistema.

Pomembni matematični princip, ki ga je vpeljal že Jules Henri Poincaré, je *topologija* in njen zelo uporaben pojem *izomorfizmov* - študije topoloških ekvivalentov, torej invariantnih vzorcev.

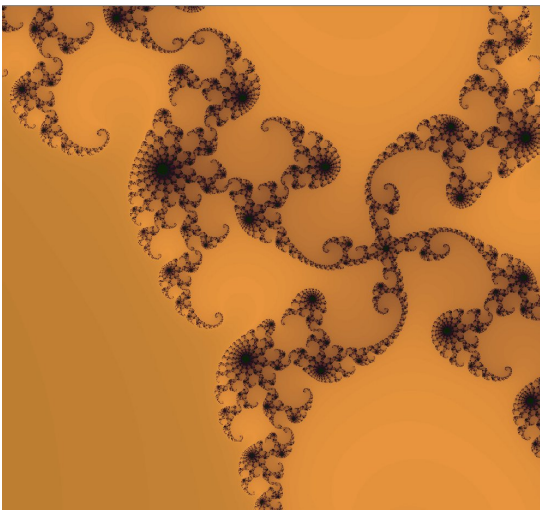
Topološki prikaz faznih prostorov nelinearnih enačb je pripeljal do novih pojmov kot so točkasti (opis sistema, ki doseže ravnovesje), periodični (periodične oscilacije) in čudni *atraktorji* (opis dinamičnega kaosa), krivulje oziroma vzorci, ki kvalitativno opisujejo eno ali več spremenljivk nekega sistema. Lorenzov atraktor, prikazan v faznem prostoru $x(z)$ na Risbi 3 je primer *čudnega atraktorja*. Zanimiva lastnost čudnih atraktorjev je, da je njihova dimenzija običajno zelo nizka, kar kaže na veliko urejenost. Eden od pogojev za dinamični kaos je, da v faznem prostoru pride do topološkega mešanja odprtih množic.

Določeni kompleksni dinamični sistem lahko vsebuje vse tri vrste atraktorjev in celo več čudnih atraktorjev, odvisno od začetnih ali robnih pogojev. Tako kvalitativna študija kompleksnih sistemov dinamičnega kaosa poskuša ugotoviti naravo atraktorjev, njihov bazen in topološke karakteristike letih: nastane dinamična slika, ki jo imenujemo *fazni portret sistema*.

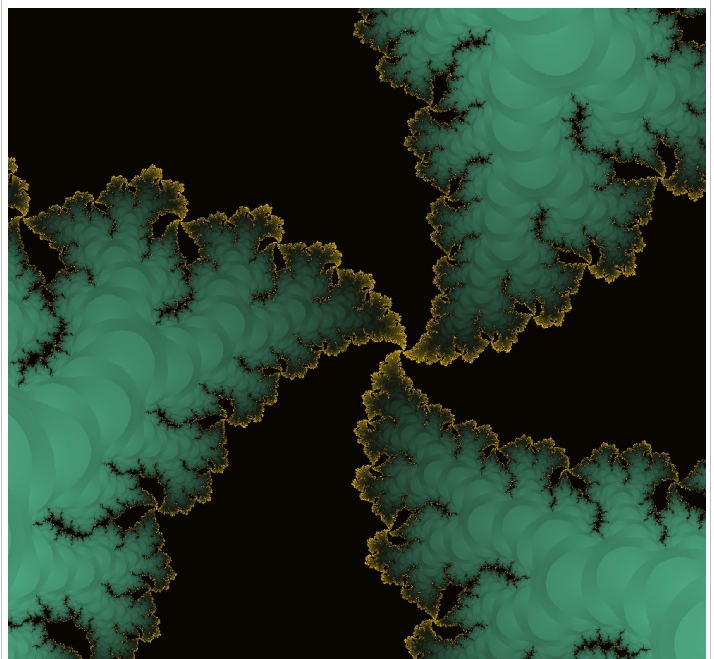
V faznem portretu se pojavljajo t.i. *bifurkacijske točke*, lahko bi jih označili tudi kot točke katastrofe ali krize, kjer sistem preskoči v novo kvaliteto z novimi emergentnimi lastnostmi ali pa

razpade.

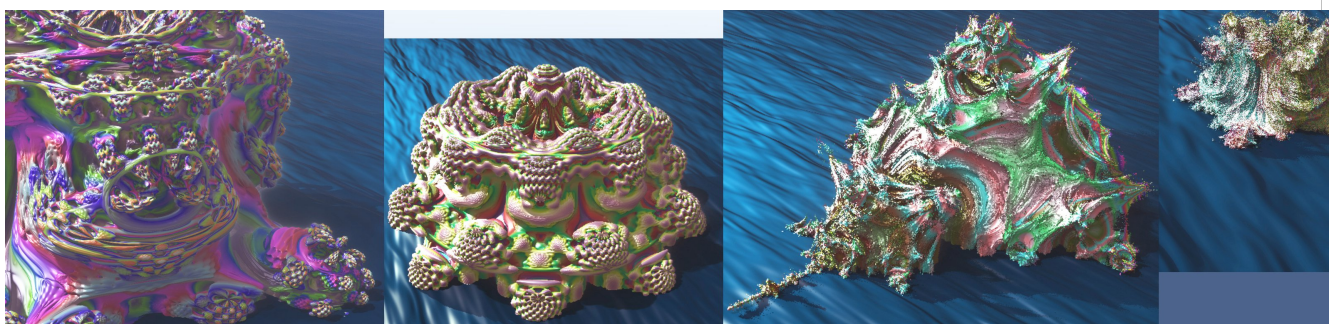
Naslednje močno orodje nelinearne matematike so *fraktali*, ki jih je izumil Benoît Mandelbrot v šestdesetih letih prejšnjega stoletja[18]. Osnovna lastnost fraktalov je samo-podobnost v vseh velikostnih redih, osnovni vzorec se ves čas ponavlja. Da dobimo matematiko, ki je zanimiva tudi za opis realnih sistemov, dodamo fraktalni geometriji naključne perturbacije, oziroma "napake". Spodaj je nekaj slik, ki sem jih ustvarila s programom za risanje fraktalov.



Risba 7: Delček Mandelbrotovega seta.

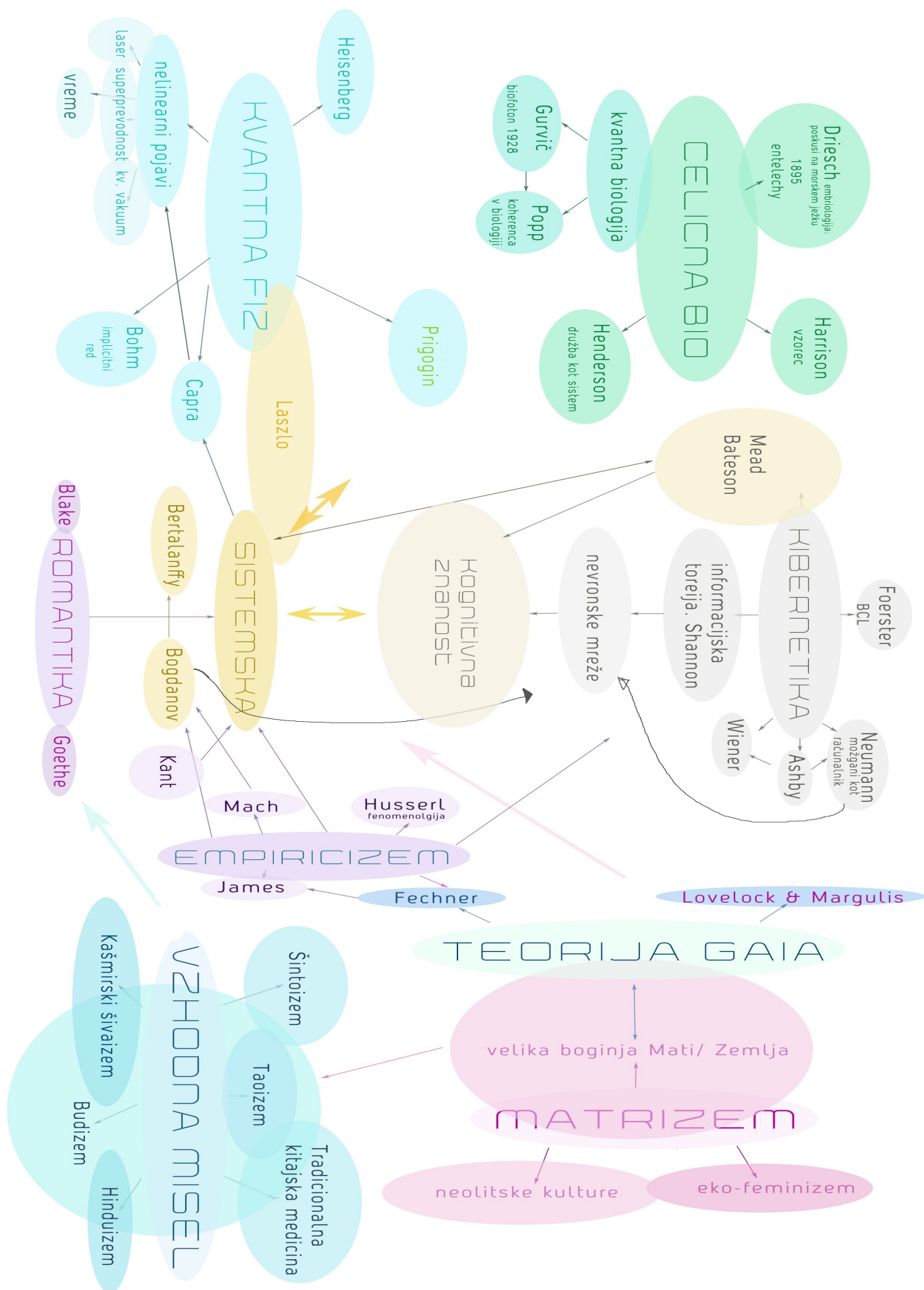


Risba 8: Delček Mandelbrotovega seta z vnešeno naključnostjo.



Risba 9: Mandelbrotovi "otočki" z različno stopnjo naključnosti.

Appendix A



Shema razvoja sistemske misli kot ilustracija k seminarju.

Bibliography

1. Bateson Gregory: Steps to an Ecology of Mind: Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology, State University of New York (1972)
2. Bogdanov Vladimir : Bogdanov's Tektology, Centre for System Studies University of Hull (1996)
3. Bohm David: Wholness and the Implicate Order, Routledge (1980)
4. Capra Fritjof: The Tao of Phisics, Shambala Publications, Inc. (1975)
5. Capra Fritjof: The Web of Life, Anchor Books (1996)
6. DeMeo James: SAHARASIA: The 4000 BCE Origins of Child Abuse, Sex-Repression, Warfare and Social Violence in the Deserts of the Old World, Natural Energy Works (2006)
7. Foerster Heinz von : Ethics and Second-Order Cybernetics, Springer(2003)
8. Grof Christina, Stanislav: Holotropic Breathwork, A New Approach to Self-Exploration and Therapy, State University of New York Press (2010)
9. Grof Stanislav: Stace Walter T., Stace Walter T. (1975)
10. Heisenberg Werner : Physics and Phylosophy, Harper & Row, New York (1958)
11. James William: Complete Works of William James, Minerva Classics. Kindle Edition (2012)
12. Jensen K.M.: Beyond Marx and Mach: Aleksandr Bogdanov's Philosophy of Living Experience, (1995)
13. Jerman J. , Škarja M. : Empirične in teoretične osnove nove biologije, ()
14. Laszlo Ervin: The Interconnected Universe, World Scientific Publieshing Co. Pte. Ltd. (1995)
15. Lord Kelvin: http://www.todayinsci.com/K/Kelvin_Lord/KelvinLord-Quotations.htm, (2005)
16. Lovelock J. E. , Margulis L. : Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the gaia hypothesis, (1973)
17. Mach Ernst : http://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Mach#cite_note-10, (2000)
18. Mandelbrot Benoît : The Fractal Geometry of Nature, Freeman, New York (1983)
19. Marler Joan: The Iconography and Social Structure of Old Europe:The Archaeomythological Research of Marija Gimbutas, <http://www.second-congress-matriarchal-studies.com/marler.html>(2005)
20. Maturana H. , Valera F.: Autopoesis and Cognition, Boston Studies in teh Philosophy and Science (1972)
21. Maturana Humberto : Biology of Cognition, <http://www.enolagaia.com/M70-80BoC.html> (1970)
22. Naranjo Claudio: Healing Civilization, e-book Kindle (2011)
23. Peruš Mitja : http://icarus.dzs.si/biomreze/bio_13.htm, (2003)

24. Schlippe Arist von, Schweizer Jochen: Lehrbuch der systemischen Therapie und Beratung, Vandenhoech & Ruprecht (2003)
25. Sheldrake Rupert : Morphic Resonance, Park Street Press (2009)