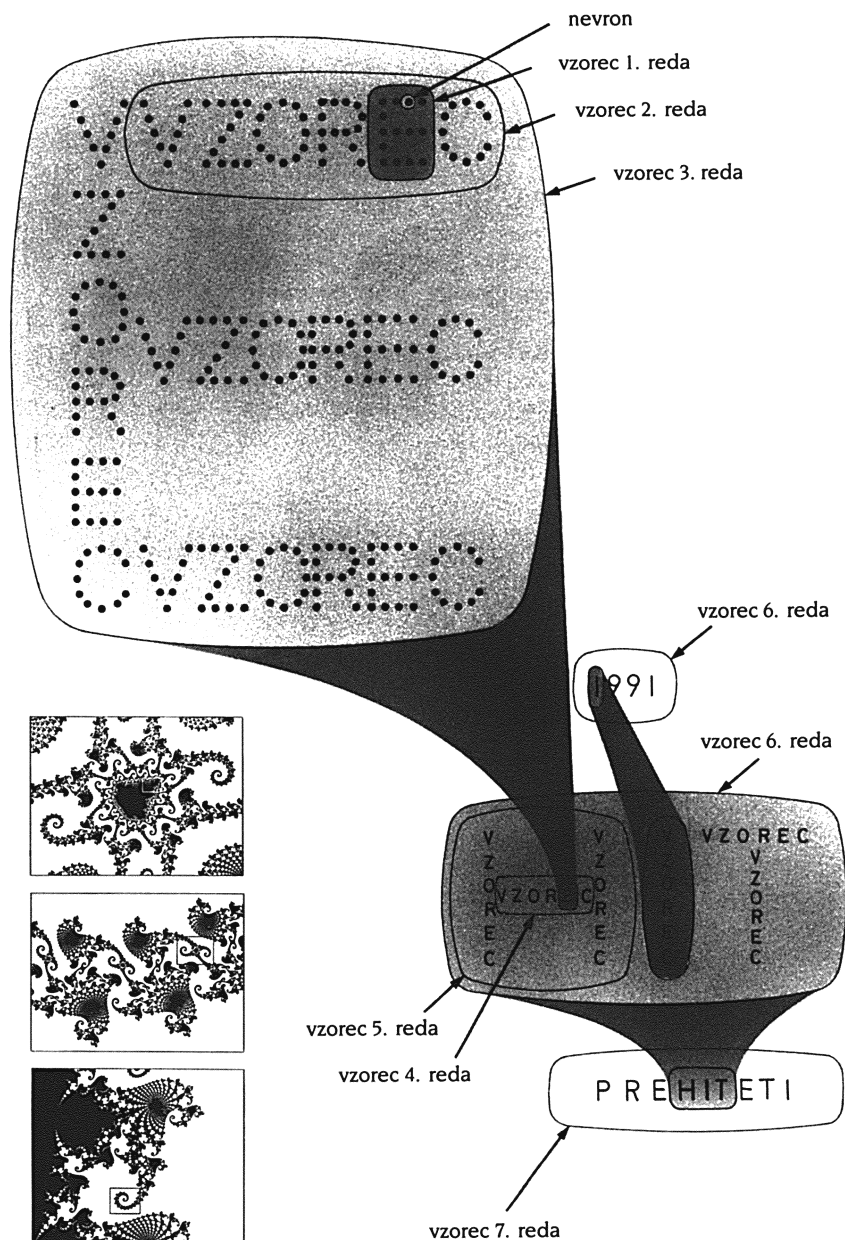


4. HIERARHIČNE STRUKTURE VZORCEV

4.1. VZORCI DRUG V DRUGEM

4.1.1. Shematski prikaz hierarhičnih in fraktalnih struktur vzorcev

V tem poglavju, ki govori o virtualnih strukturah vzorcev, bom govoril le o modelu nevronske mreže, saj implicitne strukture transcendirajo fiziološke in se mora eksperimentalno raziskovanje umakniti modeliranju. Kot nevroni bodo mišljeni izključno modelni nevroni, torej formalni nevroni.



Slika 12. Primer hierarhične ureditve vzorcev. Na dodatni sliki lahko vidimo Mandelbrotovo množico, pri kateri se na različnih velikostnih stopnjah ponavljajo spiralni in drugi vzorci.

Začnimo s shemo hierarhične vzorčne strukture, ki je prikazan na sliki 12. Prikazani vzorci so topološko korektni, vendar ta lastnost služi zgolj kot nazoren prikaz, ne kot lastnost dejanskega kodiranja informacij v možganih (bolj strokovna statistično-fizikalna analiza t. i. ultrametričnih hierarhij vzorcev analiza v: Amit, 1989; Peruš, 1996a). Preglejmo po vrsti vzorce različnih redov:

- red – nevron: pika (točka)
- vzorec 1. reda: E (lik / črka – lingvistični gestalt 1. reda)
- vzorec 2. reda: VZOREC (beseda – lingv. gestalt 2. reda)
- vzorec 3. reda: E (lik / črka – lingv. gestalt 1. reda), ki je FRAKTALNA REPLIKA vzorca 1. reda
- vzorec 4. reda: VZOREC (beseda – lingv. gestalt 2. reda), ki je FRAKTALNA REPLIKA vzorca 2. reda
- vzorec 5. reda: H (lik / črka – lingv. gestalt 1. reda)
- vzorca 6. reda: HIT (beseda ali koren, zlog – lingv. gestalt 2. reda ali v drugi interpretaciji lingv. gestalt poldruegega reda); 1991 (število)
- vzorec 7. reda: PREHITETI (beseda – lingv. gestalt 2. reda)
- vzorec 8. reda (ni na sliki): AHIL JE ŽELEL PREHITETI ŽELVO. (stavek – lingv. gestalt 3. reda)

Vidimo, da lahko isti vzorec dojemamo na različne načine: npr. vzorec 1. (3.) in 5. reda kot ČRKO ali kot LIK. Naša odločitev je odvisna od konteksta:

```
  H H H H H H H H
    H H H H H H H H   P R E H I T E T I
  H H H H H H H H
```

V kontekstu levo razpoznamo "H" kot lik, v kontekstu desno kot črko v besedi, lahko pa bi "H" tolmačili kot odsek lestve ipd.

Našli smo primere vzorcev, ki se ponavljajo na različnih ravneh. Imenujemo jih REKURZIVNI (fraktalni) vzorci.

En vzorec (v našem primeru I) lahko nastopa kot sestavni del različnih vzorcev višjega reda. V našem primeru se nahaja v dveh vzorcih 6. reda: v besedi HIT in številu I99I oziroma 1991 ter posredno v vzorcu 7. reda: besedi PREHITETI). Poseben primer so zlogi (npr. HIT), ki lahko nastopajo v različnih sestavljenih vzorcih – lingvističnih gestaltih: preHITeti, doHITeti itd. in HITeti (ki je sam del prejšnjih dveh). Zato imajo v lingvistiki status samostojnega gestalta.

Ponovimo, da gre pri sliki 12 le za pomensko-shematski prikaz hierarhičnih struktur vzorcev. Sama vsebina vzorcev prehaja od osnovnih k vedno bolj sestavljenim, vendar tudi abstraktnim in splošnim. Ne gre le za mehanično vsebinsko sestavo npr. v zaporedju: ... – glas (fonem) – zlog, koren, del besede (morfem) – beseda – poved – stavek – odstavek – poglavje – knjiga – ... Gre tudi za POVZETJE te vsebine, izluščenje glavnih značilnosti in specifičnosti. Navadno se vsebinsko in smiselno spomnimo, kaj je nekdo povedal v svojem govoru, ne pa več njegovih konkretnih besed samih. Spominjamo se, kaj smo delali prejšnji dan, vendar le v bistvenih obrisih. Ko se spomnimo na prejšnji dan, nam "pred očmi v nekaj sekundah preleti film": neke nadkonkretne ali polabstraktne meglene "slike", ki pa jih vendar priznavamo kot celovite ("vsega se še spomnim"). V "filmu" pa so jasneje zastopani in tudi bolj konkretno shranjeni najpomembnejši in najbolj posebni trenutki: izraz na obrazu sopotnika, nenavadna kretnja, bežen dinamičen vzorec, počena šipa, zvok, vdolbina na avtomobilu, policist (npr. ob prometnem trčenju).

4.1.2. Hkratno delovanje na vseh stopnjah

Velika hierarhična piramida vzorcev je zelo prožna, gibka, tudi občutljiva in nenehno spreminjajoča se zgradba. Sestavlja jo množica ravni v dveh smereh: prvič, v smislu različnih FUNKCIONALNIH stopenj, in drugič, v smislu različnih VIRTUALNIH stopenj pomenske abstrakcije, splošnosti in sestavljenosti. Te nadstropne strukture navadno označujemo z besedami:

- nevroni (prva biološka stopnja);
- vzorci (druga stopnja – prva virtualna stopnja, posplošen nevron);
- višji vzorci, sheme, kategorije, skupki vzorcev, grupacije vzorcev;
- dinamične vzorčne strukture – asociativne verige, epizode, miselni tokovi;
- vzorčne mnogoterosti: kombinacije višjih vzorcev raznih tipov in izvorov z neko skupno značilnostjo;
- globalni uniformni vzorci, informacijska plat zavesti ("zavest brez" kvalij).

Element vsake stopnje je gestalt elementov nižje stopnje.

Nevronska mreža s takšno zgradbo virtualnih vzorcev vselej deluje in se prestrukturira NA VSEH RAVNEH HKRATI, tako da se vse te strukture sproti samoorganizirano in vzajemno optimalno usklajujejo. Funkcionalno je primerna analogija hierarhična (kastna) človeška družba s svojimi organizacijami, skupnostmi, upravnimi enotami, državami itd. To sta je seveda le prisposoda za okvirno predstavo, saj je notranji mehanizem procesov v možganih precej bolj prefinjen in sinergetičen. Spomnimo se še enkrat, da se sinergetika posveča makroskopskim prostorskim, časovnim in funkcionalnim strukturam ali vzorcem, ki nastanejo z množičnim sodelovanjem posameznih delov kompleksnega sistema.

V naslednjih podpoglavjih bom predstavil mehanizme, na katerih temelji hierarhiziranost vzorcev. Kot doslej je z nevronske mreže mišljen model biološke nevronske mreže, ki je toliko biološko ustrezen, kolikor je največ mogoče na tej stopnji (Peruš, 1997h).

4.2. ZDRUŽEVANJE VZORCEV V VZORCE VIŠJEGA REDA

4.2.1. Koordinacija vzorcev različnih nevronske pod mreže

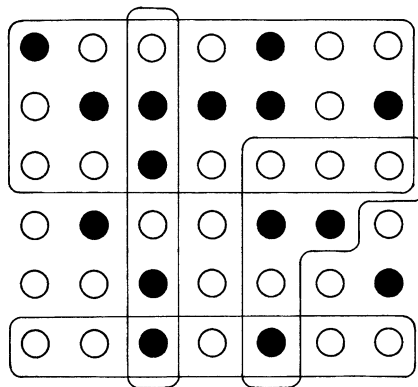
Nevronska (pod)mreža lahko vsebuje v sistemu sinaps več celih vzorcev, v sistemu nevronov pa en čist vzorec ali pa mešanico večih vzorcev (linearno kombinacijo). Iz nje se lahko v primernih okoliščinah izlušči jasen vzorec. Taka mešanica je lahko časovno povprečje čez več hitro spreminjajočih se vzorcev. Meglene in nejasne predstave so linearne kombinacije vzorcev, čiste in jasne predstave pa so vzorci sami.

Vsako kompaktno (strnjeno) nevronske mreže samo zase lahko razstavimo na mnoge pod mreže in vse take pod mreže tvorijo podvzorci vzorca celotne mreže (slika 13). Za te podvzorci je celotni vzorec hierarhično

nadrejen. Tudi vsak podvzorec se lahko nadalje cepi v množice podvzorcev in ta postopek lahko ponavljamo do nevronov samih. V okviru kompaktne mreže se posamezne domene nevronov stapljajo v širše domene.

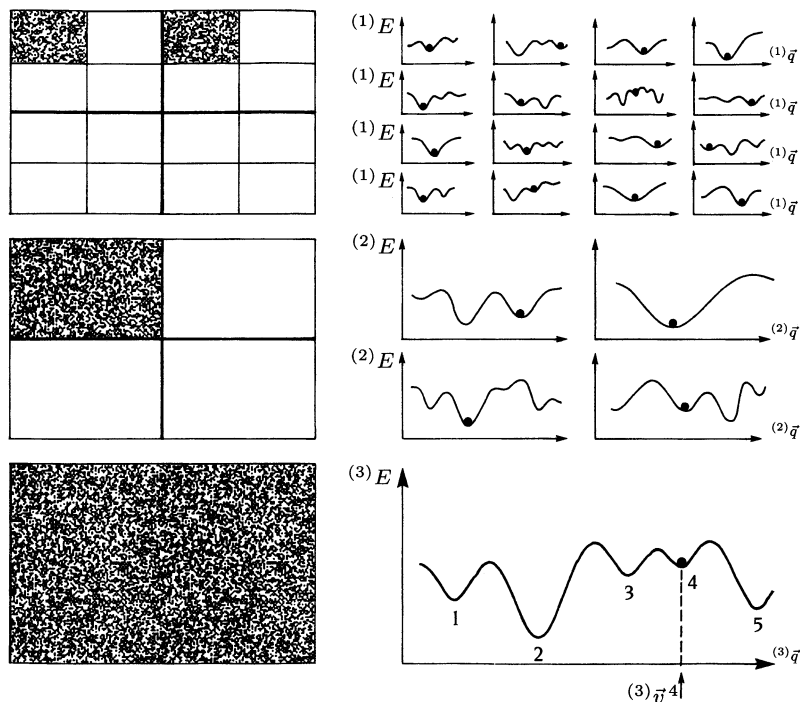
Vendar se ne bomo ukvarjali z vsebovanostjo vzorcev drugega v drugem tako široko, čeprav mreža za shranjevanje in obdelavo podatkov izkorišča malodane vse možnosti. Obravnavali bomo kompaktne nevronske podmreže, ki so same vase zaokrožene, in se povezujejo v širša omrežja podmrež. Treba je ločiti notranjo povezanost take podmreže, ki je precej bolj razvejana, od zunanje povezanosti podmreže z drugimi mrežami, ki je "predstavniška". To pomeni, da signali prek aksonov nekaterih nevronov zastopajo "voljo" cele podmreže ali njenih velikih delov.

Spet si pomagajmo s primerjavo s človeško družbo: Podmreže so na primer krajevna šahovska društva, ki se povezujejo v občinska, ta pa dalje v regionalna in državna. Posamezen šahist, ki je sicer član občinskega društva in ima posebno pogoste stike s člani svojega lokalnega društva lahko, če se izkaže, predstavlja vso regijo in s tem prinaša posebno čast tudi svojemu občinskemu društvu. Prav taka organizacija velja za predstavniški oziroma poslanski sistem.



Slika 13. Različni podvzorci nekega vzorca

Tudi možgani so diferencirani v mnoga možganska središča, nadalje v areje (podmreže) in mape (podpodmreže). Nevroni v podpodmreži oblikujejo podpodvzorec (vzorec 1. reda), podpodvzorci oblikujejo nov gestalt – podvzorec (vzorec 2. reda), podvzorci podmrež se medsebojno stabilizirajo v novo potencialno vrtačo vse mreže, ki ustreza vzorcu (vzorcu 3. reda). NA VSAKI STOPNJI HIERARHIJE VELJAJO ENAKA (ali vsaj podobna) PRAVILA kot za konfiguracije bioloških nevronov: tvorba gestalta – vzorca, kjer se energija sistema minimizira, s tem pa tudi oblikovanje potencialne vrtače (konfiguracija na dnu te vrtače je vzorec-atraktor). Zato pravimo, da je vzorec S -tega reda POSPLOŠENI NEVRON, ki sodeluje pri oblikovanju vzorca ($S+1$)-tega reda!



Slika 14. Sestavljanje vzorcev v vzorce višjega reda (levo) in sinteza implicitnih struktur energijsko-konfiguracijskih prostorov v nove implicitne strukture (gestalte) višjega reda (desno)

Na sliki 14 vidimo levo vzorčne konfiguracije 1., 2. in 3. reda, desno pa njihove predstavitve v energijsko-konfiguracijskem prostoru takrat, ko so priklicani. V zgornji vrsti vidimo vzorce 1. reda same zase.

Opišemo jih z vektorjem, ki ima N komponent, če je N število nevronov v ustreznem najmanjšem pravokotniku – podmreži. Z združitvijo štirih vzorcev 1. reda (v našem primeru) nastanejo vzorci 2. reda sami zase (srednja vrsta), ki so opisani s $4N$ -komponentnim vektorjem. V spodnji vrsti pa je prikazan vzorec 3. reda, sestavljen iz štirih vzorcev 2. reda (v našem primeru). Vzorcju 3. reda ustreza tedaj $16N$ -komponentni vektor. V našem primeru ima na tretji ravni nevronska mreža 5 hkrati shranjenih vzorcev 3. reda, vendar je le en trenutno v priklicu. Vzorci raznih redov lahko pomensko nastopajo POSEBEJ (vsak zase), hkrati pa kot DELI vzorca višjega reda. Na vsaki stopnji so vsebine oken (podmrež) sicer enake, vendar so razporejene v različne okvirje. Njihove predstavitve v energijsko-konfiguracijskem prostoru pa so različne, saj se iz stopnje v stopnjo stapljajo v eno NOVO IMPLICITNO STRUKTURO. To implicitno strukturo je pravzaprav mogoče predočiti le skozi sliko energijsko-konfiguracijskega prostora, kjer ji ustreza potencialna vrtača s svojim dnom kot vzorcem-atraktorjem!

Na biološkem nivoju so nevroni povezani med seboj s sinaptičnimi vezmi enosmerno, na ravni vzorcev pa se povezujejo dvosmerno s POSPLOŠENIMI VEZMI. To pa so v prvi vrsti ASOCIATIVNE ZVEZE oziroma ASOCIACIJE!

Torej imamo najprej BIOLOŠKO udejanjene strukture: NEVRON (živčna celica) – AKSON ali DENDRIT (izrastki) in SINAPSA (sam stik) – drugi NEVRON.

Potem pa si sledijo VIRTUALNE strukture: VZOREC 1. reda – ASOCIACIJA 1. reda – drugi VZOREC 1. reda; in dalje: VZOREC 2. reda – ASOCIACIJA 2. reda – drugi VZOREC 2. reda itd.

Proces se nadaljuje v vse bolj virtualne višine. Na osnovi fizično realiziranih in LOKALIZIRANIH nevronov nastajajo virtualno realizirane oziroma IMPLICITNO VSEBOVANE, NELOKALIZIRANE (torej paralelno-distribuirane) strukture, ki so iz stopnje v stopnjo "bolj" duševne! (Peruš, 1993)

4.2.2. Dinamična vzorčna zaporedja kot dinamični gestalti

Nevroni so (denimo v Hopfieldovem modelu) lahko med seboj povezani asimetrično. To pomeni, da vpliv prek sinaptične vezi ni enakopraven. Vpliv prvega nevrona na drugega je drugačen kot vpliv drugega nevrona na prvega zaradi različne prepustnosti sinapse v različnih smereh: J_{ij} ni enak J_{ji} . Tedaj pravimo, da vezi niso simetrične. Posledica so časovne zakasnitve v procesiranju, kar vodi v pojav atraktorjev, ki se s časom gibljejo po konfiguracijskem prostoru. Potencialna vrtača se ohrani, vendar se njen minimum premakne od ene konfiguracije, ki izgubi stabilnost, k drugi konfiguraciji.

Tako nastajajo DINAMIČNA VZORČNA ZAPOREDJA. Sistem v času t_1 oblikuje vzorec V_1 , v času t_2 vzorec V_2 itd. To je ASOCIATIVNA VERIGA, saj je vzorec-predhodnik neposreden asociativen povod za naslednji vzorec. Tak sekvenčni skupek vzorcev (časovno zaporedje vzorcev) oblikuje dinamičen gestalt oziroma EPIZODNI VZOREC višjega reda (MacGregor, 1987; Palmer idr., 1991; Peretto, 1991). Urejena usmerjena zapovrstnost je zametek samoorganiziranega izoblikovanja VZROČNEGA PROCESA V OKVIRU ŠIRŠEGA PARALELNO-DISTRIBUIRANEGA procesa (glej tudi Dodatek C). Asimetrično delujoča nevronska mreža (npr. mreža z asimetričnimi vezmi) povzroča tolikšne nehomogenosti, da se ustvarijo bolj stalne (manj spreminjajoče se) potencialne strmine, po katerih se sistem spušča od ene konfiguracije k drugi. Posamezne konfiguracije so le zapovrstne stopnje v tem spustu, pri čemer vsaki vmesni konfiguraciji pripada "lokalna" potencialna vrtača v okviru ene širše – tiste, ki ustreza dinamičnemu vzorcju višjega reda (podobno kot na sliki 14).

Na stopnji višjih vzorcev lahko razumemo take procese kot MISLI in MISELNE TOKOVE, če ima sekvenčni proces širše asociativno ozadje v povezavi z drugimi vzorci, ki so v dometu območja privlaka opazovanega dinamičnega vzorca. Če pa so posamezni vzorci, ki so elementi takega vzorčnega zaporedja, povezani s svojimi kardinalnimi celicami ali imajo svoje parametre urejenosti v govornih središčih, tedaj je tak miselni tok tudi zakodiran oziroma simboliziran in ga je mogoče ubesediti. Skozi te procese uvajamo v naš model tudi osnove GOVORA ali t. i. "jezika misli" (kolikor obstaja), pri čemer iz "sekvenciacije" paralelnega asociativnega procesa sledijo propozicionalne in predikacijske strukture. Te strukture nastopajo kot nekakšen virtualni "kalup" ali "kanal" za urejevanje nižjeležečih asociativnih procesov.

4.2.3. Frekvenčna oziroma fazna sinhronizacija

Aktivnost nevrona lahko niha (oscilira). Če sta nihanja enako hitri (morebiti pa tudi sočasni) kot na sliki 15 (b in c), sta KOHERENTNI. To pomeni, da je frekvenca (pogostost nihajev) enaka, fazna razlika (zamik nihajev enega in drugega nihanja) pa ima stalno velikost (slika 15b) ali pa je stalno nič (slika 15c).

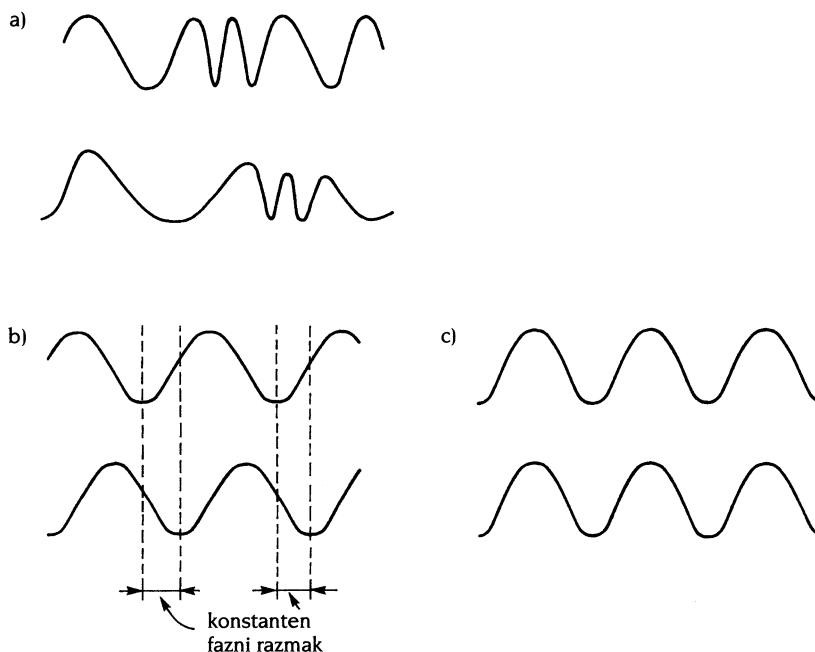
Vzemimo, da hkrati gledamo in poslušamo istega človeka, ugotoviti pa moramo njegovo ime. Receptorni nevroni v ušesnem polžu (pripadajoči čutnici na bazilarni membrani) sprejemajo slušne dražljaje. Hkrati pa svetloba prinaša sliko obraza govorečega človeka, ki se projicira na receptorne nevrone na mrežnici. Vzorčni konfiguraciji vzbujenosti sistema slušnih prejemnih nevronov in sistema vidnih prejemnih nevronov sta si lahko povsem različni po videzu, vendar pripadata istemu izvoru.

Pričakujemo, da bodo nevroni vsakega sistema posebej zanihali koherentno takrat, ko bo poslušalec v skladu s svojimi izkušnjami ugotovil, da gre za isti izvor. Ko pa bo priklical iz spomina tudi njegovo ime, bodo koherentno zanihale tudi intenzitete nevronske aktivnosti v govornem središču. Še bolj očiten pa je primer sočasnosti ritma glasbe in plesnega ritma, kar na nas vedno deluje ugodno. Za bolj enostavne primere so koherentnost nevronske oscilacije večkrat eksperimentalno dokazali (Haken & Stadler, 1989).

Ta primer ponazarja tretjo možnost, po kateri se lahko vzorci, ki imajo neko skupno obeležje, sinhronizirajo

v nov vzorec višjega reda. V tem primeru je osnova za sinhronizacijo frekvenčna sklopitev sama pri stalni fazni razliki (slika 15b) ali je dodana še fazna sklopitev (slika 15c: fazna razlika je 0). Z drugimi besedami, gre za frekvenčno ali povrh še fazno ujemanje – nevroni zanihajo z enako frekvenco oziroma fazo. Vsi nevroni, ki obdelujejo SKUPNO INFORMACIJO, bodo po tej teoriji nihali FREKVENČNO SKLOPLJENO oziroma koherentno. Koherentnost posameznih nevronov-oscilatorjev ali celih njihovih vzorcev kaže, da so v nekem odnosu, oziroma da imajo nekaj sorodnega.

Tako se lahko nek predmet, ki je izvor raznih dražljajev, RAZLOČI OD OZADJA. Selektivna sinhronizacija odziva nevronov-oscilatorjev na ta izvor dražljajev omogoči, da predmet preide "v prvi plan". Vsebina nesinhroniziranih nevronov-oscilatorjev pa ostaja v ozadju (Sompolinsky & Tsodyks, 1994).



Slika 15. Nekoherenca (a) in koherenca: frekvenčna sklopitev (enaka frekvenca) (b) ali tudi fazna sklopitev (enaka faza) (c)

Stopnja koherence oscilirajočih vzorcev omogoča HKRATNO PREDSTAVITEV različnih vzorcev v isti mreži, le da nihajo neodvisno drug od drugega (Haken & Stadler, 1989). Namreč, vzorci, ki imajo nekaj skupnega, se ujamejo v nihanje z isto frekvenco; različni razredi vzorcev pa se med seboj razlikujejo po specifični sklopitveni frekvenci. To nas spominja na skupine radijskih ali televizijskih sprejemnikov, ki takrat, ko so nastavljeni na isto frekvenco, prenašajo isto informacijo. V človeški družbi pa poznamo družbene skupine, ki sicer živijo ena poleg druge in komunicirajo med sabo, vendar oblikuje vsaka zase svoj zaokrožen svet (narodne skupnosti in lobiji v ZDA idr., verske skupnosti, interesna združenja itd.). Tako tudi ljudje različnih poklicev v isti knjižnici prebirajo različne knjige – vsak izbere ustrezno svojemu področju.

4.3. VEZI IN ASOCIACIJE RAZLIČNIH REDOV IN MANIFESTACIJ

4.3.1. Odnosi prek sinaps, asociacij in frekvenčnih sklopitev

Odnosi med biološkimi nevroni se izvajajo prek sinaptičnih vezi. Če si nevrone pri oblikovanju določenega vzorca nasprotujeta, bo produkt njunih stanj (njuna sklopitev) v vsoti Hebbove formule (2) negativen, sicer bo pozitiven. Nevroni "naključno" sodelujejo ali tekmujejo med seboj ter oblikujejo razne konfiguracije.

Tudi vzorci interagirajo med seboj. Celi vzorci in njihove potencialne vrtače lahko drug drugega potrjujejo ali pa drug drugega uničujejo. Posplošene vezi med vzorci so izraz tega TEKMOVANJA in SODELOVANJA MED VZORCI, ki se uresničuje posamič prek interakcij med nevroni, ki te vzorce sestavljajo. ASOCIACIJE so posebni primeri POSPLOŠENIH VEZI med vzorci, saj so nosilec posebnih duševnih procesov oziroma pretvorb in odnosov med vzorci. Vzorci so tiste konfiguracije nevronov, ki imajo informacijsko vsebino; asociacije pa so tiste posplošene vezi, ki prenašajo INFORMACIJSKI in INTENCIONALEN ODNOS. Tak odnos ali RAZMERJE je posledica različnosti, neravnovesij in neuskkljenosti vzorcev, ki se uravnavajo skozi PRETVORBO.

Pretvorba iz enega nevronekega stanja v drugo je trda in brezkompromisna: Neuron je aktiven ali neaktiven; vmesnih stanj ni, razen pri nekaterih modelih. Preslikava iz enega vzorca v drugega pa je MEHKA, kompromisna, gladka, zvezna. Ni nujno, da eden vzorec v drugega pade, temveč se lahko PRELIJE, kot se lahko prelivajo televizijske slike.

Frekvenčna sklopitev pa je poseben izraz odnosa sorodnosti oziroma skupne pripadnosti nevronov ali vzorcev glede na določeno zaznano lastnost. SPECIFIČNI NEVRONI ZAZNAVAJO SPECIFIČNE LASTNOSTI ALI OBLIKE: eni reagirajo samo na črte, drugi samo na ostre ali tope kote, tretji na specifično frekvenco, časovno ali prostorsko periodo (ponavljanje), kontrastno in svetlostno stopnjevanje, orientacijo, odtenke,

dolžino, gibanje in še natančneje smer ali hitrost gibanja, itd.

Eksperimentalno so pokazali (Haken & Stadler, 1989), da nihajo sinhrono tisti nevroni, ki zaznavajo hkrati isto obliko, frekvenco in vse drugo, kar smo prej našli. Še več: nevroni, ki reagirajo le na črte, ne bodo nihali koherentno samo pri hkratni zaznavi približno enakih črt (orientiranih v isto smer), temveč tudi pri enaki orientaciji črt v posebnih oblikah, npr. v trikotnikih. Koherentna nihanja določene frekvence torej lahko simbolno označujejo tudi globalnejše kategorije (trikotnik), znotraj katerih nastopijo določene lokalne kategorije (črte v določeni smeri).

MATEMATIČNA OPERACIJA, ki je ustrezna ASOCIACIJI, je preslikava začetnega vektorja stanja nevronov $Q(t_1)$ v končni vektor stanja $Q(t_2)$ prek sistema sinaptičnih vezi, ki ga opisuje spominska ali korelacijska matrika \mathbf{J} . Gre torej za MNOŽENJE VEKTORJA $Q(t_1)$ (ki opisuje stanje sistema nevronov v času t_1) in MATRIKE \mathbf{J} (ki opisuje stanje sistema vezi), da dobimo nov Q v času t_2 . NEVRONI SE SKOZI SINAPTICNE VEZI PRESLIKAVAJO IZ ENEGA V DRUGO STANJE. Asociativna nevrnska mreža dela torej v prvem približku linearno preslikavo – "rešuje sistem linearnih enačb":

$$\bar{Q}(t_2) = \mathbf{J} \bar{Q}(t_1) \quad (4).$$

ASOCIACIJA JE PRESLIKAVA AKTUALNE VSEBINE (v konfiguraciji nevronov) SKOZI SPOMIN (v konfiguraciji sinaptičnih vezi)! To velja na ravni sistema, na ravni posameznega nevrona pa gre za prejemanje, seštevanje in oddajanje signalov po formuli (1).

4.3.2. Izstopanje iz ozadja in diferenciacija scen

Prejšnji primer kaže, da čutilne celice (nevroni-detektorji) reagirajo specifično ne le na tiste oblike dražljajev (modaliteto), za katere so specializirani, temveč da oblikujejo skupne vzorce (skupnosti frekvenčno sklopljenih oscilatorjev) tudi, če se njihove vsebine povezujejo v novo POSEBNO OBLIKO ali LASTNOST. Kriteriji za take posebne oblike ali lastnosti so: prostorski stik oziroma bližina, sočasnost in koherenca nekaterih zunanjih nihanj ali gibanj, kolinearnost (nahajanje na isti premici) ter razni drugi primeri, ki jih navaja likovna (gestalt) psihologija.

S frekvenčno diferenciacijo mreža razločuje "prvi plan" od ozadja in razne scene med seboj. Mreža frekvenčno sklopljenih nevronov-oscilatorjev lahko udejanja asociativni spomin ne le prek fizično realiziranih sinaptičnih vezi, temveč tudi prek virtualnih odnosov (v tem primeru frekvenčne sklopitve). Če so si frekvence blizu, težijo k ujetju v skupno frekvenco. Če pa so bolj daleč narazen, koherenca razpade in s tem se tudi cela mreža nevronov-oscilatorjev diferencira v podmreže.

4.4. PARAMETRI UREJENOSTI IN KARDINALNI NEVRONI OZIROMA KARDINALNE DOMENE

4.4.1. Prevladujoči dejavniki sistemske dinamike

Parametri urejenosti so matematični koncept sinergetike. Zastopajo DELOVANJE DOLOČENIH PREVLAJUJOČIH DEJAVNIKOV v dinamiki sistema. To so tisti elementi sistema, ki so prvotno nestabilni, potem pa reorganizirajo ves sistem "po svojem okusu". Ravnovesje ne prispeva k dogajanju. Zato ni čudno, da tisti načini vedenja sistema, ki ga v začetku najbolj razburkajo, naposled ves sistem podredijo v svojemu redu – umestijo ga v določen vzorec. S parametri urejenosti zastopane konfiguracije največ prispevajo k dogajanju v sistemu, saj se mora ves sistem usklajevati z njimi, da bi se našlo skupno ravnovesje. Ti glavni dejavniki sistema so lahko bolj lokalizirani ali bolj paralelno-distribuirani.

Navedimo nazorne primere iz človeške družbe: Primer lokaliziranega parametra urejenosti ponazarja predsednik neke države. Predsednik (parameter urejenosti) organizira družbo (nevronska konfiguracija) v njemu ustrezno državno ureditev (vzorec). Primer paralelno-distribuiranega parametra urejenosti so skupnosti ali organizacije, ki so lahko bolj ali pa manj opredeljene in lokalizirane (npr. vlada, vojaško poveljstvo ali pa vladne službe, vojska ipd.). Vidimo, da pri obravnavi kompleksnih sistemov ne moremo biti ostri in dokončni, saj se lahko omejimo zgolj na njihova vodilna gonila in le okvirno upoštevamo tudi njihovo bazo, ki pa je vselej nepogrešljiva in ne more nikoli biti povsem zanemarljiva. Posebno velja to za možgansko skorjo, kjer so nevroni zelo gosto povezani in zelo soodvisni. V nevronske mreži lahko dobi določen nevron vodilno vlogo in postane KARDINALNI NEVRON. V možganski skorji ima takšno kardinalno vlogo določen nevron kvečjemu začasno in kratkotrajno. Verjetneje pa je, da ima prevladujočo vlogo neka funkcionalna skupnost nevronov, v kateri noben nevron posebno ne izstopa. To je KARDINALNA DOMENA, ki vedno (tako kot kardinalni nevron) predstavlja in privilegira določen vzorec. Ni si mogoče zamišljati kardinalnega nevrona brez nevronskega vzorca, saj PODPIRATA DRUG DRUGEGA, drug drugega ustvarjata in omogočata! Tako tudi general (kardinalni nevron) nima brez vojske (nevronskega vzorca) nobenega pomena in vojska brez generala je le krdelo vojakov (navadna konfiguracija nevronov).

Kardinalni nevron je torej EKSPPLICITNO UDEJANJENJE lokaliziranega parametra urejenosti. Kardinalna domena nevronov (npr. neka oligarhija, vladajoča stranka) pa predstavlja paralelno-distribuiran parameter urejenosti, ki torej ni lokaliziran in tudi ni eksplicitno zastopan, temveč zgolj IMPLICITNO. To pomeni, da tak parameter urejenosti ne izvira iz materialno realizirane celice, ki vpliva na okolico, temveč iz SPLOŠNEGA RAZMERJA NEURAVNOVEŠENOSTI posameznih možnih konfiguracij oziroma vzorcev enega glede na drugega. Ta neuravnovešenost vzbuja postopke usklajevanja. Spomnimo se na konfiguracijsko-energijski prostor, v katerem se meri stabilnost konfiguracije v odnosu do drugih konfiguracij. Kardinalni

nevron ali prav tako tudi kardinalna domena temeljita na podpori posameznih nevronov v okolici, potem pa to bazo organizirata v svoj red. Kardinalni nevron ali domena PODREDITA ves sistem tako, da izstopi njemu/njej ustrezen vzorec. Ta proces obravnava znameniti sinergetski podreditveni princip (Haken, 1983, 1987).

4.4.2. Parameter urejenosti pridaja sistemski pomen, moč, vpliv svojemu vzorcu

Rekli smo, da so parametri urejenosti matematični koncepti, ki opisujejo tiste dejavnike, ki regulirajo vedenje sistema kot celote. Pokazali smo, katere strukture v praksi uresničujejo te matematične koncepte. Sedaj pa pogledajmo še, kako matematika opisuje te dejavnike.

Stanje nevronskega sistema se lahko tolmači kot MEŠANICA (matematično: LINEARNA KOMBINACIJA) mnogih VZORCEV. Zastopanost vzorcev v tej mešanici podaja amplituda ali utež vzorca. Tokrat pa ne gre za utež zveze med nevronoma na isti ravni (sinaptična vez), temveč za utež zveze med nevronom na eni ravni in nevronom na naslednji ravni hierarhije (vzorčnim nevronom). Opravka imamo z MEDNIVOJSKIMI RAZMERJI.

Večji je VPLIV vzorca v linearni kombinaciji, večji je njegov parameter urejenosti. Parameter urejenosti meri, kako velika je MOČ oziroma kako velik je POMEN, ki ga ima njemu ustrezen, v spominu shranjen vzorec na trenutno stanje nevronskega sistema.

MATEMATIČNI ZAPIS vektorja stanja nevronskega sistema Q kot linearne kombinacije raznih spominskih vzorcev V_k , katerih uteži oziroma deleži so imenovani parametri urejenosti C_k , je

$$\vec{Q} = \sum_{k=1}^P C_k \vec{V}_k \quad (5),$$

kjer sta Q in V_k vektorja (niza števil), C_k pa je skalar (število). Indeks k označuje številko vzorca in njemu ustreznega parametra urejenosti.

Parametri urejenosti se lahko smatrajo tudi kot VERJETNOSTNI KOEFICIENTI ustreznih vzorcev. Povedo, kako verjetno je, da se bo v sistemu nevronov popolnoma obnovil določen vzorec. To pomeni verjetnost, da bo določen vzorec v celoti priklican iz spomina.

MATEMATIČNO ZAPIŠEMO to, kar je bilo povedano v zadnjem odstavku, takole:

$$C_k = \sum_{i=1}^N V_i^k Q_i = \langle \vec{V}_k, \vec{Q} \rangle \quad (6),$$

kjer V_i^k tokrat označuje le vlogo posameznega (i -tega) nevrona pri oblikovanju k -tega vzorca. (Vektorja V_k in Q sta že normirana, tako da dobi C vrednost med 0 in 1.)

Parameter urejenosti C_k torej meri VELIKOST PROJEKCIJE k -tega spominskega vzorca V_k na trenutno stanje sistema nevronov (na vektor Q). Meri torej stopnjo PREKRIVANJA vektorjev V_k in Q po posameznih komponentah, s tem pa v nekem smislu tudi sorodnosti. Parameter urejenosti, katerega vrednost naraste na 1, pripomore k jasnemu priklicu (iz spomina v sistem nevronov) samo njegovega vzorca. Tedaj je natančno: $Q_i = V_i^k$ – pri izbranem k .

Tisti vzorec, katerega parameter urejenosti prevlada, zmaga v tekmovanju med vzorci in sam vstopi v zavest (v sistem nevronov) iz spomina (iz sistema sinaptičnih vezi). Vektor stanja nevronov (Q) torej opisuje MIKROSKOPSKO stanje sistema nevronov, parameter urejenosti pa opisuje MAKROSKOPSKI RED, ki je rezultat kolektivnega delovanja množice nevronov. Končni dogodek tega kooperativnega delovanja je rekonstrukcija vzorca.

4.5. KOGNITIVNA SINERGETIKA IN OSNOVE SEMANTIKE

4.5.1. Sistemski pomen je zastopan v kontekstu in korelaciji vzorcev, izvaja pa se kot asociativni proces

V tem podpoglavju bom obravnaval izvor SISTEMSKEGA pomena (pomena nekega nevronskega stanja ali procesa ZA SISTEM oziroma celotno mrežo ter obratno). Sistemski pomen je ozadje ali zametek kognitivnega pomena, ki je pogosto propozicionalen in še dodatno predikatni (govorimo o pomenu nekih lingvističnih struktur, npr. besed ali stavkov). Vendar kognitivnega pomena ni mogoče zreducirati na systemskega, saj je kognitivni pomen vezan na ireducibilni Jaz nosilca, govorca ali poslušalca, hkrati pa se navezuje npr. na slovnična pravila.

Že Frege je trdil, da ima beseda pomen le v kontekstu stavka. Beseda nekaj označuje in njen pomen je to, kar označuje, oziroma na kar se nanaša. Pomen besede ni predmet, ki ga zaznamuje, sam, temveč gre za korelacijo s tem predmetom (Baker & Hacker, 1988). Natančneje rečeno, gre za korelacijo med vzorcem predmeta in vidnim oziroma slušnim vzorcem ustrezne besede (prebrane ali izgovorjene oziroma slušno zaznane). Korelacijski akt daje besedi pomen, tako da ji nalaga vlogo imena predmeta. Če beseda ne označuje nič, je brez pomena. Beseda prek tega korelacijskega oziroma asociativnega akta predstavlja predmet.

Beseda in virtualna slika predmeta sta vzorca, ki se nahajata v ločenih možganskih predelih, vendar sta povezana in nastopata soodvisno. Povezana nista "ostro" prek nekega točno določenega signala, ki vzročno sproži rekonstrukcijo enega vzorca na osnovi drugega, vsaj v višjih asociativnih predelih skorje ne. Povezana sta s paralelno-distribuiranim procesom, ki asociativno rekonstruira en vzorec na osnovi drugega. Ta asociativni proces pa poteka GLOBALNO in v glavnem nelokalizirano, na ravni vsega sistema. Ne moremo govoriti o lokalizaciji tega procesa; lahko govorimo le o njegovem TEŽIŠČU (ali morebiti o nekakšni verjetnosti nahajanja kot v kvantni fiziki). Prav to "težišče" paralelno-distribuiranega procesa poskušamo matematično obravnavati z uvedbo PARAMETROV UREJENOSTI, ki naj bi ustvarjali sistemski pomen.

Pomen besede je po poznem Wittgensteinu (v Baker & Hacker, 1988) v njeni uporabi v jeziku, v praksi, v slovnici; pomen je se zrcali tudi v njenem namenu in (ko jo povemo) v njenem smislu; skrit je v njeni ustreznosti in preverjanju te ustreznosti. Vendar je pomen besede lahko bolj determiniran in opredeljen, npr. takrat, ko je celo invarianten na uporabo besede, ne glede na njen kontekst v stavku, posebno logičnem stavku. Tedaj je tudi parameter urejenosti lahko lokaliziran in opredeljen: paralelno-distribuiran proces se zreducira na svoje težišče – denimo na dejavnost posameznega nevrona, ki ima tedaj vlogo kardinalnega nevrona (kardinalne celice). V takem primeru, ko beseda vedno točno pripada istemu predmetu, ne glede na kontekst, so obstoj virtualne slike predmeta, njegov pomen in obstoj besede oziroma njen pomen tako rekoč izenačeni. To je le poseben primer, ki je idealen za logiko.

Gledano nevrološko in praktično pa se to izenačenje kot spoznanje ne zgodi kar samodejno in takoj, temveč je rezultat samoorganizacijskega asociativnega procesa, v katerem sodelujejo vzorci (matematično: lastna stanja sistema), njihovi pomeni kot parametri urejenosti (matematično: Fourierovi koeficienti razvoja vektorja stanja po vzorcih) in parametri pozornosti (matematično: lastne vrednosti). Razpoznanje istovetnosti ustreza običajnemu razpoznavanju, torej oblikovanju potencialne vrtače, le da se ta tokrat izdolge kot vzorec za eno stopnjo višjega reda na osnovi virtualne slike predmeta in vzorca, ki ustreza njegovemu imenu. Sistemski pomen besede se torej skriva v ZMOŽNOSTI ASOCIATIVNE OBNOVITVE virtualne slike njej ustreznega predmeta. Ta zmožnost pa se lahko izvede le kot paralelno-distribuirani proces, ki ga poganja pripadajoči parameter urejenosti.

Da ima beseda pomen predmeta ustreza dejstvu, da je SIMBOL, ki predstavlja nek predmet. V jeziku kognitivne sinergetike je (sistemski) pomen besede v tem, da je povod (kod, simbol v vlogi "ključa") za asociativno rekonstrukcijo virtualne slike predmeta (torej za predstavljanje predmeta kot dejanje – kot glagolnik). Pomen besede je lahko sistemsko opredeljen z drugimi besedami (povedano sinergetsko: vzorci določajo drug drugega) ali tako, da ob besedi kar neposredno "pokažemo s prstom" na predmet (Baker & Hacker, 1988) (direktna asociativna zveza beseda-predmet). Razvoj jezika pri otroku je nujno družben proces.

4.5.2. Sistemski pomen, smisel – s parametrom urejenosti voden paralelno-distribuirani proces

Opišimo sistemski semantični proces še konkretnje. DEJAVNOST PARAMETRA UREJENOSTI ustvarja SISTEMSKI POMEN, ki jo ima komponenta (sestavni del) gestalta pri tvorbi gestalta kot celote. Primeri gestaltnih komponent so: toni (ki sestavljajo gestalt – melodijo), črke ali fonemi (ki sestavljajo gestalt – besedo) in na naslednji ravni besede (ki sestavljajo gestalt – stavek). Tako je sistemski pomen besed zastopan v dejavnosti parametra urejenosti, ki asociativno poveže te posamezne besede (komponente gestalta) v nov gestalt višjega reda abstrakcije – stavek. V stavku besede DRUGA DRUGO KONTEKSTUALNO POGOJUJEJO oziroma kontekstualno sodoločajo! Tako se besede podredijo parametru urejenosti in njegovi dejavnosti, ki predstavlja sistemski pomen teh besed v stavku (kot kvalitativno novi strukturi, ki je oblikovana prav s tem kolektivnim procesom).

Sistemski pomen ni nikjer "zapisan" ali "zakodiran", temveč se izraža skozi paralelno-distribuirano dejavnost parametrov urejenosti. Izhaja iz KONTEKSTUALNE ASOCIATIVNOSTI oziroma MEDSEBOJNEGA POGOJEVANJA BESED V STAVKU. Če pa se taka zveza kje vendarle zakodira, potem se to zgodi v KARDINALNIH NEVRONIH – biološko realiziranih živčnih celicah, ki igrajo vlogo asociativnega posrednika in SPROŽILCA paralelno-distribuirane akcije sistema.

Kardinalni nevroni so posebni nevroni, ki REAGIRAJO LE NA POJAV DOLOČENEGA VZORCA, in obratno: vzorec se rekonstruira kot reakcija na določeno stanje kardinalnega nevrona. Zaradi prve lastnosti so kardinalne nevrone imenovali tudi "babičine celice", saj naj bi se določeni izmed njih odzvali npr. le na lik stare mame. Vendar pri človeku vsaj v višjih plasteh možganske skorje ni takih kardinalnih nevronov, temveč so le kardinalne domene. Tem domenam ustrezajo POSPLOŠENI kardinalni nevroni na višji ravni, ki obstajajo le VIRTUALNO oziroma implicitno. Imajo PREDSTAVNIŠKO vlogo za svojo bazno domeno. Eksplisitno realizirane biološke kardinalne celice so pogostejše v nižjih možganskih področjih in pri živalih.

Kardinalni nevron lahko igra vlogo sprožilca ali nosilca SEMANTIČNEGA KODA sistema oziroma SEMANTIČNE SIMBOLNE REPREZENTACIJE. Aktivnost takega nevrona je lahko "ključ", ki sproži rekonstrukcijo celega vzorca! Predstavlja SISTEMSKI POMEN VZORCA V DOLOČENIH OKOLIŠČINAH, SAJ POVZROČI PRIKLIC TEGA VZORCA OB NASTOPU PRAV TEH OKOLIŠČIN (konteksta). Smisel neke stvari (predmeta, vzorca) pa je ravno v tem, da se pojavi ob pravem času na pravem mestu in na pravi način.

Taki sistemski semantični kodi so lahko prisotni EKSPPLICITNO (materialno obstajajo) na različnih ravneh v okviru funkcionalno diferencirane in hierarhizirane nevronske mreže, lahko pa so zastopani IMPLICITNO (kot "SKRITE ENOTE", "skrite spremenljivke", virtualni posplošeni kardinalni nevroni) v okviru VIRTUALNO hierarhizirane mreže vzorcev oziroma atraktorjev ter njim ustreznih potencialnih vrtač.

Vzorci (npr. besede) lahko imajo pomen ne glede na to, ali so korelirani z dejanskim zunanjim stanjem ali le z domišljjsko ali predstavno situacijo. Primer virtualnega konstrukta brez korelacije z zunanjim predmetom je denimo Hamlet, ki tudi ima svoj pomen in ga človek celo lahko projicira navzven v eksplicitni svet (Hamleta igrajo živi ljudje). Pomen je konstrukcija konteksta zunanjega ali notranjega okolja. Na ravni sistemske implementacije je pomen dinamična konstrukcija, izhajajoč iz sistemskih odnosov.

4.5.3. Sinergetska trinivojska mreža in dopolnila k prejšnjim razdelkom

Haken (1991) definira sinergetsko nevronske mrežo, ki ima tri plasti: vhodno plast nevronov Q_i , srednje oziroma notranjo plast parametrov urejenosti C_k in izhodno plast vzorčnih nevronov V_i^k . Srednji nivo je lahko fiziološko realiziran kot nivo kardinalnih celic ali pa virtualno kot raven implicitnih "skritih kod". Ta konceptualna shema se PONAVALJA na različnih hierarhičnih nivojih. Velja za fiziološko realizirane funkcionalne mreže v nižjih plasteh skorje, pa tudi za virtualne strukture v višjih plasteh možganske skorje. Imamo lahko parametre urejenosti raznih redov, saj je tudi pomen lahko mišljen v ožjem (konkretnem) ali širšem (globalnem) smislu – od sistemskega do osebnega ali celo fenomenalnega smisla.

Tudi SMISEL lahko obravnavamo podobno kot pomen, vendar ne le v lingvistiki, temveč tudi precej širše. Ne da bi se spuščal v bistvo mnogoplastnega problema smisla, bi le rad opozoril, da je povezan tudi s sinergetskimi pojavi. Smisel je prav tako kolektivni oziroma sistemski pojav, in sicer v notranjem ali zunanjem kontekstu, vendar se "na površini" (tako kot vsi drugi duševni pojavi) tudi smisel izraža v drugi luči. Smisel ima vse tisto, kar nam ZAGOTAVLJA POTENCIALE ZA NAŠ ŽIVLJENJSKI PROCES, na različnih nivojih. Lahko gre za proces razumevanja (tedaj ustreza obravnava v prejšnjih dveh razdelkih), lahko pa govorimo o splošnem smislu – smislu nekega dogajanja. V tem primeru ima smisel tisti proces, ki "poganja naš notranji aparat" in nam tako zagotavlja kvantiteto in predvsem kvaliteto duševne vsebine (slednje preide onstran sinergetike). Lahko v ta namen uporabljamo zunanja sredstva in se navezujemo na druge ljudi. Tedaj iščemo zunanji smisel. Lahko pa ga iščemo v samem sebi, če se uspemo "zaposeliti" s samim seboj, torej izvajati "tekoče" procese z lastno duševno vsebino, ki sprostijo veliko duševne energije.

Smisel je zelo kompleksen sklop procesov in njihovih okoliščin, ki ga je potrebno dojemati izredno široko in na različnih stopnjah. Tukaj sem želel opozoriti le na mikroskopsko sistemsko-pocesualno podlago problema smisla, brez globljih razsežnosti.

Kognitivna sinergetika izvirno in pravilno upošteva, da je pri zametkih pomena in smisla v igri paralelno-distribuiran asociativni proces, ki ga matematično formalizira s parametri urejenosti. Vendar moramo kompleksne procese te vrste dojemati zelo mehko in široko ter se ne smemo zatakni v konceptualno togost. V celovitosti sistemskega procesa stežka in le umetno ločujemo SISTEMSKI POMEN (parameter urejenosti), NOSILCA SISTEMSKEGA POMENA (vzorec) ter POMENSKO NANAŠANJE NOSILCA NA KONTEKST (asociativno privlačevanje, katerega moč podaja parameter urejenosti) itd. Vzorec ima večji sistemski pomen, če ima globljo in širšo potencialno jamo. Prav tako ima general (parameter urejenosti) oziroma njegov vojaški režim (ustrezni vzorec) večji sistemski pomen, če ima večji vpliv. Ta vpliv se kaže v njegovem ukrepanju (dejavnosti parametra urejenosti). Sistemski pomen zavisi od zmožnosti in obsega posledičnega dogajanja. Če parameter urejenosti, ki je delež (amplituda, utež) vzorca, to dobro kvantitativno izraža oziroma meri, potem je dobra fizikalna spremenljivka za opis sistemske dinamike.

Podobne sinergetske situacije nastopajo tudi drugod, npr. pri obravnavi vzročnosti. Navedel bi nekatere analogije Aristotelovih štirih vrst vzrokov in izvorov sistemskega procesiranja (ki je lahko tudi informacijsko procesiranje in ima sistemske pomene, kar obravnava Bohm).

Aristotel in njegovi nasledniki denimo ločijo materialni vzrok (pri nas npr. nevronska konfiguracija), posledični oziroma učinkovalni vzrok (parameter urejenosti, kod), formalni vzrok (vzorec) in temu podoben "končni vzrok" (razločen, stabilen vzorec oziroma atraktor). Vendar se interpretacije te Aristotelove delitve glede na izhodišča večkrat razlikujejo (npr. Bohm, 1980; Hiley & Peat, 1987), saj so omenjene vrste vzrokov in posledic med seboj prepletene, soodvisne in sočasno nastopajo le kot deli višje celote.

4.6. SINERGETSKA OBRAVNAVA ZAMETKOV POZORNOSTI IN VIŠJIH OBLIK INTENCIONALNOSTI

4.6.1. Cilj, namen, usmerjenost, naravnost, pozornost

Intencionalnost pomeni, da se vsak duševni proces oziroma zavestni akt nanaša na neko vsebino. Že večina sestavljenih možganskih dejavnosti je uperjenih oziroma naravnanih na nek predmet, kar se ponovi na duševni ravni (Brentano, 1973).

Zametki intencionalnosti se kažejo že v korelacijah zunanji vzorec – notranji vzorec. Zametki ciljne usmerjenosti pa se kažejo že v težnji mreže k ravnovesju. Umetnim nevronske mrežam, ki jih uporabljamo kot modele, navadno predpišemo njihovo zaželjeno končno stanje. Proces notranjega prestrukturiranja v mreži potlej teži k temu idealnemu stanju. Mreža vseskozi PRIMERJA dejansko stanje in zaželjeno stanje. Velikost odstopanja oziroma RAZLIKE med tema stanjema določa obseg KORIGIRANJA stanja mreže, ki se izvede prek povratne zanke. Razlika se matematično izraža kot norma razlike trenutnega vektorja stanja (Q) in zaželenega končnega vektorja stanja (ki je lahko npr. nek vzorec V_k).

V bioloških nevronske mrežah končno stanje določa vpliv zunanosti (predpisi in ukazi, ki jih npr. otroku dajejo starši in učitelji). Pri asociativnih nevronske mrežah v možganski skorji pa končno stanje ni ostro

opredeljeno, temveč je cilj dinamike mreže manjšati energijo sistema do minimuma. Potencialni minimum, ki ga bo sistem zavzel, je določen v prvi vrsti s POZORNOSTJO. Pozornost je v možganski skorji odvisna od celovitega notranjega stanja mreže in odnosov med njenimi vzorci (notranja pozornost) ali pa jo narekuje dominanten vpliv okolja prek nevronov-receptorjev (zunanja pozornost).

Pri učenju s poskusom in napako je namen organizma zadostiti odzivom okolja, od katerega je deležen ugodja ali neugodja, pohvale ali kazni, pač odvisno od uspešnosti poskusa. Duševna usmerjenost je v nevronskega mediju v splošnem zvezana s TEŽNJO K ATRAKTORJU, ki označuje stanje največje prilagoditve.

Opažanje je aktivna zaznavna dejavnost, ki vključuje abstrahiranje (izluščenje najznačilnejših lastnosti informacije), medsebojno primerjavo, postavitve domneve in zatem modela, potem ko je opravljeno preverjanje te predpostavke z začetnimi pogoji in izhodišči. Ti procesi pa se ne izvajajo v sistemu ločeno, temveč hkrati. Opažanje je vodeno s pozornostjo. Psihologi so ozadje pozornosti opredeljevali na različne načine: nekateri selektivnost in usmerjenost pozornosti pripisujejo "strukturnalni organizaciji zaznavnih polj"; drugi poudarjajo duhovni faktor oziroma "izpolnjevanje aktivne volje ali apercipije" (Lurija, 1983); tretji opozarjajo na sociološke vplive pri oblikovanju voljne pozornosti (usmerjanje pozornosti s kretnjami, besedami ipd.).

Tako kot o pomenu moramo tudi o pozornosti razpravljati na mnogih različnih ravneh. Imamo senzorno pozornost za močne zunanje dražljaje, kar vzbudi tudi mnoge fiziološke posledice (ritem dihanja, kožno-galvanski refleks, spremembe v krvnem pretoku, desinhronizacija oziroma depresija alfa-ritma idr.) (Lurija, 1983). Potem pa se pozornost stopnjuje do močne notranje posvečenosti določenim višjim vzorcem in njihovem miselnemu prestrukturiranju. Pozornost upada pri večkratnem ponavljanju, saj pride do NAVAJANJA. Sistem se namreč prilagodi določenemu vzorcu in tedaj odstopanje dejanskega stanja nevronskega sistema (Q) od stabilnega stanja (V_k) pada na nič. Zato se proces umirja, saj korekturna in usklajevalna dejavnost mreže ni več potrebna, in tako tudi ni več dinamičnih pogojev za sprožanje pozornosti. Dražljaji pa, ki so NOVI in poskrbijo za velik "vektor novosti" (razlika vektorjev Q in V_k), pa vedno selektivno vzbudijo t. i. orientacijski refleks.

Predvsem v hipokampusu, v stari ali limbični skorji, se nahajajo posebni nevroni, ki vršijo primerjavo dražljajev in tako "filtrirajo" nove dražljaje od sledov starih (Lurija, 1983). Pravzaprav izločajo iz zunanjih vzdražnih vzorcev tiste elemente informacije, ki so novi nasproti prejšnjim. Taki nevroni, ki so jih celo imenovali kar "NEVRONI POZORNOSTI", se ne odzivajo na posebne senzorne dražljaje, temveč na SPREMEMBO v dražljajih ali njihovih lastnostih. Potem sprožajo nadaljne reakcije na nove oziroma spremenjene informacije, ugašajo pa odzive na stare in nespremenljive vzorce (navajanje oziroma asimilacija).

Osnovno budnost in splošno pozornost vzbujajo gornji deli možganskega debla in retikularna formacija srednjih možganov. Za višjo pozornost, ki jo uravnava VOLJA, pa so odgovorni čelni predeli možganov. To je pozornost, ki uravnava ŽARIŠČE INTENCIONALNE ZAVESTI – relativno majhne dele nezavednega "osvetljuje" oziroma ozavešča (Baars, 1997). Informacijske vsebine v zavesti, nezavednem in pozornosti so vedno soodvisne in se stalno prelivajo druga v drugo.

4.6.2. Nevrosinergski parametri pozornosti

Parameter urejenosti povzroči, da prične izstopati določen vzorec. S tem požene sistem v DOLOČENO SMER v energijsko-konfiguracijskem prostoru. Stopnjo NARAVNANOSTI dinamike sistema v določeno smer (v določeno potencialno vrtačo), ali v posplošenem smislu moč "pozornosti" oziroma SAMOFOKUSIRANJA paralelno-distribuirane dinamike mreže, merijo t. i. PARAMETRI POZORNOSTI. Povejmo le, da so parametri pozornosti matematične spremenljivke nevrosinergskega modela (Haken, 1991), in sicer lastne vrednosti. Določajo INTENZIVNOST SELEKTIVNEGA UČENJA (če so pozitivna števila), takrat ko vzorcu "posvečajo pozornost", ali SELEKTIVNEGA POZABLANJA določenega vzorca (če so negativni), takrat ko vzorec blede, ker mu ni dana zadostna pozornost. Parametri pozornosti so sorazmerni s pogostostjo rekonstrukcije določenega vzorca (Arbib, 1987).

MATEMATIČNI ZAPIS: Parameter pozornosti L_k podaja hitrost gradientne dinamike – spuščanja v k -ti potencialni minimum, na čigar dnu je vzorec-atraktor V_k :

$$\frac{dC_k}{dt} = L_k C_k = -\frac{dE}{dC_k} \quad (7).$$

4.7. NEVROSINERGETSKI VIDIK ZAVESTI

4.7.1. Dinamični, informacijski, rekurzivni, globalni gestalt

V tem podpoglavju se bomo posvetili le kibernetično-informacijskemu vidiku zavesti brez problematične fenomenalne, kvalitativne vsebine. Kvalitije bodo vključene kasneje. Opozarjam tudi, da je v tem podpoglavju z terminom nevronska mreža mišljen model mreže FORMALNIH nevronov oziroma vezi. Odprto vprašanje je še, kolikšno vlogo igrajo pri zavesti biološki nevroni (celice) in koliko "znotrajcelični" ali (sub)kvantni "nevroni".

Zavest je najbolj specifično duhovna lastnost človeka, ki smo jo na sinergetski ravni opredelili kot širok paralelno-distribuiran proces – kot dinamični gestalt zelo visokega reda. Hkrati je zavest lahko osredotočena na določene vzorce (reprezentativna, intencionalna zavest) ali je prosta (neintencionalna zavest). Običajna – intencionalna zavest v sebi združuje tok izmenjujočih se mentalnih stanj in višji neprocesualni značaj – reprezentativnost (Ule, 1997a).

Zavest pojmem v slovenskem smislu, ki je blizu nemškemu ("Bewusstsein"), vendar se znatno razlikuje od angleškega ("consciousness"; druga možnost: "awareness"), kajti angleški izraz se uporablja precej širše. Slovenski izraz "zavest" se uporablja ožje, saj implicitno vsebuje tudi samozavedanje (zavest o lastni zavesti), kar v angleščini ustreza besedi "selfawareness" (Oakley, 1985; Searle, 1993).

Duševnost ima naravno težnjo in nujo po intencionalni zavesti. Če za tvorbo takega visokega gestalta nima dovolj osnove in podpore v nižjih vzorcih in njihovih skupkih, ga ustvarja umetno. Znano je, da ljudje, ki so izolirani od vseh dražljajev (perceptivna deprivacija), dobivajo halucinacije. Zaradi pomanjkanja zunanjih dražljajev sprožijo notranje slike brez zunanje povoda.

Vsako dogajanje je posledica neravnovesja. Gre za tokove določene količine iz področja, kjer je te količine več, v področje, kjer je je manj. Vzorci se oblikujejo tako, da sistem prehaja v stanje z manjšo energijo. Zmanjšanje energije ustreza večji medsebojni usklajenosti. Treba je torej zagotavljati povečevanje energije, da se bo lahko potem v procesu medsebojnega usklajevanja vzorcev manjšala. To dosežemo s povečanjem pogostosti, moči in spremenljivosti dražljajev. Dražljaji naj bodo čimbolj novi, nenavadni in razburljivi. Tako bo neusklajenost s prejšnjimi, ki so se že vsadili v spomin, večja in energija bo večja. Več energije pomeni več možnosti za dejavnost. Dejavnost oziroma procesi, ki so s tem omogočeni, pa so namenjeni ponovnemu usklajevanju vzorcev, in sicer notranjih vzorcev, ob tem pa tudi ustreznih zunanjih stvari. Notranjo usklajenost vzorcev, ki prinaša zadovoljstvo (sproščenost, nižanje psihične energije – napetosti), si navadno zagotovimo tako, da uredimo notranjim virtualnim slikam ustrezne zunanje vzorce (npr. pospravimo stanovanje). Med procesom kategorizacije se bodo tvorili višji vzorci s splošnejšim pomenom in s tem se bo usklajenost večala.

Vzdrževati raven stanja zavesti pomeni ohraniti kvaliteto procesa. Porok za proces je med drugim zbiranje (fokusiranje) pozornosti v določen vzorec ali kompleks vzorcev. Tako se ustvari nek CILJ. Miselna usmerjenost v cilj, KONCENTRACIJA in miselna projekcija so tako nevrofiziološka in nevropsihološka nužnost. Potrebni so za vzdrževanje notranjega življenja, torej najprej potrebne vzbujenosti možganov, potem pa široke dinamično zaokrožene dejavnosti – zavesti. Torej ni prestrega notranjega življenja brez dela, dogajanja, ustvarjalnega razmišljanja, ki omogočajo stalno prestrukturiranje vzorcev, "vzpone in spuste". Ljudje si moramo to dogajanje vedno znova obnavljati, tudi umetno, če nam tega ne zagotavlja že spremenljivo okolje samo. Šele tako si ustvarjamo zavest kot globalno dejavnost našega možganskega sistema, ki je s tem nenehno pripravljen dajati odgovore na zunanje izzive ter ustvarjati življenje in doživljanje kot široko asociativen proces v tem sistemu.

4.7.2. Zavest v ožjem smislu in osnovna stanja zavesti

V ožjem smislu je zavest celota procesov, ki so posvečeni nekemu vzorcu, konkretnemu ali bolj splošnemu. Nek vzorec imamo v zavesti (se ga zavedamo), če smo pozorni nanj, ga nadzorujemo, upoštevamo, čutimo, doživljamo, ravnamo v skladu z njim itd. Vzorcev, ki nanje trenutno nismo pozorni, se ne zavedamo. V modelu nevronske mreže je v zavesti tisti vzorec, ki je trenutno zastopan V KONFIGURACIJI NEVRONSKE AKTIVNOSTI. To pomeni, da je bil pravkar rekonstruiran, priklican iz spomina – iz sistema sinaptičnih vezi. Tedaj je vektor stanja nevronskega sistema (Q) enak določenemu vzorcu (V_k). Na osnovi tega vzorca živčni sistem vzbuja množice procesov in rekonstrukcij drugih vzorcev v drugih možganskih centrih. Vzorec v zavesti pa je v središču te široke dejavnosti, paralelno-distribuirane po vseh možganih, ki uresničuje intencionalno zavest v širšem smislu (tudi Kinsbourne v: Nagel, 1993; Baars, 1997).

Osnovna stanja zavesti so (Trstenjak, 1974): popolna nezavest, spanje brez sanj, spanje s sanjami, stanje nezavedne budnosti (človek dela, se pogovarja, a se tega ne zaveda), običajna zavest, zavedanje samega sebe, podzavest ter tako imenovana višja (in transcendentalna) stanja zavesti. Stopnja stanja zavesti je sorazmerna z ravnijo vzorcev (njegovim redom splošnosti ali abstrakcije), ki so vsebina zavesti, oziroma ki jih nosi konfiguracija nevronov. Nevronska mreža lahko namreč tvori gestalte nižjega ali višjega reda.

4.7.3. Intencionalna in neintencionalna zavest

Zavest, ki smo jo obravnavali v prejšnjem razdelku, je navadno ZAVEST O NEČEM, zavest nečesa – nekega vzorca-atraktorja, ki mu posvečamo pozornost in ga trenutno doživljamo. Lahko pa govorimo tudi o ZAVESTI SAMI NA SEBI – zavesti, ki ni usmerjena oziroma naravnana na neko konkretno vsebino, na določen vzorec. To lahko imamo za simetričen dinamičen gestalt, globalen in uravnoteženo paralelno-distribuiran. Takšno stanje zavesti poznajo predvsem meditant. Drugi ljudje v vsakodnevem stanju zavesti ga ne razumejo, kajti v običajnem stanju zavesti je "simetrija zlomljena" in pozornost je vedno posvečena posameznim konkretnim vzorcem. Pri zavesti sami na sebi pa ne gre za zavedanje konkretnih predmetov v okolju. Množica konkretnih vzorcev se asociativno staplja v novo stanje posplošene "vsebine", tako da ne moremo več govoriti o konkretni vsebini, temveč le o nekem splošnem vseobsegajočem oziroma transcendentalnem stanju zavesti.

Za INTENCIONALNO ZAVEST (zavest o nečem) je značilno, da nevronska mreža rekonstruira določen vzorec. Ta vzorec lahko prinašajo aktualne konfiguracije vzbujenosti receptornih nevronov raznih čutil, ki se prenesejo v primarne perceptivne dele možganske skorje in se nadalje sintetizirajo v vzorec višjega reda.

Hkrati pa iz spomina (iz sistema sinaptičnih vezi) selektivno izstopajo "iz ozadja" stimulatornemu vzorcu podobni vzorci in se superponirajo (združujejo) z njim. V sistemu nevronov se pojavi rezultirajoč vzorec, ki je superpozicija tistih vzorcev, ki so bili asociativno priklicani iz sistema sinaptičnih vezi, in tistih, ki so se vtisnili v sistem receptornih nevronov od zunaj. V okviru našega modela nevronske mreže imamo superpozicijski vzorec v zavesti, ko se (re)konstruira v sistemu formalnih nevronov. Ta vzorec je tedaj asociativno povezan z množico nadzornih vzorcev po raznih delih možganske skorje itd. (Baars, 1997), ki ga analizirajo, delajo predvidevanja na njegovi podlagi, sprožajo višje integrativne procese ali pa motorične akcije v skladu z njim.

Ta oblika zavesti je ožja, konkretizirana oziroma fokusirana. Pomeni, da je določen vzorec prešel iz sistema sinaptičnih vezi ali sistema receptornih nevronov v SISTEM NEVRONOV v možganski skorji. Tam širi svoj vpliv od nižjih proti višjim asociativnim plastem, kjer stopa v interakcije z drugimi vzorci iz drugih možganskih predelov. Vzorec v zavesti ima najbolj dominantno vlogo v dinamiki nevronske mreže. Ima največji parameter pozornosti L_k (lahko je enak 1) in s tem kmalu tudi največji parameter urejenosti C_k . Intencionalna zavest pomeni, da duševnost operira s "čistimi" vzorci – s konkretno vsebino (ne z "mešanico" oziroma superpozicijo vzorcev), ki so lahko tudi besedno kodirani (pojmi). Sistem nevronov rekonstruira potencialno vrtačo z velikim območjem privlaka in s tem tvori močan atraktor, katerega vpliv se širi v najvišje funkcionalne (pa tudi virtualne) ravni.

Za NEINTENCIONALNO ZAVEST pa je značilno, da je vektor stanja Q mešanica mnogih vzorcev V_k , torej njihova linearna kombinacija. Tedaj dejavnost mreže ni fokusirana, ne posveča se določenemu konkretnemu vzorcu in ne deluje le v skladu z njim, temveč operira z vsebinsko mehкими ali povsem razpršenimi kombinacijami vzorcev. Takšni procesi v mreži BREZ REKONSTRUKCIJE ATRAKTORJEV oziroma potencialnih vrtač so neko "dogajanje samo na sebi", ki je vendarle bilo pogojeno z dejanskimi konkretnimi vzorci, le da se ni kategoriziralo. Najvišjo stopnjo dosega neintencionalna zavest v globoki meditaciji, ko so transcendirani vsi eksplicitni vzorci.

4.7.4. Zavest samega sebe

Vseeno moramo priznati, da zavesti ni mogoče razlagati izključno s posplošenimi nevronskimi procesi, pa naj bodo še tako asociativno široki, vseobsegajoči in globalni. Vprašanje postavlja predvsem SAMOZAVEDANJE človeka, samoidentiteta, ki ni le visok vzorec, kot je npr. Jaz, temveč je neznane narave. To tudi ni (le) globalen simetričen uniformen vzorec (ki ga bomo obravnavali v poglavju o duhovnih stanjih), kjer se samoidentiteta prek duhovnega poistovetenja s celoto sveta naposled celo vsebinsko ukine (izstopa iz sebe). V transcendentalnih izkustvih je torej samozavedanje razpršeno in razprostrto.

Samozavedanje je lahko čisto vsakdanja ZAVEST SAMEGA SEBE, ki je pogojena celo s strogo fiksiranimi vzorci (Jazom, lastnim telesom, lastnino, neposrednim družbenim in materialnim okoljem), in je torej zavedanje Jaza, lastnega telesa itd., hkrati pa je KVALITATIVNA. Pojmi za "pojem samega sebe" so SEBSTVO oziroma SAM (angl. self, nem. das Selbst).

SAMONANAŠAJOČA zavest je PROCES kot "REKURZIJA" povsem nove kvalitete. Ta rekurzija ("čudežno zrcalo", samonanašajoči proces, torej proces, ki med svojim potekom znova "požene samega sebe") vodi do FRAKTALNIH vzorcev, ki sami sebe ponavljajo na različnih velikostnih skalah in sami sebe vedno znova vsebujejo. Konfiguracije nevronskega sistema dejansko lahko tvorijo takšne fraktalne vzorce z neskončno medsebojno mejno površino v realnem nevronskega prostoru (vzorci aktivnosti/neaktivnosti) in še kakšnem abstraktnem prostoru. Posebna oblika samonanašanja je SAMOREFLEKSIJA (miselno samonanašanje), kjer gre za rekurzijo misli (misli o mislih...), kar pa seveda nujno vključuje tudi zavedanje lastnih misli (Oakley, 1985).

V okviru tega problema se ne sprašujemo po izvoru, vsebini, asociativni širini in t. i. transcendentalnosti zavesti, temveč o tem, zakaj sploh duševno in duhovno živimo, se zavedamo svojega življenja (ter ga kvalitativno občutimo, a o tem kasneje). To je bistvo psihoontološkega vprašanja, ki ga je zajel tudi Descartes v izreku "Cogito, ergo sum". Namesto "cogito (mislim)" vstavljamo tukaj po natančnejši opredelitvi "samorekurzijo" (denimo "zavedam se"). Samozavedanje nas postavlja v oziroma nas seznanja z BITI ("sum" = sem) ali TU-BITI (nem. Dasein). Zavedam se (sebe), torej sem.

Samonanašanje je v spanju precej zavrto ali raje predrugačeno, v nezavesti (npr. ob padcu) izgine kot proces-gestalt visokega reda, čeprav fiziološka dejavnost možganov ostaja. Narava samozavedajoče zavesti torej najverjetneje ni "nadnaravna", temveč je le še NEZNAN način vedenja kompleksnega mnogonivojskega sistema nevronov in predvsem virtualnih vzorcev.

Čeprav zavest o zavesti (samoponavljajoče "zrcaljenje" zavesti ali vsebin zavesti druge v drugi) ostaja skrivnost, lahko hkrati ugotovimo, da popolnoma simetrična in uniformna asociativna mreža formalnih nevronov udejanja takšno medsebojno rekurzivno zrcaljenje! Namreč, nevroni in iz nevronov sestavljeni vzorci predstavljajo kontekst in vsebino drug drugemu. Obenem vsak VZOREC PREDSTAVLJA KONTEKST IN VSEBINO SAMEMU SEBI, in sicer v sebi samem, saj NEVRONI, KI TE VZORCE SESTAVLJAJO, NEPRESTANO INTERAGIRAJO! (Peruš, 1994b)

Če se vzorci preslikavajo v druge vzorce, je to heteroasociacija; če pa se vzorci paralelno-distribuirano preslikavajo sami vase, govorimo o avtoasociaciji. Ali je lahko mnogokratna rekurzivna avtoasociacija osnova samozavedanja? Kaj je zavestno doživljanje kot fenomenološka kakovost, se bomo še vprašali, ko bomo bolj pripravljeni.

4.7.5. Širši obsegi zavesti; kolektivno (ne)zavedno

Model nikoli ne more nadomestiti originala, ker ne more zajeti vse celovitosti in notranje soodvisnosti. Tako tudi model nevronske mreže ne more zaobjeti vse tesne asociativne povezanosti in součinkovanja nepreglednih množic vzorcev raznih redov druge na drugo, še posebno pa na vzorec v sistemu nevronov oziroma raje njegov globalen vpliv na malodane vse možgane. Zavest je namreč prav ta ZAOKROŽENA MNOGOTEROST NEŠTETIH VZORCEV IN PROCESOV od biološkega do najbolj duhovne ravni (tudi Baars, 1997). Vprašanje je, ali bi bil tudi docela sintetičen in vseobsegajoč posplošen nevronske model, če bi bil izvedljiv, zadovoljiv.

Zdi se, da se znotraj te sintetičnosti dogajajo še bolj konkretne in opredeljene dejavnosti, ki so še neznane. Nekateri pa zavest kot celovit proces ne lokalizirajo le na možgane in njihov virtualni psihofizični sistem, temveč iščejo korenine zavesti še precej širše – v fizikalnem sistemu samem. Po teh podmenah je ozadje zavesti ENOTNO POLJE FIZIKE – "vakuum" oziroma hologibanje na "subkvantnem" nivoju.

Za duševne procese so večidel odgovorne biološke nevronske mreže in njihove virtualne strukture. Te so v analogiji s procesi na (sub)kvantni ravni. Vse več ljudi meni (npr. Stern, 1992), da je BIOLOŠKA nevronska mreža FRAKTALNA rekonstrukcija (SUB)KVANTNIH principov "vse v enem, eno v vsem" in "vse za eno, eno za vse", ki je nastala v dolgotrajnem procesu evolucije! Zavesti pa, kaže, ne moremo razlagati (le) na ravni biološke nevronske mreže, kot načeloma lahko razlagamo druge duševne procese (vsaj dokler zanemarimo fenomenalno zavest), ampak moramo celovito sestopiti na kvantno ali "subkvantno" raven.

Ne smemo zanemariti vsaj tega, da se sinergetska dejavnost nevronskega sistema možganov neločljivo sklaplja s celim živčevjem in telesom kot celoto. Enako pa se tudi virtualne strukture v možganih vtapljajo v širši energetske sistem človekovega telesa-duha, pa tudi fizikalnega okolja in osnovnega medija!

Zavesti ni mogoče lokalizirati in zapreti le v posameznega človeka. Jung govori o KOLEKTIVNEM NEZAVEDNEM ljudi (Jung, 1995). Ker je kolektivno nezavedno POTENCIALNO zavedno (posamezniki lahko ozaveščajo arhetipe), lahko govorimo tudi o eni komponenti KOLEKTIVNEGA ZAVEDNEGA. Obenem se zavest človeka se z medsebojnim občevanjem (Ule, 1997a, b) vključuje v kolektivno oblikovanje intersubjektivnih vzorcev zavesti. To je druga komponenta kolektivnega zavednega.

Z javno kolektivno interakcijo zavesti na eni strani in verjetno tudi dedovanjem ter še kako drugače ("neposredno") na drugi strani se zavest posameznega človeka sklaplja v kolektivne kognicijske strukture rodu, naroda, človeštva... Morebiti lahko govorimo tudi o nekakšni intersubjektivni zavesti rodov, narodov in človeštva, ki pa najverjetneje nima takšne z Jazom osrediščene narave, kot jo ima zavest posameznega človeka. Možgani so morebiti le "majhni lokalni sprejemniki" (Berkovich, 1993) oziroma v prostor-čas štrleče "veje" širše skupne Zavesti oziroma Duha. Naj ponovim: zavesti se ne da lokalizirati le na možgane. Možgani vsebujejo zgolj jedro in težišče individualne zavesti. Kaže, da so biološke nevronske mreže fraktal kvantnega polja, ki je ultimativno ozadje individualne in kolektivne zavesti.