

1. UVOD. PREGLED NEKATERIH EPISTEMOLOGIJ

Ukvarjali se bomo s konstrukcijo planskih modelov, izhajajoč iz kategorialnega aparata teorije sistemov. Zato si oglejmo nekatere epistemološke predpostavke, ki nam bodo služile kot osnova nadaljnega razpravljanja. Pri svojih izvajanjih se bomo v tem delu naših razmišljanj naslonili predvsem na nekatere ideje Maruyame (glej literaturo).

Napredek znanstvenih raziskovanj na najrazličnejših področjih v celi vrsti znanstvenih disciplin kaže na naslednjo zanimivo situacijo. Osnovni princip pri obravnavanju v nekaterih znanstvenih disciplinah, kot so biologija, sociologija in tudi na nekaterih področjih v fiziki, je v ustreznih modelih povezan z naraščanjem heterogenizacije, procesom simbiotizacije in generiranjem novih vzorcev (tako povezovanj, mrež, elementov, podsistemov, itd.), ki so posledica "določene diferenciacije" znotraj sistemov. Precizirajmo to, kar smo označili s terminom "določena diferenciacija", namreč, gre za proces diferenciacije, v katerem imamo opraviti s povratnim, vzajemno vzročnim delovanjem, torej s posebne vrste povratnimi zankami, za katere je v povezavi s sistemom značilno, da določeno (morda zelo majhno) "diferenciacijo, odklon" amplificirajo in s tem povečujejo heterogenizacijo znotraj sistema. Taka pravkar opisana situacija pripelje do zahteve po formulaciji posebne vrste epistemologije, ki jo bomo imenovali morfo-genetska epistemologija, v skladu s terminologijo, ki jo uporablja Maruyama (glej tudi Ule, 1986, str. 217). Opozorimo, da bomo na kratko obravnavali tudi nekatere druge tipe epistemologij, ki se zdijo primerne za študij drugih situacij.

Bolj kot samo ime je seveda pomembna opredelitev kroga vprašanj, oziroma razkrivanje in identifikacija problemskih področij, ki so zvezana z nekaterimi novimi pogledi na heterogenost, diferenciacijo, vsakršno različnost in odstopanja. Osnovni krog vprašanj se nanaša na naslednja področja: (1) problemi, ki so zvezani s procesi nehierarhične simbiotizacije (simbioze) med heterogenimi elementi (podsistemi, itd.), (2) problemi konceptualizacije mreže interakcij med elementi (podsistemi, itd.), ki prispevajo k nadaljnji heterogenizaciji in simbiotizaciji med elementi. Še drugače rečeno, sprašujemo se, kakšne so tiste interakcijske mreže, ki bolj prispevajo k nadaljnji heterogenizaciji in simbiotizaciji, kot pa k ohranjanju obstoječega stanja (torej k ohranjanju ekvilibriuma, status quo). (3) Nadaljnje področje so vprašanja in problemi, ki so bolj povezani z generiranjem novih potreb in ciljev in tudi novih struktur, akterjev in

interesov (v različnih družbah), ne pa toliko s študijem obstoječe kulture in družbe z njenimi posebnimi komponentami, strukturami in funkcijami, z zadovoljevanjem potreb, ki ustrezajo obstoječi strukturi družbe. Heterogenizacija je osnova za razvoj in evolucijo¹. Za evolucijo že dolgo ne menimo, da ima vnaprej določen, fiksni cilj. Sistemi z enakimi začetnimi pogoji in z enakimi notranjimi mrežami (povezovalnimi mrežami) imajo tendenco razvijanja v različne smeri, ker lahko zelo male (različne) sunke, ki se pojavijo znotraj sistema, sama mreža amplificira v različne smeri.

S tem v zvezi napomnimo, da celo v fiziki neekvilibristične termodinamike eksistirajo modeli kavzalnih zank, ki amplificirajo diferenciacijo (različnost), podobno se dogaja v inženirski tehnologiji, tudi v matematiki so proizvedli modele reciprocitetnih kavzalnih zank, ki kreirajo nove vzorce, ki torej generirajo heterogenost in nove strukture in povečujejo količino informacije. Taki procesi so nemogoči ali pa nepojasnljivi, jih torej znotraj določenega kategorialnega aparata ni mogoče pojasniti, namreč z ekvilibrističnimi modeli, npr. z modeli (ekvilibristične) termodinamike ali znotraj kategorij Shannonove informacijske teorije. Tak nov pogled na stvari (in njihovo modeliranje) imamo lahko za teoretično inovacijo, lahko pa tak nov pogled na stvari ocenjujemo kot premike in spremembe v epistemologiji (ali morda to izrazimo bolj posrečeno kot prestrukturiranje ali transformacijo epistemologij), ali pa nas to pripelje preprosto do predpostavke različnih epistemologij.

Uvajanje reciprocitetne kavzalne zanke (mogoče lahko to tudi formuliramo kot vzajemna vzročna povratna zveza) je gotovo vzbujala v evropski logični in s tem tudi v spoznavnoteoretski tradiciji določeno previdnost in morda tudi (upravičene) dvome v plodnost takega mišljenja, posebno še v zvezi z nekaterimi tipi napak mišljenja in dokazovanja, ki jih je uvedel Aristotel, kot so "napačen krog" (circulus vitiosus) in tudi "krog v dokazovanju" (circulus in probando). Gotovo je med mnogimi ovirami tudi pravkar našeta, in to ne najmanjša, da se je nov način konceptualizacije v znanstveno-raziskovalnem delu pojavil šele v novejšem času. Eden od razlogov je gotovo tudi ta, da tudi problemi, s katerimi so se ukvarjale posamezne znanstvene discipline, niso bili taki, ki bi zahtevali za svoje reševanje drugačen tip mišljenja.

Naštetimo štiri epistemologije v sodobni znanosti, ki se zdijo najbolj zanimive in so bile tudi do zdaj najbolj pogosto uporabljane ali so najbolj perspektivne (po nekaterih ocenah) za določene tipe študij. Od teh štirih lahko en tip označimo kot homogenistična epistemologija, druge tri pa kot heterogenistične tipe epistemologij:

- (1) homogenistična epistemologija (povezana s hierarhizacijo in klasifikacijo),
- (2) epistemologija neodvisnih dogodkov (heterogenistična in neinteraktivna),
- (3) homeostatična epistemologija (heterogenistična, interaktivna, ekvilibristična),

¹ Vrednost delovanja neke ideje je odvisna od spremembe obnašanja, ki ga povzroči pri posameznikih ali skupinah, ki so to teorijo sprejeli. Sprememba, ki daje takšni človeški skupini več povezanosti, ambicije, zaupanja vase, ji bo dala s tem tudi več moči za ekspanzijo, kar pa bo povzročilo progres same ideje. (Monod (1983, str. 196.)) Ne obstaja več zaokrožena, organsko povezana in razčlenjena posamezna znanost. Ni več klasične fizike. To vsi vemo. Prav tako pa ponehava obstoj psihologije, sociologije in edinstvo v razumevanju zgodovine. Obstaja v glavnem raziskovanje, ki želi manj vedeti, kot pa raziskovati in delovati. (Axelos (1972, str. 93.)) Nič nam torej ne jamči, da se gibljemo k edini možni, popolni resnici, ne moremo preprečiti tega, da se bo celoten pogon znanosti začel nekoč zaustavljati, ker bo morda izčrpan začetni potencial naših osnovnih kategorij in miselnih operacij, s katerimi skušamo teorijsko "urejati svet", ali pa da teorijsko napredovanje znanosti ne bo moglo več navezati stika s čutilnim izkustvom ljudi, ki je osnova razumevanja in vseh pojmov. Zato iz "relativnega realizma" ne moremo sklepati na metafizični realizem za vse čase, a tudi ne na skepticizem in agnosticizem. Če se različne teoretske oziroma bolj epistemske tradicije ločijo med seboj že od vsega začetka, in to tako po jeziku kot po konceptih in raziskovalnih pristopih, je mogoče, da nekaj, kar je za našo znanost trdno dejstvo ali zakon, v drugačni tradiciji, ni niti dejstvo niti zakon, morda se celo niti ne da formulirati, pa čeprav se obe tradiciji v svojih segmentih nanašata na isti "predmet". (Ule (1986, str. 216-217))

(4) morfogenetška epistemologija (heterogemistična, interaktivna, generirajoča nove vzorce).

Na kratko navedimo glavne značilnosti, ki jih pripisujemo posameznim navedenim tipom epistemologij.

(1) Homogenistična epistemologija, ki jo lahko poimenujemo tudi kot hierarhično in nevzajemno vzročno epistemologijo. Morda se ta tip epistemologije najbolj pogostokrat pojavi in uporablja tako v filozofiji znanosti, kakor tudi v drugih znanstvenih disciplinah, vključno tudi v sociologiji. V skladu s to epistemologijo v mreži, ki povezuje pojave med seboj, potekajo vplivi direktno med "vzrokom" in "učinkom". Učinek se pokaže z določeno verjetnostjo in ne z gotovostjo, torej jih lahko napovemo le z določeno verjetnostjo, ne pa z gotovostjo in tudi na "vzroke" lahko sklepamo iz "efektov" le z določeno verjetnostjo. Morda povejmo še tole: popolno informacijo ni možno nikoli dobiti, ker instrumenti, s pomočjo katerih zbiramo informacijo (medsebojno) učinkujejo v določeni (lahko sicer zelo majhni) meri z opazovanimi pojavi in tako zbiranje informacij zmoti, spremeni sam pojav. "Znanstvena metoda" v tem primeru sestoji v odkrivanju distribucije verjetnosti v "učinku", ko je "vzrok" vsaj hipotetično določen (specificiran), in v določitvi mejne vrednosti natančnosti opazovanja.² Pribijmo, ni vedno mogoče z gotovostjo sklepati na vzroke, čeprav zadosti dobro poznamo učinke.

V primerih, ko ne moremo izvesti laboratorijskega eksperimenta, so dobrodošle metode multivariantne statistične analize (faktorska analiza, korelacijska analiza, regresijska analiza itd.) posebno pri pojavih, kot so meteorološki pojavi, elektromagnetno valovanje na zemeljski površini ali razni družbeni pojavi. Tu opozorimo na naslednje: če odkrijemo statistično povezanost med dvema spremenljivkama, je to lahko učinek ene od naslednjih nerepročitelnih vzročnih povezav (1) ena spremenljivka vpliva na drugo z določeno verjetnostjo, in sicer, ali neposredno, ali pa posredno preko druge posredujoče spremenljivke; (2) na obe spremenljivki vpliva nek skupni vzrok, seveda z določeno verjetnostjo. Poudarimo, da pri teh povezavah predvsem ne moremo iz samo statističnih povezav izvesti smer povezave vzrok-učinek. Ne moremo z gotovostjo odkriti, kaj je vzrok in kaj je učinek in da se dokopljemo do tega, katera je smer vzrok-učinek, moramo pritegniti dodatne informacije, predvsem logično presojanje in specialne discipline³

(2) Epistemologija neodvisnih dogodkov in slučajnih procesov. Ta tip epistemologije je bil razvit s teorijo ekvilibriuma v termodinamiki (študij plinov) v preteklem stoletju. Termodinamična teorija je osnovana na množici neodvisnih dogodkov, podobno kot imamo opravka z neodvisnimi dogodki pri metanju kovanca. Met kovanca oziroma izid vsakega meta je neodvisen od izida predhodnega oziroma vseh predhodnih metov.⁴

² "Šele teorija odloča o tem, kaj moremo opazovati." (Einstein A.) Pravilno bi se torej moralo vprašanje glasiti: Ali je mogoče v kvantni mehaniki prikazati položaj, v katerem je elektron približno - se pravi z neko nenatančnostjo - na določenem mestu, in ima pri tem približno - se pravi spet z nekaj nenatančnostjo - neko vnaprej dano hitrost, in ali se dajo te nenatančnosti tako zmanjšati, da z eksperimentom ne zabredemo v težave?...Produkt nedoločeniosti za kraj in impulz (=gibalna količina) (kot označujemo produkt iz mase in hitrosti) ne more biti manjši kot Planckov kvantum učinka. (Heisenberg (1977, str.92-93.) Princip nedoločeniosti je doživel analoge in posplošitve v raznih znanstvenih disciplinah. Tako imamo npr. v teoriji avtomatov lahko situacijo, ko z nobenim eksperimentom ne moremo določiti, katero je bilo začetno stanje avtomata.

³ Odnos (korelacija) med kajenjem in rakom na pljučih. Ta korelacija je dobljena na osnovi statistike in ne pove direktno nič o vzročni, če in kako taka vzročna povezava obstaja.

⁴ Zamislimo si tale eksperiment. Kovance poobarvamo na eni strani belo, na drugi pa črno, potem pa jih slučajno razmečemo po neki površini. Če zdaj to površino opazujemo iz zadostne razdalje, ne vidimo več kovancev, imamo "samo splošen vtis", ki ga formuliramo kot nek odtenek sive barve.

Način mišljenja, s katerim se srečamo pri metanju kovanca, je prenesen v termodinamični teoriji na distribucijo temperature v (zaprt) sistem. Sledeč termodinamični razlagi, je vzrok temperature telesa gibanje molekul in atomov v telesu. Če pustimo dovolj časa toplotno izoliran predmet, kar pomeni, da toplote niti ne dovajamo telesu niti je telo ne more oddajati, se bo temperatura v vseh delih telesa postopoma izenačila, lahko rečemo, da se je homogenizirala. Če bi našli izolirano telo (sistem, ki ni živ organizem) v takem stanju, da temperatura ne bi bila enaka v vseh delih telesa, bomo imeli za termodinamično neverjetno stanje. Bolj ko je temperatura neenakomerno porazdeljena po telesu, bolj je to nemogoče. Toplota teži, da prehaja iz telesa (ali dela telesa) z višjo temperaturo na telo (del telesa) z nižjo temperaturo ali direktno skozi trdno telo ali s konvekcijo v tekočinah in plinih ali z žarčenjem. Posplošimo lahko razmišljanje z naslednjo trditvijo: Sistem teži, da preide iz manj verjetnega stanja v bolj verjetno stanje, celo če obstaja majhna možnost, da lahko pride do spremembe v nasprotni smeri.⁵

Samo pripomnimo, da to tendenco imenujemo "zakon naraščanja termodinamične entropije". Spremembe od stanja z nižjo entropijo v stanja z višjo entropijo se dogajajo postopno. Tu nimamo opravka s preskoki iz enega stanja v drugega, imamo opravka z neko stopnjo zveznosti. Kljub temu pa je stanje v poznejšem času povezano s stanjem v predhodnem času z določeno verjetnostno distribucijo, ta tip sprememb imenujemo "stohastične procese".

Ker nas v tem delu zanimajo predvsem ideje, kategorialni aparat, poudarjamo, da je Shannonova teorija informacij zgrajena prav na tej epistemologiji. Shannona je zanimal na prvi pogled ozek tehnični problem, namreč problem izgube poslani informacije v kanalu zaradi preobremenjenosti ali zaradi šumov kanala (telefonske zveze), (Shannon, 1948).

Tu nas ne zanima tehnična formulacija problema (ki ni niti trivialna in je sama po sebi zanimiva), ampak samo osnovna ideja, namreč, Shannon formulira mero za količino informacije kot stopnjo neslučajnosti (določenosti) prenešenega vzorca. In v matematični formulaciji je Shannonova formula za količino informacij ista kot je formula za termodinamično entropijo. Če je termodinamična entropija definirana tako, da je večja, če je stopnja slučajnosti večja, je količina informacije definirana tako, da je večja, če je stopnja slučajnosti manjša. (Iz definicije tudi sledi, da je v formalnem matematičnem zapisu formule enkrat uporabljen negativni predznak.)

Opozorimo na nekatere tančine, ki so z epistemološkega stališča zanimive in važne. Tako termodinamična entropija kot količina informacije nimata takih invariantnih lastnosti, kot energija in masa, ki sta neuničljivi oziroma se ju iz nič ne da narediti. Če za energijo in maso veljajo zakoni pretvarjanja, podobni zakoni za termodinamično entropijo in količino informacije ne eksistirajo. Prvi zakon termodinamike je zakon o ohranitvi energije in drugi zakon termodinamike je zakon o naraščanju termodinamične entropije, kar pomeni z drugimi besedami homogenizacijo. Oba zakona sta logično in fizikalno neodvisna zakona. In če velja za energijo zakon o ohranitvi energije,

⁵ Pokojni profesor astronomije na ljubljanski Univerzi dr. Fran Dominko je to situacijo ilustriral na nekem predavanju za študente s sledečo anekdoto: "Glede na termodinamično teorijo se gibljejo oziroma nihajo molekule krede, ki jo držim v roki v povprečju v vse smeri enako hitro in to se kaže kot temperatura krede. Obstaja pa po termodinamični teoriji majhna verjetnost, da se gibanje vseh molekul usmeri v isto smer, npr. navpično navzgor. V tem primeru bi kreda odletela pod strop. To je teoretično možno, vendar je verjetnost zelo majhna. Pa povejte kakšnemu fiziku, da se je to zgodilo, zagotovo vam ne bo verjel."

analogni zakona za entropijo ali količino informacije ne eksistira. Če se entropija na nekem mestu povečuje, ni nujno, da bi se na drugem mestu zmanjševala. Drugi zakon termodinamike pove, da je v izoliranem (zaprt) sistemu velika verjetnost, da bo entropija narasla. Povzemimo vse skupaj v nekaj točkah: (1) entropija narašča znotraj izoliranega sistema, ne da bi kjerkoli drugje padala, (2) kadar se entropija spreminja, ni v zaprtim sistemu nobenih energetskih inputov ali outputov, (3) celotna energija znotraj izoliranega sistema ostane nespremenjena, čeprav se entropija spreminja. Entropija in energija se lahko spreminjata neodvisno.

Količina informacij je, po Shannonu, zvezana s stopnjo neverjetnosti danega izida (ali vzorca) poskusa, če privzamemo seveda, da je nastopil dogodek kot slučajen in neodvisen. Iz njegovega izvajanja tudi izhaja, da v kanalu ne more nastati nobena nova informacija. Edino, kar lahko naredimo, je to, da ne izgubimo kraj informacije, zakaj vsak šum oziroma zunanji vpliv lahko informacijo samo zmanjša, ne more pa je povečati. Od tod seveda tudi zaključki o tem, kako najbolj ekonomično in učinkovito kodirati in dekodirati informacijo, da bi maksimalno izrabili možno kapaciteto kanala zveze, kadar ima določeno kvaliteto.

(3) Homeostatična, morfostatična epistemologija

(4) in morfogenetska epistemologija

Vse te epistemologije so dosegle v znanosti dovolj sofisticirano matematično formulacijo, da imajo poseben pomen za tehnično eksploatacijo. Seveda tak način mišljenja ne eksistira samo, pogojno rečeno, v razviti znanosti, ampak je znan že več stoletij v mnogih filozofijah in kulturah (ne samo takoimenovane evropske civilizacije). Pojasnimo nekatere faze razvoja te epistemologije. Prvo fazo bi lahko imenovali epistemologijo, ki ima opraviti z modelom vzajemne vzročne zanke, ki spremembe (deviacije) v nekem sistemu poskuša zaustaviti oziroma sploh odpraviti in torej deviacijam nasprotuje, poskuša ohranjati ekvilibrium. Druga faza te epistemologije ima v osnovi modele, katerih vzajemno vzročne zanke povzročajo, da se diferenciacija v sistemu povečuje in da narašča heterogenizacija in simbiotizacija. Prvo fazo, vsaj v tehničnih dosežkih lahko časovno opredelimo s 40 in 50 leti našega stoletja. Druga faza pa nastopa od 60 let naprej. Morda bi lahko navedli še tretjo fazo, kot intenziviranje iskanja matematičnih formalizmov za opisovanje vzajemnih vzročnih epistemologij, ki razumejo simbiotizacijo preko diverzifikacije. Gotovo so ti načini mišljenja najbližji nekaterim delom bioloških znanosti, in seveda tudi sociološkim znanostim.

Vzajemna vzročnost oziroma vzajemno vzročno zanko - te nerodne formulacije uporabljamo, ker ne najdemo boljših - se nanašajo na situacijo, ko dva pojavi (dve stvari, itd.) vzajemno delujeta, vplivata drug na drugega. V sami znanosti je tak način mišljenja vsaj na nekaterih področjih znan že dolgo. (Npr. v biologiji pri Darwinu, v ekonomiji pri Adamu Smithu in seveda še pri mnogih drugih). Morda je bolj slučaj, da ni tak vzajemni vzročni lok postal bolj znamenit ali popularen že davno. Vsekakor je postalo to mišljenje popularnejše v sredi tega stoletja v zvezi z doslednejšo matematično formulacijo in tehnično izdelavo protiletalskih topov v drugi svetovni vojni, kar je prineslo tudi jasnejše razumevanje korektivne povratne zveze (ki je bila tehnično realizirana z radarjem in računalnikom). Naj omenimo, da so se ta prizadevanja pozneje povezovala s pojmom kibernetike (Weiner, 1948). Morda omenimo, da so bili še v 60 letih narejeni nekateri poskusi matematično formulirati to, kar smo mi imenovali tisto fazo epistemologije, ki ima za osnovo model vzajemne

vzročne povezave, ki amplificira diferenciacijo in povečuje heterogenizacijo (differentiation - amplifying and heterogeneity - increasing reciprocal causal epistemology). Izdelana je bila teorija, na osnovi katere je bilo razvidno, da so lahko kompleksni vzorci generirani s pomočjo enostavnih pravil vzajemnega vplivanja (Ulam (1960), Maruyama (1963, 1963a)).

Mnogi samoregulirajoči se procesi v naravi in tudi umetno narejeni imajo vzajemno zanko delovanja, ki nasprotuje vsakršnim deviacijam in ohranja ekvilibrium. Vendar nas v nadaljevanju te študije bolj zanima drugi tip vzajemnega delovanja.

Vzajemni vzročni lok, ki amplificira deviacije in heterogenizira, se najde tako v bioloških kakor tudi v socialnih procesih, v katerih se povečuje kompleksnost, vsakršna odstopanja in kjer se spreminja struktura.⁶

Tu je najbrž treba navesti zanimiv rezultat, do katerega je prišel Ulam. Ugotovil je, da v primeru, ko imamo opravka z generiranjem kompleksnega vzorca (sistema) s pomočjo interakcije, lahko pridemo do končnih sistemov, katerih opis zahteva "večjo količino informacije po Shannonu", kot pa je potrebno za opis pravil interakcije, s pomočjo katerih se generira sistem.

Z drugimi besedami, količina informacije je narasla v takem procesu. Shannonova formulacija količine informacije, ki je bila konstruirana na modelu slučajnega procesa, ni dopuščala naraščanja količine informacije. Kadar imamo opravka z ekvilibrističnimi epistemologijami, z modeli, ki imajo vzajemne vzročne loke, ki se upirajo spremembam in deviacijam, se struktura in informacija ohranjata. Modeli (sistemi, epistemologije), z vzajemno vzročnimi loki, ki amplificirajo diferenciacijo in povečujejo heterogenizacijo, lahko povečujejo informacijo in generirajo nove strukture. To zadnje je verjetno tudi možna razlaga, zakaj se v živih organizmih entropija zmanjšuje, namreč, ker biološki procesi niso slučajni procesi, ampak vzajemno vzročni procesi.⁷

Ena od značilnosti vzajemnih vzročnih procesov, ki so take vrste, da nasprotujejo deviacijam in torej vzpostavljajo ekvilibrium, je torej v tem, da neenakim oziroma nepodobnim pogojem akcije, ki jih izvaja sistem, nasprotujejo in končen rezultat procesa je konvergenca k podobnim pogojem. Drugače pa je, kadar imamo opravka z vzajemnimi vzročnimi procesi, ki različnosti amplificirajo in povečujejo heterogenost. Pri takih procesih podobni pogoji lahko proizvajajo rezultate, ki si niso podobni. Ta zadnja trditev ima pomembne teoretične konsekvence. Ena od teh je tale: niti preteklost niti bodočnost (pretekli dogodki, prihodnji dogodek) ne morejo biti izpeljani iz sedanjosti, niti sedanjost ne more biti izpeljana iz preteklosti ali prihodnosti.⁸

⁶ Za zgled takšne amplifikacije vzemimo tale primer. Predpostavimo, da imamo opravka s homogeno planjavo, nenaseljeno, preden so prispeli prvi naseljenci. Ko pride prvi, se naseli na nekem mestu, ki je glede na predpostavljeno homogenost pravzaprav izbrano slučajno. Vendar, ko se je prvi prišlek naselil, se mu bo morda drugi pridružil (ravnina ni več enaka sama sebi) in njegov izbor že ne bo več čisto slučajen. Postopoma se formira vas, kar lahko povzroči, da je zanimiva za nove priseljence in zraste mesto. In v mestu imamo opravka s celo vrsto različnosti, z nehomogenostmi.

⁷ Reichenbach navaja naslednji primer. Predstavljamo si, da imamo odise nog v puščavskem pesku in potem snemamo s kinokamero, kako veter zameta in odnaša sledove nog v pesku. Če predvajamo posneto v obratni smeri, bomo pričla postopnega nastajanja odtisov stopal (kreaciji neke strukture), vendar Reichenbach zakluči, da je tak proces skrajno neverjeten. Zanj je pri tem presojanju značilna nevzajemna vzročna epistemologija in se mu zato kaže nastajanje neke strukture kot slučajni dogodek (ne proces), ki je skrajno neverjeten. Očitno pa se da stvar tudi drugače razumeti, če upoštevamo, da je nastajanje nove strukture vzajemno vzročni proces in nova struktura nastane postopoma.

⁸ "Kdor ima prihodnost, ima sedanjost, kdor ima sedanjost, ima preteklost" Orwel, 1984.

In to ni zaradi "indeterminizma" ali "verjetnostnega ali stohastičnega procesa", ampak izhaja iz koncepta vzajemno vzročne zanke, ki različnosti amplificira. Druga taka posledica je naslednja. V raziskovalni metodi ne velja, da iz eksistence "razlik v začetnih pogojih" lahko tudi sklepamo na razlike v končnem rezultatu. Zavedati se moramo, da imamo tu opravka z amplificirajočo mrežo.⁹

2. KONCEPTUALNI (KATEGORIALNI) APARAT SPLOŠNE TEORIJE SISTEMOV

2.1. NEKATERE DEFINICIJE SISTEMOV

Za naš namen bomo definirali, da je sistem določen s parametri p_1, p_2, \dots, p_n . Za zdaj so ti parametri še dovolj splošni, čeprav menimo, da jih na nek dovolj natančen način lahko merimo. Predpostavljamo, da so parametri ves čas znotraj nekih mej. To pa tudi določa, ali je sistem identičen sam s seboj, oziroma, ali sistem ostane še vedno sistem. Na splošno je možen input v sistem in output iz sistema. Definirano je okolje sistema (tudi kot sistem). Motnje - ločimo poseben tip inputov, ki niso moteči, in inpute, ki so moteči, ker so izven naprej določenih meja. Sistem sestavljajo sistemi (lahko nastopajo v več nivojih) in osnovne (atomarne) dele sistema imenujemo elemente. Ocenjujemo, da tako splošno opredeljen sistem lahko definiramo v principu popolnoma formalno kot poseben matematični model (upravljalnega) sistema. (Dejansko se nadejamo, da bomo prišli do matematičnega modela vsaj lokalno.) Glej Jablonskij (1959), Ljapunov, Jablonskij (1963). Odnos sistema z okoljem lahko opredelimo v dveh smereh. (Z drugimi besedami, gre za regulacijo odprtega sistema, torej sistema z okoljem.) V prvem primeru ima sistem sposobnost reagirati na okolje in se mu prilagajati, če so inputi iz okolja takšni, da ostanejo parametri sistema znotraj vnaprej določenih meja. Tako regulacijo sistema imenujemo homeostatično regulacijo (ali pa morda boljše morfostatično regulacijo, ali pa kar na kratko morfostazo). Za morfostatične spremembe je dovolj lahko definirati identiteto sistema s samim seboj (kot zglede nam lahko služijo razni mehanizmi, od servomehanizmov naprej, homeostat). Vplive iz okolja lahko interpretiramo tudi kot motnje in morfostatična regulacija ne pomeni nič drugega, kot da sistem vztraja v določenem stanju in da je njegova notranja organiziranost (njegova notranja struktura) take narave, da se pri spremembah (motnjah), ki ne spremenijo parametrov toliko, da bi šli izven določenih dopustnih mej, sistem vrača v neko stabilno stanje. Morfostatični procesi oziroma morfostatična (homeostatična) regulacija skuša ohraniti obstoječo strukturo in takšna regulativna lastnost omogoča eksistenco (preživetje) odprtih sistemov v spremenljivem okolju. Lahko bi tak sistem opredelili tudi kot sistem, čigar varieteta je večja, kot pa je varieteta okolja. To pomeni, da je regulativna sposobnost sistema večja od motenj, ki vplivajo na sistem iz okolja.

⁹ Maruyama navaja zgled, da diferenca v nacionalnem karakterju med Nizozemci i Danci ne izvira iz klimatskih, geografskih, rasnih in temu podobnih pogojev, ampak bomo najbrž dobili bolj uspešno pojasnilo, če pogledamo, kako se razni impulzi amplificirajo v eni in v drugi kulturi. Še en primer lahko navedemo, ki je zvezan z našimi prizadevanji v pojasnjevanju in modeliranju raznih tipov planiranja. Tako lahko ukrepi v neki družbi, ki so navidezno ali po nekaterih formalnih kriterijih enaki, pripeljejo v dveh različnih obdobjih do različnih efektov, ker je situacija v dveh različnih obdobjih samo analogna ali podobna, nikakor pa ne ista. In seveda, opravka imamo s spremenjeno amplifikacijsko mrežo.

V primeru pa, da perturbacije spremene vrednosti parametrov toliko, da prestopijo meje, ki jih dopuščajo morfostatične regulativne sposobnosti, sistem v morfostatičnem smislu (navadno) preneha obstajati, sistem se spremeni v morfogeneratorski sistem. Posebej poudarimo, da tisti impulzi, ki jih imenujemo motnje, ne prihajajo samo iz okolja, ampak jih lahko generira tudi sistem sam. Učinek takih motenj je seveda isti (v principu) kot je učinek motenj iz okolja. Ne glede na pravkar omenjene motnje, pa še vedno lahko govorimo o preživetju sistema, če ima sistem sposobnost izpopolniti, spremeniti svojo notranjo strukturo tako, da bo varieteta sistema večja, kot pa je varieteta okolja. To lahko povemo še tako, da ima sistem neko sposobnost, da nezadostnost svoje strukturalne organizacije "popravi", "izboljša", "prilagodi", spremeni torej neustrezno konfiguracijo tako, da (na novo) generira tako strukturo, ki ima višji nivo organizacijske kompleksnosti, torej večjo varieteto, kot pa spremenljivo okolje. Lahko torej govorimo o neke vrste "dominaciji" sistema nad okoljem. Proces naraščanja organizacijske kompleksnosti, ki omogoča sistemu dominacijo nad okoljem in ki je posledica spremembe oziroma kreiranja nove strukture, imenujemo morfogeneza. (Morfogenetski sistem tako poveča kompleksnost, da je večja, kot pa kompleksnost okolja.) Koncept morfogenetskih procesov, oziroma kar kategorija morfogeneze je prevzeta predvsem iz razvojne dinamike živih organizmov. Pomemben empiričen in teoretičen element vidimo v sledečem. Pri živih organizmih navadno na pragmatičnem pa tudi teoretičnem (znanstvenem, scientističnem) nivoju ni težko opredeliti identiteto sistema s samim seboj. Kadar imamo opravka s sistemi, kot so v sociologiji opredeljeni navadno s terminom družba, kaže, da je "identifikacija sistema s samim seboj" bolj problematična, in to verjetno tako na teoretičnem (znanstvenem, scientističnem), kot tudi na pragmatičnem nivoju. Ni vedno z lahkoto in enoznačno opredeliti, kdaj se družba sicer spreminja, pa vendar ostaja v sebi ista (in je torej identična s samo seboj). Glej Eykhoff (1974), Jerman (1987).

Morfogenetični proces (oziroma morfogenezo) lahko tudi imenujemo adaptacijo sistema, ki je take narave, da spremeni bistvene karakteristike (strukturo) regulacije in s tem poveča kvaliteto regulacije. (Kvaliteta regulacije je v tej sintagmi vsaj za zdaj, očitno na intuitivni ravni, vendar se zdi, da se jo da vsaj v nekaterih primerih tudi formalizirati, kot npr. ekspertno mnenje, da je določena regulacija kvalitetnejša od druge.) Kakor se zdi, da je lahko opredeliti morfogenezo pri živih organizmih, jo je v abstraktnih, tehničnih in mnogih drugih sistemih težje ali zelo težko opredeliti dovolj smiselno, pa vendar učinkovito. Če študiramo spremembo sistemske konfiguracije, lahko formuliramo dva tipa sprememb. Imenujmo en tip sprememb "totalno", drug tip sprememb pa "omejeno" spremembo (zdi se, da sta termina "globalno" in "lokalno" manj primerna). "Totalno spremembo" konfiguracije bomo imenovali tisto, pri kateri je regulacija sistema pod pritiskom okolja v celoti uničena in sistem kot struktura razpade v svoje elemente. Morfogeneratorski proces je pripeljal do elementov sistema in iz aglomeracije elementov uničenega sistema se lahko konstituira nov sistem samo iz elementov. Tak, na novo formiran sistem bo imel novo "regulacijo", "upravljanje", ki je generirano z destrukcijo prejšnjega sistema. Drug tip sprememb konfiguracije - "omejene spremembe" pa definiramo tako, da nastopijo strukturalne spremembe brez destrukcije (porušnja, razrušenja) obstoječih (etabliranih) upravljalnih (kontrolnih, regulativnih) komponent sistema. V tem primeru predpostavljamo, da je morfogeneza že inkorporirana v transformacijska pravila sistema samega.

2.2. MREŽA, AMPLIFICIRAJOČA MREŽA

V našem obravnavanju je pojem mreže zelo pomembna kategorija, ki je zvezana s sistemom oziroma z modelom kateregakoli procesa, ki ga konkretnije opisujemo. Pravimo tudi, da mreža določa strukturo (topologijo) sistema. Pod mrežo pojmuje mo način povezave elementov sistema in sistemov v celotni sistem. (Pri tem mislimo tako na povezavo med elementi samimi, kot tudi na povezave med elementi in sistemov, kakor tudi med sistemov samimi med sabo.) Mreža je tu razumljena še povsem abstraktno. Vsekakor pa je za posamezni sistem oziroma tip sistema pomembno, s kakšno mrežo imamo opravka.

Uvedimo nov pojem, ki nam bo pomagal pri konstrukciji modelov oziroma pri razlaganju nekaterih pojavov. Input (sunek) od zunaj ali input, ki je generiran v samem sistemu, npr. output kakšnega elementa sistema ali kakšnega sistema, lahko povzroči (majhno) spremembo sistema. Reakcija sistema pa je prav glede na mrežo sistema lahko različna. Prvi tip reakcije lahko opišemo takole: tak (majhen) sunek je sistem nekoliko spremenil (lahko govorimo o deviaciji) in glede na prvi tip mreže, bo reakcija sistema takšna, da bo skušal odpraviti, izničiti, parirati to deviacijo, reakcija sistema, lahko rečemo, bo nasprotno usmerjena, kot je bila usmerjena deviacija. Tak tip reakcije sistema na določen sunek in sledečo deviacijo imenujemo tudi morfostazo ali sam sistem, glede na reakcijo na določen sunek, morfostatični sistem. Še druga opredelitev takega tipa reakcij kibernetičnih pojavov je takoimenovana prva kibernetika ali kibernetika prvega tipa. (Primeri - iz fiziologije - uravnavanje telesne temperature.) (glej Maruyama (1963), v zborniku Buckley (ed) (1968).)

Drugi tip reakcije sistema na (majhen) sunek, ki povzroči neko deviacijo, pa sestoji v naslednjem. Zaradi (posebne) mreže sistema, sistem na deviacijo, ki jo povzroči (majhen) sunek (ki pride od zunaj, iz okolja ali pa ga odda kot svoj output kakšen element ali sistem v samem sistemu) ne reagira tako, da bi to deviacijo skušal zmanjšati, eliminirati, parirati ali da bi bila reakcija usmerjena v nasprotno smer od deviacije. Mreža namreč deluje tako, da se deviacija povečuje. Imamo torej opravka s kavzalno zanko, ki deviacije amplificira (deviation amplifying mutual causal relationship). Takšen tip reakcije sistema na sunke bomo na splošno imenovali morfogeneza, morfogenetske sisteme ali modele (oziroma celotni sistem kot morfogenetski). Še drug izraz je poznan za ta tip pojavov, namreč takoimenovana druga kibernetika ali tudi kibernetika drugega tipa (glej Moruyama, 1963).

Preden se lotimo vsaj nekaterih primerov, pa precizirajmo še nekatere pojmovne in terminološke ohlapnosti. Tradicionalno se pojem morfogeneze veže na situacijo, ko biolog opisuje rast individualnega živega (biološkega) organizma (osebka). Pragmatično, pa morda tudi teoretično, ni problematično ločiti rast živega organizma (osebka) od propadanja takega organizma. V nekaterih drugih znanstvenih disciplinah (in seveda tudi v mnogih delih same biologije) pa ta pragmatična in teoretična neproblematičnost in jasnost ni tako velika. Da bi v nadaljnjem obravnavanju lažje obravnavali nekatere izdiferencirane situacije, uvajamo poleg pojma morfogeneza še pojma morfodegeneracija (morfodegenerativni proces) in morfodestrukcija (morfodestrukcijski proces). S temi termini bomo označevali naslednji pojav - reakcijo sistema na sunek, ki povzroči deviacijo sistema. Spet imamo opravka s kavzalnim lokom, ki amplificira deviacijo, ampak v takšni smeri, da pride do retardacije sistema, degeneracije ali

pa na kraju do propada ali razpada sistema (navadno v osnovne elemente in/ali subsisteme).

Še enkrat si oglejmo pravkar opisane kategorije: morfostaza, morfogeneza, morfodegenerativnost in morfodestruktivnost. Pri opisovanju nekaterih konkretnih primerov sistemov nam ne bo toliko do tega, da bi razlikovali med temi kategorijami samimi, ampak bolj do razlikovanja med tipom sistema (ki ima povratno vzročno zanko) in tipi sistemov, ki te zanke nimajo, ali jo imajo drugače opredeljeno. Za ta naš namen uvedimo še en termin, in sicer morfogeneratorski proces oziroma morfogeneratorski sistem. S terminom in pojmom morfogeneratorski smo poskušali pokriti vse štiri pojme, namreč morfostazo, morfogenezo, morfodegenerativnost in morfodestrukcijo. Menimo, da smo s temi pojmi in termini samo poimenovali nekatere situacije in tipe procesov, ki so vsaj na intuitivnem nivoju znani iz vsakdanje praktične skušnje (pa tudi teoretične), so pa formalno formulirani zelo sporadično. V danem primeru termine uvajamo na novo za naše posebne namene. Gre nam predvsem za opise in formulacijo procesov v sistemih, ki jim spreminjajo strukturo, torej gre za procese, ki pravzaprav spreminjajo tudi sam sistem. Pri tem posebej poudarimo, da morfogenetski proces in morfodestruktivni proces nista neke vrste zrcalni podobi drug drugega, ampak, če vzamemo priročni primer iz biologije, sta si v takem odnosu kot biološka rast mladega (individualnega) organizma (osebka) do zrelosti in staranja odraslega organizma. Morfodegenerativni procesi generirajo strukture, ki so drugačne, kot pa tiste, ki se pojavljajo v morfogenetskih procesih. Najbrž lahko še na nek način pojasnimo te pojme. S kategorijama diferenciacije in simbiotizacije. Nedvomno gre pri morfogenetskih procesih za zviševanje stopnje diferenciacije in tudi za zviševanje stopnje simbiotizacije. Nasprotno pa se pri morfodegenerativnih procesih stopnja simbiotizacije gotovo zmanjšuje, diferenciacija pa se lahko zmanjšuje ali pa tudi zvečuje. Mejni primer za morfodegeneracijo imamo, ko je stopnja simbiotizacije tako nizka, da ne moremo več govoriti o kakšni strukturi sistema in ga poimenujemo morfodestrukcija.

2.3. KONCEPT POVROTNE ZVEZE

Model povratne zveze je eden od osnovnih vzorcev delovanja, ki so skupni tako različnim pojavom, kot so mišljenje, družba ali tudi samospreminjajoče se mreže, razni modeli samoorganizirajočih se sistemov in drugo.

V najbolj splošnem smislu pomeni povratna zveza za sistem tole situacijo. Sistem sprejema inpute in oddaja outpute. Za zdaj še puščamo ob strani konkretizacijo tako inputov kot outputov. Včasih imamo pojav, da je output povezan z inputom, oziroma da je output sistema tudi input tega istega sistema. Tu imamo opravka z nekaj situacijami, za katere mislimo, da jih je treba razjasniti. Kadar je output sistema npr. energija, imamo navadno opravka s situacijo, ko se za input v sistem uporabi lahko samo del energije, ki jo oddaja sistem. Podobno situacijo imamo, kadar imamo opravka z druge vrste materialnimi outputi, ki niso predvsem samo informacijski. Poseben primer imamo, ko lahko štejemo, da se vrne preko povratne zveze v sistem energija, ki ni posebno pomembna kot energija, ampak le kot nosilec informacij. (Wiener je ločil dva tipa povratnih zvez, prvi tip, kjer gre za energijo v pravnem pomenu, in drugi tip, kjer gre za informacijo in je energija kot energija zanemarljiva.) Lahko rečemo, da se že

tradicionalno delijo povratne zveze v dva tipa, ki sta tudi za naš namen pomembna; v pozitivno povratno zvezo in v negativno povratno zvezo. Oba pojma sta grajena na spremembi outputa. Glede na to, kako reagira sistem s povratno zvezo na spremembo svojega outputa, ločimo torej pozitivno povratno zvezo, kjer sistem reagira tako, da spremembo svojega outputa ojača. To pomeni, če se je output povečal, bo reakcija na to še bolj povečani output, če se je output zmanjšal, bo reakcija na to še zmanjšani output. Sistem deluje torej v smeri odklona. To pomeni, da spremembo outputa v pozitivni smeri ojača v pozitivni smeri, spremembo outputa v negativni smeri pa ojača v negativni smeri. Morfogenetski, morfodestruktivni in morfogenerativni sistemi so lahko sistemi s pozitivno povratno zvezo. S terminom negativna povratna zveza pa poimenujemo naslednjo reakcijo sistema na spremembo outputa. Če se je output povečal, ga sistem skuša zmanjšati. Če se je output zmanjšal, ga sistem skuša povečati. Sistem reagira na spremembo outputa tako, da to spremembo zmanjša.

Torej na spremembo outputa v pozitivni smeri reagira tako, da deluje v negativni smeri glede na spremembo in na spremembo v negativni smeri deluje tako, da skuša spremeniti output v pozitivni smeri¹⁰. Morfostatični sistemi so tipi sistemov, ki imajo vgrajeno negativno povratno zvezo, pa na odklone, motnje etc. reagirajo tako, da te odklone in motnje skušajo eliminirati.

Seveda so tu mišljeni outputi in odkloni. Abstraktno lahko gre res za odklon, npr. od določene trajektorije, lahko pa gre npr. za povečanje (zmanjšanje) družbenega produkta, za povečanje (zmanjšanje) celotne storilnosti sistema etc.

V našem razumevanju sistema sta oba tipa povratne zveze seveda povezana s specifično mrežo sistema. Če vzamemo za zgled klasični primer, ko sistem teži k nekemu cilju po določeni trajektoriji, si lahko to tudi predstavljamo zelo nazorno kot raketo, projektil itd., ki je usmerjen k določenemu cilju; in zaprogramirana negativna povratna zveza pomeni, da pride do korekcije odmikov, da se torej odmiki zmanjšujejo. Če pomeni odmik od te trajektorije output sistema, potem pomeni negativna povratna zveza tako delovanje (akcijo) sistema, da ta odmik zmanjša. V terminih mreže (strukture) sistema pomeni to, da mreža predstavlja tako povezavo elementov in subsystemov, da se na osnovi informacije, da je prišlo do odmika, v sistemu generirajo aktivnosti (akcije), ki odmik zmanjšujejo. Drug tip povratne zveze, ki jo tradicionalno imenujemo pozitivna povratna zveza, pomeni v "nazornem modelu" to, da se s povečanjem outputa ta output še povečuje. V primeru rakete bi to pomenilo, da, če se je začela odmikati od trajektorije, ki vodi k cilju, bo ta odmik vse večji in večji. V primeru rakete, kadar se to res dogaja, navadno pomeni napako v sistemu. So pa seveda sistemi, za katere je pozitivna povratna zveza osnovnega pomena, ki je temeljna za razumevanje obnašanja sistema.

Če se spet obrnemo k mreži sistema, pozitivna povratna zveza pomeni, da so elementi in subsystemi povezani na tak način med seboj, da povečevanje outputa pomeni delovanje sistema v taki smeri, da output še povečuje. Skušajmo te klasične koncepte povezati s pojmovanjem, ki smo ga uvedli v našem tekstu.

Kadar imamo opravka z morfostazo oziroma z morfostatičnimi sistemi gre očitno za povratne zveze tistega tipa, ki smo jih imenovali negativne povratne zveze. Morfostatični

¹⁰ Formalno lahko pozitivno in negativno povratno zvezo opišemo tudi z nekaterimi lastnostmi funkcije ene spremenljivke. Če je funkcija taka, da niha okoli neke konstantne vrednosti, potem jo lahko imamo za model negativne povratne zveze, saj se obnaša tako, da odklon od te konstantne vrednosti (spremembo) v katerikoli smeri spet zmanjšuje. Če pa je funkcija taka, da od nekega x naprej monotonno narašča ali monotonno pada, jo lahko imamo za opisovanje situacije (modela), ko imamo opravka s pozitivno povratno zvezo. (Odklone v eno ali drugo smer določa predznak odvoda, pri predpostavki, da je funkcija odvedljiva.)

sistem reagira na inpute, ki povzročajo določene odmike (deviacije) tako, da te odmike (deviacije) zmanjšuje.

Sistemom pa, ki smo jih imenovali morfogogenetske, morfodegenerativne in morfodestruktivne lahko pripišemo povratne zveze, ki jih imenujemo pozitivne. Vsem tem trem tipom obnašanja sistemov je skupno, da na inpute, ki povzročijo določen (lahko tudi majhen) odmik (deviacijo) od obstoječega stanja, ne reagirajo tako, da bi ta odmik (deviacijo) zmanjševali (in na kraju odmik sploh izničili), ampak sistem reagira tako, da odmike (deviacije) povečuje. To pa ravno pomeni, da imamo opravka s pozitivno povratno zvezo. V naši klasifikaciji ločimo tri tipe sistemov, ki motnje, odmike deviacije povečujejo. (Torej lahko govorimo o pozitivni povratni zvezi). Ta klasifikacija ni zanimiva toliko zaradi povratnih zvez, ampak predvsem iz drugih, vsebinskih razlogov. Ponovimo še enkrat, za kakšne tipe amplifikacij gre pri morfogeneratorskih sistemih (morfogogenetski, morfodegenerativni, morfodestruktivni). Pri morfogogenetskem sistemu gre za amplifikacijo v smeri večje diferenciacije in simbiotizacije, samo na nivoju odmika pa imamo opravka s spremembo strukture (mreže sistema). Če to interpretiramo kot pozitivno povratno zvezo, pomeni, da sprememba strukture povečuje nadaljnje spreminjanje te strukture.

Morfodegenerativni procesi pomenijo tudi spreminjanje strukture, vendar v smeri zmanjševanja simbiotizacije, ki je lahko tako posledica povečane kakor tudi pomanjšane diferenciacije. "Odmik" gre spet na račun spreminjanja strukture. Morfodestruktivni proces pa pripelje k razpadu sistema na elemente in/ali subsisteme. V tem primeru je simbiotizacija pod neko kritično mejo. Amplifikacija v tem kontekstu pomeni, da se tak proces razpadanja sistema nadaljuje.

2.4. PROBLEMI REGULACIJE

Pri morfogeneratorskih procesih (sistemih) se lahko zgodi, da pride do kreiranja novih izhodov ali stanj sistema, ki jih po nekem (sprejetem) kriteriju glede na cilj, ki ga skuša doseči upravljanje, spet lahko klasificiramo v ugodna (sprejemljiva) in neugodna (nesprejemljiva). Preden se lotimo podrobnejšega opisa, predstavimo še shemo. Imamo sistem S (sistem z okolico, motnje prihajajo iz okolja in iz samega sistema), ki sprejema outpute iz sistemov D (nekontrolirani vplivi, motnje, poljubni impulzi) in R (generira impulse/outpute, ki so določeni z outputi iz D in s ciljem regulacije sistema), to so njegovi inputi. Njegov output je opredeljen z E (dopustna množica stanj). Regulacijski subsistem R skuša pri upoštevanju outputov sistema D (motenj, notranjih ali zunanjih) vplivati na sistem S tako, da bodo njegovi parametri, s katerimi je določeno stanje sistema, znotraj določenih dopustnih meja, oziroma da bodo izhodi sistema S tisti, ki so tudi znotraj nekaterih dopustnih meja (izhodi bodo neka podmnožica množice možnih izhodov E).

Zdi se, da zgornja shema zelo dobro velja (v principu) za študij in obnašanje avtomatov; in tudi verjetno zelo dobro, kadar gre za študij reakcije živih organizmov na okolje, namreč, vzemimo, da se organizmi v relativno kratkem obdobju tako malo spremenijo, da jih lahko (v povprečju) smatramo za fiksne (Monod se čudi, kako to, da se organizmi v milijonih let tako nič ne spremenijo).

Kaže, da so sistemi, ki jih označujemo z "družba", včasih bolj spremenljivi, oziroma da dopuščajo, celo v relativno zelo kratkih obdobjih, velike deviacije in, če upoštevamo

naša metodološka izhodišča, potem se v samem procesu dogajajo spremembe, namreč S štejejo za morfogeneratorski sistem, ki torej dopušča morfogenetske, morfo-degenerativne in morfodestruktivne procese.

Ti procesi pa so takšni, ki množino možnih izhodov ali stanj E spreminjajo, namreč, kreirajo se nova stanja ali outputi, pa tudi nekatera možna, obstoječa stanja in outputi se ukinjajo (odmirajo, izginjajo). Če je R dober regulator, torej da dela uspešno, potem bo po nekaj korakih dosegel, da bodo vrednosti na izhodu S iz množice E.

V primeru, da je R perfekten regulator, to pomeni, da na osnovi informacij o tem, kakšne "motnje" povzroča D, in na osnovi poznavanja strukture S (oziroma reakcije na razne sunke, vplive, impulze, ki jih S lahko dobi od D in R) lahko R vedno poda tak impulz na S, da bo output S vedno vnaprej določen output iz množice možnih stanj, outputov E. V tem primeru se lahko v celoti upravlja z outputi subsystema S (če je R perfekten regulator).

Opozorimo na naslednje, novi subsystemi D, S, E so do tu opredeljeni čisto funkcionalno, kadarkoli imamo opravka z nekim realnim (konkretnim) sistemom, moramo seveda z določeno previdnostjo reševati vprašanje, kateri deli sistema ustrezajo subsystemom, ki smo jih označili z D (tj. tisti subsystem, ki povzroča motnje), z S itd. In še nekaj, meje, ki so potegnjene med D, S in drugimi subsystemi, lahko doživljajo s časom določene spremembe.

Kadar imamo opravka z morfogeneratorskimi procesi in morfogeneratorskimi sistemi, torej sistemi, ki kreirajo nove strukture, mreže, sami pojmi upravljanja in regulacije doživijo neko posplošitev, ker nimamo več opravka na splošno z nespremenljivo strukturo sistema (mrežo, ki določa strukturo), prav tako pa tudi ne s stanji sistema, ki so določena z določenimi dopustnimi vrednostmi parametrov (znotraj določenih mej) in z outputi sistema, ki bi tudi bili vnaprej določeni. K samemu pojmu upravljanja se pri morfogenerativnih sistemih pridruži še spremenljivost outputov sistema S, ki so sicer določeni z množico outputov E oziroma z množico zaželenih, s ciljno funkcijo določenih outputov. Pri morfogeneratorskih procesih in sistemih moramo na splošno dopustiti, da se tudi množica zaželenih outputov E lahko spreminja (dopolnjuje, itd.). Kadar apliciramo naš kategorialni aparat pri planiranju kot tipu regulacije, imamo lahko opravka s situacijo, ko je sistem določen, vendar pa kasnejše delovanje sistema povzroča odklone (ki so bili v začetku spregledani). Lahko pa se odločimo, da je morfogeneracija sama po sebi cilj. Tu so posebno pomembne situacije, ko se v sistemu generirajo določene nove strukture ("zaželeni", v skladu s ciljno funkcijo) in degenerirajo ("razpadejo") določene strukture ("nezaželeni", v skladu s ciljno funkcijo). V zvezi z aplikacijo obravnavanega kategorialnega aparata na probleme regulacije in planiranja je najbrž treba poudariti, da imamo ves čas opravka predvsem z modeli, tako da lahko formalno govorimo tudi o morfogeneratorskih modelih (sistemov), torej o morfogenetskem, morfodegenerativnem, morfodestruktivnem modelu regulacije (in morda tudi modelu razvoja). Imamo opravka s situacijo, ko je morfogeneza lahko cilj celotnega sistema, sama ciljna funkcija pa vključuje morfodegeneracijo kot cilj določenega subsystema ali določenih elementov sistema.

Na morfogeneratorske modele regulacije gledamo kot na regulacijo drugega nivoja, kot pa je regulacija morfostatičnih sistemov (ali morfostatični model regulacije). Vsekakor je morfostatični model regulacije del morfogeneratorskega modela regulacije, oziroma sta oba modela regulacije na različnih nivojih. Morfogeneratorski model

regulacije v svojih časovnih in prostorskih izsekih lahko dejansko obravnavamo kot morfostatičen model regulacije. Za naš namen, ko so morfogeneza, morfodegeneracija, morfodestrukcija cilji, je potrebno ločiti še nekatere situacije. Morfogeneratorski sistem je lahko morfogenetski (stanje rasti), morfodegenerativen (stanje propadanja) ali morfodestruktiven (stanje razpada na osnovne sisteme in elemente sistema). Cilji upravljaljočega sistema (in s tem tudi sistem regulacije) in sama regulacija so različni v vseh teh primerih.

Kadar imamo opravka z morfogenetskim procesom, tedaj je cilj rast (v smislu organskih sistemov v biologiji ali v smislu rasti biološkega osebka) in razvoj sistema. Zato se v procesu regulacije aktivirajo tisti regulacijski mehanizmi, ki pospešujejo razvoj sistema (razvijajo nove strukture) in preprečujejo degenerativne procese.

Kadar imamo opravka z morfodegenerativnim procesi, potem je cilj upravljaljočega sistema zaviranje teh degenerativnih procesov in ohranjanje tistih struktur (in amplificirajočih mrež, ki določajo strukture), ki zadržujejo razpad določenih mrež in struktur ali pa pospešujejo degeneracijo in razpad "nezaželenih", pač glede na kriterije upravljanja. Regulativni mehanizmi morajo torej ohranjati določene strukture, in v skladu s cilji upravljaljočega sistema predvsem tiste (specifične elemente) mreže in strukture, ki bodo v nekem bodočem obdobju akceleracije lahko maksimalno amplificirale rast in razvoj sistema (lahko sicer s spremenjeno strukturo oziroma mrežo), vendar kot sistem, ki je identičen sam s seboj v smislu morfogenetske rasti in razvoja. Morfodestruktivni procesi razgradijo celoten sistem v našem pojmovanju do sistemov in elementov sistema, ki niso povezani z nobeno mrežo, torej v sistemu ni nobene strukturiranosti. Vseeno skušamo pojmom, kot so upravljanje in regulacija, pridati nek lahko rečemo posplošen pomen. Naloga upravljanja (in s tem povezanimi regulacijskimi mehanizmi) je ponovna vzpostavitev in kreiranje nove amplificirajoče mreže (to je strukture) med obstoječimi sistemi in elementi. Velikokrat je generiranje nove strukture povsem slučajen proces, predvsem začetni sunki so slučajni. Primer dane situacije je postkatastrofna situacija, povzročena z naravno (ali po človeku povzročeno) katastrofo. (Glej Pelanda (1982), Knap (1984, 1984a)). Kadar imamo opravka z morfostatičnim procesom oziroma z morfostatičnim sistemom, je naloga upravljanja ohranjati obstoječo mrežo (strukturo). Upravljaljoči sistem bo deloval tako, da generira tiste regulativne mehanizme, ki bodo ohranjali obstoječe stanje. Na splošno lahko rečemo to, da bodo regulativni mehanizmi take vrste, da bodo delovali v nasprotni smeri odklonov in bodo torej odklone, ki jih povzroče impulzi iz okolja ali iz samega sistema ali iz obeh, eliminirali oziroma zmanjšali na sprejemljivo mero (tako, da bo sistem ostajal znotraj določenih meja na bistvenih parametrih, ki določajo sistem).

2.5. POJEM VARIETETE

Imejmo upravljalni sistem S, ki je sestavljen iz dveh podsistemov, vodečega in vodenega oziroma upravljaljočega S1 in upravljanega S2. Pri katerih formalnih pogojih lahko upravljalni sistem S1 uspešno upravlja sistem S2. Po zakonu o zadostni varieteti (angl. requisite variety) (Ashby, 1956) je to možno samo v tistem primeru, ko je varieteta upravljaljočega sistema večja od varietete upravljanega sistema. Opozorimo, da nam v naši shemi, kakorkoli že, pomenita sistema S1 in S2 abstraktna sistema,

oziroma modela. Če je kateri od njiju konkreten sistem, gre v dani shemi za model takega sistema, ki pa mora dovolj dobro reprezentirati stvarni, konkretni sistem. (Kvaliteta reprezentacije je seveda odvisna od nekaterih kriterijev. Navadno so kriteriji določeni s kakšno teorijo v znanstveni disciplini ali pa kar na osnovi kakšnih pragmatičnih odločitev.) Na tej stopnji, ko smo se odločili za model tako upravljalnega sistema kot upravljanega sistema, predpostavljamo, da imamo možnost tudi oceniti varieteto vsakega sistema in če naj dejansko upravljalni sistem učinkovito vodi upravljeni sistem, potem mora imeti seveda upravljalni sistem večjo varieteto, kot pa upravljeni sistem. (Kako je z varieteto fizičnih sistemov (neživa природа, živa bitja, ekološki sistemi, družba kot sistem), na tem mestu ne bomo pretresli).

V našem razumevanju gre v vseh teh primerih, ko jih obravnavamo v kakšni stroki, za modele, ki so pravzaprav abstraktni (celo če imamo opravka z analognim računalnikom, bo ta vendar neka abstrakcija, ker obravnavamo samo nekaj količin, ki so seveda z našega stališča bistvene). Problemi, ki tu nastopajo, posebno v zvezi s planiranjem, se zdi, so povezani s formalno institucionaliziranim delom družbe kot totalitete in planiranje naj bi obvladovalo to družbo kot totaliteto. Očitno gre tu za nek filozofski nazor, za neko vizijo, za nek tip utopije in za pragmatizem (prakso), ki naj se v večji ali manjši meri približa tej utopiji, ki naj v večji ali manjši, vsekakor pa v zadostni meri realizira to utopijo. Imamo opravka očitno z modelom, ki pa naj bo dober. (Kaj je "dober model", pustimo za zdaj na intuitivnem nivoju razumevanja. Vsekakor je "dober model" abstrakcija, ki očitno modelira objektivni sistem po nekaterih (bistvenih) parametrih in seveda tudi dinamiko modela (obnašanje modela), ki je tudi neka abstrakcija, ki pa lahko dobro (ali pa slabo) opisuje obnašanje objektnega sistema ali objekta seveda v okviru določenih parametrov).

Smo zelo blizu naslednji situaciji. Nekemu konkretnemu sistemu (objektnemu sistemu, objektu) priredimo model, kadar poskušamo konstruirati model upravljalnega sistema, ki bo takšen, da bo lahko učinkovito upravljal z modelom objektnega sistema. Lahko se zgodi seveda tole: model objektnega sistema upravljam, s pomočjo upravljalnega sistema, stvarni objektni sistem pa se ne obnaša tako, kot bi pričakovali po obnašanju modela objektnega sistema. Če se odločimo, da se ne bomo prehudo zgražali nad našo antropomorfno dikcijo, lahko zaključimo, da je v danem primeru preprosto model objektnega sistema slab, to pomeni, da model ne opisuje nekaterih bistvenih parametrov, seveda, glede na to, da se sistem ne obnaša tako, kot smo hoteli, oziroma, da nismo mogli, znali doseči tako obnašanje modela, kot je bil naš cilj.

Še pripombo o razmerju med planom in objektnim sistemom oziroma o objektu planiranja, o sistemu plana in sistemu planiranja, oziroma o modelu plana oziroma modelu planiranja. Očitno sta ta dva sistema v istem odnosu, kot upravljalni sistem in upravljani sistem (gre seveda za prvi korak, povratno zvezo za določitev tega odnosa lahko vpeljemo ali pa tudi ne. To sliko pa moramo le dopolniti, ker plan je samo en način, samo en od več upravljalnih sistemov (npr. drug tak (ne)upravljalni sistem je trg, tržišče.) Tu takoj nastopi problem varietete plana in varietete objektnega sistema. Količina informacije, ki jo vsebuje plan, je tudi iz teoretičnih razlogov manjša kot pa količina informacije, ki je potrebna za obvladovanje varietete objektnega sistema (torej za totaliteto, za celoto). Če gledamo na stvari tako, je sploh vprašljivo, ali se da kaj planirati. Naredimo (začasen) zaključek, ki ne bo splošna sodba (nič se ne da planirati), ampak delna, da se ne da v vseh primerih planirati. Ostane

torej vprašanje, v katerih primerih se da planirati in v katerih primerih planiranje ni izvedljivo.

Vse kaže, da nekatere manj komplicirane sisteme lahko modeliramo in na osnovi tega modela je mogoče konstruirati plan, ki uspešno upravlja z modelom (npr. model gradnje mostu ali elektrarne in na osnovi tega modela je mogoče izdelati model plana, npr. mrežni plan, ki potem samo gradnjo takega objekta uspešno pripelje do zaželenega konca).

Gre še za nek drug način planiranja, ki je včasih zvezano s kakšnim naravnim, objektivnim zakonom (znanost) ali s kakšnim posebnim principom (ki je znan, že odkrit). Tak zakon ali princip lahko v nekem časovnem intervalu generira nek čisto določen tip sistema. V tem primeru se srečujemo s situacijo, kjer opis samega principa (zakona) vsebuje mnogo manjšo informacijo, kot pa jo ima potem sam generiran sistem. Torej ta princip (zakon) je ujel bistven del objektnega sistema (ali modela objektnega sistema). Dokler velja tak odnos med upravljajočim sistemom in objektnim sistemom, seveda lahko upravljajoči sistem upravlja upravljani (objektni) sistemi in se pokaže, da je realizirano dobro (perfektno v determinističnem smislu) upravljanje. Seveda se to dogaja ne glede na to, da je varieteta upravljanega sistema veliko večja, kot pa je varieteta upravljajočega sistema.¹¹

Zgledi za amplifikatorje: Poseben primer amplificirajočih mrež imamo v fiziki, kadar imamo opraviti s kakšnim sistemom, ki ima lastno frekvenco in kadar imamo opraviti s sunki in impulzi, ki imajo isto frekvenco kot lastna frekvenca. Drug tak primer je labilen sistem, ki ga majhen sunek oddalji (deviacija) od prvotnega položaja (in se ne vrača v svoj prvotni položaj). Ta drug primer je najbrž primer amplifikacijske mreže, vendar tu nimamo posebno izrazitega povratnega vzročnega loka.

Reševanje problemov v organizaciji časih pripelje do novih problemov. Proces reševanja določene problemske situacije vnese sile, ki generirajo druge probleme. To se dogaja seveda tako dolgo, dokler je učinkovitost regulacije odvisna od varietete faktorjev, ki so med seboj inkompatibilni. Na primer, da bi izboljšali koordinacijo, se uvede v organizacijo hierarhična diferenciacija, ta pa spet omejuje komuniciranje, ki je osnovnega pomena pri sprejemanju odločitev. Odnos med problemom in rešitvijo problema v procesu reševanja pripelje do evolucije (ireverzibilne spremembe v strukturi in aktivnosti) organizacije. Tu imamo opravka z dvema, drug na drugega vplivajočima cikloma.

Drug primer multiciklične strukture v socialnih sistemih je dinamika strankarskih konfliktov v grupah. Razkole najdemo v najrazličnejših socialnih aglomeracijah, kot so vas, politična stranka, vzgojna institucija, etc. Regulacija v ciklu sestoji v eliminaciji razklanosti in v naraščanju solidarnosti. (Rastogi, 1979).

LITERATURA

- Ashby, W. Ross, (1956), *An Introduction to Cybernetics*, Chapman and Hall, London.
Axelos, Kostas, (1972), *Uvod u buduće mišljenje. Na putu k planetarnom mišljenju*, Stvarnost, Zagreb.
Buckley, Walter, (1967), *Sociology and Modern System Theory*. Prentice-Hall, Englewood Cliff, N.J.

¹¹ Terminologija: Upravljeni, upravljajoči, upravljalški sistemi. Upravljeni sistem je tisti, ki ga upravljajoči sistem upravlja, upravljalški sistemi pa so tukaj kar kombinacija enih in drugih, oziroma kadar nas zanima bolj kombinacija obeh, torej oba skupaj in se ne osredotočimo na kakšnega od njih posebej.

- Buckley, W. (ed.), (1968), *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist. A Source Book*. Aloine Publishing Company, Chicago.
- Eykhoff, Pieter, (1974), *System Identification. Parameter and State Estimation*. John Wiley and Sons, London etc.
- Heisenberg, Werner, (1977), *Del in celota*, Znanstvena knjižnica, Nova serija, 7, Celje.
- Jablonskij, S.V., (1959), *Osnovnye ponjatija kibemetiki. Problemy kibemetiki*, 2, str. 7-38.
- Jerman, Igor, (1987), *Nekateri filozofsko metodološki problemi organicistične biologije*. *Anthropos*, 1987, 3t. I-II., str.361-367.
- Knap, Žiga, (1984), *Sistemske teoretični principi urejenosti kot osnova za raziskovanje katastrofnih pojavov. Družboslovne razprave*, 1, str. 165-173, ISU, Ljubljana.
- Knap, Žiga, (1984a), *Nekateri konceptualni problemi povezani s proučevanjem katastrofnih pojavov (koncept socialne ranljivosti). Družboslovno raziskovanje v družbenih dejavnostih (zbornik)*, FSPN, DDU, Ljubljana.
- Ljapunov, A.A., Jablonskij, S.V. (1963), *Teoretičeskie problemy kibemetiki. Problemy kibemetiki*, vyp. 9, str. 5-22.
- Maruyama, Magoroh, (1963), *The Second Cybernetics: Deviating- Amplifying Mutual Causal Processes*. *American Scientist*, 51, str. 164- 179, 250-256 (v zborniku Buckley (ed.)(1968)).
- Maruyama, Magoroh, (1963a), *Generating Complex Pattern by Means of Simple Rules of Interactin. Methods*, 14, str. 17-26. Maruyama, Magoroh, (1978), *Heterogenistics and Morphogenetics: Toward a New Concept of the Scientific. Theory and society*, zv. 5, Št. 1, str. 75-96.
- Monod, Jacques, (1983), *Slučajnost i nužnost. Ogljed o prirodnoj filozofiji moderne biologije*. Edicija Pečat, Beograd
- Pelanda, Carlo, (1982), *Disaster and Order. Theoretical Problems in Disaster Research*. Sociology of Disaster Department, institut of International Sociology, Gorica, Italija.
- Rastogi, P.N., (1979), *An Introductin to Social and Management Cybernetics*, Affiliated East-West Press, New Delhi, Madras.
- Shanon, Claude, (1948), *A Mathematical Theory of Communication*. *Bell System Techn. J.*, 21 (1948) Št.3 379-423, 27 (1948) Št. 4, 623-656.
- Ulam, Stanislaw, (1960), *Lecture at Stanford University*.
- Ulc, Andrej, (1986), *Od filozofije k znanosti in nazaj. DZS*, Ljubljana.
- Wiener, Norbert, (1948), *Cybernetics*. MIT Press, John Wiley, New York.