

Teorija kompleksnosti spada v več tokov teorije sistemov

Matjaž Mulej, Vojko Potočan

Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta, Razlagova 14, 2000 Maribor, Slovenija
mulej@uni-mb.si, vojko.potocan@uni-mb.si

Kompleksnost ni zgolj matematična disciplina, ampak se nanaša na vse pojave, ki so zapleteni zaradi odnosov med svojimi sestavinami. Iz nekaterih virov o teoriji sistemov rečemo takim pojavom sistemi, iz drugih virov rečemo sistemi miselnim slikam o pojavih, zopet pretežno o kompleksnih pojavih. Možen je sklep, da teorija kompleksnosti prenavlja načela splošne teorije sistemov, potem ko so le-ta v bistveni meri izgubila konkurenčni boj z ozko specializacijo. V njem se je razvilo pet osnovnih tokov teorije sistemov in kibernetike. Teorija kompleksnosti kot matematična disciplina bi spadala v tok 1, kot veda o interdisciplinarnem obravnavanju kompleksnih pojavov pa v tok 3, če ima obravnavanje matematično podlago, ali v tok 5, če ima filozofsko.

Ključne besede: Bertalanffy; dialektični sistem; kibernetika; kompleksnost; sistem; splošna teorija sistemov

0 Izbrani problem in vidik obravnavanja

Praktično vse, kar obstaja, so kompleksni pojavi, kadar jih obravnavamo z vidika odnosov med njihovimi sestavinami in z njihovimi okolji, kajti iz takih odnosov nastajajo nove lastnosti. So dejstvo v teoriji in praksi. Gre za poudarek na odnosih namesto na sestavinah. Z njimi je L. v. Bertalanffy (1968, izdaja 1979) vnesel v znanost splošno teorijo sistemov. Na njih se opira kasneje tudi teorija kompleksnosti (npr. Richardson, 2005). Torej imata izrecno skupno točko, zaradi katere postavljamo tezo, da je teorija kompleksnosti ena od variant teorije sistemov (Mulej idr., 2000, s. 55-59). Spominu na Bertalanffyja grozi podobna pozaba, kot mnogim avtorjem pred njim, ki so opozarjali na kompleksnost, četudi so priredili poseben kongres ob stoletnici njegovega rojstva (Hofkirchner, Elohim, eds., 2001). Kajti Bertalanffyju ne gre zgolj za relacije, ampak za celovitost pri obravnavi kompleksnih pojavih. Celovitost specialistom ne more biti blizu, saj se poglabljajo v posamične dele, da bi vsaj o njih vedeli dovolj. Razlog za nevarnost pozabe je morda prav v njej in v tem, da se veliko več ljudi ukvarja z uporabo teorije sistemov znotraj tradicionalnih ved, če sploh, kot z njo samo kot vedo o kompleksnosti in kot metodologijo za obvladovanje kompleksnosti. Še manj pa je takih, ki s teorijo sistemov gradijo in/ali uporabljajo za to, za kar je nastala – most za sodelovanje med strokami v znanosti in praksi. Kaj glede tega prispeva teorija kompleksnosti in kam med teorijami sistemov jo kaže uvrstiti?

1 Bertalanffy o teoriji sistemov

Ludwig von Bertalanffy, avtor »splošne teorije sistemov« v svoji knjigi o njej (iz l. 1968, izdaja 1979, s. VII) v predgovoru pravi nekaj, kar povezuje pojma kompleksnost in sistem:

.. »Sistemi, teorija sistemov, sistemska znanost ipd. hitro postaja del univerzitetnih programov. Gre predvsem za razvoj v inženirskih vedah v širokem smislu, ki ga zahteva kompleksnost »sistemov« v sodobni tehnologiji, odnosih med človekom in strojem, programiranju in podobnem, česar nismo začutili v včerajšnji tehnologiji, a je postalo neogibno v kompleksnih tehnoloških in družbenih strukturah sodobnega sveta. Teorija sistemov je v tem smislu predvsem matematično področje, ki ponuja delno nove in silno dognane tehnike, tesno povezane z računalniško znanostjo, narekuje pa ga v bistvu potreba spopasti se z novo vrsto problemov, ki se pojavljajo že daljši čas.

Kar morda ostaja v takih razvojnih težnjah spregledano, če so še tako važne, je dejstvo, da je teorija sistemov **širok pogled, ki sega daleč preko meja tehnoloških problemov in zahtev; je preusmeritev** (poudarek: avtorja članka), ki je postala potrebna v znanosti nasploh in v vsej široki zbirki disciplin od fizike in biologije do vedenjskih in družbenih ved vse do filozofije. Je operativna, ima različne stopnje uspešnosti in natančnosti v različnih stvarnostih, kot jih vidijo različne vede,

in odseva nov, precej vpliven pogled na svet. Študent »sistemske znanosti« dobi tehnično usposabljanje, ki spreminja teorijo sistemov – katere **izvirni namen je premagati sedanjo pretirano specializacijo** (poudarek: avtorja članka) – v še eno izmed stotin akademskih specializacij.«

V predgovoru k ponovni izdaji dodaja Bertalanffy med drugim naslednje, kar tudi štejejo za važno v tej razpravi (ibidem, s. XVII-XXIII):

.. »Sistemski vidik je prodril v zelo mnogo zelo različnih znanstvenih in tehnoloških področjih, v njih je postal dokazano zares neogiben. To in dejstvo, da predstavlja novo »paradigmo« (kot bi rekel Thomas Kuhn), imata za posledico, da se da pojem sistem opredeliti in razviti na mnogo načinov, kakor pač zahteva cilj raziskovanja in kakor odseva različne vidike osrednjega pojmovanja.« (s. XVII)

.. » Bolj z vidika namena kot z vidika vsebine je mogoče pri teoriji sistemov razmejiti, če govorimo široko, troje. Prvo, kar bi lahko opisali kot »sistemsko znanost«, zajema znanstveno raziskovanje in teorijo o »sistemih« v različnih vedah (npr. fiziki, biologiji, psihologiji, družbenih vedah) ter splošno teorijo sistemov kot nauk o načelih, ki se nanašajo na vse sisteme (ali opredeljene podrazrede le-teh). Tako prihajajo v sfero znanstvene misli enote bistveno nove vrste. Klasična znanost je v svojih raznolikih disciplinah ... poskušala izolirati elemente opazovanega sveta ... v pričakovanju, da bo njihovo novo sestavljanje privedlo do celote ali sistema – celice, mišljenja, družbe – in jo bo mogoče razumeti. Zdaj pa smo spoznali, da za razumevanje ne potrebujemo samo prvin, ampak tudi njihove medsebojne povezave, npr. medsebojne vplive ... To zahteva, da raziskujemo mnogo sistemov, ki obstajajo v našem svetu kot nekaj samostojnega in svojstvenega. Nadalje se pokaže, da obstajajo splošni vidiki, skladnosti in podobnosti (izomorfizmi), ki so skupni »sistemom«. Za njih gre v *splošni teoriji sistemov*. Pojavljajo se – presenetljivo – v sicer povsem različnih »sistemih«. Splošna teorija sistemov je torej znanstveno raziskovanje »celot« in »celovitosti«, ki so jo še nedavno šteli za metafizične pojme izven meja znanosti.« (s. XIX, XX)

.. »Drugo področje je »sistemsko tehnologija«, ki se ukvarja s problemi, ki se pojavljajo v sodobni tehnologiji in družbi ... Sodobna tehnologija in družba sta postali tako kompleksni, da tradicionalni načini in sredstva ne zadoščajo več, ampak so potrebni pristopi celovite ali sistemske in generalistične ali interdisciplinarne narave. ... Sistemski problemi so predvsem problemi medsebojnih odnosov velikega števila »spremenljivk«. ... Splošne značilnosti so izrasle iz svojstvenih in konkretnih problemov v tehnologiji, toda modeli, konceptualizacija in načela – kot npr. načela informacije, povratne zveze, obvladovanja, stabil-

nosti, teorije krožnosti itd. – so segli daleč preko meja specialistov, bili so interdisciplinarne narave in neodvisni od svojstvenih pojavnih oblik v različnih ... sistemih.« (s. XX)

.. »Tretje področje je »sistemsko filozofija«, to je preusmeritev razmisleka in svetovnega nazora, ki temelji na uvedbi »sistema« kot nove znanstvene paradigme (v nasprotju z analitično, mehanično, enosmerno vzročnostjo klasične znanosti). ... Zajema predvsem troje. Najprej gre za *ontologijo sistemov* kot nauk, kaj pomeni »sistem« in kako se sistemi realizirajo na različnih ravneh opazovanega sveta. Kaj opredeliti kot sistem, ni vprašanje z očitnim ali enostavnim odgovorom. Obstajajo realni sistemi, ..., konceptualni sistemi, vključno z abstraktnimi sistemi (znanostjo). ... Toda razmejitve nikakor ni ostra in jasna, kot se morda zdi. ... **Ne gre za objekte, ki jih dojemamo ali neposredno opazujemo, gre za miselne konstrukte** (poudarek: avtorja članka). ... To vodi k *epistemologiji sistemov* kot nauku o dojetanju sistemov. ... Kajti dojetanje ni odsev »dejanskih stvari« .. in znanje ni enostavno neki približek k »resnici« ali »stvarnosti«. Je medsebojni vpliv med poznavalcem in poznanim ter je odvisen od mnogih dejavnikov biološke, psihološke, kulturne, jezikoslovne itd. narave. ... To vodi k **filozofiji »perspektive«** (= izbranega vidika, op. avtorja članka). ... Le-ta nadomešča redukcijonizem in teorije, ki trdijo, da je realnost »nič drugega kot« ..., znanost vidimo kot eno od »perspektiv«. ... Tretji del sistemske filozofije se ukvarja z odnosom med človekom in naravo, imenovanim tudi »vrednote«. ... Tudi če razumemo in poudarjamo matematični vidik, čisto in uporabno znanost / naravoslovje (op. avtorja), ne vidim, da bi se tem humanističnim vidikom smeli izogniti, če naj splošna teorija sistemov ne bo omejena na ozko in frakcijsko vizijo.« (s. XXII-XXIII)

Kasneje (s. 66) ima Bertalanffy stavek:

»Če govorimo o »sistemih«, mislimo »celote« ali »enote/enotnosti«. ... »Deli znotraj celote vedno tekmujejo. .. To je splošno načelo organizacije v enostavnih fizikalno-kemijskih sistemih, v organizmih in v družbenih enotah, in je konec koncev izraz za coincidentia oppositorum (= enotnost nasprotij, op. avtorja članka), ki jo stvarnost predstavlja. ... In na str. 67: »Gre za nesumativni značaj fizičnih in bioloških sistemov, kajti za metodološko stališče je bil, in v veliki meri še vedno je značilen mehanicističen program« (ki ni tak kot organizem, kar bi bilo stvarnejše, pove kasneje na isti strani).

Skratka:

- Sistem ni vsebinsko enolično opredeljen pojem. Formalno je celota, a kakršnakoli. Vsebinska je taka, kakršna avtor izbere odvisno od svojega izbranega vidika.

- Sistem je vedno več kot vsota delov in se ne da spoznati po posamičnih delih, ampak kot organizem, organizacija. Ima sinergijske lastnosti.
- Sistem je vedno kompleksen, torej njegove lastnosti izvirajo iz tega, da je več kot vsota delov in da gre v njem za medsebojne vplive veliko sestavin. Med njimi vlada enotnost nasprotij. (V teoriji dialektike bi rekli torej, da gre za soodvisnost, ki se izraža kot enotnost in boj nasprotij, ki povzroča prehajanje v novo kvaliteto, ki se izteče v dani fazi v negacijo starega stanja. V jeziku teorije sistemov bi, če bi posplošili pojme, ki so nastali v teoriji kaosa mimo teorije dialektike, a o enakem bistvu, temu lahko rekli podobno: soodvisnost se kaže z atraktorji (= kot enotnost in boj nasprotij), ki povzročajo proces emergence (= prehajanja dane kvalitete v novo v več korakih, ki jih imenujejo kvantitativne spremembe), ta pa se izteče v sinergijo (= negacijo negacije, to je v nove lastnosti). V obeh tolmačenjih stvarnih procesov iz sinergije / negacije starega stanja izide nova soodvisnost. Proces teče dalje.)
- Sistem je človekova miselna slika o tistem delu stvarnosti, ki ga človek šteje za celoto, vendar v to sliko zajame samo to, kar mu pokaže njegova perspektiva, izbrani vidik. Sistem nikoli ni stvarnost, ampak avtorjeva konstrukcija o nekem delu stvarnosti.
- Sistemsko razmišlja postavlja v prvi plan odnose, ne elementov. Le-ti so med seboj v enotnosti nasprotij in tekmujejo, torej drug na drugega vplivajo. S tem povzročajo nove lastnosti celote (ki si jo zopet vsakdo lahko predstavlja po svoje).
- Splošna teorija sistemov poskuša kot znanost spoznati in ustvariti načela, po katerih se dajo razumeti in obvladati sistemi, ki so po svojih siceršnjih lastnosti zelo različni.
- Teorija sistemov je nastala zoper pretirano specializacijo. Je nov svetovni nazor, ki poskuša premagati ozke meje pretirane specializacije. Namesto njenega redukcionalizma uvaja perspektivizem. Po njem in v praksi nobena veda nima edina prav, ampak zajema le neki izbrani vidik in v njegovem okviru opaženi del dejanskih lastnosti.

Elohim (1999) navaja, da je Bertalanffy kot biolog drugod postavil svoje stališče, kaj je celota / sistem in celovitost, jasneje kot tu:

»Če hoče človeštvo preživeti, moramo ljudje ravnati kot **državljeni vsega sveta**, ne posamične države, in upoštevati **vso biosfero** kot celoto.«
(Poudarek: avtorja članka)

Če upoštevamo, da je Bertalanffy preživel dve svetovni vojni in svetovno gospodarsko krizo, zveni taka uporaba napada na pretirano specializacijo smiselno. Vsi trije grozni dogodki 20. stoletja se dajo šteti za posledico pomanjkanja celovitosti odločujočih ljudi. Pomeni pa, da je pojem *celote = sistema* vendarle jemal dobesedno:

- Celovitost pomeni upoštevanje povsem (!) vseh lastnosti vse stvarnosti hkrati.

- Celovitost pomeni upoštevanje povsem (!) vseh sestavin in vseh povezav. Zaradi slednjih je sistem vedno kompleksen.

- Pojem sistem in pojem kompleksnost sta torej zelo združljiva.

- Celovitost in specializacija nista združljiva. Posamična specializacija ne more dati celovitosti, ampak delno celovitost. Lahko pa se dopolnjujeta.

Ni torej čudno, da v besednjakih najdemo tudi petnajst skupin vsebin pojma sistem. Zato smo izpeljali naslednjo kombinirano definicijo pojma sistem (Mulej, 1979, s. 86):

- Matematično je sistem karkoli, kar je sestavljeno iz sestavin in povezav / odnosov / relacij med njimi. Izraža torej celovitost, a na skrajno abstraktni ravni, brez vsakih konkretnih lastnosti, s kakršnimi se ukvarjajo posamične vede in poklici, praksa.

- Vsebinsko je sistem miselna slika, ki jo njen avtor kot opazovalec ali obvladovalec česar koli, kar v stvarnosti obstaja, ustvari, zato da na zaokrožen in njemu zadosten način zajame tisti del lastnosti, ki ga posebej zanima. Vsebinsko torej sistem ni celota, ampak redukcija celote na tisto, kar izbrana perspektiva izpostavi.

- Sistem potemtakem hkrati je celovit (formalno) in ni celovit (vsebinsko).

- Mnogi avtorji pozabijo, da gledajo samo s svojega vidika. Zato uporabljajo pojem sistem tako, da uporabijo matematično formalno opredeljen pojem, vsebino pa mu pripišejo, ne da jo bralcu / poslušalcu pojasnijo. Tako se zdi, da sistemi obstajajo v stvarnosti, ne pa le kot miselne slike delov lastnosti obravnavane stvarnosti. Več pač človek po svoji naravi ne zmore.

Do popolne celovitosti torej človek ni sposoben priti, na posamičen vidik se omejiti pa je zelo običajno, delno koristno in delno nevarno: hkrati s koristno globino v pogleda povzroča veliko spregledov. Pot iz slepe ulice je možna: potrebujemo sistem vidikov. O njem Bertalanffy ne govori, kolikor smo opazili. Pojem interdisciplinarnost ima pri njem drugačno vsebino kot v našem razumevanju: skupne lastnosti pojava, obravnavanega v luči več disciplin, ne njihovega sodelovanja in medsebojnega vplivanja, npr. v timskem sodelovanju. Torej:

- Popoln sistem vidikov ni več izvedljiv, če je sploh kdaj bil. Sodobna specializacija je privedla do menda okrog sto tisoč poklicev.

- Zato smo uvedli (l. 1974) pojem dialektični sistem in ga opredelili kot sistem (= splet) vseh bistvenih in samo bistvenih vidikov in s tem sistemov (= miselnih slik) o istem obravnavanem pojavu. L. 1998 sta Mulej in Š. Kajzer pojem dialektični sistem okrepila ali vsaj pojasnila z »zakonom zadostne in potrebne celovitosti« (requisite holism). (Hindle, 2004; Mulej, Kajzer, 1998; Rebernik, Mulej, 2000; Mulej, Ženko, 2004).

Z dialektičnim sistemov postane odgovor na Bertalanffyjevo dilemo kolikor toliko možen. Kompleksnost sodobne naravne, tehnično-tehnološke in družbene stvarnosti z njim zajemamo na ravni zadostne in potrebne celovitosti. Katera stopnja celovitosti je to v konkretnem

primeru, je odvisno od odločitve avtorjev, ko uvedejo pojem sistem s svojega izbranega sistema (= spleta) izbranih vidikov in zato sistemov (= miselnih slik) ali – v idealnem primeru – dialektičnega sistema. Za svojo odločitev tudi prevzemajo vso odgovornost: od nje je odvisno, ali so zajeli bistvo in pustili izven obravnave vse nebistvene in zgolj nebistvene vplive. Le-ti pač ne nehalo delovati, če jih nismo upoštevali. Zato praktična kompleksnost ostaja, a je ne zajemamo v premislek nujno, ker smo pač specializirani in nas to omejuje, da nismo celoviti. Vsaj ne zares celoviti, morda pa vendarle dovolj celoviti za dani primer, s katerim se ukvarjamo.

Teorija sistemov je torej teorija o kompleksnih pojavih in nas uči, naj jih obravnavamo tako, da upoštevamo njihovo kompleksnost, namesto s pretiranim poenostavljanjem, ki je posledica pretirane specializacije. Slednja pač vodi v slepoto (Balle, 1994), le ta v veliko tveganje in malo uspeha. Balle to spoznanje ponazarja z zgledom treninga konja, ki preslabo tekmuje: s tradicionalnim, nesi-temskim pristopom bi trenirali vsako konjevo nogo posebej, njihovo koordinacijo med seboj in z ostalimi deli telesa ter z okoljem pa bi pustili ob strani. (To ne pomeni, da v kakšnem drugem primeru, npr. primeru orkestra ali tovarne, ne bi bilo smiselno, da vsak pozna svoj del celotnega znanja in vadi le-tega. Vendar je to nujna faza in samo faza, celovitost orkestra, tovarne ali druge organizacije nastane, ko vsi sodelujejo organizirano ali samoorganizirano – npr. v naravi brez človekovega zavestnega vpliva.

Vsak človek potrebuje torej hkrati dve lastnosti, da bi obvladal kompleksne probleme: (1) specializiranost na neki del znanja in (2) sposobnost ustvarjalnega sodelovanja, ki vodi k celovitosti.)

Torej ljudje z necelovitim obravnavanjem spregledajo kompleksnost stvarnosti in povzročijo zapletene – komplicirane in kompleksne posledice. Ko so pod vplivom preozke specializacije to dejstvo spregledali, so iz splošne teorije sistemov napravili vrsto specializiranih teorij sistemov, od splošne pa je ostala bolj ali manj samo še formalnost, ki bi ji rekli »tkim. splošna teorija sistemov«.

2 Različnost teorije kompleksnosti od tkim. splošne teorije sistemov bolj kot od načel teorije sistemov nasploh

Richardson (2005) v daljši razpravi ne primerja s teorijo kompleksnosti teorije sistemov niti mnogih današnjih teorij sistemov, ampak samo tkim. splošno teorijo sistemov. Le-ta se pač danes pojavlja, a izvirna tone v pozabo. Primerjava se mu izteče v sklep, da splošna teorija sistemov raziskuje, kaj imajo sistemi vseh tipov skupnega, teorija kompleksnosti pa raziskuje, kaj jih razlikuje. Kajti: »Kompleksen sistem sestavljajo številne nelinearne interaktivne nedeljive sestavine. Izraža emergentne lastnosti. Po drugi strani komplicirani sistemi nimajo povezljivosti, da bi iz-

kazali kompleksna obnašanja, kakršna je emergenca. V kompliciranih sistemih ni novosti, ki pa je značilna za kompleksne sisteme. Kompleksni sistemi tako vsebujejo medsebojne vzročne povezave, ki tudi same vplivajo drug na drugega.« Torej: »Kompleksen sistem je sestavljen iz velikega števila nelinearno interagirajočih (= medsebojno vplivnih, op. avtorja) nedekomponibilnih (= nedeljivih, op. avtorja) elementov. Interaktivnost mora biti taka, da se sistem ne da reducirati na dva ali več jasno različnih sistemov in mora vsebovati dovolj kompleksno interaktivno mešanico vzročnih povezav, da zmora sistem zato izražati obnašanja, ki so značilna za take sisteme (pri čemer je opredelitev, kaj je 'dovolj', problematična). Avtorji in uporabniki splošne teorije sistemov in teorije kompleksnih sistemov imajo skorajda identične namene, vendar uporabljajo dokaj različne pripomočke, da bi dosegli te namene. Tako:

- Splošna teorija sistemov išče v naravi homologije, za teorijo kompleksnih sistemov pa je to problematičen pripomoček, kajti kaos lahko povzroči, da se dva podobna konteksta razvijeta različno.
- Splošna teorija sistemov išče podobnosti, teorija kompleksnih sistemov pa različnosti.« (Citat je nekoliko skrajšan.)

In dalje:

- »Znotraj kompleksnih sistemov obstajajo sile, ki sisteme potiskajo proti kaotičnemu obnašanju.
- V njih obstajajo tudi sile, ki spodbujajo samoorganiziranje; obstaja borba med redom in neredom.«

Tako je po njegovih spoznanjih iz mnogih virov in premislekov za kompleksne sisteme značilno:

1. »Njihovo sedanje obnašanje je odvisno od njihove zgodovine.
2. Izkazujejo širok nabor kvalitativno različnih obnašanj.
3. Evolucija sistema zmora biti neverjetno občutljiva do majhnih sprememb in neverjetno prilagodljiva do velikih sprememb.
4. Ne dajo se stisniti.«

Srbljenovič in Škunca (2003) opredeljujeta, da »je znanost o kompleksnosti ali teorija kompleksnosti ali kompleksnost veda, ki opisuje in pojasnjuje načine, na katere se dokaj enostavni deli organizirajo ali samoorganizirajo v bolj kompleksne in dognane celote. Je sorazmerno nova disciplina.« In dalje pravita: »V splošnem bi smeli reči, da ji gre za kompleksne adaptivne sisteme, ki so dinamični sistemi, ki jih sestavljajo številne sestavine, ki praviloma nelinearno vplivajo druga na drugo in so se sposobne prilagoditi nenehnemu spreminjanju v svojem okolju.«

Schwaninger (2004) ugotavlja, da (tudi, op. avtorja) v kibernetiki gre za lastnosti, kot so informacija, komunikacija, kompleksnost, avtonomija, soodvisnost, sodelovanje in spor, samoproizvodnja (»autopoiesis«), samoorganiziranje, (samo-)obvladovanje, samoreferenca in (samo-)preoblikovanje kompleksnih dinamičnih sistemov. (s. 786) Kasneje (s. 787) navaja opredelitev, da je mnogim teorijam sistemov in metodologijam (o katerih kratko poroča) »skupen močan skupni imenovalc: gradijo na zamisli, da so sistemi organizirane celote. Objektivistična de-

lovna definicija sistema pove, da je to celota, katere organiziranost sestavljajo medsebojni odnosi. Subjektivistična definicija pa pove, da je sistem množica soodvisnih spremenljivk v mislih opazovalca, ali miselna konstrukcija neke celote; to je vidik, ki ga poudarja metodologija konstruktivizma. Z vidika operacionalne filozofije je sistem, kot pravi Rapoport (1953): »del sveta, ki je dovolj dobro opredeljen, da je objekt raziskovanja ali tudi nekaj, za kar je značilna struktura, npr. proizvodni sistem.« V nedavni izgradnji teorije so poudarili vidik odnosov kot glavni gradnik sistema. ... : »Sistem je družina odnosov med njegovimi pripadniki, ki delujejo kot celota«. ...« Nadalje navaja še smotrnost in interakcijo. Itd. Skratka, kompleksnost.

Schiemenz (v Mulej in drugi, 2000, s. 408-409) ob upoštevanju številnih avtorjev govori o dveh tipih zapletenosti:

- Kompliciranost je zapletenost celote, ki izvira iz lastnosti njenih delov.
- Kompleksnost je zapletenost celote, ki izvira iz lastnosti odnosov med njenimi deli.
- Sistem je kompleksen .. vedno za nekega določljivega akterja in glede na njegovo zakladnico pojmov.
- Zapletenost torej pomeni stopnjo mnogoplastnosti, omreženosti (= prepletenosti) in trajnosti posledic nekega odločitvenega polja, odvisno od zakladnice pojmov akterja.
- Kolikor manj enostranski je akter, toliko manj zapleten je videti pojav.

Teorija kompleksnosti je torej lahko veja teoretične informatike oz. uporabne matematike, ni pa to nujno edina varianta vsebine njenega pojma.

Tako Waldrop (1992; izdaja 1994) v uvodu svoje knjige pokaže:

- Splošna teorija sistemov je nastala kot odziv na probleme, ki so nastali kot stranski, a bistveni učinki enostranskega reševanja problemov v tradicionalnih disciplinah, omejenih na izbrani vidik, zaradi katerega se spregledovali veliko važnih lastnosti.
- Teorija kompleksnosti je nastala kot odziv na (1) probleme, ki jih splošna teorija sistemov ni zmogla razrešiti, ko se je omejila na izomorfizme namesto usmeritve na interdisciplinarno sodelovanje, in (2) probleme, ki so ostali ali nastali, ko je v praksi prevladala omejitev uporabe sistemskega razmišljanja znotraj posamičnih tradicionalnih disciplin.

Že naslov uvodnega poglavja je z vidika teorije sistemov in (neformalnega) sistemskega razmišljanja 'prava stvar': *Visions of the Whole – Usmerjenost k celoti*. Kasneje pokaže, da so v naravoslovnih vedah in tehničnih vedah in praksi, ki jih uporablja itd., prišli do spoznanja:

- Obstajajo soodvisnosti in skupne podlage spoznanj, ki se nanašajo na zelo različna vprašanja s skupnim imenovalcem, ki je spoznanje, ki pravi:
- Bistvena je sposobnost videti povezave, soodvisnosti, medsebojne vplive, ne samo delov brez povezav.

Za zglede navaja vprašanja iz političnih procesov današnjega časa, borznega dogajanja, narave, življenjske prakse družin, gospodarjenja itd., ki imajo skupni imeno-

valec, da na vprašanje '*Zakaj so se zgodili in/ali kaj so v bistvu?*' – skupni imenovalac samo v odgovoru: '*Nihče ne ve.*' Podrobnejši vpogled pa pokaže:

- »(1): Vedno gre za kompleksnost, ki pomeni zapletenost zaradi odnosov med sestavinami. Kajti: »mnogo agentov (= delujočih udeležencev dogajanja), ki so medseboj neodvisni, vpliva drug na drugega na zelo veliko načinov. Pomislite npr. na kvadriljone proteinov, lipidov in nukleinskih kislin, ki sestavljajo živo celico in reagirajo kemično! Ali na milijone medsebojno povezanih nevronov, ki sestavljajo možgane, ali na milijone medsebojno soodvisnih posameznikov, ki sestavljajo človeško družbo!
- (2) Nadalje omogoča omenjeno silno bogastvo medsebojnih vplivov samo po sebi, da je sistem kot celota podvržen spontanemu samoorganiziranju. Oblika letega je lahko gospodarstvo in trg, lahko razvoj genov v jetra ali v zob ali v kaj drugega, lahko razvrstitev ptic v jato, organizmov v ekosistem, atomov v molekule itd.
- (3) Tretja vsem skupna lastnost je, da so vsi taki sistemi kompleksni in samoorganizirani sistemi (= celoviti pojavi), ki so adaptivni (= aktivno prilagodljivi). Torej poskušajo preobrniti vse, kar se zgodi, sebi v prid.
- (4) In končno: vsak izmed omenjenih in podobnih kompleksnih, samoorganiziranih in aktivno prilagodljivih pojavov ima neko svojstveno vrsto dinamizma (= sposobnosti spreminjati se). Zaradi nje je kvalitativno (= v bistvu svojih lastnosti) različen od statičnih (= nespremenljivih) objektov, kot so računalniški čipi ali snežinke, ki so zgolj komplicirani. Kompleksni pojavi so od njih bolj živi, spontani, neurejeni. Hkrati pa so tudi daleč od čudnega, nepredvidljivega uravnavanja, znanega s pojmom kaos (= nered). Namesto nje so na ravnotežni točki, ki jo pogosto imenujejo »obrobje kaosa«. Le-ta pomeni, da se sestavine sistema nikoli ne zaprejo povsem v dani prostor niti povsem ne razpadejo v turbulence (= neobvladljiva spreminjanja). Obrobje kaosa je prostor, na katerem ima življenje:

dovolj stabilnosti, da se ohranja, in

dovolj ustvarjalnosti, da si zasluži ime življenje.

Je torej prostor, na katerem novosti izstopajo iz današnje stanja in zato tudi najbolj vztrajna stara navada sčasoma izgubi oblast in se umakne novosti.« (Skrajšan citat.)

Podobno ugotavlja tudi Dent (1999), da teorija kompleksnosti zavrača stari pogled na svet in uveljavlja novega, ponuja »premik v svetovnem nazoru, ki je potreben, da bi .. se uveljavile lastnosti, kot so: celovitost, opazovanje z nekega vidika, medsebojna vzročnost, odnos kot tema analize. Nadomestile bi tradicionalni pogled na svet z lastnostmi, kot so: redukcionizem, objektivno opazovanje, linearna vzročnost, enota kot tema analize.«

To zveni zelo primerljivo s prej navedenimi mislimi L. v. Bertalanffyja. A le-te so v teku desetletij izgubile bitko proti ozki specializaciji. Teorija kompleksnosti je torej s svojimi načeli zelo blizu pozabljenim načelom splošne teorije sistemov

in zelo opravičeno napada prakso, ki je namesto teh načel zopet uveljavila tradicionalni pogled na svet.

Zaradi stila razmišljanja, ki ne upošteva dejanske soodvisnosti lastnosti pojavov, se namesto systemskega uveljavlja delno systemski ali celo nesystemski stil razmišljanja, četudi avtorji uporabljajo pojem sistem (glej: Knez-Riedl, Mulej, Dyck, 2005; Mulej idr., 2003; Mulej idr., 2004; Mulej, Likar, Potočan, 2005; Pivka, Mulej, 2004; Mulej, Potočan, 2004; Treven, Mulej, 2005).

Primerna pot naprej bi bila po naših predlogih v dialektični teoriji sistemov kombinirana usposobljenost in vzgojenost:

- Vsak človek je nujno za nekaj specializiran, da vsaj o nekem drobci stvarnosti ve in zna kolikor toliko dovolj. Zato je pravno neodvisen, a hkrati drugim in drugih potreben – soodvisen, ker se od njih po nekem važnem delu lastnosti razlikuje.
- Vsak človek se lažje prebija skozi življenje, če ima v svoje vrednote in znanje vgrajeno voljo in sposobnost sodelovati z drugimi, zato ker se od njih po nekem važnem delu lastnosti razlikuje – etiko in prakso soodvisnosti.
- Usposabljanje za neko stroko mora torej dopolnjevati usposabljanje za systemsko razmišljanje, ki daje sposobnost videti in šteti za pomembno interdisciplinarno ustvarjalno sodelovanje, ki vodi k zadostni in potrebni celovitosti, ker uporablja dialektični sistem, ne le enovidikovnega.

Ni čudno torej, da vrsta avtorjev ugotavlja, da je teorija sistemov v krizi. (Ackoff, 2001; Ackoff, Rovin, 2003; Eriksson, 2003; Jackson, M. 2003; Korn, 2003; Mulej, Potočan, 2004; Mulej idr., 2004; Mueller-Merbach, 1992; Rosi, 2004; Troncale, 2002; Udovičič, 2004; Warfield, 2003). Kako zelo prevladuje tudi znotraj ukvarjanja s teorijo sistemov in kibernetiko tradicionalni stil razmišljanja – ozka specializacija, z njo povezana globina vpogleda in spregledovanje ostalega, se da ponazoriti z naslednjim pregledom, kam razporediti posamične prispevke in skupine prispevkov na npr. pomembni tradicionalni konferenci s področja teorije sistemov – dunajski (glejte: Trappl, ur., 2004).

3 Pet tokov teorije sistemov in kibernetike

Empirični vpogled pokaže, da se dajo teorije sistemov razvejati v pet glavnih tokov. V praksi obstajajo, torej so – za avtorje in uporabnike – vsi smiselni in upravičeni, vendar se med seboj tako razlikujejo, kot da niso vsi tokovi nastali iz uporabe splošne teorije sistemov, ampak bolj iz njene kritike. Ta kritika je seveda implicitna, ne izrecna, v bistvu se kaže v pozabljanju, da je L. v. Bertalanffy kdaj obstajal. V citatih 135 prispevkov na 17. EMCSR (Trappl, ur., 2004) ga praktično ni najti, še najbolj ga upoštevali avtorji, ki smo jih razvrstili v peti tok. Taka ugotovitev seveda velja pod pogojem, da postavimo za merilo dve Bertalanffyjeve misli, omenjeni prej:

1. Splošna teorija sistemov je nastala zoper pretirano specializacijo.
2. Človeštvo bo preživelo, če ne bomo ravnali kot državljeni vsega sveta, ne posamičnih dežel, in skrbeli za celotno biosfero.

Celovitost je pri njem, ko gre za cilj, razumeti kot popolno celovitost, enako tudi pri teoriji kompleksnih sistemov (brž ko izstopimo iz okvirov zgolj matematične obravnave abstraktnih sistemov). Popolne celovitosti ljudje ne zmoremo, zato se velika večina zapira znotraj posamične vede in poklica in znotraj posamičnega izbranega vidika / perspektive / uvedbe / konstrukcije svoje miselne slike o obravnavani stvarnosti (beri: obravnavanem delčku danih lastnosti obravnavanega delčka stvarnosti, materialne ali miselne). Zato Bertalanffy, kot smo že opozorili, tudi govori o sistemih, odvisnih od perspektive in omejenih na dane stroke, kot danem dejstvu. Seveda pa s tem ni zadovoljen, ampak ga je strah, da taka pretirana specializacija vodi v propad, potem ko je preživel dve svetovni vojni in svetovno gospodarsko krizo.

To pomeni ca 75% trdosistemskih in 25% mehkosistemskih prispevkov. Tok 1 namreč zajema približno 15%, tok 2 44%, tok 3 16%, tok 4 18% in tok 5 9% (zaokroženo). Podobno je razmerje med enostrokovnimi (tip 1, 2, 4) in medstrokovnimi (tok 3 in 5) prispevki.

Op. k sliki 1: Simpozije smo oštevilčili po vrstnem redu v Zborniku 17. EMCSR.

Kriteriji, po katerih smo oblikovali pet glavnih tipov teorije sistemov, ki jih prikazuje slika 1, so naslednji.

- (1.) Matematični tip je tisti, ki opredeli sistem kot urejeno množico. To pomeni, da je sistem sestavljen iz množice sestavin in množice povezav med njimi. To je najsplošnejša opredelitev in uporabljajo jo mnogi specialisti. Dopušča jim, da govorijo o kateri koli vsebini, celo ne da jo opredelijo. Zato dopušča katero koli raven celovitosti, saj vsaj izbrani vidik dovoljuje njegovemu avtorju, da izbere svoj podsistem upoštevanih lastnosti izmed vseh, ki dejansko obstajajo, po svoje.
- (2.) Matematična zasnova v neki tradicionalni vedi kot edini je orodje specialistov, ki se sicer ne ukvarjajo z matematiko kot predmetom raziskovanja, ampak jo uporabljajo znotraj svoje specialne stroke in svojega izbranega vidika. Pri tem ne priznavajo nobene potrebe po interdisciplinarnem ustvarjalnem sodelovanju. Delajo v okviru tradicionalno razmejenih ved in poklicev. Dosegajo navidezno celovitost. Zmorejo se poglobiti, obenem pa nujno marsikaj spregledajo, ker je zunaj izbranega dela lastnosti in stvarnosti. Ne povezujejo se s strokovnjaki, od katerih se razlikujejo. Znotraj svoje stroke in vidika zmorejo dosegati pomembna spoznanja in izide. Bližja jim je kompliciranost kot kompleksnost.
- (3.) Matematična zasnova, a brez omejitve na neko tradicionalno vedo kot edino, je orodje specialistov, ki se sicer ne ukvarjajo z matematiko kot predmetom raziskovanja, ampak jo uporabljajo znotraj svoje specialne stroke in svojega izbranega vidika, hkrati pa priznavajo svojo potrebo po ustvarjalnem sodelovanju s specialisti iz drugih strok in vidikov. Torej ne delajo

Slika 1: Razporeditev simpozijev znotraj 17. EMCSR (Trappl, ed., 2004) na pet glavnih tokov sodobne teorije sistemov in kibernetike

Tok 1: matematična teorija sistemov in kibernetika	Tok 2: uporaba matematične zasnove v neki tradicionalni vedi kot edini	Tok 3: uporaba matematične zasnove, a brez omejitve na neko tradicionalno vedo kot edino	Tok 4: uporaba filozofske zasnove v neki tradicionalni vedi kot edini	Tok 5: uporaba filozofske zasnove, a brez omejitve na neko tradicionalno vedo kot edino
(1) Systems Science, s. 3-40, 6 prispevkov	(4) Biocybernetics and Mathematical Biology, s. 129-224, 17 prispevkov	(9b) Paradigm Changes due to Component-Based System Development, s. 401-452, 3 prispevki	(3) Cybernetics, Interaction and Conversation, s. 87-128, 8 prispevkov	(8b) Management, Organisational Change, and Innovation, s. 335-438, 9 prispevkov
(2) Mathematical Methods in Cybernetics and Systems Theory, pp. 41-86, 8 prispevkov	(5) Systems Science in Medicine, s. 225-258, 6 prispevkov	(13) ACE 2004: Affective Computational Entities, s. 645-682, 6 prispevkov	(6b) Cultural Systems, s. 259-308, 5 prispevkov	(9c) Paradigm Changes due to Component-Based System Development, s. 401-452, 3 prispevki
(10a) Soft Computing and Knowledge-Based Systems, s. 453-490, 5 prispevkov	(6a) Cultural Systems, s. 259-308, 3 prispevki	(14) Theory and Application of Artificial Intelligence, s. 683-730, 8 prispevkov	(7b) Cognitive Rationality, Relativity and Clarity, s. 309-334, 4 prispevki	
(16b) Communication and Computers, s. 757-768, 1 prispevek	(7a) Cognitive Rationality, Relativity and Clarity, s. 309-334, 2 prispevka	(15) Computer Control and Robot Systems, s. 731-756, 4 prispevki	(17a) History of Cybernetics, Information Technology and Systems Research, s. 769-807, 7 prispevkov	
(17b) History, s. 769-807, 1 prispevek	(8a) Management, Organisational Change, and Innovation, s. 335-438, 2 prispevka	(16a) Communication and Computers, s. 757-768, 1 prispevek		
	(9a) Paradigm Changes due to Component-Based System Development, s. 401-452, 3 prispevki			
	(10b) Soft Computing and Knowledge-Based Systems, s. 453-490, 2 prispevka			
	(11) Artificial Neural Networks and Adaptive Systems, s. 491-522, 5 prispevkov			
	(12) AT2AI-4: From Agent Theory to Agent Implementation, s. 523-644, 20 prispevkov			

zgolj v okviru tradicionalno razmejenih ved in poklicev. Zmorejo dosežati več od navidezne celovitosti, tudi zadostno in potrebno celovitost. Tako se zmorejo poglobiti, obenem pa se s sodelovanjem izognejo marsikateremu spregledu. Znotraj svoje stroke in vidika zmorejo dosežati pomembna spoznanja in izide, ki pa zmorejo biti interdisciplinarne narave. Blizu jim kompleksnost, obenem zmorejo z njo povezovati tudi kompliciranost.

- (4.) Filozofska zasnova, a v neki tradicionalni vedi kot edini, je orodje specialistov, ki ne jemljejo za svojo osnovo matematike, ampak kvalitativni splošen razmislek. Ukvarjajo se z razmišljanjem sistemskega tipa, ne da opredelijo jasno, kaj imajo v mislih s pojmom sistemsko razmišljanje. Delajo podobno poglobljeno in ozko kot specialisti iz toka (2) in s podobnim ugodnimi in neugodnimi posledicami – globino ob spregledovanju tistih lastnosti, ki jih brez interdisciplinarnega ustvarjalnega sodelovanja ni izvedljivo zajeti. Tudi njim je kompliciranost bližja od kompleksnosti.
- (5.) Filozofska zasnova, a brez omejitve na neko tradicionalno vedo kot edino, pomeni podlago za ukvarjanje s sistemskim razmišljanjem kot metodologijo za mostove med disciplinami, poklici in vidiki. Izomorfizem, ki ga je Bertalanffy postavil v vlogo takega mostu, samo delno zadošča zanj; dopušča namreč prenos spoznanj iz ene stroke v drugo, ne da v nadaljevanju sodelujeta. Soodvisnost, ki jo Bertalanffy tudi šteje za pomembno lastnost, je očitno treba razširiti iz odnosa med sestavinami na odnose med vidiki, specializacijami. Tako se da bolje delovati zoper pretirano specializacijo, zoper katero je Bertalanffy ustvaril splošno teorijo sistemov. Vendar uvedba dialektičnega sistema, ki vodi k uresničevanju zakona o potrebni in zadostni celovitosti, presega Bertalanffya. Ta zasnova nikakor ne pomeni, da specializacija ne bi bila pomembna, ampak pomeni to, da ni niti edina pomembna niti zadostna, da preprečimo spreglede in njihovo posledice, ki so pogosto hude, vse do svetovnih vojn.

Primer: Dialektična teorija sistemov podobno kot nematematično zasnovana in razumljena teorija kompleksnosti spada v tok (5). François (2004) šteje dialektično teorijo sistemov za svojstveno in našo knjigo o sistemskem obravnavanju klimatskih sprememb (Ećimović, Mulej, Mayur, 2002) za zgled sistemskega razmišljanja. V njej imamo trije avtorji 19 soavtorjev, da lažje zmoremo doseči zadostno in potrebno celovitost; izbrali smo jih sami, ne gre za zbornik, in spoznanja povezujemo v soodvisno celoto. Podobno velja za našo nekoliko starejšo knjigo o inoviranju v bolj ali pa manj ugodnih družbenih razmerah (Dyck, Mulej in soavtorji, 1998). V njej nas sodeluje kar 45 iz enakih razlogov in na enak način. Poleg njih smo s podobno zasnovo objavili najprej knjigo (Mulej in soavtorji, 1992), potem pa še monografijo in potem knjigo o mehkih teorijah sistemov (Mulej in soavtorji, 2000). Enako velja tudi za naše knjige o inoviranju, npr. tisto iz l. 1987 (Mulej idr., 1987) in tisto iz l. 1994 (Mulej idr., 1994) itd., da ne naštevam predolgo. Tudi naši članki so v

veliki večini soavtorski, nekaj novejših je tu v referencah. To ni pogosto v nam znanih virih. Najbrž specialisti raje pišejo ali celo raziskujejo kar sami.

4 Specialisti bi zmogli sodelovati

Povsem nova spoznanja kažejo, da je soavtorsko ali drugo ustvarjalno sodelovanje možno tudi med specialisti. Kažejo, da »v vsaki skupini ljudi najdete tri vrste ljudi: sodelovalne, zastonjkarje in odzivalce (= cooperators, free riders, reciprocators). .. Izvor lastnosti ni znan. .. Eksperimenti so pokazali, da spada kakšni 63 % ljudi med odzivalce, kakšnih 17 % med sodelovalne in kakšnih 20 % med zastonjkarje. .. Če v skupini prevladajo zastonjkarji, bodo odzivalci odlašali svoje vključevanje v sodelovanje. .. Sodelovalni pa so najprej pripravljeni sprejeti tveganje.« (Lester, 2005)

Naloga managerjev in drugih mnenjskih vodij torej je spraviti v ospredje vpliva sodelovalne značaje. Spoznanja iz tega prispevka se bodo obrnila k ustvarjalnemu sodelovanju, s tem k potrebni in zadostni celovitosti, s tem se bo povečala sposobnost ljudi obvladati kompleksne pojave.

5 Sklepne misli

Ni enoličnega odgovora, v kateri tip teorije sistemov spada teorija kompleksnosti, saj njena vsebina nima enolične opredelitve. Obstaja povsem matematična teorija kompleksnosti in obstaja dokaj filozofsko zasnovano razmišljanje o kompleksnosti. Še več, obstaja dosti znakov, da je vsakič, ko kdo daje večji pomen odnosom med sestavinami kot sestavinam, že v rabi pojem kompleksnost. Zato tudi ni nujno, da kompleksnost pomeni isto kot celovitost; pravtako to ni nujno, ko je govor o sistemnosti, niti tedaj, ko je govor o sistematičnosti – slika 2 kaže celovitost kot dialektični sistem:

Dejanske lastnosti pojavov Za celovitost potrebne lastnosti razmišljanja o pojavih Sistemnost Kompleksnost Upoštevanje lastnosti celote, ki jih deli vsak zase nimajo. Sistematičnost Kompliciranost Upoštevanje lastnosti delov, ki jih celota prikriva / nima. Dialektičnost Podlaga za kompleksnost Upoštevanje soodvisnosti delov, ki se zato povežejo v celoto. Realističnost premisleka Podlaga za za-dostno in potrebno celovitost Upoštevanje, da je pri izbiranju sistema vidikov potrebna materialističnost, t.j. upoštevanje stvarnosti v skladu z zakonom potrebne in zadostne celovitosti.

Možen je sklep, da teorija kompleksnosti prenavlja načela splošne teorije sistemov, potem ko so le-ta v bistveni meri izgubila konkurenčni boj z ozko specializacijo. V njem se je razvilo pet glavnih tokov teorije sistemov in kibernetike. Teorija kompleksnosti kot matematična disciplina bi spadala v tok 1, kot veda o interdisciplinarnem obravnavanju kompleksnih pojavov pa v tok 3, če ima obravnavanje matematično podlago, ali v tok 5, če ima filozofsko.

Slika 2: Celovitost kot dialektični sistem (vseh bistvenih in samo bistvenih lastnosti)

Dejanske lastnosti pojavov		Za celovitost potrebne lastnosti razmišljanja o pojavih
Sistemnost	Kompleksnost	Upoštevanje lastnosti celote, ki jih deli vsak zase nimajo.
Sistematičnost	Kompliciranost	Upoštevanje lastnosti delov, ki jih celota prikriva / nima.
Dialektičnost	Podlaga za kompleksnost	Upoštevanje soodvisnosti delov, ki se zato pove ejo v celoto.
Realističnost premisleka	Podlaga za zadostno in potrebno celovitost	Upoštevanje, da je pri izbiranju sistema vidikov potrebna materialističnost, t.j. upoštevanje stvarnosti v skladu z zakonom potrebne in zadostne celovitosti.

OPOMBA: Ta članek se navezuje na raziskovalni program Od institucionalne k stvarni tranziciji, ki ga podpira Agencija Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost v letih 2004-2007.

Reference:

- Ackoff, L. R. (2001). V: D. Staffors, Interaction among departments is crucial, *Kansas City Star*, 30 July, 2001; sent by e-mail to M. Mulej by John Donges, jdonges@seas.upenn.edu, 04 Sept., 2001.
- Ackoff, R. L. & Rovin S. (2003). *Redesigning Society*. Stanford, Ca. Stanford Business Books.
- Balle, M. (1994). *Managing with Systems Thinking. Making Dynamics Work for You in Business Decision Making*. New York. McGraw-Hill Book Company.
- Bertalanffy, v. L. (1979). *General SYSTEM THEORY. Foundations, Developments, Applications. Revised Edition*. Sixth Printing. New York. George Braziller.
- Checkland, P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. Chichester etc. Wiley.
- Davidson, M. (1983). *Uncommon Sense. The Life and Thought of Ludwig von Bertalanffy (1901-1972). Father of General Systems Theory*. Los Angeles. J. P. Tarcher, Inc.
- Delgado, R. R. & Banathy, B. H., eds. (1993). *International Systems Science Handbook*. Madrid. Systemic Publications.
- Dent, C. B. (1999). Complexity, the new World View. *Emergence*, 1(3): 5-20.
- Dyck, R. G. & Mulej, M. with 40 coauthors. 1998, reprint 1999. *Self-Transformation of the Forgotten Four-Fifths*. Dubuque, Iowa. Kendall/Hunt.
- Ecimovic, T., Mulej, M. & Mayur, R. (2002). *Systems Thinking and Climate Change System (Against a Big »Tragedy of the Commons« of All of Us)*. Korte. SEM Institute for Climate Change.
- Elohim, J. L. (1979). *A Letter from Professor Elohim*. Poster at WOSC Conference in Uxbridge.
- Eriksson, D. M. (2003). Identification of Normative Sources for Systems Thinking: An Inquiry into Religious Ground-Motives for Systems Thinking Paradigms. *Syst. Res. and Beh. Sc.* 20 (6): 475-488.
- François, C., ed. (2004). *International Encyclopedia of Systems and Cybernetics. 2nd edition*. Muenchen. K. G. Saur Verlag.
- Hindle, K. (2004). Choosing Qualitative Methods for Entrepreneurial Cognition Research: A Canonical Development Approach. *Entrepreneurship Theory and Practice*. 29 (Winter 2004): 575-607
- Hofkirchner, W. & Elohim, J. L., ur. (2001). *Unity through Diversity. Conference on 100 years anniversary of birth of Ludwig von Bertalanffy*. Dunaj. Tehnična univerza. Simpozij brez objave zbornika.
- Jackson, M. (2003). *Systems Thinking. Creative Holism for Managers*. Wiley, Chichester.
- Knez-Riedl, J., Mulej, M. & Dyck, R. (2005). Corporate Social Responsibility from the Viewpoint of Systems Thinking. *Kybernetes*, 34 (v tisku)
- Lester, G. (2005). Researcher Define Who We Are When We Work Together and Evolutionary Origins of the „Wait and See“ Approach. *Complexity Digest*, 2005-05
- Mulej, M. (1974). *Dialektična teorija sistemov*. Neobjavljeno predavanje. Ljubljana, Fakulteta za telesno kulturo. Magistrski študij.
- Korn, J. (2003). Letter to the Editor. *Sys. Res. & Beh. Sc.* 20 (6): 533-536.
- Mulej, M. (1979): *Ustvarjalno delo in dialektična teorija sistemov*. Celje. Razvojni center Celje.
- Mulej, M. Kralj, J., Devetak, G., Kajzer, Kejžar, I., Š., Milfelner, R., Repovž. L. & Senčar, P. (1987). *Inovativno poslovanje*. Ljubljana. Gospodarski vestnik.
- Mulej, M., de Zeeuw, G., Espejo, R., Flood, R., Jackson, M., Kajzer, Š., Mingers, J., Rafolt, B., Rebernik, M., Suojanen, W., Thorton, P. & Uršič, D. (1992). *Teorije sistemov*. Maribor. Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta.
- Mulej, M., Hyvaerinen, L., Jurše, K., Rafolt, B., Rebernik, M., Sedevič, M. & Uršič, D. (1994). *Inovacijski management. I del: Inoviranje managementa*. Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta.
- Mulej, M. & Kajzer, S. (1998). Ethics of Interdependence and the Law of Requisite Holism. V: Rebernik, M., Mulej, M., eds.: *STIQE '98. Proceedings of the 4th International Conference on Linking Systems Thinking, Innovation, Quality, Entrepreneurship and Environment*. Maribor. Institute for Entrepreneurship and Small Business Management, at Faculty of Economics and Business, University of Maribor, and Slovenian Society for Systems Research.
- Mulej, M., Espejo, R., Jackson, M., Kajzer, S., Mingers, J., Mlakar, P., Mulej, N., Potocan, V., Rebernik, M., Rosicky, A., Schiemenz, B., Umpleby, S., Ursic, D. & Vallee, R. (2000). *Dialektična in druge mehkosistemske teorije (podlaga za celovitost in uspeh managementa)*. Maribor. Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta.
- Mulej, M., Bastič, M., Belak, J., Knez-Riedl, J., Pivka, M., Potočan, V., Rebernik, M., Uršič, D., Ženko, Z., & Mulej, N. (2003). Informal systems thinking or systems theory. *Cyb. and Sys.* 34 (2): 71-92.
- Mulej, M., Likar, B. & Potočan, V. (2005). Increasing the Capacity of Companies to Absorb Inventions from Research Organizations and Encouraging People to Innovate. *Cyb. and Sys.*, 36 (4): 91-512 .
- Mulej, M. & Potocan, V. (2004). What Do EU, United Nations, International, Standards Organization, OECD, etc., Mean By Systems Thinking? V: Trappl, R., *citirano tu*, 393-398.

- Mulej, M. & Potocan, V., Zenko, Z., Kajzer, S., Ursic, D., Knez-Riedl, J., Lynn, M., Ovsenik, J. (2004). How to restore Bertalanffian systems thinking. *Kybernetes*, **33** (1): 48-61.
- Mulej, M. & Ženko, Z. (2004). *Dialektična teorija sistemov in inovacijsko-inovacijski management. (Kratek prikaz)*. Maribor. Management Forum.
- Mueller-Merbach, H. (1992). Vier Arten von Systemansätzen, dargestellt in Lehrgesprächen. *ZfB*, **62**: 853-876
- Pivka, M. & Mulej, M. (2004). Requisitely Holistic ISO 9000 Audit Leads to Continuous Innovation/Improvement. *Cyb. and Sys.* **35** (4): 363-378.
- Potočan, V. & Mulej, M. (2004a). The requisite holism of information in a virtual business organization's management. *The Journal of American Academy of Business*. **5** (1-2): 412-417.
- Rebernik, M. & Mulej, M. (2000). Requisite Holism, Isolating Mechanisms and Entrepreneurship. *Kybernetes*, **29** (9-10): 1126-1140.
- Richardson, K. (2005). The Hegemony of the Physical Sciences: an exploration in complexity thinking. *Complexity Digest*, 2005-09 (html version – 3) (Contribution 1, from Future).
- Scott, B., guest editor (2004). Developing second-order cybernetics. *Kybernetes*, **33** (9/10): 1361-1462.
- Srbljenovič, A. & Škunca, O. (2003). *An Introduction to Agent Based Modelling and Simulation of Social Processes*. Indecs 1 (1-2), s. 1-8 (Indecs = Interdisciplinary Description of Complex Systems. Na CD).
- Schiemenz, B. (2000). *Kompleksnost poslovnih procesov in možnosti za njihovo obvladovanje*. V: Mulej, M., idr. citirano tu.
- Schwaninger, M. (2004). System Dynamics within the Evolution of the Systems Movement. A Historical Perspective. V: Trappl, R., ed. (2004): citirano tu, 786-791.
- Trappl, R., ed. (2004): *Cybernetics and Systems 2004. Proceedings of the Seventeenth European Meeting on Cybernetics and Systems Research, organized by the Austrian Society for Cybernetic Studies, held at the University of Vienna, Austria, 13-16 April 2004*.
- Treven, S & Mulej, M. (2005). A Requisitely Holistic View of Human Resources Management in Innovative Enterprises. *Cyb. and Sys.* **36** (1): pp. 1-19.
- Troncale, L. (2002). Integrated Science General Education (ISGE): 'Stealth' systems science for every university. V: Trappl, R., ed: *Cybernetics and Systems (2002)*. Vienna. The Austr. Soc. for Cyb. Studies, s. 43-48.
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity. The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*. London. Penguin Books.
- Warfield, J. N. (2003). A Proposal for Systems Science. *Syst. Res. and Beh. Sc.* **20**: 507-520.

Matjaž Mulej, je zaslužni profesor teorije sistemov in inovacij. Deluje na Ekonomsko-poslovni fakulteti Univerze v Mariboru. Je avtor dialektične teorije sistemov in teorije inovativnega poslovanja (za tranzicijske razmere). Objavljal je v 30 deželah in služboval v šestih. Objavil in uredil je dobrih 40 knjig. Bil je gostujoči profesor in raziskovalec v tujini 13 krat, npr. na Cornell University, ZDA. Med vidne časti štejemo članstvo v treh Akademijah znanosti in umetnosti – Newyorški (1996), Evropski s sedežem v Salzburgu in Evropski s sedežem v Parizu. Predava na vseh slovenskih univerzah. Med javnimi zadožitvami je vidna naloga podpredsednika International Federation for Systems Research.

Vojko Potočan je izredni profesor za področji organizacije in managementa na katedri za Organizacijo in poslovno informatiko, Ekonomsko-poslovne fakultete v Mariboru, Univerze v Mariboru. Na EPF izvaja 4 dodiplomske predmete in sodeluje pri izvedbi 3 predmetov podiplomskega študija. Sodeloval je na številnih mednarodnih znanstvenih konferencah in posvetovanjih. Objavil je + 250 tekstov (od tega +120 tekstov v tujini v 18 državah), vključno s 4 knjigami in bil urednik nekaj zbornikov, večinoma v Sloveniji. Temeljna področja njegovega raziskovanja so organizacija, management in sistemska teorija.
