

Teorija kaosa i organizacija

Teorija kaosa nakon teorije relativiteta i kvantne fizike treća je revolucija u prirodnim znanostima 20. stoljeća. Francuski matematičar Henri Poincare (1854.-1912.) shvatio je na početku ovog stoljeća da postoje dinamički sustavi kod kojih već i najmanje smetnje mogu s vremenom izazvati burna gibanja. Šezdesetak godina nakon toga Amerikanac Edward Lorenz prilikom simulacije vremenskih prognoza na računalu obuhvatio je teoriju kaosa matematičkom jednadžbom koja se može postaviti na svakom boljem džepnom računalu. Uz spomenute znanstvenike stoji i matematičar Benoit Mandelbrot, otac fraktala.

Teorijska ishodišta kaos pronalazi u vremenskoj prognozi, mehanici strujanja, gospodarskim sustavima i drugdje. Kaos i pravilnost, red, ne isključuju se već se u određenoj mjeri i prožimlju. Pokazalo se da iza kaosa leži posebna vrsta reda i da kaos nije isto što i nestabilnost.

Teorija kaosa našla je svoju primjenu u meteorologiji, fizici, biologiji, kemiji, ali i u ekonomiji, sociologiji i psihologiji. Logično je da o teoriji kaosa razmislimo i u organizaciji, te je pokušamo primijeniti istražujući dezorganizaciju kako bi u njoj našli red, tj. organizaciju.

Ključne riječi: teorija, kaos, atraktor, fraktal, organizacija, entropija, dezorganizacija.

1. Uvod

Unatoč velikim naporima u istraživanjima zakonitosti prirode, pojedina područja ipak su ostala dijelom nepoznata i nerazjašnjena. Osobito se to odnosi na pojave s nepravilnim gibanjima. Takve su, na primjer, atmosferske pojave, pojave u tekućinama, varijacije brojnosti pojedinih biljnih i životinjskih vrsta, u radu srca i mozga. U istraživanjima znanstvenici su često nailazili na teškoće. Njihovo predviđanje često je bilo pogrešno, a precizno mjerenje nemoguće. Oni su nailazili na nered, nepravilnosti, slučajnosti. Matematičke jednadžbe za te nepravilnosti teško se izvode, a iz njih dobiveni rezultati mogu biti i pogrešni. Do prije dvadesetak godina rezultati mnogih eksperimenata su odbacivani. Naime, eksperimentima su se često dobivali neočekivani rezultati koji su bili neobjašnjivi i time neupotreblijivi. Takva zbivanja nazvana su kaotičnim, te se javila teorija kaosa sa zadaćom da ih proučava, objasni, upotrebljava [17; 1-3].

"Teorija kaosa dovela je do specijalnih tehnika za korištenje kompjutera te posebnih metoda grafičkog prikaza koje zadiru u delikatnu strukturu složenih

kaotičnih pojava. Ta nova grana znanosti razvila je i vlastiti jezik s posebnom terminologijom i posebnim matematičkim metodama." [17; 1].

Smatra se, danas, da se od svih znanstvenih područja teorija kaosa najbrže razvija. U posljednjih petnaestak godina njena stopa rasta iznosi godišnje preko 100%. Ona je interdisciplinarna. Nema ni jednog područja koje bi začas prodrlo u prirodne, tehničke i društvene znanosti kao teorija kaosa [18; 30].

2. Općenito o kaosu i teoriji kaosa

Kaos je riječ grčkog podrijetla. Ona je dio našeg svakodnevnog rječnika a označava nered, metež, zbrku, nepredvidljivost. "U filozofskom kontekstu, kaosu pripada smisao pratvari, praprostora, onoga što je postojalo prije no što je u svijet u kojem živimo unesen red. U psihološkom smislu, ta riječ odzvanja i konotacijom strepnje da će red jednom nestati i da će ponovo zavladati opći metež.

Kaos znači još nešto: novo područje znanosti, koje nije ni postojalo prije tridesetak godina, a o kojem je otada napisano tisuće i tisuće članaka u časopisima posvećenim matematici, fizici, kemiji, biologiji, elektronici i medicini. Svakodnevno se tiskaju nove knjige i pokreću specijalizirani časopisi.

No kaos nije samo nova znanost. To je novi način kako znanstvenici vide svijet oko sebe i kako pristupaju njegovom istraživanju. Malo je koja nova ideja u znanosti stekla u tako kratkom vremenu tako širok krug poklonika, nagradivši ih, uz radost spoznaje, i neočekivanim estetskim zadovoljstvima. Tako nagao prodor omogućen je razvojem i primjenom kompjutera, pouzdanog pomagala suvremenog čovjeka" [12; 48].

Teorija kaosa ima posve novi način traženja reda u sustavima u kojima na prvi pogled izgleda da ga uopće nema. Medicina uočava iznenađujući poredak u fatalnom neredu, koji može savladati ljudsko srce - grčevitom stezanju koje je prvenstveni uzrok iznenadnih, neobjašnjivih smrti. Ekonomisti istražuju stare podatke o kretanju cijena nastojeći da novim načinom analize dođu do reda u tom kretanju. Fizika i matematika daju neposredne uvide o svijetu prirode - obliku obala, mikroskopskom preplitanju krvnih žila i žilica, grupiranju zvijezda u svemiru. Znanstvenici istražuju univerzalne modele ponašanja vremena, grupiranje automobila na autoputevima¹ kretanju nafte u cjevovodima. Ova nova teorija počela je mijenjati načine donošenja poslovnih odluka, npr. o osiguranju, načine na koji astronomi promatraju Sunčev

¹Kada je američki predsjednik Bill Clinton posjetio Prag u siječnju 1994. g., zbog izuzetnih sigurnosnih mjera građanima je preporučeno da se ne okupljaju na mjestima kojima treba proći Clinton. Bilo je strogo naređeno da svi prozori u tim ulicama trebaju ostati zatvoreni, pa čak nije preporučljivo da ljudi gledaju kroz zatvorene prozore, a agenti (i oni iz Clintonova osiguranja) "pročešljali" su sve veže u tim gradskim četvrtima. Angažirano je čak 3000 čeških policajaca, koji su stvorili pravi **prometni kaos** u Pragu. Neki su duhovito primijetili da je time stvorena izuzetna prilika malim i velikim lopovima po unutrašnjosti Češke da krađu i provaljuju, jer su svi policajci bili povučeni u Prag.

Često smo bili svjedoci, u našim gradovima, da snijeg i temperature znatno ispod nule izazivaju sveopći kaos u prometu. Ulice neočišćene, pločnici okovani ledom i snijegom.

sustav, načine na koji teoretičari politike govore o poremećajima koji vode ratu. Iz svega toga rađa se jedna potpuno nova slika svijeta.

Ova teorija zastupa hipotezu da je kaos obilježje i svih živih, posebno ljudskih (prirodnih) sustava, čovjekova ponašanja što ne odvaja od činjenice da su veze među ljudima kaotične. Kaos se proteže kroz poduzeća, banke, bolnice, škole, pa i naše obitelji. Kaos nije prožet samo u materijalnom već i u nematerijalnom svijetu, a posebno se vidi u čovjeku i njegovom ponašanju.² "Kaotična stvarnost nalazi se svuda oko nas. Jedan fizičar napisao je da su nekaotični sustavi tako rijetki kao i kokoši sa zubima" [3; 37]. Tri su temeljna obilježja kaosa:

1. nerazmjer između ulaza i izlaza;
2. neuočljivost ulaza;
3. nepredvidivi izlaz [3; 37-40].

(1) Nerazmjer između inputa i outputa uzrokovan uzročno posljedičnom vezom dovodi do kaosa. Taj kaos može biti ostvaren nekim neznatnim događajima na jednom dijelu svijeta, a završiti kaotičnim neredom na sasvim drugom dijelu svijeta.

(2) Specifično svojstvo neuočljivosti otežava mogućnost dokazivanja uzroka na početku, tj. postojanje ulaza. Takva pojava uzrokuje teškoću u opažanju trenutka prijelaza nekog normalnog (pravilnog) sustava u kaotično stanje toga sustava. Kaos je lako uočljiv, međutim uzrok kaosa je teško uočljiv, gotovo nezamjetljiv. "Priroda je puna teško uočljivih početaka s veoma uočljivim završnim događajima" [3; 37].

(3) Nepredvidivi output je svojstvo nepostojanja povezanosti između uzroka i posljedice. Takva stanja onemogućuju planiranja unaprijed jer od istih uzroka nastaju nepredvidive, različite posljedice. Nepredvidivost je temeljno obilježje kaotične dinamike.

Teorija kaosa širi se na sva ona područja gdje god postoje i male šanse za predviđanja. Ona nije samo skup zakona, ona je filozofija, način gledanja i poimanja svijeta **oko sebe**.

Teorija kaosa je nakon teorije relativiteta i kvantne teorije treća revolucija u prirodnim znanostima. Francuski matematičar Henri Poincare (1854-1912) shvatio je na početku ovog stoljeća da postoje dinamički sustavi kod kojih već i najmanje smetnje mogu s vremenom izazvati burna gibanja. Nakon 60 godina Amerikanac Edward Lorenz na simulaciji vremenskih prognoza na računalu je obuhvatio teoriju kaosa matematičkom jednadžbom koja se može postaviti na svakom džepnom računalu.

²Početakom 1994. g. A. Hogg i A. Loyd pisali su u "The Sunday Times-u" o pogibiji šestoro djece u Sarajevu od srpskih granata. Oni su podsjetili kako se to dogodilo samo nekoliko sati nakon što je tadašnji britanski ministar vanjskih poslova Douglas Hurd, koji je tada posjećivao britanske vojnike kod Viteza, izjavio da bi u slučaju povlačenja UN iz Bosne nastupilo još veće divljaštvo.

Autori zatim nabrajaju zbivanja u - kako pišu - "tjednu diplomatskoga kaosa". Najprije su propali bosanski mirovni razgovori, zatim je Europski parlament glasovao za opoziv lorda Owena, a onda je smijenjen zapovjednik postrojba UN u bivšoj Jugoslaviji general Jean Cot. Tjedan poslije britanski general Michael Rose postaje zapovjednikom Unprofora, ulazeći tako u zapovjedno ustrojstvo koje je bilo toliko podijeljeno da je jedan diplomat nazvao vojarne UN najotrovnijim zmijskim gnijezdom koje je ikada vidio.

Kada je američki meteorolog s MIT-a, Edward Lorenz, 1963. godine objavio svoju, u znanstvenim krugovima slavnu publikaciju "Deterministic Nonperiodic Flow", vjerojatno je samo slutio da je naišao na fundamentalnu osobinu fizičkih sustava.³ Objavio ju je u meteorološkom časopisu *Journal of Atmospheric Sciences*, u kojem je ostala nezapažena preko deset godina, sve dok se neovisno od Lorenza u prirodnim znanostima nije počela javljati svijest o mnogim nepravilnostima u prirodi. Nadalje i za ono, što se do tada smatralo eksperimentalnim pogreškama, nije uvijek odgovoran slučaj, nego da iza te svugdje prisutne neizvjesnosti u prirodi stoje vrlo duboke zakonitosti. One su u međuvremenu postale predmetom kojim se bavi teorija kaosa.

Izraz kaos izaziva više nesporazume nego što objašnjava. Smatra se da taj kao i neki drugi izrazi u znanosti slijede tendencije znanstvenika, a pogotovo francuskih, da onome što istražuju daju zvučne odnosno efektne nazive. Tako se govori o fraktalima, atraktorima, teoriji katastrofa i konačno o teoriji kaosa, koja je zapravo jednim dijelom teorija nelinearnih dinamičkih sustava, a drugim teorija fraktalne geometrije. Ona se zapravo bavi, suprotno onome što ime sugerira, tj. redom i zakonitostima u sustavima koji, na prvi pogled, samo izgledaju nepravilno, a ne kaosom [10; 90].

Američki meteorolog E. N. Lorenz simulirao je meteorološko vrijeme na kompjutoru i utvrdio da posve determinističke jednadžbe koje opisuju cirkulaciju tekućina i plinova u atmosferi sadrže najvažniju osobinu meteorološkog vremena. Ali, kako je moguće da matematika bude nepredvidiva? Tu je riječ o jednoj od fundamentalnih osobina kaotičnih sustava, osjetljivosti na male promjene u početnim uvjetima. Dinamički sustavi su sustavi koji se mijenjaju tijekom vremena. Njihovi se matematički modeli sastoje od početnih uvjeta koji opisuju početno stanje sustava i od diferencijalnih jednadžbi koje opisuju kako se varijable toga sustava mijenjaju. Iteracijom, tj. ponovljenom primjenom jednadžbi na rezultate koji su dobiveni u prethodnoj iteraciji, dobiva se krivulja u apstraktnom matematičkom prostoru, tzv. faznom prostoru ili prostoru stanja sustava, koji opisuje razvitak sustava tijekom vremena. To znači da ako sustav krene iz jedne točke faznog prostora i slijedi jednu putanju, onda će ako krene iz neke druge točke slijediti sasvim drugu putanju svog razvitka [10; 90-91].

Ako sustav krene iz dvije susjedne točke, slijedit će dvije susjedne putanje i nakon određenog vremena završiti u susjednim točkama faznog prostora. Tako je to kod linearnih sustava, a to su matematički sustavi čije opisne jednadžbe ne sadrže kvadratne ili članove višeg stupnja. Ali nelinearni sustavi u nekim predjelima raspona

³Edward Lorenz, meteorolog na MIT-u, tijekom 60-tih godina izumio je trodimenzionalni fazno-prostorni grafikon (phase-space plot); putem kojega je točkama predstavio tri relevantne karakteristike kružnog kretanja grijanog fluida.

Lorenz je iscrtao tri referentne točke za svaki trenutak postojanja sustava. Ako se kružno kretanje fluida događa bez utvrđenog reda, točke bi morale biti raspoređene (razbacane) duž osi grafikona prema slučajnosti. Međutim, Lorenzove točke formirale bi kružni tijek oko nevidljive točke, zatim bi se skoncentrirale uz drugu os, ponovno načinile kružni tijek u suprotnom smjeru, i tako redom. Ova je metoda grafičkog predstavljanja kaosa kasnije usavršena. Danas se drži da kaotični sustavi sadrže utvrdivi red, oni se grafički predstavljaju formulama poput Lorenzovih krugova. Formule se nazivaju "čudni privlačivači" (strange attractors)[20; 20].

parametara, kojima se kvantitativno podešavaju osobine sustava, postaju kaotični i onda je potpuno nepredvidivo gdje će se nalaziti putanje tog sustava koje su krenule iz susjednih točaka. One mogu biti sasvim blizu, ali i daleko jedna od druge. Ta se osjetljivost na male promjene u početnim uvjetima naziva **Butterfly efekt** (Efekt leptira). Teorija kaosa raspravlja o "leptirovu učinku", ilustrirajući nepredvidivost vremena slijedećim primjerom: *jednog dana, u pravom trenutku i okolnostima, leptir u Indiji uzleti s cvijeta, proizvevši malu turbulenciju, a pet tjedana poslije nad Kinom je velika oluja*. Tako svatko od nas može "zamahati krilima" i možda promijeniti svijet ili bar sredinu u kojoj živi i djeluje. Prema tome u određenom okruženju djelovanje pojedinca postaje vrlo važno. Efekt leptira javlja se za sve sustave koji se ne ponašaju periodično, tako se npr. javljaju za vremenske uvjete, a ne javljaju se za gibanje planeta u Sunčevu sustavu. F. Dyson (1978) piše: "Priroda se našalila sa matematičarima. Možda je matematičarima 19. stoljeća nedostajalo mašte, ali priroda nije. Ispostavilo se da su one iste patološke strukture, koje su matematičari izmislili da bi se otrgnuli od naturalizma 19. stoljeća, inherentne dobro poznatim predmetima svuda oko nas" [6; -].

Te "patološke strukture", koje su matematičari otkrili krajem 19. stoljeća, dobile su unatrag dva desetljeća oblik fraktala, tj. matematičkih oblika čije se dimenzije izražavaju razlomcima, a ne cijelim brojevima. Današnja zadivljenost fraktalima u najvećoj mjeri rezultat je rada B. Mandelbrota. On je 1975. godine skovao termin "fraktal" (fractus; frangere=slomiti), koji se raširio u svijesti matematičara, znanstvenika i laika od kada je 1979. g. objavljeno Mandelbrotovo pionirsko djelo "The Fractal Geometry of Nature" ("Fraktalna geometrija prirode.") Fraktal je način kako razum gleda na beskonačnost. Fraktalnost istovremeno označava i samosličnost [7; 100].

Fraktalna geometrija je pokušaj da se razvije prikladniji aparat za opisivanje prirode od onoga što pruža Euklidova geometrija. Rečeno riječima utemeljitelja fraktalne geometrije Benolta Mandelbrota: brjegovi nisu stošci, oblaci nisu kugle i munja nije ravna crta. U tom slikovitom obrazloženju Mandelbrot nabraja likove Euklidske geometrije. Fraktalna geometrija, omogućava mnogo bolje i jednostavnije opisivanje objekata u prirodi oko nas. Njezini elementi su algoritmi, pravila tvorbe koja se ponovljeno primjenjuju na tvorevine prethodne iteracije. Tim postupkom je moguće, dakako tek pomoću kompjutera, jednostavnim kodom kreirati vrlo kompleksne strukture, kakve nalazimo u prirodi. Dakle, algoritam nakon dovoljno iteracija proizvodi skup točaka, koji je u najviše slučajeva vrlo kompleksno strukturiran.

Tako se mogu naći algoritmi koji generiraju brjegove, oblake i munje. Pitanje koje se postavlja kod tih objekata ili kod skupova točaka u faznom prostoru koji ih modeliraju jest, koja je njihova dimenzija. Tzv. topološka dimenzija jednog objekta svima nam je intuitivno poznata. Plohe imaju dimenziju dva, crte dimenziju jedan, a predmeti u prostoru imaju dimenziju tri. Pokazalo se da ta topološka dimenzija nije dovoljno općenita da obuhvati sve vrste skupova koje nalazimo u prirodi i u matematičkim modelima.

Prema tome, potrebno je generalizirati pojam dimenzije i uvesti tzv. fraktalnu dimenziju koja nije cijeli broj nego razlomak. Ideja je u tome da predmeti koji ispunjavaju velik dio prostora u kojem leže imaju fraktalnu dimenziju, koja je veća od njihove topološke dimenzije prostora koja ih obuhvaća. Kao primjer navodimo da Kochova krivulja ima beskonačnu duljinu u konačnom opsegu, ili, ljudska pluća imaju vrlo veliku površinu (oko polovice teniskog igrališta) u vrlo malom volumenu (prsni koš), tako da se lako može zamisliti da Kochova krivulja ili "krivulja snježne pahuljice" ima dimenziju 1,26186, a ljudska pluća recimo 2,07... [10; 92-93].

U kaotičnim sustavima postoje fraktalni privlačitelji ili atraktori. To su privlačeci skupovi točaka u faznom dijagramu čija je dimenzija između 0 i 1. Kad točka uđe u polje atraktora, ona se kreće na vrlo složen i u osnovi slučajan način, što znači da se sustav ponaša kaotično i nepredvidljivo. Zato postojanje atraktora ukazuje na postojanje kaosa [4; 10].

Atraktori mogu biti pojedine točke, što odgovara sustavu koji se nakon određenog vremena više ne mijenja, na primjer šalica kave koja se ohladi i ako je nitko ne ugrije, zauvijek ostane na temperaturi okoline. Drugi je kvalitativan oblik atraktora zatvorena krivulja koja odgovara periodičnim sustavima, na primjer mjesečevim fazama koje se redovito ponavljaju.

3. Teorija kaosa i organizacija

U posljednjih nekoliko godina dosta se ozbiljno razmatra primjena teorije kaosa u društvenim fenomenima. Interesantno je da je zadnjih 10-ak godina niz fizičara prešlo u područje sociologije i politologije. Oni su shvatili da se neke nelinearne jednadžbe koje opisuju određene procese, čak i one koje opisuju kvantna fizikalna zbivanja na razini atoma, mogu primijeniti na društvene i političke fenomene, s tim da se umjesto tijekom tekućine razmatra recimo prijenos informacija: da umjesto nekog faznog prijelaza, gdje se naglo mijenja neki parametar, u društvu može promijeniti npr. neki zakon, i da se umjesto bitnog faznog prijelaza može imati politička revolucija, pa se sustavi diferencijalnih jednadžbi koje opisuje fizikalne procese primjenjuju za opisivanje promjena u društvu. Rješavanjem tog sustava jednadžbi, tretirajući društvo kao kaotični sustav, pokušava se predvidjeti vjerovatni ishod. Političari na zapadu sada pažljivo prate ta pionirska istraživanja [2; 30]. "Organizacijski kaos (engl. organizational chaos) predstavlja nered, zbrku, metež u organizaciji. Organizacijski kaos znači da je organizacija u stanju entropije. Entropija je mjera dezorganizacije sistema, to je stanje u kojem se sistem raspada. Težnja ka dezorganizaciji, odnosno organizacijskom kaosu je prirodna težnja sistema. Unošenjem organizacije kao mjere reda u sistem, smanjuje se entropija sistema i njegova težnja prema organizacijskom kaosu" [16; 319].

"Dezorganizacija (engl. disorganization) je proces razgrađivanja organizacije, odnosno proces narušavanja unutrašnjih veza i odnosa među elementima organizacije kao sistema.

Entropija se javlja kao mjera dezorganizacije, odnosno raspada sistema, a to je stanje kaosa u organizaciji. Dezorganizacija je antipod organizaciji koja predstavlja stabilnost i red u sistemu" [16; 71].

Entropija je posuđeni pojam iz fizike, odnosno termodinamike. Taj termin ima slično, ali ne i potpuno isto značenje u raznim znanostima. U fizici se entropija (S) definira kao odnos između količine topline (Q) prema temperaturi (T) promatranog tijela:

$$S = \frac{Q}{T}$$

Pojam entropije omogućio je formuliranje drugog zakona termodinamike. On glasi: "Toplina ne prelazi nikada sama po sebi s hladnijeg na toplije tijelo." Na temelju tog zakona izvedeno je da se entropija ograničenog izoliranog sustava s vremenom približava svom maksimumu kada se temperature pojedinih dijelova tog sustava izjednače.

N. Wiener [21; 31] osnivač kibernetike definirao je entropiju više puta, pa je napisao:

"Na području upravljanja i komunikacija uvijek se borimo protiv težnje prirode koja nastoji degradirati ono što je organizirano, koja nastoji uništiti ono što ima smisla protiv težnje entropije da neprekidno raste." "Kao što je entropija mjera dezorganizacije tako su i informacije, koje nose skup poruka, mjera organizacije. Stvarno se može informacija koja nosi poruku, u temelju protumačiti kao negacija vlastite entropije, kao negativni logaritam mjere vjerojatnosti" [17; 36].

"Okruženi smo životom u kojem se svijet kao cjelina podređuje drugom zakonu termodinamike: konfuzija se povećava, a red smanjuje. Ipak, kao što smo vidjeli, premda drugi zakon termodinamike vrijedi za zatvoreni sustav kao cjelinu, ne vrijedi za neki od njegovih izoliranih dijelova. Postoje lokalni i povremeni otoci gdje se entropija smanjuje, premda u svijetu kao cjelini teži k porastu. Postojanje tih otoka daje nam pravo da tvrdimo da napredak postoji..." [21; 54].

Iz ovoga svega možemo zaključiti da je entropija mjera za dezorganizaciju, odnosno neodređenost nekog sustava koja postiže svoj maksimum u stanju najveće vjerojatnosti. Ili, entropija je težnja sustava k neuravnoteženosti i raspadanju.

Entropija ulazi u sustav, u organizaciju, u poduzeće ili se javlja u samom sustavu, organizaciji, u poduzeću. Neki nerazloživi ili složeni element sustava može biti izvor nereda. Stanje nereda označava odstupanje od ravnoteže.

Pojam entropije ima fundamentalno značenje za upravljanje, jer on predstavlja prirodnu težnju svakog sustava da degradira ono što je organizirano i uništi ono što ima smisao. Potpuna dezorganiziranost nekog sustava je ujedno i njegov nestanak. Prema tome bit upravljanja sastoji se u borbi protiv entropije.

Nasuprot entropiji je negentropija ili negativna entropija koja predstavlja mjeru reda, dakle organiziranosti. Na primjer: organizam se brani od snižavanja stupnja

svoje organiziranosti time što neprekidno crpi iz svoje okoline hranu, zrak i toplinu, tj. jednostavno "živi s negativnom entropijom."

Maxwell i Szilard ukazali su na to da se smanjivanje entropije postiže ne samo uzimanjem iz okoline hrane, zraka i topline, nego i pomoću informacije [2; 43]. Stoga negativnu entropiju nazivamo i informacijom jer je informacija mjera za organiziranost i red. Nasuprot tome entropija je izraz dezorganiziranosti sustava.

Izračunavanje entropija izaziva mnoge probleme jer nije potpuno razrađena metoda izračunavanja, pogotovo za većinu dinamičkih stohastičkih sustava. No, postoje temeljna načela pomoću kojih se mogu graditi sustavi niže entropije, ili bar spriječiti porast entropije u sustavu.

Na entropiju u sustavu, a onda i u organizaciji kao instituciji utječu: entropija elemenata sustava, broj elemenata, broj veza među elementima, određenost veza, broj veza s okolinom, određenost veza s okolinom, entropija okoline ili višeg sustava. Među tim čimbenicima od najveće su važnosti: određenost veza i broj veza s okolinom [23; 20-23].

Kao najvažniji poremećaji koji se mogu javiti u proizvodnji nekog poduzeća, koji pridonose dezorganizaciji, jesu ovi:

- a) ako radnik zakasni ili uopće ne dođe na posao,
- b) ako se ne poštuje tehnološka disciplina,
- c) ako se pokvari stroj,
- d) čekanje na kontrolu ili na transportno sredstvo.
- e) nestašica alata, mjerila, radne dokumentacije i energije,
- f) nepravilni raspored strojeva i radnika,
- g) tržište (ono ne prihvaća određeni proizvod bilo zbog kvalitete, cijene ili nekog drugog razloga; posljedica toga je nemogućnost osiguranja dijela sredstava za novu proizvodnju; ili, prevelika ponuda određenog proizvoda ima za posljedicu pad cijena, a one pak dovode do lošijeg rezultata),
- h) neispunjenje obveza dobavljača,
- i) neredovito pritjecanje novčanih sredstava od strane kupaca i dr.

Ako se ništa ne poduzme za korigiranje ovih devijacija, one postaju sve veće, rastu i kumuliraju se, povećavaju entropiju. Činjenica da do devijacija dolazi usprkos nastojanjima da do njih ne dođe, ukazuje na to da su devijacije prirodna pojava koja teži dezintegraciji sustava i prekidanju, zaustavljanju njegovog funkcioniranja po određenoj koncepciji. Prema tome, funkcioniranje bez devijacije je neprirrodna pojava. U širem smislu gledano, u jednoj državi uzrok dezorganizacije može biti negativno i destruktivno djelovanje lošeg ekonomskog, političkog i sigurnosnog stanja ili subjektivnih pojava.

"Vanjski utjecaji na dezorganizaciju jesu:

- ◆ prejaka institucionalizacija i prenormiranje,
- ◆ previše dogovora i 'dogovora' na razini politike,
- ◆ razlike i specifičnosti ekonomskog, socijalnog, kulturnog i drugog karaktera,
- ◆ sporo i neučinkovito reagiranje ili neuvažavanje zakonitosti, malverzacije,
- ◆ štrajkovi itd.

Stoga rukovodstvo mora odmah definirati strategiju organizacijskog oporavka ili reorganizaciju, uz prethodno uklanjanje navedenih i drugih uzroka" [9; 9-10].

Kao odgovor na kaos neki autori navode autopoietičnu organizaciju. "**Autopoietička organizacija** (grč. autos = sam, poiein = činiti) definira se kao mreža uzajamno povezanih procesa koji proizvode takve komponente koje svojom interakcijom generiraju istu mrežu procesa koja ih je stvorila. Prema tome, proizvod autopoietičkog sustava jest sam sustav" [19; 103]. Ona polazi od teorije emocija kao temelja samoodgoja od teorije učenja, mišljenja i znanja kao temelja samoobrazovanja i teorije interakcije kao temelja samoorganizacije. Sinteza navedenih pojava i procesa je autopoietična organizacija [11; 341].

Teorija autopoietičkih sustava (Autopoietic Systems), koju neki autori nazivaju i teorijom samotranscendentnih sustava (Self-Transcendence Systems), polazi od procesnog pristupa, a ne od organizacijskih struktura. Prve radove o tome napisali su M. Zeleny i N. P. Pierre [19; 99-100].

Teorija emocija smatra se temeljem samoodgoja. R. Plutchik iz "A. Einstein Colega" u New Yorku smatra se danas jednim od najboljih teoretičara iz domene teorije emocije i autor testa EPI (emotional profile index). Korištenjem kompjuterizirane verzije EPI testa, autora A. Lauca, svaki čovjek može dobiti jednostavnu interpretaciju vlastitih emocija. To mu pomaže da ih bolje upozna, te da u rješavanju problema krene od samog sebe. Spoznavajući svoje pozitivne i negativne osobine svatko može djelovati na osobni razvitak. Upravo "male" emotivne promjene mogu dovesti do velikog pozitivnog ili negativnog pomaka.

U izgradnji autopoietične organizacije značajnu ulogu ima teorija samoobrazovanja. U svijetu postoji izvrsna ponuda znanja. Stoga treba, u maloj zemlji kakva je Hrvatska, organizirati potražnju za znanjem, i to svjetskim, kako bismo što prije naše najbolje mlade umove direktno povezali s najboljim umovima u svijetu, uz što manje posrednika koji bi otežavali komunikaciju [11; 341-342]. U tu svrhu treba obilato koristiti i mrežne informacijske servise [22; 299-306].

Na temelju samoodgoja i samoobrazovanja neophodno je razviti samoorganizaciju. "Sustavi koje susrećemo u prirodi (npr. društveni sustavi, biološki organizmi i sl.) mogu se okarakterizirati kao samoorganizirajući sustavi, kao živi sustavi otvorenog tipa koji uče u interakciji sa svojom okolinom s kojom razmjenjuju materiju, energiju i informacije. Općenitije, to su sustavi koji sami sebe izgrađuju (autopoietički sustavi), a najopćenitije ih možemo nazvati samotranscendirajućim sustavima. Takvi se sustavi više ne moraju proučavati sa stajališta ravnotežnih stanja,

stabilnosti ili strukturalnih skokova u razvoju, nego preko komplementarnosti i interakcije između struktura i procesa koji u njima djeluju" [19 ; 100].

Ideje teorije autopoietskih sustava našle su svoju primjenu u suvremenoj teoriji i praksi upravljanja ljudskim sustavima u gospodarskim i drugim organizacijama Zapadne Europe, SAD i Japana.

4. Zaključak

Teorija kaosa smatra se novom revolucijom u znanosti. Njezin je razvoj omogućila pojava kompjutora. Teorija kaosa teži postepenom prijelazu u univerzalnu teoriju i baš zbog toga joj treba pridati punu pozornost. Otkriveno je da se kaos nalazi svuda oko nas. Kaos je prisutan i u organizacijama.

Otkrićem kaosa mnogi slučajni fenomeni mogu se predviđati točnije nego što se prije mislilo. Podaci koji su se pojavili kao slučajni, a koji su prije mjereni i ostavljeni po strani bez daljnjih istraživanja, danas se mogu objasniti jednostavnim zakonima. Kaos omogućava da pronađemo red u različitim sustavima, kao što su npr. atmosfera, srce ili slavina iz koje kaplje voda. Riječ je o redu u neredu, zbrci ili metežu, treba ga samo otkriti, prepoznati.

Teorija kaosa našla je svoju primjenu u meteorologiji, fizici, kemiji, biologiji, ali i ekonomiji, sociologiji i psihologiji. Logično je da o teoriji kaosa razmislimo i na organizacijskom polju, te je pokušamo primijeniti istražujući dezorganizaciju, kako bismo u njoj našli red, tj. organizaciju.

Kao odgovor na kaos neki autori danas navode autopoietičnu organizaciju.

Literatura:

- [1] Berry, M. V., I. C. Percival, N. O. Weiss: Dynamical Chaos, Princeton University Press, Princeton, 1987.
- [2] Bober, J. : Stroj, čovjek, društvo (Kibernetika), Naprijed, Zagreb, 1970.
- [3] Brajša, P. : Komunikacijski kaos - prepreka ili šansa timske kreativnosti, Infotrend, br. 13/8, str. 37-40, 1993.
- [4] Davis, P. : Kaos i spontana samoorganizacija, Kulture Istoka, br. 27, str. 13-16, siječanj-ožujak 1991.
- [5] Davis, P. : Novi svet složenosti, Galaksija, br. 210, str. 34-36, oktobar 1989.
- [6] Dyson, F. : Characterizing irregularity, Science, str. 12, May, 1978.
- [7] Gleick, J. : CHAOS: Making a New Science, Penguin Books, New York, 1987.
- [8] Gleick, J. : Teorija kaosa, Treći program Hrvatskog radija, br. 34, str. 35-84, 1991.
- [9] Jurina, M., S. Jurković, M. Pušeljić: Elementi organizacije policije, Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Hrvatske, Zagreb, 1995.
- [10] Katičić, N. : Nekoliko riječi o teoriji kaosa, Qvorum, br. 3, str. 90-155, 1991.

- [11] Lauc, A.: Osvrt s putovanja u SAD, Ekonomski vjesnik 2 (6): str. 341-343, 1993.
- [12] Lopac, V. : Do kaosa i natrag, Encyclopedia moderna, br. 1(41), str. 48-57, 1993.
- [13] Lopac, V. : Fizika kaosa - nova revolucija u znanosti (II), Putovanje prema kaosu - od najezde skakavaca do neispravne slavine, Matematičko-fizički list 1/170, str. 1-10, 1992-93.
- [14] Lopac, V. : Fizika kaosa - nova revolucija u znanosti (III), Fraktali - čudesne slike kaosa, Matematičko-fizički list 2/171, str. 66-73, 1992-93.
- [15] Lopac, V. : Fizika kaosa - nova revolucija u znanosti (IV), O njihalu, vrtuljku i biljarima, Matematičko-fizički list, 3-4/172, str. 105-112, 1992-93.
- [16] Masmedijin poslovni riječnik, Masmedia, Zagreb, 1991.
- [17] Paar, V. : Fizika kaosa - nova revolucija u znanosti (I), Matematičko-fizički list, 1-2/168, str. 1-9, 1991-1992.
- [18] Paar, V. : Velika revolucija kaosa, Galaksija, br. 219, str. 30-32, februar 1991.
- [19] Srića, V.: Principi modernog menedžmenta, Zagrebačka poslovna škola, Zagreb, 1992.
- [20] Travica, B. : Kritičnost, fraktali i kaos, Galaksija, br. 226, str. 18-20, februar 1991.
- [21] Wiener, N. : The Human Use of Human Beings, Cybernetics and Society, New York, 1954.
- [22] Žugaj, M., R. Zelenika, S. Vukmirović: Uporaba mrežnih informacijskih servisa u znanstvenoistraživačkom radu, U: Zbornik radova s Drugog međunarodnog znanstvenog skupa "Društvo i tehnologija '95" Opatija, 28.-30. lipnja 1995., str. 299-306.
- [23] Žugaj, M.: Upravljanje ratarskom proizvodnjom kao sustavom, doktorska disertacija, Ekonomski fakultet, Osijek, 1974.

Primljeno: 1996-01-24

Žugaj, M. The theory of chaos and organisation

Summary

Today the theory of chaos is a hit theme in almost all scientific disciplines. Chaos and the theory of chaos are not only a new scientific area but a new way for scientists to see the world around them and an approach to researching into it. The development and the use of computers have made the development of the theory of chaos possible.

In this article the author writes in general about chaos and the theory of chaos, and about the theory of chaos and its application to social phenomena. The theory of chaos and organisation are specifically examined, as well as the chaos of organisation.

This means that organisation is in a state of entropy, which is a measure of the disorganisation of the system.

It is logical that we should consider the theory of chaos in the area of organisation, and that we should try to use it when exploring organisation, with the purpose of finding order or organisation in it.