

# Ian Stewart, Kocka li se Bog?

---

**Kutleša, Stipe**

*Source / Izvornik:* **Prolegomena : Časopis za filozofiju, 2006, 5, 127 - 132**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:261:524791>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-08**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Institute of Philosophy](#)

Ovaj svezak godišnjaka o Heideggeru donosi i nekoliko izvješća o istraživanju njegove filozofije na nekoliko jezičnih područja.

Tako Tracy Colony iz Berlina u svom izvješću "Die deutschsprachige Rezeption von Heideggers Nietzsche-Interpretationen" ("Njemačko-govorna recepcija Heideggerovih interpretacija Nietzschea", str. 339–347) navodi najvažnija istraživanja na njemačkom govornom području; Robert Bernasconi iz Memphisa prilogom "Heideggers Nietzsche wieder in seinen Kontext stellen. Der Beitrag der englischsprachigen Forschung" ("Heideggerova Nietzschea opet staviti u njegov kontekst. Prinos englesko-govornom istraživanju", str. 348–353) izvješćuje o engleskom govornom području; Virgilio Cesarone iz Leccea člankom "Die Hauptzüge der Rezeption von Heideggers Nietzsche-Interpretation in Italien" ("Glavne crte recepcije Heideggerove interpretacije Nietzschea u Italiji", str. 354–362) bavi se talijanskim istraživanjima; Marc de Launay iz Pariza prilogom "Heideggers Nietzsche und seine Rezeption in Frankreich" ("Heideggerov Nietzsche i njegova recepcija u Francuskoj", str. 363–372) izvješćuje o stanju u Francuskoj; Juan L. Vermal iz Palma de Mallorca svojim tekstom "Über die Spanische Rezeption von Heideggers Nietzsche" ("O španjolskoj recepciji Heideggerova Nietzschea", str. 373–380) istražuje domete španjolskog govornog područja u promišljanju Heideggerove interpretacije Nietzschea.

**Ivan Kordić**

Institut za filozofiju  
Ulica grada Vukovara 54, HR-10000 Zagreb  
ivan.kordic1@zg.htnet.hr

---

Ian Stewart, *Kocka li se Bog? Nova matematika kaosa*, prevela Vjera Lopac, Naklada Jesenski i Turk, Zagreb 2003, 480 str.

---

Odmah se na početku može postaviti pitanje: Može li se o kaosu išta smislamo reći? Kaos je nešto što je nepravilno, nepredvidivo, nered, nešto o čemu je teško, ako je uopće moguće, bilo što znati.

Pojam "kaos" nije, međutim, samo izraz za nered ili slučaj nego je to sasvim novi pojam koji, grubo govoreći, u današnjoj znanosti znači da se neki deterministički sustav ponaša na nesređen, prividno kaotičan način. Kaos nije, međutim, nešto egzotično nego je nešto svakodnevno kao što je pravilnost, periodičnost na koju smo se jednostavno navikli. Kaos je nešto novo na što se trebamo naviknuti. Od 1989. govori se i piše o tzv. "teoriji kaosa". Kaos, međutim, nije teorija u strogom znanstvenom smislu. Izraz teorija re-

zerviran je za popularni prikaz o pojavi kaosa. Kaos je samo poveznica koja povezuje tradicionalne grane znanosti; to je ideja koja povezuje red i nered u već postojećim teorijama i znanstvenim područjima. Ali ipak se na neki način tu radi o teoriji koja se naziva teorija dinamičkih sustava, nelinearna dinamika ili teorija nelinearnih sustava. Ta teorija nije nova, ali je novost to što ona, kao koherentan skup matematičkih znanja, možda može postati temelj za nove znanstvene teorije.

Dvije su glavne svrhe Stewartove knjige: da objasni matematički pojam kaosa i da odgovori na pitanje javlja li se kaos u stvarnom svijetu. Uz teoriju kaosa nerazdvojivo je vezana jedna druga teorija koja se pojavila nedavno, poslije teorije kaosa. To je teorija kompleksnosti. Dok teorija kaosa kaže da se jednostavni sustavi mogu ponašati vrlo kompleksno, dotle nam teorija kompleksnosti govori o tome da se u složenim, kompleksnim sustavima može pojaviti jednostavno ponašanje.

Dok čovjek nije poznavao zakone prirode činilo mu se da je sve kaotično te stoga nespoznatljivo. Kada je otkrio da u prirodi postoji mnoštvo pravilnosti te kada je našao zakone tih pravilnih promjena činilo mu se da je sve uređeno poput satnog mehanizma i da ni u čemu nema slučaja. Još kasnije je uvidio da ni ideja satnog mehanizma nije kraj znanosti nego da se kroz kvantnu teoriju dovodi u pitanje deterministički ustroj svijeta. Einsteinov protest Maxu Bornu: "Vi vjerujete da se Bog kocka, a ja vjerujem u potpuni zakon i red" ipak, čini se, nije na mjestu, jer Bog može istodobno i kockati se i stvarati red. Red, naime, može proizvesti kaos. Zato autor zaključuje da nije više pitanje kocka li se Bog nego kako, tj. na koji se način kocka? Za Boga bi se moglo reći da je *deus ludens*.

Red i kaos dva su pola, dvije suprotnosti koje su pokretale ljudsko razmišljanje i djelovanje kroz povijest. Nije zato slučajno da su mitovi raznih naroda puni nereda i reda, kaosa i kozmosa. Oni su imali, pored ostalog, značenje dobra i zla. Red se poistovjećivao s dobrim, a nered sa zlim. Unutarnji poriv svih vremena i svih kultura je traženje reda.

To traženje reda postiže se matematikom kao dosad najuspješnijim sredstvom opisa prirodne zbilje. Otkuda to da je matematika tako uspješan način opisa prirode? Mogući su neki odgovori: (1) matematika je jezik ugrađen u ljudski duh, (2) matematika je instrument naše percepcije, (3) matematika je odraz fizičkog postojanja, (4) matematika je kozmička obmana. Čini se da je prihvatljivo uvjerenje da je priroda matematički građena, što su isticale generacije novovjekovnih filozofa i znanstvenika, a što je svoj najjasniji izraz dobilo u naslovima djela kao što je Newtonovo *Matematička načela prirodne filozofije* (1687). Prirodi su svojstveni zakoni po kojima se ponaša i mi te zakone možemo otkriti. To je optimizam kojeg je prihvatila novovjekovna znanost i filozofija.

Rezultat tog uvjerenja pokazao se opravdanim: pojavila se ideja svemira kao stroja ili satnog mehanizma koji sugerira da se sve može proračunati, predvidjeti, a naposljetku da se priroda može iskoristiti zahvaljujući pozna-

vanju njezinog ponašanja. Zakoni koji to omogućuju su Newtonovi zakoni i svi ostali zakoni iz njih izvedeni. Zakoni su prikazani u matematičkom obliku, kao matematičke jednadžbe koje povezuju veličine, ali i brzine promjene tih veličina. Jednadžbe koje u sebi sadrže promjenu nazivaju se diferencijalnim jednadžbama, a njihova su rješenja jednoznačna ako poznamo položaje i brzine svih komponenata sustava u neko vrijeme. To je osnova jednog svjetonazora ili paradigme nazvane determinizam koji se temelji upravo na zakonima koji vrijede za prirodu. Najpoznatija formulacija toga determinističkog stava je iznesena u *Filozofskom eseju o vjerojatnostima* (1814) P. S. de Laplacea, premda je skoro identičnu formulaciju još prije dao Ruđer Bošković (1758).

Uz uobičajene definicije kaosa nužno je pridodati još jednu koja kaže da je kaos stohastičko (tj. slučajno) ponašanje koje se javlja u determinističkom sustavu. Stvar izgleda protuslovnna, tj. da je slučajno, nezakonito ponašanje određeno determinističkim zakonom. Taj se kaos pokazuje jednostavno kada se na kalkulatoru računaju, tj. ponavljaju iste računske operacije (iteracija). Deterministička jednadžba rezultira ishodom bez pravilnosti. Ponekad nakon nekog broja iteracija iz kaosa opet izranja red. To upućuje na shvaćanje da su red i nered dvije manifestacije determinizma u što vjeruju matematičari danas. No takvo shvaćanje je već davno postojalo u hinduističkoj filozofiji. Kaos je za njih duboka povezanost reda i nereda. Za zapadnjački svjetonazor prirodno je vjerovanje da determinističke jednadžbe uvijek vode pravilnom ponašanju. Ali nije tako. Red i nered uvijek idu skupa i nijedan od njih ne postoji sam za sebe.

Pravilne su se pojave u prirodi uspješno opisivale posebnom vrstom matematičkog alata, tzv. diferencijalnim jednadžbama koje su se počele primjenjivati najprije na mehaniku čvrstih tijela (Euler, D'Alembert, Taylor, Bernoulli, Lagrange), a potom se stvar proširila na fluide (Euler), na širenje topline (Fourier), na teoriju elastičnosti (Laplace, Poisson). Jedno je, međutim, postaviti diferencijalne jednadžbe, a drugo je riješiti ih. Postavljanje jednadžbi jedno je od glavnih dostignuća u znanosti. Ali rješenja svih tih jednadžbi nisu bila moguća. Znanost se sastojala isključivo od onih jednadžbi koje su se mogle riješiti. One druge bile su manje zanimljive. Tako su udžbenici sadržavali kao katalog znanja samo rješive jednadžbe, tako da se malo-pomalo stekao dojam da je to sve što postoji u znanosti. Ali nije tako.

Vjera u deterministički svijet sa strogim kauzalnim zakonima nije bila univerzalno pravilo. Naime, Newtonovi zakoni bili su idealizacija. Već za tri tijela Newtonovi zakoni nisu davali egzaktno rješenje. Sve se u znanosti svodilo na idealizirane slučajeve, a ostale se slučajeve smatralo iznimkama. Problem je jedino što je broj iznimaka prevelik u usporedbi s tzv. čistim, idealnim slučajevima. Trebalo je nešto učiniti s mehanikom, točnije s dinamikom, tj. reformulirati je da bi eventualno mogla obuhvatiti više slučajeva i dati dalekosežnije rezultate. To je i učinjeno tijekom 18. st. Dvije ideje koje je Lagrange upotrijebio u reformulaciji bile su: načelo očuvanja energije i

uvođenje generaliziranih koordinata tako da su jednadžbe bile neovisne o bilo kojem sustavu koordinata. “Koordinate su trik kojim se geometrija pretvara u algebru” (str. 53). Te je ideje nastavio irski matematičar Hamilton koji je stanje dinamičkog sustava opisao općim skupom koordinata položaja i količine gibanja, tj. pomoću tih koordinata određena je jednu veličina nazvana hamiltonijan, a predstavlja ukupnu energiju sustava.

Tako se uspjelo riješiti mnogo slučajeva prirodnih procesa. Štoviše čini se da se mnoge prirodne pojave mogu svesti na relativno mali broj temeljnih zakona koji su iskazani diferencijalnim jednadžbama, a mi te jednadžbe poznajemo. Na temelju tih jednadžbi napravljeni su svi naši tehnički izumi. Tako se deterministička matematička paradigma pokazala vrlo uspješnom. Ali tehnologija nije sve. Ona ne razumije ponašanje svemira. Naime, mi smo tehnologiju načinili tako da se mora ponašati deterministički. Ako nešto ne znamo riješiti onda i ne gradimo strojeve koji ovise o poznavanju takvih odgovora. Ili jednostavno odbacujemo ta rješenja kao nevažna, čak besmislena.

Tzv. klasična fizika je postigla zadivljujuće rezultate u istraživanju prirodnih pojava. Unatoč tome najveći broj pojava prirodnog svijeta ostao je netaknut i znanost na njih nije imala odgovor. Tako su znanstvenici npr. odredili gibanje Jupiterova satelita ali ne i gibanje pahuljice u snježnoj oluji i mnoštvo sličnih stvari. Smatralo se naime da je zbog kompleksnosti nemoguće sve pojave obuhvatiti prirodnom zakonitošću. Tako se problem dvaju tijela lako rješava na načelima Newtonove mehanike. Ali problem triju tijela već postaje problem. A četiri ili mnoštvo tijela? Za Newtonovu mehaniku egzaktno nerješiv problem. A ipak najveći dio realnih stvari i pojava uključuje nužnost uzimanja u obzir mnoštva čestica. Da bi se npr. samo napisala jednadžba gibanja svih čestica koje sadrži samo jedan miligram plina bio bi potreban papir veličine koju zatvara mjesečeva orbita. Je li znanost u takvoj situaciji ostala beznadna da riješi probleme s mnoštvom tijela? Ne. Došlo se do nove metode – teorije vjerojatnosti i statistike koje opisuju prosječno ponašanja sustava s mnoštvom čestica. Dobra slika tog ponašanja je tzv. normalna razdioba ili Gaussova zvonolika krivulja. Tako se dogodilo da su potkraj 19. stoljeća u znanosti postojale dvije, skoro bi se reklo, isključive i posve odvojene metode istraživanja prirodnih procesa: analiza pomoću diferencijalnih jednadžbi koja je omogućavala precizno određivanje evolucije svemira i statistička analiza koja se bavila prosječnim veličinama. Moglo bi se reći da su to bile dvije matematičke ideologije.

No i neke, na prvi pogled jednostavne pojave pokazale su se kao složene i teško egzaktno rješive. Matematika je dobro mogla opisati samo tzv. linearne pojave. Ali većina pojava u prirodi je nelinearna, a takve je procese matematički teže riješiti. Zato se zahtijevalo da se nelinearne pojave lineariziraju da bi bile rješive. Je li to opravdano? Klasična se znanost zapravo isključivo bavila linearnim pojavama jer nelinearne nije znala riješiti. Tako je prevladala linearnost i pomalo se steklo uvjerenje da ništa drugo što nije

linearno i ne postoji ili da nije važno. Upravo je u tome bila pogreška. Premda su linearne teorije u mnogim područjima korisne i djelotvorne u većini slučajeva ipak nisu kao npr. u nebeskoj mehanici. Tako je već Poincaré, istražujući stabilnost Sunčeva sustava, tako reći nabasao na kaos. Ali je trebalo preko pola stoljeća da stvar postane jasnija.

Jedna od ideja koja je osvijetlila problem kaosa bio je neuspjeli pokušaj predviđanja vremena pomoću numeričkog procesa (L. F. Richardson, 1922), ali je kompjutersko predviđanje vremena postalo ostvarivo pojavom računskih strojeva ENIAC (1950) i MANIAC (1953). Ni daljnji pokušaji kompjutorskog predviđanja nisu bili uspješni. Tako je npr. veliki neuspjeh kompjutora bio da predvidi uragan u Velikoj Britaniji (1987). Već i prije toga je E. Lorenz uočio da nije u pitanju kompjutor koji računa nego se jednadžbe koje opisuju neki proces (npr. Lorenzove jednadžbe za konvekcije u atmosferi) ne ponašaju kao jednadžbe klasične znanosti. Lorenz je otkrio ono što će kasnije postati poznato kao "učinak leptira", tj. da mala odstupanja u početnim podacima mogu izazvati velike promjene u rezultatu što nije bilo za očekivati. Naime jedan od osnovnih principa svakog znanstvenog istraživanja bio je da mali uzroci izazivaju male učinke, a veliki velike. Time se dolazi do situacije da se ponašanje sustava ne može načelno predvidjeti što je posve suprotno starom Laplaceovom determinističkom stajalištu. Nije, međutim, nepredvidivost i hirovitost jedino obilježje kaosa. Kaos pokazuje elemente stabilnosti (tzv. atraktori) tako da je "kaos čudna i prekrasna kombinacija stabilnosti i nepredvidljivosti" (str. 163).

Drugi važan izvor teorije kaosa je tzv. populacijska jednadžba. Pokazuje se da se usred kaosa pojavljuje red te da se dolazi do ideje samosličnosti, a to znači da je svaki sitniji dio neke strukture samo kopija cjeline.

Za opis pojava koje pokazuju kaotična svojstva nisu pogodna klasična matematička sredstva. Opis i analiza pravilnosti nepravilnih, kaotičnih zbivanja zahtijevala je novu matematiku. Matematičar B. Mandelbrot je nove geometrijske oblike nazvao fraktalima. U čemu se ti novi matematički objekti razlikuju od starih? U tome što npr. klasični matematički objekti mijenjaju svoj oblik kada ih povećavamo (tako bi npr. kružnica koju bi povećavali do beskonačnosti prešla bi u pravac), dok fraktali ostaju isti. Pokazalo se da su fraktali moćno sredstvo za opis sustava koji pokazuju svojstva kaotičnosti. S druge strane se također uvidjelo da je najveći dio procesa kaotičan. Ali to ne znači da je kaos isto što i slučajnost. Kaos je nekada predvidiv.

Potpuna nepredvidljivost i nesigurnost povezuje kaos s kvantnom teorijom čemu Stewart posvećuje posebno poglavlje. Treba istaknuti da te dvije stvari nisu isto. Kao što u području mikrosvijeta kvantna teorija dolazi do načelne nemogućnosti predviđanja (Heisenbergove relacije neodređenosti) tako i u području makrosvijeta postoji neodređenost koju opisuje teorija kaosa. Kaos dakle proizlazi iz klasične znanosti. U nastojanju da ga se poveže s kvantnom teorijom došlo se do ideje da bi se kvantna teorija možda mogla zamijeniti s kaotičnom dinamikom sa skrivenim varijablama.

Knjiga Iana Stewarta sadrži mnoštvo primjera i detalja koji su možda suvišni za onoga tko nije upućen u konkretne znanstvene probleme, ali svakako na pristupačan i zanimljiv način pojašnjava samu bit stvari i pokazuje da kaos nije vezan samo za tzv. složene sustave, kompleksne strukture nego da se i jednostavni sustavi mogu ponašati po zakonima koji djeluju nasumično. Zato je knjiga dobrodošla svakome tko se želi uputiti u jedno od najzanimljivijih dostignuća suvremene znanosti, njezinih filozofskih implikacija kao i dodirnih točaka između znanosti i religije.

**Stipe Kutleša**

Institut za filozofiju  
Ulica grada Vukovara 54, HR-10000 Zagreb  
kutlesas@yahoo.com

---

David Hume, *Ekonomске rasprave*, prijevod i predgovor Zvonimir Baletić, Politička kultura, Zagreb 2004, 152 str.

---

David Hume u svojoj autobiografiji djelo *Political Discourses* (1752) navodi kao jedino svoje djelo koje je odmah pri prvom objavljivanju doživjelo uspjeh. Nakon neuspjeha svoga kapitalnog djela *A Treatise of Human Nature* (1739–40), Hume kroz mnoga svoja djela pokušava osnovne teze svoje filozofije iznijeti u obliku koji bi bio nešto lakše prihvatljiv čitatelju onog vremena. *Ekonomске rasprave* (kako glasi naslov hrvatskog izdanja Humeovih spisa ekonomske tematike), još za njegova života doživjele su nekoliko izdanja. Iako primarno posvećene ekonomskoj problematici, ipak sadrže neke od osnovnih smjernica Humeove filozofije. No o tome nešto kasnije. Za početak nekoliko riječi o samoj knjizi.

Prijevod je rađen prema izdanju *Writings on Economics* (London 1955), koje je priredio Eugene Rotwein. Tekst koji je korišten u tom izdanju je tekst izdanja iz 1777. Baletić nam uz tekst donosi i bilješke u kojima Rotwein ukazuje na razlike među pojedinim izdanjima Humeovih spisa, te popis izdanja obuhvaćenih usporedbom. No hrvatsko izdanje doživjelo je stanovite promjene u odnosu na izdanje iz 1955. Tako je izostavljen ogleđ “Of the Populousness of Ancient Nations” (“O veličini populacija antičkih naroda”), predgovor je napisao sam Baletić, a u *Dodatku* je priređena nekolicina pisama iz Humeove bogate korespondencije. Tako možemo pročitati relevantne izvratke iz pisama koja je Hume uputio Montesquieuu, Oswaldu, Lordu Kamesu, Turgotu, Morrelletu, te izvadak iz pisma koje je uputio Adamu Smithu neposredno nakon objavljivanja njegova djela *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (1776). Također možemo pročitati i pisma