

Complex Evolutionary Dynamics in Urban-Regional and Ecologic-Economic Systems: From Catastrophe to Chaos and Beyond

PRIKAZ KNJIGE

John Barkley Rosser, Jr.
Berlin: Springer, 2011, VII + 320 str.

John Barkley Rosser profesor je ekonomije na Sveučilištu James Madison, Harrisonburg, Virginia. Njegovi primarni interesi uključuju urbanu i regionalnu ekonomiku, makroekonomiju, poslovne financije, a već 35 godina bavi se i istraživanjem klimatskih promjena.

Zanimljivo je kratko navesti povijest nastanka ove knjige. Nastajala je vrlo dugo i prvobitno je bila zamišljena kao drugi dio ponovljenog izdanja njegove vrlo utjecajne knjige iz 1991. godine *From Catastrophe to Chaos*¹. Kako je u međuvremenu došlo do prave eksplozije radova u čijem su se središtu našli nelinearni procesi i diskontinuitet u ekonomskim sustavima, autor je odustao od sveobuhvatnog prikaza područja te se usredotočio na odnos urbanog i ruralnog, te ekonomije i ekologije. Više nego dobro opravdanje za promjenu fokusa istraživanja autor je imao i zbog činjenice da je tijekom prošlog desetljeća po prvi put najveći dio stanovništva počeo živjeti u gradovima, a u isto se vrijeme bilježi i rast prosječne globalne temperature.

¹ Tu je knjigu prije nego što ju je 1991. godine objavio Kluwer odbilo trinaest nakladnika. Drugo, nepromijenjeno izdanje objavljeno je 2001. godine i smatra se referentnom literaturom za istraživanje i primjenu nelinearne dinamike u području ekonomije. Pored ove, Rosser je autor (urednik) niza utjecajnih knjiga: *From Catastrophe to Chaos: A General Theory of Economic Discontinuities* (1991), *Comparative Economics in a Transforming World Economy* (1996), *Complexity in Economics* (2004a), *The Changing Face of Economics* (2004b), *Handbook of Complexity Research* (2009) i *European Economics at a Crossroads* (2010). Nadalje, osnivač je Društva za nelinearnu ekonomsku dinamiku i suosnivač Američkog društva za ekološku ekonomiku, te dugogodišnji urednik časopisa *Journal of Economic Behavior and Organization*.

U oba ova procesa uključena je nelinearna kompleksna dinamika. U skladu s promijenjenom strukturom promijenjen je i naslov knjige.

Ova knjiga nudi nam drugačiju perspektivu na ekonomiju i ekonomsku analizu, posebno za domaćeg čitatelja. Ekonomska teorija sve do sedamdesetih godina 20. stoljeća počivala je na pretpostavci da su ekonomski procesi u osnovi linearni. Nova saznanja tijekom godina promijenila su takvo viđenje i sve je veći broj istraživanja koja uzimaju u obzir nelinearne procese i primjenjuju uvide iz teorije kaosa, sinergetike² (*synergetics*) i fraktalne geometrije. Takvi pristupi koji prožimaju različite znanstvene discipline predstavljaju pravu intelektualnu revoluciju. Ova knjiga daje pregled tih pristupa u različitim ekonomskim disciplinama i traži odgovor na pitanje zašto je nelinearnost toliko bitno svojstvo prirodnih i društvenih sustava. Kako je većina sustava u stvarnom svijetu nelinearna, klasične metode linearne analize ne mogu biti primjerene.

Korisno je na početku dati nekoliko osnovnih i općenitih napomena o teoriji kaosa³. Teorija determinističkog kaosa pojavljuje se krajem 20. stoljeća. Tek od tada znanstvenici su se počeli baviti zakonitostima nepravilnih pojava i primjenjivati ih na meteorološke i klimatske pojave, ekonomske procese i sl. Teorija kaosa je posebna disciplina koja se razvija unutar područja nelinearne dinamike. Proizlazi iz matematičkog proučavanja nelinearne dinamike, koje započinje Poincaréovim radom⁴, nastavlja se otkrićem Feigenbaumovih brojeva⁵ (1978), proširuje se Lorenzovim⁶ jednadžbama (1984), a konačnu znanstvenu verifikaciju i matematičku operacionalizaciju dobiva razradom Lyapunovih eksponenata⁷.

² Znanstvena grana interdisciplinarnog karaktera, a osnovni joj je cilj proučavati tzv. kooperativne pojave u vrlo različitim sustavima.

³ Ovaj se odjeljak temelji na Halmi (2001) koji je razmatrao primjenu kaosa i nelinearne dinamike u društvenim znanostima.

⁴ Jules Henri Poincaré (1854.-1912.) francuski je matematičar i teorijski fizičar. Istraživao je diferencijalne jednadžbe, a značajan je njegov doprinos na području topologije.

⁵ Rezultat su rada američkog fizičara Mitchella Jaya Feigenbauma.

⁶ Lorenz je 1961. primijetio da su dinamički sustavi sastavljeni od previše međusobno povezanih varijabli ili međudjelujućih elemenata koji su krajnje osjetljivi na inicijalne uvjete. Složeni dinamički sustavi određeni su svojim uzrocima i kad bismo znali sve uzroke mogli bismo predvidjeti njihovu budućnost. No, utjecaji na takav sustav su zapravo beskonačni. Takvi su sustavi toliko osjetljivi da na njih može utjecati i nešto beznačajno. Tu izrazitu ovisnost o početnim uvjetima istraživači su nazvali «učinkom leptira».

⁷ Opisuje stupanj divergencije ili konvergencije dviju trajektorija (Halmi, 2001: 135).

Kaos je pojam koji se koristi u opisivanju prividno kompleksnoga ponašanja sustava za koje pretpostavljamo da su jednostavni, a ključni pojam za razumijevanje novih trendova u znanosti je pojam nelinearnosti. Hilborn (1994) smatra da su «nelinearni sustavi takvi sustavi čije su vremenske evolucijske jednadžbe nelinearne, što znači da se dinamičke varijable koje opisuju osnovne osobine takvoga sustava (poziciju, akceleraciju i sl.) pojavljuju u jednadžbama koje imaju nelinearni oblik» (Halmi, 2001: 138). U nelinearnim sustavima i neznatne promjene parametara rezultiraju iznenadnim i dramatičnim promjenama i u kvalitativnom i u kvantitativnom smislu. Ključni alat za kvantifikaciju kaotičnog ponašanja je pojam vremenskih serija ili nizova podataka određenoga sustava. Pored matematičkog kvantifikatora u opisivanju kaosa koristi se i geometrijski koji ističe geometrijsku prirodu trajektorija u faznom prostoru. Unutar geometrijskoga pristupa javlja se koncept fraktala, a područje istraživanja ovog tipa naziva se fraktalnom geometrijom.

U području društvenih znanosti teorija determinističkog kaosa počela se najprije primjenjivati u politologiji za ispitivanje javnoga mnijenja u tijeku predizbornih kampanja, da bi se kasnije proširila na ekonomiju i financije, te sociologiju.

Knjiga sadrži jedanaest poglavlja, dodatak i pojmovnik.

Za Rossera, upravo je grad tvorevina koja najviše odražava napetosti između kontinuiteta i diskontinuiteta. Stoga u prvom poglavlju, pod naslovom «Discontinuous Evolution of Urban Historical Forms», Rosser analizira povijest i uzroke nastanka gradova, a potom i aglomeracija. Temeljito propitkuje faktore koji utječu na iznenadni rast gradova. Pritom razmatra važnost trgovine, uspoređuje «otvorene» i «zatvorene» gradove⁸, a posebnu je pažnju posvetio analizi veza između nestabilnosti i aglomeracija. Rosser čitatelja strpljivo vodi kroz povijest primjene tehnika diskontinuiteta, od Amsona (1974; 1975) koji je prvi započeo s formalnom primjenom tehnika diskontinuiteta u analizi urbane ekonomike, preko pripadnika

⁸ Kriterij za podjelu gradova na otvorene i zatvorene je razina komunikacije i interakcije s okruženjem (Braudel, 1973).

tzv. bruxelleske škole, do modela Papageorgioua i Smitha (1983). Nakon iscrpnog prikaza različitih modela jedino preostaje zaključiti da je nastanak gradova u povijesti rezultat interakcija između demografskih trendova, trgovine, tehnoloških promjena i interurbanih logističkih mreža.

U drugom poglavlju, «The New Economic Geography Approach and Other Views», autor razmatra nastanak nove discipline, problematizira njenu ulogu u razumijevanju urbane i regionalne ekonomike, te otkriva osobne stavove o ulozi Krugmana u kreiranju te nove discipline. Nova ekonomska geografija⁹ se najkraće može opisati citirajući definicije Paula Krugmana i Masahise Fujite. Krugman za novu ekonomsku geografiju navodi: «Nova ekonomska geografija (...) bi se najbolje mogla opisati kao žanr: stil ekonomske analize koji pokušava objasniti prostornu strukturu ekonomije služeći se određenim tehničkim trikovima kako bi se stvorili modeli u kojima su prisutni rastući prinosi i tržišta obilježena monopolističkom konkurencijom» (Krugman, 1998: 164). Kao što ističu brojni autori, nova ekonomska geografija se pri tome razlikuje od dotadašnjeg pristupa ekonomskoj geografiji po naglasku na strogo formaliziranom, modelskom pristupu. Rosser iscrpno prikazuje povijest nove ekonomske geografije. Njegova analiza seže od ranih radova Krugmana (1991) do radova Behrensa (2004), te radova pripadnika evolucijske ekonomske geografije (Boschma, 2004). Autor podsjeća da se osnovne postavke nove ekonomske geografije mogu naći već u radovima Marshalla (1920) koji piše o razlozima pojave rastućih prinosa kod prostorne koncentracije proizvodnih resursa, zatim kod teorije središnje lokacije Christallera (1966) i Löschja (1954) koja je usmjerena na međusobni odnos transportnih troškova i ekonomije razmjera. Autor odgovara i na pitanje zašto je glavna struja ekonomske misli dugo zanemarivala područje ekonomske geografije i pretpostavlja da su uzrok poteškoće s njenim formaliziranjem kroz ekonomske modele. Naime, modeliranje rastućih prinosa bilo je zahtjevno i složeno brojnim generacijama ekonomista. Napredak u modeliranju ekonomskih modela omogućio je prevladavanje dotadašnjih problema s rastućim prinosisima. Zbog razvijenog modelskog formaliziranja osnovnih ideja, koje novu ekonomsku geografiju razlikuju

⁹ Za iscrpan pregled literature o novoj ekonomskoj geografiji vidjeti Fujita i Thisse (2002).

od nekih prijašnjih teorija regionalnog rasta¹⁰, neki autori novu ekonomsku geografiju proglašavaju prvim uspješnim pokušajem da se na formalizirani, modelski način objasni zašto slične regije nisu ostvarile isti stupanj gospodarskog razvitka (Behrens i Thisse, 2007). Autor ističe da urbani razvoj u konačnici ovisi o učincima na strani potražnje, a ne na strani ponude. Gradovi ne nastaju zbog proizvodnih eksternalija nego zbog činjenice da potrošači prednost daju raznolikim proizvodima, a veća se diverzifikacija proizvoda pojavljuje u velikim gradovima. Stoga gradovi ne nastaju zbog proizvodnih prednosti nego zbog «čari svjetala velegrada» (Rosser, 2011: 24). Na kraju ovog poglavlja Rosser suprotstavlja Martinovu (1999) kritiku nove ekonomske geografije zbog nedostatka empirijskih analiza i Nearyjev odgovor (2001) da bi pretjerano inzistiranje na analizama slučajeva stvorilo privid da se disciplina nove ekonomske geografije ne temelji na teoriji.

U trećem poglavlju, koje nosi naslov «Discontinuities in Intraurban Systems», Rosser razmatra ulogu prijevoza i trgovine na malo u stvaranju diskontinuiteta unutar gradova, a isto pitanje razmatra i s ekološkog stajališta. Najraniji modeli diskontinuiteta u intraurbanim sustavima, a koji su se temeljili na teoriji katastrofe (Amson, 1974; 1975), naglašavali su konflikt između centripetalnih (u Amsonovom modelu to je raznoliko obilje koje nudi grad) i centrifugalnih sila (u Amsonovom modelu predstavljene rentom) što je slično konfliktima između aglomeracije (centripetalna sila) i deaglomeracije (centrifugalna sila) u stvaranju gradova u modelu Papageorgioua i Smitha iz 1983. te Isardovom modelu iz 1977. Autor nadalje pažnju posvećuje modelima tzv. bruxelleske i leedske škole¹¹. U ovom poglavlju Rosser posebno propitkuje ključne razlike između urbanih i intraurbanih sustava. U intraurbanim sustavima, diskontinuiteti u namjeni i korištenju zemljišta dramatičniji su, a podjela na zone različitih namjena oštra je i sveprisutna. U gradovima se stanovništvo grupira s obzirom na razinu dohotka, etničku pripadnost i sl., što je značajno za vođenje urbane politike. Dendrinos i Mullanly (1985) zaključuju da kod intraurbanih sustava

¹⁰ Ovaj se odjeljak djelomično oslanja na Puljiz (2009) koji daje vrlo detaljan pregled teorijskog okvira regionalnog rasta u domaćoj literaturi.

¹¹ Sveučilište u Leedsu središte je istraživanja diskontinuiteta u intraurbanim sustavima. Vodeći istraživač bio je Alan G. Wilson koji je naglašavao ulogu nelinearnosti i interakcija povezanih s prijevozom. Modeli leedske škole obuhvaćaju i regionalne i urbane modele.

postoji veća tendencija za cikličku, pa čak i kaotičnu dinamiku nego kod cijelih gradova i regija: «Što bliže gledamo intraurbane strukture vjerojatnije je da ćemo uočiti da su to nestabilni sustavi» (Dendrinis i Mullally, 1985: 117).

Analizirajući diskontinuitete u intraurbanim sustavima iz ekološke perspektive Rosser polazi od radova Dendrinis i Mullally (1981), Haag i Weidlich (1983) i Dendrinis i Haag (1984) koji su uglavnom primjenjivali sustav jednadžbi Lotka-Volterra, koji je poznat i kao sustav jednadžbi «predator-plijen»¹². Dendrinis i Mullally (1985) koriste analogiju jednadžbi Lotka-Volterra za formuliranje interakcija između središta gradova (predator) i predgrađa (plijen), odnosno stare povijesne zone stanovanja (predator) i *slumova* (plijen).

Četvrto poglavlje, «Morphogenesis of Regional Systems», Rosser započinje prikazom klasičnog von Thünenovog, Christallerovog i Löschovog modela. Kao što i sam autor ističe, interakcija urbanih i regionalnih sustava zanima istraživače već duži niz godina. Osim što pokazuju nelinearne veze između ekonomske aktivnosti, infrastrukture i stanovništva, regionalni sustavi su općenito višesektorski, a da bi mogli funkcionirati potrebna je određena veličina populacije. To je osnova za određivanje hijerarhije gradova u klasičnom Christaller-Löschovom smislu. Kako bi se u potpunosti razumio razvoj regionalnih sustava važno je prepoznati razlike između različitih vremenskih horizonata (različitog trajanja ekonomskih aktivnosti ili procesa) kao i između različitih hijerarhijskih razina. Brojni su istraživači koji su analizirali stabilnosti u razvoju gradova. Wegener, Gnad i Vannahme (1986) pokazali su da spore promjene u logističkim mrežama uzrokuju iznenadne promjene u obrascima regionalne trgovine i odnosima između gradova. No, autor pritom upozorava na dvije značajne stvari: prva se odnosi na viđenje svijeta kao u osnovi stabilnog (teorija katastrofe), a druga na viđenje svijeta kao u osnovi nestabilnog sustava (stajalište teorije kaosa). Sintezu reda i kaosa u vremenu i prostoru (u regionalnim sustavima) dao

¹² To su nelinearne diferencijalne jednadžbe prvoga reda koje se često koriste za opisivanje dinamike bioloških sustava u kojima djeluju dvije vrste: jedan predator i jedan plijen. Mijenjanjem određenih parametara i početnih uvjeta dolazimo do različitih odnosa između populacija predatora i plijena.

je Mandelbrot (1983) fraktalnom geometrijom. Fraktalna geometrija nudi metodu za rješavanje problema skale i povezivanja procesa koji se odvijaju na različitim skalama. Metoda se pokazala vrlo korisnom pri razmatranju rasta gradova. Dendrinos i Mullally (1985) pokazuju da jedinice s manjom populacijom pokazuju veće sklonosti kaotičnom ponašanju od jedinica s većom populacijom.

U petom poglavlju, pod naslovom «Complex Dynamics in Spatial Systems», autor razmatra niz zanimljivih, ali vrlo zahtjevnih tema. Analizira kompleksnost u društveno-ekonomskim i prostornim sustavima, upoznaje nas sa Schellingovim modelom, Zipfovom zakonom i urbanom hijerarhijom.

Dinamička kompleksnost dio je šire metakompleksnosti koja obuhvaća mnoge definicije kompleksnosti. Autor polazi od Lloydovog popisa 45 definicija (Horgan, 1997) i najprimjerenijima smatra opisne definicije. Dinamička kompleksnost sastoji se od četiri kategorije: *sinergetike*, katastrofe, kaosa i interaktivne heterogene *agent-based* kompleksnosti¹³. Arthur, Durlauf i Lane (1997: 3-4) identificirali su značajke te vrste kompleksnosti: disperzirana interakcija, nepostojanje globalnog nadzora, *cross-cutting* hijerarhijska organizacija, kontinuirana adaptacija, neprekidna novost, dinamika izvan ravnoteže (*out-of-equilibrium dynamics*). Prema Rosseru za dinamičku je kompleksnost ključna lokalna priroda disperziranih interakcija. Ta vrsta kompleksnosti vidljiva je naročito u prostornim sustavima i to poglavito u urbanim i regionalnim sustavima. Prvu primjenu imala je u modelu Thomasa Schellinga (1969; 1971a; 1971b; 1978) koji je analizirao tržište stanova u američkim gradovima. Njegovo istraživanje otkrilo je visoku razinu grupiranja stanovništva s obzirom na etničku pripadnost.

Rosser razmatra i dva osnovna zakona kojima se može objasniti veličina gradova. To je Zipfov zakon koji se koristi zakonom potencije¹⁴ i pravilo

¹³ Ovu vrstu kompleksnosti Rosser naziva *small-tent kompleksnošću*. Nasuprot njoj *big-tent kompleksnost* je *opća dinamička kompleksnost*.

¹⁴ U osnovi to je *Pareto zakon* koji govori o tzv. *20:80 omjeru*, ali se primjenjuje na *diskretne serije*.

reda veličine. Pravilo reda veličine polazi od pretpostavke da između centara i funkcionalnog značenja postoji uzročna veza, pa se funkcionalna hijerarhija može utvrditi analizom slijeda veličine¹⁵.

Šesto poglavlje, «Perspectives on Economic and Ecologic Evolution», sadrži povijesni pregled i porijeklo teorija ekonomske i ekološke evolucije, razmatra dijalektičke teškoće vezane uz te dvije discipline, suprotstavlja koncepte evolucije i ravnoteže, cikluse i kaos, te kontinuirane i diskontinuirane teorije evolucije. Autor čitatelja sustavno vodi kroz povijest ekonomske misli od Malthusa, Marxa i Engelsa, a razmatra i Darwinov utjecaj na razvoj ekonomije. Brojni su autori¹⁶ koji su u Malthusovim radovima prepoznali teoriju determinističkog kaosa u makrodinamici. Malthusova doktrina utjecala je i na Darwinovu teoriju prirodnog izbora. Tvorac standardnog neoklasičnog modela parcijalne ravnoteže, Alfred Marshall, bio je najveći Darwinov zagovornik među ekonomistima. Razvoj tržišnih struktura objašnjavao je prigrlivši Darwinovu tezu «borbe za opstanak». I dok su neki koncepti nastali u području ekonomije, a potom su preneseni u područje ekologije, koncept ciklusa izvorno je nastao u području ekologije. Već spomenutom nelinearnom modelu predator-plijen (Lotka-Volterra) trebalo je skoro pedeset godina da ga ekonomisti prepoznaju i prigrlje.

I dok se u šestom poglavlju Rosser prvenstveno bavi usporedbama kontinuiranog i diskontinuiranog, u sedmom poglavlju pod nazivom «Evolution and Complexity» iscrpnije analizira odnos evolucije i kompleksnosti. Ponovno se vraća na propitkivanje Darwinovog utjecaja u radovima ekonomista tijekom vremena. Između ostalog problematizira Darwinov utjecaj na radove Carla Mengera i Thorsteina Veblena. Poglavlje završava razmatranjem stalne i još uvijek neriješene kontroverze unutar evolucijske teorije između složene samoorganizacije i prirodnog izbora.

¹⁵ Izražava se izrazom $S_n = S_1/r^n$, gdje je S_n broj stanovnika grada n , S_1 je broj stanovnika najvećeg grada, a r^n je redni broj grada u nizu. Prema tom pravilu neki bi grad u sistemu gradova poredanih po veličini trebao imati toliko stanovnika koliko ima najveći grad podijeljen s rednim brojem toga grada u redu veličine.

¹⁶ Primjerice Day (1983).

U osmom poglavlju naslovljenom «Ecosystems and Economics» autor analizira odnos ekoloških sustava i ekonomije, te поближе razmatra kako su radovi i istraživanja na području ekologije utjecali na istraživanja u ekonomiji. Pritom primjenjuje različite modele, primjerice modele koji obuhvaćaju samo jednu vrstu, potom poznate modele s dvije vrste (predator-plijen) te odnose koji se javljaju između vrsta poput simbioze ili konkurencije. Još od pedesetih godina 20. stoljeća brojni su istraživači analizirali odnos između stabilnosti i kompleksnosti sustava. I dok su sva ranija istraživanja upućivala na pozitivnu vezu između kompleksnosti i stabilnosti (MacArthur, 1955¹⁷; Elton, 1958¹⁸), sedamdesetih godina dolazi do oštih napada na postavku koja izjednačuje kompleksnost i stabilnost i to najviše iz redova matematičara. May (1974; 1976) i May i Oster (1976) pokazuju da općenito veća kompleksnost smanjuje stabilnost, no ta složenost ima neke druge prednosti (raznolikija prirodna osnova). Rosser nam nudi i objašnjenja autora koji smatraju da je veza između kompleksnosti i stabilnosti drugog smjera, odnosno da stabilnost omogućava kompleksnost i raznolikost¹⁹. Riječima Svirezheva i Logofeta (1983: 312): «Unutar matematičkih modela nema koristi tražiti jedinstven odnos između kompleksnosti i stabilnosti i to ovisi od slučaja do slučaja te je određeno specifičnostima struktura koje se razmatraju, kao i specifičnih značajki matematičkih formulacija». Kako bi dao što potpuniju sliku i okvir za razmišljanje autor analizira i zanimljive uvide Hollinga (1973) o negativnom odnosu između stabilnosti i elastičnosti (*resilience*) sustava. Rosser predlaže promatranje tog odnosa kao konflikta između lokalne i globalne stabilnosti; veća lokalna stabilnost može postojati u nekim slučajevima na račun manje globalne stabilnosti ili elastičnosti²⁰. Holling (1992) je tu ideju proširio i razmatrao mijenjanje ekosustava tijekom vremena i na različitim prostorima i u različitim

¹⁷ Matematički je izrazio odnos između broja veza u prehrambenom lancu i stupnjeva stabilnosti.

¹⁸ Primjenjujući MacArthurove uvide kao primjere izrazite nestabilnosti navodi ekstremnu ranjivost jednostavnih otočnih ekosustava, a kao primjere izrazite stabilnosti navodi složeni ekosustav tropskih kišnih šuma.

¹⁹ To je značajno i u razmatranju utjecaja ljudskih intervencija u prirodne ekosustave (hoće li intervencije doprinijeti većoj stabilnosti, pa i učinkovitosti ili će rezultirati urušavanjem prirodnih ekosustava).

²⁰ Kao ilustraciju navodi primjer palme i hrasta – palma nije lokalno stabilna jer se povija pod vjetrom, za razliku od hrasta, no u slučaju jakog vjetrova elastičnost palme omogućava da preživi, dok hrast puca. Tu analogiju prenosi i u područje ekonomije gdje uspoređuje sustav tržišnog kapitalizma (globalna stabilnost) i planskih gospodarstava (lokalna stabilnost).

hijerarhijskim sustavima. Holling i Gunderson (2002) opisali su stiliziranu sliku prijelaza tipičnog ekosustava kroz četiri osnovne funkcije tijekom vremena: reorganizacija, eksploatacija, očuvanje, opuštanje (*release*). Upravo je ova posljednja faza, faza niske elastičnosti, prepoznata kao značajna za dugoročnu održivost sustava.

U ovom se poglavlju autor bavi i analizom tzv. otvorenih sustava. Razmatra mogućnosti gospodarenja ribljim i šumskim fondom, a kao poseban problem analizira polagano smanjenje populacije u takvim sustavima do njihovog potpunog nestanka. Poglavlje završava problematiziranjem uloge diskontne stope. Niža diskontna stopa upućuje na veću brigu za budućnost i za dugoročno očuvanje vrsta. Raspravu o diskontnoj stopi znatno komplicira činjenica da je ona mjera vremenskih preferencija i oportunitetnog troška, te da se uz nju vežu ekološki i ekonomski učinci, ali i visoka razina neizvjesnosti.

Deveto poglavlje, «Complex Ecologic-Economic Dynamics», sadržajno je teško odvojiti od prethodnog. Autor ovdje produbljuje analizu ribljeg i šumskog fonda, gdje posebno razmatra slučajeve privatnih i javnih šuma. Istraživački zadatak postaje još složeniji kada se u analizu uključi i pitanje biološke raznolikosti, te posebnih vidova turizma koji se zasnivaju na biološkoj raznolikosti. Posebnu pažnju Rosser posvećuje analizi ekološko-ekonomskih modela hidroloških ekosustava, prvenstveno jezerima koja su osjetljiva na unos fosfata iz poljoprivrede te imaju visoku opterećenost hranjivim tvarima.

U desetom poglavlju, koje nosi naslov «The Limits to Growth and Global Catastrophe Revisited», Rosser analizira osnovne značajke neomaltuzijanskih modela kolapsa, obnovljive izvore u odnosu na neobnovljive, traži načine upravljanja potencijalnim katastrofama, a zakon entropije sagledava iz različitih perspektiva. U svojim radovima Georgescu-Roegen (1971) zaključuje da je drugi zakon termodinamike, poznat kao zakon entropije, prava osnova za ekonomsku analizu oskudnih resursa i stoga konačna granica rasta. Neoklasično stajalište koje u oskudnosti resursa vidi izvor vrijednosti upućuje i na moguću ulogu entropije u određivanju

vrijednosti. Ta ideja ima svoju dugu povijest iako su je uglavnom promicali neekonomisti. Posljednji odjeljak ovog poglavlja bavi se viđenjem stabilne ekonomije. Za Rimski klub to je bila kombinacija nultog rasta stanovništva i nultog ekonomskog rasta. Ta je ideja bila privlačna mnogima (Boulding, 1966; Daly, 1977) no još uvijek nema jasnog odgovora je li nulti rast odgovarajuće rješenje. Zanimljiva je autorova teza o ulozi ekonomske evolucije u ukupnoj evoluciji unutar biosfere. Rosser zaključuje: «Kako su se tijekom kriza pojavile ekonomske preobrazbe, možemo očekivati da će ekološka kriza dovesti do preobrazbe našeg odnosa s prirodom» (Rosser, 2011: 195).

U posljednjem poglavlju, «How Nonlinear Dynamics Complicate the Issue of Global Warming», Rosser daje pregled istraživanja klimatskih promjena²¹ i globalnog zagrijavanja od ranih sedamdesetih godina 20. stoljeća, te razmatra prirodu kombiniranih globalnih klimatsko-ekonomskih sustava. Autor navodi i analizira mnoštvo radova koji pokazuju da se nalazimo u razdoblju globalnog zatopljenja i to uglavnom zbog ljudske aktivnosti. Uz to razmatra i radove «skeptika» koji smatraju da je globalno zagrijavanje neizbježno zbog prirodnih uzroka te da su naše mogućnosti za zaustavljanje tih procesa vrlo ograničene (Singer i Avary, 2007). U ovom trenutku svijet je zaokupljen troškovima klimatskih promjena. Rosser smatra prihvatljivima prijedloge Lomborgovih istraživanja (2001; 2004) da bi politike trebale biti prvenstveno usmjerene na ublažavanje negativnih učinaka tih promjena, a manje na mjere koje djeluju na smanjivanje emisija.

Kako bi se razmotrili mogući učinci globalnog zagrijavanja koriste se integrirani modeli procjene (*integrated assessment models* – IAMs). Autor proučava ulogu dvije velike grupe modela: DICE-RICE modela²² (Nordhaus-Yang modela iz 1994. i 1996.) i PAGE modela. Rosser naglašava da iako su ovo vrlo složeni modeli, nije sasvim jasno uklapaju li se u definiciju «kompleksnosti», jer je većina veza unutar tih modela linearna i njihova je

²¹ Još od Lorenzovog modela iz 1963. vjeruje se da je globalna klima u određenoj mjeri kaotičan sustav. Čak i da to nije sama po sebi, interakcija s ekonomskim sustavom dovela bi do kaotične dinamike u klimatsko-ekonomskom sustavu na globalnoj razini.

²² Dynamic Integrated Model of Climate and Energy i Regional Integrated Model of Climate and Energy.

ekonomska strana tradicionalno neoklasična. DICE-RICE model ponekad se koristi kao «alibi» za primjenu nedovoljno učinkovitih politika djelovanja na globalno zatopljenje²³. Glavna konkurencija DICE-RICE modelu je PAGE model (Hope, 2006) na kojem se temelji i *Sternov izvještaj* (Stern, 2006). Svi integrirani modeli procjene pokazuju da će najveće štete iskusiti siromašne zemlje u blizini ekvatora, dok Kanada i Skandinavija u ovoj igri mogu proći i kao dobitnici. Najugroženije su male i niske otočne države. Autor ponovno i u slučaju globalnog zatopljenja raspravlja o pitanju izbora diskontne stope. Troškovi se pojavljuju u bližoj budućnosti, a neto koristi dalje u budućnosti kao kod konvencionalnog investicijskog projekta. Što je diskontna stopa koja se u analizi primjenjuje niža, to je veće opravdanje za hitno i trenutno djelovanje. S obzirom na dugi vremenski horizont (u modelima barem 300 godina) odnos troška i koristi još je osjetljiviji na izbor diskontne stope. Nordhaus (2007) i Weitzman (2007; 2009) najveće su kritike Sternovom izvještaju uputili upravo zbog izbora niske diskontne stope.

Prema Rosseru, većina ekonomista danas bolje razumije nelinearnu kompleksnu dinamiku pa knjiga sadrži i Dodatak od pedesetak stranica s metodama i matematičkim alatima.

Velika je vrijednost ove knjige iscrpan prikaz i analiza literature o teorijama katastrofe i kaosa. Bibliografija s više od 1200 referenci detaljan je prikaz izvora s područja ekonomije, ali i drugih znanosti poput ekologije, povijesti, matematike i biologije i sve to autor povezuje u uvjerljivu i intelektualno zahtjevnju priču. Strpljiv čitatelj koji raspolaže matematičkim znanjima i alatima bit će nagrađen novim uvidima o primjeni nelinearne dinamike u ekonomiji.

Prikaz modela od neoklasičnih pa do postmodernih evolucijskih neutralan je i nepristran. Tu se doprinos ovog djela, među knjigama koje se bave tom temom, doista može smatrati jedinstvenim. Knjiga je namijenjena prvenstveno onima koji žele učiti o našem, u osnovi, diskontinuiranom svijetu. Možda je preoptimistično očekivati da će se Rosserova knjiga naći na listi najčitanijih knjiga s područja društvenih znanosti u Hrvatskoj. U

²³ Nordhaus se godinama prepoznaje kao zagovornik relativno niskog poreza na CO₂.

domaćoj znanstvenoj literaturi tek je nekoliko radova²⁴ koji se bave primjenom kaosa i nelinearne dinamike u društvenim znanostima. Kako se uglavnom radi o preglednim radovima bez empirijskog istraživanja, analiza raspodjele dohotka u Hrvatskoj u svjetlu zakona statističke fizike u Biljaković, Nestić i Podobnik (2003) izuzetno je vrijedan iskorak na tom području i potiče na daljnja interdisciplinarna istraživanja ekonomskih pojava i procesa.

Literatura

Amson, John C., 1974, "Equilibrium and Catastrophic Models of Urban Growth" u Eric L. Cripps, ured., *London Papers in Regional Science 4: Space-Time Concepts in Urban and Regional Models*, str. 108-128, London: Pion.

Amson, John C., 1975, "Catastrophe Theory: A Contribution to the Study of Urban Systems?", *Environment and Planning B*, 2(2), str. 177-221.

Arthur, W. Brian, Steven N. Durlauf i David A. Lane, 1997, "Introduction" u W. Brian Arthur, Steven N. Durlauf i David A. Lane, ured., *The Economy as an Evolving Complex System II*, str. 1-14, Reading, MA: Addison-Wesley.

Behrens, Kristian, 2004, "Agglomeration without trade: how non-traded goods shape the space-economy", *Journal of Urban Economics*, 55(1), str. 63-92.

Behrens, Kristian i Jacques-François Thisse, 2007, "Regional economics: a new economic geography perspective", *Regional Science and Urban Economics*, 37(4), str. 457-465.

Biljaković, Katica, 1998, "100 godina fizike u financijama i ekonomiji", *Računovodstvo i financije*, 0(7), str. 99-103.

²⁴ Vidjeti Biljaković (1998), Halmi (2001; 2003; 2006), Žugaj (1996), Kolaković i Vrankić (2004).

Biljaković, Katica, Danijel Nestić i Boris Podobnik, 2003, "Raspodjela dohotka u Hrvatskoj u svjetlu zakona statističke fizike", *Financijska teorija i praksa*, 27(2), str. 213-222.

Boschma, Ron, 2004, "Competitiveness of Regions from an Evolutionary Perspective", *Regional Studies*, 38(9), str. 1001-1014.

Boulding, Kenneth E., 1966, "The Economics of the Coming Spaceship Earth" u Henry Jarrett, ured., *Environmental Quality in a Growing Economy*, str. 3-14, Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

Braudel, Fernand, 1973, *Capitalism and Material Life 1400-1800*, New York, NY: Harper and Row.

Christaller, Walter, 1966, *Central Places in Southern Germany*, prijevod Carlisle W. Baskin, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Daly, Herman E., 1977, *Steady-State Economics*, San Francisco, CA: W.H. Freeman.

Day, Richard H., 1983, "The Emergence of Chaos from Classical Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 98(2), str. 201-213.

Dendrinos, Dimitrios S. i Günter Haag, 1984, "Toward a Stochastic Dynamical Theory of Location: Empirical Evidence", *Geographical Analysis*, 16(4), str. 287-300.

Dendrinos, Dimitrios S. i Henry Mullally, 1981, "Evolutionary Patterns of Urban Populations", *Geographical Analysis*, 13(4), str. 328-344.

Dendrinos, Dimitrios S. i Henry Mullally, 1985, *Urban Evolution: Studies in the Mathematical Ecology of Cities*, Oxford: Oxford University Press.

Elton, Charles S., 1958, *The Ecology of Invasions by Plants and Animals*, London: Methuen.

Feigenbaum, Mitchell J., 1978, "Quantitative Universality for a Class of Non-Linear Transformations", *Journal of Statistical Physics*, 19(1), str. 25-52.

Hope, Chris, 2006, "The Marginal Impact of CO₂ from PAGE2002: An Integrated Assessment Model Incorporating the IPCC's Five Reasons for Concern", *Integrated Assessment Journal*, 6(1), str. 19-56.

Horgan, John, 1997, *The End of Science: Facing the Limits of Knowledge in the Twilight of the Scientific Age*, New York, NY: Broadway Books.

Isard, Walter, 1977, "Strategic Elements of a Theory of Major Structural Change", *Papers of the Regional Science Association*, 38(1), str. 1-14.

Kolaković, Marko i Ilko Vrankić, 2004, "Teorija kaosa", *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu*, 2(1), str. 85-96, Zagreb: Ekonomski fakultet.

Krugman, Paul R., 1991, "Increasing Returns and Economic Geography", *Journal of Political Economy*, 99(3), str. 483-499.

Krugman, Paul R., 1998, "What's new about the new economic geography?", *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2), str. 7-17.

Lomborg, Bjørn, 2001, *The Skeptical Environmentalist*, Cambridge: Cambridge University Press.

Lomborg, Bjørn, ured., 2004, *Global Crises, Global Solutions*, Cambridge: Cambridge University Press.

Lorenz, Edward N., 1963, "Deterministic nonperiodic flow", *Journal of Atmospheric Sciences*, 20(2), str. 130-141.

Lorenz, Edward N., 1984, "The Local Structure of a Chaotic Attractor in Four Dimensions", *Physica*, 13(1), str. 90-104.

Lösch, August, 1954, *The Economics of Location*, prijevod William H. Woglom i Wolfgang F. Stolper, New Haven, CT: Yale University Press.

MacArthur, Robert H., 1955, "Fluctuations of Animal Populations, and Measure of Community Stability", *Ecology*, 36(3), str. 533-536.

Mandelbrot, Benoit B., 1983, *The Fractal Geometry of Nature*, New York, NY: W.H. Freeman.



- Marshall, Alfred, 1920, *Principles of Economics*, London: Macmillan.
- Martin, Ron, 1999, "The New 'Geographical Turn' in Economics: Some Critical Reflections", *Cambridge Journal of Economics*, 23(1), str. 65-91.
- May, Robert M., 1974, "Biological Populations with Non-Overlapping Generations: Stable Points, Stable Cycles, and Chaos", *Science*, 186(4164), studeni, str. 645-647.
- May, Robert M., 1976, "Simple Mathematical Models with Very Complicated Dynamics", *Nature*, 0(261), lipanj, str. 459-467.
- May, Robert M. i George F. Oster, 1976, "Bifurcating and Dynamic Complexity in Simple Ecological Models", *American Naturalist*, 110(974), str. 573-599.
- Neary, J. Peter, 2001, "Of Hype and Hyperbolas: Introducing the New Economic Geography", *Journal of Economic Literature*, 39(2), str. 536-561.
- Nordhaus, William D., 1994, *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Nordhaus, William D., 2007, "A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change", *Journal of Economic Literature*, 45(3), str. 686-702.
- Nordhaus, William D. i Zili Yang, 1996, "A Regional Dynamic General-Equilibrium Model of Alternative Climate-Change Strategies", *American Economic Review*, 86(4), str. 741-765.
- Papageorgiou, Yorgos Yanni i Terence R. Smith, 1983, "Agglomeration as Local Instability of Spatially Uniform Steady-States", *Econometrica*, 51(4), str. 1109-1119.
- Puljiz, Jakša, 2009, "Čimbenici regionalnog razvoja i regionalnih nejednakosti u Republici Hrvatskoj", doktorska disertacija, Split: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Splitu.

Rosser, John Barkley, 1991, *From Catastrophe to Chaos: A General Theory of Economic Discontinuities*, Boston, MA/Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Rosser, John Barkley, 1996, *Comparative Economics in a Transforming World Economy*, Chicago, IL: Richard D. Irwin, Inc.

Rosser, John Barkley, 2004a, *Complexity in Economics*, Aldergate: Edward Elgar Publishing.

Rosser, John Barkley, ured., 2004b, *The Changing Face of Economics: Conversations with Cutting Edge Economists*, Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.

Rosser, John Barkley, ured., 2009, *Handbook of Complexity Research*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

Rosser, John Barkley, 2010, *European Economics at a Crossroads*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

Rosser, John Barkley, 2011, *Complex Evolutionary Dynamics in Urban-Regional and Ecologic-Economic Systems: From Catastrophe to Chaos and Beyond*, Berlin: Springer.

Schelling, Thomas C., 1969, "Models of Segregation", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 59(2), str. 488-493.

Schelling, Thomas C., 1971a, "Dynamic Models of Segregation", *Journal of Mathematical Sociology*, 1(2), str. 143-186.

Schelling, Thomas C., 1971b, "On the Ecology of Micromotives", *The Public Interest*, 0(25), jesen, str. 61-98.

Schelling, Thomas C., 1978, *Micromotives and Macrobehavior*, New York, NY: W.W. Norton.

Singer, S. Fred i Dennis Avery, 2007, *Unstoppable Global Warming: Every 1500 Years*, New York, NY: Rowman & Littlefield.



