

PRIRODNE NAUKE U FUNKCIJI EKONOMIJE

NATURAL SCIENCES AS A FUNCTION OF ECONOMY

Hrustem Smailhodžić, Salim Ibrahimefendić, Amra Tuzović
Univerzitet u Travniku, Fakultet za tehničke studije, Travnik

SAŽETAK

Ekonomija kao naučna disciplina proučava osnovna pravila ponašanja učesnika i zakonitosti u ekonomskim aktivnostima. Prirodne nauke isto tako proučavaju vezu i zakonitosti u sistemima kao elementima-učesnicima, posebno STATISTIČKA FIZIKA.

Bez obzira koliko je matematika zastupljena u ekonomiji, kao i statistika, trenutno se ne može pronaći najbolji model koji će se primijeniti za predviđanje kretanja berzanskih indeksa, naprimjer. Fizičari su krenuli također da rješavaju probleme u ekonomiji i počeli da se bave ekonomijom; ekonofizikom. Ekonofizika je nikla kao interdisciplinarno naučno polje. U njoj se primjenjuju teorije i metode iz fizike radi rješavanja problema u ekonomiji. Nikla je negdje 1990. godine od strane nekoliko fizičara, koji su se bavili statističkom mehanikom. Oni su pokušali da se dotaknu problema u ekonomiji, posebno na finansijskom tržištu.

Nezadovoljni dostignućima u ekonomiji pokušali su da primjene metode iz fizike, prvo kako bi došli do podataka, a zatim i objasnili preciznije ekonomske fenomene. Fizika pokušava da konstruiše sliku o kretanju cjelokupne prirode, tj. da pronađe mehanizam po kome priroda funkcioniše. Rad ima za cilj da osvijetli mogućnosti primjene metoda iz fizike radi rješavanja problema ekonomije.

Ključne riječi: ekonofizika, statistička fizika, berza, ekonomija, ansambl čestica

Keywords: econophysics, statistical physics, stock market, economy, ensemble of particles.

ABSTRACT

Economy as a scientific discipline studied the basic rules and principles in the economic activities. Natural sciences also have studied the relation and legalities in systems as elements-participants, particularly statistical physics.

Regardless of how mathematics is represented in the economy, as well as statistics, currently you can not find the best model to be applied to predict the movement of stock market index, for example. Because of these disadvantages physicists have started to solve the problems in the economy and begin to deal with econophysics.

Econophysics was created as interdisciplinary scientific field in which theories and methods of physics were applied in order to solve the problems in the economy. The discipline of econophysics was created in 1990 by several physicists who have studied statistical mechanics. They tried to touch on problems in the economy, especially in financial market. Dissatisfied with developments in the economy they have tried to apply the physics methods, first to reach data, and then to explain precisely economic phenomena.

Physicists tried to construct a picture of the movement of the whole nature, to find a mechanism by which nature is functioning.

The workaimsto reveal thepossibilities of applying physics methods to solvethe economy problems.

UVOD

Spoznaja pojavnog svijeta i procesa u njemu intriga je za svako ljudsko biće. Kvaliteti koji se zapažaju u pojavnom svijetu svode se na masu, kao mjeru inercije i izvor gravitacionog polja, bolje rečeno, uticaja iskazanog privlačenjem. Drugi kvalitet elektricitet, kao tovar masi uzrokuje drugi vid djelovanja, električno polje, koje se iskazuje privlačenjem i odbijanjem zbog pojave polariteta u ovom kvalitetu. Još jedan kvalitet je zapažen koji definiše živo: duša, ruh, duh i vezana je za živo.

Veza pomenutih kvaliteta ukazuje na analogiju i daje interdisciplinarnost prirodnih nauka i socioloških ponašanja.

Sistem čestica-ANSAMBL je predmet izučavanja statičke fizike zasnovane na vjerovatnosti događanja. Primjena statističke fizike na jednu česticu neće dati uhvatljivost ponašanja u mikrosvijetu. No, ponašanje ansambla-sistema čestica uspješno opisuje statistička fizika na makro planu.

Anlogno, ponašanje čovjeka je nepredvidivo, a ponašnje društva sastavljenog od individua može se pretpostaviti sa određenom vjerovatnošću.

Ova analogija je rezultirala interdisciplinarnoj naučnoj oblasti EKONOFIZICI.

Ekonofizičari uzimaju činjenicu da ljudi i razmjena novca i dobara funkcioniraju unutar zakona fizike.

FIZIKALNE METODE I MOGUĆNOSTI PRIMJENA U EKONOMIJI

Poznavanje fundamentalnih zakona fizike nam neće omogućiti da razumijemo zašto cijene dionica rastu ili padaju, kao primjer ekonomske problematike. Isto tako fundamentalni zakoni fizike sami po sebi

neće omogućiti da izračunamo pritisak gasa u posudi, ali statističkom fizikom, statističkim metodama to možemo učiniti.

Također nije moguće egzaktno izračunati HAMILTONIJAN za mnoštvo sistem-ansambl interreagujućih čestica, koje je prisutno gravitacionim djelovanjem zbog kvaliteta mase, odnosno električnim poljima uzrokovanim elektricitetom kao tovarom na masi.

Potrebno je, dakle, tražiti pravilnost i zakonitost ponašanja u statističkom kontekstu, tj.ne možemo ništa sa sigurnošću reći o jednoj čestici, ali ako imamo puno takvih čestica možemo uvidjeti neke statističke pravilnosti u njihovim svojstvima.

Ekonomija se sastoji od ljudi, i dobara koje ljudi percipiraju ekonomski vrijednim. Pojedinci su nepredvidljivi, kao i pojedine čestice-molekule u gasu, jer na njihovo ponašanje utječe veliki broj vanjskih i unutrašnjih faktora. Da li je moguće da to što je broj ljudi koji sudjeluju u razmjeni novaca i dobara jako velik, omogućava da uvidimo neke statističke pravilnosti u cjelokupnoj ekonomiji?

Ekonofizičari smatraju da jest!

BROWN-ovo KRETANJE OSNOVA STATISTIČKOG PRISTUPA U MNOŠTVU

Brown-ovo kretanje kao otkriće vezano je za botaničara Roberta Browna. Naime, 1827.godine Brown je mikroskopom proučavao male čestice peludi i uočio da se upčena šestica peluda kreće nasumično, kao da je gotovo "živa". Egzaktno teorijsko objašnjenje ovoga fenomena dao je Albert Einstein 1905. godine. Čestice peludi kreću se pod utjecajem sudara s manjim molekulama vode (kao vidljiva lopta među nevidljivim fudbalerima). Na česticu peludi iz svih smjerova nalijeću manje molekule vode koje se ne vide ni pod mikroskopom i sudaraju se sa česticama peluda koje su vidljive pod mikroskopom, pri tome joj predaju svoj impuls. Kada u nekom

trenutku nakon takvog sudara čestica primi količinu kretanja i dobije novo usmjerenje pomijerajući se u tom smjeru, sve dok na nju ne naleti neka druga molekula vode i preda joj svoju količinu kretanja sudarom. Makroskopska slika mikro procesa je nasumična putanja čestice peluda, najčešće cik-cak. U stvarnosti, zbog ogromnog broja molekula vode koje međudjeluju međusobno a i s česticom peludi, te zbog nepoznatih početnih uslova, ovakav sistem je nemoguće opisati preko klasičnih jednačina kretanja, tj. nemoguće je sa sigurnošću reći koliko i u kojem smjeru će se čestica pomaknuti u nekom trenutku. Pomak u bilo kojem smjeru jednako je vjerovatan. Zato koristimo oruđa statističke fizike za proučavanje ovakvog sistema. Upravo zbog velikog broja molekula vode koje nam sačinjavaju sistem umjesto da promatramo mikroskopski utjecaj na česticu peludi svake od molekula vode možemo gledati njihov "ukupni" makroskopski utjecaj nakon nekog vremena. Ponavljanjem takvog eksperimenta više puta s istim početnim uslovima (koliko ih možemo kontrolisati, npr. stavimo česticu peludi istih fizikalnih vrijednosti na isto mjesto) dobivamo različite vrijednosti za ukupni makroskopski pomak čestice peludi nakon određenog vremena. Time dobivamo empirijsku raspodjelu vjerovatnosti ukupnog pomaka čestice peludi i zato, umjesto da gledamo koliko tačno će se čestica peludi pomaknuti u datom trenutku, možemo gledati vjerovatnost da se čestica pomakne za određenu vrijednost u datom trenutku.

Promotrimo medij koji sadrži velik broj čestica, koje ćemo zvati Brown-ovim česticama i koje se kreću Brown-ovim kretanjem u jednoj dimenziji. Njihova gustoća je data sa $n(x; t)$. Brown-ovo kretanje, tokom vremena čini broj ponavljanja-gustoću uniformnom. Ovo nas uvodi u očekivane vjerovatnoće određenog procesa definisanog jednačinom kontinuiteta.

Smatra li se tok kao posljedica, pogonska sila razlika koncentracija (brojnosti po jedinici dužine), a protivljenje procesu obezbjeđuje uniformnost, pa jednačina kontinuiteta predstavlja opštu zakonitost. Posljedica je toliko veća što je uzrok procesu veći, a toliko manja što je protivljenje procesu veće: protok topline, difuzioni tok, jačina električne struje i sl.

UPOREDBA FIZIČKIH I EKONOMSKIH SISTEMA I PROCESA

Elementi teorije stohastičkih procesa susreću se u okviru istraživačke fizike u statističkoj fizici, najčešće kao premostnica od analize mikroskopskih pojava do formulacije makroskopskih veličina koje opisuju termodinamičke sisteme. Tipičan i možda najelegantarniji primjer je Einstein-ov izvod koeficijenta difuzije iz analize Brown-ovog kretanja. Primjena statistike u ekonomiji (pogotovo kvantitativnim finansijama) je ustanovljena praksa. Nemoguće je negirati utjecaj fizike na razvoj statistike i samim time ekonomije kao znanosti (Brown-ovo gibanje je očiti primjer).

Ekonomfiziku kao interdisciplinarno područje je teško definirati. Većina autora definira to područje kao primjenu fizikalne teorije i fizikalnog načina razmišljanja za analizu ekonomije. Upitno je da li fizika ima išta za reći o ekonomiji. Ljudi i razmjena novaca i dobara, dakako, funkcioniraju unutar zakona fizike, ali poznavanje fundamentalnih fizikalnih zakona nam neće omogućiti da razumijemo zašto cijene dionica rastu ili padaju. Fundamentalni zakoni fizike, sami po sebi, nam neće omogućiti da izračunamo pritisak gasa-plina u posudi, ali statističkom fizikom to možemo učiniti. Također, kako smo već spomenuli nije moguće egzaktno izračunati Hamiltonijan za mnoštvo interagirajućih čestica, nego nam je potrebno tražiti pravilnosti zakonitosti u statističkom kontekstu, tj. ne možemo ništa sa sigurnošću reći o jednoj čestici, ali ako

imamo jako puno takvih čestica možemo uvidjeti neke statističke pravilnosti u njihovim svojstvima. Ekonomija se sastoji od ljudi, i dobara koja ti ljudi percipiraju ekonomski vrijednima. Pojedinci su nepredvidljivi, kao i pojedina čestica u gasu, jer na njihova ponašanja utječe veliki broj vanjskih i unutrašnjih faktora. Da li je moguće da to što je broj ljudi koji sudjeluju u razmjeni novaca i dobara jako velik omogućava da uvidimo neke statističke pravilnosti u cjelokupnoj ekonomiji?

Ekonofizičari smatraju da jest! Kao što postoje određene mikroskopske pravilnosti u dinimici čestica gasa-plina, tako, kao što ekonofizičari tvrde, možda postoje neke mikroskopske pravilnosti u ponašanju ljudi. Na primjer, pretpostavka da će se svaki agent na berzi ponašati u skladu sa željom da maksimizira svoj profit, razumna je pretpostavka. Ovim se implicitno nameće da su fizikalne teorije koje se koriste u ekonofizici prvenstveno temeljene na statističkoj fizici.

Ljudi nisu čestice i njihovo ponašanje je nemoguće modelirati, ali možda upravo to neznanje o ponašanju pojedinih ljudi nam omogućava da možemo nešto tvrditi o ponašanju ukupne ekonomije, na sličan način kao što nam neznanje o putanjama čestica zagrijanog gasa u kutiji u faznom prostoru (sve tačke faznog prostora su podjednako vjerovatne) omogućava formalizam kanonskog ansambla. Ove argumente dodatno osnažuju empirijski podaci uzeti iz ekonomije.

Primjerice, prinosi burzovnih indeksa slijede raspodjelu jako sličnu Gauss-ovoj raspodjeli, raspodjela bogatstva u stanovništvu slijedi određenu raspodjelu u obliku potencijskog zakona (engl. "power law"), itd. [1, 3]

Zanima li nas najjednostavniji opis dinamike cijena dionica (odnosno tržišne kapitalizacije)neke tvrtke? Rast i padanje dionica nekog ekonomskog objekta je čisto stohastičan po prirodi na sličan način kako je fizikalno Brown-ovo kretanje stohastičko

(ne možemosavršeno znati sve jednačine kretanja zbog kompleksnosti sistema-ansambla).

Histogram prinosa cijena dionica velikog broja ekonomskih subjekata-tvrtki, kao i histogram samih cijena nakon što se regresijom dobiveni eksponencijalni trend ukloni, uistinu izgleda kao Gauss-ova raspodjela, koja odražava brzine kretanja čestica u određenom termodinamičkom stanju mikrosvijeta-raspodjela brzine kretanja čestica, i u ekonomiji postoje određeni ekstremni doprinosi (kada cijena previše naraste ili previše padne u odnosu na varijansu procesa).

Također postoji pozitivna korelacija između kvadrata prinosa u uzastopnim minutama, satima pa čak i danima. Ova činjenica je odraz toga što u vremenima ekonomske nesigurnosti volatilitnost raste, tj. trgovci su skloni iz vlastitih razloga precijenjivati ili podcijenjivati cijene dionica određenih tvrtki-preduzeća.

Glavna poenta je ta da možemo smisliti različite stohastičke procese koje opisuju dinamiku cijena dionica, a geometrijsko Brown-ovo gibanje je u upotrebi, jer je najjednostavnije i poznato.

Postoji tzv. "hipoteza o efikasnosti tržišta", koja se često osporava. Ona tvrdi da je nemoguće na modernim finansijskim tržištima ostvariti veći profit od bezrizične kamatne stope bez preuzimanja rizika (arbitraže). Da je moguće nekom strategijom ostvariti taj profit praktički trenutno bi dovoljan broj investitora saznao za nju i iskorištavanjem te strategije uništili priliku za arbitražu. Ovu hipotezu podupire nepostojanje korelacija između cijena dionica i prinosa dionica. Ovo je slično nepostojanju korelacija između pomaka fizikalnog Brown-ovog kretanja. Ta hipoteza sigurno ne vrijedi za jako kratke vremenske intervale. Postoje mnogi fondovi koji se bave tzv. "highfrequencytrading". Oni računalnim algoritmima ostvaruju

profit uzimajući kratke i duge pozicije na nivou milisekunda.

EKONOFIZIKA IZMEĐU FIZIKE I EKONOMIJE

Od samog začetka ekonofizika nije imala srećan status u društvu fizičara i ekonomista. Nijedni je nisu priznavali za relevantnu oblast, smatrajući je više kvazi-naukom ili hobijem. Bilo je uobičajeno da, nakon nekog izlaganja o primjeni fizike u društvenim naukama, „tradicionalni“ fizičar kaže kako iako sve to lijepo zvuči – to nije „prava“ fizika. Taj stav se uveliko promijenio, te više nije rijetko videti članak koji tretira ponašanje bakterija, skakavaca ili semafora kao dinamičke fazne prelaze iz „prave“ fizike.

Međutim i danas odnos između ekonofizičara i ekonomista je pomalo hladan. Usljed toga komunikacija među ovim grupama naučnika je otežana, čak je prestižni naučni časopis „Nature“ 2006. godine ukazao na loše posljedice ovakvog nezdravog odnosa.

Razlozi za ovakvo stanje su mnogobrojni. Postoji u nekoliko opravdano mišljenje među ekonomistima da ekonofizičari sa nipodaštavanjem gledaju na ono što su ekonomisti postigli do tada (ali i obratno). Pored toga, ekonofizičari su u početku težili da se mahom koncentrišu na proučavanje ponašanja tržišta, dok su ekonomisti imali znatno širu oblast djelovanja. Usljed toga među ekonomistima ekonofizičarima nikad nije dat status „pravih“ naučnika. Naravno, u posljednje vrijeme ekonofizika je proširila polje istraživanja i počela da formuliše neke opšte principe. Time ekonofizika poprima odlike uređene naučne discipline, što joj za uzvrat povećava kredibilitet i među ekonomistima.

Interesantno je da je takav maćehinski odnos ekonomije i fizike prema ekonofiziци doprinio okretanju ekonofizičara ka matematici. To je posebno vidljivo u stručnim časopisima gde se mnogi radovi ekonofizičara, zbog kompleksnosti

matematike na kojoj se zasnivaju, objavljuju u matematički orijentisanim stručnim časopisima. Opet, ubrzan rast popularnosti ove oblasti među mladim fizičarima uslovio je porast članaka u prestižnim fizičkim časopisima (poput Physical Review E, Physica A, Nature, itd.)

GDJE SE TRENUTNO NALAZI EKOFIZIKA

Popularnost ekonofizike raste iz godine u godinu, prije svega zbog finansijske isplativosti, ali sve više i zbog intelektualnog izazova koji pruža. Ostvaren je određeni broj važnih empirijskih doprinosa našem shvatanju društva i svijeta finansija. Mnogi uvaženi autori u fizici (poput Džima Simonsa, osnivača „Renaissance Technologies Corporation“ i, mada matematičara, jednog od gurua današnje ekonofizike) se okreću istraživanjima vezanim za ovu oblast, osnivaju veoma uspješne finansijske firme i time dalje privlače nove generacije mladih fizičara.

U početku su to bili mahom mladi doktoranti teorijske fizike (posebno nuklearni fizičari i oni koji su se bavili višestičnim sistemima), ali poslednjih godina trend zapošljavanja fizičara u finansijski orijentisanim firmama doveo je do formiranja specijalizovanih programa na postdiplomskim studijama na nekoliko prestižnih svjetskih univerziteta. Tako npr. Univerzitet u Hjustonuu nudi poseban doktorski program iz ekonofizike. Za očekivati je da se ovakvi programi vremenom ustale kao standardni dijelovi ponude svakog ozbiljnog dokorskog programa na fizičkim fakultetima širom svijeta. Do tada će vjerovatno ekonofizika i zauzeti odgovarajuće mjesto u akademskom svijetu.

ZAKLJUČAK

Ekonofizika je nikla kao interdisciplinarno naučno polje. U njoj se primjenjuju teorije i metode iz fizike radi rješavanja problema u ekonomiji.

Fizika pokušava da konstruiše sliku o kretanju cjelokupne prirode, tj. da pronade mehanizam po kome priroda funkcioniše.

Trend zapošljavanja fizičara u finansijski orijentisanim firmama doveo je do formiranja specijalizovanih programa na postdiplomskim studijama na nekoliko prestižnih svjetskih univerziteta

Za očekivati je da se programi ekonofizike vremenom ustale kao standardni dijelovi ponude svakog ozbiljnog doktorskog programa.

LITERATURA

Internet link

- [1] J. Barkley Rosser Jr., „The Nature and Future of Econophysics“
- [2] Joseph McCauley, “Response to Worrying Trends in Econophysics”
- [3] Joshua Roebke, “Putting His Money Where His Math Is”, Seed Magazine, Septembar 2007.
- [4] M. Gallegati, S. Keen, T. Lux i P. Ormerod, “Worrying trends in econophysics”
- [5] Thomas Lux, „Applications of Statistical Physics in Finance and Economics“
- [6] Barkley J., Econophysics: The New Palgrave Dictionary of Economics, 2nd edition, 2006
- [7] I. Patriarca M. Chakraborti, A. Muni Toke and Abergel F. Econophysics review: II. Agent-based models. Quantitative Finance, 11(7):1013{1041, 2011.
- [8] M. Toda, R. Kubo, N. Saito, and N. Hashitsume. Statistical Physics: Nonequilibrium statistical mechanics. Springer-Verlag, 1992.
- [9] Yuri Y., Econo-physics: A Perspective of Matching Two Sciences, 2007
- [10] Wang Y. and others, Physics of Econo physics, 2008