

Zbornik *Political Faces of Slovenia* mogli bismo nazvati uvodom u sociologiju slovenskog društva. Članci su prepuni zanimljivih podataka iz relevantnih i recentnih istraživanja, pokušaja novih teorijskih i metodologijskih koncepata, te iscrpnih komparacija koje odlično pozicioniraju Sloveniju unutar međunarodnih integracija. Za hrvatskog čitatelja ovo je solidna knjiga, širokoga i poticajnog informiranja o Sloveniji, ali i dobar putokaz političkih, ekonomskih, socijalnih, te znanstvenih mogućnosti koje će se, vrlo vjerojatno, naći pred Hrvatskom. Za svakog čitatelja ovo je knjiga veberijanske klasičnosti, koja u svojim traganjima, analitički iz raznih diskursa govori o jednom društvu u njegovoj transformaciji. Možemo samo zaključiti da ćemo s veseljem očekivat ostala djela iz ove edicije.

**Branko Ančić**  
Zagreb, Hrvatska

*Albert-László Barabási*

## **U mreži: Zašto je sve povezano i kako misliti mrežno u znanosti, poslovanju i svakodnevnom životu**

**Jusenski i Turk, Zagreb 2006., 302 str.**

---

Opsežna i misaono provokativna knjiga Barabásija pruža bogat i čitak izvor nematematičke potrage za primjenom znanosti o mrežama. Profesor fizike i voditelj studija samo-organizirajućih mreža na sveučilištu Notre Dame, SAD, Barabási nam pruža pregled 250 godina duge istraživačke prakse i teorije vrlo širokog spektra, od kvantne fizike, molekularne biologije, digitalne sigurnosti, globalne ekonomije te borbe protiv terorizma. Barabásijevu je istraživanju prethodilo dugo razdoblje inkubacije, tijekom kojega se vjerovalo da je struktura mreža slučajna. Povijest znanosti, koju Barabási izlaže, započinje u osamnaest stoljetnoj Rusiji i preko teorije slučajnih grafova u 1950-im, te studije *malih svjetova* i efekta stvaranja klastera u 1960-im i 1970-im vodi nas do izlaganja doprinosa Paula Erdosa i Alfreda Renyia. U 1780-ima Euler je postavio teoriju mreža koja je u sljedećih dvjestotinjak godina ostala oblikom apstraktne matematike. Po Euleru, mreža se sastoji od čvorišta i poveznica, a matematičar Euler pretpostavio je da su čvorišta jednakomjerno raspoređena. Ukoliko primijenimo nasumičnu distribuciju na društvene mreže,

Copyright © 2006 Institut za društvena istraživanja u Zagrebu - Institute for Social Research of Zagreb. Sva prava pridržana - All rights reserved.

tada bi unutar šest milijardi ljudi (čvorišta) svaki pojedinac trebao imati isti broj poveznica (prijatelja). Erdos i Renyi su dokumentirali efekt stvaranja klastera, koji je prethodno već bio opisan pod različitim imenima i u različitim disciplinama: pojava velikih komponenti (matematika); perkolacija i fazni prijelaz (fizika); stvaranje zajednice (sociologija). Slučajni model uveden od Erdösa i Rényia dugo je vrijedio kao temelj razumijevanja kompleksnih sustava.

U 1960-im i 1970-im eksperimenti znanstvenika Stanleya Milgrama, Marka Granovetera, Duncana J. Watsa i Stevena Strogatza pokazali su da se različitost klaster-skog i efekta *malih svjetova* mogu pronaći i kvantificirati u svim visokopovezanim mrežama, što opet prepoznajemo pod nazivom *teorija slučajnih grafova*. Na tragu toga, Miligram je 1960-ih izveo eksperiment *šest stupnjeva udaljenosti*. Popularno razumijevanje Miligramova eksperimenta glasi da svatko može biti povezan s bilo kime na Zemlji preko šest stupnjeva razdvojenosti. Kasnih 1960-ih Granovetter, sociolog sa Stanforda, izveo je istraživanje načina na koji ljudi pronalaze posao. Dotada se generalno pretpostavljalo da je društvo homogeno. No Granovetter je otkrio da je društvo sačinjeno od grupa ljudi, odnosno klastera, te da su "slabe" veze dvostruko značajnije za uspješan pronalazak posla nego "jake" veze. Granovetterov se nalaz čini protuintuitivnim, no nije najraniji takav u sociološkoj teoriji. Ekonomist Vilfredo Pareto iznio je zapažanja o pravilu koje je postalo poznato kao *pravilo 18/20*, a koji se u matematičkim terminima opisuje kao distribucija *zakona potencije* na grafikon ili histogram vrijednosti u kojoj, primjerice, 20% zemljoposjednika posjeduje 80% zemljišta, 20% radnika izvršava 80% posla, a 20% prodavača proda 80% proizvoda.

Slijedom slučajnog modela uvedenoga od Erdösa i Rényia, internet je prvobitno bio zamišljen kao nasumično distribuiran, s ciljem stvaranja komunikacijskih mreža koje mogu preživjeti napad. No fizičari, sociolozi i ekonomisti počeli su uvidati da svjetske mreže nisu nasumično distribuirane. U 1990-ima fizičari su počeli izučavati *Web* jer je to bio primjer mreže u kojoj sva čvorišta i poveznice mogu biti slijedene. Slijedom toga, kompjutorski su znanstvenici shvatili da *Web* nije nasumično distribuiran. Slučajan je model pokazao neuspjeh u objašnjavanju koncentratora, a Barabási iznalazi da je World Wide Web ustvari *nerazmjerna* mreža koja slijedi distribuciju *zakona potencije*. Stvarne mreže poput interneta te stanične ili društvene mreže, za razliku od slučajnih gdje se poveznice povezuju posve slučajno, posjeduju posebne čvorove, zvane *koncentratori* ili *poveznici* koji su povezani s većinom čvorova u mreži. Ovi su rezultati demonstrirali da najveće mreže ne trebaju mnogo slučajnih veza; već nekoliko dugačkih veza između klastera mogu stvoriti obilježja *maloga svijeta*. Time je utemeljen put za zaključak da slična *nerazmjerna* topologija postoji u generičkim mrežama živih organizama, u društvenim mrežama, u ekonomskim mrežama te mnogim drugima poput baze znanstvene citiranosti, baze holivudskih glumaca, terorističke mreže te širenja virusa.

Barabásijevo otkriće da mreže posjeduju logaritamsku distribuciju u kojoj visokorangirana čvorišta rastu brže, zbog čega mreže doživljavaju preobrazbu otkriva i

zašto mreže (društvene, biološke, kompjuterske, itd.) lako preživljavaju napade. Ukoliko se virus proširi mrežom i uništi, recimo, 10% svih čvorišta, to nije stvaran problem jer 90% čvorišta još uvijek imaju svoje funkcije. Međutim, ukoliko je napad izvršen na 20% ili više čvorišta, preživljavanje mreže dolazi u pitanje, čemu ekvivalent nalazimo i u primjeru distribucije bogatstva, članstva u korporacijskim odborima, prijateljstva, unutarstaničnih molekula proteina, itd.

U istoimenom poglavlju Barabási izučava efekt *bogati postaju bogatiji* u uvjetima u kojima distribucija mreža može voditi do rezultata u kojem "pobjednik" preuzima sve poveznice. U uobičajenoj mreži koja se ravna po pravilu da *bogati postaju bogatiji*, najviše preferirani čvor postaje najveći, no drugi su preferirani čvorovi vrlo blizu, što se naziva i *preferencijskim vezivanjem*. U sustavu *pobjednik uzima sve*, najviše preferirani čvor uzima sve poveznice, oblikujući mrežu u "zvijezdu" ili topologiju *koncentratora*, koja po karakteru nije *nerazmjerna*, već postoji jedan koncentrador i mnoštvo sitnih čvorova, što je nalaz koji ima veliko značenje za proučavanje antitrust-zakona.

U poglavlju *Abilova peta* Barabási upućuje da *nerazmjerna* priroda mreža čini mreže otpornima na slučajne pogreške. *Nerazmjerna* priroda mreže pomaže u biološkim procesima kao što su borba protiv AIDS-a i raka. Eksperimenti na modelu interneta pokazali su da možemo ukloniti čak i do 20% čvorova, no ostali će se držati zajedno dokle god postoji čak i manjina koncentratora. No usprkos tome što *nerazmjerne* mreže imaju veliku sposobnost preživljavanja, one imaju i *Abilovu petu*: ranjive su na slučajne napade što mogu uroditi nestajanjem većine koncentratora. Primjer tome je nestanak struje, napad virusa, teroristički napad, a njihova je značajka da ne moraju nastati instantno, već mogu djelovati neko vrijeme sve dok njihova razornost ne dođe na vidjelo. Poglavljima *Virusi i modni trendovi*, *Buđenje interneta* te *Fragmentirani Web* Barabási dalje razvija teoriju da su topologija i mogućnost kretanja internetom rezultat kolektivne upotrebe jedinstvenih kodova od strane ljudi, te zaključuje da unutrašnja topologija preživljava dokle god ljudi donose vlastite odluke na koje će se poveznice vezati.

Kao što se iznosi u poglavlju *Karta života*, u današnje je vrijeme otkriven genski kod, no živuci su sustavi mnogo više od svojih molekularnih komponenti. Unutar svake stanice postoji metabolička mreža biokemijskih reakcija, čije razumijevanje unaprjeđuje zaustavljanje raka, Parkinsonove bolesti, AIDS-a te drugih bolesti. Barabási ovakve rezultate smatra najznačajnijom posljedicom istraživanja mreža. Razumijevanjem kako mreže funkcioniraju i rastu, možemo razviti strategije kako unaprijediti taj rast, a kompleksnim se mrežama pripisuje uloga središta nove znanstvene revolucije novoga milenija.

U *Ekonomiji mreže* čitamo da je tradicionalna korporativna struktura u obliku drva, prilagođena masovnoj potrošnji, slaboprilagođena brzim inovacijama i tržišnim promjenama. Izazov natjecanja u novim uvjetima doveo je do razvoja novih industrija, poput farmaceutske te razvoja tehnologija temeljenih na *nerazmjernim* mrežama. Ekonomisti su godinama govorili o standardnim formalnim modelima

ekonomije, u kojima kompanije međudjeluju ne izravno, već jedino s tržištem. No kao što Barabási iznosi u poglavlju *Mreža bez pauka*, riječ je o mreži bez pauka u centru; ne postoji jedinstveni kontrolor ili jezgra presudna za uklanjanje ili lom mreže. Određena prilika i slučajnost još uvijek igraju ulogu u razvoju *nerazmjernih* mreža, a snaga poveznica označava vrijednost u transakciji. Između ostalog, struktura i evolucija ovih upravljanih mreža određuje i rezultate makroekonomskih procesa.

Barabási je u ovoj knjizi predočio mnoštvo činjenica, a to je učinio na svjež i prohodan način, izostavljajući matematičke formule i uzak znanstveni žargon koji bi čitatelju, laiku, mogao pomutiti užitak čitanja i usvajanje zanimljivih i korisnih nalaza. Tekst dobiva na atraktivnosti za širu publiku jer je ispresijecan anegdotama i pričama, poput problema *sedam mostova* koji je legendarnom matematičaru Leonhardu Euleru pomogao u stvaranju prvoga grafa, odnosno u utemeljenju moderne teorije grafova. Slično tome, Barabási iznosi i mnoštvo drugih analogija kao što je ona o napadu virusa na Yahoo, širenje kršćanstva od strane Sv. Pavla, ili Bose-Einsteinova modela kondenzacije i modela *preferencijskog vezivanja*. Pritom je primjenljivost mrežne teorije prikazana i na fenomenima s kojima je upoznat velik dio čovječanstva – terorističkim napadom na WTC 9. 11. te širenjem AIDS-a.

*U mreži* profesora Barabásija prikaz je iskričavih otkrića o kompleksnim mrežama koje su pobudile iznenađujući interes biologa, matematičara, fizičara, kompjutorskih znanstvenika, ekonomista i sociologa. Barabási je svojom knjigom učinio značajan proboj jer daje prikaz mreža kao sustava koji više nisu rezervirani samo za kompjutorsku znanost. Ovom su knjigom na svjež i ingeniozan način povezane mnoge, naoko nepovezane discipline znanosti, a temelj ove promjene paradigme otkriće je da mnogi različiti sustavi mogu biti opisani kao kompleksne mreže koje su ustvari međusobno vrlo slične. Svojim nam izlaganjem Barabási dokazuje da je razumijevanje znanosti ključna vještina kojom bi trebali biti snabdjeveni svi oni koji žele uspješno sudjelovati u upravljanju i regulaciji kompleksnih sustava. Stoga možemo reći da Barabási promjenom paradigme uistinu zacrtava temelje nove znanstvene revolucije.

**Dunja Potočnik**

Institut za društvena istraživanja u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska