

Na ovom mestu tradicionalno objavljujemo autorske tekstove koji se tiču naučnog obrazovanja, naučne kulture i naučne pismenosti. Namera rubrike je da podstakne kritični i kreativni pristup analizi stanja obrazovanja u domaćim i globalnim okvirima i da ukaže na važna pitanja, iskustva i dileme koji nisu dovoljno razmatrani u domaćoj literaturi i medijima.

# nauka kao kofer sa duplim dnom



Srđan Verbić je magistar fizike. Nakon studija, radio je u Petnici kao rukovodilac programa fizike, da bi kasnije prešao u Republički zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja [verbic@petnica.rs](mailto:verbic@petnica.rs)

Britanika je više od dvesta godina bila najbolja enciklopedija na svetu. Onda se pojavio Web i na njemu lokacija pod nazivom Wikipedia. Na tom mestu, svako ko otvori nalog, bez ograničenja, može da piše članke o onome što misli da zna, koristeći pravo da prepravlja, doraduje i briše tuđe članke. Niko ne zna tačno kako i zašto, ali iz ove on-line anarhije izrodila se pan-planetarna kolaboracija bez predsedana u istoriji. Za svega nekoliko godina, Vikipedija je stigla i prestigla sve druge enciklopedije po broju članaka koji, uprkos načinu na koji nastaju, po kvalitetu i pouzdanosti ne zaostaju ni za jednom od njih. Umesto dve hiljade eminentnih autora enciklopedija, kao u slučaju Britanike, Vikipediju piše više od sto hiljada anonimnih volontera. Ovakva saradnja sigurno ne bi bila moguća bez razvijenog Interneta. Tehnološki skok od papirne do Web stranice bio je, izgleda, neophodan da bi se kolektivni um probudio i počeo da stvarava.

Način na koji nastaje Vikipedija u mnogo čemu je sličan načinu na koji razvija nauka, ili barem onaj aspekt nauke u kom ona predstavlja korpus ljudskog znanja. Bilo bi za očekivati da Internet otvori nove načine saradnje među istraživačima i tako istraživanja učini boljim i dinamičnijim. To se, međutim, i dalje ne dešava na način koji bi bio uporediv sa dinamikom razvoja Vikipedije. Nije sporno da postoje alati za on-line saradnju, od prostog deljenja fajlova do upotrebe društvenih mreža za samo istraživanje, ali to nije ni bluzu onoga što bi on-line saradnja trebalo da bude. Ne može se reći da su potencijali Interneta iskorišćeni ako dva čoveka u istoj laboratoriji koriste isti fajl postavljen u nekom Web folderu. Vikipedija je primer kako se dele ideje i kako se saraduje čak i sa onima za čije postojanje nismo ni znali. Napišite dobar i relevantan članak za Vikipediju i on će posle sam od sebe da se razvija. Smemo li da isključimo mogućnost da se tako mogu razvijati i naučni članci? Nauka se – za ovo doba u kom je sve nenormalno brzo – razvija neočekivano sporim tempom. Sve više naučnika misli da je to posledica činjenice da nauka nije dovoljno otvorena.

## OTVORENA NAUKA

Naučni radovi prolaze recenzije, tj. strogu kontrolu metodologije, tumačenja rezultata i zaključaka koje na osnovu rezultata izvodimo. Nema sumnje da samim svojim postojanjem Internet ovo ne može mnogo da ubrza. Recenzija rada traje. Možda, međutim, ne bi trebalo ubrzavati davanje recenzije, već promeniti način na koji se to radi. Za početak, gde to piše da recenzenti moraju da budu zlovoljni maskirani osvetnici? Zar ne bi pomoglo ako bi recenzija bila javna i prepoznata kao naučni doprinos? Tada bi se recenzenti-komentatori sami javljali da urade taj posao, ulagali bi veći trud i bili konstruktivniji jer bi ono što napišu svi mogli da vide. Ovakav pristup bi za nauku sigurno bio ozbiljan korak napred. Za još ozbiljniji korak potrebno je otvoriti i podatke sa kojima istraživači rade. To nije lako.

Recenzenti kontrolišu metodologiju i tumačenje rezultata, ali niko ne kontroliše izvorne podaci na osnovu kojih je sve ostalo izgrađeno. Tu se uvek primenjuje slobodna urednička procena verodostojnosti. Ako je autor poznat, ako dolazi iz respektabilne institucije ili ako mu je – kao u onom vicu sa zekom – meda mentor, sve je OK. U protivnom, urednici postaju preterano podozrivi prema bilo kom iole neočekivanom rezultatu. Ni u jednom ni u drugom slučaju, nema objektivne evaluacije podataka. Subjektivni sud, kao na carini, najčešće ima binarni ishod: ili prolazi ili ne. Neki u koferu sa duplim dnom mogu svašta da prošvercuju, dok su drugi sumnjivi i bez kofera. Kada bi originalni podaci bili dostupni svima koji su za njih zainteresovani, ceo proces bi bio mnogo transparentniji. Da je Hendrik Šen svoje laboratorijske rezultate ponekad delio sa ostatkom sveta, sigurno bi neko primetio da tu nešto ne štima mnogo pre nego što je otkrivena prevara zbog koje su Science i Nature bili prinuđeni da povuku petnaest Šenovih radova zasnovanih na falsifikovanim rezultatima merenja i, što je još gore, zbog koje su stoti-ne ljudi bile prinuđene da svoja višegodišnja istraživanja bace u đubre.

Istorijski gledano, naučni podaci skoro nikad i nisu bili javno dostupni. Za ovo postoji više razloga. Neki se tiču tehnologije – papir nije efikasan medij za deljenje većih skupova podataka – ali Web otvara nove mogućnosti za deljenje, kolaboraciju i analizu, kao i neke nove vidove naučnog istraživanja. Mnogi istraživači nisu voljni da dele svoje podatke sa čitavom naučnom zajednicom zbog straha od toga da će ih neko drugi iskoristiti i „preoteti slavu“ za istraživanje. Ili da će možda otkriti grešku u merenju ili metodologiji. To je naročito izraženo kod bogatih skupova podataka koji se mogu iskoristiti za pisanje nekoliko radova.

Konačno, postoji i problem nedostatka odgovarajućeg priznanja ili nagrade za tako velikodušan gest kao što je publikovanje mukotrpno prikupljenih podataka. U nedostatku motivacije za publikovanje podataka, istraživačima je teško da opravdaju vreme i trud koji bi uložili da bi podaci postali svima dostupni.

Sem nedostatka volje da se podaci učine dostupnim, tu postoji i problem vlasništva. Podaci su, najčešće, svojina instituta i univerziteta na kom se istraživanja rade. To, drugim rečima, znači da ni sami istraživači nemaju veliku slobodu u radu sa rezultatima koje su sami izmerili već postoji vlasnik tih podataka koji odlučuje šta sa njima može da se radi. Vlasnik često zahteva vođenje laboratorijskog dnevnika koji ne sme da napusti laboratoriju. Istraživač može da ode, ali istorija istraživanja sa svim izmerenim podacima ne. Štaviše, mnoge istraživačke institucije od istraživača traže da potpišu izjavu o odricanju od intelektualne svojine nad rezultatima svog rada. Ako bi napravili kakvo otkriće i ako bi im slučajno imalo na pamet da svoje istraživanje nastave negde drugde, advokati su tu da im osveže pamćenje i kažu „no-no“.

Orban protiv ovakve, izvitoperene i zabrinjavajuće komercijalizovane nauke dobija obrise i pristalice kroz „Open Science“ pokret. Ljudi kojima je egzistencija vezana za broj objavljenih radova u „Closed Science“ sistemu, ne mogu komotno da diskutuju o metodologiji i dele svoje podatke. Malo je onih koji imaju snage da na društvenim mrežama pišu o onome što rade, da izbere pravo da podatke objave na Webu ili da svoj laboratorijski dnevnik podele sa celim svetom. Nije ni čudo. Sistem u kom rade nema mehanizam nagrađivanja za takve aktivnosti, ali lako može da izmisli kaznene

Nauka počiva na empirijskim podacima: na njihovom prikupljanju, analizi, tumačenju, nekim sekundarnim i meta-analizama, evaluaciji i ponovnom korišćenju. Sistem objavljivanja naučnih radova, međutim, sprečava efikasnu di-seminaciju podataka na kojima se radovi zasnivaju.

Jedan od izglednijih načina za unapređenje današnje nauke jeste da otvorimo i podelimo izvorne rezultate istraživanja. Ako bi ti podaci bili dostupni svima, nauka bi mnogo dobila na transparentnosti, reproducibilnosti i efikasnosti istraživanja. Društvo bi dobilo još mnogo više.

## science as a double-bottom suitcase

mere.

Današnji sistem vrednovanja nauke, nažalost, ne prepoznaje doprinos koji se direktno ne vidi u impakt-faktoru ili broju objavljenih radova. Učinak ljudi koji ceo život provedu u laboratoriji, opservatoriji ili možda polarnoj stanici, urade hiljade dobrih eksperimenata koje iz raznih razloga ne mogu da objave u tom trenutku, za današnju nauku ravan je nuli. Po sadašnjim kriterijumima, na primer, Tiho Brahe ne bi bio ni na kakvom projektu. To što je on izmišljao i usavršavao instrumente, napravio najveću opservatoriju na svetu, decenijama merio i pedantno zapisivao podatke o svemu što se mrda na noćnom nebu, po današnjim kriterijumima nije nikakva nauka. Naučnik je, po istim tim kriterijumima, samo Johan Kepler koji je Braheove podatke obradio i objavio. Ovakva startna pozicija ne daje priliku



otvorenoj nauci da uhvati zalet.

### PODACI SA PET ZVEZDICA

Ako podatke povežemo na način na koji su Web strane povezane sa drugim stranama na Webu, njihova upotrebljivost će dobiti nesaglediv potencijal. Metod ovakvog povezivanja podataka se naziva „linked data“ i koristi standardne Web tehnologije kao što su HTTP i URI. Cilj „linked data“ povezivanja je da podaci iz raznih izvora budu povezani i da omogući jednostavnu pretragu cele mreže podataka.

Tim Berners-Li, tvorac Weba i direktor World Wide Web konzorcijuma, poslednjih godina promovise ideju *semantičke mreže* u kojoj linkovani podaci igraju ključnu ulogu. Da bi podaci bili linkovani, potrebno je poštovati određena pravila koja olakšavaju komunikaciju i deljenje podataka. Podaci kod kojih su svi uslovi ispunjeni dobijaju



pet zvezdica u sistemu koji Berners-Li predlaže.

Linkovani podaci omogućavaju istraživačima da brže dobiju odgovore na složene pretrage koristeći jednostavan i portabilan interfejs umesto da po Webu „ručno“ pretražuju literaturu. Zamislite npr. da pretragu radova o nekom novom leku radite ne po imenu autora ili temi nego po sastojcima tog leka. Mehanizam povezivanja i pretrage već postoji,

★	Stavi svoje podatke na Web i učini ih dostupnim u bilo kom formatu koristeći neku otvorenu licencu
★★	Podatke učini dostupnim u strukturiranom formatu tako da računar može da ih pročita, npr. stavi Excel fajl umesto skenirane slike tabele
★★★	Koristi formate koji ne zavise od konkretnog softvera, koristi npr. CSV umesto Excel formata
★★★★ ★	Koristi RDF format koji svima omogućava da preuzmu podatke i neophodne metapodatke sa jedinstvene lokacije na Webu
★★★★ ★★	Poveži svoje podatke sa drugim otvorenim podacima

potrebno je samo podatke učiniti dostupnim na pravi način.

### KAKO DO OTVORENIH PODATKA?

Istraživačima uvek nedostaje podataka. Tu je situacija slična kao sa parama. Koliko god da ih ima, uvek imamo ideju šta bismo mogli da uradimo da ih je malo više. Ipak, za razliku od novca, podaci mogu da se dele tako da svi dobiju više. Ako podelimo svoje podatke sa drugima, to ne znači da će ih biti manje za nas. Naprotiv, dobićemo više. Kultura deljenja koja je sve prisutnija na Internetu u nauci još uvek nije prihvaćena. Koliko god naučnici tvrdili da saraduju sa celim svetom, većina njih ipak vodi samotnjačku bitku sa svojim podacima i traži načine kako da ih pretvori u rad ili dva. Njihove



podatke, u najvećem broju slučajeva, niko sem njih samih nikada i neće videti.

Dok upotreba linkovanih podataka ne zaživi i u nauci, bićemo prinuđeni da ručno pretražujemo Internet u potrazi za nezavisnim podacima. Podaci koji su tamo pohranjeni još uvek nisu podaci od pet zvezdica i njihovo korišćenje nije jednostavno. Sad su nam potrebni alati koji lociraju otvorene podatke i čine ih upotrebljivim, ekstrahujući podatke iz formata sa nezgodnom strukturom kao što je npr. PDF. Naravno, to što su podaci dostupni ne znači da su posebno korisni jer otvoreni podaci vrede samo onoliko koliko su dobro anotirani. Dobro dokumentovani podaci su osnov da bismo podatke mogli da koristimo. Imajte to u vidu kad poželite da neke svoje podatke podelite sa drugima na Netu.

Konačno, deljenje podataka nije važno samo za nauku. Već postoje sjajni projekti sa linkovanim podacima npr. o muzejskim postavkama po Evropi. Novinari su posebno zainteresovani za ovakve podatke. Ljudi iz marketinga takođe. Zbog toga je fondacija Wikimedia, koja se već proslavila Vikipedijom, krenula da još jednom

Srdan Verbić, the editor of the Science literacy column, is discussing why science is not more open, like Wikipedia for instance. We could have expected that the Internet will open new channels of collaboration between researchers world-wide and that way make science more dynamic. However, it does not happen at the rate comparable to that of Wikipedia. Surely, there are tools for on-line collaboration: from simple file sharing to large-scale interaction within social networks, but it still does not come even close to what we could expect from the synergy of two miracles like science and the Internet. We cannot say that the potentials of the Internet are fully exploited if two scientists who sit in the same room share the same file on the Web. In this age – when everything emerges and develops so quickly – science is developing at an unexpectedly slow rate. More and more scientists believe that this occurrence is a consequence of the fact that science is not open enough.

One promising way to improve contemporary science is to open it and start sharing genuine research data. If the data was available to all researchers, science would benefit a lot through research transparency, reproducibility and efficiency. Society would benefit even more. The system of publishing scientific papers however, prevents efficient dissemination of empirical data.

From a historical point of view, scientific data generally was not available to scientific public. There are a few reasons for this. Firstly, paper is not good media for sharing of large data-sets. (Web could easily change this situation.) Further, many scientists are not willing to share their data and methodology with whole scientific community because of the fear that someone else would use them and take credit for their painstaking work. Also, there is a problem of ownership, i.e. who is the owner of data arisen from scientist's experiment and analysis. The data, in most cases, belongs to research institutions. Therefore, scientists can not publish data even if they wish to do so.

Reaction against such a closed and too commercialized science gets its shape in the "Open Science" movement. Activists of this movement promote sharing and linking research data along with opening of all communication channels: from discussing ideas to reviewing papers. For the full-scale Internet collaboration, data needs to be provided in the five-star model proposed by Tim Berners-Lee, inventor of World Wide Web. Such data are called "linked data". The main idea behind this model is to enable simple browsing and semantic queries of scientific data. All ingredients for open science are already here: technology, culture of sharing, piles of acquired data, social networks, etc. In years to come, science will surely go on-line. We shall see the exact shape ■