

TEHNOLOŠKE ZABILJEŠKE



Uređuje: Dušan Ražem

Kemija i Društvo Max Planck: stabilna veza koja odzvanja u budućnost

Kao jedna od temeljnih prirodnih znanosti, kemija već dugo uživa povlašten položaj u Društvu Max Planck (*Max-Planck Gesellschaft* – MPG). Ovo društvo čini više od 80 instituta i istraživačkih ustanova u prirodnim, biomedicinskim, društvenim i humanističkim znanostima. Oni su usmjereni prema biranim istraživačkim područjima koja su nova i mnogo obećavaju. Čak tri instituta Društva Max Planck usmjerena na kemiju (Institut za kemiju Max Planck, Institut Fritz Haber i Institut za istraživanja ugljikovodika Max Planck) osnovana su prije više od sto godina kao istraživačke jedinice Društva cara Wilhelma (*Kaiser-Wilhelm Gesellschaft* – KWG), koje je prethodilo MPG-u. Institut za kemiju Max Planck i Institut Fritz Haber, najstariji kemijski instituti KWG-a i MPG-a, osnovani su 1911., kad je osnovano i samo KWG.

Dvadeseto stoljeće može se promatrati kao doba kemije. Tehnologije koje se zasnivaju na kemiji imaju nadmoćnu ulogu u svakidašnjem životu, a u nekim dijelovima pružaju i samu osnovicu naše civilizacije. Kao dio bilo znanosti ili industrije, kemija je brzo postala ključni čimbenik u rješavanju najzahtjevnijih zadaća za budućnost. Globalni izazovi kao što su zadovoljavanje potreba za energijom, prehranjivanje svjetskog stanovništva, zaštita prirodnih resursa ili poboljšanja zdravstvene skrbi mogu se zadovoljavati jedino zahvaljujući inovacijama u kemiji i posljedičnim razvojem tehnologija.

Njemačka kemija, sa značajnim udjelom izvrsnih kemijskih istraživanja izvan sveučilišta, nalazi se u vrlo dobrom položaju. Ne samo stogodišnji kemijski instituti već i mlađi članovi MPG-a prave znanstvenu povijest svojim prodorima i postignućima, o čemu svjedoče brojne Nobelove nagrade za kemiju koje su dobivali istraživači KEG-a i MPG-a. Sedam od petnaest dobitnika iz KWG-a i osam od osamnaest dobitnika iz MPG-a dobili su nagrade za rad u kemiji. Osim toga, tri Nobelove nagrade iz medicine i jedna iz fizike potekle su iz nekog od kemijskih instituta. Najnoviji primjer, Stefan Hell iz Instituta za biofizičku kemiju Max Planck dobio je Nobelovu nagradu 2014. za svoj predvodnički rad na području fluorescentne mikroskopije s ultravisokim razlučivanjem.

Osnovna istraživanja iz kemije provode se u više od 20 instituta Max Planck. Moderna kemija, sa svojom sposobnošću da pripravlja gradivne jedinice makroskopskog svijeta gotovo po volji, pojavljuje se uglavnom u tri oblika. S jedne strane to je klasična disciplina, temeljna znanost po sebi. S druge strane, kemija je bitna sastavnica međudisciplinarnih istraživanja, na primjer u biološkim znanostima. Biologija i medicina postaju sve više "molekularne" znanosti, tako da su se mnoga otvorena pitanja u ovim područjima preoblikovala u kemijske probleme. Konačno, kemija se razvila u ključnu granu znanosti za rješavanje najprećih problema čovječanstva.

Iako se kemija danas doživljava kao "znanost koja omogućava", postoje temeljna, duboka pitanja unutar same struke koja su slabije vidljiva, kako izvana tako i iznutra. Upravo se ti unutarnji izazovi moraju odrediti kako bi kemija ostala živa znanost sa svojom vlastitom i izrazitom osobnošću.

Instituti Max Planck pružaju okvir potreban za takav razvoj.

Osnovni pristup MPG-a je prepoznavanje izvanredno kreativnih znanstvenika, koji često rade na graničnim područjima između struka i osiguranje prikladnih temelja za njihov nezavisan znanstveni razvoj. Tradicionalna politika MPG-a u izboru najbistrijih umova za članove svoje znanstvene zajednice vodi se ovim, tzv. Harnackovim načelom. Ali načelo se ne primjenjuje samo na imenovanja izvanrednih i iznimnih istraživača za direktore odjela, čija se okolina prilagođava posebnim potrebama njihovih istraživanja. Harnackovo načelo također je u korijenima velike važnosti koju MPG pridaje uvježbavanju sljedećeg pokoljenja istraživača i suradnji sa sveučilištima.

Praiskonsko pitanje o porijeklu života u suštini je kemijska zagonetka. Tijekom 1950-ih znanstvenici su dokazali da aminokiseline i drugi organski spojevi – gradivne jedinice života – mogu nastati u "praiskonskoj juhi". Međutim, tek je otkriće planeta izvan našeg sunčeva sustava 1995. obnovilo zanimanje za određivanje uvjeta nužnih za nastanak života. To pitanje pruža plodno tlo za interdisciplinarna istraživanja koja uključuju astrofizičare, planetarne znanstvenike, kemičare i biologe. MPG upravo razmatra takav pristup u nadi da će pokrenuti novo zlatno doba istraživanja u ovom davno usnulom području.

Značaj kemije u biološkim sustavima usko je vezan uz sintetsku biologiju (vidi Uvodnik, *P. Schwillie*, *Angew. Chem. Int. Ed.* 52 (2013) 2616). Njezin cilj nije samo preoblikovanje živućih već i stvaranje novih živih sustava. Već je Richard Feynman rekao: "Što ne mogu stvoriti, to ne mogu ni razumjeti". Nije dovoljno sintetizirati čiste spojeve; cilj su potpuni, samoodrživi sustavi. Pristup što ga ima sintetska biologija podsjeća na kemijsko inženjerstvo, ali umjesto slaganja crpaljki, reaktora i filtera u svrhovitu proizvodnu cjelinu, sintetska biologija radi s genima, proteinima i drugim biomolekulama. MPG je nedavno udružio svoja znanja u tom području stvorivši istraživačku mrežu MaxSynBio od devet Max Planckovih instituta. Mreža će se usredotočiti na sintetiziranje protostanica, tj. na potragu za najmanjom stanicom. U tom poslu pridružiti će im se i nešto kolega širom svijeta koji su dovoljno odvažni da se uhvate u koštac s tim uzbudljivim izazovom.

MPG sa svojim financijskim sredstvima koja su usporediva sa sjeđinjenim proračunima triju ili četiriju velikih njemačkih sveučilišta, uvijek se nalazio u stanju tematske obnove. To je posebno aktualno pitanje jer godišnje povećanje proračuna što ga jamče Savezni poticaji za istraživanja i inovacije od 2016. godine neće više biti dostatno za osnivanje novih instituta.

Prirodni početak preusmjerenja nekog instituta je povlačenje njegova direktora. Pritom je izazov kako na pogodan način uklopiti nove sadržaje u ukupni istraživački program MPG-a. To se može postići bilo nastavljanjem rada na postojećem području ili okretanjem potpuno novom smjeru istraživanja. Ako nekoliko direktora napusti institute, to otvara mogućnost za njihovo novo tematsko preusmjerenje.

Uspješan primjer posljednjeg je Max Planckov Institut za kemiju pretvorbu energije, koji je nikao 2012. iz znanstvenog preusmjerenja Max Planckovog Instituta za bioanorgansku kemiju. Osnovni problem s obnovljivom energijom je pohrana za kasniju upotrebu nezavisno od mjesta i vremena. Ovaj novi institut pro-

vodi osnovna istraživanja kemijskih procesa na kojima se temelji pretvorba energije iz električne u kemijsku i pohrana energije. Pridobivanje znanja koje je potrebno za ogledanje s ovim izazovom zadatak je u kojemu MPG može dati vrijedan doprinos primjenjujući svoju dokazanu stručnost u interdisciplinarnom i fleksibilnom istraživanju. Potrebna su rješenja za dugoročne probleme, kao što je potraga za učinkovitijim katalizatorima, koji su bitni za pretvorbu energije te bolje razumijevanje fotosinteze, pomoću koje biljke i mikroorganizmi pretvaraju sunčevu energiju u kemijski oblik.

Izazov za kemiju nije više samo sinteza sve složenijih molekularnih struktura već prilagodba djelovanja, na primjer iskorištavanjem međudjelovanja među molekulama u sustavu. Molekularna abeceda je ogromna; zapravo smo tek počeli istraživati opsežnu literaturu koja se može napisati u ovom jeziku. Istodobno se i druga područja kreću prema razini molekula. Tako je kemija u srži molekularnih znanosti zahvaćajući mnoga druga područja. MPG je posvećen promicanju napretka u kemiji kao jednom od ključnih znanstvenih područja budućnosti.

Izvor: *Martin Stratmann* (Predsjednik Društva Max Planck za napredak znanosti), Uvodnik, *Angewandte Chemie International Edition* 54 (20) (2015) 5798–5799 (27. 4. 2015).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/anie.201502721>

Napad na istinu

Vidjevši kako danas postupamo s pojmom istine, moglo bi se pomisliti da nam do nje više nije stalo. Političari proglašavaju da je globalno zatopljenje prevara. Uznemirujuće mnogo roditelja ne da cijepiti svoju djecu pod utjecajem već opovrgnutog istraživanja. U međuvremenu mnogi komentatori u medijima – čak i neki na sveučilištima – zanemaruju svoju odgovornost da postave stvari na svoje mjesto. (Ne pomaže ni kad sami znanstvenici povremeno moraju povući neke svoje radove.)

Ljudi su oduvijek gajili neka kriva vjerovanja koja je trebalo ispravljati pomoću razuma i činjenica. Ali dosegli smo prekretnicu, kad je zasnivanje naših vjerovanja na činjenicama radije nego na intuiciji zaista dovedeno u opasnost. Nije u pitanju samo obično neznanje, koje se povremeno javlja u ispitivanjima javnog mišljenja, koje nas straši ili nasmijava. Pregled Kalifornijske akademije znanosti iz 2009. nalazi da samo 53 posto odraslih Amerikanaca zna koliko traje jedan okret Zemlje oko Sunca. Samo 59 posto zna da najraniji ljudi nisu živjeli istodobno s dinosaurusima.

Kolikogod ta stvar bila pretjerana, ta vrsta neznanja ne bi nas trebala previše zabrinjavati. Postoji jednostavno neznanje i postoji namjerno neznanje, što je obično neznanje spojeno s odlukom da se ostane u neznanju. Do toga dolazi kad se netko čvrsto drži ideologije koja objavljuje da posjeduje sve odgovore – čak i ako se oni kose s empirijskim istraživanjima. Više od obične znanstvene nepismenosti, ova vrsta tvrdoglavosti odražava opasan prezir prema metodama koje obično dovode do spoznavanja istine. Kad se već jednom nađemo na tom putu, samo je kratak korak do nepoštivanja istine.

Kažu da je moderni napad na istinu ponikao u akademskim krugovima – u humanističkim znanostima, gdje se isprva činilo da je nevažno držimo li da postoje mnogostruki načini na koje možemo čitati neki tekst, ili da se ne može razumjeti knjiga ako se ne poznaju politička stajališta njezinog autora. To nepoštovanje, međutim, metastaziralo je u pretjerane tvrdnje o prirodnim znanostima.

Svatko tko je obraćao pozornost na razmimoilaženja u akademskim raspravama posljednjih 20-ak godina već zna da su se “ratovi znanosti” vodili između prirodnoznanstvenika i njihovih pristaša u filozofiji znanosti s jedne strane te književnih kritičara i “kulturnjaka” s druge strane. Ovi potonji tvrdili su da je istina relativna čak i u prirodnim znanostima i da objektivnost ne postoji. Sukobi su kulminirali 1996. u poznatoj “Sokalovoj aferi”, kad je priznati

fizičar napisao znanstveno besmislen postmodernistički članak i uspio ga objaviti u vodećem časopisu za kulturne studije. Činilo se da je sramota koja je uslijedila primirila sukob jednom zauvijek.

Ali tada se dogodilo nešto smiješno: dok su mnogi prirodnoznanstvenici proglasili da je bitka dobivena i povratili se u svoje laboratorije, neki desničarski ideolozi, koji su tragali za dostojnim zakonom za svoje poricanje klimatskih promjena, evolucije i drugih znanstveno prihvaćenih zaključaka posegnuli su za nekim ljevičarskim postmodernističkim kritikama istine. Alan Sokal je svojedobno rekao da se nadao da će uzdrmati akademske progresiviste, ali iznenada je naišao na tvrdokorne konzervativce koji su zvučali kao zapadnoeuropski lijevi intelektualci. A to je izazvalo pomutnju na ljevici.

“Jesam li bio u krivu što sam sudjelovao u izmišljanju ovog područja koje je postalo poznato kao studije znanosti?” čuveno se zapitao Bruno Latour, jedan od utemeljitelja područja koje kontekstualizira znanost. “Je li dovoljno reći da nismo zapravo mislili što smo rekli? Zašto me peče jezik da kažem da je globalno zatopljenje činjenica, bilo da vam se to sviđa ili ne? Zašto ne mogu reći da je rasprava zauvijek zaključena?”

“Ali sada poricatelji klimatskih promjena i kreacionisti slijede prirodnoznanstvenike,” kaže književni kritičar Michael Bérubé, “... i služe se istim onim dokazima koje je razvila akademska ljevica koja je mislila da govori samo u ime svojih istomišljenika.”

To je cijena koja se plaća za poigravanje idejama, kao da to ne ostavlja nikakvih posljedica, i zamišljanje da će se one rabiti samo za namjeravane političke svrhe. Umjesto toga, sada je napadnuta cjelokupna zgrada znanosti. A upravo siromašni i obespravljeni, za koje se ljevica bori, vjerojatno će najviše trpjeti od nevjerovalja u klimatske promjene.

Naravno, neki su svim silama pokušavali osporiti neugodne znanstvene činjenice i mnogo prije nego što su konzervativci počeli posuđivati postmodernističku retoriku. Dvoje povjesničara, Naomi Oreskes i Erik M. Conway pokazali su u knjizi *Trgovci sumnjom* (Bloomsbury Press, 2010.) kako se strategija poricanja klimatskih promjena i evolucije može slijediti unatrag sve do velikih duhanskih tvrtki, koje su rano uvidjele da se čak i najbolje dokumentirane znanstvene tvrdnje (npr. da pušenje izaziva rak) mogu potkopavati vještim lobiranjem, zastrašivanjem medija i provođenjem kampanja u javnoj domeni. Tužno je da je ta strategija uglavnom bila uspješna i da je i danas primjenjuju Discovery Institute, organizacija iz Seattlea, koja se zalaže da se “teorija inteligentnog dizajna” podučava u javnim školama kao protuteža “rupama” u teoriji evolucije, i Heartland Institute, koji sam sebe proglašava “najistaknutijim svjetskim skupom mozгова koji promiče sumnju u klimatske promjene koje bi izazvao čovjek.”

Što takva akademski sumnjiva središta nude kao kritički recenzirane i znanstveno uvažene dokaze? Gotovo ništa. Ali nije bit u tome. Strategija namjernog neznanja ne služi za borbu teorijom protiv teorije i statistikom protiv statistike. Ona služi kao nadomjestak izjave “ja odbijam vjerovati ovome” i kao sredstvo za gusarenje po javnom mišljenju. Ne uništavaju nas sulude teorije, nego širenje taktike onih koji ne poštuju istinu.

Prisjetimo se velikog dijaloga Euthyphro, u kojemu Sokrat, koji će se uskoro suočiti s optužbama za bezbožništvo i kvarenje mladeži, kori žutokljunog mladića zbog izjave da zna što je to “pravednost”. Sokrat opetovano pokazuje da Euthyphro nema pojma o čemu govori kad kaže da bi smatrao pravednim da optuži vlastitog oca za ubojstvo na osnovi prilično trajavih dokaza – i pokazuje da Euthyphro čak ne može ni definirati značenje riječi. Sokrat je vješt u ispitivanju i verbalnom ponižavanju – svojim uobičajenim metodama u dijalozima – ali ne stoga što zna sve odgovore. Kad je izazvan, Sokrat uvijek oklijeva. On kaže da ne posjeduje nikakvu mudrost, već je samo neka vrsta “babice” koja pomaže drugima da je traže. Iako je cilj filozofije da traži istinu, Sokrat obično priznaje da je ne poznaje.

Platon ovdje podučava središnju lekciju o filozofovoj potrazi za znanjem, koja ima posljedice na svaku potragu za pravim vjerovanjem. Stvarni neprijatelj nisu neznanje, sumnja ili čak nevjerovanje, nego lažno znanje. Kad izjavimo da znamo nešto, čak usprkos nepostojećim ili proturječnim dokazima, tada prestaje i naša potraga za istinom. Ako nešto ne znamo, možda ćemo biti motivirani da učimo. Ako sumnjamo, možemo nastaviti tragati za odgovorima. Ako ne vjerujemo, možda će nas drugi moći uvjeriti. Čak i ako smo pošteno u krivu pa istaknemo prijedlog koji je otvoren za osporavanje, možemo nešto naučiti kad naše prijašnje vjerovanje bude osporeno. Ali ako smo izabrali da se izoliramo od novih ideja ili dokaza zato što mislimo da već znamo što je istina, tada najvjerojatnije vjerujemo u nešto što nije istina. Samo nevjerovanje ne objašnjava zašto se istina tako često ne poštuje; to je nečiji stav.

U nedavnom članku "Zašto ljudi razmišljaju?" Hugo Mercier i Dan Sperber, obojica filozofi i kognitivni znanstvenici, tvrde da smisao ljudskog uma nije i nikad nije bio da vodi istini, već da dobiva rasprave. Ako je to ispravno, otkrivanje istine je samo nusproizvod.

Činjenica je da ljudi slabo razmišljaju. Psihološka literatura obiluje primjerima pogrešaka kao što su "predrasuda potvrde" (potraga samo za onim informacijama koje potvrđuju naša preduvjerenja) i "naknadna predrasuda" (koja se oslanja na sadašnje znanje pretpostavljajući da se nešto moglo davno predvidjeti). Sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća Daniel Kahneman i Amos Tversky napravili su prodor s radovima o istraživanjima iracionalnosti s kojima ljudi pristupaju procjeni rizika i gubitaka, koja su utemeljila područje bihevioralne ekonomike i oborila prevladavajuću ideju ekonomike o racionalnom izboru. Kahneman, psiholog koji je dobio Nobelovu nagradu iz ekonomskih znanosti, osuvremenio je svoj rad u knjizi: *Thinking, Fast and Slow* (Farrar, Strauss and Giroux, 2011.).

Temeljno pitanje kojim se vodi analiza Merciera i Sperbera je sljedeće: Zašto bi ljudima tijekom evolucije bilo vrijedno biti uvjerljiv govornik? Ovdje autori govore o važnosti argumentacije za evoluciju komunikacije. U nekoj skupini u kojoj ljudi još nisu skloni vjerovati jedni drugima, trebat će im neki način za vrednovanje izjava. Tu u igru ulaze dokazi. Same procjene ne mogu prevladati ono što su Mercier i Sperber i njihovi kolege nazvali "epistemička budnost", koja pazi da ne bude prijevara ili manipulacije. Međutim, ako drugim ljudima predočite razloge za svoje vjerovanje, dali ste im sredstvo da procijene istinitost vaše tvrdnje i, ako ste u pravu, da vjerojatno ubuduće protegnu svoje povjerenje u vas. Tako, prema Mercieru i Sperberu, pružanje dokaza za naša vjerovanja poboljšava kvalitetu i pouzdanost informacija koje se dijele u ljudskom saobraćanju.

Filozof Andy Norman i drugi kritizirali su tu teoriju ističući da se previše oslanja na zamisli da govornička vještina predstavlja vrijednost u kontekstu evolucije, bez obzira na istinitost vjerovanja koja iznosi. Što ako razlozi vašem vjerovanju nisu istiniti? Psiholog Robert J. Sternberg u odgovoru Mercieru i Sperberu istaknuo je da, dok su razum i dokaz blisko povezani, "uvjerljivo promišljanje koje se ne može dokazati može biti pogubno po jedinku i po rasprostranjivanje njegovih ili njezinih gena, kao i po ljudsku vrstu u cjelini."

Susrećemo se s izgledima značajne promjene temperature našega planeta ako nastavimo s pridobivanjem i iskorištavanjem svih fosilnih goriva koja nam se nalaze na raspolaganju. Iznenada, dugoročni problem ljudske iracionalnosti izgleda golem. Ali ako je sjeme nepoštovanja prema istini posijano davno prije, zašto sada izbija s takvom snagom?

Jedan vjerojatni uzročnik je internet. On olakšava širenje ne samo istine nego i umnožavanje šarlatana, kojekakvih ideologa i onih koji brinu samo o svojim sebičnim interesima. Bez urednika koji kritički ispituju ulazne informacije na internetu preživljavaju i

puke laži. Još gore, oni koji su prigrlili namjerno neznanje, sada lako nalaze elektronički dom za svoje marginalne poglede.

Očito rješenje moglo bi biti da se okrenemo novinarima koji se drže standarda objektivnosti i provjeravanja izvora koji bi vjerojatnije podržavali istinita vjerovanja. Međutim, barem djelomično kao rezultat natjecanja koje je omogućio internet, nalazimo da čak i neki najvažniji novinari i mediji opasno sudjeluju u besmislicama onih koji su izabrali da ne poštuju istinu. Uvijek je bilo optužbi zbog pristranosti medija, ali danas imamo Fox News na desnici i MSNBC na lijevici, koji se otvoreno zalažu za svoje ideološke poglede.

Ipak nećemo biti zabrinuti zbog te vrste novinara jer je poznato da su oni pristrani. Druga tendencija je možda štetnija po zamisao da novinarstvo treba štiti istinu. Nazovimo to "pristranošću prema objektivnosti." Osjetljivi na kritike da su i oni pristrani, mnogi mediji nastoje pokazati da su nepristrani i uravnoteženi tako što prikazuju obje strane u nekom prijetorju koje se smatra "proturječnim" – čak i kad ne postoje dvije vjerodostojne strane. To nije objektivnost. Posljedica je zbunjenost javnosti o tome da li su prijepori – u slučaju klimatskih promjena ili cijepjenja djece, oba znanstveni prijepori – zapravo razriješeni.

Da bismo uzvratili na napade, moramo se prisjetiti temeljnih načela vjerovanja zasnovanih na dokazima i istinske sumnjičavosti koji su nas izbavili iz mračnih vjekova. Iako su bihevioralni ekonomisti, među drugim znanstvenicima, pokazali da ljudsko rasuđivanje nije savršeno, to nije isprika za lijeno razmišljanje. Iako naši mozgovi nisu udešeni za traganje za istinom, još možemo slijediti put koji vodi boljim odgovorima od onih koje nam pruža Kahnemanov "brzi" dio našeg mozga. Istina možda ne dolazi automatski, ali još može biti opcija. Sokrat nas je učio mnogo prije nego smo išta znali o kognitivnoj znanosti: Dobro rasuđivanje je vještina koja se može naučiti.

Nismo ništa više robovi prirode u rasuđivanju nego što smo u moralu. Malo ljudi zastupa stajalište da smo genetski predodređeni da budemo moralni. Možemo biti programirani da činimo stvari koje povećavaju vjerojatnost preživljavanja naših gena, kao što je ubijanje naših takmaca kad nitko ne gleda, ali to ne radimo zato jer je to neetično. Ako imamo izbor na području morala, zašto ga ne bismo imali i na području rasuđivanja?

Izbor je ono što nas čini ljudima. Ne naš nesavršeni mozak nego moć da sami odlučujemo kako ćemo živjeti svoje živote trebala bi nam davati nadu. Poštivanje istine je stvar izbora.

Izvor: *Lee McIntyre*, *The Chronicle of Higher Education*, 14. 6. 2015.

Računalo koje radi na vodu

Obično nije dobro kad se računalo smoči. Međutim istraživači sa Sveučilišta Stanford izgrađuju sinkrono računalo koje radi na kapljice vode u pokretu. Ne samo da taj stroj može obrađivati informacije nego može obrađivati i tvar.

To računalo radi znatno sporije od običnog, ali njegovi graditelji htjeli su stvoriti stroj koji može precizno kontrolirati kapljice uz pomoć tekućinskog računarstva, otkrića koje bi moglo naći primjene u biologiji i kemiji visoke produktivnosti, kao i moguće primjene u digitalnoj proizvodnji.

Novost ovog stroja sastoji se u rotirajućem magnetskom polju koje djeluje kao sat koji sinkronizira kapljice. Sat ima središnju ulogu gotovo u svim suvremenim strojevima, od pametnih telefona i zrakoplova, do računala i televizora. Većina njihovih računalnih programa radi na nizovima simultanih operacija koje su sve međusobno usklađene zahvaljujući satu, koji osigurava da svaka operacija započne i završi u precizno određenom trenutku.

Dok je glavina računalnog inženjerstva usredotočena na kvantno računarstvo, istraživači sa Sveučilišta Stanford započeli su ra-

zvijati svoj stroj zbog utjecaja koji bi on mogao imati na stvarni svijet. Fizička priroda informacijskih bitova zapravo nikad nije bila iskorištena kao sredstvo za manipulaciju tvari na mezoskali (od 10 mikrometara do 1 milimetra).

Budući da je sustav tako robustan, a istraživačka skupina drži da je otkrila općenite zakone koji upravljaju njegovim djelovanjem, istraživači vjeruju da bi mogli stvoriti i alat za dizajniranje kapljicnih krugova. Takav alat omogućio bi svakoj istraživačkoj skupini da povezuje svoje vlastite logičke sklopove i stvara složene kapljicne krugove po želji.

Jedna od najvećih mogućih primjena mogla bi se naći u biološkim laboratorijima, gdje bi takvo računalno moglo i samo postati kemijski laboratorij visoke produktivnosti. To bi omogućilo da se izbjegne trošenje velikih volumena tekućina za provođenje reakcija u epruvetama, te da umjesto toga svaka kapljica nosi neku otopinu i time predstavlja svoju vlastitu epruvetu. Računalno na kapljice nudi nikad prije videnu kontrolu nad takvim međudjelovanjima.

Među značajnim postignućima u suvremenoj tehnologiji elektronsko digitalno računarstvo ima istaknuto mjesto. Istraživači sa Sveučilišta Stanford nadaju se da će ostvariti slično postignuće u svijetu fizičkog računarstva.

Izvor: *Kristopher Sturgis*, *Electronic Components*, 11. 6. 2015.

Zašto ne bismo trebali vjerovati najnovijim medicinskim studijama

Još 2003. objavljen je članak u *American Journal of Medicine* koji bi trebao promijeniti način na koji razmišljate o novostima u medicini. Autori su analizirali 101 studiju objavljenu u vrhunskim znanstvenim časopisima između 1979. i 1983. u kojima se tvrdilo da neka nova terapija ili medicinska tehnologija mnogo obećava. Našli su da ih je svega pet izašlo na tržište unutar sljedećih deset godina. Samo jedan lijek (ACE inhibitor) bio je još u uporabi u vrijeme objavljivanja studije.

To ne biste nikad mogli zaključiti samo čitajući novine. Uzmimo nedavni čudesni postupak za liječenje multiple skleroze. Multipla skleroza je degenerativna bolest za koju nema lijeka. Imuni sustav bolesnika napada zaštitni sloj oko živaca narušavajući time promet između mozga i tijela uzrokujući lavinu razornih simptoma: nestabilno držanje i grčevite trzaje; gubitak vida; popuštanje kontrole nad mjehurom i crijevima; i na kraju, ranu smrt.

Godine 2009. dolazi prodor: talijanski znanstvenik dr. Paolo Zamboni tvrdi da je izlizeo svoju ženu od multiple skleroze "oslobađajući" njezine vratne vene. Njegova teorija bila je da multipla skleroza nije autoimuna već bolest krvnih žila. Istraživanje se protivilo intuiciji, bolesnicima je davalo nadu i u pozadini je imalo dopadljivu osobnu priču u kojoj se jedan čovjek bori da spasi život svoje žene. Novinari koji izvještavaju o zdravlju hvalili su "terapiju oslobodjenja" kao trijumf medicine vođen romantičnim motivima.

Međutim, Zambonijevo otkriće bilo je nažalost više pretjerivanje nego znanstveni prodor. Ono što nije privuklo toliku pozornost kao njegova romantična potraga bila je činjenica da je njegova studija bila na malom uzorku i loše zamišljena. Drugi istraživači koji su pokušali ponoviti njegove rezultate nisu uspjeli. Uskoro su se pojavile priče o pacijentima koji su patili od komplikacija ili od povratka bolesti. Ovaj krug se stalno ponavlja: početna studija obećava čuda; novinske priče pretjeruju o čudu; znanstvena istraživanja na kraju opovrgavaju čudo. Postoji velika, velika razlika između onoga kako mediji razmišljaju o novostima i kako znanstvenici razmišljaju o njima, kaže Naomi Oreskes, profesorica povijesti znanosti na Sveučilištu Harvard. "Ono što čini novosti je ono što je novo – a to stvara predrasude u medijima koji tragaju za najnovijim rezultatima. Najnoviji rezultati najvjerojatnije su pogrešni".

Sva istraživanja su opterećena predrasudama i pogrešna na svoj vlastiti način. Istina obično leži negdje u vrtlogu istraživanja o istom problemu. To znači da pravi uvidi ne dolaze kao iznenadna čudesna otkrića ili božanski nadahnuti trenutci otkrivenja; do njih se dolazi poslije dugih i napornih procesa ispitivanja i ponavljanja i rasprava s kolegama. Njihov cilj je učiniti da otkrića budu sigurna i točna, a ne ishod hirovitog pokusa ili križarskog pohoda usamljenog istraživača.

Izjavitelji i njihovi čitatelji rado se hvataju za "otkrića koja obećavaju". Uzbudljivo je čuti o novoj ideji koja bi mogla – upravo samo mogla – preokrenuti medicinu i zaustaviti ljudsku patnju. Ne čeka se znanstvena usuglašenost; izvještava se prerano i zavedi pacijente i one koji donose odluke na rasipne, štetne ili suviše odluke koji završavaju skršenim nadama i medicinskim promašajima. To bi se moglo smanjiti ako bismo se samo prisjetili da je prevladavajuća većina studija u medicini pogrešna.

Bilo je više od 200 neuspjelih navodnih prodora u liječenju raka nedavnih godina. Procjenjuje se da je od 50000 članaka koji se objavljuju svake godine u kliničkim znanostima svega 3000 dobro osmišljeno i dovoljno relevantno da bi moglo unaprijediti skrb za pacijenta. To iznosi samo 6 posto.

Pojedinačne studije počesto međusobno proturječe – kao što su istraživanja o namirnicama koje uzrokuju ili liječe rak. Istina bi se mogla nalaziti negdje u ukupnosti istraživanja, ali izvještava se o svakoj studiji ponaosob pod vrckavim naslovima: jednog tjedna crno vino će vam produljiti život, a drugog tjedna će vam ga skratiti. Za istraživanje o tome je li sve što jedemo povezano s rakom, istraživači su nasumce odabrali 50 sastojaka iz kuharice. Većina ih je bila predmetom studija od kojih su jedne tvrdile pozitivno, a druge negativno za istu stvar.

Istraživači ne mogu uvijek ponoviti rezultate drugih istraživača a zbog različitih razloga mnogi niti ne pokušavaju. Procjenjuje se da je 85 posto – ili 200 milijardi dolara – koji se potroše za istraživanja u svijetu zapravo bačeno zbog loše osmišljenih ili suvišnih istraživanja. To znači da će rana medicinska istraživanja biti uglavnom u krivu, ili drugačije rečeno, samo mali dio novih znanja vodi do ikakve koristi za ljude.

Živimo u razdoblju nevidenih znanstvenih istraživanja. Časopisi objavljuju otkrića, a internet nam dovodi taj svijet znanja na dohvat ruke. Ali nije oduvijek bilo tako: časopisi su bili namijenjeni raspravi među stručnjacima, a ne masovnoj potrošnji. Više informacija znači više loših informacija, pa ni potreba za sumnjivom išću nikad nije bila veća. Izjavitelji u današnjem sustavu hrane se obavijestima za tisak iz časopisa i teško odolijevaju sirenskom zovu upadljivih otkrića. Stalno su u potrazi za novim stvarima o kojima treba pisati, kao što znanstvenici i istraživačke ustanove stalno trebaju privlačiti pozornost na svoj rad. Pacijenti, naravno, trebaju bolje lijekove, bolje postupke – i nadu. Ovaj začarani krug nam škodi i zastire istine koje nude istraživanja. Unatoč vrlo ranoj i mršavoj znanosti iza terapije oslobodjenja, bolesnici od multiple skleroze putovali su svijetom u potrazi za njom i pokretali političke pokrete koji su zahtijevali sredstva za financiranje terapije.

Kada znanstvenici ili novinski izjavitelji prerano objave prodor, vjerojatno se uopće ne radi o tome. Mnogi uvaženi istraživači, kao što su Oreskes sa Sveučilišta Harvard, John Ioannidis sa Sveučilišta Stanford i mnogi drugi, ponavljaju: trebamo gledati mimo najnovijih otkrića u smjeru gdje se već nakupilo znanje. Nove studije treba promatrati u kontekstu i rabiti sistematske preglede – meta-analize najboljih studija iz kliničkih istraživanja. Tamo ćemo moći ostvariti uvide koji će nam pomoći da imamo zdravije živote i društva. Kako se budemo okretali od čarobnih pilula i čudotvornih postupaka više ćemo se moći usredotočiti na ono što stvarno doprinosi zdravlju, obrazovanju i okolišu.

Izvor: *Julia Belluz*, *Vox*, 23. 3. 2015.