



U Henkelu održivost nije samo puka riječ

Posljednjih desetljeća održivi razvoj česta je tema napisana u medijima, znanstvenih konferencija i strategija. Sve više govori se o tome kako na održiv način

iskorištavati ograničene resurse kojima raspolažemo, a istodobno zadovoljiti potrebe rastuće svjetske populacije. Globalni utjecaj i potrebe stanovništva već danas su izazov za resurse planeta. Povećanje populacije, koja bi do 2050. trebala doseći približno devet milijardi, i s time povezano ubrzanje globalnih gospodarskih aktivnosti u nadolazećim desetljećima utjecat će na rast potrošnje i smanjenje resursa. No takav razvoj nudi i velik potencijal: proizvodnja i ostvarivanje više rezultata s manje sredstava bit će ključni za postizanje održivosti. Potrebna su nam rješenja koja omogućuju ljudima da dobro žive, a upotrebljavaju sve manje materijala.

U suvremenom svijetu žrtvovanje kvalitete života i potrošnje nije realistično rješenje. Upravo iz tog razloga tvrtka Henkel je kao temelj svoje strategije usvojila viziju za 2050. Svjetskog poslovnog savjeta za održivi razvoj: Devet milijardi ljudi 2050. godine živjet će dobro i u okviru ograničenih resursa planeta. Tvrtka Henkel svoju strategiju održivosti temelji na ideji "ostvariti više s manje" i usredotočuje aktivnosti vezane uz održivost na šest središta interesa: učinkovitost, društveni napredak, energija i klima, materijali i otpad, voda i otpadne vode te sigurnost i zdravlje, koja odražavaju izazove održivog razvoja, a povezana su s poslovanjem tvrtke. Želimo proizvesti veću vrijednost za svoje kupce i potrošače, za zajednice u kojima poslujemo i za tvrtku uz istovremeno smanjenje ekološkog otiska tvrtke. Da bi se to ostvarilo, potrebne su inovacije. Postići više uz manje iskorištenih resursa i utrošiti učinkovitost do 2030. – to su ciljevi Strategije održivosti kom-

panije Henkel. Do 2030. Henkel želi utrošiti vrijednost koju tvrtka proizvodi poslovnim aktivnostima vezanima uz ekološki otisak tvrtke. Henkel je tu težnju nazvao Faktor 3. Jedan način na koji se to može postići je utrošiti manje vrijednosti koju Henkel proizvodi, pri čemu bi otisak tvrtke ostao na istoj razini. Ili Henkel može smanjiti ekološki otisak na trećinu trenutne razine te ostvariti Faktor 3 povećanjem učinkovitosti uz ostvarivanje jednake vrijednosti. U većini će slučajeva za ostvarivanje tog cilja Henkel primjenjivati oba pristupa: smanjenje potrošnje resursa uz istodobno povećanje vrijednosti. Da bi ostvarila taj cilj, tvrtka Henkel morat će povećavati učinkovitost u prosjeku pet do šest posto na godinu.

Tvrtka je prema svom 25. izvještaju o održivosti, koji je izdala u veljači, ostvarila velik napredak i premašila ciljeve za razdoblje od 2011. do 2015. godine, uključujući sljedeće: energetska učinkovitost se poboljšala za 18 %, uporaba vode za 23 %, obujam otpada smanjen je za 17 %, zaštita na radu poboljšana za 33 % a prodaja za 11 %. Sveukupno, tvrtka je poboljšala odnos između stvorene vrijednosti i ekološkog otiska za 38 %. No planovi su i dalje veliki: do 2020. tvrtka namjerava smanjiti emisije CO₂ u proizvodnim pogonima, uporabu vode i obujam otpada za 30 % po toni proizvoda u odnosu na vrijednosti iz 2010. Zaštita na radu trebala bi se poboljšati za 40 %, a prodaja za 22 % po toni proizvoda. Ostvarenje tih ciljeva za rezultat će imati ukupno poboljšanje učinkovitosti od 75 % do 2020. u odnosu na 2010. Održavanje ravnoteže između gospodarskog uspjeha, zaštite okoliša i društvene odgovornosti od ključne je važnosti, stoga će suradnja svih dionika duž cijelog lanca vrijednosti biti nužna pa makar to značilo da su zaposlenici zaduženi da "samo" isključe svjetlo kada izađu iz prostorije ili projektor kada završe s prezentacijom.

Izvor: Željko Smoldaka, predsjednik uprave Henkel Adria, gost komentator, Privredni vjesnik 3927 od 9. 5. 2016..

TEHNOLOŠKE ZABILJEŠKE



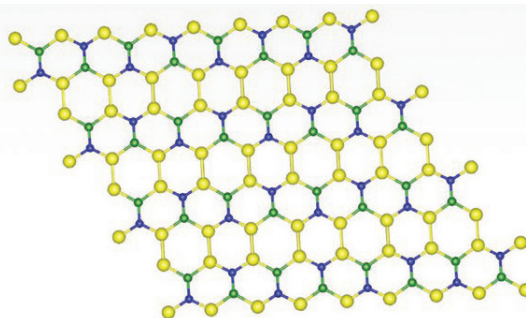
Uređuje: Dušan Ražem

Bolji od grafena

Novi materijal sastoji se od bora, dušika i silicija i mogao bi jednog dana postati popularan materijal za izgradnju elektronike

Posljednjih nekoliko godina svugdje se spominje čvrsti, električki i toplinski vodljivi materijal debljine jednog atoma, nazvan grafen. Sada su istraživači sa Sveučilišta u Kentuckyju na pragu stvaranja novog materijala koji bi mogao nadmašiti korisna svojstva grafena. Novi materijal sastoji se od silicija, dušika i bora koji tvore šesterokutnu strukturu debljine jednog atoma, vrlo sličnu grafenu. Sirovine za oba materijala široko su pristupačne i jeftine, a konačni oblici su lagani i trebali bi biti ekstremno čvrsti, barem teorijski. Istraživači su pomoću računala simulirali pucanje kemijskih veza između osnovnih sastavnica te su ustanovili da izdrže i temperaturu od 1000 °C.

Dok je osnovna jedinica strukture novog materijala šesterokut, kao i u grafenu, različite veličine atoma ovdje rezultiraju manje ujednačenom strukturom s nejednakim stranicama. To, međutim, ima nekih značajnih prednosti pred grafenom. Najznačajnija je da se materijal može lako pretvoriti u poluvodič zamjenjivanjem silicijevih atoma drugim elementima. Prisutnost silicijevih atoma



također znači da se novi materijal može lakše kombinirati s drugim elektroničkim materijalima na bazi silicija. Time bi se mogla izbjeći iznenadna promjena materijala i industriji omogućiti postupno napuštanje silicija, što bi olakšalo prijelaz na nove i raznovrsnije materijale.

Za sada materijal postoji samo teorijski, u računalima Centra za računarske znanosti Sveučilišta u Kentuckyju, čiji istraživači pokušavaju napraviti materijal u laboratoriju u suradnji s istraživačima sa Sveučilišta u Louisvilleu.

Rad je objavljen u Physical Review B, Rapid Communications, 29. 2. 2016.

P-vrijednosti, “zlatni standard” statističke značajnosti, nisu tako pouzdane kao što mnogi znanstvenici misle

Kratko vrijeme tijekom 2010. godine Matt Motyl bio je na rubu slave: otkrio je da ekstremisti vide svijet doslovno u crno-bijeloj tehnici. Rezultati su izgledali “jasni kao dan”, prisjeća se Motyl, doktorand psihologije na Sveučilištu Virginije u Charlottesvilleu. Naime, podaci iz studije na gotovo 2000 ljudi ukazivali su da politički umjereni ispitanici razlikuju nijanse sive točnije od ekstremista, bilo lijevog ili desnog usmjerenja. “Pretpostavka je bila seksi, a nužni pokazatelji su je jasno potvrdili”, kaže on. P-vrijednost, uobičajeni pokazatelj snage dokaza, bila je 0,01 – što se obično tumači kao “vrlo značajno”. Objavljivanje u časopisu s visokim čimbenikom utjecaja činilo se nadohvat.

No tada se umiješala stvarnost. Svjesni proturječnosti oko ponovljivosti, Motyl i njegov mentor Brian Nosek odlučili su ponoviti studiju. S dodatnim podacima, P-vrijednost je iznosila 0,59 – ni blizu konvencionalnoj razini značajnosti, 0,05. Učinak je izostao, a s njime i Motylovi mladalački snovi o slavi.¹ Problem nije bio u podacima ili Motylovim analizama. Problem je ležao u iznenađujuće skliskoj prirodi P-vrijednosti, koje nisu ni toliko pouzdane ni toliko objektivne koliko većina znanstvenika pretpostavlja. “P-vrijednosti ne obavljaju svoj posao zato jer to ne mogu”, kaže Stephen Ziliak, ekonomist s Rooseveltovog sveučilišta u Chicagu, Illinois, i čest kritičar načina na koji se rabi statistika.

Mnogi znanstvenici posebno su zabrinuti zbog reproducibilnosti. Epidemioolog John Ioannidis sa Sveučilišta Stanford u Kaliforniji ustvrdio je da je većina objavljenih rezultata lažna;² od tada je niz u javnosti dobro poznatih problema s ponovljivošću prisilio znanstvenike da ponovno razmotre kako obrađuju svoje rezultate.

Istodobno statističari traže bolje načine razmišljanja o podacima kako bi pomogli znanstvenicima da ne previde važan podatak ili da ne reagiraju na lažnu uzbuenu. “Promijenite svoju statističku filozofiju i odjednom će neke druge stvari postati važne”, kaže Steven Goodman, liječnik i statističar sa Stanforda: “Tada Božji zakoni neće više biti Božji zakoni, nego zakoni koje smo sami proglasili na temelju metodologije koju smo prihvatili.”

Izvan konteksta

P-vrijednosti oduvijek su imale svoje kritičare. U nekih gotovo devedeset godina postojanja bile su uspoređivane s komarcima (dosadne su i nemoguće ih je zgnječiti), carevim novim ruhom (opтереćene su očitim problemima koje svi ignoriraju) i alatom “sterilnog intelektualnog rovanja” koje siluje znanost, ali je i ostavlja bez potomstva.³ Jedan istraživač predložio je da se metoda preimenuje u “testiranje zaključka statističke pretpostavke” (*statistical hypothesis inference testing*),³ navodno zbog akronima koji bi se time dobio.

Ironija je u tome da britanski statističar Ronald Fisher, kad je 1920-ih uveo P-vrijednosti, nije ih namjeravao učiniti konačnim testom. Namijenio im je da jednostavno budu neformalan način za procjenu je li dokaz značajan u starinskom smislu: vrijedi li pogledati ga po drugi put. Ideja je bila da se napravi pokus, a potom provjeri jesu li rezultati sukladni onima kakve bi proizvela potpuna statistička slučajnost. Istraživači bi najprije trebali postaviti “nultu hipotezu”, čiju valjanost pokušavaju osporiti, tako da ne postoji nikakva korelacija ili nikakva razlika između dviju grupa pokusa. Zatim bi, igrajući se đavoljeg advokata i pretpostavljajući da je ta nulta hipoteza zapravo istinita, trebali izračunati vjerojatnost dobivanja rezultata koji će biti barem tako ekstremni kao što su stvarna opažanja. Ta vjerojatnost je P-vrijednost. Što je P-vrijednost manja, sugerirao je Fisher, tim je veća vjerojatnost da je konstruirana nulta hipoteza lažna.

Fisher je naumio da P-vrijednost bude samo još jedan dio fluidnog, nenumeričkog procesa u kojemu spoj podataka i dubljeg



poznavanja stvari vodi do znanstvenih zaključaka. Ali je uskoro uključen u pokret da se donošenje odluka na osnovi dokaza načini što rigoroznijim i objektivnijim. Taj pokret predvodili su kasnih 1920-ih ljuti Fisherovi protivnici, poljski matematičar Jerzy Neyman i britanski statističar Egon Pearson, koji su uveli alternativni okvir za analizu podataka, koji je uključivao statističku potenciju, lažne pozitivne, lažne negativne, i mnoge druge koncepte poznate danas u statistici. Značajno je da su oni ispustili P-vrijednosti.

Dok su se takmaci preparali – Neyman je neke Fisherove radove držao matematički “gorima od beskorisnih”; Fisher je Neymanov pristup zvao “djetinjastim” i “zastašujućim za intelektualnu slobodu na Zapadu” – drugi istraživači izgubili su strpljenje i počeli su pisati statističke priručnike za primjenu u praksi. Budući da mnogi autori nisu bili statističari i nisu temeljito razumijevali nijedan od dva pristupa, stvorili su hibridni sustav u koji su nagurali Fisherove P-vrijednosti koje je bilo lako izračunati i Neymanova i Pearsonova stroga pravila. Tada je, npr. P-vrijednost od 0,05 ustoličena kao “statistički značajna”. “Nikada nije bila namjera da se P-vrijednost primjenjuje tako kako se primjenjuje danas,” kaže Goodman.

Što to sve znači?

Jedan rezultat toga je obilje nesporazuma o tome što P-vrijednost znači.⁴ Uzmite Motylovu studiju o političkim ekstremistima. Većina znanstvenika vidjela bi njegovu izvornu P-vrijednost od 0,01 i rekla da ima samo 1 % vjerojatnosti da je njegov rezultat pogrešan. Ali bili bi u krivu. P-vrijednost ne može to reći: sve što može učiniti jest sumirati podatke pretpostavljajući neku određenu nultu hipotezu. Ne može raditi unatrag i davati izjave o stvarnosti koja stoji u pozadini pojava. To bi zahtijevalo dodatni podatak: koji su izgledi da učinak stvarno postoji. Ignorirati taj zahtjev bilo bi kao da se probudite s glavoboljom i zaključite da imate rijedak oblik tumora na mozgu – što ne bi bilo nemoguće, ali je toliko nevjerojatno da bi iziskivalo daleko više dokaza od svakidašnjeg tumačenja da se radi o običnoj alergiji. Što je tumačenje nevjerojatnije – telepatija, vanzemaljci, homeopatija – veći su izgledi da je novo uzbudljivo otkriće lažno, bez obzira kolika je P-vrijednost.

Neki statističari pokušali su formulirati opća pravila za snalaženje u tim pojmovima. Prema jednom široko primjenjivanom računu,⁵ P-vrijednost od 0,01 odgovara vjerojatnosti lažne uzbune od barem 11 %, ovisno o tome postoji li iza svega stvarni učinak; P-vrijednost od 0,05 povećava tu vjerojatnost na najmanje 29 %. Dakle, izgledi da je Motylovo otkriće lažno, veći su od jedanaest deset. Nadalje, vjerojatnost da se njegov rezultat ponovi, nisu 99 %, kako bi većina pretpostavila, nego su bliži 73 % – ili samo 50 %, ako je težio “vrlo značajnom rezultatu”.^{6,7} Drugim riječima, neponovljivost prvoga rezultata bila je iznenađujuća toliko koliko bi bila vjerojatnost da se u bacanju novčića pokaže pismo kad očekujemo glavu, dakle na djelu je potpuna slučajnost, bez ikakva iznenađenja.

Kritičarima se ne sviđa ni način na koji P-vrijednosti ohrabruju zbrkano razmišljanje, odvrćući pozornost sa stvarne veličine učinka. Na primjer, studija iz 2013. godine na više od 19 000 ljudi pokazala je⁸ da se parovi koji su se našli preko interneta manje razvode ($P < 0,002$) i da su zadovoljniji u braku ($P < 0,001$) (vidi: Nature, doi: <http://doi.org/rcg>, 2013.). To bi moglo zvučati dojmljivo da učinci nisu zapravo sićušni: susreti online smanjili su postotak razvoda sa 7,67 % na 5,96 % i jedva pomaknuli osjećaj sreće s 5,48 na 5,64 na ljestvici od 7 bodova. Baciti se na male P-vrijednosti i zanemariti veću sliku znači postati plijenom “zavodljive sigurnosti značajnosti”, kaže Geoff Cumming, umirovljeni psiholog sa Sveučilišta La Trobe u Melbourneu u Australiji. Značajnost nije nikakav pokazatelj praktične važnosti. On kaže: “Trebali bismo se pitati: ‘Ima li uopće učinak?’ a ne: ‘koliki je učinak?’”

Možda je najgora pogreška jedna vrsta samozavaravanja, za koju je psiholog Uri Simonsohn sa Sveučilišta Pennsylvanije sa svojim kolegama smislio naziv cijepanje P (u smislu sličnom cijepanju dlake); još je poznata kao navlačenje podataka, njuškanje, pećanje, lov na značajnost i dvostruko potkradanje. Cijepati P znači pokušavati štošta dok se ne dobije željeni rezultat – makar i nesvjesno. To bi mogao biti prvi statistički pojam koji je ušao u urbani rječnik na mreži, gdje se njegova upotreba tumači tim rječitim primjerima: “Izgleda da se do tog otkrića došlo navlačenjem P, autori su ispustili jedan od uvjeta, tako da je ukupna P-vrijednost mogla ispasti manja od 0,05” i “On je pravi pećak P, uvijek nadzire podatke još dok traje njihovo prikupljanje.”

Takva praksa pretvara otkrića istraživačkih studija – prema kojima bi trebalo postupiti s krajnjim oprezom – u nešto što izgleda kao čvrste činjenice, ali iščezava kad se pokuša ponoviti. Simonsohnove simulacije pokazale su⁹ da promjena svega nekoliko odluka prilikom analize podataka može povećati lažno pozitivne rezultate i do 60 %. Cijepanje P osobito je izgledno u današnjim studijama koje hvataju male učinke skrivene u podacima visokog šuma. Teško je utvrditi koliko je problem raširen, ali Simonsohn ima osjećaj da je ozbiljan. U jednoj analizi¹⁰ ustanovio je da se u mnogim radovima iz psihologije P-vrijednosti sumnjivo grupiraju oko 0,05, baš kao što bi se i očekivalo kad bi istraživači bili u lovu na značajnu P-vrijednost sve dok je ne nađu.

Igra brojčeva

Unatoč kritikama reforma je bila spora. “Osnovni okvir statistike ostao je praktički nepromijenjen otkad su ga uveli Fisher, Neyman i Pearson” kaže Goodman. John Campbell, psiholog sa Sveučilišta Minnesote u Minneapolisu požalio se još 1982. kao urednik Journal of Applied Psychology: “Gotovo je nemoguće odvrnuti autore od njihovih P-vrijednosti, i što je više nula iza decimalnog zareza, to ih se čvršće drže.”¹¹ Kad je Kenneth Rothman s Bostonskog sveučilišta u Massachusettsu započeo izdavati časopis Epidemiology 1989. godine, učinio je sve što je mogao da obeshrabri autore da se pozivaju na P-vrijednosti u svojim člancima. Međutim on je napustio časopis 2001., a uporaba P-vrijednosti je otada doživjela uskrснуće.

P-vrijednosti samo su vrh ledenog brijega

Ioannidis trenutačno pretražuje bazu podataka PubMed istražujući kako autori iz mnogih područja rabe P-vrijednosti i druge statističke pokazatelje. “Letimičan pogled na uzorak nedavno objavljenih radova uvjerljivo pokazuje da su P-vrijednosti još vrlo popularne”, kaže on. “Bilo koja reforma trebala bi razdrmati ukopanu kulturu. Trebalo bi promijeniti načine kako se podučava statistika, kako se radi analiza podataka i kako se rezultati objavljuju i tumače. Ali istraživači barem priznaju da imaju problem”, kaže Goodman. “Poziv na uzbunu je da ima toliko objavljenih

rezultata koji nisu vjerodostojni”. Istraživači kao Ioannidis ukazuju na povezanost između prigovora teorijske statistike i stvarnih poteškoća, kaže Goodman. “Problemi koje su statističari predviđeli upravo su sada na djelu. Samo još ne znamo kako ćemo ih riješiti”.

Statističari su predložili brojne mjere koje bi mogle pomoći. Da bismo izbjegli razmišljanje o rezultatima kao značajnima i neznačajnima, Cummings misli da bi istraživači uvijek trebali navesti veličinu učinka i interval pouzdanosti. Ti podatci priopćavaju ono što P-vrijednosti ne mogu: veličinu i relativnu važnost učinka.

Mnogi statističari također se zalažu da se P-vrijednosti zamijene metodama koje se zasnivaju na Bayesovom pravilu: taj teorem opisuje kako razmišljati o vjerojatnosti kao o izgledima za neki ishod prije nego kao o mogućoj učestalosti tog ishoda. To uključuje i stanovitu subjektivnost – nešto što su začetnici statistike nastojali izbjegavati. Ali unutar Bayesova okvira promatrači razmjerno lako uključuju svoje poznavanje svijeta u svoje zaključke i izračunavaju kako se vjerojatnosti mijenjaju s prikupljanjem novih podataka.

Drugi se zalažu za pomirljiviji pristup, ohrabrujući istraživače da primjenjuju više raznih metoda na isti zbir podataka. Stephen Senn, statističar u Istraživačkom centru za javno zdravstvo u Luxemburgu uspoređuje to s robotskim usisivačem koji ne može sam pronaći izlaz iz kuta: bilo koja metoda za analizu podataka na kraju će naići na zid, i trebat će nešto zdravog razuma da bi se proces ponovno pokrenuo. Ako različite metode daju različite odgovore, to zahtijeva kreativnost da se pokuša odgovoriti zašto, a to bi trebalo dovesti do boljeg razumijevanja stvarnosti koja se nalazi u pozadini pojava.

Simonsohn tvrdi da se znanstvenici mogu najbolje zaštititi tako da odmah sve priznaju. On ohrabruje autore da označe svoje radove kao takve u kojima su “P-vrijednosti ovjerene, a ne navučene” tako što će napisati: “Rad sadrži kako smo odredili veličinu uzorka, kriterije za ispuštanja podataka (ako ih je bilo), sva postupanja s podacima i sva mjerenja.” On se nada da bi takva izjava obeshrabrila autore da navlače P-vrijednosti ili bi u najmanju ruku obratila pozornost čitatelja na bilo kakve manipulacije i omogućila im da donose vlastite sudove.

S time povezana zamisao koja zadobiva sve veću pozornost je dvostupanjska analiza ili “predbilježeno ponavljanje”, kaže politolog i statističar Andrew Gelman sa Sveučilišta Kolumbija u New Yorku. Prema tom pristupu, istraživačkim i potvrđivačkim analizama se različito pristupa i one se različito obilježavaju. Umjesto da provedu četiri zasebne male studije, o čijim bi rezultatima izvijestili u jednom radu, istraživači bi najprije proveli dvije male istraživačke studije i sakupili potencijalno zanimljive rezultate bez suviše brige o lažnim uzbunama. Na osnovi tih rezultata autori bi odlučili kako planiraju potvrditi rezultate i javno bi predbilježili svoje namjere u bazi podataka kao što je Open Science Framework (<https://osf.io>). Tada bi proveli studije ponovljivosti i objavili njihove rezultate zajedno s rezultatima istraživačkih studija. Taj pristup daje slobodu i prilagodljivost prilikom analiza, kaže Gelman, dok je istodobno i dovoljno strog da smanjuje broj objavljenih lažnih uzbuna.

Šire gledano, istraživači moraju shvatiti ograničenja konvencionalne statistike. U svoje analize trebaju unijeti elemente znanstvenog prosuđivanja o prihvatljivosti pretpostavki i proučavati ograničenja o kojima se inače ne piše u odjeljku rasprave: rezultati istih ili sličnih pokusa, predloženi mehanizmi, klinička saznanja i tako dalje. Statističar Richard Royall sa Škole javnog zdravstva Johns Hopkins Bloomberg u Baltimoreu, Maryland, kaže da se znanstvenik poslije provedenog istraživanja pita tri pitanja: “Koji su dokazi?”, “Čemu bih trebao vjerovati?” i “Što bih trebao uraditi?” Jedna metoda ne može odgovoriti na sva tri pitanja. Brojevi su oni s kojima znanstvena rasprava počinje, ali ne završava.

Literatura

1. B. A. Nosek, J. R. Spies, M. Motyl, M. Perspect. Psychol. Sci. **7** (2012) 615–631, doi: <http://dx.doi.org/10.1177/1745691612459058>.
2. J. P. A. Ioannidis, PLoS Med. **2** (2005) e124, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124>.
3. C. Lambdin, Theory Psychol. **22** (2012) 67–90, doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0959354311429854>.
4. S. N. Goodman, Ann. Internal Med. **130** (1999) 995–1004, doi: <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-130-12-199906150-00008>.
5. S. N. Goodman, Epidemiology **12** (2001) 295–297, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/00001648-200105000-00006>.
6. S. N. Goodman, Stat. Med. **11** (1992) 875–879, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/sim.4780110705>.
7. P. Gorroochurn, S. E. Hodge, G. A. Heiman, M. Durner, D. A. Greenberg, Genet. Med. **9** (2007) 325–321, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/GIM.0b013e3180676d79>.
8. J. T. Cacioppo, S. Cacioppo, G. C. Gonzagab, E. L. Ogburn, T. J. VanderWeele, Proc. Natl Acad. Sci. USA **110** (2013) 10135–10140, doi: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1222447110>.
9. J. P. Simmons, L. D. Nelson, L. D. U. Simonsohn, Psychol. Sci. **22** (2011) 1359–1366, doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0956797611417632>.
10. U. Simonsohn, L. D. Nelson, J. P. Simmons, J. Exp. Psychol. **143**(2) (2014) 534–547, doi: <http://dx.doi.org/10.1037/a0033242>.
11. J. P. Campbell, J. Appl. Psych. **67** (1982) 691–700, doi: <http://dx.doi.org/10.1037/h0077946>.

Izvor: Regina Nuzzo, Nature **506** (2014) 150–152, doi: <http://dx.doi.org/10.1038/506150a>.



Pretvorba ugljikova dioksida iz zraka u metanol

Zbog opasnosti od rastuće razine ugljikova dioksida ne prestaje potraga za načinima njegova uklanjanja iz zraka. Radije nego jednostavno uhvatiti i zakopati ga u tlo, mnogi pokusi nastoje ga pretvoriti u nešto korisno, kao što su ugljikova nanovlakna ili dizelsko gorivo. Nažalost, glavni problem takvih pretvorbi je visoka radna temperatura, čije održavanje iziskuje jedva malo manje goriva nego što se dobije u postupku pretvorbe. Istraživači s koledža Dornsife sa Sveučilišta Južne Kalifornije (USC) objavili su da su našli jednostavniji način kako CO₂ iz zraka izravno pretvoriti u metanol pri puno nižim temperaturama.

Najjednostavniji alkohol metanol se može izravno upotrijebiti kao čisto gorivo, bilo u strojevima s unutarnjim sagorijevanjem preuređenim na odgovarajući način, bilo u gorivnim člancima. Metanol je i vrlo korisna sirovina za proizvodnju drugih kemikalija, kao što je formaldehid, iz kojega se mogu proizvoditi plastične mase, eksplozivi i boje, ili se može dalje pretvarati u dimetil-eter (služi kao zamjena za ugljikovodike kao pogonski plin u sprejevima), octenu kiselinu, razna otapala, antifriz i sredstva za denaturiranje.

Da bi proizveli metanol od CO₂ iz zraka, istraživači su najprije propuhivali zrak kroz vodenu otopinu (PEHA), organskog spoja koji se izvodi od amonijaka, a sadrži više amino-skupina koje – pri povišenoj temperaturi – pomažu stvaranje kemijskih derivata alkohola. Tada su dodali katalizator koji sadrži rutenij da bi postigli spajanje vodika s CO₂ u smjesi pod visokim tlakom.

Kad se potom otopina zagrije na 125 °C do 165 °C, oko 80 % CO₂ prelazi u metanol. Dobiveni metanol nalazi se u smjesi s vodom od koje se lako može razdvojiti destilacijom. Zahvaljujući relativno niskoj temperaturi dolazi do minimalne razgradnje katalizatora te se postupak može ponoviti pet puta uz minimalan gubitak učinkovitosti katalizatora. Katalizator je u homogenoj smjesi s reagensima, tj. nalazi se s njima u istoj otopini, što rezultira jednostavnijim i bržim “jednolončanim” postupkom.

Dok je metoda još u povojima, istraživači nastoje usavršiti postupak prije prenošenja u industrijsko mjerilo, ali priznaju da bi do toga moglo doći tek za pet do deset godina te da bi bio skuplji od konvencionalne proizvodnje goriva. Pogotovo se ne može nositi s današnjom cijenom goriva od oko 30 dolara po barelu. Tu nisku cijenu možemo zahvaliti tome što sada spaljujemo fosilne proizvode nekadašnje sunčeve svjetlosti. Ali, dok će nam Sunce sjati još sljedećih pet milijardi godina, zalihe fosilnih goriva su ograničene. Zato već sada treba misliti kako ih sačuvati da bismo ih mogli racionalnije iskoristavati u budućnosti.

Istraživanje je objavljeno prošle godine u: Olah, George A., Goepfert, Alain, Czaun, Miklos, Mathew, Thomas, May, Robert B., Prakash, G. K. Surya: Single Step Bi-reforming and Oxidative Bi-reforming of Methane (Natural Gas) with Steam and Carbon Dioxide to Metgas (CO-2H₂) for Methanol Synthesis: Self-Sufficient Effective and Exclusive Oxygenation of Methane to Methanol with Oxygen. Journal of the American Chemical Society **137** (2015) 8720–8729.

Izvor: Colin Jeffrey, University of Southern California, 6. 2. 2016.

Rastezljiva elektronika

Prije nego što robotska koža osjetljiva na dodir ili protetska koža postanu obične stvari, najprije treba razviti otpornu i pouzdanu fleksibilnu elektroniku. Istraživači iz istraživačkog instituta švicarske Savezne politehničke škole u Lausannei načinili su krupan korak prema tom cilju razvivši elektroničke krugove koji ne prestaju raditi ni kad se istegnu na duljinu četiri puta veću od izvorne. Ti fleksibilni krugovi napravljeni su od tekućeg metala, slitine zlata i galija. Galij ima dobra električna svojstva i zahvaljujući postupku superohlađivanja ostaje u tekućem stanju čak i na sobnoj temperaturi. Zlato održava slitinu u obliku kontinuiranog homogenog filma kroz koji struja nesmetano teče; bez zlata galij bi se raspršio u izolirane kapljice. Vodljiva slitina se raspodjeljuje po nanokanalima koji su izdubljeni u elastičnoj polimernoj podlozi. Gotov proizvod može se istegnuti četiri puta u odnosu na izvornu duljinu, a da ne dođe do prekidanja struje. Također dobro podnosi opetovano savijanje i uvijanje.

Izvor: Ben Coxworth, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, 1. 3. 2016.