



## Važnost materijala za prijelaz na obnovljive izvore energije

Jednodnevni simpozij pod nazivom “Veliki prijelaz: važnost kritičnih metala za zelene energijske tehnologije” održan je 13. srpnja 2017. u Darmstadtu uz sudjelovanje oko 150 sudionika. Pod vodstvom profesora Olivera Gutfleischa s Tehničkog sveučilišta Darmstadt i Fraunhoferovog instituta za recikliranje materijala i strategije iskorištavanja prirodnih bogatstava, program je bio usredotočen na pravodobni prijelaz na obnovljive izvore energije i prateću infrastrukturu (“Energiewende” na njemačkom) te na izazove koje u provođenju tog prijelaza predstavlja pristupačnost (ili nepristupačnost) pojedinih materijala.

### Pristupačnost materijala u svezi s obnovljivom tehnologijom

U svojem uvodnom izlaganju profesor Gutfleisch pojasnio je zašto je ta tema toliko važna. Njemačka trenutačno proizvodi oko 648 TWh (milijardi Wh) energije godišnje, od čega 29 % iz obnovljivih izvora. Politički pritisci i briga za okoliš (uključujući globalno zatopljenje) prisiljavaju na daljnje smanjivanje uporabe izvora kao što su fosilna goriva i nuklearne elektrane (osobito u Njemačkoj) i na prijelaz na dodatne obnovljive izvore velikog kapaciteta. Proizvodnja energije u tako velikom mjerilu u najboljem slučaju dovest će u pitanje pristupačnost mnogih rijetkih materijala, a u najgorem slučaju učinit će sadašnja tehnološka rješenja potpuno neodrživima. Na primjer, baterije s litijevim ionima koje pokreću nadolazeće električne automobile zahtijevaju znatne količine ne osobito obilnih materijala.

Profesor Maximilian Fichtner istaknuo je u svojem izlaganju da Njemačka ima flotu od 40 milijuna automobila i da bi svjetska proizvodnja litija trebala biti 15 puta veća da ih se sve prevede na električni pogon. Sadašnja tehnologija baterija s litijevim ionima rabi kobaltne okside za katodu i kada bi se iskoristio svaki atom tog elementa na svijetu (uključujući prirodna nalazišta i rezerve), mogli bismo proizvesti ukupno 85 milijuna vozila. S 40 milijuna vozila samo na njemačkim cestama jasno je da današnja tehnologija ne bi mogla zadovoljiti globalne potrebe jednostavnim povećanjem proizvodnje. Slična razmatranja glede pristupačnosti materijala javljaju se gotovo u svim drugim tehnologijama koje se tiču obnovljivih izvora energije, a neka najvažnija spomenuo je profesor Gutfleisch u svojem uvodnom predavanju:

- primjene u elektronici i solarnoj energiji (galij, germanij, selen, indij, telur),
- iskorištavanje pučinskih vjetrova, elektronička mobilnost, zaštita od groma, oslikavanje u medicini (neke rijetke zemlje kao praseodimij, neodimij, terbij, disprosij, lutecij),
- kataliza u gorivnim člancima (plemeniti metali),
- termoelektrična pretvorba otpadne topline (kadmij, telur),
- magnetsko hlađenje (gadolinij, germanij, indij, kobalt),
- baterije i akumulatori (litij, kobalt),
- visokotemperaturna vodljivost (itrij).

Oliver Gutfleisch ističe da je jasno da će nam, kako se budemo približavali potpunom prijelazu na obnovljive izvore energije, trebati više rijetkih metala te kako su “zeleni” rijetki metali problem kojemu se do sada posvećivalo premalo pozornosti. Pristupačnost materijala i energijski izazovi međusobno su nerazmrsvio isprepleteni, te će stoga prijelaz na obnovljive izvore energije morati

biti skopčan s revolucijom u materijalima ako se želimo uspješno prebaciti na obnovljive izvore energije u globalnom mjerilu. *Zeleni vodik za gorivo, kemijsku proizvodnju i pohranu energije*

Profesor Robert Schlögl s Instituta Fritz Haber i Instituta Max Planck za pretvorbu kemijske energije upozorio je u svojem predavanju “Kemija nudi mnoga rješenja, ali vodite računa o dimenzijama!” Kako njemačka energijska revolucija rješava samo 2 % svjetskog energijskog problema, trebaju nam sva dostupna rješenja, bez političkih predrasuda ili dogmi koje bi nam zamagljivale vid ili nas sprječavale da razmatramo moguće alternative.

Napredak koji smo do sada ostvarili u smanjivanju ispuštanja stakleničkih plinova uglavnom se zahvaljuje prijelazu s ugljena na prirodni plin. Na toj osnovici, međutim, teško se može napredovati dalje. Prijelaz na istinski obnovljive izvore energije bit će teži i zahtijevat će “bitno nelinearno djelovanje” kako bi se ostvarilo u razumnom roku.

Robert Schlögl ističe da je za pristupačnost zelenog vodika, koji će se rabiti za goriva i kemijske pretvorbe, kao i za pohranu energije, kritički potrebno učiniti novi prodor. Temeljita istraživanja površina i oksidacijskih stanja ukazuju na to da reakcija razvijanja kisika predstavlja glavno ograničenje u elektrokemijskom cijepanju vode na vodik i kisik. Ključnu ulogu pritom imaju oksil radikali. Današnji najbolji katalizator za tu reakciju je iridijev oksid u obliku  $\text{IrO}(\text{OH})_m(\text{H}_2\text{O})_n$ , ali rijetkost tog prijelaznog metala sprječava njegovu široku primjenu.<sup>1</sup> Ako bi se moglo dobiti stabilne čestice na površini nekog drugog, pristupačnijeg metalnog oksida, postigao bi se značajan iskorak prema ostvarivanju te tehnologije u velikom mjerilu.

Profesor Andreas Züttel sa Švicarskog Saveznog instituta za tehnologiju u Lausanni (EPFL) jedan je od svjetskih stručnjaka za znanost i tehnologiju vodika. On je proširio raspravu o utjecajima novih materijala na vodikove tehnologije i tehnologije obnovljivih izvora energije. Na početku je istaknuo da je Švicarska bila uglavnom poljoprivredna zemlja dok se nisu razvile proizvodnja hidroenergije i tehnologija pohrane energije, poslije čega je ubrzo postala visokotehnološko društvo kakva je danas. Poentirao je svoje izlaganje izjavom: “Bogatstvo nije ništa drugo nego pristupačnost energije i materijala”.

Snaga instaliranih fotonaponskih izvora narasla je deset puta u proteklih pet godina, a da bi se i nastavili razvijati tom brzinom, trebat ćemo pojačati recikliranje kako bismo smanjili otpad i nadoknadili gubitak nekih najbitnijih rijetkih elemenata prije nego što se izgube na odlagalištima i podzemnim vodama. U optimističnom pogledu na budućnost i uz osiguran pristup zelenom vodikom mogli bismo ponovno napuniti naftne bušotine kako bismo zadržali ugljik, umjesto da ga spaljujemo u ugljikov dioksid, koji potom možemo ili ispuštati ili ga neizmijenjenog izravno pohranjivati u tlu. U tom je smjeru Pomorski istraživački laboratorij Sjedinjenih Američkih Država (*US Naval Research Laboratory*) nedavno razvio proces istodobne ekstrakcije ugljikova dioksida i vodika iz morske vode za proizvodnju sintetskih tekućih ugljikovodičnih goriva na nosačima zrakoplova na pučini.<sup>2</sup> Pristupačnost materijala za energijske tehnologije razmatrana je u narednim prezentacijama sa stanovišta fotokatalize, baterija i elektrokemijske pohrane energije, gorivnih članaka, termoelektričnog pridobivanja energije, fotonaponskih članaka, supravodljivog prijenosa energije, magneta od rijetkih zemalja i dr. Što više pozornosti bude posvećeno ulozi materijala u prijelazu na obnovljive izvore energije, tim će veći uspjeh taj prijelaz polučiti na svjetskoj razini.

## Literatura

1. V. Pfeifer, T. E. Jones, J. J. Velasco Vélez, R. Arrigo, S. Piccinin, M. Hävecker, A. Knop-Gericke, R. Schlögl, *In situ* observation of reactive oxygen species forming on oxygen-evolving iridium surfaces, *Chem. Sci.* **8** (2017) 2143–2149, doi: <https://doi.org/10.1039/C6SC04622C>.
2. D. Parry, NRL Seawater Carbon Capture Process Receives U.S. Patent, U.S. Naval Research Laboratory 2016.  
Izvor: J. J. Uhlich, *ChemNews Magazine*, 21. srpnja 2017.  
doi: <https://doi.org/10.1002/chemv.201700051>.  
Objavljeno s dopuštenjem Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

## Zašto bezvrijedni časopisi preživljavaju

Nazovite to klasičnim primjerom ponude i potražnje. Sveučilišta inzistiraju da njihovi zaposlenici objavljuju znanstvene radove, i to čim više članaka, tim bolje. Profesori i ustanove na kojima oni podučavaju zasnivaju svoj ugled na objavljenim publikacijama, a s viškom doktora znanosti koji se natječu za posao, svačija je karijera na kocki. Natjecanje za prijem u vrhunskim časopisima je oštro. Ali što je s preopterećenim profesorima na manje prestižnim sveučilištima bez velikih ugovora i vrhunski opremljenih laboratorija? Kako oni napreduju?

Čini se da su mnogi njihovi članci objavljeni u “časopisima” koji spremno objavljuju bilo što uz naknadu koja dostiže i nekoliko stotina dolara po članku. Te publikacije često se nazivaju razbojnički časopisi (*predatory journals*) pretpostavljajući da su dobrotamjermi znanstvenici na prijeveru uvučeni u suradnju s njima – prevareni ulizičkim porukama kojima ih ti časopisi pozivaju na objavljivanje ili zavarani imenom koje zvuči kao ime nekog poznatog časopisa.

Ipak, čini se da mnogi znanstvenici točno znaju što rade, što objašnjava zašto su se ti časopisi namnožili usprkos kritikama. Izgleda da njihov odnos manje podsjeća na odnos grabežljivca i plijena te da se zapravo radi o novom i ružnom obliku suživota. Mnogi nastavnici – posebice na fakultetima s velikim nastavnim opterećenjem i slabom znanstvenom opremom – postali su pohlepni sudionici u akademskoj prijeveri u kojoj se rasipa novac poreznih obveznika, nagrizava vjerodostojnost znanosti i zamagljuju važna istraživanja.

“Kad se stotine tisuća članaka objavljuju u predatorskim časopisima nije vjerojatno da su baš svi autori i njihove ustanove žrtve,” kaže Derek Pyne, profesor ekonomije sa sveučilišta Thompson Rivers u Britanskoj Kolumbiji u kanadskim novinama *Ottawa Citizen*. Broj takvih časopisa narastao je posljednjih godina na više od 10 000, približavajući se broju “zakonitih”. U časopisu *Nature* pojavila se tvrdnja da je razbojničko izdavaštvo postalo organizirana djelatnost. Mnogi od tih časopisa nazivaju se imenima koja blisko podsjećaju na ugledne publikacije, zbog čega ih je lako zamijeniti. Na primjer, *Journal of Economics and Finance* koji izdaje Springer lako je zamijeniti za *Journal of Finance and Economics*. Tako imamo i *Journal of Engineering Technology* koji izdaje Američko društvo za inženjersko obrazovanje (*American Society for Engineering Education*), ali i GSTF-ov *Journal of Engineering Technology*.

Predatorski časopisi imaju niže troškove, jer ne recenziraju primljene rukopise i objavljuju samo na mreži. Oni znanstvenike zasipaju elektronskim porukama pozivajući ih na objavljivanje. Ti časopisi na svojim mrežnim stanicama često oglašavaju da ih prikazuje Google Scholar, što može biti i točno, ali Google Scholar ne vrednuje sadržaj časopisa koje prikazuje. Nadalje, ti časopisi ohrabruju porast pseudo-znanosti. Za istraživače koji bi htjeli uljepšati svoj stručni životopis, njihovi izdavači organiziraju konferencije na kojima će vas, uz skupu naknadu, navesti kao pozvanog predavača, čak ako niste ni prisustvovali konferenciji. Jedan takav sastanak, koji je organizirala samozvana World Acad-

emy of Science, Engineering and Technology i koji je održan u lipnju u New Yorku, izgledao je kao pravo Potemkinovo selo. Organizator je obećao veliku i bogatu konferenciju, ali jedini prostor u kojemu se održavala bila je mala prostorija bez prozora na šestom katu hotela koji se upravo obnavljao. Prisutna šačica ljudi marljivo je slušala predavanja. Većina navedenih u programu nije ni bila nazočna.

Sudjelovanje u takvim sumnjivim poduhvatima ne donosi rizika. Dr. Pyne koji je istraživao publikacije svojih kolega kaže da su članovi njegovog fakulteta koji su bili promaknuti prošle godine imali najmanje četiri publikacije u upitnim časopisima. Od deset dobitnika nagrade *School of Business and Economy* njih devet su objavljivali i u takvim časopisima, a jedan od njih je u njima imao čak deset radova. Dr. Pyne je zaključio da znanstvenici koji u svojem popisu radova navode i takve radove nemaju problema s promaknućima – štoviše izgleda da objavljivanje u predatorskim časopisima daje veće izgleda za nagradu od objavljivanja u legitimnim časopisima. Ostalo je nepoznato kako su ti članci točno utjecali na promaknuća. Ali Dr. Pyne je mogao zaključiti da im oni u najmanju ruku nisu smetali.

Neki kažu da sam akademski sustav snosi većinu odgovornosti za porast predatorskih časopisa zahtijevajući publiciranje čak i od onih profesora koji nemaju materijalnih uvjeta za istraživački rad ili im nastavno opterećenje ne ostavlja za to dovoljno vremena. Ipak, “svako sveučilište zahtijeva neku razinu publiciranja” kaže Lawrence DiPaolo, prodekan za znanstveni rad na Sveučilištu Neumann u Astonu, Pennsylvania.

Nedavno je skupina istraživača izmislila lažnu znanstvenicu, Annu O. Szust. Njezino prezime na poljskom znači varalica. Dr. Szust je pisala legitimnim i predatorskim časopisima nudeći se da bude urednica. Priložila je biografiju u kojoj su navedene nepostojeće publikacije i akademski stupnjevi, kao i izdavači knjiga u kojima je, navodno, surađivala. Legitimni časopisi smjesta su je odbili. Ali, od 360 časopisa upitna ugleda, njih 48 ih je prihvatilo kao urednicu. Četiri su je čak imenovala glavnom urednicom. Jedan časopis poslao joj je poruku elektronskom poštom u kojoj se kaže: “Zadovoljstvo nam je prihvatiti vas kao glavnu urednicu našeg časopisa bez ikakve vaše odgovornosti”.

Vodeća osoba tog podrugljivog pothvata, dr. Katarzyna Pisanski, psihologinja sa Sveučilišta Sussex u Engleskoj, kaže da je pitanje što navodi ljude da objavljuju u takvim časopisima “osjetljiva tema”. “Ako ste se dali zavesti pozivom putem elektronske pošte nećete to spremno priznati, kao i ako ste to namjerno napravili da biste na lak način povećali broj svojih publikacija”.

Posljedice sudjelovanja u tom nečasnom poslu mogu biti i gore od samog popisa radova prošaranog mizernim radovima i sažetima sa sumnjivih konferencija: i te publikacije postaju dio korpusa znanstvene literature. Čak i potpuno smeće objavljivanjem počinje svoj vlastiti život. Sjetite se medicine i koliko informacija je pristupačno na internetu. Kad se objave neponovljivi rezultati to može imati posljedice po ljudsko zdravlje. Prije samo nekoliko godina nitko ih ne bi primijetio. Međutim, neke znanstvene ustanove postale su svjesne opasnosti. Sada izborna povjerenstva češljaju popise radova da bi provjerila jesu li časopisi legitimni.

Izvor: *Cina Kolata*, *The New York Times*, 30. 10. 2017.