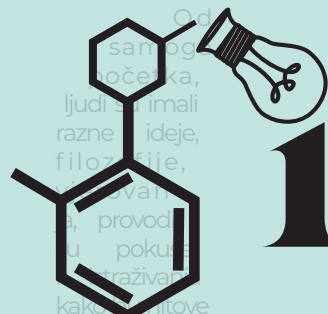




# reaktor ideja vol. 8

službeno glasilo Studentske sekcije HDKI-ja

**Appleove slušalice  
kao biosenzor za  
mjerjenje aktivnosti  
mozga**



**Bakterija razgrađuje  
plastiku u slanoj vodi**



**Poboljšanje  
organskih šampuna**



**Zašto su  
skandinavske  
zemlje najsretnije  
na svijetu?**



ISSN 2584-6884  
e-ISSN 2459-9247

Studentska sekcija HDKI-ja



[www.hdki.hr/hdki/casopisi/reaktor\\_ideja](http://www.hdki.hr/hdki/casopisi/reaktor_ideja)

svibanj 2024.

# Sadržaj

vol. 8, br. 7, lipanj 2024.

## KEMIJSKA POSLA

|                                                                              |   |
|------------------------------------------------------------------------------|---|
| Planetarni znanstvenici otkrili „Giant Shield” vulkan na Marsu .....         | 1 |
| Kako UAE stvaraju umjetnu kišu, povezanu s vremenskim kaosom u Dubaiju ..... | 3 |
| Poboljšanje organskih šampona .....                                          | 4 |
| Upoznajmo uredništvo – Dora Felber .....                                     | 6 |

## ZNANSTVENIK

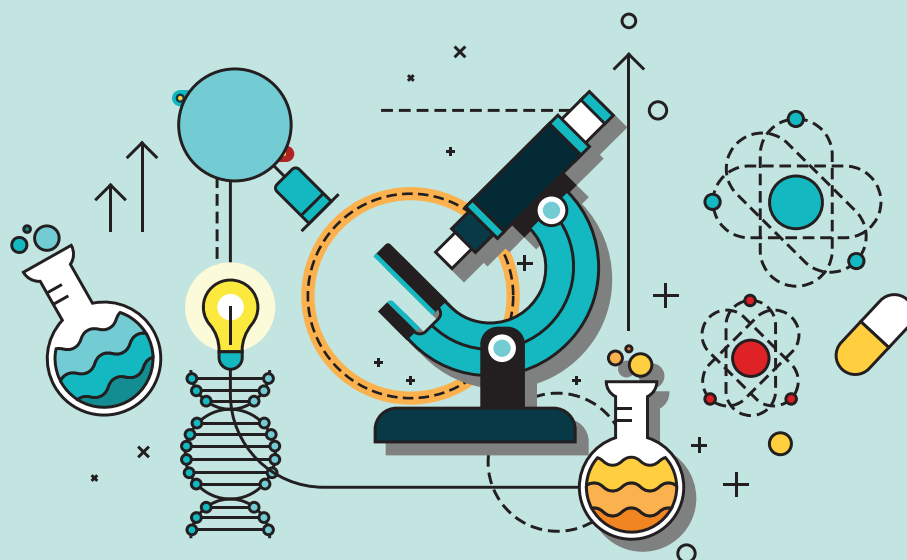
|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Primjena ugljičnih kvantnih točaka u medicini .....                 | 7  |
| Appleove slušalice kao biosenzor za mjerenje aktivnosti mozga ..... | 9  |
| Biljnim putem protiv alergija? .....                                | 12 |
| 3D printani elektrokemijski reaktori .....                          | 13 |

## BOJE INŽENJERSTVA

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Na kavi sa znanstvenicima – dr. sc. Nikola Biliškov .....           | 15 |
| Bakterija razgrađuje plastiku u slanoj vodi .....                   | 23 |
| Recikliranjem baterija do (zaista) zelenih električnih vozila ..... | 25 |

## SCINFLUENCER

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Blockchain tehnologija u zaštiti okoliša .....                        | 27 |
| Recikliranje baterija za električna vozila: mitovi i stvarnosti ..... | 30 |
| Zašto su skandinavske zemlje najsretnije na svijetu? .....            | 31 |
| Tri savjeta za održivi život – poster .....                           | 33 |





# reaktor ideja



## IMPRESSUM

### *Reaktor ideja*

#### Uredništvo:

Berislavićeva ul. 6/I,  
10 001 Zagreb  
Tel: +385 95 827 9310  
Faks: +385 1 487 2490  
e-pošta: studenti@hdk.hr

#### Izdavač:

Hrvatsko društvo kemijskih  
inženjera i tehnologa

#### Glavna urednica:

Dora Ljubičić  
(dljubicic@fkit.unizg.hr)

#### Urednici rubrika:

Jurja Vukovinski  
Veronika Biljan  
Laura Glavinić  
Iva Turkalj

#### Grafička priprema:

Dora Ljubičić  
Jurja Vukovinski  
Veronika Biljan  
Laura Glavinić  
Iva Turkalj  
Zdenko Blažeković

#### Lektura:

Dora Felber  
Karla Radak

#### Grafički dizajn:

Iva Žderić

#### Tisak: Sveučilišna tiskara

Izlazi mjesečno  
(kroz akademsku godinu)  
Časopis sufinancira Ministarstvo  
znanosti i obrazovanja Republike  
Hrvatske, Zagreb

Vol. 8 Br. 7, Str. 1–32  
Zagreb, svibanj 2024.

ISSN 2584-6884  
e-ISSN 2459-9247



Uredništvo *Reaktora ideja*

Dragi čitatelji,

kraj je semestra pa vam svima za nagradu izbacujemo  
novi broj Reaktora ideja!

Čeka nas još jedan, zadnji broj ove akademske godine  
krajem lipnja.

Dotad uživajte u ovom broju uz neko osvježanje.

Svim studentima, asistentima i profesorima želim  
uspješne ljetne ispitne rokove.

Uživajte u čitanju!

**Dora Ljubičić,**  
glavna urednica

*Dora Ljubičić*



# KEMIJSKA POSLA

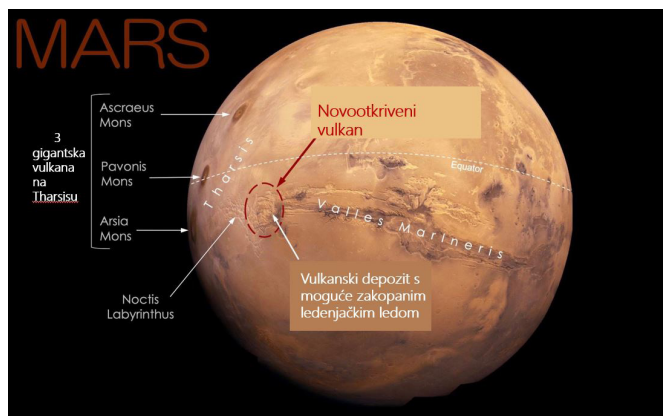
## Planetarni znanstvenici otkrili „Giant Shield” vulkan na Marsu

Adriana Tičić (FKIT)

Jedan od Zemljina dva najbliža susjeda i četvrti planet po udaljenosti od Sunca iznimno je suho, kamenito i hladno mjesto. To je planet koji na noćnom nebu lako možemo uočiti kao jarko crvenu svjetlosnu točku, a riječ je o planetu Marsu.

Mars je jedan od najistraženijih planeta u našem Sunčevom sustavu što dokazuju NASA-ine misije koje su pronašle mnogo dokaza da je Mars prije nekoliko milijardi godine bio mnogo vlažniji i topliji, s debljom atmosferom.<sup>1</sup>

Tome pridonosi i novo otkriće vulkana na Marsu, nazvanog *Noctis Mons* koji se nalazi južno od Marsovog ekvatora, u istočnom Noctis Labyrinthusu, zapadno od Valles Marineris, golemog sustava kanjona planeta. Noctis Mons doseže 9022 m u visinu i proteže se 450 km u širinu. Njegova divovska veličina i složena povijest modifikacija pokazuju da je aktivan jako dugo.<sup>2</sup>

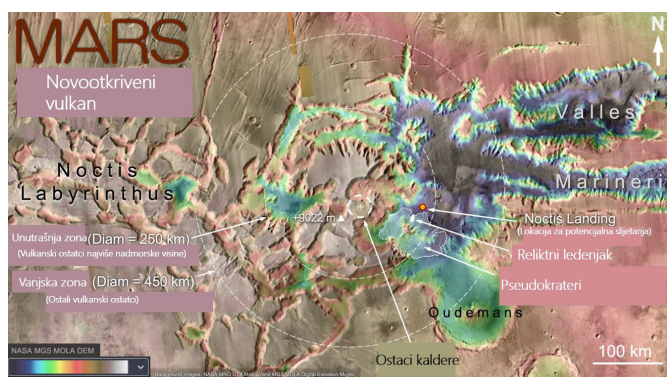


Slika 1 – Položaj novootkrivenog vulkana na Marsu

U njegovom jugoistočnom dijelu leži tanka, recentna vulkanska naslaga ispod koje je vjerojatno još uvijek prisutan ledenjački led. Ovo kombinirano otkriće divovskog vulkana i mogućeg ledenjaka značajno je jer ukazuje na novu lokaciju za proučavanje geološke evolucije Marsa kroz vrijeme, traženje života i istraživanja. Nekoliko tragova, uzetih zajedno, otkrivaju vulkansku prirodu gomile slojevitih planinskih planina i kanjona u ovom istočnom dijelu Noctis Labyrinthusu. Središnje područje vrha obilježeno je s nekoliko uzdignutih visova koji tvore luk, dosežući regionalnu



visinu i spuštajući se nizbrdo od područja vrha. Blage vanjske padine protežu se do 225 km daleko u različitim smjerovima. Ostaci kaldere – urušenog vulkanskog kratera mogu se vidjeti u blizini središta strukture.<sup>2</sup>



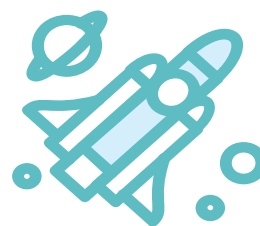
**Slika 2** – Dijelovi područja Noctis Monsa

Tokovi lave, piroplastične naslage (sačinjene od vulkanskih čestica: pepela, plovućca i tefre) i hidratizirane mineralne naslage pojavljuju se u nekoliko područja unutar perimetra strukture. Poznato je da ovo područje Marsa ima široku paletu hidratiziranih minerala koji obuhvaćaju dugi dio povijesti Marsa. Dugo se sumnjalo da su ovi minerali vulkansko okruženje. Zato i nije iznenađujuće pronaći vulkan u ovom području.<sup>2</sup>

Osim vulkana, otkriveno je područje od 5000 km<sup>2</sup> vulkanskih naslaga unutar vulkanskog perimetra koje predstavlja veliki broj niskih, zaobljenih i izduženih humaka nalik na mjehuriće. Iako ovi pseudokrateri nalikuju pravom vulkanskom krateru nemaju otvor iz kojeg izbija lava, a nastaju ispuštanjem tankog pokrivača vrućeg vulkanskog materijala preko površine bogate vodom ili ledom.<sup>2</sup>



**Slika 3** – Primjer pseudokratera

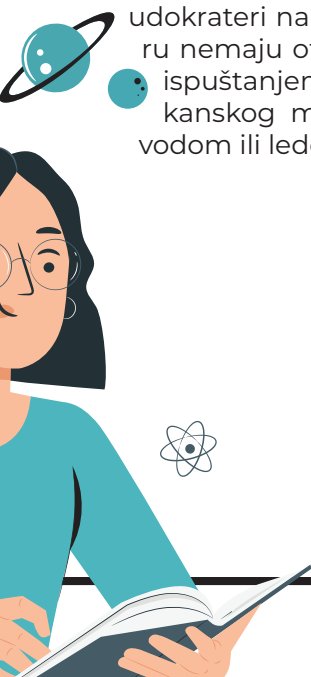


Noctis Mons predstavlja dugu i složenu povijest modifikacija, vjerojatno iz kombinacije lomljenja, toplinske erozije i ledenjačke erozije. To je drevni i dugovječni vulkan tako duboko erodiran da bi se po njemu moglo pješati, voziti ili letjeti kroz njega kako bi se ispitalo, uzorkovalo i datiralo različite dijelove njegove unutrašnjosti.<sup>2</sup>

Također, duga je povijest interakcije topline s vodom i ledom, što ga čini glavnim mjestom za astrobiologiju i potragu za znacima života. Zbog ledenjačkog leda koji je još uvijek očuvan blizu površine u relativno toplom ekvatorijalnom području na Marsu, mjesto izgleda vrlo privlačno za buduća robotska i ljudska ispitivanja.<sup>2</sup>

### Literatura

1. <https://science.nasa.gov/mars/> (12.5.2024.)
2. <https://www.sci.news/space/noctis-mons-12763.html> (12.5.2024.)



# Kako UAE stvaraju umjetnu kišu, povezanu s vremenskim kaosom u Dubaiju

*Lana Grlić (FKIT)*

Zasijavanje oblaka, prema definiciji Američkog meteorološkog društva, tehnika je unutar modifikacije vremena usmjerena na umjetno mijenjanje vremenskih uvjeta. To podrazumijeva raspršivanje pripremljenih aerosola ili vrlo hladnih tvari u ciljana područja unutar oblaka.

Znanstvenici diljem svijeta eksperimentiraju s ovom tehnologijom od 1940-ih. Ciljevi uključuju povećanje oborina, smanjenje štete od tuče ili raspršivanje magle. U tu svrhu često se koristi srebrov jodid, koji se posebno nalazi u protugradnim projektilima. Osim toga, pojavile su se manje štetne alternative, poput higroskopne soli koja se sastoji od natrijeva, magnezijeva i kalijeva klorida. Druga je tehnika korištenje električnih naboja iz dronova koji lete na malim visinama. Znanost iza toga jest da što je veća razlika u nabojima među kapljicama unutar oblaka, to je njihova međusobna privlačnost jača. Električne emisije u zraku mogu potaknuti spajanje kapljica unutar oblaka, što u konačnici dovodi do stvaranja kiše.

Međutim, tehnologija zasijavanja oblaka ne čini čuda na nebu bez oblaka. Čestice soli moraju se ubrizgati u već formirani oblak koji sadrži vlagu kako bi se pokrenula kiša i povećalo njezino opterećenje. Meteorološka agencija Ujedinjenih Arapskih Emirata (UAE) neprestano nadzire nebo kako bi uočila pravi oblak i dala upute pilotima o pokretanju misije sijanja. Tipična operacija zasijavanja oblaka traje 4 sata, cilja 5-6 oblaka i iznosi bi otprilike 3000 američkih dolara. Zasijavanje oblaka je kontroverzno, jer raspršene čestice povećavaju količinu mikro-onečišćivača u atmosferi, što bi na kraju moglo dovesti do respiratornih bolesti kod ljudi. Također, infrastruktura gradova UAE nije prilagođena jakim kišama.



**Slika 1** – Poplave u Ujedinjenim Arapskim Emiratima

Metoda je doživjela određeni uspjeh u Australiji, Francuskoj, Španjolskoj i SAD-u. Ujedinjeni Arapski Emirati posebno koriste ovu metodu, a navodno je izazvala oluje u mnogim Emiratima, uključujući Abu Dhabi, Sharjah i Fujairah. Snijeg se povremeno opaža i u emiratu Ras-Al-Khaimah. U UAE se za taj posao koriste kristali soli. Međutim, mnogi su ekolozi izjavili da je nemoguće analizirati čini li proces uistinu značajnu razliku jer je prilično teško analizirati vremenske obrasce i kako na njih utječe sijanje oblaka.

U veoma sušnim Ujedinjenim Arapskim Emiratima nestašica vode postaje kritična zbog pretjerane upotrebe i klimatskih promjena. Ujedinjeni Arapski Emirati koriste zasijavanje oblaka i desalinizaciju, ali sada istražuju nove metode za povećanje vodnih resursa. Jedna od ideja je korištenje velikih "umjetnih crnih površina" (ABS) izrađenih od crnih materijala ili solarnih panela za zagrijavanje površine i povećanje padalina putem konvektivnih procesa. Istraživanje je simuliralo različite veličine ABS-ova i otkrilo da oni od 20 km ili veći značajno povećavaju količinu padalina smanjenjem inhibicije konvekcije. Učinkovitost varira ovisno o veličini, s površinom od 20 km koja proizvodi prosječno povećanje od 571.616 m<sup>3</sup> oborina dnevno. Veći ABS-ovi proizveli su više oborina, potencijalno osiguravajući vodu za tisuće dodatnih ljudi godišnje. Ovo sugerira da bi korištenje crnih panela ili solarne fotonaponske energije moglo biti obećavajući pristup povećanju količine oborina u sušnim regijama poput UAE, što iziskuje daljnja istraživanja.



**Slika 2** – Poplave u Ujedinjenim Arapskim Emiratima

Zasijavanje oblaka i inovativni koncept korištenja umjetnih crnih površina predstavljaju obećavajuće puteve za rješavanje gorućih problema s nedostatkom vode s kojima se suočavaju područja poput Ujedinjenih Arapskih Emirata (UAE). Dok je sijanje oblaka dugotrajna tehnika, pojava ABS tehnologije nudi novi pristup povećanju padalina putem konvektivnih procesa.

Međutim, i zasijavanje oblaka i implementacija ABS-a dolaze s vlastitim nizom izazova i razmatranja, uključujući utjecaje na okoliš i infrastrukturne prilagodbe. Poplave su također posljedica širenja oblaka kao što je viđeno u Abu Dhabiju ovog siječnja. Stoga su potrebna daljnja istraživanja i pažljiva procjena kako bi se u potpunosti razumjela izvedivost, učinkovitost i potencijalni nedostaci ovih tehnika. Unatoč tome, uz stalni napredak tehnologije i stalna znanstvena istraživanja, ovi pristupi obećavaju za ublažavanje nestašice vode i osiguravanje održivog razvoja sušnih regija poput UAE.

## Literatura

1. Almheiri, K.B.; Rustum, R.; Wright, G.; Adeyoye, A.J. Study of Impact of Cloud-Seeding on Intensity-Duration-Frequency (IDF) Curves of Sharjah City, the United Arab Emirates. *Water* 2021, 13, 3363.
2. Ćurić, M.; Lompar, M.; Romanic, D.; Zou, L.; Liang, H. Three-Dimensional Modelling of Precipitation Enhancement by Cloud Seeding in Three Different Climate Zones. *Atmosphere* 2019, 10, 294.

# Poboljšanje organskih šampona

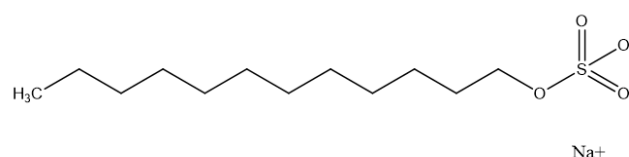
*Tajana Rubilović (FKIT)*

U današnjem svijetu kada je ekološka održivost sve prepoznatljivija zbog svoje važnosti, a toksični spojevi sve prepoznatljiviji zbog svojeg štetnog učinka na ljudsko zdravlje, organski šamponi dobivaju sve veću ulogu u našim kućanstvima.

Veliku razliku između organskih i tradicionalnih šampona čine upravo sastojci koji ti šamponi sadrže, tj. ne sadrže, ali ipak je najveća razlika kako ti sastojci djeluju na ljudsko zdravlje. Organski šamponi u pravilu ne sadrže parabene, kemijske mirise, bojila te štetne spojeve poput natrij lauril sulfata (NLS). Natrij lauril sulfat je surfaktant kojeg možemo naći u raznim proizvodima za osobnu higijenu upravo zbog svoje dobre mogućnosti zapjenjavanja, ali i odmašćivanja.



Njegova negativna strana je što može uzrokovati iritaciju i suhoću kože te tako štetno utjecati na ljudsko zdravlje. Budući da tradicionalni šamponi u sebi sadrže NLS, oni imaju i bolju mogućnost zapjenjavanja koja ljudima ostavlja dojam da su svoju kosu uspješno i oprali. Osjećaj čistoće koji nam stvara pjena u kosi te miciranje iste, jedan je od razloga zašto kupnja tradicionalnih šampona značajno ne opada.



**Slika 1** – Strukturna formula NLS-a

Drugi nedostatak organskih šampona je njihovo ubrzano odvajanje i kvarenje. Nedostatak kemikalija u organskim spojevima čini ih brže kvarljivima od tradicionalnih šampona koji u sebi sadrže razne konzervanse i sintetičke stabilizatore. Iako se prirodni emulgatori poput ksantan gume i cetilnog alkohola ponekad dodaju organskim šamponima kako bi poboljšali pjenjenje i smanjili odvajanje, oni jednostavno nisu jednako učinkoviti kao sintetski emulgatori koji se nalaze u tradicionalnim šamponima. Novija istraživanja otkrivaju moguće rješavanje oba prethodno spomenuta nedostatka organskih šampona.

Otkriveno je da centrifugiranje pri visokim brzinama može produljiti vijek trajanja i učinkovitost čišćenja organskih šampona. Intenzivnim mikromiješanjem uređaja za vrtložnu obradu tekućina, prethodno je utvrđena mogućnost homogeniziranja sirovog mlijeka te proizvodnje čistog biodizela iz korištenog ulja za kuhanje, ali ne i učinkovitost na ljepljive tekućine, poput šampona. Youhong Tang, Colin Raston i kolege željeli su vidjeti može li brzorotirajuća platforma funkcionirati jednako dobro kao kemikalije za poboljšanje pjene i postojanost šampona.

Pretpostavljeno je da bi uređaj za vrtložnu obradu tekućina mogao povećati stabilnost organskih šampona tako što bi minimizirao nakupljanje uljnih kapljica i staklenih mikrosfera u njima. Testirali su pretpostavku u prethodno utvrđenim optimalnim uvjetima, dodavanjem organskog šampona u staklenu cijev nagnutu pod kutem od 45 stupnjeva te je potom 15 minuta vrtjeli pri 4500 okretaja u minuti. Nakon 30 dana skladištenja, uzorak neobrađenog organskog šampona razdvojio se u dva sloja te promijenio je boju iz bijele u žutu, dok je centrifugirani šampon ostao homogeniziran te iste boje. Na mikroskopskoj razini otkriveno je da je centrifugirani šampon sadržavao ravnomjernije raspršene kapljice ulja i staklene mikrosfere. Posljednje, pjena šampona temeljitije je čistila kosu te se jače zapjenjivala, čime su uspješno riješeni prethodno navedeni nedostaci organskih šampona.

Idući korak uključuje procjenu utjecaja ove obrade organskih šampona na njihove pojedinačne komponente. Budući da bi ova obrada mogla pružiti ekološki prihvatljiviji pristup, krajnji cilj je njezino uspješno širenje na razne druge prirodne proizvode za osobnu njegu i kozmetiku kako bi nam mogli postati pristupačnijima.



Slika 1 – Organski šamponi

## Literatura

1. <https://www.anti-a.org/news/en/what-is-the-difference-between-organic-shampoos-and-normal-shampoos> (14.5.2024.)
2. <http://ba.fengchengroup.org/excipients/popular-excipients/sodium-lauryl-sulfate-sls-bp-ep-usp-cas-151.html> (14.5.2024.)
3. Xuejiao Cao, Shan He, Xuan Luo, Jingrong Gao, Youhong Tang, Colin L. Raston. Stability and Cleansing Function Enhancement of Organic Shampoo by a Vortex Fluidic Device. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2024; 12 (14): 5533

# Upoznajmo uredništvo – Dora Felber

*Jurja Vukovinski (FKIT)*

U prethodnom broju imali smo priliku upoznati lektoricu Karlu Radak, koja svojom posvećenošću i ljubavlju prema jeziku osigurava da svaki tekst koji prođe kroz njezine ruke zrači kvalitetom. U ovom broju ćemo predstaviti drugu lektoricu, Doru Felber, čiji rad jednako doprinosi vrhunskoj kvaliteti naših publikacija.



**Slika 1** – Lektorice Reaktora ideja: Karla Radak (lijevo) i Dora Felber (desno)

## *Kada i kako se javila želja za sudjelovanjem u Reaktoru ideja?*

Biti u Reaktoru ideja uvijek me zanimalo, ali samo pisanje članaka nije me nikad privuklo dovoljno da bih se pridružila. Prije početka ove akademske godine saznala sam da se traži lektor za Reaktor, što mi se činilo kao idealna pozicija za mene jer sam uvijek pazila na jezik i naglašavala važnost lijepog izražavanja, često ispravljajući gramatiku prijateljima. Odlučila sam tu svoju vještinu iskoristiti na mjestu gdje je to potrebno.

## *Koju rubriku najradije uređuješ?*

Teško mogu izdvojiti samo jednu, svaka donosi zanimljivosti i uvijek predstavlja svojevrstu avanturu. Svaki mjesec ispravljam druge rubrike i uvijek se veselim toj raznolikosti i jedinstvenoj prilici da naučim ponešto iz novih područja.

Članci uvijek imaju zanimljive teme i ja ih se trudim što više razumijeti kako bih mogla doprinijeti poboljšanju njihove kvalitete.

## *Koje teme najradije čitaš?*

Rado čitam o inovacijama u kemijskom inženjerstvu i općenito u znanosti. Praćenje inovacija u kemijskom inženjerstvu otvara mi vrata prema novim mogućnostima u kreiranju održivih proizvoda i procesa, dok istovremeno potiče moju znatiželju i želju za učenjem. Smatram da je važno ostati informiran o najnovijim dostignućima u znanosti kako bismo ih mogli primijeniti kod stvarnih problema i unaprijediti društvo u cjelini.

## *Gdje se vidiš za 5 godina?*

Teško je sa sigurnošću predvidjeti budućnost, ali nadam se da ću za 5 godina biti u pozitivnom radnom i društvenom okruženju, gdje ću stalno učiti i razvijati se, kako osobno tako i profesionalno.

## *Što voliš raditi u slobodno vrijeme?*

Već dugi niz godina moje je slobodno vrijeme uglavnom rezervirano za ples i to mi je jedna od dražih aktivnosti jer me ispunjava, opušta i potiče moju kreativnost. Osim toga, uživam u šetnji s prijateljima ili sudjelovanju u pub kvizovima.

## *Čime bi se bavila da ne studiraš kemijsko inženjerstvo?*

Vjerojatno bih studirala kroatistiku i neki strani jezik. Kad sam upisivala fakultet, dvoumila sam se između Filozofskog fakulteta i FKIT-a. To su dva potpuno različita područja pa bi bilo zanimljivo vidjeti kako bih se snašla u ovom drugom. Također, jako volim glazbu i imam playlistu za gotovo svaki trenutak u životu pa bih se voljela okušati na radiju ili na nekom drugom mjestu gdje bih mogla podijeliti tu strast s drugima.

## *Čitanje knjiga ili gledanje serija?*

Gledanje serija.

## *Najdraža serija?*

New Girl, Bridgerton, Fleabag.



# ZNANSTVENIK

## Primjena ugljičnih kvantnih točaka u medicini

Ana Boltek (FKIT)

Ugljične su kvantne točke nanomaterijali na bazi ugljika koje su 2004. godine otkrili znanstvenici Walter Scrivens i njegovi suradnici. Primjenjuju se u različitim područjima kao što su isporuka lijekova, biološko oslikavanje (engl. *bioimaging*) i optoelektronika jer posjeduju svojstva dobre fotostabilnosti, biokompatibilnosti, prilagodljivosti, visoke kemijske inertnosti, jednostavne metode sinteze, ekološke prihvatljivosti i dobre topljivosti u vodi. Ova svojstva čine ih prikladnima za primjenu u medicini gdje se uglavnom koriste kao nanomaterijal za isporuku lijekova za različite bolesti kao što su tumor, neurološki poremećaji, očne bolesti, zarazne bolesti i kao nanomaterijal za isporuku gena. Ugljične kvantne točke sastavljene su od mješavine sp<sup>2</sup> i sp<sup>3</sup>-hibridiziranih ugljikovih atoma i funkcionalnih skupina kao što su -COOH, -NH<sub>2</sub> i -OH. Posjedovanje tih funkcionalnih skupina na njihovim površinama omogućuje im bolju topljivost u vodi i konjugaciju s organskim i anorganskim polimerima i biomolekulama za različite primjene te im također pomažu u daljnjim modifikacijama koje poboljšavaju njihovu biokompatibilnost, optička svojstva te povećavaju njihovu osjetljivost i selektivnost.

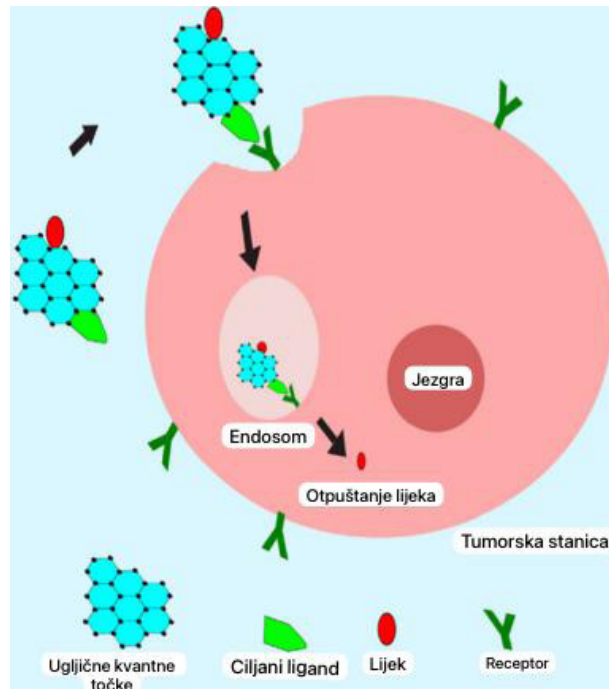
Za pripremu ugljičnih kvantnih točaka dostupan je širok raspon metoda od kojih je idealna ona koja može sintetizirati ugljične točke jednake veličine s visokim kvantnim prinosom. Ugljične se kvantne točke općenito sintetiziraju pomoću dvije metode, odozgo prema dolje (engl. *top-down*) i odozdo prema gore (engl. *bottom-up*). Pristup odozgo prema dolje za sintezu ugljičnih točki uključuje razgradnju izvornih oblika ugljika (grafena, grafita ili čađe) kako bi se proizvele čestice nano veličine. Različite odozgo prema dolje metode uključuju lučno pražnjenje, oksidativno kreiranje, lasersku ablaciju i elektrokemijsku oksidaciju. Metoda proizvodnje s lučnim pražnjenjem ograničena je jer njome dolazi do stvaranja ugljičnih točaka nejednake veličine. Ostale metode, kao što su laserska ablacija i oksidativno kreiranje, koriste pasivizaciju toksičnim reagensima, stoga nisu preferirani izbor. Metoda elektrokemijske oksidacije koristi elektrolitičke grafitne šipke koje mogu proizvesti kristalne ugljične točke s visokom fotokatalitičkom aktivnošću. Ugljične točke proizvedene elektrolizom imaju manje površinskih funkcionalnih skupina što rezultira njihovom slabom disperzibilnosti u vodi, no taj se nedostatak može prevladati dodavanjem površinskih funkcionalnih skupina putem refleksiranja. Pristup odozdo prema gore uključuje proizvodnju s pomoću manjih organskih molekula ugljika i polimera koji sadrže -OH, -COOH i -NH<sub>2</sub> funkcionalne skupine. Uobičajeni postupak koji se koristi uk-



ljučuje dehidraciju nakon koje slijedi karbonizacija, što rezultira stvaranjem ugljičnih kvantnih točaka sa stabilnim svojstvima i ujednačenom morfologijom s uskom distribucijom veličine čestica. Pristup odozdo prema gore uključuje i sintezu putem mikrovalova i hidrotermalne metode.<sup>1</sup>

U medicini ugljične kvantne točke služe za isporuku lijekova zbog svojih superiornih svojstava kao što su emisija fluorescencije, mala veličina i time rezultirajuća propusnost stanične membrane, zatim niska toksičnost, potencijalna funkcionalizacija i opterećenje lijekom. U dosadašnjim provedenim istraživanjima rezultati FTIR (engl. *Fourier-transform infrared spectroscopy*) spektroskopije pokazuju potvrdne rezultate nanošenja lijeka na površinu ugljičnih kvantnih točaka. *In vitro* eksperimenti pokazali su agregaciju ugljičnih kvantnih točaka napunjenih lijekom u citoplazmi i jezgri. Ugljične kvantne točke napunjene lijekom kontrolirano otpuštaju lijek za ubijanje stanica tumora putem zračenja. Sustavi za isporuku lijekova zahtijevaju dizajniranje sustava koji su sposobni transportirati lijek do određenog mjesta u tijelu i za pravilnu interakciju lijeka s ciljanom metom. Primjena nanostrukturiranih materijala kao što su ugljične kvantne točke u sustavima za isporuku lijekova može rezultirati uspješnim ciljanjem lijeka na određenu stanicu ili tkivo, poboljšanom isporukom lijekova (isporukom dvaju ili više lijekova ili terapijskog modaliteta za različite terapije istovremeno), i praćenjem mjesta lijeka s pomoću agensa za oslikavanje na nosaču lijeka.<sup>2</sup>

Važno je istaknuti kako je glavni parametar za korištenje bilo koje vrste nanostrukture u ljudskom tijelu veličina čestica. Najmanje ljudske kapilare manje su od 4  $\mu\text{m}$ . Stoga je važno zadržati veličinu nanočestica ispod te veličine za primjenu u ljudskom tijelu. Dostava slikovnih sonda tumorima mozga složena je tehnika zbog postojane krvno-moždane barijere, BBB (engl. *blood-brain barrier*). Prolaz kroz krvno-moždanu barijeru ovisi o veličini sonde i njihovim površinskim svojstvima. Isporuka lijekova u mozak otežana je upravo svojstvima krvno-moždane

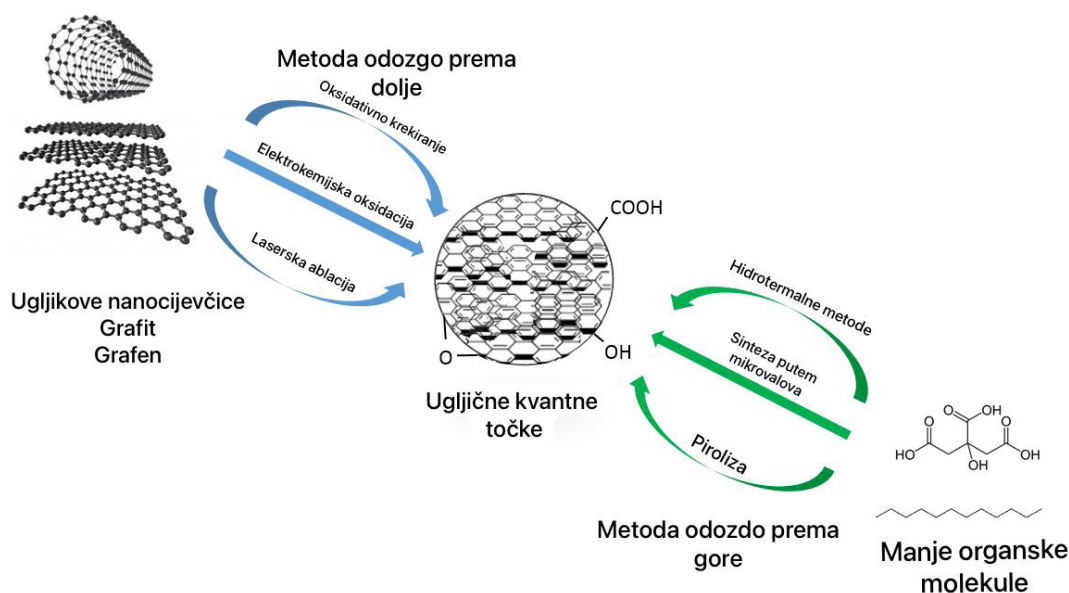


**Slika 1** – Slikoviti prikaz otpuštanja lijeka unutar stanice tumora pomoću ugljičnih kvantnih točaka

barijere koja sprječavaju njihov prolazak. Provedena istraživanja pokazala su kako su lijekovi isporučeni preko ugljičnih kvantnih točaka uočeni u svim organima, uključujući mozak, 6 sati nakon injekcije.<sup>3</sup>

Modificiranje oblika, veličina, ponovljivosti i specifičnosti ugljičnih kvantnih točaka potencijalni su izazovi za budućnost. Ugljične kvantne točke značajno su pridonijele razvoju nano-pristupa medicini. Do sada je uložen velik trud u cilju korištenja ugljičnih kvantnih točaka za isporuku lijekova na teže dostupna mjesta specifična za tumore. Upravo ovakvim razvojem novih tehnologija uvelike se doprinosi održivom zdravstvenom sustavu koji uspješno ispunjava zdravstvene potrebe pacijenata sadašnjih i budućih generacija.





Slika 2 – Metode sinteze ugljičnih kvantnih točaka

## Literatura

1. Kaurav, H., Verma, D., Bansal, A., Kapoor, D. N., Sheth, S., Progress in drug delivery and diagnostic applications of carbon dots: a systematic review, *Frontiers in Chemistry*, 11(2023)
2. Molaei, M. J., Carbon quantum dots and their biomedical and therapeutic applications: a review. *RSC Advances*, 12(2019), 6460–6481.
3. Azam, N., Ali, M. N., Khan, T. J., Carbon Quantum Dots for Biomedical Applications: Review and Analysis, *Frontiers in Materials*, 8(2021)



# Appleove slušalice kao biosenzor za mjerenje aktivnosti mozga

Emma Beriša (FKIT)

Bežične slušalice podrazumijevaju male zvučnike dizajnirane za naše uši. Moderne slušalice koriste Bluetooth sustav koji se automatski povezuje s uređajima kada ih se uključi ili izvadi iz kućišta za punjenje. Bežične se slušalice preferiraju u odno-

su na tradicionalne žičane slušalice zbog nekoliko ključnih razloga. Jedan od najvažnijih je praktičnost – bežične slušalice eliminiraju problem zapetljanih kablova, što ih čini znatno jednostavnijima za korištenje. Nadalje, nude brojne značajke koje omogućuju optimiziranje zvučnog iskustva u pokretu, pružajući veću slobodu i fleksibilnost.

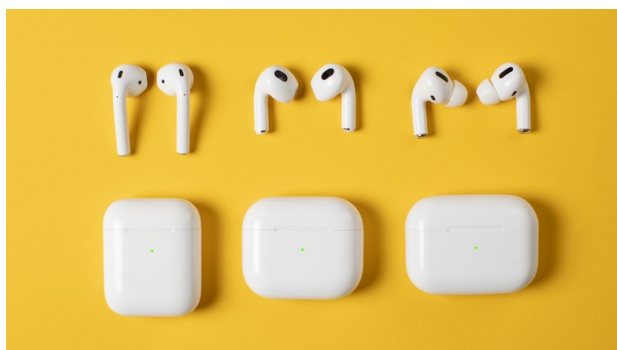
Apple AirPods vrsta su bežičnih Bluetooth slušalica posebno dizajnirane za rad s iPhoneom i iPadom. No, budući da koriste Bluetooth tehnologiju, kompatibilne su s gotovo svim računalima i pametnim telefonima. Apple trenutno nudi četiri vrste AirPods slušalica, vizualno sličnih, no različitih karakteristika. AirPods (2. generacija) koriste W1 čip i nude do 5 sati slušanja s jednim punjenjem. AirPods (3. generacija) koriste H1 čip

i nude do 6 sati slušanja s jednim punjenjem. *AirPods Pro* (2. generacija) koriste H2 čip i nude poboljšano trajanje baterije do 6 sati s uključenim ANC (engl. *Active Noise Cancellation*). *AirPods Max* koristi dvostruki H1 čip i nudi do 20 sati slušanja s uključenim ACN i prostornim zvukom. Sve vrste sadrže akcelerometar, koji se koristi optičke senzore kako bi sustav prepoznao jesu li slušalice umetnute u uši, te za mikrofone za telefonske pozive i korištenje Siri.

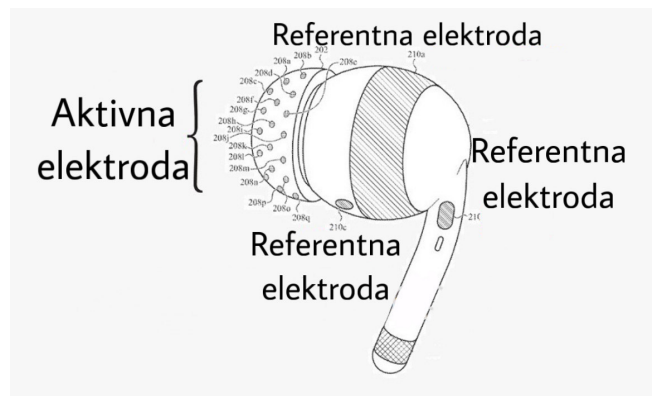
Američki ured za patente i žigove objavio je patentnu prijavu tvrtke Apple, koja se odnosi na sljedeću generaciju senzorskog sustava za *AirPods*. Prema prijavi, kućište i vrhovi *AirPods* slušalica mogli bi uključivati niz aktivnih i referentnih elektroda dizajniranih za mjerenje biosignala i električne aktivnosti mozga korisnika. Ovi biosignali mogli bi uključivati elektroencefalografiju (EEG), elektromiografiju (EMG) te elektrookulografiju (EOG).

Nosivi elektronički uređaj ima kućište s nizom elektroda postavljenih na neplanarnu površinu, senzorski krug i sklop za prebacivanje, koji može električki povezati različite podskupove elektroda sa senzorskim krugom. Također, uređaj uključuje kućište, set aktivnih elektroda i set referentnih elektroda raspoređenih na različitim mjestima kućišta. Sklop za prebacivanje formira podskupove aktivnih i referentnih elektroda za mjerenje biosignala.

Međutim, za mjerenja poput EEG-a, bilo bi nužno da je slušalica prilagođena individualnom korisniku, njegovoj ušnoj školjci i zvukovodu. Morao bi biti prilagođen različito za različite korisnike, kako bi elektrode na uređaju ostale u stalnom kontaktu s tijelom korisnika.

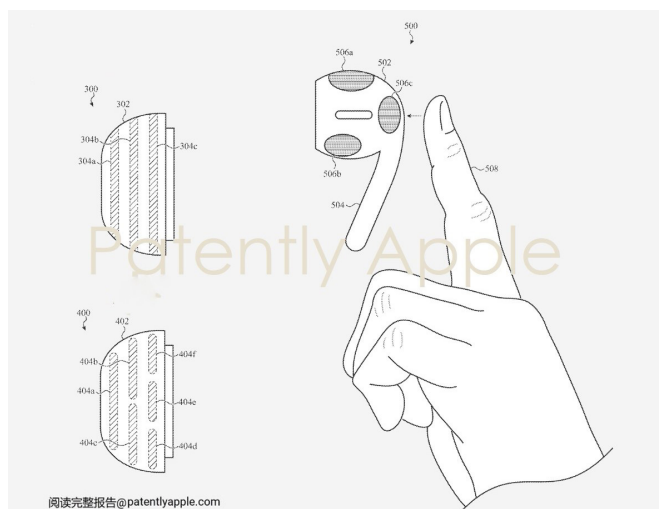


**Slika 1** – Vrste AirPods slušalica<sup>7</sup>



**Slika 2** – Princip senzorskog sustava novih AirPods slušalica<sup>1</sup>

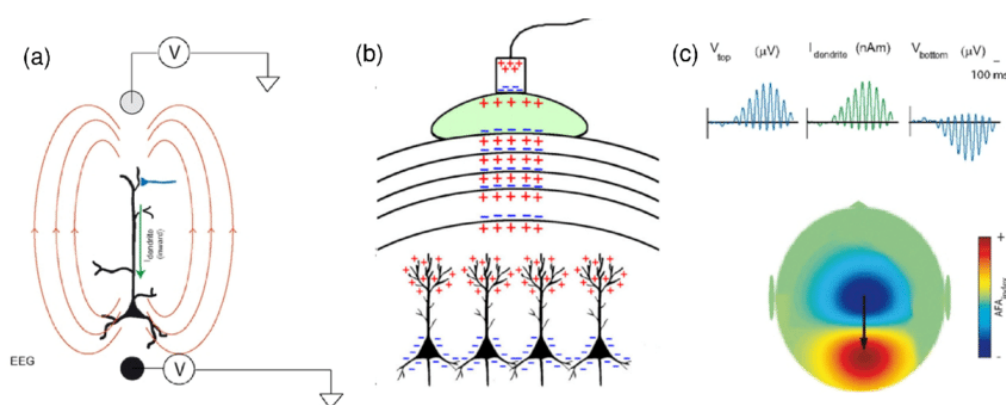
Budući da veličina i oblik uha variraju od jednog korisnika do drugog te se veličina i oblik uha, kao i veličina i oblik struktura poput korisnikovog zvukovoda, mogu mijenjati tijekom vremena, čak i prilagođeni „unutarušni” (engl. *In-Ear*) EEG uređaj ponekad može biti neuspješan u generiranju točnih mjerenja. Osim toga, prilagođeni *In-Ear* EEG uređaji vrlo su skupi i neisplativi. Iz tog razloga, znanstvenici su napravili patent AirPods slušalica koje bi bile prilagodljive svakom korisniku. Uređaj bi dinamički birao elektrode za različite korisnike i uvjete. Također, patent opisuje mogućnost korištenja uređaja kao pametnih naočala s elektrodama smještenima u područje sljepoočnica.



**Slika 3** – Princip rada patentiranih slušalica<sup>1</sup>

Na slici 4, Apple prikazuje korisnika koji dodiruje AirPods slušalice kako bi uključio ili isključio značajku za mjerenje biosignala. U nekim izvedbama, optički senzor u slušalici također može biti konfiguriran za primanje ulaza od korisnika radi pokretanja i/ili zaustavljanja mjerenja biosignala.

Zaključno, Apple ima odličan patent u svijetu znanosti koji bi osim uživanja u glazbi, ljudima mogao biti zdravstveno od pomoći. S obzirom na dugi red čekanja na medicinske postupke, ovaj bi patent olakšao ne samo pacijentima, već i doktorima praćenje stanja pacijenta. Osim dobrih strana, postoje i loše, a u ovom slučaju to bi bila cijena koja zasigurno ne bi bila pristupačna s obzirom na ovu odličnu inovaciju.



**Slika 4** – Princip mjerenja EEG-a: (a) Kada neuroni „pucaju“, električni impulsi se šalju duž aksona što stvara električno polje. (b) Da bi ovo polje bilo dovoljno snažno da se može detektirati pomoću površinskih elektroda, aksoni moraju biti prostorno usklađeni paralelno i neuroni moraju pucati u sinkronizaciji. (c) Ovo generira električni dipol čija se topografska distribucija na skalpu može izvesti iz multikanalnih EEG zapisa<sup>6</sup>

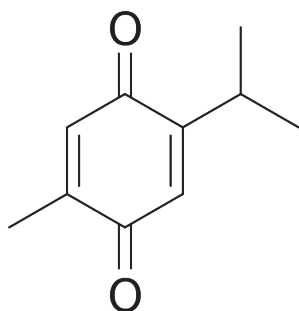
## Literatura

1. <https://www.patentlyapple.com/2023/07/apple-invents-a-next-generation-airpods-sensor-system-that-could-measure-biosignals-and-electrical-activity-of-a-users-brain.html> (pristup 19.5.2024.)
2. E. Azemi, A. Moin, A. Pragada, J. H-C Lu, V. M. Powell, J. Minxha, S. P. Hotelling, (2023), Biosignal sensing device using dynamic selection of electrodes, US20230225659A1, World. Pat. Appl.
3. <https://www.lifewire.com/what-are-airpods-4766801> (pristup 19.05.2024.)
4. <https://us.soundcore.com/blogs/earbuds/everything-you-need-to-know-about-how-do-earbuds-work> (pristup 19.05.2024.)
5. <https://www.apple.com/airpods/compare/> (pristup 19.05.2024.)
6. Ehrlich, S. K-H., Error-relater potentials in passive brain-computer interfaces for quantitative assesment and adaptation of robotic systems during human-robot interaction, doktorska disertacija, Tehnički fakultet u Munchenu, 2020
7. <https://www.slashgear.com/1358098/new-apple-airpods-2023-expectations/> (pristup 19.05.2024.)

# Biljnim putem protiv alergija?

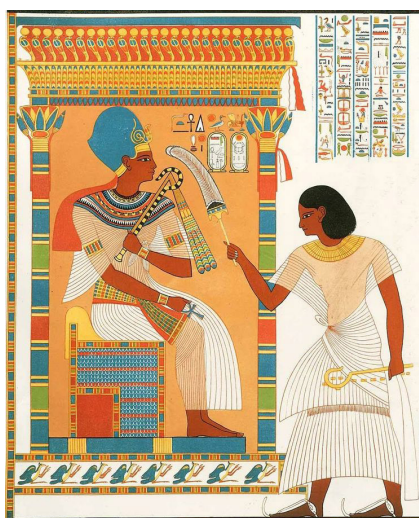
Paula Šimunić (FKIT)

Crni kim (lat. *Nigella sativa* L.) popularna je ljekovita biljka i kuhinjski začin koji pripada porodici Ranunculacea. Glavna bioaktivna komponenta crnog kima je timokinon.<sup>1</sup> On pripada skupini spojeva naziva kinoni, koji su sveprisutni pigmenti koji se u prirodi nalaze u mnogobrojnim bakterijama, biljkama te ponekim životinjama.<sup>2</sup>



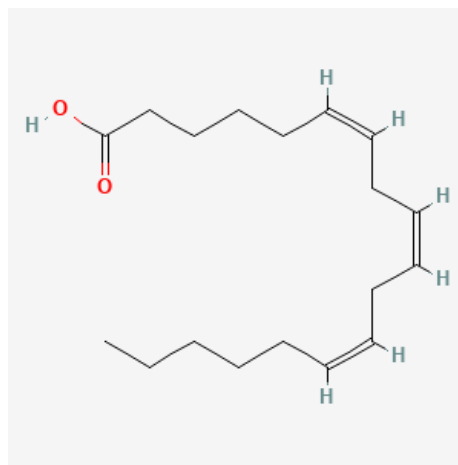
Slika 1 – Strukturna formula timokinona

Osobni liječnici faraona bili su upoznati s djelovanjem ulja crnog kima te su ga prvenstveno koristili kod upala i preosjetljivosti na određene



Slika 2 – Drevni zapisi u grobnicama faraona

supstance, koje bismo danas vjerojatno nazvali alergijama. U grobnoj komori faraona Tutankamona pronađena je bočica najfinijeg ulja crnog kima kao dodatak za život poslije smrti. Ulje crnog kima u osnovi se sastoji od niza nezasićenih masnih kiselina, eteričnih ulja, esencijalnih aminokiselina te vitamina i minerala. Među nezasićenim masnim kiselinama nalazimo prije svega  $\gamma$ -linolensku kiselinu, koja pripada među omega-6 masne kiseline i koja se kao esencijalni sastojak može unijeti samo hranom i ima regulacijski učinak na imunološki sustav. To može značajno smanjiti, a često i neutralizirati pretjerane alergijske reakcije, koje se mogu manifestirati kao alergijski rinitis (curenje nosa), pečenje očiju, peludna groznica ili umor.<sup>3</sup>



Slika 3 –  $\gamma$ -linolenska kiselina

Neka istraživanja dokazala su da se  $\gamma$ -linolenska kiselina metabolizira u niz prostaglandina (skupinu ciklopentanskih nezasićenih masnih kiselina s 20 ugljikovih atoma), koji inhibiraju upale, snižavaju krvni tlak, pojačavaju vazodilataciju, a imaju čak i antitumorsko djelovanje. Upravo zbog inhibicije upalnih procesa ti spojevi ulju crnog kima daju svojstvo ublažavanja upalnih procesa uzrokovanih alergijama.<sup>4</sup>

Eterična ulja sadržana u ulju crnog kima smiruju i pročišćavaju gornje dišne putove kod respiratornih infekcija i alergija. Ovim sastojcima pripisuje se i antioksidativno, dezinfekcijsko i antifungalno djelovanje ulja.<sup>3</sup>

## Literatura

1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214750022001019?via%3DiHub> (pristup 8.5.2024.)
2. <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/quinone> (pristup 8.5.2024.)
3. <https://saint-charles.eu/en/blogs/news/schwarzkuemmel-oel> (pristup 19.5.2024.)
4. Yokoi, K., Yanagimoto, K., Hayamizu, K., Supplementation of Dihomo-gama-Linoleic Acid for Pollen-Induced Allergic Symptoms in Healthy Subjects: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial, *Nutrients*, 15(2023)



# 3D printani elektrokemijski reaktori

*Kristian Koštan (FKIT)*

Od metalurške do farmaceutske industrije, susrećemo elektrokemiju kao jednu od temeljnih znanosti u razvoju procesa. Ključan je dio za provedbu elektrokemijske reakcije procesni prostor u kojem se ona odigrava. Kao u klasičnoj sintezi, tako i u elektrokemiji postoje reaktori različitih dimenzija i izvedbi. Ključno za projektiranje takvih reaktora nije samo poznavanje reakcije, nego i reakcijskih parametara pri sintezi u većem mjerilu. Srećom, za uvećanje elektrokemijske reakcije nije potreban zasebni laboratorij, nego se parametri reakcija mogu razotkriti već pri uvjetima od par stotina mililitara.<sup>1</sup>

Popularizacija elektrokemijske sinteze u industriji i akademiji čini se kao novost, ali promatrajući prošlost Tehnološkog fakulteta u Zagrebu, možemo vidjeti da je već onda postojao interes za organskom elektrokemijskom sintezom i elektrokemijom općenito. Zbog male širine tog polja, razvoja novih tehnologija i kondenziranja studijskih usmjerenja, organska elektrokemijska sinteza svedena je na izborni kolegij koji danas postoji na Sveučilištu u Zagrebu.<sup>2</sup>

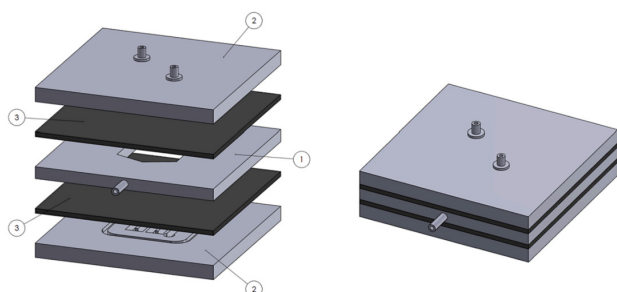
Nova saznanja o ekološkim utjecajima industrije usmjeravaju znanost prema istraživanju zelenih i održivih procesa. Elektrokemijska sinteza u svojem temelju zelen je proces koji poštuje više principa zelene kemije od klasične sinteze. Osni-

vanjem novih laboratorija za istraživanje elektrokemijske sinteze ubrzao se razvoj zelenih procesa. Jedan od problema s kojim se susrećemo tijekom istraživačkog rada u elektrokemijskoj sintezi dostupnost je reaktora. Cijene gotovih reaktora su visoke, a izrada samog reaktora zahtijeva vremena. Može li se to promijeniti aditivnim tehnologijama, tj. 3D printanjem?

Pažljivim izborom materijala za 3D printanje možemo izraditi kemijski otporne ćelije bilo kojih dimenzija. Korištenjem jeftinog i otpornog polimera, te izradom reaktora po želji otvaraju se vrata istraživanju elektrokemijskih reakcija i sintezama u većem mjerilu uz niske troškove nabave opreme.<sup>3</sup> No, je li istraživanje jedino što će profitirati od jeftinih elektrokemijskih reaktora?



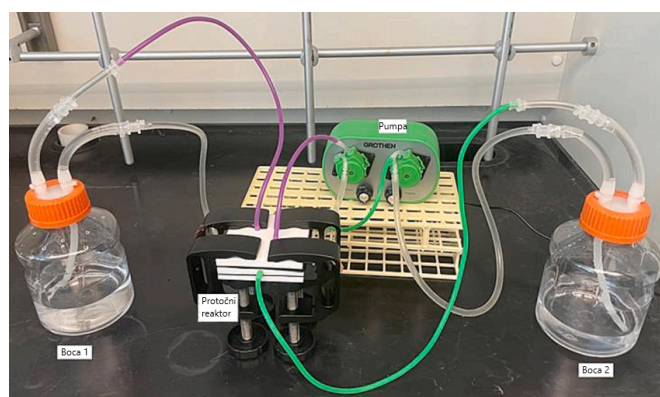
**Slika 1** – Elektrokemijski reaktori s cilindričnom elektrodom korišteni za sintezu u većem mjerilu. S lijeva na desno: 58 ml, 250 ml i 1,25 l



**Slika 2** – Lijevo – prikaz dijelova 3D printanog elektrokemijskog protočnog reaktora. Numerirane komponente: 1,2 – 3D printane ploče, 3 – gumena brtva. Desno – prikaz sastavljenog 3D printanog elektrokemijskog protočnog reaktora

Kupovanje desetaka uređaja u vrijednosti par desetaka tisuća eura nije rješenje kao ni grupiranje velikog broja studenata na laboratorijskim vježbama da svi rade na jednom uređaju. 3D printani elektrokemijski reaktori donose dobro rješenje kad je u pitanju opremanje laboratorija za vježbe. Relativno niske cijene i načinjeni od otpornog materijala, oni se neće razbijati kao staklena oprema niti će šteta biti velika u slučaju da se zaista razbiju. Modularni pristup dizajnu takvih reaktora omogućuje brzu izmjenu elektroda i kanala što je jako važno za skraćivanje vremena potrošenog na radnje koje nam je u interesu što manje provoditi.

Razvojem novih tehnika 3D printanja i kemijski otpornih polimera osigurava se budućnost korištenja 3D printanih elektrokemijskih reaktora u istraživanju i nastavi. To značajno pojeftinjuje i ubrzava istraživanja, te čini laboratorijske vježbe više interaktivnima.

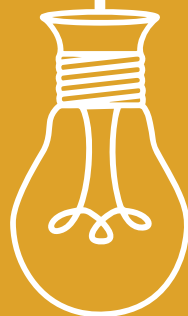


**Slika 3** – Testiranje brtvljenja 3D printanog elektrokemijskog protočnog reaktora



## Literatura

1. Petrović, N., Malviya, B. K., Kappe, C. Oliver, Cantillo, D., Scaling-up Electroorganic Synthesis Using a Spinning Electrode Electrochemical Reactor in Batch and Flow Mode, *Org. Process Res. Dev.*, 27 (2023) 2072-2081
2. Duić, Lj., Osnove ogranske elektrokemijske sinteze, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1984., Uvodna riječ
3. Heesch, E., DeLucia, E., Manav, Y. A., Roberts, D., Davaji, B., Barecka, Magda H., Low cost 3D printable flow reactors for electrochemistry, *Hardware X*, 17 (2024)



# BOJE INŽENJERSTVA

## Na kavi sa znanstvenicima – dr. sc. Nikola Biliškov

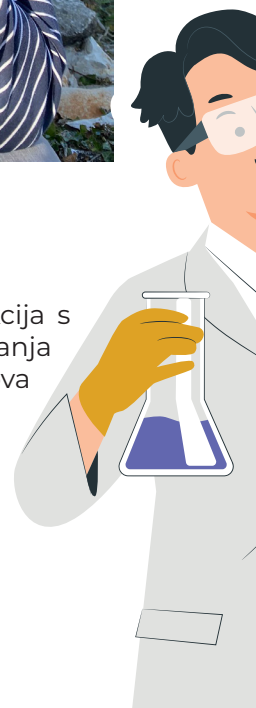
*Laura Glavinić (FKIT)*

Dr. sc. Nikola Biliškov je viši znanstveni suradnik na Institutu Ruđer Bošković (IRB), gdje radi u Laboratoriju za kemiju čvrstog stanja i kompleksnih spojeva. Diplomirao je na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te je 2009. godine doktorirao na istom fakultetu. Njegovo istraživačko djelovanje usmjereno je prema razvoju i karakterizaciji materijala za pohranu vodika u čvrstom stanju, proučavanju međumolekulskih interakcija u tekućem i čvrstom stanju te spektroskopskom praćenju kemijskih i fizikalnih procesa. Ističe se kao dugogodišnji aktivist na područjima ekologije, mira i ljudskih prava, uz što neprestano surađuje s aktivistima diljem svijeta. Član je vijeća udruge Zelena akcija i predvodnik Apela za sustavnu klimatsku akciju koji je političkim strankama 2020. godine uputila inicijativa *Znanstvenici za klimu*. 2021. godine proglašen je ambasadorom Klimatskog pakta Europske unije. Osim toga, dr. Biliškov je koautor većeg broja znanstvenih radova, sudjelovao je u nekoliko istraživanja u inozemstvu, autor je nagrađivane knjige *Preživljavati usprkos* i izrazito je aktivan na polju popularizacije znanosti. Posebno ga zanima integracija prirodnih i društveno-humanističkih



**Slika 1** – Dr. sc. Nikola Biliškov

znanosti, visoko obrazovanje, interakcija s drugim područjima ljudskog djelovanja te odgovornost znanstvenika i njihova uloga u široj zajednici.



***Prije svega, puno  
Vam hvala što ste  
pristali na intervju. Recite  
nam nešto o sebi te Vašem  
akademsom i karijernom putu.  
Kada ste shvatili da je znanost karijera  
kojom se želite baviti? Zašto kemija?***

Bavljenje znanošću ne doživljam kao karijeru jer karijeru vezujem uz djelovanje u korporativnim matricama, koje je usmjereno prema stvaranju profita ili probitku u društvenoj hijerarhiji. Bavljenje znanošću prvenstveno smatram stalnom potragom za odgovorima i zadovoljavanjem ljudima svojstvene znatiželje. Ukratko, mi prirodi postavljamo pitanja, a ona nam odgovara, nekad lako razumljivim odgovorima, no ponekad su ti odgovori potpuno nerazumljivi i ne uklapaju nam se u izgrađene predodžbe o funkcioniranju svijeta. Zatim, na temelju naših opažanja, stvaramo nove okvire opisa tog svijeta ili nekog njegovog dijela. Pritom moramo biti svjesni da naša spoznaja ne vodi konačnim istinama, nego prema našem opisu svijeta, koji je ograničen, podložan stalnom propitivanju, produbljivanju i proširivanju.

Moja putanja je krenula od temeljne zainteresiranosti za prirodne znanosti, a moram istaknuti da je najvažniju ulogu artikulacije i usmjerenja interesa odigrala moja osnovnoškolska profesorica Anica Ramić. Iako je kulturni Kozmos Carla Sagana zapalio onu iskrnu divljenja prema svijetu, to je trebalo fokusirati. Imao sam i sreću što sam na tavanu svoje kuće nailazio na knjige iz kemije, koje sam gutao i prema čijim sam uputama osmišljavao i

provodio prve eksperimente, koji nisu uvijek bili bezazleni. Na primjer, u udžbeniku kemije za 7. razred sam našao malu sličicu kako je alkemičar Hennig Brandt destilacijom mokraće otkrio bijeli fosfor.

Naravno, zbog toga sam dani- ma skupljao mokraću, usput na terasi slažući aparaturu, da bih na kraju zaustavio kuhanje zgrožen smradom. Kemiju je uvijek pratila

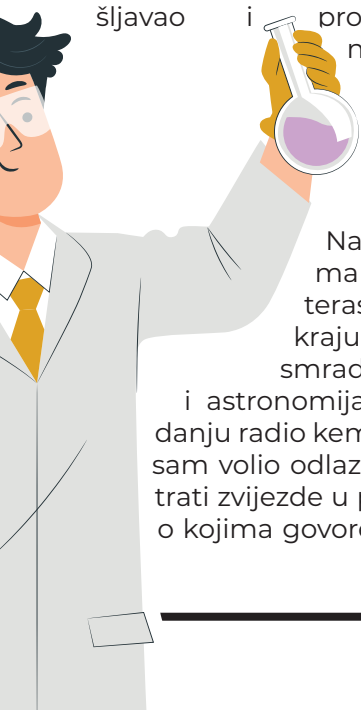
i astronomija. Dakle, učio sam iz knjiga, danju radio kemijske eksperimente, a po noći sam volio odlaziti na tamna mjesta i promatrati zvijezde u potrazi za onim pravilnostima o kojima govore astronomi. To su bili temelji

i najvažniji događaji, a sve ostalo, cijelo daljnje obrazovanje, doživljam samo kao nadogradnju. Drago mi je kad u sebi i sad prepoznam odjeke tih početnih iskara jer to je ono što smatram pozivom da postanem znanstvenik. Iz svega se toga iskristalizirala kemija formalnim obrazovanjem. Kemiju sam odabrao jer je ta znanost, koja je u potrazi za pravilnostima u stalnim promjenama tvari kojima smo okruženi i stalno izloženi, toliko nevjerovatno uzbudljiva. No, unatoč svemu što sam postigao u kemiji, i dalje mnogi misle da sam fizičar.

Kao što ste naveli, bavljenje kemijom i astronomijom me odvelo na mnoga mjesta, do sada na tri kontinenta. Imao sam sreću upoznati raznolikost, koja se još uvijek opire globalizacijskom ujednačavanju. Od važnijih mjesta bih prvo istaknuo astronomsku ekspediciju promatranja meteorske oluje Leonida iz Mongolije, koja je rezultirala mojim prvim znanstvenim radom i to ne iz područja, nego atmosferske geofizike. Drugo, dulje sam boravio u Švicarskoj, na njihovom Federalnom institutu za materijalnu znanost i tehnologiju (njem. *Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt*, EMPA) te donedavno, na Sveučilištu McGill u Montrealu, Kanada. Neću ni nabrajati koliko sam zemalja upoznao sudjelovanjem na različitim konferencijama. S treće strane, bavljenje klimatskim promjenama me vodilo upoznavanju s ljudima iz cijelog svijeta, koji doživljavaju katastrofalne posljedice globalne okolišne krize i čije su priče beskrajno tužne.

***Svoj istraživački rad usmjerili ste  
prema mehanokemiji te razvoju i  
karakterizaciji materijala za pohranu  
vodika u čvrstom stanju. Što Vas je na  
to potaklo?***

U to područje me uvela stohastika i nelinearnost mog istraživačkog puta. Tema mog doktorata su bile međumolekulske interakcije u tekućim sustavima, naročito u vodenim otopinama. U tom laboratoriju nije bilo otvorenog mjesta pa sam se javio na natječaj, kojeg je raspisao IRB-ov Laboratorij za kemiju čvrstog stanja. Oni su se bavili intermetalnim spojevima kao spremnicima vodika u čvrstom stanju. No, i prije ulaska u to grupu sam shvatio da je to područje gotovo iscrpljeno. Srećom, tad je u Beogradu bila organizirana besplatna konferencija za mlade istraživače u području pohrane vodika u čvrstom stanju. Tamo sam se povezao s



mnogim ljudima, s kojima i sada surađujem. Zahvaljujući tome, otišao sam i na EMPA-u kod prof. Andreasa Züttela. Tu sam iskoračio iz intermetali-ka, ušao u temu kompleksnih i kemijskih hidrida, proveo svoje prve mehanokemijske reakcije i zaokrenuo smjer istraživanja našeg laboratorija na IRB-u. Nakon toga sam se pridružio ekipi koja je tada razvijala metode *in situ* praćenja mehanokemijskih reakcija, što me uvelo i u krajnje uzbudljiv svijet sinhrotronskih mjerenja. To me dovelo do



**Slika 2** – Dr. sc. Nikola Biliškov

ovoga čime se bavim danas. Veseli me što u tom radu do izražaja dolazi i onaj fizičarski aspekt moje osobnosti.

***Posljednjih godina vodik kao energent vrlo je aktualna tema, a nerijetko čujemo da je upravo vodik ključ koji će otvoriti vrata čistoj energiji i održivoj budućnosti. Slažete li se s time?***

Vodik nije energent, nego nosač energije, jer se vodikova energetika temelji na ideji da se višak energije pohranjuje u energiji kovalentne veze H-H, koja se prema potrebi opet prevodi u korisnu energiju. Problem je što se danas i dalje oko 96 % vodika proizvodi iz fosilnih goriva, zbog čega on i dalje nije ugljično neutralan. No, ako se dobiva pretvorbom energije dobivene iz obnovljivih izvora, onda vodik doista postaje zelen. To je ono što treba učiniti i istraživački napor su usmjereni u tom smjeru. No, postoji i opravdana bojazan, temeljena na nekim planovima vezanima uz vodik, da će to biti omogućeno djelomičnom obnovom

kolonijalnih odnosa na relaciji Globalni sjever – Globalni jug. S druge strane, fosilna industrija također vidi svoj interes u vodiku jer je iz njihove točke gledišta to način prolongiranja korištenja fosilnih goriva. Dakle, u cijeloj priči o vodiku prevelik utjecaj ima politika, *greenwashing* i druge stvari u kojima ne želim sudjelovati. Zato sam u zadnje vrijeme uglavnom izašao iz istraživanja vezanih uz vodik. No, definitivno mislim da će vodik odigrati značajnu ulogu u nadolazećoj energetici.

***Unazad nekoliko godina objavili ste rad u kojem ste opisali proces termičkog raspada amonijeva borana, koji se intenzivno istražuje kao potencijalni materijal za kemijsku pohranu vodika u čvrstom stanju. Recite nam nešto o tome. Koliki je potencijal pohrane vodika u čvrstom stanju u kontekstu širenja dostupnosti vodika?***

Zapravo se amonijev boran donedavno smatrao izglednim kandidatom za skladištenje vodika u čvrstom stanju, a mi smo se u ta istraživanja uključili na samom vrhuncu vala interesa. No, interes za te spojeve se rastopio kao svijeća na suncu, na što smo ukazali i u jednom preglednom radu kojeg smo objavili početkom ove godine. Ukratko, problem s amonijevim boranom i njegovim derivatima je termodinamika i kompleksnost kemije njihovog termičkog raspada. Naravno, nas kemičare ta kompleksnost veseli jer nam je izazovna, ali iz tehnološkog gledišta ona je potpuno nepoželjna. Naime, termičkim raspadom amonijevog borana i amidoborana nastaju kompleksne smjese vrlo stabilnih lančastih, razgranatih i cikličkih oligomera i polimera, a vodik je najčešće popraćen i mnogim drugim plinovitim nusproduktima, a sve to jako ovisi o malim promjenama u mnogostrukim polaznim uvjetima. Zbog njihove velike stabilnosti, polimerne produkte je vrlo teško vratiti u amonijev boran, što bi bilo ključno za tehnološku primjenu.

Osim rada kojeg spominjete, mi smo na tom području napravili puno toga i možemo reći da smo po tome stekli određenu prepoznatljivost na „sceni“. Na kraju svega toga, rekao bih da amonijev boran i amidoborani neće odigrati značajnu ulogu u vodikovim tehnologijama. No, ne treba ih nužno ograničiti na jednu jedinu moguću primjenu, jer ti spojevi su prilično jedinstveni i siguran sam da bi ipak mogli očekivati još zanimljivih istraživanja na

tom polju. Čak mi se čini da smo i mi potencijalno otvorili jedan novi smjer nedavnim istraživanjima neobično brze reakcije natrijevog hidrida s amoni-jevim boranom, koja su provedena na sinhrotronu *Canadian Light Source*. Reakcije tog tipa mogu puno reći o fizikalno-kemijskoj pozadini reaktivnosti u čvrstom stanju pa su mi trenutno u fokusu.

***Jedan ste od pokretača inicijative Znanstvenici za klimu – Hrvatska koja je prije četiri godine javno istupila s Apelom za sustavnu klimatsku akciju. Navedeni Apel predan je Predsjedniku, Vladi, Saboru i Ministarstvu nadležnom za zaštitu okoliša. Što Vas je potaklo na osnivanje inicijative i koji su bili glavni motivi za pokretanje Apela za sustavnu klimatsku akciju?***

S jedne strane, to je logična posljedica toga što sam ja nekakva kombinacija aktivista i znanstvenika, a i prilično sam dobar u komunikaciji znanosti. U tom sam smislu dosta „rijetka zvjerka“ u Hrvatskoj. S druge strane, nakon što sam još 1986. prvi put čuo o klimatskim promjenama, i to opet od već spomenute profesorice Anice Ramić, moj ekološki aktivizam je bio dosta fokusiran upravo na tu temu, koja je s godinama rasla i postajala sve važnija. Bio sam i na ulicama Pariza za vrijeme klimatske konferencije 2015., na kojoj je donesen važan Pariški sporazum, a tu sam upoznao ljude s „prve linije“ klimatskog aktivizma. No, problem s klimatskim promjenama je bio da su se činile kao „nešto što će se možda dogoditi u budućnosti“, a ako se i događa, onda se događa u udaljenim krajevima, kojih nismo u potpunosti ni svjesni. Zato je srednjoškolski klimatski pokret, koji se 2019. razlio ulicama gradova diljem svijeta, prvi put uputio jasnu, a opet radikalnu poruku: „Mi smo oni kojima je zbog vašeg nedjelovanja ukradena budućnost!“ Netko je, uostalom, svjetskim vođama, a posredno i svima nama, morao sasuti u lice te tri jednostavne riječi koje je konačno uputila Greta Thunberg: „Kako se usuđujete?!“ Mi nismo nastali na valu praćenja nekog modnog trenda ili, kako su nam mnogi pokušavali imputirati, kulta ličnosti Grete Thunberg. Mi smo na vrlo bolan način shvatili da smo dio te generacije koja može utjecati na promjene. Osim toga, mi smo i znanstvenici, a uvjereni smo da je uloga znanstvenika zagovarati prenošenje najboljih dostupnih znanstvenih činjenica u efikasne politike, osobito kad se radi

o ovakvim imperativnim temama. Uz pokret srednjoškolaca, tada su sve glasnjiji bili i znanstvenici, među kojima više nisu bili rijetki ni oni koji pozivaju na direktnu akciju. „Ako treba, neka vas i uhapsel!“, kaže Jeremy Brentham u svom poznatom komentaru u časopisu *Nature*. „Otac suvremene klimatologije“ James Hansen je više puta hapšen pred Bijelom kućom zbog njegovih prosvjeda protiv daljnjeg korištenja fosilnih goriva. No, mislim da je tu najzanimljiviji Brad Werner, fizičar koji se bavi modeliranjem kompleksnih sustava, a čiji modeli pokazuju da pokreti otpora, koji dolaze izvan ekonomskog sustava, pokreti ljudi ili grupa ljudi, dovode do pozitivnih promjena prevladavajuće dinamike. Tad je i skupina *Science Warning* objavila svoje vrlo jasno upozorenje svjetskoj javnosti, a u svom obraćanju Kongresu SAD-a, Greta Thunberg je istaknula: „Ja ne želim da slušate mene, nego znanstvenike. Želim da se ujedinite iza znanosti. A zatim želim da poduzmete pravu akciju.“ Mladi hodaju ulicama svjetskih metropola kako bi ukazali na nužnost poduzimanja akcije na temelju znanstvenih činjenica. „Greta je iskra, ali mi smo požar“, stoji u manifestu britanske podružnice pokreta *School Strike for Climate*. Ne treba zaboraviti ni to da se tad i Papa Franjo obratio cijeloj globalnoj javnosti svojom klimatskom enciklikom *Laudato si*, vrlo snažan teološki poziv, koji se obilno poziva na znanstvene činjenice.

Shvatio sam da sam i ja dio problema ako nešto ne učinim. Bez obzira na to što nisam klimatski znanstvenik, ja razumijem znanost i znanstvenu metodu. Doslovno sam osjetio jak poziv za poduzimanjem akcije. Zaključno, naš Apel, adresiran donositeljima odluka, donosi niz jasno argumentiranih zahtjeva, koji se temelje na znanstvenim činjenicama. Mi, kao Znanstvenici za klimu, taj Apel doživljavamo kao naš svojevrsni manifest i na njemu se temelji naše djelovanje.

***Koje konkretne ciljeve ste postavili s tim Apelom i jesu li neki od tih ciljeva postignuti, odnosno radi li se prema njihovom postizanju? Kako su znanstvenici i javnost reagirali na ovaj Apel? Kakav je bio odjek među političkim vođama?***

Središnje mjesto u Apelu čini 11 konkretnih zahtjeva, koji se temelje na znanstvenim činjenicama i na kojima i dalje inzistiramo, a neki od tih zahtjeva su ponovljeni i u novom apelu, kojega smo ove go-

dine uputili političkim strankama povodom parlamentarnih izbora. Istaknuli smo da je klimatska kriza realnost današnjeg svijeta i da je to najozbiljnija i najkompleksnija kriza kojoj je čovječanstvo u cjelini bilo ikad izloženo. Zato smo smatrali opravdanim pozivati na proglašenje izvanrednog stanja. Tijekom zadnjih nekoliko desetljeća iz godine u godinu diljem Zemlje bilježimo obaranja nislavnih rekorda prosječne globalne temperature, sve učestalije i intenzivnije pojave valova vrućine tijekom ljeta i hladnih oborinskih ekstrema tijekom zima, destabilizaciju permafrosta, gubitak ledenjaka kao važnih resursa pitke vode, porast globalne razine mora, izbljeđivanje koralja, velike šumske požare, sve duža sušna razdoblja, poplave velikih razmjera i druge posljedice destabilizacije sustava. Posljedično, svjedočimo i velikim promjenama u okolišu, što uzrokuje sve veće probleme u proizvodnji hrane, prisilne migracije te degradaciju bioraznolikosti. Zbog svega toga, konformističko odbijanje prihvaćanja stvarnosti klimatske krize je izgubilo svaku racionalnu utemeljenost. Tekst Apela ističe i da klimatska kriza, u svoj svojoj zastrašujućoj realnosti, jest test zrelosti naše civilizacije u cjelini, poziv za buđenje, ali i jedinstvena prilika za globalnu transformaciju prema održivom društvu. Da bismo postigli te ciljeve, potrebno je zajedničko djelovanje cijelog čovječanstva. Dobar početak je proglašenje klimatskog izvanrednog stanja. No, ključno je sustavno djelovanje u skladu s time. To je zahtjev koji isključuje lažne alibije tzv. malih zemalja. To je zahtjev koji podrazumijeva zajedničko, sinergijsko djelovanje svih ljudskih djelatnosti. Naposljetku, to je zahtjev koji isključuje bilo kakvu diskriminaciju te poziva na solidarnost među generacijama, rasama, vjerama, državama, svim mogućim opredjeljenjima, kao i solidarnost spram drugih živih bića. U zadnjoj smo rečenici podcrtali da smo na raspolaganju svim institucijama, kako bismo se zajednički suočili s izazovima klimatskog izvanrednog stanja.

Napisao sam taj tekst i poslao ga na potpisivanje znanstvenicima. Bilo je to vrijeme Božićnih i novogodišnjih praznika i nisam očekivao veći odaziv. Mislio sam da ću dobiti potpise nekolicine mladih znanstvenika, koji su bliski ekološkim udrugama. Zato me jako ugodno iznenadilo da sam u kratkom vremenu, praznički nepovoljnom za angažman, prikupio preko 550 potpisa znanstvenika svih polja i disciplina. To je bila više nego jasna potvrda da radimo nešto važno.



Što se javnosti tiče, Apel je odmah izazvao velik interes medija, a vrlo brzo smo počeli dobivati i pozive institucija vlasti, koje su htjele razgovarati o tome. Nažalost, onda je krenula pandemija i *lock-down*, ali unatoč tome smo nastavili djelovati, a to činimo i sada.

***Unatoč geografskom položaju koji je osjetljiv na klimatske promjene, ne čini se da Hrvatska poduzima ikakve značajne korake u suočavanju s tim izazovom. Kako biste komentirali trenutno stanje klimatskih akcija i politika u Hrvatskoj te koji su Vaši prijedlozi za poboljšanje situacije?***

Geografski, Hrvatska se nalazi u regiji Sredozemlja, koja je jedna od globalnih vrućih točaka u pogledu klimatskih promjena, dakle regija u kojoj su klimatske promjene već sada vrlo izražene. Unija za Mediteran (engl. *Union for the Mediterranean*, UfM) je 2020. objavila iscrpan i vrlo zabrinjavajuć izvještaj o stanju klimatskih promjena na području Sredozemlja. Taj izvještaj podcrtava da se Sredozemlje zagrijava čak 20 % brže od globalnog prosjeka te prognozira zagrijavanje od +2,2 °C u odnosu na predindustrijsko doba do 2040., ako ne donesemo i provedemo radikalne promjene trenutnih politika. To dovodi do cijelog niza konzekvenci u pogledu sigurnosti hrane, dostupnosti vode, zdravlja, narušene bioraznolikosti pa sve do velikih sigurnosnih izazova.

Već sada je vrlo uočljivo povećanje učestalosti i intenziteta ekstremnih meteoroloških događaja. Toplinski valovi su sve brojniji, suše su sve žešće i sve duže, kao i neobično obilne oborine, ali totalna godišnja količina oborina se smanjuje. Razina mora raste, što ugrožava plodna ušća rijeka, osobito Neretve. Požari su također sve češći i razorniji. Sve to stvara velike štete u poljoprivredi, ali i u drugim poljima ljudske djelatnosti. Zbog svega toga, Hrvatska se mora vrlo ozbiljno suočiti s realnošću klimatskih promjena i razviti te provoditi kvalitetne politike adaptacije i otpornosti, a na međunarodnom planu mora vrlo aktivno zagovarati ambiciozne politike ublažavanja klimatskih promjena. Mi si odavno ne bismo smjeli dopuštati luksuz pasivnih promatrača i sljedbenika u međunarodnim procesima donošenja odluka. Zbog vlastitog položaja i zbog vlastite budućnosti bismo se morali odreći alibija „male i beznačajne zemlje“ i preuzeti

ulogu zemlje primjera. U tom smislu, veličina naše zemlje bi nam trebala biti i prednost, jer lakše je mijenjati male nego velike, inertne sustave.

Unatoč tome, službena Hrvatska je nedovoljno ambiciozna po pitanju ublažavanja i prilagodbe klimatskim promjenama. Klimatske promjene su tek na proteklim izborima u malo značajnijoj mjeri ušle u političke programe. No, dok su kod nekih stranaka te teme zastupljene u velikoj mjeri, ima i onih koje i dalje poriču klimatske promjene, a Domovinski pokret, koja je dio vladajuće koalicije, to smatra „ljevičarskom ekoideologijom“, što je žalosna razina. Kao država u cjelini, Hrvatska je sklona slijegati ramenima, tvrdeći da smo „mala i nebitna zemlja“. U globalnim razmjerima, Hrvatska jest mala zemlja, ali i ona, kao dio Globalnog sjevera, snosi dio odgovornosti za klimatsku i ekološku krizu. Te odgovornosti moramo na svim razinama biti svjesni i moramo razviti niz mjera kako bismo smanjili svoj negativni doprinos. Prijedlozi za poboljšanje su mnogostruki i vrlo kompleksni, tiču se politika u svim sektorima, a neki od njih su sadržani u našim apelima.

### ***Koji su glavni izazovi s kojima se susrećete kao aktivist za klimatske promjene u Hrvatskoj?***

Uz ovo što sam gore spomenuo, kod nas je velik problem sustavna nefokusiranost i prigodničarska posvećenost temi. Zbog toga stalno treba kalkulatori kako bismo „uboli termin“ za slanje poruka.



**Slika 3** – Dr. sc. Nikola Biliškov

### ***Ambasador ste Klimatskog pakta Europske unije. Kako biste opisali napore Europske unije prema poboljšanju klimatske situacije i koje su ključne inicijative i politike koje se provode, a koje su vezane za zelenu tranziciju? Kako biste usporedili te napore s onima u Hrvatskoj?***

Da, ja sam ambasador klimatskog pakta Europske unije, kao i još nekoliko ljudi iz Hrvatske. No, to nije funkcija, kao ni počasna titula, nego jedan od izraza moje predanosti klimatskoj akciji. Klimatski pakt EU (engl. *European Climate Pact*, ECP) je inicijativa Europske komisije, osnovana kako bi se osigurala što efikasnija provedba Zelenog plana. Pakt pruža priliku svim građanima, zajednicama i organizacijama u Europi da se uključe u borbu protiv klimatskih promjena. U praksi on djeluje kao dinamično okruženje za razmjenu informacija, raspravu i aktivan rad na rješavanju klimatske krize, a on je i potpora rastu i konsolidaciji europskog klimatskog pokreta. Kako bi se to postiglo, ustanovljeni su ambasadori, koji preuzimaju, provode i komuniciraju vrijednosti pakta. To znači da ambasadori djeluju kao posrednici između Europske komisije i opće javnosti te aktivno, u okvirima svoje ekspertize, zagovaraju provedbu Zelenog plana, kroz razvoj i provedbu klimatskih politika, uz poštovanje potreba javnosti.

Meni je osobno taj „opis poslova“ preuzak, naročito zbog toga što se ne slažem sa svim potezima Europske komisije po pitanju klimatskih promjena. Zato svoju ulogu ambasadora klimatskog pakta proširujem na ulogu ambasadora klimatske akcije prema Europskoj uniji. Tu ulogu doživljavam kao svojevrsnu nadogradnju mojih dosadašnjih aktivnosti na polju suočavanja s klimatskim promjenama. Drugim riječima, ne pristajem na ulogu pukog prevoditelja klimatskih politika EU, nego se nikad ne ustručavam iznijeti i kritiku političkih odluka i trendova koje smatram negativnima i štetnima. Tako sam, na primjer, inicirao peticiju ambasadora ECP-a, kojom smo pokušali spriječiti izglasavanje odluke Europskog parlamenta o uvrštenju plina i nuklearne energije u taksonomiju održivih investicija. Uloga ambasadora ECP-a mi, osim toga, ponešto proširuje područje djelovanja, ali i otvara vrata novim suradnjama s ljudima diljem Europe i šire.

U zadnje vrijeme svjedočimo značajnim pritiscima različitih aktera i lobija kojima je izložen Zeleni plan EU. Neposredni uzrok masovnih prosvjeda poljoprivrednika diljem EU je nerazumijevanje dobrobiti koje nam svima donose ambiciozne okolišne politike, no dublji uzrok treba tražiti u nedovoljno kvalitetnoj komunikaciji tih politika, kao i u zlonamjernim aktivnostima interesnih lobija, politički artikuliranih kroz djelovanje sve jačih konzervativnih snaga u cjelokupnom političkom spektru. S druge strane, agresija Rusije na Ukrajinu je uzrokovala velike poremećaje na polju energetike EU, što se prelijeva i na globalnu razinu. Osim toga, sve veća nesigurnost, uzrokovana produbljivanjem nejednakosti, revitalizacijom kolonijalnih praksi i odnosa te gubitkom okolišne podloge zbog zaoštavanja klimatske krize, dovodi do sve intenzivnijih migracija stanovništva. Sve su to procesi koje moramo dubinski razumjeti, kako bismo zajednički izgradili istinski održivu budućnost u kojoj svi mogu ostvariti sve svoje potencijale u okvirima načela slobodnog djelovanja. Zelena tranzicija je proces koji se provodi, no i ona je ugrožena vrlo jakim *greenwashingom*, utjecajem moćnih lobija fosilne industrije, širenjem plinske infrastrukture, što se opravdava ulogom plina kao tzv. tranzicijskog goriva, te raširenim poricanjem klimatskih promjena, koje je često vrlo suptilno i teško prepoznatljivo.

***Prema Vašem mišljenju, koje su za budućnost najviše zabrinjavajuće posljedice klimatskih promjena uzrokovane ljudskim djelovanjem? Koje su već sada primjetne?***

Mi još uvijek u tolikoj mjeri ne osjećamo posljedice klimatskih promjena, iako se u zadnjih par godina i to promijenilo. U svom djelovanju na polju klimatskih promjena upoznao sam mnoge ljude iz cijelog svijeta, koji su na svojoj koži osjetili tragične posljedice klimatskih promjena. Istaknut ću ženu iz jedne andske zajednice u Peruu, koja mi je ispričala kako su morali napustiti svoj vjekovni teritorij, jer su zbog kolapsa ledenjaka ostali bez pitke vode. Od Joanne Sustento s Filipina sam čuo kako je izgubila cijelu obitelj u jednom uraganu nezapamćene snage. „Da se fosilnoj industriji ne dopušta takav utjecaj, moji tata, mama, djed i braća bi vjerojatno i dalje postojali“, rekla je. Ekstremne vremenske prilike događale su se kroz cijelu povijest, ali ono što je karakteristično za klimatske promjene jest da se povećava njihova učestalost

i intenzitet. To, recimo, vidimo kod tropskih oluja. U Hrvatskoj nema tropskih oluja, ali imamo druge primjere. Prije par godina se dogodila velika poplavna kiša na području Zagreba i Karlovca. Meteorolozi su tada rekli da se kiša takvog intenziteta događa jednom u 400 godina. Međutim, nedugo nakon toga, prošle godine, dogodila se jedna manja poplavna kiša u Rijeci i okolici. Pretprošle godine smo imali naprasni prekid proljeća. Dakle, na sredini proljeća, kada su sve biljke već procvjetale i počele listati, prodro je vrlo hladan arktički zrak i imali smo 15 dana prave zime. Slažem se da se ni jedan pojedinačni vremenski događaj ne može izravno pripisati klimatskim promjenama, ali klima je statistički pojam. Učestalost, intenzitet, to je ono što je bitno. Sve su nam češći toplinski valovi tijekom ljeta. Ljeta su nam postala nepodnošljiva, prije nije bilo tako. Kada sam bio dijete, sjećam se da smo tu i tamo prešli temperaturu od 30 stupnjeva. Sada je to potpuno normalno.

***Često se tvrdi da održiviji materijali i alternativni oblici energije jednostavno ne mogu biti implementirani na skali koja bi donijela stvarne promjene, a tvrdnje i zalaganja aktivista ocjenjuju se previše idealističkima i neodrživima u kontekstu današnjeg društva i političke situacije. Što mislite o tome?***

Mislim da su takve priče dio poricanja klimatskih promjena i klimatske akcije, čije ishodište nalazimo u fosilnoj industriji, kako analize kontinuirano pokazuju. Obnovljivi izvori imaju velik potencijal, koji treba pametno iskoristiti i to znamo već više od 100 godina, što mogu potkrijepiti referiranjem na radove oca fotokemije Giacomina Ciamiciana. No, bitna je i racionalizacija potrošnje. Jednostavno, ograničen planet nema neograničene rezerve i resurse. Zahtjevi aktivista nekad zvuče idealistično i nerealno, ali, kako stara krilatica kaže, trebamo biti realni zahtijevajući nemoguće.

***Kako vidite ulogu znanstvenika u društvu i njihovu odgovornost prema zajednici? Kako pak vidite njihovu ulogu u poticanju javne svijesti o klimatskim promjenama i potrebi za sustavnom klimatskom akcijom?***

Znanstvenici nisu znanstvenici samo u radnim danima od 9 do 17. Biti znanstvenik znači biti intelektualac, a ne puki inteligent. Drugim riječima, znanstvenici moraju biti društveno aktivni, istupati i zagovarati prijenos znanstvenih spoznaja u ono od čega će cijelo društvo imati koristi. Smatram našom dužnošću odgovarati javnosti, u što uključujem i ovakve intervjuje. Zato mi je i zadovoljstvo odgovarati na vaša pitanja.

### ***Pored posla i aktivizma, koje su Vam strasti i hobiji?***

Osim temeljnih strasti koje su nam zajedničke svima, rekao bih da uživam u svemu gdje do izražaja dolazi priroda i što me potiče na razmišljanje o mom i našem položaju u svemu tome. Obožavam more i vjetar, to mi najviše nedostaje otkada sam iz Pule prešao u Zagreb. Kad sam tek došao na studij kemije, naravno da sam znao da u Zagrebu nema mora, ali činilo mi se kako tu nikad ništa ne puše. Zato volim kad mi se pruži prilika biti na mom omiljenom rtu Marlera za vrijeme bure jer taj rt je okomit ne smjer puhanja tog predivnog vjetra. Oduvijek volim i planinarenje i time se vrlo intenzivno bavim, a u svom planinarskom društvu Grafičar sam i vodič. Lijepo mi je dio tih svojih strasti prenositi na druge ljude.

### ***Kino ili kazalište? Film ili knjiga? Koji Vam je najdraži film, a koja najdraža knjiga?***

Volim sve to i žao mi je što sam u zadnje vrijeme dosta zapostavio kazalište i kino. Od zagrebačkih kazališta mi je najdraži ZKM, a volim i Exitove predstave. Jako je teško izdvojiti neki određeni film ili knjigu. Književnost pratim intenzivnije nego film, iz jednostavnog razloga što nisam dovoljno discipliniran za praćenje novosti na Netflixu ili HBO-u. Zato mi je knjiga stalna suputnica kamo god idem i što god radim. To je još jedan razlog zašto volim javni prijevoz. Trenutno čitam Margaret Atwood, koju sam nedavno otkrio i imam potrebu pročitati sve što mogu naći. Od suvremenih pisaca koje volim bih istaknuo Harukia Murakamija, Paula Austera, Kurta Vonneguta, Erlenda Loea i druge, a od klasika bih istaknuo Dostojevskog. Od domaćih pisaca mi je odličan Kristian Novak, a od klasika bih istaknuo Krležu, kojeg moram čitati u umjerenim dozama. Što se publicistike tiče, Naomi Klein je izvršila najjači utjecaj na mene. Volim i dobre popularno-znanstvene knjige.



**Slika 4 –** Dr. sc. Nikola Biliškov

Ipak, ne mogu izostaviti niti svoju veliku ljubav prema *rock'n'rollu*, koji je odigrao ključnu ulogu u mom formiranju. Volim koncerte i ploče, a odrađivanje u Puli mi je omogućilo da budem barem na marginama zbivanja, ali i da upoznam mnoge legendarne aktere te scene, pri čemu prvenstveno mislim na KUD Idijote i Francija Blaškovića. Od globalno poznatih bandova ističem Ramonese, koji su doslovno u sekundi okrenuli moj život naglavačke. I dalje volim dobre punk koncerte, iako se moram obuzdati, jer ipak nosim naočale. Od tate sam naslijedio odličnu zbirku Franka Zappe, kao i mnogih drugih bandova. Jedva čekam da ponovo stavim u pogon gramofon!

### ***Za kraj, koju biste poruku ostavili čitateljima te budućim znanstvenicima i znanstvenicima?***

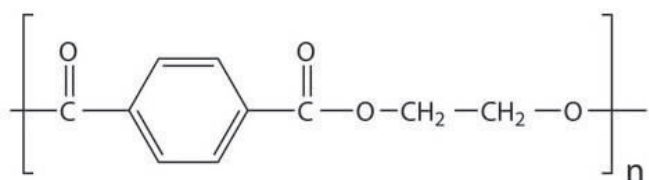
Svima bih poručio da uživaju i budu zahvalni na prilici da provedemo jedan kratak trenutak na najboljem od svih planeta u beskrajnom prostoru i vremenu. Zgrabite taj trenutak i iskoristite ga na onaj način koji vas ispunjava. Što se znanstvenika i znanstvenica tiče, poručio bih im da nikad ne zaborave da je znanost najveća avantura ljudskog duha i plovidba oceanom nepoznatoga. Uživajte u tome!

# Bakterija razgrađuje plastiku u slanoj vodi

Laura Čavec (FKIT)

Onečišćenje plastikom jedan je od najvećih ekoloških izazova današnjice. Čestice plastike, od velikih do mikroskopskih, nalaze se u gotovo svakom dijelu naše planete, uključujući i oceanske dubine. U borbi protiv ove globalne krize, znanstvenici su pronašli nadu u genetički modificiranim bakterijama koje mogu razgraditi mikroplastiku čak i u slanoj vodi.

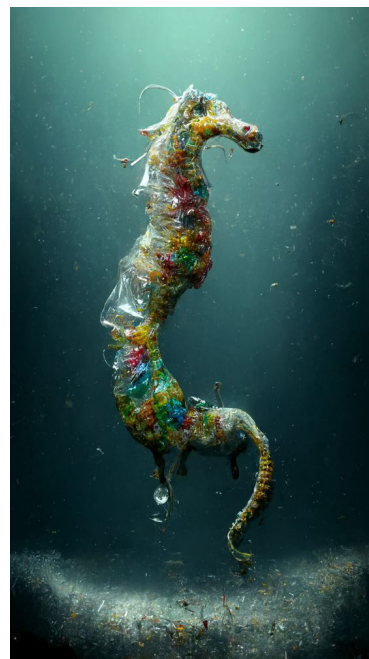
Polietilen tereftalat, poznatiji kao PET, je plastomerni materijal široko rasprostranjene upotrebe koja seže od proizvodnje ambalaže do proizvodnje odjeće. PET je popularan zbog svoje čvrstoće, prozirnosti i mogućnosti recikliranja. Sastoji se od ponavljajućih monomera dobivenih stupnjevitom polimerizacijom etilen glikola i tereftalne kiseline, prikazano na slici 1.<sup>1,2</sup>



Slika 1 – Struktura polietilentereftalata (PET)<sup>3</sup>

Ovaj materijal ima važnu ulogu u svakodnevnom životu i industriji, no zbog svoje strukture i visokog udjela aromatskih komponenti koje mu povećavaju trajnost, njegova razgradnja je otežana. Navedeno predstavlja veliki izazov i prijetnju za okoliš. Uvođenjem i intenzivnom proizvodnjom plastike sredinom prošlog stoljeća društvo je dobilo puno prednosti. Nažalost, te prednosti nisu došle bez velikih nedostataka i posljedica kojih društvo još uvijek nije u potpunosti svjesno. Životni ciklus plastike, započet na kopnu, najčešće se nakon uporabe nastavlja u rijekama te završava u oceanu gdje se akumuliraju velike gomile otpada. Prema podacima Europske agencije za okoliš, u oceane se svake godine ispušta otprilike 8 milijuna tona plastike. Plastični otpad, izložen djelovanju sunca, valova i vjetrova raspada se na sitnije

komade mikro i nanoplastike te uzrokuje opasne posljedice. Plastika u moru predstavlja veliki problem za morske životinje, koje ju često zamijene za hranu što u konačnici dovodi do njihove smrti.<sup>4</sup>

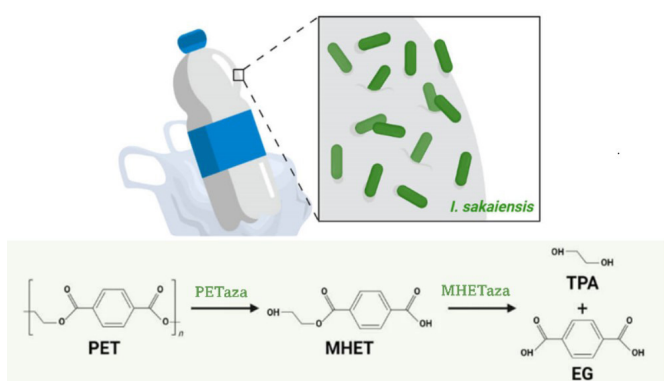


Slika 2 – Plastika u moru<sup>5</sup>

Kao potencijalno rješenje za ovaj globalni problem, znanstvenici su predstavili genetski modificiran mikroorganizam za razgradnju plastike u morskoj vodi dobiven pomoću dvije različite vrste bakterija: *Vibrio natriegens* i *Ideonella sakaiensis*. *Vibrio natriegens* je gram-negativna morska bakterija poznata po brzom stopi razmnožavanja u slanim uvjetima.<sup>6,7,8</sup> *Ideonella sakaiensis* druga je gram-negativna, štapičasta, pokretna bakterija bez spora koja se razmnožava u blagim uvjetima temperature i neutralnim pH-vrijednostima. Zbog svojih svojstava, *Ideonella sakaiensis* ima široku i snažnu primjenu u preradi plastike, bioremedijaciji te u industriji proizvodnje plastike. Najvažnije svojstvo ove bakterije je proizvodnja enzima koji omogućuje razgradnju PET-a.<sup>9</sup>

Stanice bakterija bičevima se pričvrste na površinu plastike, nakon čega započinje proces proizvodnje enzima. Nastaju enzimi PETaza i MHETaza, koji razgrađuju PET na tereftalnu kiselinu (TPA) i etilen-glikol (EG). Dobiveni produkti, TPA i EG, koriste se u daljnjim koracima metaboliziranja kao izvor hrane što je prikazano na slici 3.<sup>9,10</sup>





**Slika 3** – *Ideonella sakaiensis* i mehanizam razgradnje PET-a<sup>9</sup>

Metodama genetičkog inženjerstva i kombinacijom gena iz navedenih bakterija, znanstvenici su modificirali mikroorganizam koji je sposoban razgrađivati plastiku u slanoj vodi. Uzorak DNK iz vrste *I. sakaiensis*, koja je odgovorna za proizvod-

nju enzima za razgradnju plastike, ugradili su u plazmid novog mikroorganizma. Plazmidi su genetske sekvence koje se mogu neovisno replicirati unutar stanice čak i kada se razlikuju od izvornog kromosoma stanice. Ugradnjom plazmida koji sadrži gene *I. sakaiensis* u bakterije *V. natriegens*, *V. natriegens* počinje proizvoditi enzime koji su zaslužni za razgradnju plastike na površini svojih stanica. Istraživanja su pokazala da *V. natriegens* može razgraditi PET u okruženju slane vode pri sobnoj temperaturi.<sup>7,8</sup>

Onečišćenje oceana plastikom izrazito je velik problem, pogotovo kada govorimo o mikroplastici i nanoplastici. Mnoga istraživanja pokazala su koliko su te čestice štetne za ekosustave, no zbog njihove veličine izrazito ih je teško identificirati i prikupiti, što čini čišćenje mora i oceana od istih gotovo nemogućim zadatkom. Ova zanimljiva mogućnost bioremedijacije slanih voda genetski modificiranim mikroorganizmom otvara nova vrata u borbi s navedenim problemima te je nešto što svakako vrijedi pratiti.

## Literatura

1. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/poli-etilen-tereftalat> (pristup 15.5.2024.)
2. R. Liu, X. Haiming, Z. Sufang, D. Chunming, L. Jianyang, W. Guanshan, L. Guangyu, G. Linfeng, Y. Peisheng, S. Zongze, Polyethylene terephthalate (PET)-degrading bacteria in the pelagic deep-sea sediments of the Pacific Ocean, *Environmental Pollution*, 352 (2024), 124131.
3. <https://www.eco-pack.com/info/do-you-know-polyethylene-terephthalate-pet-89388420.html> (pristup 16.5.2024.)
4. <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signal-2018-voda-je-zivot/clanci/u-prvom-planu-2013-ocean-plastike> (pristup 15.5.2024.)
5. <https://www.stirworld.com/see-features-in-plastic-animals-marine-life-fuses-with-plastic-waste-to-survive-the-age-of-plastic> (pristup 16.5.2024.)
6. <https://interestingengineering.com/innovation/genetically-modified-bacteria-may-eat-up-ocean-plastic-waste> (pristup 15.5.2024.)
7. T. Li, S. Menegatti, N. Crook, Breakdown of polyethylene terephthalate microplastics under saltwater conditions using engineered *Vibrio natriegens*, *AIChE Journal*, 352 (2024), 124131.
8. L. Kormanová, S. Rybecká, Z. Levarski, E. Struhárňanská, L. Levarská, J. Blaško, J. Turňa, S. Stuchlík, Comparison of simple expression procedures in novel expression host *Vibrio natriegens* and established *Escherichia coli* system, *Journal of Biotechnology*, 321 (2020), 57-67.
9. <https://microbenotes.com/ideonella-sakaiensis-plastic-eating-bacteria/> (pristup 15.5.2024.)
10. <https://www.technologynetworks.com/applied-sciences/news/genetically-modified-bacteria-break-down-plastics-in-saltwater-378859> (pristup 15.5.2024.)

# Recikliranjem baterija do (zaista) zelenih električnih vozila

*Tara Pavlinušić Dominković (FKIT)*

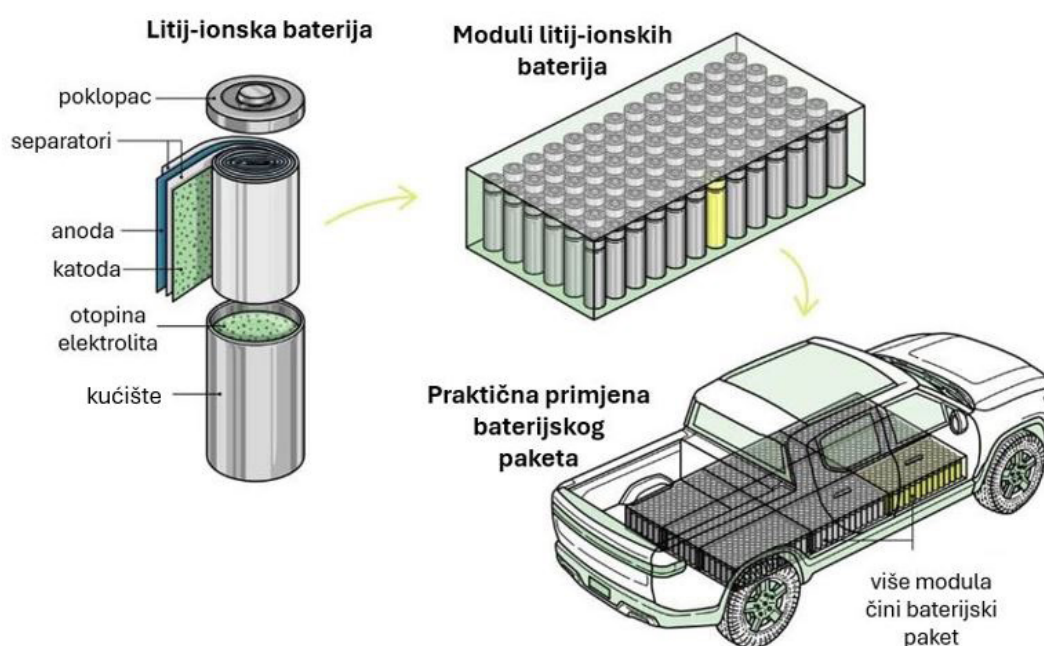
Vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem karakteristična su po emisijama ugljikova(IV) oksida, stakleničkog plina čija se emisija pokušava smanjiti na najmanju moguću mjeru. S druge strane, električna vozila smatraju se ekološki prihvatljivijima jer njihovom upotrebom ne dolazi do emisije stakleničkih plinova u atmosferu, zbog čega postaju sve češća zamjena vozilima s motorima s unutarnjim izgaranjem. Ipak, kada se u obzir uzmu u obzir proizvodnja i zbrinjavanje električnih vozila, situacija se značajno mijenja.

Uz pravilno zbrinjavanje, baterije električnih vozila ne smatraju se velikim onečišćivačima, no njihova proizvodnja i recikliranje imaju značajan ekološki utjecaj. Proizvodnja jedne baterije zahtijeva stotine kilograma litija, kobalta, nikla i drugih metala. Ekstrakcija ovih materijala vrlo je invaziv-

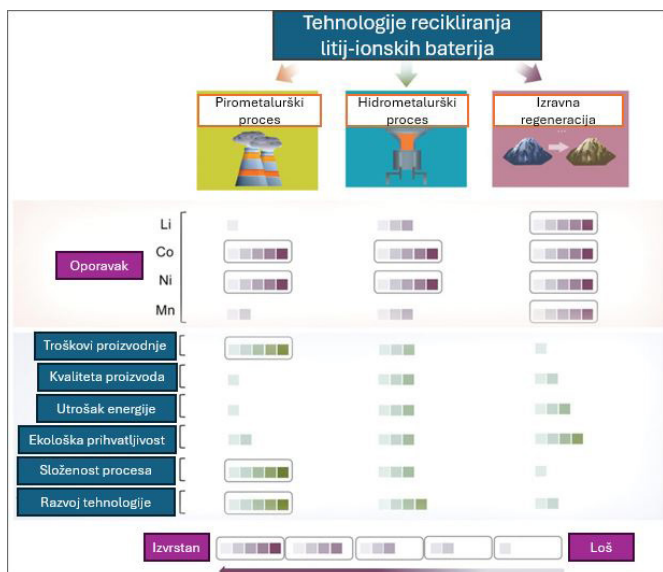
na te pridonosi onečišćenju okolnog tla i podzemnih voda, dok rudarenje i prerada tih teško dostupnih metala troše velike količine neobnovljivih izvora energije. Zbog svega navedenog, „početni“ ugljični otisak električnog vozila puno je veći od onog koji nastaje pri proizvodnji vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem. Nameće se pitanje: jesu li uistinu električna vozila „zelená“?<sup>1</sup>

Električna vozila obično koriste litij-ionske baterije zbog njihove visoke energijske gustoće, relativno male težine i dugog životnog vijeka u usporedbi s drugim vrstama baterija. U svojem sastavu mogu imati mnoge metale (kobalt, željezo, bakar, nikal, aluminij, mangan), koji su vrijedne sirovine. Anoda litij-ionskih baterija obično je napravljena od grafita, a katoda se sastoji od litijevih spojeva, kao što su  $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{LiFePO}_4$ ,  $\text{LiNiMnCoO}_2$  i drugi.<sup>2</sup> Prema nekim analizama, uz pretpostavku da se električno vozilo proizvodi od novodobivenog litija, nikla, kobalta i drugih metala, potrebno je oko 40.000 prijeđenih kilometara da se anuliraju svi troškovi proizvodnje. Naravno, u realnosti to nije slučaj jer ne završavaju svi materijali na odlagalištu kad se električno vozilo prestane koristiti.<sup>1</sup>

Kako bi se izbjeglo masovno rudarenje minerala, recikliranje baterija ključno je u razvoju električnih vozila. Postupci recikliranja mogu biti složeni i energetske zahtjevni, a nepropisno odlaganje



Slika 1 – Prikaz litij-ionske baterije u električnom vozilu<sup>3</sup>



**Slika 2** – Usporedba procesa za recikliranje litij-ionskih baterija<sup>4</sup>

starih baterija može dovesti do ispuštanja toksičnih tvari u okoliš. Razvijeno je nekoliko tehnologija recikliranja baterija, od konvencionalnih tehnika kao što su pirometalurški i hidrometalurški proces, do inovativnih tehnologija poput izravne regeneracije. Svaka od metoda ima svoje prednosti i nedostatke. Hidrometalurški proces ima nekoliko prednosti nad pirometalurškim, poput manjih troškova proizvodnje i manje emisije štetnih plinova, dok pirometalurški zahtijeva jednostavnije metode predobrade. Najveća prednost izravne regeneracije nad ovim procesima je oporavak litija, koji se u konvencionalnim procesima gubi, a velik nedostatak predstavlja vođenje procesa pri visokim tlakovima i temperaturama, što je izazov za primjenu u industriji.<sup>5</sup>

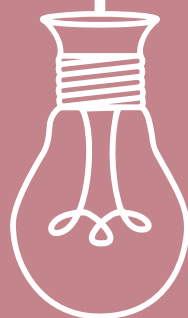
Tehnologije recikliranja baterija su još u razvoju, ali pokazuju se kao profitabilne jer omogućuju ponovno korištenje 95 % ključnih sirovina. Recikliranjem baterija ugljični otisak i troškovi proizvodnje anuliraju se na 25.000 prijeđenih kilometara, a svaki kilometar nakon toga ide u korist električnim vozilima.

Iako proizvodnja električnih vozila generira visoke emisije stakleničkih plinova, korištenje električnih motora omogućuje smanjenje ukupnih emisija za 70 % tijekom prosječnog vijeka trajanja vozila. Međutim, proizvodnja i odlaganje baterija predstavljaju značajan ekološki izazov. No, kako vrijeme prolazi, električna vozila postaju sve manji faktor onečišćenja jer se sve više energije proizvodi iz obnovljivih izvora. Istovremeno, prednosti recikliranja baterija postaju sve očiti jer je još uvijek malen broj električnih vozila pri kraju svog životnog vijeka te razvoj procesa recikliranja baterija postaje iznimno važan.<sup>1</sup> Sve u svemu, učinkoviti i isplativi procesi recikliranja ovih stotine kilograma teških baterija tek će se razviti i zaista imaju potencijal učiniti električna vozila uistinu „zelenima“.



## Literatura

1. <https://theprogressplaybook.com/2024/04/30/battery-recycling-shatters-the-myth-of-electric-vehicle-waste/> (pristup 12. 5. 2025)
2. L. Yu, Y. Bai, B. Polzin, I. Belharouak, Unlocking the value of recycling scrap from Li-ion battery manufacturing. Challenges and outlook, Journal of Power Sources, 593 (2024), 233955.
3. <https://www.vox.com/recode/23027110/solid-state-lithium-battery-tesla-gm-ford> (pristup 12. 5. 2024.)
4. G. Harper i sur., Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles, Nature, 575 (2019), 75-86.
5. X. Wu, J. Ma, J. Wang, X. Zhang, G. Zhou, Z. Liang, Progress, Key Issues, and Future Prospects for Li-Ion Battery Recycling, Global Challenges, 6 (2022), 2200067.



# SCIENCE INFLUENCER

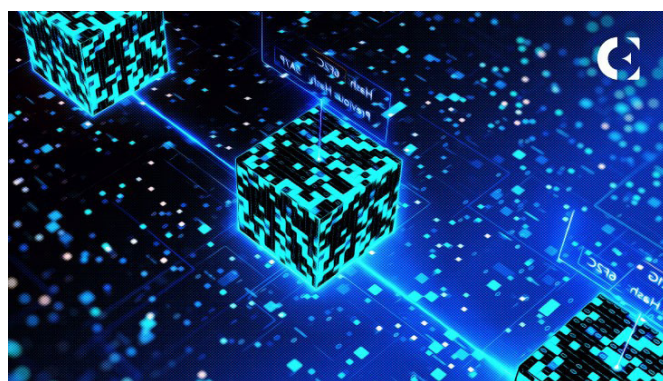
## Blockchain tehnologija u zaštiti okoliša

Vilim Boroša (FKIT)

Blockchain tehnologija, temelj infrastrukture kriptovaluta kao *Blockchain* i *Ethereum*, istražuje se u brojnim industrijama kao potencijalni *game-changing* alat u osiguravanju sigurnosti i privatnosti u online svijetu. Zbog svoje univerzalnosti, razne industrije investiraju i razvijaju vlastite primjene blockchaina, prilagođavajući ga sektorima kao što su bankarstvo, zdravstvo, trgovina i uprava. *Blockchain* se razvija za osiguravanje baza podataka, praćenje resursa kroz nabavne lance, osiguravanje online komunikacije, sigurnost i transparentnost u državnoj upravi. Potencijalne primjene blockchaina su raznolike i mnogobrojne, a mogućnost sigurnosti i transparentnosti koje nudi obećavajući su odgovor na problematiku današnjice u kojoj je potrebno osigurati rastući broj digitaliziranih procesa i podataka.<sup>1</sup>

Cijela tehnologija se zasniva na bilježenju transakcija u lancu blokova. Svaki blok sadrži podatke o transakciji, vremensku oznaku i *hash* funkciju prethodnog bloka, čime se stvara niz zaštićen od neovlaštenog mijenjanja povijesti podataka. Transakcije provjeravaju mrežni čvorovi putem mehanizama konsenzusa kao što su *Proof of Work* (PoW) i *Proof of Stake* (PoS). Nakon provjere, blo-

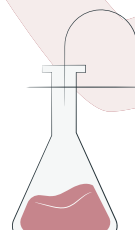
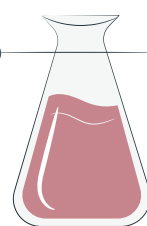
kovi se dodaju u lanac i distribuiraju po mreži, osiguravajući transparentnost i sigurnost.



Slika 1 – Simbolički prikaz blokova u blockchainu (Forbes.com)

Zbog važnosti i zastupljenosti blockchaina postavlja se važno pitanje, kako blockchain utječe na okoliš? Jedan od najznačajnijih ekoloških problema povezanih s blockchain tehnologijom je ogromna potrošnja energije mehanizmom konsenzusa PoW, koji prvenstveno koriste kriptovalute kao *Bitcoin* i *Ethereum*. PoW zahtijeva od minera („rudara” kriptovaluta) da riješe složene matematičke probleme kako bi potvrdili transakcije i dodali ih u sustav. Ovaj proces zahtijeva znatnu računalnu snagu, što dovodi do velike potrošnje električne energije.

Istraživanje iz 2023. godine procijenilo je da je godišnja potrošnja električne energije za provjeru transakcija metodom PoW usporediva s cjelokupnom potrošnjom u zemljama poput Švedske i Malezije.<sup>2</sup> Utjecaj na



okoliš kao posljedica te potrošnje energije je znatan, s obzirom na to da se velik dio te električne energije dobiva iz fosilnih goriva. Na primjer, značajan dio operacija rudarenja *Bitcoin*a nalazi se u Kini, gdje je ugljen i dalje dominantan izvor energije. Ekološke posljedice takvih energetski intenzivnih operacija uključuju povećanu emisiju stakleničkih plinova, doprinoseći globalnom zatopljenju i klimatskim promjenama. Također, brzo zastarijevanje *hardware*-a za rudarenje pogoršava probleme elektroničkog otpada. Dok se PoW mineri neprestano nadograđuju na snažnije i učinkovitije strojeve kako bi održali konkurentnost, odbačeni *hardware* pridonosi rastućem problemu elektroničkog otpada, koji predstavlja ozbiljne rizike za okoliš i zdravlje zbog uključenih toksičnih materijala.<sup>3</sup>

Kako bi se spriječila drastična potrošnja električne energije, a time i negativan utjecaj koji generiranje električne energije ima na okoliš, razmatra se nekolicina strategija. Jedna od njih je ulaganje i izgradnja solarnih farmi i drugih obnovljivih izvora energije specifično napravljenih s ciljem proizvodnje energije koja bi se koristila za rudarenje. Druga strategija je prijelaz s PoW na PoS, mehanizam konsenzusa koji odabire validatore za stvaranje novih blokova i provjeru valjanosti transakcija na temelju broja tokena koje

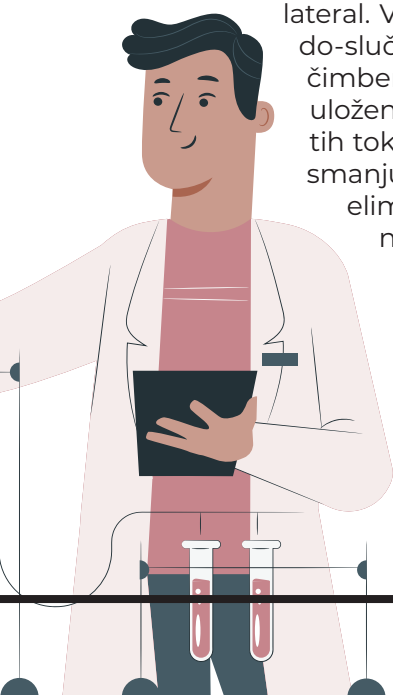
imaju i koje su spremni uložiti kao kotalateral. Validatori se biraju na pseudo-slučajan način, pod utjecajem čimbenika kao što su količina uložених tokena i trajanje držanja tih tokena. Ovaj pristup drastično smanjuje potrošnju energije jer eliminira potrebu za proračunima koji zahtijevaju veliku količinu struje. Jedna od najpoznatijih kriptovaluta *Ethereum* se prebacila s korištenja PoW mehanizma na korištenje PoS mehanizma u 2022. godini.<sup>4</sup>

Osim negativnog utjecaja na okoliš, *blockchain* ima potencijal i za pozitivan utjecaj. Jedno obećavajuće područje je korištenje *blockchain*a za povećanje transparentnosti i učinkovitosti u opskrbnim lancima. Ova tehnologija može pružiti nepromjenjive zapise o transakcijama, osiguravajući praćenje porijekla robe i njezina nabavljanja na održiv način. *Blockchain* može potvrditi da su robe poput drva, ribe i minerala sakupljene ili iskopane u skladu s propisima o zaštiti okoliša te da cijeli nabavni lanac funkcionira na potpuno legalan način, čime se smanjuju nezakonite i ekološki destruktivne prakse koje se u klasičnom praćenju proizvoda ne mogu utvrditi.

Također, može igrati ključnu ulogu u sektoru obnovljive energije. Omogućuje *peer-to-peer* platforme za trgovanje energijom gdje pojedinci mogu izravno jedni s drugima trgovati viškom obnovljive energije, kao što je solarna energija ili energija vjetra. Ova decentralizacija energetskih tržišta može poboljšati korištenje obnovljivih izvora i smanjiti oslanjanje na centralizirane električne mreže temeljene na fosilnim gorivima.<sup>5</sup>

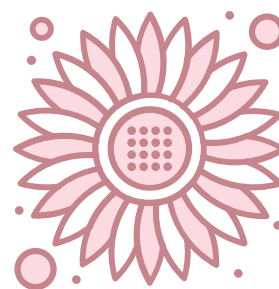


Slika 2 – Prikaz solarne farme (britannica.com)





**Slika 3** – Proof of Work mehanizam i Proof of Stake mehanizam simbolički prikaz (academy.binance.com)



## Literatura

1. <https://odrzivahrvatska.hr/odrzivost-i-u-virtualnom-svijetu-kako-uciniti-blockchain-tehnologiju-i-kriptovalute-ekoloski-odrzivijima-32690/> (pristup 25.5.2024.)
2. N. Sapra, I. Shaikh, A. Dash, Impact of Proof of Work (PoW)-Based Blockchain Applications on the Environment: A Systematic Review and Research Agenda, J. Risk Financial Manag., 16 (2023), 218.
3. <https://unu.edu/press-release/un-study-reveals-hidden-environmental-impacts-bitcoin-carbon-not-only-harmful-product> (pristup 25.5.2024.)
4. <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/> (pristup 25.5.2024.)
5. <https://www.powerledger.io/> (pristup 25.5.2024.)
6. N. Sapra, I. Shaikh, A. Dash, Impact of Proof of Work (PoW)-Based Blockchain Applications on the Environment: A Systematic Review and Research Agenda, J. Risk Financial Manag., 16 (2023), 218JRC117255.



**Slika 4** – Blockchain u kontekstu različitih primjena koje potiču održivost<sup>6</sup>

# Recikliranje baterija za električna vozila: mitovi i stvarnosti

Iva Turkalj (FKIT)

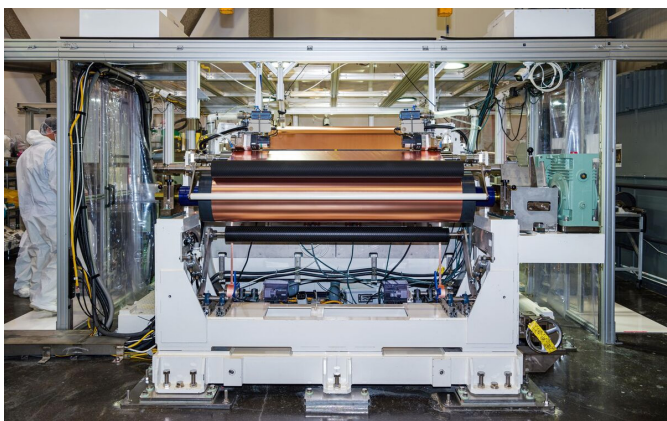
S porastom popularnosti električnih vozila (engl. *electric vehicle*, EV), često se postavlja pitanje što se događa s njihovim baterijama kada završe svoj vijek trajanja. Postoji uvjerenje da ove baterije predstavljaju veliki ekološki problem, ali istina je drugačija. Recikliranje baterija nije samo moguće, već je i izuzetno važno za održivost EV industrije. Mit o tome da su baterije za EV veliki problem za okoliš proizlazi iz nepotpuno istinitih informacija. Baterije za EV sadrže vrijedne materijale poput litija, kobalta i nikla koji se mogu reciklirati i ponovno upotrijebiti. Umjesto da završe na odlagalištima otpada, ove baterije prolaze kroz proces recikliranja koji omogućava njihovu ponovnu upotrebu.<sup>1</sup>

Recikliranje baterija za EV uključuje nekoliko ključnih faza:

**Sakupljanje i demontaža:** Nakon što baterije završe svoj vijek trajanja, prikupljaju se i rastavljaju. Ovaj proces omogućava izdvajanje različitih komponenti i materijala.

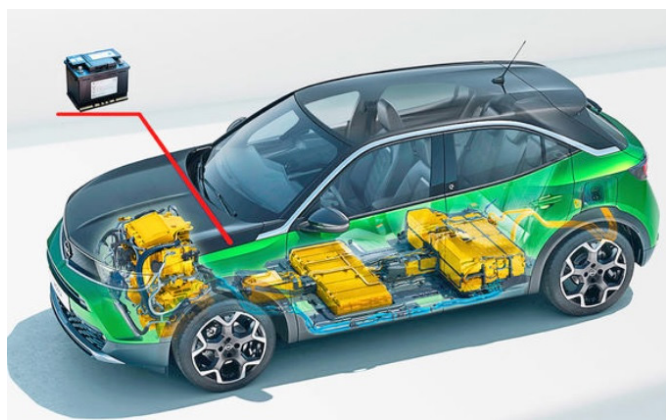
**Kemijska obrada:** Materijali poput litija, kobalta, nikla i mangana ekstrahiraju se kroz kemijske procese. Ovi materijali mogu se ponovno koristiti za proizvodnju novih baterija ili drugih proizvoda.

**Proizvodnja novih baterija:** Materijali dobiveni reciklažom koriste se za proizvodnju novih baterija, smanjujući potrebu za rudarenjem novih resursa i snižavajući troškove proizvodnje.<sup>2</sup>



Slika 1 – Bakrena folija za proizvodnju baterija<sup>1</sup>

Recikliranje baterija donosi značajne ekonomske i ekološke prednosti. S obzirom na visoke cijene sirovina, reciklirani materijali mogu smanjiti troškove proizvodnje novih baterija. Ekološki gledano, recikliranje smanjuje potrebu za rudarenjem novih materijala, što smanjuje negativan utjecaj na okoliš. Tehnologije recikliranja baterija kontinuirano se razvijaju, što povećava učinkovitost i isplativost procesa. Mnoge kompanije i istraživačke institucije ulažu u razvoj novih metoda recikliranja koje omogućuju veći postotak iskorištenja materijala iz starih baterija.<sup>2</sup>



Slika 2 – Električno vozilo<sup>3</sup>

Električna vozila predstavljaju važan korak prema održivijoj budućnosti, a recikliranje njihovih baterija ključna je komponenta ovog procesa. Unatoč mitovima, recikliranje baterija za EV donosi značajne ekološke i ekonomske prednosti, smanjujući negativan utjecaj na okoliš i troškove proizvodnje. Kako tehnologija napreduje, možemo očekivati još učinkovitije metode upravljanja ovim vrijednim resursima, osiguravajući da električna vozila budu što održivija opcija za budućnost.

## Literatura

1. [https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-04-24/battery-recycling-shatters-the-myth-of-ev-battery-waste?utm\\_campaign=instagram-bio-link&utm\\_content=climate&utm\\_medium=social&utm\\_source=instagram&embedded-checkout=true](https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-04-24/battery-recycling-shatters-the-myth-of-ev-battery-waste?utm_campaign=instagram-bio-link&utm_content=climate&utm_medium=social&utm_source=instagram&embedded-checkout=true) (pristup 25.5.2024.)
2. <https://www.caranddriver.com/features/a44022888/electric-car-battery-recycling/> (pristup 25.5.2024.)
3. <https://autoportal.hr/tehnika/zasto-elektricni-automobili-uz-veliku-litij-ionsku-bateriju-imaju-i-klasicnu-olovnu/> (pristup 25.5.2024.)

# Zašto su skandinavske zemlje najsretnije na svijetu?

*Alen Celija (FKIT)*

Već sedmu godinu za redom Finci su proglašeni najsretnijim narodom na svijetu. To je prema *Izveštaju o sreći u svijetu za 2024. godinu*, objavljenom 20. ožujka. Kao i obično, preostale nordijske zemlje – Danska, Island, Švedska i Norveška – sve su među top 10.



**Slika 1** – Helsinki – glavni grad Finske

Gotovo svake godine od kada je Opća skupština Ujedinjenih naroda proglasila 20. ožujka Međunarodnim danom sreće 2012. godine, konzorcij međunarodnih agencija objavljuje ove rang liste sreće, zajedno s detaljnim izvješćima o dobrobiti. Rang liste pružaju zemljama način mjerenja nacionalnog uspjeha i razvijanja politika koje poboljšavaju dobrobit izvan ekonomskih mjera poput bruto domaćeg proizvoda, što potiče više rasta nego što planet može podnijeti. No, iako postoji korist u prelasku preko standardnih ekonomskih faktora kao pokazatelja uspjeha zemlje, definicija sreće nije nužno standardna širom svijeta. Kultura može utjecati na to kako ljudi u različitim zemljama odgovaraju na ankete o sreći, kaže makropsiholog Kuba Krys iz Poljske akademije znanosti u Varšavi. „Treba biti oprezan ... prilikom donošenja velikih tvrdnji na temelju takvih usporedbi.” Osim toga, koncept sreće, kako je trenutno definiran i shvaćen, može patiti od zapadnjačke pristranosti, koja je uobičajena u društvima koja društveni znanstvenici nazivaju *WEIRD* - *zapadni, obrazovani, industrijski, bogati i demokratski*, kaže Krys.



**Slika 2** – Finci

Rang liste u izvještaju o sreći oslanjaju se na odgovore na jedno pitanje u Gallupovoj svjetskoj anketi: “Molimo vas zamislite ljestvicu s brojevima od 0 na dnu do 10 na vrhu. Pretpostavimo da kažemo da vrh ljestvice predstavlja najbolji mogući život za vas, a dno ljestvice predstavlja najgori mogući život za vas. Na kojoj biste stepenici ljestvice rekli da osobno stojite u ovom trenutku?”

Finski ispitanici, u prosjeku, stoje nešto ispod osme stepenice. Američki ispitanici stoje otprilike jednu stepenicu niže, što ih svrstava na 23. mjesto. Ljudi u Afganistanu, s druge strane, nisu došli do druge stepenice. No, Krys i drugi dovode u pitanje može li se takve ocjene smisleno uspoređivati među zemljama. Na primjer, kada su istraživači pitali 200 ljudi u Tanzaniji, zemlji s niskim rangom, kako su odabrali svoju stepenicu, otkrili su da malo više od trećine, većinom oni s ograničenim formalnim obrazovanjem, nije razumjelo pitanje. Jedna žena fluktuirala je između ocjena 0 i 10, dok je druga svoju ocjenu povećala s 6 na 8 vjerujući da će joj to pomoći financijski, izvijestili su kulturalni psiholog Michael Kaufman i kolege 2022. godine u časopisu *International Journal of Wellbeing*.

“Razumiju li ljudi koji su uglavnom završili sedmi razred zapadnu ideju rangiranja životnog iskustva na linearnoj skali?” pita Kaufman, međunarodni razvojni konzultant u Chicagu. “Odgovor je: ‘Ne, ne razumiju.’” Osim toga, osobnostni i kulturalni psiholog Mohsen Joshanloo primjećuje da mnogi ljudi, posebno izvan Zapada, strahuju da priznavanje visoke razine sreće može izazvati nešto loše. Taj strah može smanjiti njihove ocjene na standardiziranoj anketi, pokazuje njegovo istraživanje. “Strah od sreće vrlo je stvaran i utječe na to kako ljudi širom svijeta doživljavaju i izražavaju svoju sreću te odgovaraju na pitanja o svojoj sreći”, kaže Joshanloo, sa Sveučilišta Keimyung u Dae-

guu, Južna Koreja. Slično tome, istraživanje Krysa pokazuje da svi ne žele maksimalnu sreću. Njegov tim analizirao je odgovore na ankete gotovo 13.000 ljudi u 49 zemalja. Umjesto da odgovaraju iz vlastite perspektive, ispitanici su bili zamoljeni da procijene koliko bi se "idealna ili savršena osoba" složila s različitim izjavama koje odražavaju sreću. Primjeri izjava uključivali su: "U većini aspekata, moj život je blizu mog idealnog" i "Uvjeti mog života su izvrsni." Odgovori su varirali od 1 za "ne opisuje ga uopće" do 9 za "opisuje ga točno".

Idealna sreća razlikovala se širom svijeta, zaključili su Krys i kolege. U Njemačkoj i Islandu, otprilike 85 posto sudionika odgovorilo je da idealna sreća odgovara ocjenama od 7 i više. S druge strane, u Butanu, Gani, Nigeriji, Japanu i Pakistanu, 70 posto ili više ispitanika odabralo je niži ideal, izvijestio je tim u veljači u časopisu *Perspectives on Psychological Science*. Teoretski, istraživači bi mogli prilagoditi rang liste kako bi odražavale idealnu razinu sreće kulture. Možda je ocjena Japana od 6 na ljestvici sreće zapravo bod viša, ili ocjena Sjedinjenih Država od 6,7 zapravo bod niža. Takav jednostrani fokus na sreću također je problematičan, kaže Krys.

Neki ljudi često stavljaju veći naglasak na druge aspekte dobrog života, poput harmonije, duhovnosti ili značenja, pokazuju istraživanja. Također, ponekad se ocjene u jednoj kategoriji sukobljavaju s ocjenama u drugoj. Na primjer, siromašne zemlje koje imaju nisku ocjenu sreće često imaju visoku ocjenu za značenje u životu, izvijestili su istraživači 2014. godine u časopisu *Journal of Research in Personality*.

U 2022. godini, istraživači izvještaja istraživali su koncepte ravnoteže i harmonije fokusirajući se na pitanja povezana s tim konceptima u Gallupovoj svjetskoj anketi za 2020. godinu. Ljudi diljem svijeta cijene te koncepte, tim je otkrio. Osim nekoliko iznimaka, ljudi svugdje više vole miran život od uzbuđenog. Krys i drugi kažu da rješenje nije u ukidanju rang liste sreće. Umjesto toga, željeli bi da autori izvještaja izdaju veću raznolikost rangiranja blagostanja. „Sreća je Sveti gral u Izvještaju o sreći u svijetu“, kaže Krys. „Ali sreća nije univerzalni cilj života ljudi“.

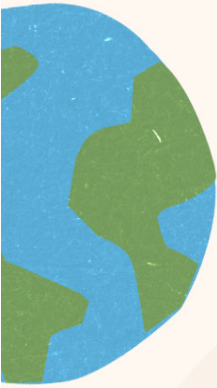


Slika 3 – Zastave skandinavskih zemalja

## Literatura

1. <https://www.forbes.com/sites/davidnikel/2022/03/19/world-happiness-report-are-the-nordic-countries-really-so-happy/> (pristupljeno 14.5.2024.)
2. <https://www.sciencenews.org/article/happiness-rankings-cultural-bias> (pristupljeno 14.5.2024.)





# 3 savjeta za održivi život

## Smanji upotrebu plastike

Koristite platnene torbe za kupovinu, boce za vodu koje se mogu ponovno napuniti i izbjegavajte jednokratne plastične proizvode kako biste smanjili otpad od plastike.



## Koristite javni prijevoz

Koristite javni prijevoz, biciklirajte ili hodajte kako bi se smanjile emisije ispušnih plinova i podržali ekološki prihvatljivu mobilnost.



## Štedite energiju

Koristite energetske učinkovite svjetiljke, isključujte elektroničku opremu kada nije u upotrebi i birajte kućanske aparate koji su označeni kao energetske učinkoviti kako biste smanjili potrošnju energije.



IVA TURKALJ (FKIT)





međunarodni znanstveno-stručni skup  
**Ružičkine dane**  
DANAS ZNANOST – SUTRA INDUSTRIJA  
18. – 20. rujna 2024. | Vukovar, Hrvatska



**II. OBAVIJEST**

*Izložba Kemija osjećaja • Izložba inovacija Danas znanost-sutra industrija*

## PLENARNI I POZVANI PREDAVAČI

- Prof. dr. sc. **ĐURĐICA AČKAR**  
(Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek)
- Prof. dr. sc. **ŽELJKO DEBELJAK**  
(Klinički bolnički centar Osijek, Klinički zavod za laboratorijsku dijagnostiku)
- Izv. prof. dr. sc. **EMIL DRAŽEVIĆ** (Sveučilište Aarhus, Odjel za biološko i kemijsko inženjerstvo, inženjerstvo procesa i materijala, Danska)
- Izv. prof. dr. sc. **THOMAS GAMSE**  
(Tehničko sveučilište u Grazu, Institut za kemijsko inženjerstvo i tehnologiju okoliša, Austrija)
- Dr. sc. **SVEN HENNING**  
(Fraunhoferov institut za mikrostrukture materijala i sustave, Njemačka)
- Izv. prof. dr. sc. **VILKO MANDIĆ**  
(Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije)
- Izv. prof. dr. sc. **ANTE PRKIĆ**  
(Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet)
- Izv. prof. dr. sc. **DRAŽEN VOJK**  
(Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet)

## SEKCIJE

1. Kemijska analiza i sinteza
2. Kemijsko i biokemijsko inženjerstvo
3. Prehrambena tehnologija i biotehnologija
4. Medicinska kemija i farmacija
5. Kemija u poljoprivredi i šumarstvu
6. Zaštita okoliša

## SLUŽBENI JEZICI

Hrvatski i engleski jezik  
(bez simultanog prevođenja)

## MJESTO ODRŽAVANJA

Hrvatski dom Vukovar – Ružičkina kuća, Vukovar

## SMJEŠTAJ SUDIONIKA

Detaljnije informacije na: [www.ruzickadays.eu](http://www.ruzickadays.eu)

## PRIJAVE SUDJELOVANJA I RADOVA

Sažetak rada i grafički sažetak na hrvatskom ili engleskom jeziku (jedna str., A4) potrebno je poslati putem e-obrasca, koji se nalazi na mrežnim stranicama Skupa, **do 15. lipnja 2024. godine**. Upute za prijavu sudjelovanja te pisanje sažetka i rada nalaze se na mrežnim stranicama Skupa: [www.ruzickadays.eu](http://www.ruzickadays.eu).

## KOTIZACIJA

|                       | do<br>20. 7. 2024. | od<br>20. 7. 2024. |
|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Puna kotizacija       | 300 €              | 330 €              |
| Studenti (uz potvrdu) | 200 €              | 230 €              |
| Kotizacija 9. SMK*    | 0 €                | 0 €                |
| Kotizacija I. SLT**   | 150 €              | 180 €              |

PDV uključen

\* 9. susret mladih kemičara; \*\* I. skup laboratorijskih tehničara

Kotizacija uključuje izradu postera (dio – trostrani totemni podni stalak), e-Knjigu sažetaka, e-Zbornik radova, e-Knjigu postera, izlet (obilazak arheološkog lokaliteta Vučedol; Muzej vučedolske kulture) i svečanu večeru na imanju vinogradske kuće Goldschmidt.

## UPLATU DOZNAČITI NA RAČUN

HDKI, Berislavićeva 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska  
Svrha doznake: 20. Ružičkine dane  
Zagrebačka banka d.d., Zagreb  
IBAN: HR5323600001101367680  
OIB: 22189855239

## VAŽNI DATUMI

- 15. 6. 2024. prijava sudjelovanja i dostava sažetka
- 15. 7. 2024. obavijest o prihvaćanju rada
- 20. 7. 2024. uplata nižeg iznosa kotizacije
- 20. 8. 2024. slanje postera u .pdf formatu (posterska sekcija)
- 1. 11. 2024. dostava cjelovitih radova

## TAJNIŠTVO SKUPA I KONTAKT

Dajana Kučić Grgić (Zagreb)  
Tel.: +385 98 290 064  
e-pošta: [dkucic@fkit.unizg.hr](mailto:dkucic@fkit.unizg.hr)

Ivana Lauš (Osijek)  
Tel.: +385 31 224 383  
e-pošta: [ivana.laus@ptfos.hr](mailto:ivana.laus@ptfos.hr)

## PROGRAMSKO-ORGANIZACIJSKI ODBOR

Ante Jukić (*predsjednik*)  
Stela Jokić (*dopredsjednica*)  
Vesna Ocelić Bulatović (*dopredsjednica*)  
Dajana Kučić Grgić (*tajnica*)  
Ivana Lauš (*tajnica*)  
Drago Šubarić, Jurislav Babić, Ana Filipović, Ljubica Glavaš-Obrovac, Martina Miloloža, Ivanka Miličić, Ivan Hubalek, Olgica Martinis

## ZNANSTVENO-STRUČNI ODBOR

Ante Jukić (FKIT), Stela Jokić (PTF), Jurislav Babić (PTF), Vesna Ocelić Bulatović (FKIT), Dajana Kučić Grgić (FKIT), Dajana Gašo-Sokač (PTF), Ante Lončarić (PTF), Maja Molnar (PTF), Valentina Bušić (PTF), Vlatka Filipović Marijić (IRB), Jasmina Ranić (Podravka d.d.), Šimo Kordić (Belupo d.d.), Ivana Šoljić Jerbić (Pliva Hrvatska d.o.o.), Leo Štefan (JGL d.d.), Ljiljana Fruk (UK), Gabriela Kalčíková (SI), Miroslav Slouf (CZ)

[www.ruzickadays.eu](http://www.ruzickadays.eu)

# Opet te dosadne proljetne alergije!

Proljeće je stiglo, donoseći sa sobom sezonu najčešćih alergena. Ako ste alergični, važno je znati preventivne mjere za smanjenje izloženosti i ublažavanje simptoma.

## KAKO SPRIJEČITI?

Izbjegavanje alergena je važno, ali često teško izvedivo; stoga je ključno smanjiti izloženost, a za pelud, kao najčešći sezonski alergen, dostupna su pomagala za praćenje razine peludi u zraku, što omogućava planiranje dnevnih aktivnosti i bolju kontrolu zdravlja.

Jedan način upravljanja alergijama je korištenje peludnog kalendara koji pokazuje kada i kojim intenzitetom cvjetaju stabla, trave i korovi. Drugi je praćenje peludne prognoze putem internetskih ili mobilnih aplikacija koje pružaju dnevne informacije o koncentraciji peludi za gradove u Hrvatskoj.

Alergijski semafor svakodnevno prikazuje kretanje koncentracije peludi na temelju mjerenja peludnih zrnaca u prostornom metru zraka. Prema tim mjerenjima određuje se boja semafora: crvena, žuta ili zelena.

Koncentracija peludi u zraku je obično veća ujutro i za vrijeme vjetrovitog i sunčanog vremena, a manja tijekom kišovito i hladnog vremena. Stoga se preporučuje provjeriti koncentraciju peludi prije izlaska. Ako je koncentracija visoka, najbolje je ostati unutra i držati vrata i prozore zatvorenima.

# Želite li svaki mjesec znati što se događa na području kemijskog inženjerstva i općenito STEM području?

I uz to učiniti našu struku sjajnom?

To i mi želimo, ali smo tek studenti i zato to ne možemo učiniti sami.

Da bismo Vam svaki mjesec približili svježije informacije,  
treba nam velika pomoć!

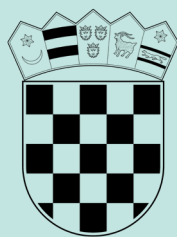
## Podržite rad Studentske sekcije donacijom

Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa,  
Berislavićeva 6/I, 10000 Zagreb.  
OIB: 22189855239  
IBAN: HR5323600001101367680,  
Zagrebačka banka

Molimo da u opisu plaćanja navedete da je donacija namijenjena Studentskoj sekciji.

Hvala!

## *Reaktor ideja* – više od studentskog časopisa.



MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA  
mzo.hr



STUDENT  
SKI ZBOR  
SVEUČILIŠTA  
U ZAGREBU



Od samoga početka, ljudi su imali razne ideje, filozofije, vjerovanja, provodili su pokuse i istraživanja kako bi mitove približili stvarnosti. Ljudi su kroz znanost proučili različite prirodne pojave kako bi ljudska vrsta mogla napredovati. Današnji svijet kakvog ga znamo, postoji zbog uspjeha genialnih umova znanstvenika koji su od djetinjstva gorljivo proučavali svaku pojavu koja je privukla njihovu pozornost u raznim područjima njihova interesa. Oduševljenje, strast, predanost i trud koji su uložili u svoj posao, pomogli su im da otkriju nešto novo o svijetu u kojem živimo, a svojim radom za dobrobit čovječanstva, zajedno s različitim izumima, učinili su moderni život lakšim. Ovom listom odajemo počast najvećim umovima koji su promijenili svijet. Aristotel je bio genijalan starogrčki filozof i prirodoslovac. Bio je Platonov učenik, a sam je poučavao Aleksandra Velikog. Bivio se biologijom, zoologijom, etikom, politikom te je bio vrstan retoričar i logičar. Bivio se i teorijom fizike i metafizike. Stekao je znanje u različitim područjima svojim ekspanzivnim umom i radom na opsežnim tekstovima. Ipak, samo je mali dio njegovih tekstova sačuvan do danas. Njegova kolekcija biljnih i životinjskih uzoraka koje je klasificirao po njihovim obilježjima, predstavlja normu za daljnji rad na tom području. Tvrdio je da je čovjek po prirodi političko biće (zoon politikon) i da svoju suštinu izražava tek u zajednici. Arhimed je bio grčki fizičar, astronom i jedan od najvećih matematičara starog vijeka. Jedan je od najboljih znanstvenika koji su se probili u teoriji i u praksi. Bivio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim mjestima, od polja do rudnika. Najveću slavu stekao je svojim raspravama o zaobljenim geometrijskim tijelima, čiju je površinu i obujam izračunavao složenom metodom bliskom današnjem infinitezimalnom računu. Također je pronašao zakone poluge, položio osnove hidrostatici i odredio

