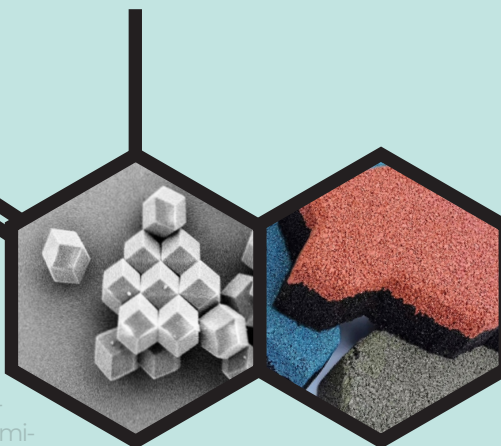


reaktor 8 ideja vol. 8

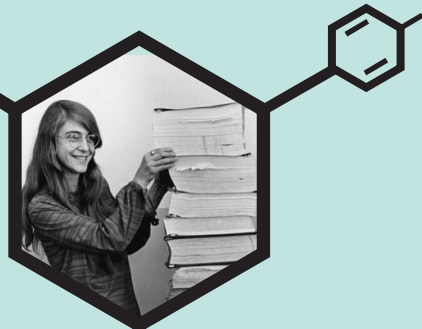
službeno glasilo Studentske sekcije HDKI-ja



Pneumatski pištolj za cijepljenje



Održive alternative za beton



Potencijalni lijek u liječenju Parkinsonove bolesti



Dan žena

4

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Studentska sekcija HDKI-ja



www.hdki.hr/hdki/casopisi/reaktor_ideja

Veljača 2024.

Sadržaj

vol. 8, br. 4, veljača 2024.

KEMIJSKA POSLA

Bridging the Gap Between Biotechnology and Industry:

<i>Integrating Design Thinking and Flipped Learning (BIOTE(A)CH)</i>	1
Upoznajmo uredništvo – Laura Glavinić	5
Potencijalni lijek u liječenju Parkinsonove bolesti	6
Nevidljivi neprijatelji u flaširanoj vodi	7
FKIT je apsolutni HIT – Dan otvorenih vrata	9

ZNANSTVENIK

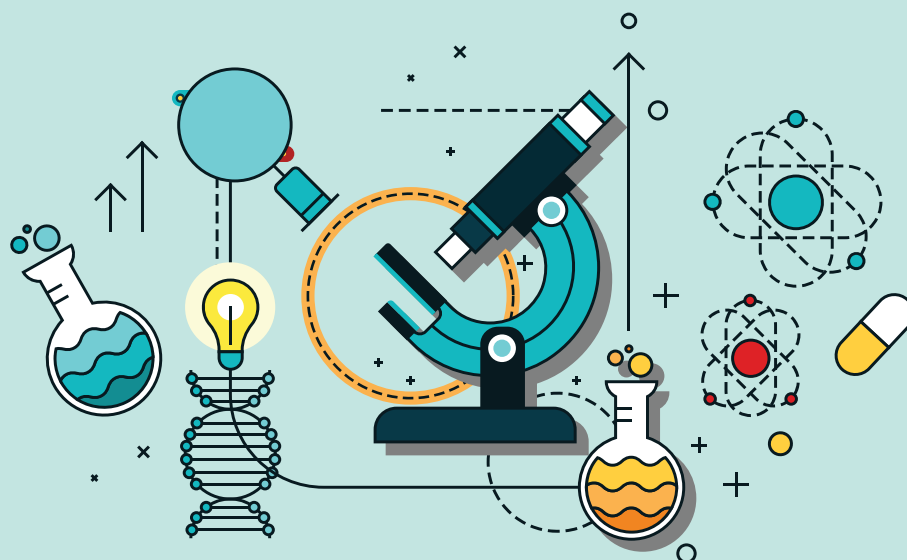
Enantioselektivna elektrosinteza	11
Vitrimer – polimer budućnosti	14
Pneumatski pištolj za cijepljenje	16
Slatka ovisnost	17

BOJE INŽENJERSTVA

Na kavi sa znanstvenicima – dr. sc. Robert Vianello	19
Hvatanje CO ₂ fotoaktivnim materijalima	26
Održive alternative za beton	28
Poluvodiči od grafena	30
Što sve možemo proizvesti od kave?	31

SCINFLUENCER

Što se događa sa zrakom u Zagrebu?	35
Bioničke biljke za zelenu budućnost	40
Dan žena	41
<i>Neuralink</i> – bežični čip za mozak	44
Poster – savjeti za kvalitetno učenje	46





reaktor ideja



Uredništvo Reaktora ideja

Dragi čitatelji,

kraj je veljače u prijestupnoj godini, a ispred vas je naš novi broj *Reaktora ideja*.

Čitat ćete o našem Danu otvorenih vrata, povijesti iza Dana žena, kao i mnogim inovacijama u svijetu.

Nadam se da ćete naučiti nešto novo, zabaviti se i uživati u čitanju!

Dora Ljubičić,
glavna urednica

Dora Ljubičić

IMPRESSUM

Reaktor ideja

Uredništvo:

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

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

Vol. 8 Br. 4, Str. 1–46
Zagreb, veljača 2024.

ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247



KREATIVNA POSLA

Bridging the Gap Between Biotechnology and Industry: Integrating Design Thinking and Flipped Learning (BIOTE(A)CH)

Anita Šalić i Bruno Zelić

Projekt *Bridging the Gap Between Biotechnology and Industry: Integrating Design Thinking and Flipped Learning* (BIOTE(A)CH) (Slika 1) započeo je u prosincu 2022. godine i trajat će dvije godine. Koordinira ga *Çanakkale Onsekiz Mart University* (Turska), a provodi se u suradnji s četiri sveučilišna partnera: *Maribor University* (Slovenija), *University of Zagreb* (Hrvatska), *University of Tuscia* (Italija) i *Democritus University of Thrace* (Grčka), biotehnoškom tvrtkom *Glycogest Biotechnology* (Turksa) i tvrtkom koja razvija suvremene obrazovne tehnologije *Mellis Educational Technologies* (Turska) (slika 2). Projekt je financiran u okviru programa *Erasmus+ Action Type: KA220-HED-Collaborative Partnership in Higher Education*.

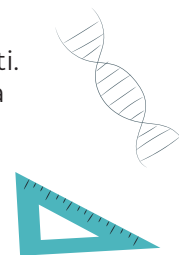


Slika 1 – Logo projekta BIOTE(A)CH



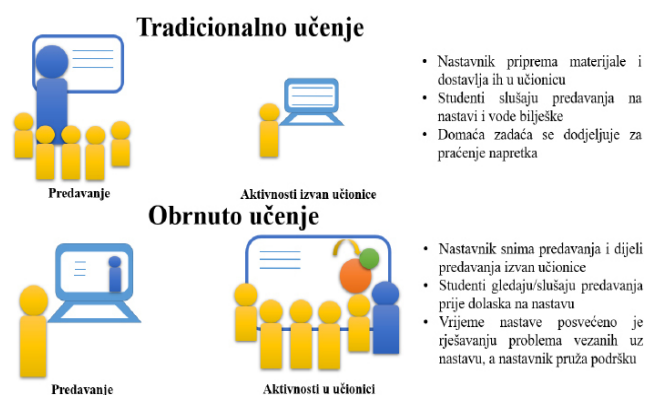
Slika 2 – Partneri projekta BIOTE(A)CH

Prijenos znanja i vještina pri prijelazu studenata iz akademskog svijeta u industriju smatra se važnim pitanjem u području inovacija te pri razvitku akademske izvrsnosti. Od početka 21. stoljeća, uloga i povezanost istraživačkih institucija i industrije se značajno promijenila. Današnji razvoj karijere stručnjaka obrazovanih u visokoškolskim institucijama podrazumijevaju znatno



složeniji proces nego u prošlom stoljeću. Prijelaz sa sveučilišta na radno mjesto smatra se važnim korakom u razvoju karijere svakog studenta po završetku studija te zahtijeva specifične sposobnosti. Visokoškolske institucije zbog toga postaju sve svjesnije potrebe da se aktivnije povežu s poslodavcima u svrhu maksimalne primjene rezultata istraživanja u realnom sektoru. Usprkos tome, još uvijek je znatan nesklad između stjecanja znanja i kompetencija na sveučilištima te svakodnevnih poslovnih aktivnosti u tvrtkama. Uzevši u obzir navedeno, glavni cilj projekta je premostiti jaz između sveučilišta i industrije putem vjerodostojnog i istraživački utemeljenog razumijevanja obrazovanja u području biotehnologije u Europi. Pri tome je ključno razviti visokoškolski kurikulum iz područja biotehnologije koji će studentima omogućiti lakši prijelaz na tržište rada.

Kombinirajući principe dizajnerskog promišljanja (engl. *design thinking*) i obrnutog učenja (engl. *flipped learning*), studenti će u okviru kurikuluma učiti o najnovijim tehnološkim procesima koji su primarno vezani za okoliš (siva biotehnologija) te prehrambenu (žuta biotehnologija) i agrobiotehnologiju (zelena biotehnologija) prilikom čega će naglasak biti na rješavanju aktualnih izazova u biotehnologiji i prevladavanju ograničenja tradicionalnih tehnoloških pristupa. Na taj način razvijeni kurikulum osigurat će studentima praktične vještine i kompetencije te znanja potrebna za suočavanje s aktualnim izazovima s kojima se susreću siva, žuta i zelena biotehnologija.



Slika 3 – Usporedba metodologije tradicionalnog i obrnutog učenja

Očekivani rezultati projekta mogu se podijeliti u četiri temeljna ishoda:

1. Glavni ishod projekta bit će studenti koji će na temeljima dizajnerskog promišljanja pristupiti rješavanju problema na nelinearan i iterativan način te tako zadovoljiti potrebe tržišta rada. Tijekom provedbe projekta, studenti će imati priliku izravno se uključiti u testiranje predloženog kurikuluma što će im, osim novog iskustva, omogućiti i nove poglede na pristup učenju.

2. Drugi ishod uključuje razvijeni kurikulum (znanjem do prakse kroz dizajnersko promišljanje), vodič za predavače, knjižicu priča o uspjehu i video lekcije. Pripadnici akademske zajednice, koji djeluju u području biotehnologije, obratit će se putem video prezentacija korisnicima kurikuluma na interdisciplinarni način povećavajući time kvalitetu nastave principom obrnutog učenja. Video vodiči će omogućiti studentima samostalno raspolaganje vremenom za učenje jer će studenti moći analizirati video kada će za to imati vremena, tijekom gledanja videa moći će raditi pauze, po potrebi ponoviti neke dijelove, a sve s ciljem povećanja angažmana i aktivnog sudjelovanja te maksimalnog zadržavanja na ključnim sadržajima. Priručnik za predavače proširit će i razviti kompetencije predavača i stručnjaka te imati važnu ulogu u potpori visokom obrazovanju u ključnim područjima biotehnologije koja se odnose na mutagenezu, poliploidiju, interferenciju RNA, transgenezu, modifikaciju genoma itd. Knjižica s pričama o uspjehu uključivat će uspješne primjere 10 europskih tvrtki koje djeluju u području agrobiotehnologije. U knjižicu će biti uključene po dvije priče iz Turske, Italije, Hrvatske, Grčke i Slovenije koje će poslužiti kao inspiracija studentima.



3. Treći ishod je jačanje mreže suradnji visokoškolskih i istraživačkih institucija te gospodarstva na nacionalnoj i međunarodnoj razini.

4. Konačno, projekt će biti znanstveno utemeljen kao primjer integriranja dizajnerskog promišljanja i obrnutog učenja u nastavni proces, a suradnici s akademskih ustanova moći će takvu projektnu praksu ugraditi u svoje daljnje istraživačke aktivnosti.

Jedna od početnih aktivnosti projekta BIOTE(A)CH bila je provedba ankete na 125 ispitanika iz pet zemalja. Uz to je organizirano i pet radionica na kojima su sudjelovali pripadnici akademske zajednice i industrije s ciljem:

1. Utvrđivanja inovacija i izazova u bioekonomiji i agrobiotehnologiji sa stajališta predstavnika akademske zajednice i industrijskog sektora

2. Boljeg razumijevanja trenutnih znanja i vještina koje bi studenti iz područja biotehnologije trebali usvojiti prije početka karijere

3. Razumijevanja poteškoća s kojima će se studenti biotehnoških studija susresti kada započnu karijeru

4. Doprinosa izradi nastavnog plana i programa za studente prijediplomskog studija iz područja biotehnologije

Dobiveni rezultati pokazali su da evidentno postoji potreba za promjenom u pristupu učenju jer je većina sudionika naglasila kako postoji jaz u prijelazu između akademske zajednice i industrije te da se zbog toga treba pristupiti rješavanju sljedećih izazova:

1. Nedostatak praktičnog iskustva

2. Mala zastupljenost oglednih primjera u procesu učenja koji se odnose na trenutnu praksu i daju pregled onoga što se može očekivati u budućnosti

3. Ograničenja nekih vještina, kao što su komunikacija, timski rad i rješavanje nametnutih problema nisu dovoljno naglašeni u tradicionalnim sveučilišnim okruženjima

4. Brzi napredak tehnologije i industrije često čine sveučilišne nastavne planove i programe zastarjelima

5. Diplomanti nisu upoznati sa specifičnim alatima i programskim paketima koji se koriste u industriji

6. Nedostatak snalažljivosti u pronalaženju rješenja za nove izazove

7. Osjećaj straha prilikom korištenja skupe opreme

8. Mala zastupljenost terenskog rada i suradnje s industrijom usmjereno k rješavanju različitih izazova povezanih s oglednim primjerima iz biotehnologije

9. Nedostatna studentska praksa i mala zastupljenost zadataka u obliku projekata

Sve navedeno otvara prostor za realizaciju BIOTE(A)CH projekta, što suradnicima na projektu daje priliku da na kraju dvogodišnjeg razdoblja naprave pozitivan iskorak prema premošćivanju postojećih nedostataka prijediplomskih studija u području biotehnologije.

U okviru projektnih aktivnosti su u 2023. godini održana tri sastanka članova projektnog tima. Inicijalni sastanak održan je u Çanakkale, Turska (slika 4a), a nakon toga su slijedili sastanci u Viterbu, Italija (slika 4b) te Mariboru, Slovenija (slika 4c). Posljednji sastanak članova projektnog tima održat će se u travnju 2024. na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu.

Za više informacija o projektu posjetite web stranicu <https://www.bioteacheu.com/> i stranice projekta na društvenim mrežama:





Slika 4 – Članovi projektnog tima na sastanku u Turskoj, Italiji i Sloveniji

Upoznajmo uredništvo – Laura Glavinić

Jurja Vukovinski (FKIT)

Kada i kako se javila želja za aktivnim pisanjem u Reaktoru ideja?

Prošle akademske godine učlanila sam se u Studentsku sekciju HDKI-ja pri čemu mi se od mnogih vrlo zanimljivih projekata najviše svidjela ideja pisanja za Reaktor. Redovno pratim stranice i portale koji obavještavaju o novim otkrićima i naprecima u znanosti, a pisati volim, pa je prilika da izvještavam o temama koje su mi zanimljive bila nešto što nikako nisam željela propustiti.

Koje teme najradije čitaš?

Svaku rado pročitam, no prva dva mjesta dijele održive inovacije i sve povezano s tehnološkim naprecima, pogotovo onima koje otvaraju do tada nedokučiva vrata u znanosti i inženjerstvu. Ne prestaje me oduševljavati što nam sve tehnologija omogućuje – nije li nevjerojatno da praktički možemo „vidjeti“ atome? Letjeti u svemir? Imati pristup svom znanju svijeta na dlanu? Danas su nam takve stvari toliko normalne da imamo tendenciju zaboraviti koliko je zapravo genijalnih ideja iz različitih područja znanosti bilo potrebno ispreplesti kako bi se došlo do samo jedne od brojnih komponenata koje čine sve te proizvode.

Ima li nekih tema o kojima bi više voljela pisati u nadolazećoj godini?

Iskorištavanje vodika kao energenta, zelena kemija i njena implementacija u različite sektore, prilagodba ekosustava na povećanje prosječne temperature površine Zemlje te način na koji sve šira primjena umjetne inteligencije oblikuje budućnost su teme koje me izrazito zanimaju i o kojima bih definitivno voljela više pisati.



Što voliš raditi u slobodno vrijeme?

Svašta – tip sam osobe koji uvijek nađe nešto za raditi. Izdvojila bih duge šetnje sa psom, čitanje, pisanje, igranje *multiplayer* videoigrica te učenje stranih i programskih jezika.



Slika 1 – Laura Glavinić

Gdje se vidiš za pet godina?

Širok je spektar vrlo različitih tema koje me zanimaju, postoji dosta mjesta na kojima bih voljela raditi, a i intenzivno razmišljam o upisu doktorskog studija. Život rijetko kada teče točno onako kako ga zamislimo zbog čega čvrsto formiranu odluku nemam. U jedno sam sigurna, gdje god budem, u jednoj ruci će mi biti knjiga, a u drugoj računalo.

Tri najdraže knjige?

Tajna krvavog mosta (Marija Jurić Zagorka), *Majstor i Margarita* (Mihail Bulgakov), *To Kill a Kingdom* (Alexandra Christo)

Najdraža serija?

Shadowhunters

Destinacija koju želiš posjetiti?

Zaista ih je puno. Reći ću Maroko jer predstavlja prvu destinaciju koju sam ikada poželjela posjetiti.



Potencijalni lijek u liječenju Parkinsonove bolesti

Petra Vukovinski (FKIT)

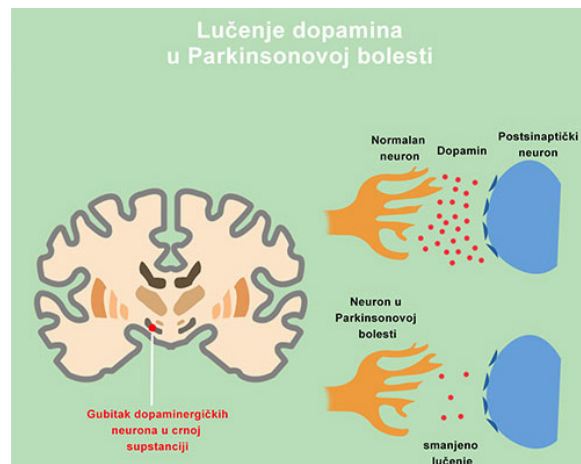
Kao i grčko mitološko biće sa zmijskim repom i dvije glave, potencijalni lijek za liječenje Parkinsonove bolesti, stvoren u laboratoriju kemičara Matthewa Disneya, također je vrsta himere s dvije glave. Jedna „glava“ zadužena je za pronalaženje RNA koja uzorkuje bolest, dok druga potiče stanicu da je usitni na manje dijelove.¹



Slika 1 – Inspiracija za lijek iz grčke mitologije¹

Općenito, Parkinsonova bolest je neurodegenerativni poremećaj koji pretežno utječe na neurone koji proizvode dopamin u specifičnom području mozga zvanom crna tvar, nakupini tamno obojenih masa živčanih stanica u srednjem mozgu. Bolest je posljedica simptoma koji se razvijaju polako, tijekom godina. Među najčešćim simptomima navode se tremor, opisan kao drhtanje ruku, sporost i nedostatak pokreta, ukočenost udova te problemi s hodom i ravnotežom.²

Među trenutnim metodama liječenja mogu se pronaći lijekovi, koji zamjenjuju dopamin, ili stimulacija mozga koja pomaže pri problemima s kretanjem, a javljaju se kako bolest napreduje. Problem ovakvih metoda liječenja jest u tomu što samo ublažavaju simptome te nisu lijek, dolaze s nuspojavama i ne mijenjaju tijek bolesti. Kako bi bilo moguće mijenjati tijek bolesti, prema navodu Disneya, mora biti poznat njezin uzrok. Za mnoge pacijente, uzrok Parkinsonove bolesti jest akumulacija toksičnog proteina zvanog alfa-sinuklein, unutar i oko neurona.¹



Slika 2 – Lučenje dopaminergičkih neurona u crnoj tvari³

Optimalna strategija za usporavanje ili čak sprječavanje progresije bolesti, leži u činjenici da je meta djelovanja lijeka RNA, koja je potrebna za sintezu toksičnog proteina. Disneyjev laboratorij odabire metode kojima bi pospješili ometanje ili razgradnju RNA, ključnog faktora pri sintezi proteina. Navedena metoda spada u nove pristupe i metode liječenja, obzirom da se većina lijekova na tržištu bazira na vezanju za protein te na taj način dolazi to mijenjanja njihove funkcije.¹

Problem se javlja kada se ne može uspješno ciljati na proteine koji uzorkuju bolesti. Najčešći razlozi su nedovoljno poznavanje kompleksne strukture, promjenjivost proteina te nemogućnost dostave lijeka u aktivno mjesto proteina.¹

Disneyjev pristup temelji se na sprječavanju nastajanja proteina. Kako bi se postigao taj cilj, nužno je promatrati njihovu RNA kao metu. Razlog tomu leži u činjenici da se proteini u stanicama sastavljaju kroz proces čitanja i translacije gena, prijenosa informacija iz jezgra stanica u citoplazmu putem glasničke RNA. Također, ribosomi, koji su odgovorni za sintezu proteina, omogućuju spajanje aminokiselina.¹

Disneyjev lijek protiv Parkinsonove bolesti, Syn-RiboTAC, veže se na dio glasničke RNA, koji signalizira ribosomu da započne sastavljanje proteina. Rezultati primjene Disneyjevog lijeka potvrdili su da je proizvodnja alfa-sinukleina smanjena za otprilike 50%. Također, lijek je pokazao puno bolju selektivnost od konkurentnih lijekova na tržištu i poboljšano prodiranje barijere mozga.¹

„Nadamo se da smo na putu do boljih i lakših dana za ljude koji žive s Parkinsonovom bolešću“, navodi Disney.



Literatura

1. Y. Tong, P. Zhang, X. Yang, X. Liu, J. Zhang, M. Grudniewska, I. Jung, D. Abegg, J. Liu, J. L. Childs-Disney, Q. M. R. Gibaut, H. S. Haniff, A. Adibekian, M. M. Mouradian, M. D. Disney. Decreasing the intrinsically disordered protein a-synuclein levels by targeting its structured mRNA with a ribonuclease-targeting chimera, Proceedings of the National Academy of Sciences, 121 (2024) e2306682120.
2. <https://www.parkinson.org/understanding-parkinsons/what-is-parkinsons> (17.2.2024.)
3. https://zonamedicine.com/klinicka_neurologija/parkinsonova-bolest/ (17.2.2024.)



Nevidljivi neprijatelji u flaširanoj vodi

Tajana Rubilović (FKIT)

Flaširana voda popularan je izvor hidracije, često se percipira kao čišća i sigurnija alternativa vodi iz slavine. Međutim, nedavna istraživanja ukazala su na zabrinjavajući aspekt konzumacije flaširane vode – prisutnost mikroplastike. Pod pojmom mikroplastika smatramo sitne čestice plastike manje od 5 mm. Izvori navedenih čestica su različiti, a uključuju razgradnju većih plastičnih predmeta, sintetičkih vlakana iz odjeće i mikrozrnaca u proizvodima za osobnu njegu. Spomenute čestice sve češće nalazimo u različitim sastavnicama okoliša, uključujući oceane, rijeke pa čak i zrak, zbog njihove raširene upotrebe i nepravilnog odlaganja.

Većina tih čestica nastaje od plutajućeg otpada koji je stalno izložen UV zračenju i raspada se u sitnije fragmente. 51 bilijun takvih čestica pluta u oceanu gdje ih unose u svoj organizam sve vrste morskog života. To je izazvalo zabrinutost među znanstvenicima, posebno radi zdravstvenih rizika od kemikalija koje su u sastavu plastike. Na primjer, (engl. *bisphenol A*, BPA) čini plastične boce prozirnim, ali pokazalo se da i ometa naš hormonski sustav. Navedeni spoj u našem organizmu oponaša određeni hormon, primjerice estrogen, a povećana izloženost tim hormonima ima za posljedicu razne bolesti, kao što su dijabetes i rak. DEHP (engl. *Di(2-ethylhexyl)phthalate*) čini plastik u fleksibilnijom, međutim može izazvati rak.



Slika 1 – Sitne čestice u flaširanoj vodi

Mikroplastika putuje hranidbenim lancem. Zooplanktoni konzumiraju mikroplastiku, a potom male ribe, kamenice, rakovi i ribe grabljivice konzumiraju taj zooplankton. Naposljedku svi navedeni morski organizmi završavaju na našem tanjuru. Mikroplastika je također pronađena i u drugim proizvodima koje konzumiramo te su dio našeg kućanstva. Pronalazimo je u medu, morskoj soli, pivu, vodi iz slavine i kućnoj prašini oko nas. Dokazano je kako u prosjeku 8 od 10 beba te gotovo većina odraslih ljudi posjeduju mjerljive količine flatata, uobičajenog plastičnog aditiva, u svojim tijelima, a gotovo 93 % ljudske populacije posjeduje BPA u urinu. Cjelokupne zdravstvene implikacije konzumiranja mikroplastike još nisu u potpunosti poznate. Osim toga, mikroplastika može sadržavati bakterije i druge patogene, što izaziva dodatnu zabrinutost. Područje od posebnog interesa za istraživanje je prijašnje spomenuta flaširana voda, gdje su u svakom spremniku pronađeni deseci

tisuća plastičnih fragmenata koji se mogu identificirati. Upotrebom novih usavršenih tehnologija, znanstvenici su otkrili područje nanoplastike, još manjeg potomka mikroplastike. Upravo su u flaširanoj vodi navedene čestice prvi put kvantificirane i identificirane, otkrivši da u prosjeku litra flaširane vode sadrži oko 240.000 plastičnih fragmenata – što je značajno povećanje u usporedbi s prethodnim procjenama, koje su prvenstveno bile usmjerene na veće veličine.



Slika 2 – Flaširana voda

Pod pojmom nanoplastika smatramo iznimno male plastične čestice, obično veličine od 1 do 1000 nm. One potječu od razgradnje većih plastičnih predmeta ili mogu biti namjerno proizvedeni za razne svrhe. U kontekstu flaširane vode, nanoplastika je postala sve veći problem. Istraživanja su pokazala kako plastične boce, odnosno čepovi i ambalaža, mogu ispuštati nanoplastiku u vodu, posebno kada su izloženi određenim uvjetima okoline kao što su toplina ili sunčeva svjetlost. Osim toga, proces proizvodnje plastičnih boca može unijeti nanoplastične čestice u vodu. Kada čovjek konzumira flaširanu vodu koja sadrži nanoplastiku, postoji mogućnost da te čestice uđu u njegov organizam. Dok zdravstveni učinci gutanja nanoplastike još nisu u potpunosti razjašnjeni te se još istražuju, postoji zabrinutost da bi se te čestice mogle nakupljati u tkivima i organima, što bi dovelo do potencijalno štetnih učinaka na ljudsko zdravlje.



Nanoplastika i mikroplastika su male plastične čestice, ali se prvenstveno razlikuju po veličini i podrijetlu. Nanoplastika se definira kao plastične čestice veličine od 1 do 1000 nm, dok mikroplastika obuhvaća čestice u rasponu od 1 µm do 5 mm. Postoji nekoliko načina na koje se nanoplastika može stvoriti, uključujući razgradnju većih plastičnih predmeta i namjernu proizvodnju na nanoskali. S druge strane, mikroplastika uglavnom nastaje razgradnjom većih plastičnih predmeta. Važno je napomenuti da nanoplastika ima tendenciju lakšeg prodiranja u tkiva u usporedbi s mikroplastikom, što čini njezino otkrivanje težim. Obje vrste predstavljaju ozbiljne rizike za ekosustave i ljudsko zdravlje. Stoga je važno naglasiti hitnost rješavanja problema onečišćenja plastikom na svim razinama.

Iako je flaširana voda i dalje popularan izbor za mnoge pojedince, široko rasprostranjena prisutnost mikroplastike i nanoplastike naglašava hitnu potrebu za intenziviranim naporima u rješavanju problema plastičnog onečišćenja te promicanju održivih alternativa potrošnji vode. To zahtijeva ne samo veće regulatorne mjere i odgovornost industrije, već i društveni pomak prema prihvaćanju ekološki osviještenih praksi i podržavanju inicijativa kojima je očuvanje okoliša prioritet. Zajedničkim nastojanjem prema smanjenju plastičnog otpada i prihvaćanjem održivih rješenja za vodu, možemo zaštititi naše ekosustave i osigurati dostupnost čiste vode za buduće generacije.

Literatura

1. <https://lavie.bio/en/water-bottle-plastic-danger/> (19.2.2024.)
2. Naixin Qian, Xin Gao, Xiaoqi Lang, Huiping Deng, Teodora Maria Bratu, Qixuan Chen, Phoebe Stapleton, Beizhan Yan, Wei Min. Rapid single-particle chemical imaging of nanoplastics by SRS microscopy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121 (2024) e2300582121.
3. Albert Vega-Herrera, Maria Garcia-Torné, Xavier Borrell-Díaz, Esteban Abad, Marta Llorca, Cristina M. Villanueva, Marinella Farré, Exposure to micro(nano)plastics polymers in water stored in single-use plastic bottles, *Chemosphere*, Volume 343 (2023) 140106.

FKIT je apsolutni HIT – Dan otvorenih vrata

Sara Čubek (FKIT)

„Gdje možemo raditi nakon završetka studiranja na FKIT-u? Kako izgleda jedan dan na vašem fakultetu? Kako izgleda rad u laboratorijima? Koji smjer odabrati?“

S ciljem pružanja odgovora na postavljena pitanja i pružanja uvida budućim studentima o radu u laboratorijima, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije održao je Dan otvorenih vrata 9. veljače 2024. Na tom događaju studenti su imali priliku vidjeti kako izgleda rad u laboratorijima te bolje upoznati aktivnosti fakulteta.

Pod vodstvom profesora i asistenata održane su 22 interaktivne radionice, koje su se održavale 8-17 sati na Trgu Marka Marulića 19 i 20. Održane su radionice: *Biodizel, Što se dogodi kad se gorivo „prehladi“?, Biomaterijali i tkivno inženjerstvo, Silikati, oksidi ili dragulji mali, sve su to (nano)materijali, Nanotehnologija u plamenu, Što se krije u našoj vodi?, Analiziraj čokoladu!, Mikroorganizmi i okoliš, Hoćeš-nećeš pokus kreće, Slatke tajne enzima, 3D-ispis u kemijskom inženjerstvu, Matematičko modeliranje, Kroz oči tajnog agenta, Svijet baterija, Izradi sam svoju bateriju, Vodik na dlanu, Vidljiva nevidljiva fizika, Fenomenalan filter za vodu, Kako prijeći granicu?, Show your true co-*

lors!, Kemija i kemijsko inženjerstvo: pametno rješenje s FKIT-a i Boje inženjerstva.

Za organizaciju radionica zaslužni su: Zavod za tehnologiju nafte i petrokemiju, Zavod za fizikalnu kemiju, Zavod za anorgansku kemijsku tehnologiju i nemetale, Zavod za analitičku kemiju, Zavod za industrijsku ekologiju, Zavod za organsku kemiju, Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu, Zavod za termodinamiku, strojarstvo i energetiku, Zavod za matematiku, Zavod za mjerenja i automatsko vođenje procesa, Zavod za elektrokemiju, Zavod za fiziku, Zavod za mehaničko i toplinsko procesno inženjerstvo, Zavod za opću i anorgansku kemiju te je pod vodstvom Studentske sekcije Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa organizirana radionica *Boje inženjerstva*. Pod vodstvom prof. dr. sc. Danijele Ašperger, koja je istovremeno članica Povjerenstva za promicanje i vidljivost studijskih programa fakulteta, održana je radionica nazvana "Analiziraj čokoladu!". Navedena radionica oduševila je veliki broj učenika srednjih i osnovnih škola.

Iako je Dan otvorenih vrata zabilježio veliku posjećenost, uspješnost projekta mjeri se u zadovoljstvu učenika, odnosno budućih studenata. Cilj je bio približiti svijet kemijskog inženjera učenicima, a iz razgovora s njima vidljivo je da je taj cilj uspješno ostvaren.



Mateja Novak (FKIT)

Radionice su bile namijenjene svim školarcima, a posebno maturantima kako bi im se približilo STEM područje i u njima pobudila želja za studiranjem na našem fakultetu. *Boje inženjerstva* imale su radionicu u periodu 10-18 sati, a provodile su se na Zavodu za analitičku kemiju. Izvodili su se pokusi: *Hidrofobnost praha cimeta, Kemijski rez, Kemijski snijeg, Nnewtonow fluid, Silikatni vrt, Prirodni pH indikatori te Čarobno mlijeko.*

Radionicu su vodili Jelena Škrtić, Adrijana Karniš, Marko Bochniček, Alen Celija, Anđela Nosić, Dora Lovrenčić, Kristina Novković, Andrej Balić, Vilim Marijan Boroša te Mateja Novak. Najveći broj posjetitelja došao je iz Kemijske škole Vladimir Prelog, a učenici su se zabavili uz pokuse te pokazali značajan interes za područje STEM-a





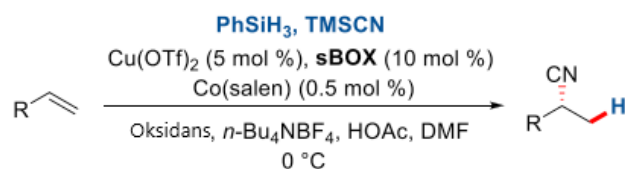
ZNANSTVENIK

Enantioselektivna elektrosinteza

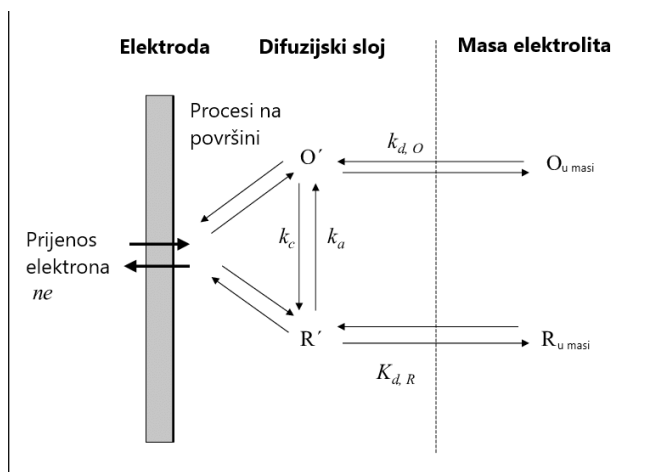
Kristian Koštan (FKIT)

Promatrajući prirodu, primjećuje se kako organizmi razlikuju neke spojeve prema njihovim konfiguracijama, a ključno je koji enantiomer ulazi u organizam. Primjer toga je formiranje proteina u ljudskom tijelu, gdje se preferiraju aminokiseline većinski S apsolutne konfiguracije. Ljudsko tijelo, kao organizam osjetljiv na konfiguraciju spojeva, postavlja važan zahtjev u istraživanju i razvoju lijekova, a to je potreba za pažljivim proučavanjem mogućih enantiomera vodećih molekula.

Stvoreno usko grlo u procesu istraživanja i razvoja lijekova samo je nadodalo na interes sintetičkih kemičara za enantioselektivnom sintezom. Danas se znanstvenici mogu pohvaliti raznovrsnim strategijama za dobivanje željenog enantiomera spoja. Dok se saznanja o konvencionalnoj enantioselektivnoj sintezi neprestano proširuju, organska elektrosinteza ponovno pridobiva pažnju znanstvene zajednice i industrije. Korištena kao alternativa kompleksnim konvencionalnim sintezama, organska elektrosinteza sve više postaje alat zelene kemije. Problem elektrosinteze očituje se u enantioselektivnosti. Prokiralni spojevi često rezultiraju racemičnim ili enantiomerski nečistim smjesama kao proizvodima. Proteklih pet godina pažnja je bila posvećena navedenom



Slika 1 – Enantioselektivna hidrocijanacija alkena potpomognuta katalizatorima i strujom¹



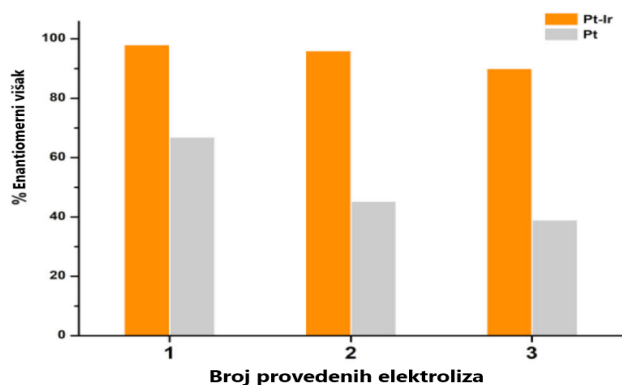
Slika 2 – Generalni prikaz procesa na elektrodi⁵

problemu te se razvila vrlo obećavajuća tehnologija. Korištenjem elektroda s kiralnim utomom uz isprekidanu, pulsnu, struju mnogi znanstvenici uspješno su sintetizirali kiralne molekule s preko 90 % enantiomernog viška.²

Osim uspjeha enantioselektivne sinteze, pažnju je također potrebno

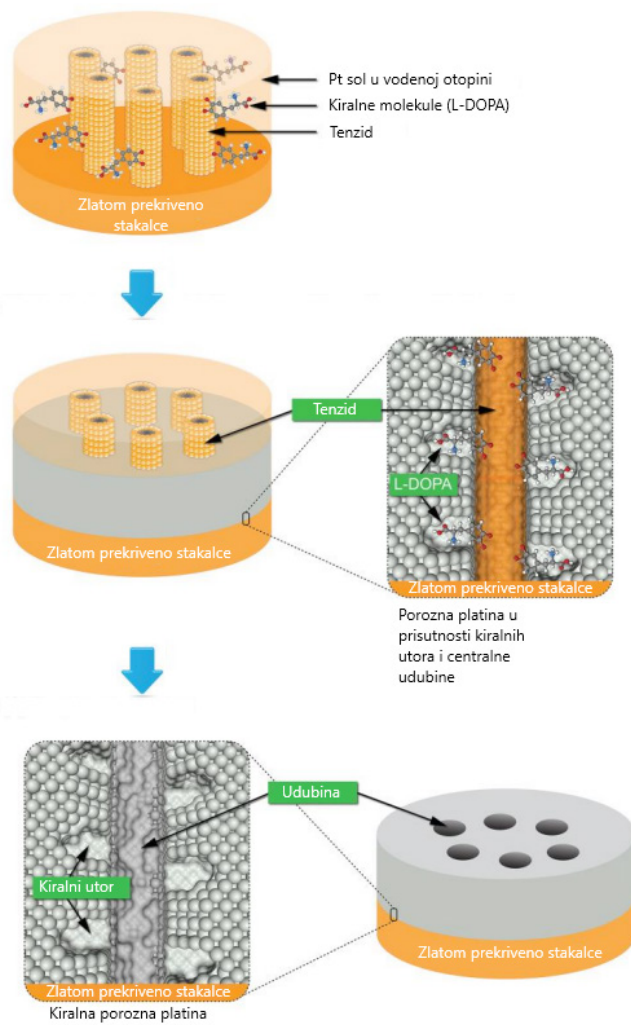


pridodati inovativnoj tehnologiji priprave elektroda s kiralnim utorom. Nanošenjem viskozne otopine neionskog tenzida, kiralnog produkta i soli ili kiseline željenog metala na zlatom prekrivenu površinu stakalca stvara se elektroda koja ide u daljnju obradu. Elektrodepozicija metala na zlatnu površinu i ispiranje posljednji su koraci priprave elektrode. Na stakalcu se dobiva sloj metala s centralnom udubinom okomitom na površinu sloja. Centralna udubina sadrži manje udubine nastale prisutnošću kiralnog produkta.³ Problem koji se javlja pri primjeni elektrosinteze s navedenim elektrodama je opadanje enantioselektivnosti. Ponavljanjem elektrolize, kiralni se utori na elektrodi deformiraju i gube funkciju te se u produktu počinje očitavati manji enantiomerni višak. Ključ stabilnosti elektrode pronađen je u dodavanju drugog elementa početnoj otopini, a primjer je dodavanje iridija u pripremi platinske elektrode s kiralnim utorom.



Slika 3 – Komparativni graf enantiomernog viška produkta na platinskim i platina-iridij elektrodama

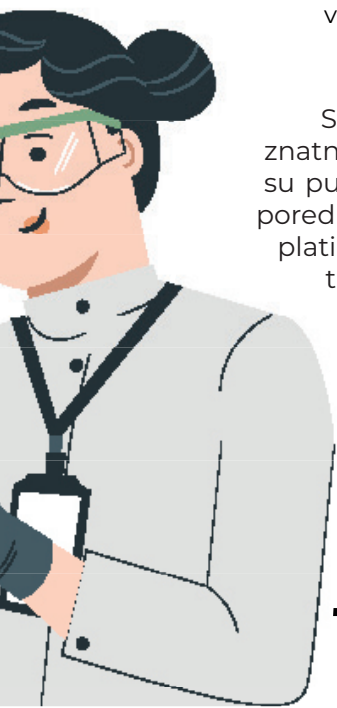
Stvaranje slitine platine i iridija znatno je ojačalo kiralne utore koji su puno manje gubili funkciju u usporedbi s onima na elektrodi od čiste platine. Izdržljivost takve elektrode triput je veća od čiste platinske. Uz sve navedeno, enantiomerni višak još je veći na elektrodi od slitine nego na monometalnoj, što se može zaključiti iz grafičkog prikaza na slici 3. Naravno, prije mehaničkog valjalo je riješiti

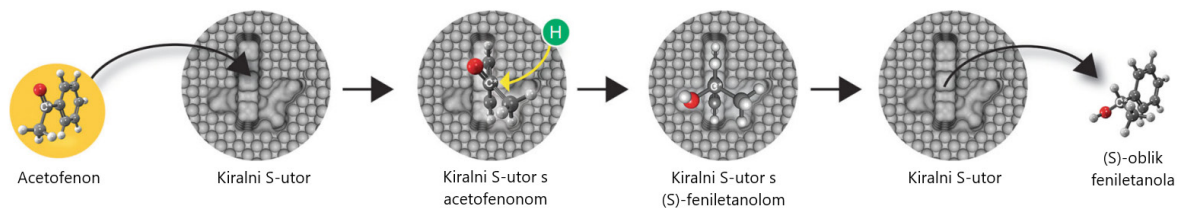


Slika 4 – Koraci pripreme elektrode s kiralnim utorom

onaj fundamentalni, mehanistički, problem. Kontinuiranom elektrolizom enantiomerni višak nije se previše mijenjao iako se elektroliza odvijala na elektrodama s kiralnim utorom. Trag koji vodi rješenju nalazi se u samom temelju elektrokemijske kinetike. Povećan udio difuzijskog prijenosa tvari kao posljedica prisutnosti kiralnih utora znatno je utjecao na produkt.

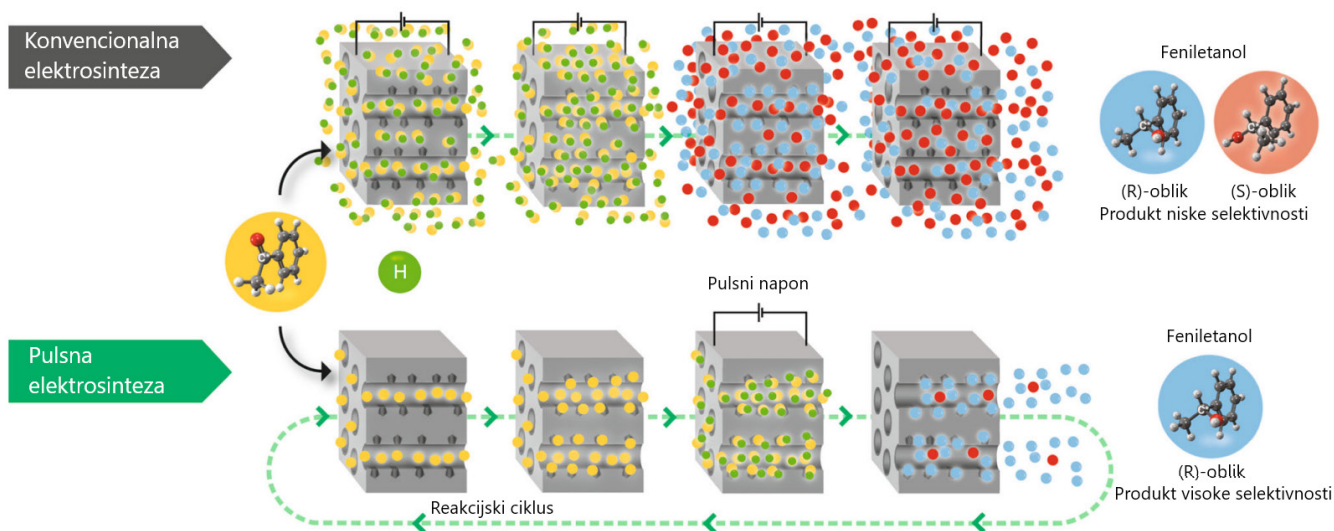
Isprekidanom strujom produktu se dozvoljava da difundira iz kiralnih utora prema masi elektrolita. Takav način rada dozvoljava izlazak produkta i ulazak prokiralnog reagensa u utore te se smanjuje udio onih prokiralnih molekula koje reagiraju na površini elektrode, a ne u utorima.^{2,6}





Slika 5 – Koraci reakcije u kiralnom utoru

Sudeći prema rezultatima enantiomernog viška, ovaj proces predstavlja zelen i brz način pripreve kiralnih spojeva. Istraživanja robusnijih elektrodnih materijala, povećanja iskorištenja i difuzijskih procesa svakako moraju biti provedena kako bi se tehnologija mogla smatrati primjenjivom u industriji.



Slika 6 – Usporedba procesa bez isprekidane i s isprekidanom strujom

Literatura

1. Zhu, C., Ang, N. W. J., Meyer, T. H., Qiu, Y., Ackermann, L., Organic Electrochemistry: Molecular Syntheses with Potential, ACS Central Science, 7 (2021) 415-431.
2. Wattanakit, C., Yutthalekha, T., Assavapanumat, S. et al., Pulsed electroconversion for highly selective enantiomer synthesis, Nat. Commun., 8 (2017) 2087.
3. Wattanakit, C., Chiral metals as electrodes, Current Opinion in Electrochemistry, 8 (2018) 54-60.
4. Butcha, S., Assavapanumat, S., Ittisanronnachai, S. et al., Nanoengineered chiral Pt-Ir alloys for high-performance enantioselective electrocatalysis, Nat. Commun., 12 (2021) 1314.
5. Kylberg, W., Photo-electrochemical surface modification and analysis of dye sensitised solar cells, doktorski rad, Sveučilište u Badelu, Fakultet znanosti, 2008

Vitrimer – polimer budućnosti

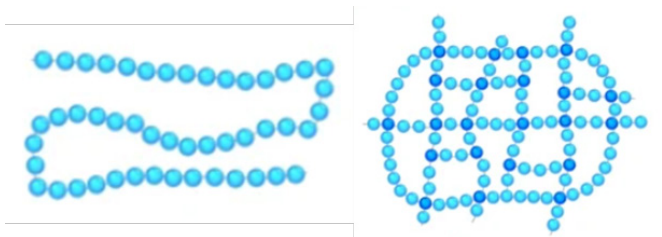
Lucija Vlahović (FKIT)

Polimerni materijali su prisutni svuda oko nas, od igračaka do industrije, vozila, kućanskih aparata i odjeće. Gotovo sve što koristimo uključuje ove materijale. Međutim, nemogućnost recikliranja nekih polimernih materijala, uzrok su velike količine otpada koji onečišćuje ekosustav zbog dugotrajnosti polimernih materijala od kojih neki u okolišu mogu nepromijenjeni provesti stotine godina. Postoji li alternativa polimerima koji se ne mogu reciklirati?



Vitrimeri

Sintetski polimeri se prema toplinskim svojstvima dijele na plastomere i duromere, a karakterizirani su sposobnošću stvaranja polimerne mreže te se razlikuju po taljivosti i topljivosti. Plastomeri se mogu otapati i višestruko taliti bez promjene sastava i strukture. S druge strane, duromeri zbog umreženja polimernih lanaca nisu topljivi. Umjesto topljenja, u otapalu bubri ovisno o afinitetu polimera prema otapalu, a pri visokim temperaturama može doći do degradacije duromera.

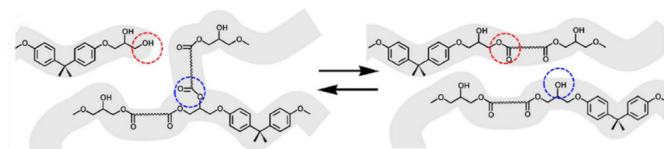


Slika 1 – Shematski prikaz plastomera (desno) i duromera (lijevo)

Budući da posjeduju izvrsna mehanička svojstva te su otporni na razne kemikalije, duromeri su često korišteni polimerni materijali. Međutim, nedostatak primjene polimernih duromera proizlazi iz nemogućnosti njihove izmjene, recikliranja i ponovne prerade uslijed trajnog, ireverzibil-

nog umreženja polimernih lanaca. Jedini je način uporabe duromera njihovo mljevenje i korištenje u obliku punila u novim materijalima. Moguću alternativu primjeni duromera predstavljaju vitrimeri, polimerni materijali kod kojih dolazi do dinamičkog umreženja polimernih lanaca. Kemijske reakcije koje dovode do umreženja su reverzibilne i izmjenjive, što rezultira kidanjem kemijske veze na jednom mjestu i formiranjem nove na drugom mjestu, uz zadržavanje gustoće polimerne mreže i broja kemijskih veza između polimernih lanaca. Do takvog preslagivanja dolazi jer jedan polimerni lanac posjeduje reaktivnu skupinu, a drugi polimerni lanac vezu podložnu preslagivanju. Navedena dva mjesta zajedno tvore intermedijer koji se razdvaja na novo mjesto umreženja i novu aktivnu skupinu.¹

Prvi vitrimer pripremljen je 2011. godine procesom transesterifikacije u kojemu se esterska skupina zamjenjuje hidroksilnom, a kao prekursori korišteni su diglicidil eter bisfenola A i smjesa masnih dikarboksilnih i trikarboksilnih kiselina uz cinkov acetat kao katalizator.² Od tada je razvijen niz katalitičkih i nekatalitičkih procesa kojima se pripremaju vitrimeri, a prvi nekatalitički proces pripreme vitrimera bila je transaminacija.



Slika 2 – Primjer transesterifikacije

Bitna svojstva

Vitrimeri su netopljivi materijali koji se relativno brzo oporavljaju od unutarnjih naprezanja, a pritom ne mijenjaju svoj oblik. Podložni su pužanju koje je nepoželjno za njihovu primjenu, a to se može riješiti dodavanjem trajno umreženih segmenata u njihovu strukturu. Vitrimeri su mehanički aktivni materijali koji imaju sposobnost prisjećanja početnog oblika, kojem doprinose umreženja. Također, imaju sposobnost samoobnove nakon trajnog mehaničkog oštećenja potaknutog prisutnošću reverzibilnih veza. Budući da se samoobnova događa stvaranjem novih veza na međupovršini gdje je došlo do oštećenja, samoobnova vitrimernog materijala je neograničena. Nadalje, vitrimeri su materijali koji se mogu reci-

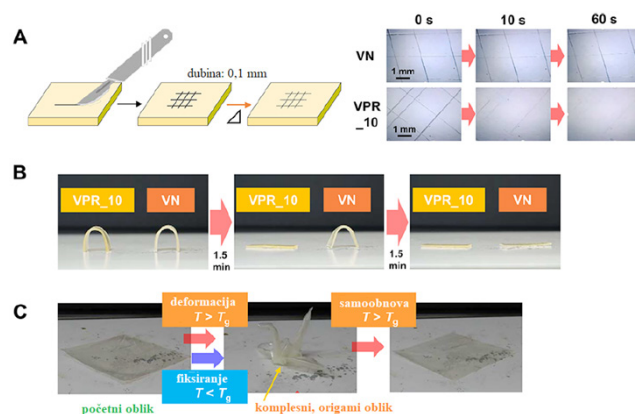
klirati mljevenjem u fini prah i ukalupljivanjem te hidrolizom i alkoholizom pri visokim temperaturama. Ova ih svojstva čine idealnim polimernim materijalima jer omogućuju mehaničku otpornost i produljen vijek trajanja materijala, a mogućnost recikliranja smanjuje opterećenje na ekosustav.¹

Usavršavanje vitrimernih materijala

Upravo zbog svojih svojstava poput samoobnovljivosti i mogućnosti recikliranja, vitrimeri imaju potencijal zamijeniti standardne polimerne materijale. Zbog toga se radi na usavršavanju njihovih svojstava. Primjerice, japanski su znanstvenici, želeći poboljšati svojstva vitrimerne epoksi smole (VN), procesom transesterifikacije originalnom materijalu kao punilo dodali polirotakan-graft-poliester (engl. *polyester-grafted polyrotaxane*, PR. Kako bi se ispitala samoobnovljivost dobivenog kompozita (VPN_10) na površini su napravljeni urezi duboki 0,1 mm, a materijal je zatim zagrijan na 150 °C. Pokazalo se kako do samoobnove dolazi unutar 20 sekundi, što je 15 puta brže od osnovne vitrimerne epoksi smole. Nadalje, dodatak PR-a doprinijelo je mogućnosti oblikovanja vitrimera pri nižim temperaturama. Kompleksan origami oblik postignut je i s osnovnom vitrimernom smolom (VN) i s pripremljenim kompozitom (VPN_10). Međutim, za VPN_10 taj se oblik mogao postići i zadržati pri nižim temperaturama, a veća čvrstoća materijala i brža samoobnovljivost omogućila je povratak u originalni oblik bez oštećenja.

Ispitana je mogućnost kemijske razgradnje i biorazgradnje u morskoj vodi. VPN_10 kompozit kemijski se pri istim uvjetima razgrađuje 11 puta brže od originalnog VN-a. Također, morska voda, koja nema utjecaj na VN, unutar 30 dana razgradi 25% VPN_10 kompozita uslijed stvaranja bakterijskog filma na površini koji započinje razgradnju PR-a. Produkti te razgradnje su ciklodekstrin, polikaprolakton i polietilen-glikol koji su razgradivi u morskom okolišu i služe kao izvor hrane.

Dobiveni rezultati pokazuju kako je kompozit vitrimerne epoksi smole i politiroksan-graft-poliestera idealan za primjenu u kružnom gospodarstvu zbog dugotrajnosti, mogućnosti recikliranja te biorazgradljivosti u morskom okolišu.³



Slika 3 – Ispitivanje (A) samoobnovljivosti, (B) prisjećanja originalnog oblika te (C) sposobnosti da povrti početni oblik nakon kompleksnih promjena oblika



Slika 4 – Shematski prikaz samoobnove vitrimera nakon mehaničkog oštećenja

Literatura

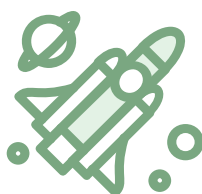
1. Zheng, J., Mao Png, Z., Hoe Ng, S., Tham, G. X., Ye, E., Goh, S. S., Jun Loh, X., Li, Z., Vitrimers: Current research trends and their emerging applications, *Mater. Today*, 51(2021) 586-625.
2. Montarnal, D., Capelot, M., Tournilhac, F., Leibler L., Silica-Like Malleable Materials from Permanent Organic Networks, *Science*, 334(2011) 965-8.
3. Ando, S., Hirano, M., Watakabe, L., Yokoyama, H., Ito, K., Environmentally Friendly Sustainable Thermoset Vitriimer-Containing Polyrotaxane, *ACS Materials Lett.* 5(2023) 3156-3160.

Pneumatski pištolj za cijepljenje

Mirna Maros (FKIT)

Tijekom COVID-19 pandemije, američki istraživač Gassensmith iz dosade je razradio projekt, točnije novu metodu isporuke cjepiva i bioloških lijekova. Novom bi se metodom igle, koje ljudi ionako ne vole, trebale zamijeniti mlazovima zraka.¹

Ova tehnologija koristi mlaz ugljikovog dioksida (CO_2) koji prolazi kroz kožu. Taj plin nosi prah sastavljen od sitnih komadića cjepiva umotanih u metalno-organski okvir (engl. *Metal-Organic framework*, MOF). Zahvaljujući jakom kristalnom okviru, prašak cjepiva ne zahtijeva skladištenje u hladnjaku. Nakon ulaska u tijelo, CO_2 miješa se s vodom stvarajući slabu kiselinu koja otapa kristalni okvir, oslobađajući komadiće cjepiva za ulazak u krvotok.² Konverzija cjepiva u prah predstavlja značajnu prednost jer osigurava stabilnost tvari bez potrebe za hlađenjem. Brzina otpuštanja lijeka ovisi o vrsti plina koji se koristi.¹ Primjena ugljikova dioksida rezultira najbržim oslobađanjem lijeka, dok se pri uporabi običnog zraka otpuštanje odvija sporije. Neka cjepiva bolje djeluju kada se oslobađaju sporije, jer su tako duže u kontaktu s imunološkim sustavom. S druge strane, neki lijekovi zahtijevaju brzo otpuštanje, poput inzulina, stoga se ovaj uređaj planira koristiti i za druge vrste terapija.²

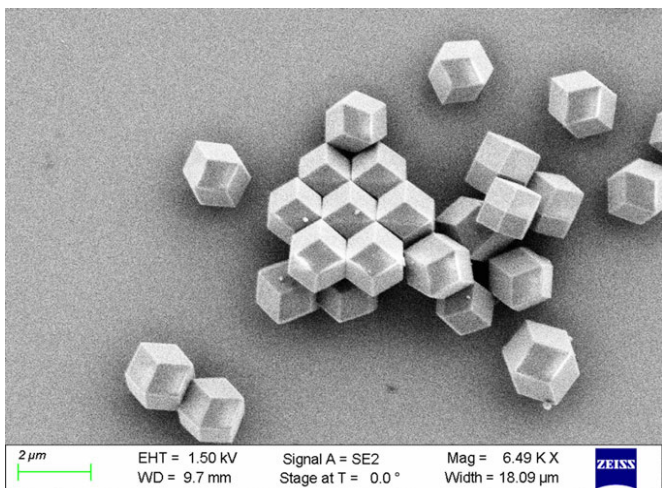


Slika 2 – MOF-jet uređaj

MOF-Jet uređaj predstavlja ključnu komponentu razvoja ovog inovativnog pristupa cijepljenju. Istovremeno, testira se i za isporuku kemoterapijskih sredstava u liječenju melanoma jer može ravnomjerno raspršiti lijekove na široko područje. Znanstvenici se nadaju se da će ova tehnologija omogućiti učinkovitiju distribuciju lijekova u melanomu, u usporedbi s iglom kao standardnom metodom isporuke.³

MOF-Jet mogao bi pronaći primjenu u veterini i poljoprivredi. Koncept uključuje umetanje gena u biljke, što ne izaziva promjene u njihovoj genetskoj liniji ili sjemenu- stvarajući privremene upute za biljke, poput odgode plodova pred nadolazećim mrazom.

60-ih godina prošlog stoljeća, američki liječnici eksperimentirali su s isporukom cjepiva pomoću tekućih mlaznica bez igle, no naišli su na problem prskanja tekućine po pacijentovoj koži. Osim toga, postojala je opasnost od kontaminacije uređaja za cijepljenje ako je pacijent već bio bolestan, što bi moglo rezultirati širenjem bolesti.¹ Cjepiva u prahu mogla bi riješiti taj problem, međutim postoji rizik kako bi cjepiva na bazi plina mogla ostavljati ožiljke na koži pa se takve metode još istražuju.²



Slika 1 – Mikroskopska slika metalnih kristala

Većina ljudi osjeća strah od igle, što ih može spriječiti da se cijepe.

Stoga bi ova inovacija mogla pružiti rješenje za tu prepreku i olakšati primjenu cjepiva kao i drugih terapija, kako kod ljudi tako i kod biljaka i životinja.

Literatura

1. R. Trager , Air jet gun delivers needle-free vaccines in MOFs without any need for refrigeration, Chemistry world, 2023.
2. K. Grace Carpenter, A puff of air could deliver vaccines needle-free, ScienceNewsExplores, 2023.
3. N. Zilony et al. Bombarding cancer: Biolistic delivery of therapeutics using porous Si carriers. Scientific Reports, 2013.

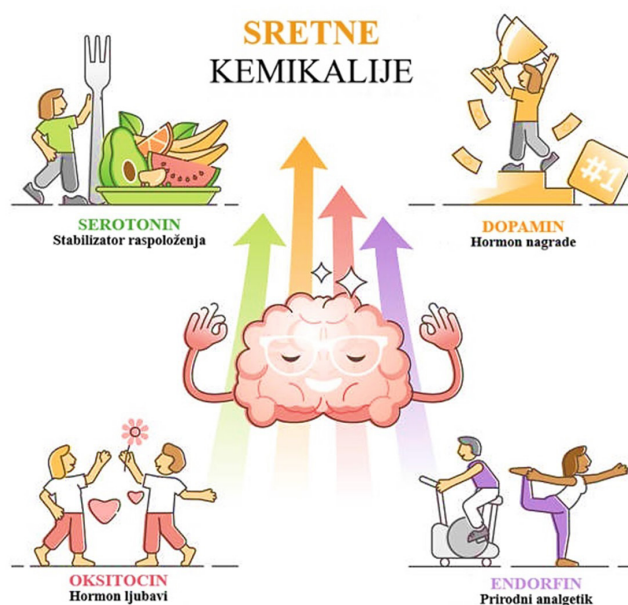


Slatka ovisnost

Marko Bochniček (FKIT)

Šećer, namirnica koju svaka osoba ima u svom kućanstvu. Vrlo je sladak, a koristi se u skoro svakoj prigodi. Šećer u mnogim situacijama može biti koristan, ali isto tako može biti opasan za zdravlje. Mnogo osoba nije upoznato da šećer može potaknuti ovisnost, a mnogi pak u to ni ne vjeruju. Kako šećer utječe na zdravlje i kako izaziva ovisnost?¹

Šećeri su skupina ugljikohidrata građeni od strukturnih jedinica glukoze ili fruktoze. Ugljikohidrati se dijele, s obzirom na broj tih jedinica u svojoj strukturi, na: monosaharide (1 jedinica), disaharide (2), oligosaharide (3-9) i polisaharide (≥ 10). Svaki šećer ima svoju funkciju u ljudskom tijelu, ali glavna je doprinos energije. Osim energije, omogućuju metabolizam masti, održavanje tjelesne temperature, izgradnju mišića i kože, transport monocita i ponekad služe kao zaliha energije u kriznim situacijama.^{1,2} Preporučena dnevna doza šećera za osobu s prehranom od 2000 kcal je 37,5 g za muškarce i 25 g za žene. Posljednjih godina je primijećeno kako je prosječna dnevna konzumacija znatno viša od preporučene doze, iznoseći u prosjeku 77 g. Daleko viša nego preporučena doza. Glukoza kao glavni sastojak šećera u hrani nije problem, ali takozvani dodani šećeri, kao što su saharoza i fruktoza, predstavljaju problem. Glavni izvor energije u tijelu je glukoza, ali fruktoza i saharoza dovode do neravnoteže hormona koji ih reguliraju. Time dolazi do poremećaja u tijelu, ovisnosti o šećeru i razvoja bolesti kao što je dijabetes tipa 2.²

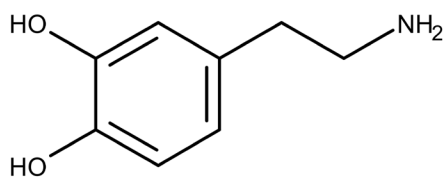


Slika 1 – Glavni hormoni sreće⁴

Što definira ovisnost? Ne postoji točna definicija ovisnosti, ali karakteriziraju je određeni simptomi. U slučaju šećera navode se prejedanje, žudnja za hranom, simptomi odvikavanja i senzibilizacija. Osoba koja postaje ovisna o šećeru zna pokazivati kompulzivan i nekontroliran način ponašanja, što dovodi do razvoja navedenih simptoma.³ U ljudskom tijelu postoje hormoni koji se nazivaju „sretnim“ kemikalijama. Nazivaju se tako jer pridonose sretnom i dobrom raspoloženju osobe. Kada se govori o ovisnosti, najbitniji je dopamin

ili „hormon nagrade“ ispušta se prilikom ispunjavanja želja ili potreba osobe. Dopamin je vrlo efikasan, međutim, ako se konstantno oslobađa u tijelo dovodi do ovisnosti. Na koji način dopamin izaziva ovisnost?³

Prilikom konzumacije veće količine šećera, dolazi do povećanja D1 i smanjenja D2 dopaminskih receptora. Njihova je uloga regulacija određenih kognitivnih funkcija. Konstantnim unošenjem velike količine šećera dolazi do potpune promjene u receptorima, što za posljedicu ima osjećaj nagrade. Kada osoba prestane unositi istu količinu šećera, dolazi do psiholoških promjena. Kaže se da je osoba ovisna o „nagradi“.^{1,3,5} Osim promjene dopaminskih receptora, javlja se i promjena na receptorima opioida i acetilkolina. Funkcija opioida regulacija je osjećaja i smanjenje boli, a njegovom neravnotežom dolazi do nekontroliranih osjećaja ljutnje i straha te povećane potrebe za nagradom. Acetilklonin je neurotransmiter koji regulira prijenos dopamina, serotonina i drugih hormona u mozgu. Njegovom neravnotežom dolazi do razvoja motivacije i potražnje za nagradom u smislu ovisnosti za drogom te promjenama na neuronima. Tako osobe koje smanjuju šećernu ovisnost imaju potrebu za zamjenskom ovisnošću, a to su najčešće kokain i amfetamin koji imaju sličan utjecaj na mozak.^{3,5}



Slika 2 – Struktura dopamina⁶

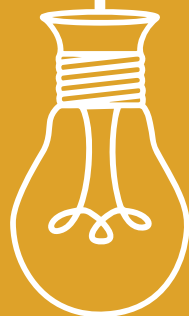
Kod svake ovisnosti, prvo dolazi do psiholoških promjena. Glavni su depresija i anksioznost zbog smanjenog oslobađanja dopamina. Dolazi do razvoja straha i mogućih pojava PTSP simptoma prilikom odvikavanja od šećera. Kako su dodani šećeri fruktoza i saharoza, glukoza teško dolazi do neurona i može dovesti do njihove degradacije, a posljedica toga su Alzheimerova i Parkinsonova bolest.^{1,5} Nakon dulje ovisnosti, dolazi i do fizičkih promjena. Glavni problem je razvoj pretilosti i ubrzano starenje. Pretilost za sobom može povući i

druge probleme kao što su hipertenzija, dislipidemija i kardiovaskularne bolesti. Najveći problem je što šećer može dovesti do razvoja dijabetesa.⁵ Konzumacijom dodanih šećera dolazi do razgradnje puno glukoznih i fruktoznih jedinica. Gušterača u svrhu regulacije šećera i njegove razgradnje, oslobađa hormon inzulin da potakne glikogenezu u jetri. Konstantna konzumacija tih šećera dovest će do konstantno povećane razine glukoze u krvi i time inzulina. Nakon određenog vremena, tijelo postaje imuno na visoku razinu inzulina i zbog toga ne reagira na visoku razinu šećera. Navedeno se još naziva inzulinska rezistencija. Dolazi do razvoja dijabetesa tipa 2 koji može dovesti do komplikacija sa živčanim i krvožilnim sustavom.⁵

Dakle, vidljivo je da se zadnjih godina konzumira znatno veća količina šećera. Iako glukoza ne izaziva ovisnost i zdravstvene probleme, dodani šećeri kao fruktoza i saharoza mogu poremetiti homeostazu osobe. Kao i svaku drugu tvar, šećer je potrebno konzumirati u preporučenim dozama kako ne bi došlo do zdravstvenih problema, što ne znači da je potrebno izbaciti šećer iz prehrane, već ga samo ograničiti jer je glukoza bitna za rad organizma.

Literatura

1. K. Witek, K. Wydra, M. Filip, A High-Sugar Diet Consumption, Metabolism and Health Impacts with a Focus on the Development of Substance Use Disorder: A Narrative Review, *Nutrients* 14 (2022) 2940.
2. V. Misra, A. K. Shrivastavam S. P. Shukla, M. I. Ansari, Effect of sugar intake towards human health, *Saudi J. Med.* 1 (2016) 29-36.
3. N. M. Avena, P. Rada, B. G. Hoebel, Evidence for sugar addiction: Behavioral and neurochemical effects of intermittent, excessive sugar intake, *Neurosci. Biobehav. Rev.* 32 (2008) 20-39.
4. <https://www.istockphoto.com/vector/happy-chemicals-as-good-and-positive-mood-hormonal-causes-outline-diagram-gm1305241980-396184597> (12.2.2024.)
5. A. Jacques, N. Chaaya, K. Beecher, S. A. Ali, A. Belmer, S. Bartlett, The impact of sugar consumption on stress driven, emotional and addictive behaviours, *Neurosci. Biobehav. Rev.* 103 (2019) 178-199.
6. <https://psychedelicreview.com/compound/dopamine/> (pristup 12.2.2024.)



BOJE INŽENJERSTVA

Na kavi sa znanstvenicima – dr. sc. Robert Vianello

Laura Glavinić (FKIT)

Dr. sc. Robert Vianello zaposlen je kao voditelj Laboratorija za računalni dizajn i sintezu funkcionalnih materijala na Institutu Ruđer Bošković. Stručnjak je u upotrebi i primjeni tehnika računalnog modeliranja na različite probleme u području organskih, anorganskih, organometalnih i bioloških sustava, pri čemu posebnu pažnju posvećuje biološkim sustavima u mozgu, odgovornim za nastanak i razvoj neurodegenerativnih bolesti. Njegov istraživački rad temelji se na otkrivanju načina na koji elektronska i geometrijska struktura molekula određuju njihova kemijska i biokemijska svojstva, a u svrhu dizajniranja novih i unaprjeđenja postojećih farmaceutika, funkcionalnih materijala i katalitičkih sustava. Dobitnik je mnogobrojnih međunarodnih i domaćih nagrada i priznanja, mentor velikog broja doktorskih, poslijedoktorskih i diplomskih radova te koautor više od 140 znanstvenih radova citiranih preko 3.400 puta. Tijekom karijere vodio je niz domaćih i inozemnih istraživačkih projekata te razvojnih projekata u suradnji s gospodarstvom. U svojem zavidnom životopisu može navesti i održana brojna pozvana znanstvena i popularizacijska predavanja, kao i činjenicu da je član uredništva nekoliko znanstvenih časopisa, uključujući časopise *Kemija u industriji* i *Croatica Chemica Acta*.



Slika 1 – Dr. sc. Robert Vianello



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

Puno hvala i Vama na interesu za posao koji radim te lijepoj prilici da se predstavim čitateljima Vašeg časopisa.

Rođen sam u Rijeci, gdje sam sam završio osnovnoškolsko i gimnazijsko obrazovanje. 1996. godine upisujem studij kemije na PMF-u u Zagrebu te sam imao sreću dobiti radno mjesto asistenta na Institutu Ruđer Bošković vrlo brzo nakon stjecanja diplome 2000. godine. Od tada pa do danas, cijeli radni vijek proveo sam na IRB-u uz tromjesečni boravak na Institutu za organsku kemiju u Heidelbergu te dvogodišnje usavršavanje na Kemijskom institutu u Ljubljani, a kroz karijeru napredovao sam sve do prošlogodišnjeg izbora na radno mjesto znanstvenog savjetnika u trajnom izboru.

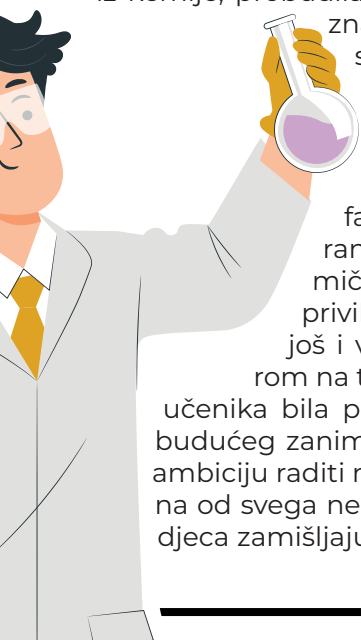
U kemiju se nije teško zaljubiti. No, kemiju nisam odabrao sam, već je nekako ona odabrala mene, kroz izuzetno predane i angažirane profesore koji su u meni prepoznali sklonost prema prirodoslovnoj grupi predmeta. U situaciji u kojoj je vidjeti neki kemijski pokus u redovnoj nastavi bila rijetkost, prilika da izvan nastave sam sprovedim različite pokuse kroz pripreme za natjecanja iz kemije, probudila je u meni oduševljenje tom znanosti. Uz sve te otopine koje su mijenjale boju, tvari koje je bilo moguće pomiješati i dobiti nešto novo, aparature koje je bilo moguće složiti, kemija me lako ostavljala fasciniranim. Stoga sam vrlo rano iskristalizirao želju biti kemičar, što je zapravo bila prava privilegija za mene, a vjerojatno još i više za moje roditelje, s obzirom na to da je većina mojih prijatelja učenika bila prilično neodlučna oko izbora budućeg zanimanja. U to vrijeme imao sam ambiciju raditi na lijekovima za rak, što je jedna od svega nekoliko tipičnih vizija kojom se djeca zamišljaju kao kemičari. Ipak, uz svu tu

fascinaciju eksperimentima, s vremenom sam postao – računalni kemičar. No, život uvijek piše neobične priče, ali ipak sam zadržao sklonost prema razvoju lijekova, što je već neko vrijeme jedan od osnovnih pravaca kojim se bavim. Između ostalog, i za rak.

Intenzivno se bavite istraživanjima usmjerenima prema razumijevanju neurodegenerativnih bolesti i mogućnosti njihove prevencije. Što Vas je potaklo da svoj znanstveni rad usmjerite prema neurodegenerativnim bolestima? Koje postignuće u tom području biste najviše istaknuli?

Ljudsko tijelo nenadmašna je pozornica na kojoj kemija svake sekunde odigra milijune kompliciranih i iznimno usklađenih predstava. O svakom dijelu našeg tijela ispisane su bezbrojne knjige, no, za mene je daleko najfascinantniji – mozak. Uz niz izuzetno važnih funkcija koje obavlja sam, mozak upravlja i radom svih drugih dijelova tijela, radi čega je sigurno naš najvažniji organ. Ipak, unatoč toj važnosti, o mozgu se relativno malo zna, a njegov rad povezan je s nizom misterija i nedokučenih aspekata. Primjerice, još uvijek je potpuno nepoznato kako mozak pamti, odnosno na koji način pohranjujemo ogromne količine podataka, informacija i sjećanja u mozgu te kako im pristupamo i obrađujemo, a nadasve razmišljamo. Zar to nije fascinantno!

U isto vrijeme, rad mozga počiva na nizu vrlo koordiniranih kemijskih procesa, gdje svaki pa i najmanji disbalans dovodi do razvoja neurodegenerativnih bolesti – grupe od nekoliko stotina različitih poremećaja, koji su uglavnom neizlječivi i predstavljaju veliko opterećenje za medicinu i društvo. Iako neurodegeneracija danas zauzima "tek" treće mjesto na listi uzročnika smrtnosti, odmah iza kardiovaskularnih bolesti i karcinoma, uz sve bolje metode rane dijagnoze i terapijske mogućnosti u potonje dvije grupe oboljenja, predviđa se da će neurodegeneracija vrlo uskoro preuzeti taj neslavni primat. Dodatan problem predstavlja i činjenica da se o patologiji tih bolesti vrlo malo zna, da do mozga nije lako doći, medicinskim instrumentima, a posebice lijekovima, dok sve postojeće terapije tretiraju isključivo simptome bolesti i ne nude izlječenje. Primjerice, u posljednjih 20-ak godina, tek je jedan novi lijek odobren za





Slika 2 – Dr. sc. Robert Vianello

najčešći neurodegenerativni poremećaj, Alzheimerovu bolest, i to tek prošle godine. Sve ovo svakako pruža dovoljno motivacije za baviti se ovim poslom.

S obzirom na to da se radi o vrlo kompleksnom organu, svaki uvid u razumijevanje bilo kojeg njegovog aspekta predstavlja veliki pomak i značajan doprinos. Tako smo se prije 15-ak godina započeli baviti enzimom monoaminskom oksidazom (MAO), čija je uloga razgradnja neurotransmitera u mozgu – malih organskih amina (dopamin, serotonin, adrenalin i ostali) kojima mozak upravlja radom drugih organa. S obzirom na to da su mnoge neurološke tegobe karakterizirane s povećanom aktivnošću tog enzima te, dodatno, propadanjem neurona, odnosno smanjenom količinom tamo proizvedenih neurotransmitera, upravo je taj enzim već duže vrijeme primarna farmakološka meta u liječenju Parkinsonove bolesti i različitih oblika depresije. No, svi njegovi postojeći inhibitori prilično su neučinkoviti, a razvoj efikasnijih lijekova donedavno je bio ograničen nepoznavanjem preciznog mehanizma kojim MAO razgrađuje svoje supstrate kao i mehanizma njegove inhibicije kliničkim lijekovima. I upravo smo mi rasvijetlili oba mehanizma katalize i inaktivacije MAO enzima, što smatram našim najvažnijim postignućem,

a čija važnost će se vidjeti kroz godine. Vjerujem da je za razvoj djelotvornijih MAO inhibitora i kvalitetnijih terapijskih opcija važno poznavati točno kako enzim radi da bi ga se u tome moglo efikasnije spriječiti. Kao i s, primjerice, automobilom – morate znati kako radi da biste ga mogli popraviti.

Računalna kemija danas je nezamjenjiv alat bez kojeg su mnoga istraživanja teško zamisliva. Možete li nam dati primjer gdje Vas je upravo primjena računalne kemije dovela do važnog otkrića ili napretka u Vašem istraživanju?

U pravu ste. Računalna kemija postala je neizostavan partner eksperimentima u svim granama prirodnih znanosti, posebice znanostima o životu, s obzirom na to da je ovim metodama moguće dobiti uvid u elektronsku i geometrijsku strukturu molekula, kojeg je često teško ili čak nemoguće dobiti sofisticiranim eksperimentalnim uređajima. U isto vrijeme, dok su eksperimentalna istraživanja često ograničena postavom i infrastrukturom laboratorija u kojima se provode, savladavanje većeg broja računalnih metoda omogućuje ulaženje u različite problematike. U tom smislu, kroz karijeru sam se bavio nizom organskih, anorganskih, organometalnih i bioloških sustava te njihovim svojstvima, a sve s ciljem razvoja novih funkcionalnih materijala, aktivnih tvari te katalitičkih sustava. Ipak, vjerujem da sam najznačajnija postignuća ostvario u području neurodegeneracije, gdje smo, primjerice, nedavno utvrdili mogući uzrok povećanog razvoja neuroloških komplikacija kod osoba zaraženih COVID-19 virusom. Naime, ovakva povezanost dvaju stanja nešto je o čemu se intenzivno špekulira u literaturi, a zauzima sve veće statističke razmjere, dok se o njezinom pravom molekularnom uzroku praktički ništa ne zna i teško je određivo eksperimentalnim tehnikama. U našem nedavnom radu prvi smo utvrdili da proteini šiljka (engl. *spike proteins*) iz dviju COVID-19 varijanti virusa imaju afinitete prema MAO enzimima vrlo usporedive onima za ACE2 (engl. *angiotensin-converting enzyme 2*) receptore, koje virus koristi za ulazak u stanicu. To otvara mogućnost da nakon virusne infekcije dođe do formiranja kompleksa MAO enzima i proteina šiljka. Pokazali smo da ovo izgledno udruživanje dovodi do promijenjenih MAO afiniteta za neurotransmitere, što disbalansira njihovu aktivnost, odnosno dovodi do mogućeg začetka ne-

urodegeneracije. Slijedom toga, naši zaključci o promijenjenim koncentracijama neurotransmitera i njihovih metabolita u skladu su s literaturnim podacima o analizi krvi i seruma osoba inficiranih virusom te vjerujem da se radi o važnom otkriću. U tom smislu, nastavljamo s ovim istraživanjima na većem broju COVID-19 mutanata s ciljem davanja odgovora na pitanje koliko se efikasnost postojećih terapija za neurodegeneraciju mijenja uslijed SARS-CoV-2 infekcije.

Kada ste se počeli zanimati za računalnu kemiju i što Vas je navelo da se specijalizirate upravo za to područje znanosti?

Zapravo bi pravo pitanje bilo: zašto se više ljudi ne odluči baviti time? Informatička tehnologija nam je bliska i primamljiva. Vjerojatno većina nas ima osobno računalo, igraću konzolu, pametan sat ili mobitel, koji danas već posjeduju dovoljnu procesorsku snagu za sprovođenje ozbiljnih znanstvenih istraživanja. Ideja da se na nečemu što često koristim može nešto izračunati i modelirati u kemiji te samim time predvidjeti nove spojeve sa željenim svojstvima čak i prije nego što stvarno postoje, bila je neodoljiv magnet koji me potaknuo da se tim metodama počnem baviti, a kasnije pre tvorim i u profesionalnu karijeru.

Tehnologija se brzo i vrlo intenzivno razvija. Kako ostajete u tijeku s novim alatima i mogućnostima koje pruža, a koja su relevantna za Vaš rad i računalnu kemiju općenito?

Istina, informatička tehnologija razvija se brže od svih prije nje. Stoga će, s vremenom, računalno modeliranje dobivati sve više na važnosti, jer čak i ako se ne dogodi neki značajan iskorak u razvoju samih metodologija modeliranja, izgledno će računala na kojima radimo postajati sve efikasnija, procesori sve snažniji, memorije i diskovi sve veći. To u našem poslu znači da će biti moguće modelirati sve veće i veće sustave, a do sve točnijih i preciznijih rezultata dolaziti u sve kraćem vremenu. No, istovremeno, razvoj računalnih tehnika također je izuzetno snažan da je to ponekad doista teško pratiti. Stoga sam osobito zahvalan da u Hrvatskoj imamo nezamjenjivog partnera u Sveučilišnom računskom centru Sveučilišta u Zagrebu (SRCE), čiji stručnjaci već 20-ak godina brinu o dostupnosti modernih superračunala za znanstvenu

zajednicu, redovito osvježavajući svoje kapacitete te prilagođavajući ih potrebama korisnika. Znanost je timski posao pa je za sve druge aspekte važno izgraditi vlastitu mrežu poznanstva i biti u kontaktu s ljudima diljem svijeta, uživo ili putem elektroničke komunikacije, što je danas izuzetno olakšano razvojem interneta, elektroničke pošte ili društvenih mreža.

Kako predvidate evoluciju tehnika računalnog modeliranja i njihov utjecaj na proučavanje kemijskih i biokemijskih sustava u nadolazećim godinama? Smatrate li da će primjena umjetne inteligencije postati integralan dio provedbe znanstvenih istraživanja?

Zapravo je to postalo nemoguće predvidjeti. Već i na primjeru vlastite karijere od svega 20-ak godina, svjedočim izuzetnom napretku tehnika računalnog modeliranja, veličina sustava koji se mogu tretirati te omjera kvalitete dobivenih rezultata i utrošenog vremena. Tijekom izrade diplomskog rada i doktorata, bavio sam se računalnim predviđanjem jakih organskih kiselina i baza, što su bili sustavi veličine 50–100 atoma. U to vrijeme, proučavanje interakcija malih molekula s velikim biološkim sustavima, što je osnova razvoja lijekova, bilo je praktički nemoguće ili barem vrlo ograničeno. Svega 10-ak godina nakon toga, bez ikakvih poteškoća i uz razumnu točnost, započeli smo sa simulacijama bioloških sustava s preko milijun atoma do te mjere da svaka, imalo ozbiljna farmaceutska kompanija u svijetu, u svojem sektoru istraživanja i razvoja ima tim stručnjaka za računalno modeliranje.

Što nas očekuje u budućnosti? Svjesni smo da razvoj računala već 50 godina kontinuirano prati Mooreov zakon po kojem ti strojevi svake dvije godine postaju dvostruko brži i efikasniji. Tome treba pridodati i snažan razvoj kvantnih računala, koji će s vremenom zamijeniti klasična računala i podići njihovu efikasnost do neslučenih razmjera. Zadržimo, napredak umjetne inteligencije možda je i najimpresivniji, za poneke čak i prebrz. No, umjetne inteligencije se ne treba bojati, jer je u načelu vrlo neinteligentna, sve dok joj ne pokažemo kako da se "opameti". Što će umjetna inteligencija postati u budućnosti, ovisit će o nama samima, jer ona niti ne može biti nešto što mi sami ne možemo zamisliti ili što nam nije dostupno. Hoće li to, sve skupa, jednog dana postati integralni dio istraživanja, kao i svih aspekata našeg života – sa-

svim sigurno. Hoće li to povećati točnost, opseg i mogućnosti računalnih simulacija te omogućiti nova otkrića – vrlo vjerojatno. Hoće li to, povremeno, i zamijeniti neke eksperimente – bez daljnjega. No, s umjetnom inteligencijom ne treba se zanostiti niti imati prevelika očekivanja, a niti razbijati glavu s time. Ponekad sam dojma da je najbolje samo sjesti i uživati u vožnji.



Slika 3 – Dr. sc. Robert Vianello

Mentori za studente i doktorande vrlo često imaju ključnu ulogu u usmjeravanju i oblikovanju njihovog akademskog puta. Kao mentor nekoliko diplomskih i doktorskih radova, koji je Vaš pogled na važnost kvalitetnog mentorstva u akademskoj zajednici te na mentorstvo općenito?

Iako se smatra da je osnovna kvaliteta mentora njegovo iskustvo i znanje u području istraživanja, mislim da je dobar mentor puno više toga. Danas to mogu reći jer sam već odigrao obje uloge, i učenika i mentora. Svaki mentor ima priliku kreirati trajni utjecaj na karijeru i život mlađeg suradnika. Osnovni preduvjet tog kvalitetnog odnosa dobra je iskrena komunikacija te da obje strane shvate da su dio istog tima koji igra za zajedničke ciljeve, kao i da prepoznaju da si obostrano pružaju mogućnost za rast i učenje. Mentor ne smije ostavljati dojam da je pametniji od svih i da je stručnjak u svemu, jer to sigurno nije tako. To je i u redu, jer studenti to niti ne očekuju. Često se zanemaruje koliko zapravo mentor može naučiti od studenta i uz studenta, jer studenti uvode novu i svježiju

perspektivu u poznate teme te donose novi uvid koji proširuje poglede na ono čime se tim bavi. Osim toga, mentor mora biti posvećen pomoći studentu da ostvari svoje potencijale i pronađe najbolju verziju sebe. Uz to, mentor treba biti entuzijastičan oko posla kojeg radi te biti podjednako spreman prihvatiti i dobre i loše rezultate koje student producira. Nije rijetko da studenti imaju strah priopćiti mentoru da su nešto pogriješili ili dobili neočekivano loše rezultate. To je šteta, jer se baš na pogreškama i neuspjelim pokušajima najbolje uči i nadograđuje znanje. Upravo su to situacije u kojima je uloga mentora najvažnija, a gdje trebaju prevladati njegovo strpljenje, aktivno slušanje, povratne informacije i, ključno, poticanje studenta da sam pronađe prave odgovore. To je uvijek puno bolje nego da mentor odmah sam riješi sve probleme čim se oni pojave. Kada se sve odvija kako treba i kako je zamišljeno, onda to i nije prava znanost. Mentor mora moći pohvaliti studenta za njegove vlastite inicijative i dobro napravljen posao, no u isto vrijeme znati jasno uputiti kritiku na konstruktivan način, objašnjavajući zašto nekim postupcima trebaju poboljšanja, a ne samo uperujući prstom u pogreške. Na kraju, mislim da dobar mentor ne daje samo dobre savjete, nego i istinski brine o uspjehu svojih studenata i spreman je stati sa strane kada dođe vrijeme da ga oni ostvare.

Prema Vašem mišljenju, koliko je važna popularizacija znanosti među djecom i mladima? Mislite li da Hrvatska treba više raditi na tome?

Popularizacija znanosti izuzetno je važna, posebice među djecom te učenicima osnovnih i srednjih škola. Moramo priznati da kemija nije posebno lagan predmet, što zbog svoje kompleksnosti, što zbog načina i fonda sati kojima se uči u školama. Moje iskustvo je da u toj fazi, većina učenika gurne kemiju po strani, prije nego li ju objeručke prihvatiti. No, bilo kakvo njihovo vlastito iskustvo s nekim eksperimentom, kojeg su vidjeli ili sami napravili, uravnotežuje taj omjer i to je ono što nam je potrebno. Pitanje je i što želimo? Ako želimo povećati interes djece za prirodnim znanostima, onda ćemo to u novije vrijeme teško postići tako da ih potičemo da uče iz udžbenika. Tada je gradivo dosadno, zamorno i nezanimljivo. To je prava šteta, jer su upravo prirodne znanosti najljepše i najmoćnije u svojem vizualnom doživljaju kojeg treba promovirati. Pitanje je i trebaju li nam kemičari u Hrvatskoj? Mislim da svakako trebaju, jer smo

u području kemijske industrije tradicionalno jaki, a smatram da možemo biti i konkurentni. U skladu s time, s popularizacijom znanosti se nikako ne može pretjerati i uvijek ima prostora za napredak i poboljšanja. No, treba biti i oprezan, jer živimo u vrijeme lajkova i klikova pa niti popularizacija pod svaku cijenu nije produktivna. Kao i svaki posao, popularizaciju treba ostaviti struci, a danas postoje znanstvenici koji su tome predani, imaju višegodišnja iskustva i znaju što rade. Taj posao nije lagan jer je jaz između vrhunskih znanstvenih dostignuća i razumijevanja javnosti još uvijek teško premostiv. Dio odgovornosti je i na samim znanstvenicima koji teško pronalaze vrijeme, način i rječnik kojima bi svoja dostignuća približili laicima. To je, isto tako, šteta, jer uspjesi hrvatskih znanstvenika čine pozamašan popis, usporediv s trofejima hrvatskih sportaša. Zastanimo na sekundu i zapitajmo se: koliko nas zna da je prošle godine osmogodišnjak iz Zagreba postao svjetski prvak u mentalnoj aritmetici? Svjetski prvak! Nakon toga, svi ćemo se lako složiti koji su jedini mogući odgovori na ova Vaša pitanja.

Što biste istaknuli kao Vaš ključan doprinos znanosti i znanstvenoj literaturi?

To je teško i nezahvalno sam reći. Ono što svakako obilježuje moje karijeru je bavljenje s jako puno stvari na različitim sustavima, za razliku od tipičnije situacije u kojoj su znanstvenici posvećeni užem broju tema. No, smatram to ispravnim jer mi ta širina u iskustvu daje dobar alat za razumjeti znanstvene probleme u nekom specifičnom području. Znanje koje čovjek stekne u ponašanju i svojstvima organskih spojeva sasvim je drugačije od onoga kod anorganskih ili organometalnih derivata, koje je opet različito od onoga kod velikih bioloških sustava. Tako sam se kroz karijeru bavio predviđanjem novih funkcionalnih materijala (jakih organskih kiselina i baza, organskih senzora, efikasnih katalizatora), razumijevanjem preciznih mehanizama kemijskih i biokemijskih reakcija, strukturom i svojstvima supramolekulskih sustava, razvojem novih lijekova protiv tumora, oksidativnog stresa, malarije i, posebice, neuroloških oboljenja, a u novije vrijeme s dva vrlo aktualna aspekta: utjecajem deuteracije, odnosno izotopne zamjene, na aktivnost i stabilnost lijekova te efektom COVID-19 infekcije na razvoj neurodegeneracije, u kojima očekujem značajne rezultate. Vjerujem da sam u svakom od tih područja ostvario vrijedne doprinose, jer su naši radovi solidno citi-

rani i dobro prihvaćeni u zajednici. A koji doprinosi su možda malo značajniji od drugih, pokazat će – vrijeme.

Koje su Vam strasti i hobiji izvan posla?

Velika strast i pokretačka snaga mi je glazba. Glazba mi je jako važna i prisutna u životu te podjednako uživam u svim žanrovima. Kao ponosni Riječanin, nekako sam možda najbliži pop/rock sceni, iako nemam neku posebnu preferenciju i rado poslušam sve od klapskog do zbornskog pjevanja, domaću ili stranu glazbu, električnu ili akustičnu. Ipak, u odabiru takvog tipa popularnih pjesama važna mi je kvaliteta tekstova, dok za uživanje u samoj glazbi uvijek biram klasičnu glazbu. Veliki sam ljubitelj klavira, kojeg apsolutno obožavam, osobito zbog njegovog nenadmašnog zvuka, melodije i harmonije te više od svega, emocije koju taj instrument može proizvesti. Stoga rado uživam u klavirskim izvedbama, bilo orkestralnim, a daleko najviše solističkim. I bez obzira kakav je dan, što se događa i kakvi su problemi, uvijek mogu sjesti za klavir, odsvirati nešto i odmah sam – negdje drugdje. Zato mi je glazba i strast i hobi. Pored toga, volim pogledati dobar film ili seriju, prošetati prirodom ili odigrati koju partiju košarke.

Kad biste se bavili nečim drugim, što bi to bilo?

Jako teško pitanje za nekoga tko je već toliko godina u znanosti i uživa u svakom trenutku tog posla. Možda nekada prije i jesam, ali trenutno mi se teško zamisliti raditi bilo što drugoga. Profesija znanstvenika uključuje nekoliko aspekata koji mi jako odgovaraju kao osobi, jer volim interakcije s drugim ljudima, rad u timu i zajedničke uspjehe, prezentacije i putovanja, profesionalnu slobodu, konstantno učenje te ulaske u nove problematike i izazove. Teško zamišljam neko drugo radno mjesto koje bi objedinilo toliko meni povoljnih aspekata, radi čega niti ne razmišljam o alternativama.





Slika 4 – Dr. sc. Robert Vianello

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

Svakako kino, jer je puno jednostavnije doći do karata. I udobnije su stolice. Hahaha! Ma, volim i jedno i drugo, ali puno više pogledam filmova ili serija. U isto vrijeme, ne mogu se pohvaliti nekim aktivnim čitanjem i rijetko se upuštam u to mimo neke stručne ili znanstveno-popularne literature. Stoga bih mogao reći da sam dosta dobar poznavatelj kinematografije, a prilično slab poznavatelj književnosti. Zbog toga mi je, što zbog širine ili uskosti poznavanja, podjednako teško izdvojiti najdraži film ili knjigu. Pratim trendove i najuspješnije filmove, ali vrlo rado pogledam i neki ne-hollywoodski film i neki seriju s ne-engleskog govornog područja. Jednostavniji zadatak bi mi bio navesti 10 najdražih filmova nekog žanra, nekog glumca ili nekog redatelja. No, i kod knjiga i kod filmova, na vrhu liste su mi uvijek trileri, horor ili psihološke drame s neobičnim završecima ili neočekivanim preokretima.

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

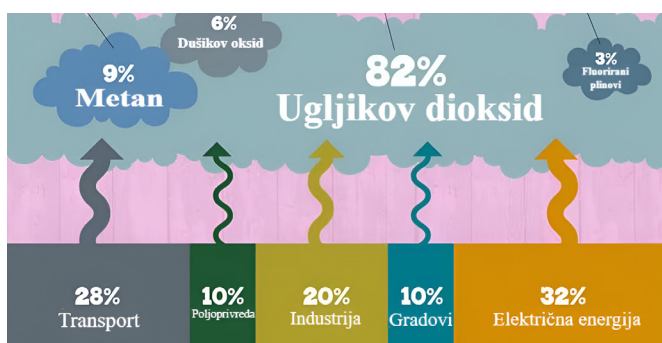
Kemija je predivna znanost. Nije uvijek jednostavna, ali baš zato je mistična i neistražena. Ne samo da nas okružuje, nego je i u nama, omogućuje nam život, definira nas. Svatko od nas ima svoj razlog zašto voli kemiju, motiv kojim želi proniknuti u njezine tajne, cilj bavljenja njome. Bez obzira na to, u svojem razvoju treba ustrajati na tome, jer se jedino u onome što volimo i u čemu uživamo može dati svoj maksimum i postići zadovoljstvo ostvarenim. Iako će mnogi reći da je vrijeme elementarne i stroge kemije prošlo, to nije tako. Kao što je rekao poznati američki popularizator znanosti Carl Sagan, "Negdje, nešto nevjerojatno čeka da bude poznato." Istina je da je kemija već ponudila niz grandioznih otkrića i svakodnevnih proizvoda bez kojih bi nam život bio nezamisliv, kao i da je to često išlo nauštrb kvalitete okoliša u kojem živimo ili drugih stvari koje bi morale biti prioritetnije. No, napredak znanosti nema alternativu, ali ima svoju cijenu, koja je nekada doista jako velika. Ipak, svi negativni aspekti kemije ne bi trebali pokolebati nikoga u želji da, jednoga dana, kemiju podigne na novu razinu. Ipak će, na kraju dana, upravo kemičari biti ti koji će znati odgovoriti na globalne izazove čistog zraka, pitke vode, zdrave hrane, efikasnih lijekova, naprednih materijala, ekoloških proizvoda i održive energije, radi čega kemija zaista jest i naš život i naša budućnost. Na kraju, kemija nam, u svojoj ljepoti i kreativnosti, omogućuje da se njome igramo, ostanemo djeca i nikada ne odrastemo. Još je davno Marie Curie ustvrdila da "Znanstvenik u svojem laboratoriju nije samo običan tehničar. On je također i dijete, koje se nalazi pred prirodnim fenomenima, koji ga impresioniraju kao da su bajke." I to je moja poruka čitateljima i budućim znanstvenicima, kemičarima i kemijskim inženjerima.



Hvatanje CO₂ fotoaktivnim materijalima

Vilim Boroša (FKIT)

Jedan od najvećih problema i izazova današnjice skriva se u efektu staklenika uzrokovanom sustavnim otpuštanjem stakleničkih plinova u atmosferu. Nastalo globalno zatopljenje obuhvaća cijeli svijet, a ekološke i socijalne posljedice koje sa sobom donosi imaju potencijal redefinirati samu naseljivost mnogih dijelova Zemlje. Kako bi spriječili eskalaciju globalnog zatopljenja, milijuni znanstvenika diljem svijeta mobilizirali su se u traženju tehnika sprječavanja daljnje emisije stakleničkih plinova te hvatanja viška ugljikova dioksida, CO₂, iz atmosfere.¹ Slika 1 prikazuje udjele stakleničkih plinova u atmosferi i njihove izvore.



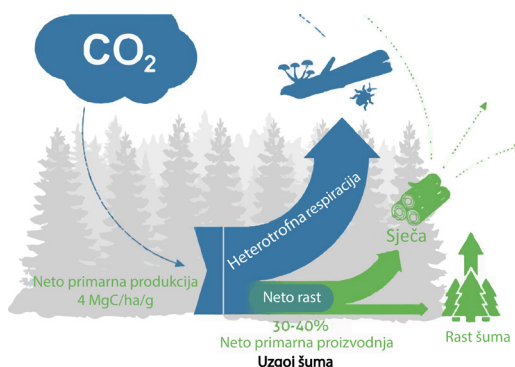
Slika 1 – Udjele stakleničkih plinova u atmosferi te udio izvora stakleničkih plinova²

U problematici stakleničkih plinova posebno se ističe ugljikov dioksid. CO₂ jedan je od najzastupljenijih stakleničkih plinova koji se u atmosferu ispušta kao nusprodukt mnogih procesa, od izgaranja fosilnih goriva u proizvodnji energije, sve do industrijske proizvodnje. Kada dospje u atmosferu, zbog inertnosti prema kisiku CO₂ je potrebno preko sto godina kako bi iz nje prirodno nestao. Zbog toga se aktivno radi na zamjeni procesa koji stvaraju CO₂ (kao na primjer izgaranje ugljena i nafte) s održivijim opcijama kao što su solarne farme, hidroelektrane i vjetroelektrane. Iako je tranzicija u ekonomiju minimalne emisije CO₂ davno započela, procesi sa smanjenom proizvodnjom ovog plina još nisu razrađeni na način da budu jednako jeftini ili jeftiniji od procesa koji stvaraju CO₂. Ovo je posebno važno za države u razvoju jer one nemaju kapital potreban da na-

prave preinake i prebace se na optimizirane održive procese proizvodnje koji ne emitiraju CO₂ u atmosferu. Zbog toga je u trenutnim geopolitičkim okolnostima vrlo teško svesti emisije CO₂ na apsolutnu nulu.³

S obzirom na okolnosti, nameće se pitanje: kako ukloniti CO₂ iz atmosfere? Procesi ekstrakcije CO₂ iz zraka su u pravilu skupi, a zbog njegove inertnosti konzumiraju velike količine energije i nisu uvijek pouzdani. Velik korak naprijed napravljen je razvojem hvatanja CO₂ iz atmosfere fotoaktivnim materijalima.

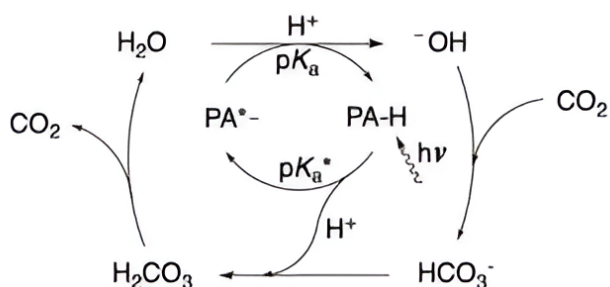
Što je toliko bitno u razvoju ove tehnologije? Moderne tehnike eliminacije CO₂ iz atmosfere uglavnom se baziraju na forestaciji ili skupim postrojenjima za njegovo hvatanje. Forestacija i drugi prirodni načini hvatanja i uklanjanja CO₂ zahtijevaju vrijeme i puno prostora, što je teško za osigurati. Procijenjeno je da bi za efektivno hvatanje viška CO₂ iz atmosfere bilo potrebno posaditi šume na prostoru veličine cijele Kanade.⁴ Još jedan od problema modernih tehnika hvatanja CO₂ je manjak ekonomske održivosti. Pošumljavanje na malim uzorcima zemlje je relativno jeftino, ali ako želimo stvarno pozitivno utjecati na sastav atmosfere potrebno je pošumiti mnogo veće površine i situacija se mijenja. Osim prirodnih tehnika hvatanja CO₂, postoje i strojna rješenja. Većina strojnih sustava hvatanja CO₂ su skupa i relativno neefikasna, bazirana na razlikama u temperaturama i tlakovima te zahtijevaju velike količine energije. Ekonomska održivost je glavni faktor zašto trenutni *state-of-the-art* sustavi nisu dovoljno dobri kako bi istinski transformirali naše mogućnosti u hvatanju CO₂. Potreba za hvatanjem ugljikovog dioksida sve je veća, a trenutna tehnologija nam ne omogućuje masovnu primjenu.⁴ Slika 2 interaktivno pokazuje kako se CO₂ uklanja iz atmosfere forestacijom.



Slika 2 – Proces uklanjanja CO₂ iz atmosfere forestacijom⁵

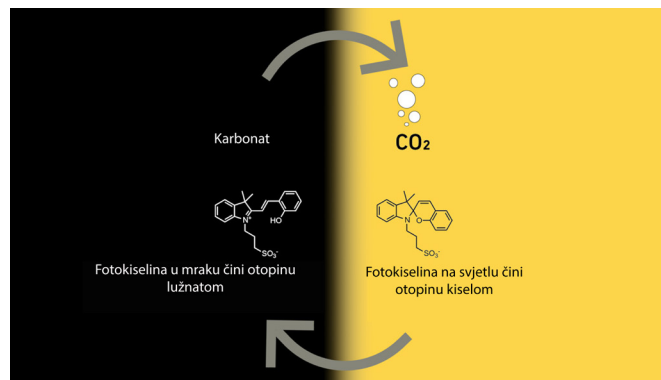
Kada se dizajniraju lako skalabilni sustavi koji su primjenjivi kroz duge periode s minimalnim troškovima provedbe, svojstvo koje uvelike pomaže je kružnost (cikličnost) procesa.⁶ Kod dobro dizajniranih kružnih procesa teško dostupni resursi kružno se kreću iz ciklusa u ciklus dok se lako dostupni troše, a cijeli sustav obavlja nekakav rad. Takav tok procesa omogućuje neusporedivo veći obavljeni rad s obzirom na potrošene resurse nego linearni procesi, zbog čega je cikličnost usko vezana uz koncept održivosti.⁷ Jedan takav cikličan proces je upravo hvatanje CO₂ fotoaktivnim materijalima.

Princip korištenja fotoaktivnih materijala za hvatanje CO₂ bazira se na primjeni fotokiselinskih otopina. Fotokiseline otpuštaju proton kada su osvijetljene tvoreći kiselinsku otopinu što nam omogućuje da osvijetljenjem kontroliramo pH otopine.⁸ U mračnom okruženju CO₂ ulazi u sustav i reagira s lužnatom otopinom tvoreći karbonate, a kada sustav zarobi maksimalnu količinu CO₂ iz zraka, on se osvijetli te tada otpušta zarobljeni CO₂ koji se skuplja u pripremljene spremnike i otopina je spremna za novi ciklus hvatanja CO₂. Kružnost i lakoća tranzicije iz lužnatog u kiselu omogućavaju potencijalno masovnu primjenu takvog sustava u hvatanju CO₂. Slika 3 shematski prikazuje hvatanje CO₂ korištenjem fotokiselina.



Slika 3 – Shema hvatanja CO₂ korištenjem fotokiselina

Znanstvenici na ETH Zürich (njem. *Eidgenössische Technische Hochschule Zürich*) trenutno usavršavaju opisan sustav podešavajući otopine tako da promjena pH u ciklusu svjetlo-tama bude što veća. Osim razlike pH radi se i na povećanju stabilnosti sustava u nadi da ćemo dostići sustav hvatanja CO₂ koji će biti ne samo energetski efikasan, nego će i zahtijevati minimalno održavanje, što bi osiguralo lakšu primjenu u projektima hvatanja CO₂ svjetske zajednice.⁹ Slika 4 prikazuje kružan proces hvatanja CO₂ fotoaktivnim materijalima.



Slika 4 – Kružni proces hvatanja i otpuštanja CO₂

Put od laboratorija do primjene često je dug i zamršen, ali jednostavnost i ekonomičnost hvatanja CO₂ fotoaktivnim materijalima gotovo će sigurno osigurati širu primjenu te tehnologije. Kako se globalno zatopljenje zaoštrava, a hitnost za tehnologijom uklanjanja CO₂ iz okoliša povećava, razvoj sustava koji koriste fotokiseline može samo galopirati naprijed.

Literatura

- <https://education.nationalgeographic.org/resource/global-warming/> (pristup 18. veljače 2024.)
- <https://www.jacksonwild.org/blog/were-not-kitten-about-carbon> (pristup 18.2.2024.)
- <https://climate.mit.edu/ask-mit/how-do-greenhouse-gases-trap-heat-atmosphere> (pristup 18.2.2024.)
- <https://www.economist.com/science-and-technology/2018/06/07/extracting-carbon-dioxide-from-the-air-is-possible-but-at-what-cost> (pristup 18.2.2024.)
- <https://nordicforestresearch.org/climatebenefit/> (pristup 18.2.2024.)
- <https://www.unep.org/circularity> (pristup 18.2.2024.)
- <https://www.nature.com/articles/s41557-019-0226-9> (pristup 18.2.2024.)
- A. de Vries, K. Goloviznina, M. Reiter, M. Salanne, M. R. Lukatskaya, Durable Light-Driven pH Switch for CO₂ Capture/Release Enabled by Tuning Solvation Environment of Photoacids, ChemRxiv 2023
- <https://ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2024/01/capturing-greenhouse-gases-with-the-help-of-light.html> (pristup 18.2.2024.)

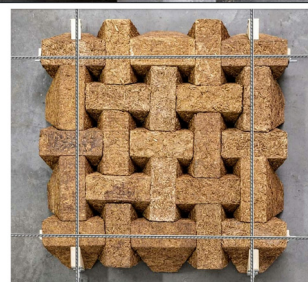
Održive alternative za beton

Ivana Holetić (FKIT)

Beton je jedan od najčešće korištenih građevinskih materijala. Nažalost, ima mnogo negativnih posljedica za okoliš i ljude. U današnje vrijeme pokušavamo pronaći alternative za beton koje su održive i obnovljive uz pomoć nusprodukata prirode ili drugih procesa.

Beton nastaje miješanjem vezivne mase (cimenta ili vapna) s finim ili krupnim agregatima (kamenjem, šljunkom ili pijeskom) i vode. Stvaranje cementa najviše je ugljično baziran dio procesa stvaranja betona. Vapnenac prolazi kroz proces kalciniranja koji oslobađa velike količine ugljikova dioksida, CO_2 , iz kemijske reakcije što čini 50 % ukupne emisije CO_2 cijele industrije betona te 7 % ukupnih svjetskih emisija. Za stvaranje cementa iz sirovina potrebne su velike količine energije za zagrijavanje i miješanje te mnogo vode za hlađenje sastojaka u glomaznim pećima. U tradicionalnim pećima jedna tona cementa proizvodi jednu tonu ugljikova dioksida. Tvornice cementa ispuštaju sumporov dioksid, SO_2 , i ugljikov monoksid, CO , koji mogu uzrokovati respiratorne probleme ili uzrokovati oštećenje središnjeg živčanog sustava. Beton je također poznat po tome što povećava toplinu tijekom vrućih dana (do 14 °C) stvarajući efekt toplinskog otoka.¹

Sveučilište istočnog Londona (engl. *University of East London, UEL*) razvilo je projekt pod nazivom *Sugarcrete™* kojem je cilj razviti građevinske materijale od bioprodukata koji nastaju tijekom proizvodnje šećera. Pri proizvodnji šećera nastaje vlaknasti nusprodukt pod nazivom bagas koji se obično spaljuje kao gorivo. Ipak, ako se vlakna bagasa oblikuju, isprepletu i podupru čeličnim konstrukcijama, može se stvoriti jaki građevinski blok. Tako nastali blokovi mnogo su lakši od betona i sličnih blokova nastalih iz konoplje, što pridonosi lakšem transportu. Izrazito su rezistentni na vatru te se mogu koristiti pri termalnoj izolaciji ili kao zamjena za cigle u niskogradnji kuća zbog svoje tlačne čvrstoće. Ugljični otisak im je negativan i lako se proizvode, zbog čega imaju potencijal promovirati kružnu ekonomiju u državama koje proizvode šećernu trsku.²



Slika 1 – Blokovi od produkata šećerne trske²

Tvrtka iz Ujedinjenog Kraljevstva, *PLP Labs*, eksperimentira s blokovima na bazi micelija gljiva. Blokovi su lagani, otporni na vatru i ponovno upotrebljivi. Nastaju tako da se u 3D-printani drveni kalup stavlja mješavina poljoprivrednog otpada (slama, piljevina i manji komadići drva) i micelija koji počinje rasti kroz supstrat stvarajući time gust i izdržljiv materijal koji se kasnije oblikuje. Micelij raste nekoliko tjedana i zatim se suši na visokim temperaturama kako bi se spriječio daljnji rast. Zasad se koristi za toplinsku i zvučnu izolaciju, pakiranje posuda za cvijeće i manje strukture, a testiranja u svrhu proširenja primjene ovog tipa blokova i dalje se provode.³ Na slici 2 prikazani su proizvodi od micelija.



Slika 2 – Proizvodi od micelija³

Svake godine 4 milijuna tona tekstila završi na odlagalištima. Kako bi pokušala pomoći rješavanju tog problema, francuska arhitektica Clarissa Merlet osmislila je proizvode naziva *FabBrick*. *FabBrick* su cigle koje se sastoje od tekstila u različitim bojama. Odjeća se prvo pretvara u sitna vlakna i onda se slaže u cigle s 80 % tekstila i 20 % ekološkog ljepila koje je nastalo od materijala na biljnoj bazi. Za svaku se ciglu iskoriste dvije do tri majice materijala. Mogu se koristiti kao dekoracija, za izradu namještaja ili kao izolacija prostora. Radi se na pronalasku rješenja koje bi omogućilo ciglama da podnose veću težinu kako bi se mogle koristiti u većim projektima, kao što je izgradnja kuća.⁴



Slika 3 – Cigle od tekstila⁴

Osim odjeće, veliki globalni problem predstavljaju i automobilske gume. Nisu samo ekstremno loše za okoliš, već su i povoljno mjesto za razmnožavanje komaraca. Nigerijska poduzetnica Ifedolapo Runsewe osnovala je tvrtku *Freee Recycle* gdje odbačene gume pretvaraju u multipraktične cigle. Proces kreće da tako se iz guma maknu željezni dijelovi koji su ugrađeni u njih nakon čega se one režu na manje komade i trgaju te se s magnetima miču ostaci metala. Nasjeckane gume dijele se na sitan prah i na malo veće komade, što se odvaja i sortira. Zadnji korak u procesu je miješanje ostatka gume s vezivom i punjenje kalupa. Ovim se načinom može obraditi do 150 guma po satu od kojih se mogu napraviti različite ploče. Ploče mogu naći svoju upotrebu u teretanama, dječjim igralištima, kućnim prilazima, kao podnice na mjestima koja su često izložena vodi ili vlazi kao što su brodovi i podrumi te na područjima gdje ima puno prometa.⁵ Slika 4 prikazuje blokove od gume.



Slika 4 – Blokovi od gume⁵

Građevinska industrija veliki je zagađivač zraka, vode i ukupnog okoliša u kojem obitavamo. Beton i proizvodnja cementa emitiraju znatan postotak ukupnog CO₂, stoga je važno pokušati pronaći alternative koje su obnovljive i koje dugo-oročno nisu štetne za okoliš.



Literatura

1. <https://www.fairplanet.org/story/concrete-climate-change-environmental-injustice/> (pristup 15.2.2024.)
2. <https://uel.ac.uk/sugarcrete> (pristup 15.2.2024.)
3. <https://plplabs.com/symbiocene/> (pristup 15.2.2024.)
4. <https://www.fab-brick.com/fabbrick-english> (pristup 15.2.2024.)
5. <https://freee-recycle.com/ng/> (pristup 15.2.2024.)

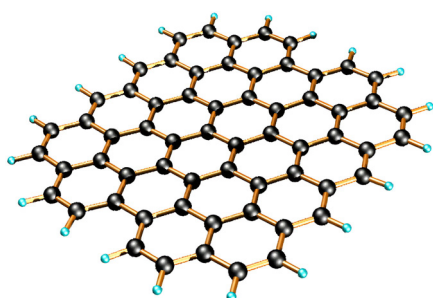
Poluvodiči od grafena

Adrijana Tičić (FKIT)

Poluvodiči su materijali koji se koriste u elektronici za proizvodnju različitih elektroničkih komponenti kao što su otpornici, diode, kondenzatori, tranzistori... Najčešće korišteni materijali u izradi poluvodiča su: silicij (Si) i germanij (Ge) te galijev arsenid (GaAs) i kadmijev selenid (CdSe), od kojih silicij ima najširu primjenu kao poluvodički materijal.¹

Silicij se dosad koristio kao primaran poluvodički materijal jer je jeftin i učinkovit, no ima i negativnih strana: lako je lomljiv te zahtijeva kristalnu formu čija je proizvodnja skupa, a životni vijek kratak.¹ Dodatno, poluvodiči na bazi silicija ne mogu zadovoljiti sve veće zahtjeve za performansama koje zahtijevaju najnovije generacije računala, tableta i pametnih telefona. Ubrzani razvoj elektronike zahtijeva pronalazak novih i boljih materijala.

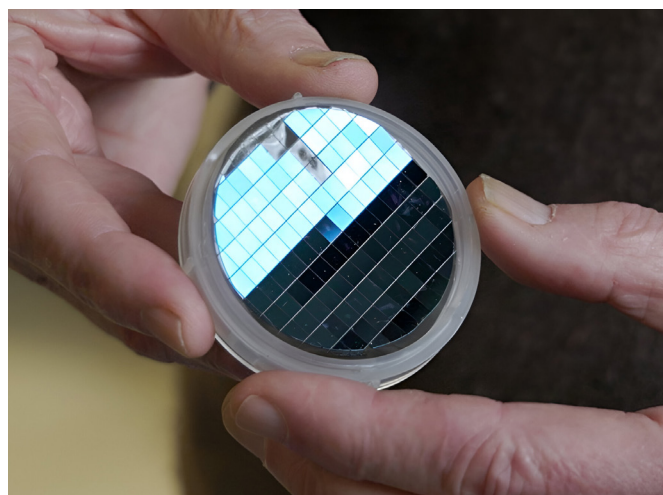
Kako bi pronašli bolju zamjenu za silicij, znanstvenici s Instituta *Georgia Tech* (SAD) stvorili su prvi funkcionalan poluvodič iz grafena, jednog sloja ugljikovih atoma koji se drže zajedno najjačim poznatim kovalentnim vezama. Nameće se pitanje: zašto bi baš grafen bio dobar materijal za poluvodič? Grafen u svom prirodnom obliku nije niti poluvodič, niti metal, već polumetal, a mjerenja su pokazala da ima do 10 puta veću mobilnost od silicija, što znači da se elektroni u grafenu kreću s vrlo malim otporom. Osim toga, grafen je izuzetno robusan materijal koji može podnijeti vrlo velike struje, a da se pri tome ne raspadne ili previše zagrije.² Na slici 1 prikazana je struktura grafena.



Slika 1 – Struktura grafena³

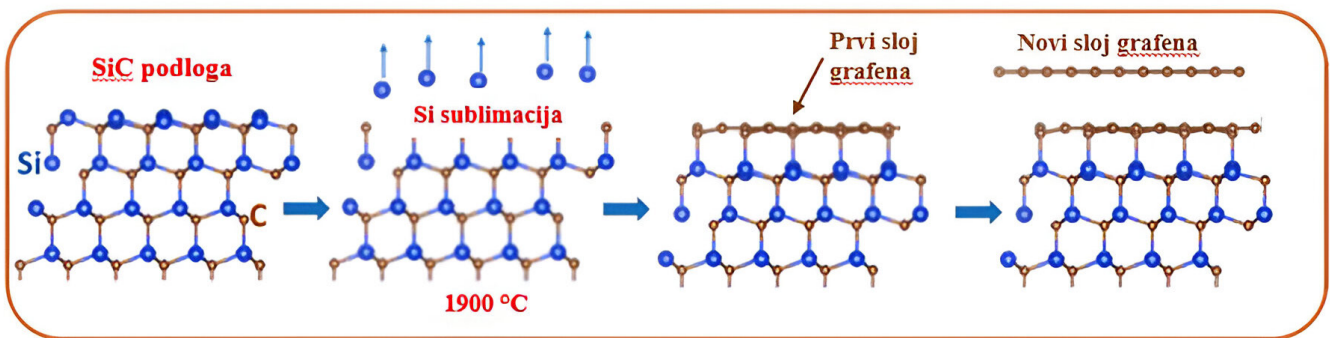
Da bi materijal funkcionirao kao poluvodič, mora imati energetski razmak između valentnih slojeva (engl. *band gap*), koji kod kristalnog silicija iznosi 1,1 eV. Poluvodičima se smatraju materijali koji imaju energiju tog razmaka ispod približno 3 eV. Grafen, za razliku od silicija, nema razmaka između valentnih vodljivih pojasa (engl. *zero gap*), što je bilo potrebno modificirati kako bi grafen bio dostojna zamjena siliciju. Drugim riječima, razmak je potreban kako bi se materijal poluvodiča mogao po potrebi “paliti i gasiti”.

Kako bi nadišli *zero gap* problem kod grafena, znanstvenici s Instituta *Georgia Tech* proizveli su jednoslojni grafen, nazvan epitaksijalni grafen, koji raste na kristalnoj površini silicijeva karbida. Otkrili su da se uz pravilan način pripreme grafen može kemijski vezati za silicijev karbid i tada pokazuje poluvodička svojstva.² Na slici 2 prikazan je takav funkcionalan epitaksijalni grafen.



Slika 2 – Prvi funkcionalan epitaksijalni grafen⁴

Epitaksijalni grafen je grafen koji se spontano formira na površini kristala silicijeva karbida prilikom sublimacije silicija s površine pri visokim temperaturama, a kao rezultat dobiva se površina bogata ugljikom koji rekristalizira u grafen. Ovaj prvi sloj grafena ima strukturu u obliku rešetke koja se rotira za 30° u odnosu na SiC (silicijev karbid) rešetku te se tako dobiva kvazi periodična SiC₆₆ super-rešetka). Ispitivanja refleksijom rendgenskih zraka *band gap* zone pokazala su da prilikom formiranja ovog prvog sloja temeljna površina SiC mora biti značajno osiromašena silicijem, što se postiže njegovom sublimacijom.² Slika 3 prikazuje eksperimentalne korake prilikom formiranja jednoslojnog epitaksijalnog grafena na silicijevu karbidu.



Slika 3 – Eksperimentalni koraci prilikom formiranja jednoslojnog epitaksijalnog grafena na silicijevu karbidu⁵

Taj postupak dobivanja epitaksijalnog grafena pri visokim temperaturama naziva se kvazi-ravnotežno prekaljivanje i njime se dobivaju makroskopske atomski ravne terase prekrivene dobro uređenim međuslojem epigrafena koji ima *band gap* od 0,6 eV. Pokretljivost elektrona pri sobnoj temperaturi prelazi 5000 cm²/(Vs), što je znatno više nego kod silicija i do 20 puta veće nego fotonsko raspršenje trenutnih 2D poluvodiča.²

U sklopu ovog istraživanja američki su znanstvenici predstavili već spomenutu kvazi-ravnotežnu metodu za proizvodnju kvalitetnog poluvodičkog grafena (engl. *semiconducting epitaxial graphene*, SEG) na makroskopskim domenama s *band gap* zonom od 0,6 eV i pokretljivosti do 5500 cm²/(Vs). Uz sve to, SEG ima SiC rešetku i može se dobiti koristeći konvencionalne metode, što ga čini idealnim za 2D elektroniku.²

Literatura

1. <https://www.elprocus.com/semiconductor-material/> (pristup: 17.2.2024.)
2. J. Zhao, P. Ji, Y. Li, R. Li, K. Zhang, H. Tian, K. Yu, B. Bian, L. Hao, X. Xiao, W. Griffin, N. Dudeck, R. Moro, L. Ma, W. A. de Heer, Ultrahigh-mobility semiconducting epitaxial graphene on silicon carbide, *Nature* 625 (2024), 60-65.
3. <https://www.metrohm.com/en/products/g/phsol/gphsol.html> (pristup 17.2.2024.)
4. <https://www.bug.hr/tehnologije/izradjen-je-prvi-funkcionalni-poluvodic-od-grafena-37475> (pristup 17.2.2024.)
5. I. Shtepliuk, F. Giannazzo, R. Yakimova, Epitaxial graphene on 4H-SiC (0001) as a versatile platform for materials growth: Mini-review, *Applied Sciences*, 11 (2021), 5784.



Što sve možemo proizvesti od kave?

Adrijana Karniš (FKIT)

Kava, napitak bez kojeg mnogi ne mogu zamisliti svoj dan, zapravo je drvoliki grm koji potječe iz etiopske povijesne pokrajine Kaffa, prema kojoj je i dobio ime. Najznačajnije vrste ove biljke za proizvodnju zrna kave su: *Coffea arabica*, *Coffea libe-*

rica i *Coffea stenophylla*. Kofein, spoj koji je proslavio kavu, nalazi se u sirovim sjemenkama kave u udjelima od 0,7 do 2 %. Ovisno o željenoj boji i aromi konačnog proizvoda, zrna sirove kave prže se na temperaturama od 180 °C do 240 °C dok se ne postigne željeni stupanj prženja, a nakon prženja melju se do određene finoće koja ovisi o načinu pripreme kave.¹

Najskuplja kava na svijetu je Kopi Luwak, poznata po svom vrlo specifičnom načinu dobivanja. Životinja nalik mački imena Azijska cibetka jede zrele bobice kave, a prolaskom kroz njezin probavni trakt zrna kave ostaju cijela dok probavni en-



zimi u njima razgrađuju određene bjelančevine čime se smanjuje gorčina kave i dobiva orašast okus. Domoroci Indonezije prvi su otkrili ovaj neobičan način proizvodnje kave pa su skupljali izmet cibetki kako bi se domogli zrna kave koja su nakon toga čistili, pržili, mljeli te si pripremali kavu. Vijest o Kopi Luwak kavi proširila se svijetom i učinila je vrlo popularnom i skupocjenom, prvenstveno zbog unikatnog načina dobivanja i ograničenosti koju povlači za sobom.²

Kava, kao jedan od najčešće konzumiranih napitaka na svijetu, neizbježno proizvodi veliku količinu organskog otpada posebno u obliku taloga kave, koji najčešće ostaje neiskorišten. Dok se većina okvira za sunčane i dioptrijske naočale izrađuje od plastike na bazi nafte, mladi je ukrajinski inovator tragom održive proizvodnje došao na ideju da proizvodi okvire od iskorištenog taloga kave. Maksym Havrylenko od malena je pomagao roditeljima koji su bili optičari i nakon 15 godina iskustva u industriji naočala odlučio osmisliti svoj proizvod i pokrenuti tvrtku *Ochis*.³ Vođen željom da njegovi proizvodi budu maksimalno ekološki prihvatljivi, najprije je pokušavao izraditi okvire od konoplje i drugih materijala, što mu nije uspijevalo. Svakog dana se u svijetu popije oko 2,5 milijuna šalice kave, zbog čega nije dvojio kada mu je djevojka predložila da pokuša razviti okvire upravo od ostataka tog napitka.^{3,4}

Tvrtka *Ochis* sakuplja talog kave od lokalnih kafića, koji suši, dodatno usitnjava i dodaje lan, a potom miješa s biopolimernim materijalom na bazi biljnog ulja.^{4,5} Dobivena smjesa stavlja se u kalupe, preša i ponovno suši pri čemu se dobiva čvrst i izdrživ materijal spreman za završno brušenje, poliranje, sastavljanje naočala i ugradnju leća. Osim običnih okvira načinjenih od kave, ovaj mladi inovator osmislio je i okvire s dodatkom sušenog cvijeća, a uz svake naočale dolazi kutijica za naočale također proizvedena od kave. Cijeli proces izrade jednog para naočala traje čak četiri dana.⁴ Proizvedene naočale zadržavaju miris kave, a nakon prestanka uporabe mogu se odložiti u biootpad.^{5,6} Sve ovo čini proizvode tvrtke *Ochis* idealnim primjerom održive kružne ekonomije – put ovih okvira u suštini i započinje i završava u biootpadu, čime maksimalno eliminira potrebu za proizvodnjom i iskorištavanjem novih resursa. Na slici 1 prikazan je jedan od okvira koje proizvodi ova tvrtka.



Slika 1 – Naočale *Ochis*³

Naočale od ostataka kave jesu fenomenalan novitet, ali nisu prvi održiv proizvod napravljen od kave. Francuski *zero-waste* modni *start-up* *Zèta* u suradnji s poznatom *Nespresso* tvrtkom kreirao je tenisice proizvedene od taloga kave iz njihovih kapsula.⁷ Tenisice su načinjene od 80 % recikliranih i prerađenih materijala, a talog kave nalazi se u veganskoj koži te u vanjskim i unutarnjim potplatima.⁸ Jedan par tenisica sadrži talog nastao od 12 šalice kave. Vanjski materijal od kojeg se ove tenisice izrađuju načinjen je od 15 % kave, 50 % pamuka i 35 % poliuretana (PU) na bazi vode, dok je uložak načinjen od 10 % kave i 90 % recikliranog pluta, a potplat od 10 % kave i 90 % reciklirane gume.⁹ Na slici 2 prikazane su *Zèta* tenisice.



Slika 2 – Tenisice *Zèta*⁹

Zèta tenisice nisu jedine koje se proizvode od kave. Finska tvrtka *Rens* osmislila je i proizvela vodootporne tenisice napravljene od taloga kave i recikliranih plastičnih boca. Procjenjuje se da se u Finskoj 13 % godišnje bačene hrane odnosi samo na talog od kave.¹⁰ Potaknuti ovom činjenicom, veliki ljubitelji tenisica Jesse Tran i Son Chu 2018. godine osnovali su tvrtku *Rens* i počeli proizvoditi tenisice *Rens Nomad* od kojih svaka sadrži 300 g taloga (približno 21 šalica kave) i 6 recikliranih plastičnih boca. Proces izrade započinje ubacivanjem mljevene kave u plastične kuglice pri čemu nastaje mješavina koja se prevodi u polimernu pređu. Dobivena pređa plete se na vodootpornu membranu, a bonus ove pređe prirodno je antibakterijsko svojstvo kave koje sprječava neugodne mirise. Proizvođači tvrde da ove tenisice imaju 80 % manji utjecaj na okoliš u usporedbi s kožnim cipelama i 60 % manji od tekstilnih.¹¹ Na slici 3 prikazane su tenisice tvrtke *Rens*.



Slika 2 – Tenisice *Rens Nomad*¹¹

Svega nekolicina zemalja proizvodi kavu, ali ona se usprkos tome svakodnevno konzumira i proizvodi u vrlo velikim količinama. Talog kave često biva bačen na otpad ili ispušten u odvođe. Bacanje taloga kave svrstava se u otpad od hrane kojega je ionako previše - procjenjuje se da se trećina proizvedene hrane baca.¹² Iako spada u bio-otpad, talog kave na odlagalištima proizvodi metan koji je 32 puta jači staklenički plin od ugljikova dioksida.¹⁰ Smanjenju otpada moramo pridonositi svi, ne samo tvrtke i velike korporacije pa tako u svojim kućanstvima možemo ponovno upotrijebiti talog iskorištene kave. Na primjer, može se ponovno iskoristiti kao gnojivo za biljke, u kompostu, kao piling za tijelo, sredstvo protiv insekata te za uklanjanje neugodnih mirisa iz zraka ili s ruku nakon čišćenja luka. U tom duhu, prilažemo recept za domaći piling od taloga kave.



Literatura

1. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/kava> (pristup 20.2.2024.)
2. <https://www.prijatelji-zivotinja.hr/index.hr.php?id=3576> (pristup 20.2.2024.)
3. <https://www.forbes.com/sites/rebeccabanovic/2019/08/31/meet-the-ukrainian-start-up-turning-coffee-into-eyewear/?sh=7289b5d72334> (pristup 20.2.2024.)
4. <https://www.businessinsider.com/making-eyeglasses-from-coffee-grounds-in-ukraine-2022-11> (pristup 20.2.2024.)
5. <https://eye-see-mag.com/en/news/meet-ochis-coffee-the-label-making-glasses-from-coffee-grounds/> (pristup 20.2.2024.)
6. <https://ochis.co/pages/about-ochis> (pristup 20.2.2024.)
7. <https://www.worldfootwear.com/news/reground-the-sneaker-made-with-recycled-coffee-grounds/7798.html> (pristup 20.2.2024.)
8. <https://www.zeta-shoes.com/en-eu/pages/zeta-x-nespresso> (pristup 20.2.2024.)
9. <https://www.nespresso.com/ch/en/zeta-sneaker> (pristup 20.2.2024.)
10. <https://worldbiomarketinsights.com/rens-creates-sneakers-from-coffee-waste/> (pristup 20.2.2024.)
11. <https://www.smartgreenpost.com/2019/08/14/rens-sustainable-shoes-made-with-coffee-grounds-and-recycled-plastic/> (pristup 20.2.2024.)
12. <https://www.weforum.org/agenda/2019/07/your-next-pair-of-sneakers-could-be-made-from-coffee/> (pristup 20.2.2024.)

Kemija i inženjerstvo u razvoju lijekova



2. ožujka u
9:00 h



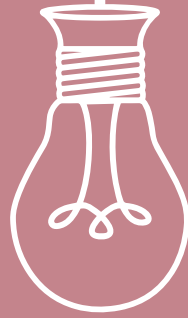
Trg Marka
Marulića 19

KIRL



Prijaviti se možete kao
aktivni ili pasivni
sudionik skeniranjem
QR koda





SCIENCE INFLUENCER

Što se događa sa zrakom u Zagrebu?

Laura Glavinić (FKIT)

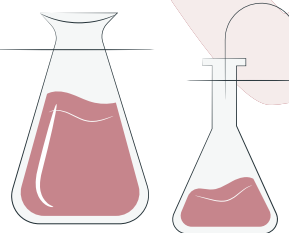
Godina je tek počela, a mi ne prestajemo slušati brojna upozorenja o vrlo lošoj kvaliteti zraka u glavnom gradu Republike Hrvatske. Prema podacima Europske agencije za okoliš (engl. *European Environment Agency*, EEA) od 375 gradova zemalja članica u kojima se mjeri kvaliteta zraka, Zagreb zauzima visoko 59. mjesto dok Slavonski Brod zauzima zabrinjavajuće 1. mjesto.¹ Gradovi se rangiraju sukladno prosječnoj koncentraciji lebdećih čestica manjih od $2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$) u protekle dvije godine. Kvalitetu zraka nekog područja ne određuje samo koncentracija $\text{PM}_{2.5}$, već i koncentracija lebdećih čestica manjih od $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}), dušikova dioksida (NO_2), ozona (O_3), sumporova dioksida (SO_2), i drugih spojeva. Iako su sve navedene tvari štetne za zdravlje ljudi, najveći razlog za brigu predstavljaju $\text{PM}_{2.5}$ i PM_{10} čija se prisutnost povezuje s najvećim brojem preranih smrti i bolesti uzrokovanih lošom kvalitetom zraka.² Sukladno izvještaju Svjetske zdravstvene organizacije (engl. *World Health Organisation*, WHO) iz 2016. godine, onečišćenje zraka uzrokuje oko 7 milijuna smrti godišnje.³ Osim negativnog utjecaja na ljudsko zdravlje, prekomjerna prisutnost navedenih tvari

u zraku sa sobom donosi dodatne probleme jer doprinose onečišćenju okoliša i klimatskim promjenama, a NO_2 , SO_2 i O_3 su u naravi staklenički plinovi.⁴

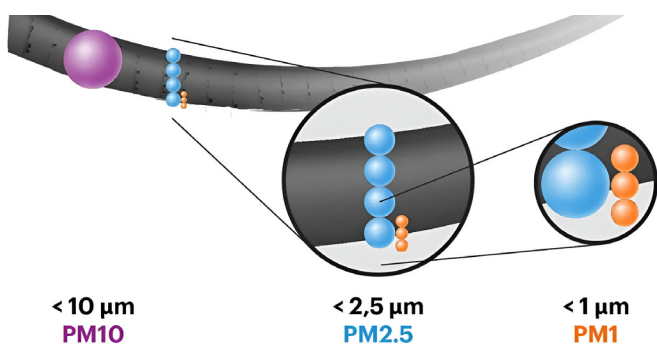
Što su $\text{PM}_{2.5}$ i PM_{10} čestice?

Lebdeće čestice, PM (engl. *particulate matter*, PM), složena su mješavina organskih i anorganskih tvari koje se ispuštaju direktno u atmosferu iz različitih izvora: posljedica su izgaranja fosilnih goriva, industrijskih aktivnosti, cestovnog prometa te prirodnih pojava kao što su vulkanske erupcije i pješčane oluje.⁵ Nezanemariv dio ovih čestica u atmosferu dolazi sekundarnim onečišćenjem koje podrazumijeva podizanje prašine s površine Zemlje zbog, na primjer, vjetera ili prometa, pri čemu se ona suspendira u atmosferi. S obzirom na to da potječu iz različitih izvora morfološka, fizikalna, kemijska i termodinamička svojstva ovih čestica su vrlo različita.⁶ Uz svojstva direktno povezana s njihovim podrijetlom, sastav i koncentracija lebdećih čestica promjenjivi su jer ovise i o prirodnim čimbenicima kao što su klimatski uvjeti i vjetar, ali i o geografskom položaju.

Navedeni aerosoli predstavljaju glavna onečišćivala zraka. Prema aerodinamičkom promjeru dijele se na grube čestice manje od $10 \mu\text{m}$, PM_{10} , „fine čestice“ manje od $2.5 \mu\text{m}$, $\text{PM}_{2.5}$ te „ultrafine čestice“ manje od $0.1 \mu\text{m}$, $\text{PM}_{0.1}$.⁷ Toksičnost ovih čestica ovisi primarno o



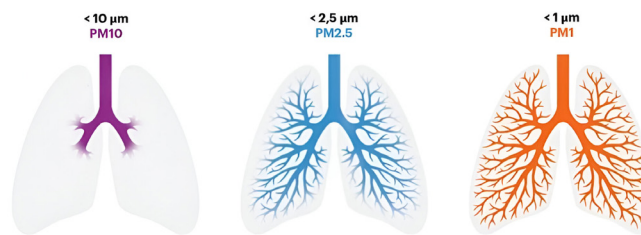
njihovom kemijskom sastavu i veličini, koja je direktno povezana s mogućnošću prodora u pluća.⁸ Na slici 1 prikazana je usporedba veličina lebdećih čestica s vlasi ljudske kose.



Slika 1 – Usporedba veličine lebdećih čestica s vlasi ljudske kose⁹

Zašto su opasne za zdravlje?

Utjecaj PM čestica na ljudsko zdravlje intenzivno se istražuje u posljednjim desetljećima. Dokazano su vrlo štetne, a posljedice koje dugotrajno izlaganje tim česticama ima na ljudski organizam još nisu u potpunosti istražene.¹⁰ Iako nije identificirana konkretna komponenta koja može objasniti većinu negativnih učinaka PM, potvrđeno je da djeluju na dišni, kardiovaskularni i živčani sustav, dovode do povećane smrtnosti, alergijskih bolesti i potiču prijevremeni porod.^{11, 12} Zahvaljujući svojoj veličini, lebdeće čestice sposobne su izbjeći obrambene mehanizme pluća i ući u ljudski organizam gdje se akumuliraju. Manje čestice mogu prodrijeti dublje u pluća, duže putovati i akumulirati se u većim količinama zbog čega predstavljaju najveću prijetnju zdravlju. Na slici 2 je slikovito prikazano kako veličina čestica određuje njihov prodor u organizam.



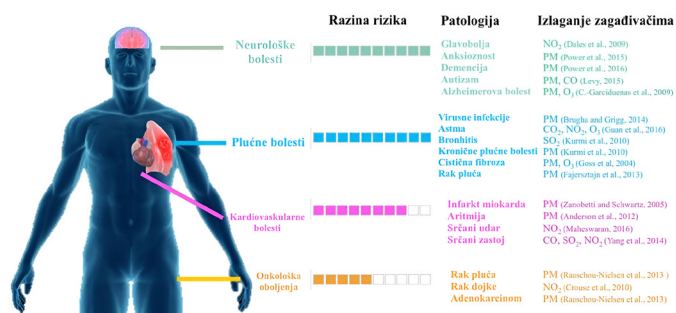
Slika 2 – Veza između veličine lebdećih čestica i dubine njihova prodora u organizam⁹

Pretpostavlja se da akumulacija PM_{2.5} u plućima dovodi do aktivacije upalnih procesa i simulacije receptora u alveolama zbog čega dolazi do disbalansa u autonomnom živčanom i neuroendokrinom sustavu.^{13, 14} Upalni procesi igraju veliku ulogu u oštećenju respiratornog trakta, a utječu na normalnu funkciju stanica i dovode oksidativnog stresa te uzrokuju vaskularnu disfunkciju.^{15, 16} Druga pretpostavka je da dolazi do translokacije PM putem plućnog epitela, pri čemu PM_{2.5} ulaze u krvotok i utječu na cijeli organizam, ali točan mehanizam djelovanja lebdećih čestica nije razjašnjen.⁶ Izrazito je zabrinjavajuća poveznica između različitih oblika raka i zagađenja zraka, posebno vezana za PM_{2.5}, koju su mnoga istraživanja potvrdila. Pretjerano izlaganje PM_{2.5} česticama emitiranim putem izgaranja motornih goriva povezuje se s rakom pluća, debelog crijeva, želuca i mjehura.^{17, 18, 19, 20} Epidemiološka istraživanja na ljudima i životinjama pokazala su da onečišćenje zraka PM_{2.5} može utjecati na središnji živčani sustav.²¹ Kod ljudi koji žive u vrlo onečišćenim područjima primijećeni su olfaktorni problemi, smanjena kognitivna sposobnost, slušna oštećenja, simptomi depresije i druge negativne neuropsihološke posljedice.^{22, 23} Što se tiče razvoja akutnih respiratornih i kardiovaskularnih bolesti, u najrizičnije skupine spadaju djeca, stariji i imunokompromitirani ljudi, dok su mladi ljudi posebno osjetljivi na neurotoksičnost uzrokovanu onečišćenjem zraka.²⁴

Koje još tvari utječu na kvalitetu zraka?

Onečišćenje je, prema definiciji, ispuštanje supstancija koje su štetne za žive organizme i ljudsko zdravlje u okoliš. Glavne onečišćujuće tvari u zraku su: ugljikov monoksid (CO), lebdeće čestice (PM), dušikovi oksidi (NO_x), hlapljivi organski spojevi (engl. *volatile organic compounds*, VOCs), policiklički aromatski ugljikovodici (eng. *polycyclic aromatic hydrocarbons*, PAHs), ozon (O₃) i sum-

porov dioksid (SO₂).²⁵ Na slici 3 shematski je prikazano kako onečišćujuće tvari utječu na određene dijelove ljudskog tijela te s kojim su bolestima povezani. Ne smiju se zaboraviti negativni učinci onečišćenja zraka na okoliš u koje spadaju: kisele kiše, eutrofikacija, pojava magle, uništavanje ozonskog omotača, oštećenje šuma i slično. Prizemni ozon posebno je štetan za biljni svijet jer oštećuje puči – sitne pore koje biljkama omogućuju disanje te izmjenu plinova između unutrašnjosti biljke i okoliša, što u konačnici može dovesti do njihovog odumiranja.²⁶



Slika 3 – Utjecaj onečišćujućih tvari iz zraka na različite dijelove ljudskog tijela²⁵

Europski indeks kvalitete zraka

Europski indeks kvalitete zraka (eng. *air quality index*, AQI) temelji se na vrijednostima masene koncentracije (µm/m³) PM_{2.5}, PM₁₀, O₃, NO₂ i SO₂. Služi za bolje razumijevanje trenutnog stanja kvalitete zraka u mjestu u kojem živimo, mjeri se svakoga sata, a pokazuje kratkoročno stanje kvalitete zraka. Dugoročno, odnosno godišnje stanje može se bitno razlikovati od kratkoročnog. Razina indeksa određena je najvišom izmjerenom koncentracijom jedne od pet onečišćujućih tvari u zraku, sukladno tablici na slici 4.

Onečišćujuća tvar	Razina indeksa (na osnovi koncentracija u µg/m ³)					
	Dobro	Prihvatljivo	Umjereno	Loše	Vrlo loše	Izuzetno loše
Lebdeće čestice manje od 2.5 µm (PM _{2.5})	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	75-800
Lebdeće čestice manje od 10 µm (PM ₁₀)	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	150-1200
Dušikov dioksid (NO ₂)	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	340-10000
Prizemni ozon (O ₃)	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	380-800
Sumporov dioksid (SO ₂)	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	750-1250

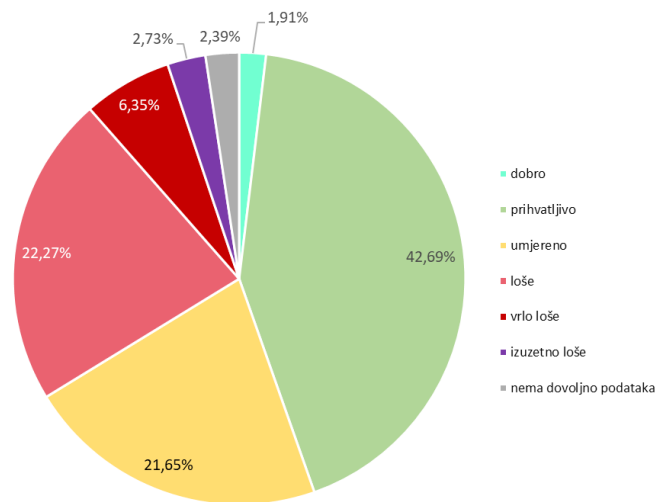
Slika 4 – Razine indeksa kvalitete zraka u ovisnosti o koncentraciji onečišćujućih tvari²⁷

Indeks kvalitete zraka u hrvatskim gradovima u svakom trenutku može se provjeriti na mrežnim stranicama Informacijskog sustava zaštite okoliša koja je u nadležnosti Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske.

Kvaliteta zraka u Zagrebu

Zagreb se nalazi među 20 % gradova Europske unije s najgorom kvalitetom zraka. Koncentracija PM_{2.5} u Zagrebu je izvan prihvatljivih razina uglavnom tijekom hladnijih mjeseci, od studenog do veljače, za što su izgledni razlozi grijanje, posebice na drva, i općenito povećana potrošnja energije. Prema podacima koje je s mjernih postaja tije-

kom prošle godine prikupljala Hrvatska agencija za okoliš (AZO), više od 50 % mjerenja pokazalo je indeks kvalitete zraka izvan prihvatljivih razmjera. Na slici 5 prikazan je graf koji uzima u obzir sve podatke prikupljene tijekom 2023. godine na mjernim postajama ZAGREB-1, ZAGREB-2, ZAGREB-3 i ZAGREB-4.



Slika 5 – Prosječan indeks kvalitete zraka u 2023. godini na četiri mjerne postaje u Zagrebu (podaci za izradu grafa preuzeti su s mrežnih stanica Informacijskog sustava zaštite okoliša)

Kako se zaštititi?

EEA tvrdi: "Onečišćenje zraka je u Europi najveći rizik za ljudsko zdravlje povezan s okolišem."¹ S obzirom na navedeno, jasno je da trebamo posvećivati veću pažnju indeksu kvalitete zraka kako bismo znali kada trebamo biti oprezni. Prvi korak

je, naravno, redovno praćenje kvalitete zraka područja u kojem živimo. Slika 6 prikazuje preporuke EEA za ponašanje u ovisnosti o visini indeksa. Kako bismo zaštitili vlastito zdravlje u vrijeme kada je indeks kvalitete zraka izvan prihvatljivih razmjera, boravak na otvorenom potrebno je ograničiti, idealno na manje od 30 minuta dnevno. Kada to nije moguće izbjeći, preporučljivo je nositi masku za lice koja ima mogućnost filtracije vrlo sitnih čestica, kao što su N95 maske. Dodatno, fizički zahtjevne aktivnosti na otvorenom povećavaju vjerojatnost da onečišćenje zraka izazove zdravstvene posljedice te ih je tada potrebno izbjegavati.²⁸ Poželjno je da kućanstva imaju unutarnje pročišćivače zraka, posebno u mjestima gdje je kvaliteta zraka kontinuirano loša.

Razina indeksa	Opća populacija	Osjetljive skupine građana
Dobro	Kvaliteta zraka je dobra. Izbjegite u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.	Kvaliteta zraka je dobra. Izbjegite u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.
Prihvatljivo	Izbjegite u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.	Izbjegite u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.
Ugroženo	Izbjegite u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.	Razmislite o smanjenju intenzivnih aktivnosti na otvorenom, ukoliko osjetite simptome.
Loše	Razmislite o smanjenju intenzivnih aktivnosti na otvorenom ukoliko osjetite simptome poput nadražaja očiju, kašlja ili grlobolje.	Razmislite o smanjenju tjelesnih aktivnosti, osobito na otvorenom, posebno ukoliko osjetite simptome.
Već loše	Razmislite o smanjenju intenzivnih aktivnosti na otvorenom ako osjetite simptome poput nadražaja očiju, kašlja ili grlobolje.	Smanjite fizičke aktivnosti, osobito na otvorenom, posebno ukoliko osjetite simptome.
Izuzetno loše	Smanjite fizičke aktivnosti na otvorenom.	Izbjegavajte fizičke aktivnosti na otvorenom.

Slika 6 – Preporuke za ponašanje sukladno visini indeksa kvalitete zraka²⁷

Zaključak

Europa općenito slovi kao kontinent s lošom kvalitetom zraka. U cilju očuvanja zdravlja ljudi i okoliša europske zemlje, uključujući Republiku Hrvatsku, uvele su zakonske propise i standarde za kontrolu koncentracija onečišćujućih čestica u zraku. Iako se stanje popravlja i broj smrti povezanih s PM česticama pao je za 41 % u razdoblju od 2005. do 2021. godine, prosječan indeks kvalitete zraka u Europi kontinuirano ostaje iznad granice od 5 μm^3 PM_{2,5} koju propisuje WHO.²⁹

Lebdeće čestice i ostale štetne tvari u zraku su nevidljive zbog čega je vrlo lako zaboraviti na njih i zanemariti štetu koju mogu nanijeti ljudskom zdravlju, kao i ekosustavu. Prije svega je potrebno podići svijest opće populacije o opasnostima za zdravlje koje donosi dugotrajno izlaganje onečišćenom zraku te tako poticati stanovništvo na redovno praćenje indeksa kvalitete zraka i poduzimanje mjera zaštite sukladno njegovoj visini. Takvo povećanje svijesti i opreza osim pozitivnog utjecaja na zdravlje dovelo bi do povećane podrške stanovništva prema mjerama koje su usmjerene smanjenju onečišćenja zraka.

Implementacija zelenih politika, smanjenje upotrebe fosilnih goriva i uvođenje održivijih energetske alternativne, bolja obrada ispušnih plinova iz industrije te smanjenje količine otpada uz pozitivan utjecaj na okoliš za direktnu posljedicu imale bi bolju kvalitetu zraka. Utjecaj onečišćenja zraka na ljudsko zdravlje samo je jedan u nizu pokazatelja da je ono što negativno utječe na okoliš i žive organizme, izrazito loše i za čovječanstvo.

Literatura

- <https://www.eea.europa.eu/themes/air/urban-air-quality/european-city-air-quality-viewer> (pristup 12. veljače 2024.)
- P. Tarín-Carrasco, U. Im, C. Geels, L. Palacios-Peña, P. Jiménez-Guerrero, Contribution of fine particulate matter to present and future premature mortality over Europe: A non-linear response, *Environ. Int.* 153 (2021) 153, 106517.
- WHO. Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease; WHO: Geneva, Switzerland, 2016.
- M. Kampa, E. Castanas, Human health effects of air pollution, *Environ. Pollut.* 151 (2008), 362–367.
- H. Gon Ryou, J. Heo, S. Y. Kim, Source apportionment of PM₁₀ and PM_{2.5} air pollution, and possible impacts of study characteristics in South Korea, *Environ. Pollut.*, 240 (2018), 963–972.
- P. Thangavel, D. Park, Y. C. Lee, Recent insights into particulate matter (PM_{2.5})-mediated toxicity in humans: an overview, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 19 (2022), 7511.
- S. Philip, R. V. Martin, G. Snider, C. L. Weagle, A. Van Donkelaar, M. Brauer, D. K. Henze, Z. Klimont, C. Venkataraman, S. Guttikunda i sur., Anthropogenic fugitive, combustion and industrial dust is a significant, underrepresented fine particulate matter source in global atmospheric models, *Environ. Res. Lett.* 12 (2017), 044018.
- G. Polichetti, S. Cocco, A. Spinali, V. Trimarco, A. Nunziata, Effects of particulate matter (PM₁₀, PM_{2.5} and PM1) on the cardiovascular system, *Toxicology* 261 (2009), 1–8.
- <https://www.safera.com/fine-particulates-pm25-are-significant-health-risk/> (pristup 12. veljače 2024.)
- S. Jackson, K. H. Mathews, D. Pulanić, R. Falconer, I. Rudan, H. Campbell, H. Nair, Risk factors for severe acute lower respiratory infections in children—A systematic review and meta-analysis, *Croat. Med. J.* 54 (2013), 110–121.

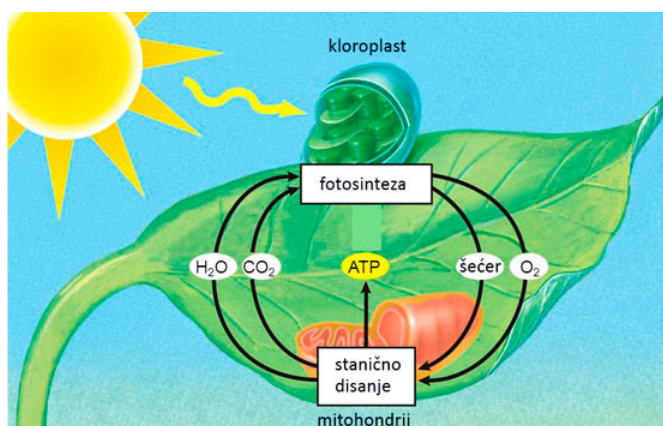
Literatura

10. U. Pöschl, Atmospheric Aerosols: Composition, Transformation, Climate and Health effects, *Angew. Chem. Int.* 44 (2005), 7520-7540.
11. P. Dadvand, F. Figueras, X. Basagaña, R. Beelen, D. Martinez, M. Cirach, A. Schembari, G. Hoek, B. Brunekreef, M. J. Nieuwenhuijsen, Ambient Air Pollution and Preeclampsia: A Spatiotemporal Analysis, *Environ. Health Perspect.* 121 (2013), 1365-1371.
12. S. Wu, Y. Ni, H. Li, L. Pan, D. Yang, A. A. Baccarelli, F. Deng, Y. Chen, M. Shima, X. Guo, Short-term exposure to high ambient air pollution increases airway inflammation and respiratory symptoms in chronic obstructive pulmonary disease patients in Beijing, China, *Environ. Int.* 94 (2016), 76-82.
13. A. Fiordelisi, P. Piscitelli, B. Trimarco, E. Coscioni, G. Iaccarino, D. Sorriento, The mechanisms of air pollution and particulate matter in cardiovascular diseases, *Heart Fail. Rev.* 22 (2017), 337-347.
14. L. Bai, H. Chen, M. Hatzopoulou, M. Jerrett, J. C. Kwong, R. T. Burnett, A. Van Donkelaar, R. Copes, R. V. Martin, K. Van Ryswyk i sur., Exposure to Ambient Ultrafine Particles and Nitrogen Dioxide and Incident Hypertension and Diabetes, *Epidemiology* 29 (2018), 323-332.
15. R. Burnett, H. Chen, M. Szyszkowicz, N. Fann, B. Hubbell, C. A. Pope, J. S. Apte, M. Brauer, A. Cohen, S. Weichenthal i sur., Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 115 (2018), 9592-9597.
16. G. B. Hamra, N. Guha, A. Cohen, F. Laden, O. Raaschou-Nielsen, J. M. Samet, P. Vineis, F. Forastiere, P. Saldiva, T. Yorifuji i sur., Outdoor particulate matter exposure and lung cancer: A systematic review and meta-analysis, *Environ. Health Perspect.* 122 (2014), 9
17. L. Benbrahim-Tallaa, R. A. Baan, Y. Grosse, B. Lauby-Secretan, F. El Ghissassi, V. Bouvard, N. Guha, D. Loomis, K. Straif, Carcinogenicity of diesel-engine and gasoline-engine exhausts and some nitroarenes, *Lancet Oncol.* 13 (2012), 663-664.
18. H.-F. Chiu, S.-S. Tsai, P.-S. Chen, Y.-H. Liao, S.-H. Liou, T.-N. Wu, C.-Y. Yang, Traffic Air Pollution and Risk of Death from Gastric Cancer in Taiwan: Petrol Station Density as an Indicator of Air Pollutant Exposure, *J. Toxicol. Environ. Health Part A.* 74 (2011), 1215-1224.
19. S.-S. Tsai, M.-M. Tiao, H.-W. Kuo, T.-N. Wu, C.-Y. Yang, Association of Bladder Cancer with Residential Exposure to Petrochemical Air Pollutant Emissions in Taiwan, *J. Toxicol. Environ. Health Part A.* 72 (2008), 53-59.
20. R. J. Sram, M. Veleminsky, M. Veleminsky, J. Stejskalová, The impact of air pollution to central nervous system in children and adults, *Neuroendocrinol. Lett.* 38 (2017), 389-396.
21. S. Lee, W. Lee, D. Kim, E. Kim, W. Myung, S.-Y. Kim, H. Kim, Short-term PM2.5 exposure and emergency hospital admissions for mental disease, *Environ. Res.* 171 (2019), 313-320.
22. W. Vizueté, X. Wang, H. Chui, M. Gatz, M. Serre, J. Manson, S. Resnick, D. Younan, J.-C. Chen, A. Petkus i sur., Particulate Air Pollutants and Trajectories of Depressive Symptoms in Older Women, *Am. J. Geriatr. Psychiatry.* 27 (2019), 1083-1096.
23. M. Guxens, R. Garcia-Esteban, L. Giorgis-Allemand, J. Forn, C. Badaloni, F. Ballester, R. Beelen, G. Cesaroni, L. Chatzi, M. de Agostini i sur., Air pollution during pregnancy and childhood cognitive and psychomotor development: Six European birth cohorts, *Epidemiology* 25 (2014), 636-647.
24. D. Sofia, F. Gioiella, N. Lotrecchiano, A. Giuliano, Mitigation strategies for reducing air pollution, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27 (2020), 19226-19235.
25. <https://scied.ucar.edu/learning-zone/air-quality/effects-air-pollution> (pristup 13. veljače 2024.)
26. <https://iszz.azo.hr/iskzl/help.htm> (pristup 14. veljače 2024.)
27. <https://www.lung.org/blog/poor-air-quality-protection> (pristup 14. veljače 2024.)
28. <https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution/> (pristup 14. veljače 2024.)

Bioničke biljke za zelenu budućnost

Laura Čavec (FKIT)

Umjetna inteligencija posljednjih se godina sve više upotrebljava u svim granama znanosti. Zelena tehnologija grana je koja se okreće prirodi i radu s njom. Biljke kao atraktivna tehnološka platforma s mogućnošću autoregeneracije, preživljavanja u teškim uvjetima i brojnim drugim prednostima sve više postaju tema novih istraživanja. Je li moguće uličnu rasvjetu zamijeniti osvjetljenjem bioničkim biljkama, pitanje je na kojem radi sve veći broj znanstvenika.¹ Bioničke biljke genetski su modificirane biljke uz pomoć nanočestica u svrhu poboljšanja prirodnih funkcija biljaka te šire i rasprostranjenije upotrebe. Umjetna inteligencija (UI) omogućuje biljkama da nadziru svoj okoliš, optimiziraju svoj rast pa čak i međusobno komuniciraju za zdraviji, produktivniji i učinkovitiji usjev. Poboljšana fotosinteza, otpornost na sušu i štetnike, senzori za okolišne promjene samo su neke od prednosti koje nam nudi nanotehnologija primijenjena na biljkama.² Fotosinteza jedan je od ključnih procesa kojim biljke pretvaraju Sunčevu svjetlost, ugljikov dioksid i vodu u energiju i kisik. U kloroplastima odvija se proces fotosinteze koji se može podijeliti u dvije faze. Tijekom prve faze, pigmenti poput klorofila apsorbiraju svjetlost, koja pobuđuje elektrone koji teku kroz membrane kloroplasta. Biljka hvata tu električnu energiju i koristi je za pokretanje drugog stupnja fotosinteze, izgradnju šećera (slika 1). Kloroplasti i dalje mogu izvoditi te reakcije kada se uklone iz biljaka, ali nakon nekoliko sati počinju se raspadati jer svjetlost i kisik oštećuju fotosintetske proteine. Obično biljke mogu u potpunosti popraviti ovakvu štetu, ali ekstrahirani kloroplasti to ne mogu učiniti sami.³



Slika 1 – Proces fotosinteze

Kako bi produžili produktivnost kloroplasta, istraživači su ih ugradili s nanočesticama cerijeva oksida, također poznatim kao nanocerija. Te su čestice vrlo jaki antioksidansi koji čiste kisikove radikale i druge visoko reaktivne molekule koje proizvode svjetlost i kisik, štiteći kloroplaste od oštećenja. Glavna uloga ugljikovih nanocijevi je povećanje protoka elektrona, ključnog dijela fotosinteze. Istraživanja su potvrdila da je ugradnjom nanocijevi protok elektrona povećan za čak 49 %. Biljke obično iskorištavaju samo oko 10 % Sunčeve svjetlosti koja im je dostupna, no ugljikove nanocijevi djeluju kao umjetne antene koje omogućuju kloroplastima da uhvate valne duljine svjetlosti koje nisu u njihovom normalnom rasponu, poput ultraljubičaste, zelene i bliske infracrvene. Upotrebom ugljikovih nanocijevi iskorištenje se može povećati do 30 %.⁴ U provedenom istraživanju u listove biljke potočarke (lat. *Nasturtium officinale*) ugrađene su posebno stvorene nanočestice koje su uzrokovale da biljka emitira prigušeno svjetlo (slika 2).



Slika 2 – Biljka potočarka osvjetljava knjigu

Istraživanja su započeta s dvije vrste nanočestica. Jedna vrsta nanočestica sadrži luciferin, kemijsku tvar koji uzrokuju sjaj krijesnica. Drugi tip sadrži kemijske spojeve koji recikliraju iskorišteni luciferin tako da se može ponovno upotrijebiti. Ovaj spoj nanočestica koristi pohranjenu energiju za napajanje sjaja kojeg emitira. Najnovija istraživanja provedena 2021. godine otkrila su i treću vrstu nanočestica kojom biljke mogu pojačati svoj intenzitet svjetlosti. Znanstvenici smatraju kako su upravo bioničke biljke budućnost čiste i zelene energije koje bi mogle zamijeniti ulične svjetiljke (slika 3). Istraživanja pokazuju da boravak u blizini biljaka ljude čini sretnijima i ispunjenijima. Opuštenija atmosfera, osjećaj opuštenosti i smirenosti samo su neki od razloga zašto bi u gradovima trebalo umjesto betona uvoditi sve više zelenih površina. Na tržištu možemo pronaći sve više proizvođača biljaka koje svijetle u mraku kojima je cilj izgraditi dublju vezu između čovjeka i biljki koju bi dodatno povezivala ova „živa“ energija.³



Slika 3 – Jednostavno injektiranje nanočestica u biljku

Literatura

1. <https://www.usnews.com/news/articles/2014/03/17/mit-researchers-developing-bionic-plants-to-detect-pollution-explosives> (pristup 21. veljače 2024.godine.)
2. <https://curiosphere.life/bionic-plants-how-artificial-intelligence-is-revolutionizing-agriculture-f8a8034dfa23> (pristup 21. veljače 2024.godine.)
3. <https://www.snexplores.org/article/glowing-plants-algae-photosynthesis-greener-technology-future> (pristup 21. veljače 2024.godine.)
4. Seon-Yeong Kwak, Juan Pablo Giraldo, Min Hao Wong, Volodymyr B. Koman, Tedrick Thomas Salim Lew, Jon Ell, Mark C. Weidman, Rosalie M. Sinclair, Markita P. Landry, William A. Tisdale i Michael S. Strano, *Nano Letters* 2017 17 (12), 7951-7961
5. <https://energy.mit.edu/news/bionic-plants/> (pristup 21. veljače 2024.godine.)



Dan žena

Paula Šimunić (FKIT)

Povodom Međunarodnoga dana žena koji se obilježava 8. ožujka svake godine počevši 1909., valja se podsjetiti povijesti ovoga dana, života žena u prijašnje i današnje doba te postignuća uspješnih žena diljem svijeta. Međunarodni dan žena predstavlja sinonim za globalno zalaganje za jednakost i ravnopravnost žena u društvu.¹

Zahvaljujući ženi po imenu Clara Zetkin (voditeljica „Ženskog ureda“ socijaldemokratske stranke u Njemačkoj) iznesena je ideja o Međunarodnom danu žena. Ona je predložila da svake godine u svakoj zemlji bude proslava na isti dan – Dan žena. Konferencija koja se sastojala od više od 100 žena iz 17 zemalja, koje su predstavljale sindikate, socijalističke stranke, udruge radničkih žena, uključujući prve tri žene izabrane u finskom parlamentu, prihvatila je prijedlog Clare Zetkin jednoglasnim odobravanjem što je rezultiralo svakogodišnjom, međunarodnom proslavom Dana žena.² Dan žena pozdravlja uspjehe žena u svim područjima, od umjetnosti do medicine i znanosti. Neke od najutjecajnijih žena u povijesti znanosti i STEM-a kao što su Marie Skłodowska Curie,

Dorothy Hodgkin i Margaret Hamilton, svojim su otkrićima promijenile svijet i unaprijedile razvoj i omogućile olakšani način života današnjim generacijama. Marie Skłodowska Curie, danas vjerojatno i najpoznatija znanstvenica, otkrila je radioaktivne elemente radij i polonij te postavila temelje današnje definicije radijacije čime je zaslužila titulu „Nobelovke“ kojom je ujedno postala prva žena u povijesti koja je dobila Nobelovu nagradu.



Slika 1 – Žene na prosvjedu



Slika 2 – Marie Skłodowska Curie

Dorothy Hodgkin istraživanjem rendgenske kristalografije otkrila je atomske strukture neophodnih biomolekula za homeostazu i zdravlje čovjeka kao što su vitamin B12, penicilin i inzulin te je primijenila znanje o rendgenskom zračenju za liječenje vojnika u Prvom svjetskom ratu.³



Slika 4 – Dorothy Hodgkin

Iako se svakog 8. ožujka posebice ističu noviji i stariji uspjesi akademski obrazovanih žena, ideja samog ovog međunarodnog dana nije u tome da se hvale samo dobitnice nagrada, profesorice, umjetnice i doktorice već da se svakodnevno osvještava vrijednost svake žene, ostvaruje njezin ravnopravni položaj u društvu te uči novije generacije o jednakosti.



Slika 3 – Margaret Hamilton

Margaret Hamilton zaslužna je za programiranje koda za polijetanje letjelice u misiji Apollo 11 koja je prvi put u povijesti, 1969. godine omogućila slijetanje čovjeka na Mjesec. Njezin kod, koji je bio ručno napisan te nije smio imati jednu jedinu grešku jer letjelica ne bi poletjela, bio je ispisan na toliko stranica da kad su se postavili spisi jedni na drugoga bili su u razini sa samom Margaret.⁴

Literatura

1. <https://dzs.gov.hr/vijesti/medjunarodni-dan-zena/1449> (pristup 20.2.2024.)
2. <https://www.internationalwomensday.com/Activity/15586/The-history-of-IWD> (20.2.2024.)
3. <https://www.coursera.org/articles/famous-female-scientists> (20.2.2024.)
4. <https://science.nasa.gov/people/margaret-hamilton/> (20.2.2024.)



W.F. Winter

VOTES FOR WORKERS

CARL HENTSCHEL LTD 182, 183 & 184 FLEET ST E.C.

PUBLISHED BY ARTISTS' SUFFRAGE LEAGUE.

Neuralink – bežični čip za mozak

Iva Turkalj (FKIT)

Elon Musk, čovjek poznat po svojoj neumornoj ambiciji da promijeni svijet, ponovno je iznenadio javnost svojim najnovijim poduhvatom – *Neuralinkom*. Ovaj projekt, osmišljen s ciljem stvaranja sučelja između ljudskog mozga i računalnih sustava, predstavlja veliki korak u istraživanju i primjeni neurotehnologije. Poznat po svojoj ulozi u osnivanju tvrtki poput *Tesla*, *SpaceX* i *SolarCity*, neumorno radi na rješavanju globalnih izazova. Njegova vizija o budućnosti u kojoj su obnovljiva energija, svemirska kolonizacija i autonomna vozila svakodnevnica, postala je inspiracija diljem svijeta. Neuralink je samo najnoviji primjer Muskovе želje da unaprijedi ljudski život kroz inovaciju i tehnologiju.

Neuralink ima ambiciozan cilj - omogućiti ljudima da direktno komuniciraju s računalima putem svojih misli. Ovo nije samo znanstvena fantazija; Musk vidi ovu tehnologiju kao ključni korak prema rješavanju problema povezanih s neurološkim poremećajima, poput Alzheimerove bolesti, Parkinsonove bolesti i paralize. Osim toga, Neuralink bi mogao transformirati način na koji ljudi rade, uče i komuniciraju, otvarajući vrata potpuno novim mogućnostima za proširenje ljudskih sposobnosti.¹



Slika 1 – Elon Musk i Neuralink

Središnji dio Neuralinkove tehnologije je mikročip koji se ugrađuje izravno u mozak. Ovaj čip, veličine tek nekoliko milimetara, sadrži tisuće minijaturnih elektroda koje su sposobne čitati električne signale koje generiraju moždane stanice, poznate kao neuroni. Kada se čip implantira u mozak, te elektrode mogu komunicirati s mozgovnim stanicama i snimati njihove aktivnosti. Kada neuroni u mozgu generiraju električne impulse, ti signali prenose se kroz *Neuralinkove* elektrode i zatim se dekodiraju pomoću vanjskih računalnih sustava. Ovi dekodirani signali mogu se koristiti za kontrolu računalnih sučelja, pokretanje uređaja ili izvođenje drugih zadataka. Na primjer, osoba s Neuralinkovim čipom može naučiti upravljati računalom samo pomoću svojih misli, bez potrebe za fizičkim dodirivanjem tipkovnice ili miša.



Slika 2 – Dijelovi čipa

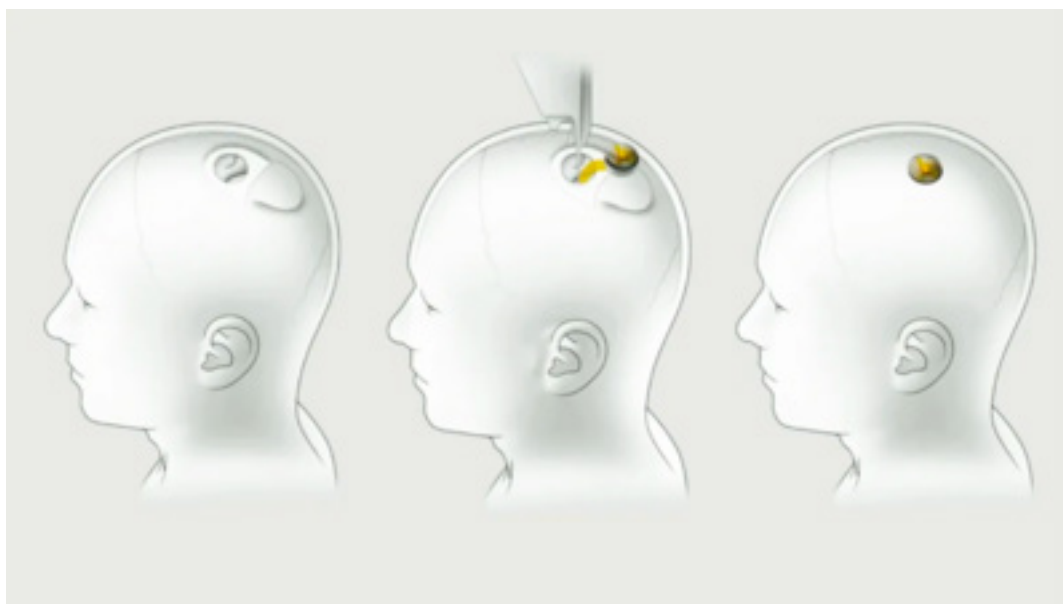
Unatoč obećavajućim mogućnostima, Neuralink se suočava s nizom izazova. Tehnički izazovi uključuju razvoj čipa koji je dovoljno mali i pouzdan za ugradnju u mozak, kao i osiguravanje sigurnosti postupka ugradnje. Osim toga, postoje i etička pitanja u vezi s privatnošću i pravima pacijenata koji koriste ovu tehnologiju.

Neuralink predstavlja samo početak putovanja prema budućnosti u kojoj će granice između ljudskog uma i digitalnog svijeta postati sve manje definirane. Ova tehnologija bi mogla promijeniti način na koji živimo, radimo i komuniciramo, otvarajući vrata neviđenim mogućnostima za ljudsku vrstu.

Elon Musk i *Neuralink* predstavljaju kombinaciju hrabrosti, inovacije i vizije koja nas poziva da zamislimo svijet u kojem su granice između čovjeka i tehnologije sve manje jasne. Iako su pred nama izazovi i pitanja koja treba riješiti, ne može se poreći da je Neuralink jedan od najuzbudljivijih projekata današnjice, koji obećava revoluciju u interakciji mozga i tehnologije.



Slika 3 – Neuralink bežični čip



Slika 3 – Prikaz implementacije čipa u mozak

Literatura

1. <https://spectrum.ieee.org/elon-musk-brain-neuralink> (pristup 20.2.2024)
2. <https://arstechnica.com/tech-policy/2024/02/musk-claims-neuralink-patient-doing-ok-with-implant-can-move-mouse-with-brain/> (pristup 20.2.2024)
3. <https://www.roadtovr.com/elon-musks-neuralink-fda-approval/> (pristup 20.2.2024)
4. <https://timesofindia.indiatimes.com/gadgets-news/elon-musk-gives-update-on-first-patient-with-neuralink-brain-chip/articleshow/107855585.cms> (pristup 20.2.2024)

Savjeti za kvalitetno učenje

Kako preživjeti ispitne rokove?



Postavi si jasne ciljeve

Prije nego što počneš s učenjem, pobrini se da prvo postaviš svoje ciljeve i očekivanja.

Grupno učenje

Grupno učenje potiče interakciju, dijeljenje znanja i pruža podršku među članovima grupe, što olakšava razumijevanje i usvajanje gradiva.



Napravi bilješke

Tijekom učenja, zapisuj sve bitne informacije kako bi lakše prolazio kroz gradivo dok ponavljaš.

Provjeri svoje znanje

Nakon što prođeš gradivo, pokušaj riješiti testove samoprovjere ili pripremi "flash" kartice sa pitanjima.



Iva Turkalj (FKIT)



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



20th Ružičkine Dane • Vukovar, Croatia • September 18-20, 2024

PRVA OBAVIJEST

9. susret mladih kemičara • 1. skup laboratorijskih tehničara
Izložba inovacija (Danas znanost – sutra industrija) • Izložbe i radionice

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 prevodjenja)

MJESTO ODRŽAVANJA

Hrvatski dom Vukovar – Ružičkina kuća, Vukovar, Hrvatska

SMJEŠTAJ SUDIONIKA

Detaljnije informacije na: www.ruzickadays.eu

PRIJAVE SUDJELOVANJA I RADOVA

Sažetak rada na hrvatskom ili engleskom jeziku potrebno je poslati putem e-obrasca, koji se nalazi na mrežnim stranicama Skupa, do 1. lipnja 2024. godine. Znanstveno-organizacijski odbor zadržava pravo odluke o prihvatanju i načinu predstavljanja prijavljenog rada (usmeno ili postersko priopćenje).

Upute za prijavu sudjelovanja te pisanje sažetka i rada nalaze se na mrežnim stranicama Skupa: www.ruzickadays.eu.

KOTIZACIJA

	do 20. 7. 2024.	od 20. 7. 2024.
Puna kotizacija*	300 €	330 €
Studenti (uz potvrdu)*	200 €	
	230 €	
Kotizacija 9. SMK**	0 €	0 €
Kotizacija 1. SLT**†	150 €	180 €

*PDV uključen; †9. susret mladih kemičara; †1. skup laboratorijskih tehničara

Kotizacija uključuje sudjelovanje u radu Skupa, Zbornik sažetaka, Zbornik radova, osveženje za vrijeme stanki, svečanu večeru i stručni izlet.

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 prihvatanju rada |
| 20. 7. 2024. | uplata nižeg iznosa kotizacije |
| 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

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

PROGRAMSKO-ORGANIZACIJSKI ODBOR

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

ZNANSTVENO-STRUČNI ODBOR

Ante Jukić, Stela Jokić, Jurislav Babić, Vesna Očelić Bulatović, Dajana Kučić Grgić, Dajana Gašo-Sokač, Maja Molnar, Valentina Bušić, Vlatka Filipović Marijić, Jasmina Ranilović, Šimo Kordić, Leo Štefan, Ljiljana Fruk (UK), Gabriela Kalčíková (Slovenija), Miroslav Slouf (Češka)

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 svježe informacije,
treba nam velika pomoć!

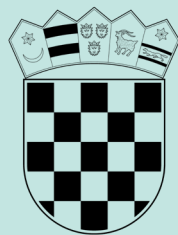
Podržite rad Studentske sekcije donacijom

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



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 genijalnih 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

