

reaktor IDEJA 4

službeno glasilo Studentske sekcije HDKI-ja | vol 7

veljača 2023.

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 i objasnili mnoge stvari koje su nam poznate, ali koje nikada nismo razumjeli. Ljudi su otkrili i objasnili mnoge stvari koje su nam poznate, ali koje nikada nismo razumjeli. Ljudi su otkrili i objasnili mnoge stvari koje su nam poznate, ali koje nikada nismo razumjeli.



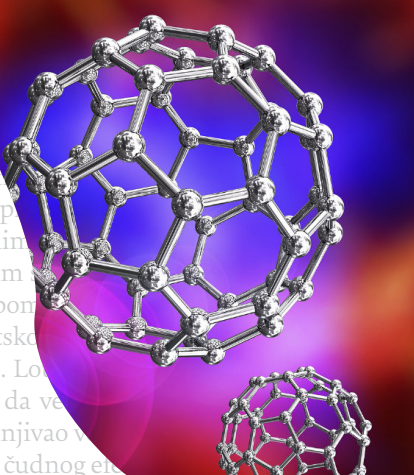
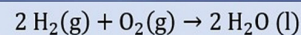
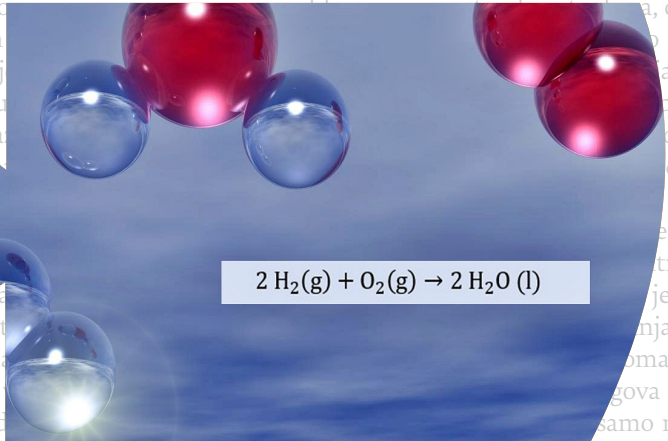
RADIONICA U KNJIŽNICI GAJNICE

STR. 5

OD SUNČEVE ENERGIJE DO VODIKOVOG GORIVA

STR. 17

...čija je površinu... zakone poluge, ...ak za podizanje... polemikar vičan... oštro kritizirali. ...cine, Galileo je... instrumentarij... esečevih kratera... tričnog sustava, ...je ideju principa... njna astronomije i... omašnoj obitelji pa... gova najveća otkrića... samo neke. Izumio je



NANOMATERIJALI U OKOLIŠU

STR. 26

Ovo je otkriće impresioniralo utjecajne znanstvenike, a Pasteuru donijelo reputaciju. ... na fermentaciji omogućio je Pasteuru... seli ili meso propada zbog prisutnosti... stvo i pokazao pivarima kako da uzgoje... perature, pod tlakom, prije nego se ono... m radu na cjepivu protiv bjesnoće, vrlo... je od trovanja radijacijom. Lo... kao znanost i dokazao je da ve... riješio problem koji je zbunjivao v... vinskog talogu, dolazi do čudnog et... Ovo je otkriće impresioniralo utjecajne znanstvenike, a Pasteuru donijelo reputaciju. ... na fermentaciji omogućio je Pasteuru... seli ili meso propada zbog prisutnosti... stvo i pokazao pivarima kako da uzgoje... perature, pod tlakom, prije nego se ono... m radu na cjepivu protiv bjesnoće, vrlo... je od trovanja radijacijom. Lo... kao znanost i dokazao je da ve... riješio problem koji je zbunjivao v... vinskog talogu, dolazi do čudnog et...

ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247
Zagreb



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

www.mzo.hr





Uredništvo *Reaktora ideja*

Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam četvrti broj *Reaktora ideja* što znači da smo stigli na pola puta u ovoj akademskoj godini.

Povećana zainteresiranost za pisanje članaka je očita, što me izrazito veseli. Zadatak naših urednica je da prije svega „istraže tržište“, odnosno predlože aktualne teme. Nije lako zadovoljiti svačiji ukus, ali s obzirom na broj članaka, ne sumnjam da ćete pronaći nešto Vama zanimljivo.

Također, ovom prilikom najavila bih i nadolazeći projekt Sekcije – *Studentski kongres o održivoj kemiji i inženjerstvu* – SKOKI, o čemu možete saznati više na Instagram profilu; @studentskasekcijahdki ili Facebooku: StudentskaSekcijaHDKI.

Uživajte u čitanju!

Samanta Tomičić,
glavna urednica

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

Glavna urednica:

Samanta Tomičić
(stomicic@fkit.hr)

Urednici rubrika:

Jurja Vukovinski
Jelena Barač
Dora Ljubičić
Lea Raos

Grafička priprema:

Samanta Tomičić
Jurja Vukovinski
Jelena Barač
Dora Ljubičić
Lea Raos

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 7 Br. 4, Str. 1–34

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

Zagreb,
veljača, 2023.

SADRŽAJ

Kemijska posla.....	1
Znanstvenik.....	9
Boje inženjerstva.....	14
Scinfluencer.....	26





KEMIJSKA POSLA

Studenti na terenu: Hrvatski državni arhiv

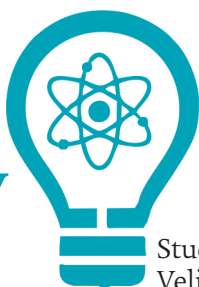
Petra Vukovinski (FKIT)

Dana 30. studenoga, studenti prve i druge godine diplomskih studija Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, pod vodstvom profesorice Danijele Ašperger, nositeljice izbornog kolegija *Nedestruktivne metode kemijske analize u umjetnosti i arheologiji*, posjetili su Hrvatski državni arhiv, skriveni zagrebački dijamant.

Zgrada Hrvatskog državnog arhiva gradila se dvije godine, od 1911. do 1913. u secesijskom razdoblju, u svrhu Sveučilišne knjižnice.



Slika 1 – Predavanje arhivista Mislava Gregla u Velikoj čitaonici



Kroz obilazak Arhiva, studente je vodio arhivist Mislav Gregl, koji je studentima na vrlo opsežan način prenio povijest same zgrade, kao i njenu vrijednost s umjetničkog aspekta. Studenti su imali prilike ući u prostorije Profesorske, Velike i Male čitaonice.

U velikoj se čitaonici, kroz cijelu prostoriju, protežu drveni zidovi s bakrenim anđelima koji drže pero i knjigu. Naime, pero i knjiga predstavljaju simbol pismenosti i obrazovanja, što nije čudno, obzirom da je zgrada Arhiva nekada bila knjižnica Sveučilišta. Također, u Velikoj se čitaonici, iznad središnjeg nosivog luka, nalazi slika „Razvitak hrvatske kulture“, poznatog hrvatskog umjetnika, slikara Vlahe Bukovca. Na slici je moguće prepoznati hrvatske velikane poput Boškovića, Gundulića, Sakcinskog i mnoge druge, koji su okupljeni oko božice Atene (slika 2).

Obilazeći zgradu Arhiva, studenti su imali prilike vidjeti i prostoriju „Katalozi“, u kojoj su pohranjeni katalozi, odnosno sažetci radova Hrvatske kinoteke. Od starina, koje se čuvaju u Arhivu, najpoznatije su zlatna bula Bele IV. te proglašavanje bana Josipa Jelačića o ukidanju kmetstva. Također, u zgradi su pohranjene matične knjige, koje često privlače posjetitelje, koji imaju želju istražiti vlastite pretke.



Slika 2 – „Razvitak hrvatske kulture“ hrvatskog slikara Vlahe Bukovca

Nakon razgledavanja prostorija Arhiva, studenti su se uputili u konzervatorsko-restauratorski laboratorij, koji je smješten u podrumu zgrade. Voditelj Igor Kozjak studentima je približio i opsežno objasnio proces restauracije papira. Najčešći problemi, s kojima se restauratori susreću su: vlaga, temperatura, onečišćenje zraka, razni nametnici i sl. Početak restauracije papira započinje zamrzavanjem materijala ili radijacijom, kako bi se uklonile sve bakterije, plijesni, mušice i potencijalni uzročnici propadanja papira. Igor je studentima ukazao na problem s kojim se često susreću restauratori, a to je ušćuvanost papira. Na slici 3 prikazana je loše ušćuvana knjiga, do čijeg je propadanja došlo djelovanjem mikroorganizama.



Slika 3 – Knjiga čiji je uzrok propadanja djelovanje mikroorganizama

Također, restaurator Igor, studentima je objasnio proces restauracije Dubrovačkog statuta iz 1437. godine (slika 4).



Slika 4 – Dubrovački statut iz 1437. godine

Cijeli je statut uvezan u drvene korice, koje su presvučene kozjom kožom, na kojoj se nalazi slijepi tisak te je sve zajedno ukrašeno metalnim okovima. Listovi statuta napravljeni su od teleće pergamene te su kroz cijeli statut iscrtane linije na koje se pisalo. Kako bi se dobilo što više informacija o materijalu, restauratori se služe rendgenskom fluorescentnom spektrometrijom (XRF). Također, na statutu je provedena i fotografska analiza iluminacije te mjerenje pH vrijednosti listova. Naime, donji desni rubovi statuta, zbog listanja stranica, bili su oštećeni te se boja pergamene promijenila u žućkasto-smeđu. Zanimljiva metoda, kojom se pristupalo restauraciji statuta, bila je metoda identifikacije kože, gdje se pomoću mikroskopa lako određuje podrijetlo kože, na temelju razmještaja i veličine pora. Također, snimanjem pod UV svjetlom dobivena je vrlo zanimljiva informacija o statutu. Naime, snimanjem minijature, ustanovljeno je kako se ispod crvenog plašta nalaze zlatni ljiljani, koji su u Francuskoj, od srednjeg vijeka, predstavljali simbol kraljevske časti. Ovaj je simbol vrlo važan povjesničarima za istraživanje društvenih odnosa Dubrovčana i Francuza za to povijesno razdoblje.

Nakon obilaska Hrvatskog državnog arhiva, studenti su ostali oduševljeni stilom gradnje, pričama koje Arhiv čuva, kao i metodama restauracije i konzervacije koje se u njemu provode.



Kad čujete riječ origami, vjerujem da je prva stvar na koju pomislite japanska tehnika savijanja papira. Cilj ove tehnike je saviti list papira u gotovu skulpturu, ali pritom se ne smiju koristiti nikakvi oblici rezanja ili ljepilo. Iako u ovom članku nije riječ o papirnatom origamiju, DNK origami koristi osnovna pravila za savijanje nanostrukture DNK.

Što je DNK origami?

DNK origami je tehnika presavijanja jednolančanih molekularnih šablona DNK na nanoskali, u svrhu stvaranja dvodimenzionalnih i trodimenzionalnih željenih oblika. Ovaj pojam prvi je put objašnjen 16. ožujka 2006. godine u časopisu *Nature* i od toga dana DNK origami prelazi iz forme umjetnosti u niz primjena poput sustava za isporuku lijekova, konstrukciju nanorobota, studije molekularnih motora, te razna medicinska istraživanja u svrhu liječenja raznih oblika bolesti. DNK origami svoje korijene vuče još od otkrića Holliday spoja, privremene razgranate nanostrukture nastale tijekom mioze.

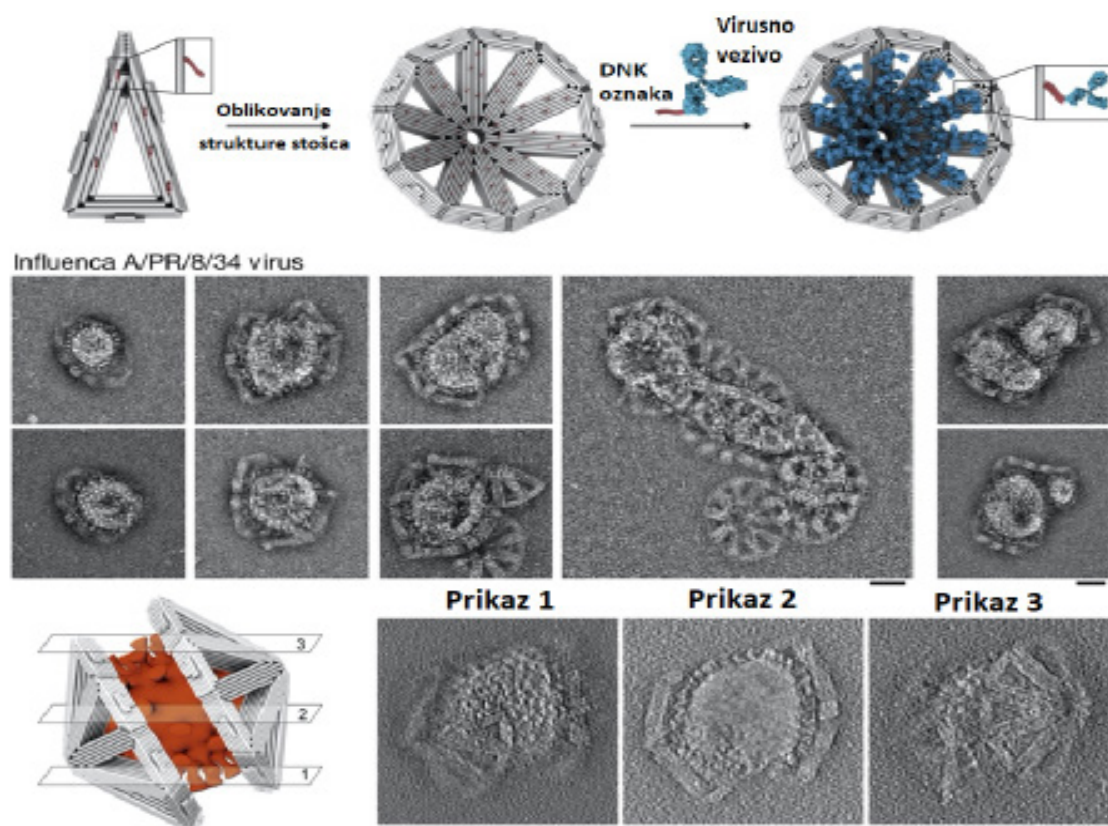
Kako nastaje DNK origami?

DNK origami formiran je pomoću dugog, kružnog, jednolančanog DNK lanca i višestrukih kratkih oligonukleotida koji međusobno djeluju putem vodikovih veza među parovima baza. Višestruke zavojnice spojene su jedna s drugom pomoću spojnice, doprinoseći tako ukupnoj stabilnosti DNK origamija, koji nastaje miješanjem u puferskoj otopini. Kvaliteta ove vrste preklapanja može se analizirati gel elektroforezom i transmisijom elektronskom mikroskopijom.

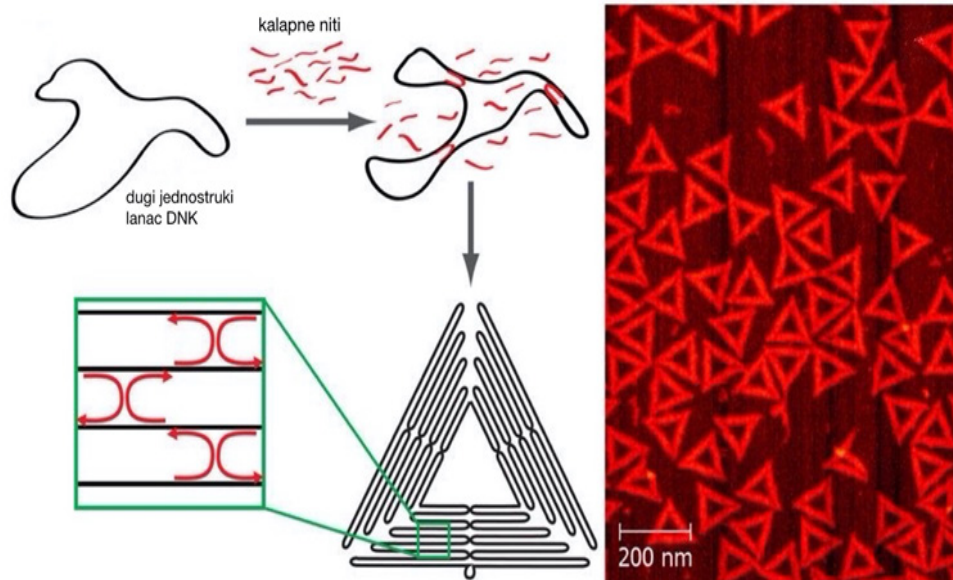
Uporaba DNK origamija

DNK origami svojom izrazitom fleksibilnošću i sposobnošću moduliranja vlastite strukture znanstvenicima omogućava stvaranje širokog niza struktura različitih oblika i veličina uz odgovarajuće sekvence.

Koristeći se ovom tehnikom i sposobnostima DNK origamija, znanstvenici su stvorili tzv. zamke koje bi virusima poput SARS-CoV-2, Zika i Influenza A trebale onemogućiti zarazu stanica, te se nadaju da će u budućnosti ove zamke omogućiti u potpunosti uklanjanje virusa iz tijela. Na slici 1 prikazan je način na koji DNK origami onesposobljava djelovanje velikih virusa poput Influenza A.



Slika 1 – Onesposobljavanje djelovanja virusa Influenza A pomoću DNK origamija



Slika 2 – Trokutasta struktura DNK origamija

Iako je u području uklanjanja virusa iz tijela DNK origami relativno noviji pojam, u području molekularne robotike dobro je poznat i široko upotrjebljiv. Upotrebljava se u konstrukciji nanorobota i drugih struktura za proučavanje fluorescencije, molekularnih motoričkih radnji, interakcija enzima i supstrata, razne studije svjetlosti, isporuku lijekova i slično.

Istraživanja i spoznaje u korištenju DNK origamija

Korištenjem DNK origamija u istraživanjima došli smo do spoznaja koje nam pružaju nove mogućnosti i vidike na neke nam već dobro poznate stvari. Tako je na primjer korištenje DNK origami strukture za spajanje različitih dijelova vrste zelenog fluorescentnog proteina rezultiralo fluorescencijom. Ono je omogućilo bolje poznavanje i razumijevanje djelovanja ovog proteina.

Origami strukture također mogu biti dizajnirane tako da isporučuju enzime svom supstratu ili čak za sputavanje ove vrste interakcije. Jednim od istraživanja pokazalo se kako strukture DNK origamija, osobito one trokutastog oblika kao što je prikazano na slici 2, specifično izabiru i utječu na stanice raka.

Nedavno su znanstvenici razvili hibrid trokutaste DNK origami strukture koja sadrži zlatnu nano-šipku. Ovaj hibridni proizvod uspješno funkcionira kao fototermalno sredstvo za terapiju i optoakustičko sredstvo za snimanje.

U ovom istraživanju koristilo se nekoliko miševa s tumorima u koje se potom ubrizgalo ovo sredstvo. Znanstvenici su pomoću multispektralnih optoakustičkih slika visoke rezolucije, kao i drugih tehnika snimanja, uočili selektivno preuzimanje hibridnog agensa u tumore, nakon čega su miševi bili izloženi bliskom infracrvenom zračenju.

Neka od prijašnjih istraživanja pokazala su kako ova vrsta radijacije uzrokuje kod zlatne nano-šipke emitiranje topline, što dovodi do „ubijanja” stanica. Tumori kod miševa su se gotovo u potpunosti povukli te su miševi pokazali znatno veće prednosti preživljavanja za razliku od kontrolne skupine.

Premda tema DNK origamija i njezinih beneficija nije poprimila velike naslove na medijskim platformama, dobro je poznata u znanstvenim krugovima. Dok čekamo daljnja otkrića na području DNK origamija svakako se možemo pozabaviti njegovim slaganjem, ali ipak u jednostavnijem obliku japanske tehnike presavijanja papira.

Literatura

1. <https://www.the-scientist.com/news-opinion/origami-dna-traps-could-keep-large-viruses-from-infecting-cells-70900> (15. 2. 2023.)
2. <https://www.biosyn.com/faq/what-is-dna-origami.aspx> (15. 2. 2023.)
3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266638642200563X> (15. 2. 2023.)
4. <https://www.idtdna.com/pages/education/decoded/article/practical-applications-of-dna-origami> (15. 2. 2023.)
5. <https://www.futuremedicine.com/doi/10.2217/nnm-2018-0440> (15. 2. 2023.)
6. https://en.wikipedia.org/wiki/DNA_origami (15. 2. 2023.)



Radionica u knjižnici Gajnice

Rafaela Kovačević (FKIT)

Dana 31. siječnja i 3. veljače Boje inženjerstva održale su radionice u sklopu programa „Najmanji znanstveni laboratorij“ u knjižnici Gajnice. Uz radionicu Boja inženjerstva, održane su radionice: Čokolada-valovi užitka (prof. dr. sc. Danijela Ašperger i Bruna Babić Visković, mag. ing. oecoing.), Život u kapljici vode (prof. dr. sc. Marija Vuković Domanovac, dr. sc. Monika Šabić Runjavec i Martina Trtinjak, studentica) i Čarobni svijet mikroorganizama (prof. dr. sc. Dajana Kučić Grgić, Martina Miloloža, mag. ing. oecoing. i Kristina Bule Možar, mag. ing. oecoing.).



Radionice su bile namijenjene djeci predškolske dobi kako bi im se približilo STEM područje i u njima pobudili mali znanstvenici. Radionice STEM-a za predškolce (Najmanji znanstveni laboratorij) prvi su put organizirane još 2015. godine, no zbog slabe zainteresiranosti gostiju i pandemije koronavirusa, unazad zadnjih par godina radionice se nisu održavale. Radionice je organizirala prof. dr. sc. Vesna Očelić Bulatović, koja je uz prof. dr. sc. Dajanu Kučić Grgić bila koordinatorica ovog programa.



Pokusi koje su Boje inženjerstva izvodile su: Silikatni vrt, Prirodni pH indikatori, Čarobno mlijeko, Duga u čaši i Slonova pasta. Djeca su se zabavila uz pokuse i pokazala interes u STEM području. Odgajateljice u vrtiću su također iskazale veliki interes te su izrazile želju za provođenjem radionica Boja inženjerstva u vrtiću.



Radionicu Boja inženjerstva održale su studentice Rafaela Kovačević, Dora Lovrenčić, Mateja Novak i Andela Nosić. Kao zahvalnost održavanja radionice, Boje inženjerstva su dobile potvrdu i knjige bestsela na poklon. Boje inženjerstva su prvi put održale radionicu među djecom predškolske dobi. Bilo je jako zanimljivo vidjeti kako predškolci razmišljaju i kako gledaju na svijet oko sebe. Ono što očekujemo je nastavak provođenja radionica na ovakvim događanjima te se nadamo kako ćemo onim najmanjima potaknuti interes za prirodnim znanostima.



Eduka – Centar lokalnog razvoja omiljeno mjesto malih znanstvenika

Iva Turkalj (FKIT)

EDUKA je udruga s misijom pokretanja lokalnog razvoja na području općine Klinča Sela. Udruga provodi ESF projekt (Sinekološka STEM EDUKacija u Klinči, UP.04.2.1.10.0061, u iznosu od 310 959 € (2 341 515,84 HRK), 29. 6. 2021. – 29. 6. 2023.). Svrha projekta je pojačati kapacitet udruge popularizacijom znanosti i poticanjem interesa djece, mladih i opće populacije Zagrebačke županije o mogućnostima i primjeni STEM znanja u obrazovanju, svakodnevnom životu i radu. Pri tome je naglasak na sinekologiji, grani znanosti o ekologiji u kojoj se koriste saznanja iz kemije, fizike, matematike te drugih prirodnih znanosti. Multidisciplinarni tim znanstvenika s PMF-a, IRB-a, DHMZ-a i AGR-a educirao je 23 volontera (studenti FKIT-a, PMF-a, učitelji i nastavnici srednjih i osnovnih škola, odgajateljice) koji provode interaktivne radionice kako bi povećali interes za eksperimentiranjem. Radionice se provode u novoopremljenom laboratoriju, vrtu bioraznolikosti Amruševo te 2000 Natura područjima: Crna Mlaka, Klinča Sela, JUPP Žumberak – Samoborsko gorje, Pokupski bazen. Edukacija uključuje šest programa prilagođenih pojedinim uzrastima (Ref. 1): 1. *Voda iz svih znanstvenih kuteva*; 2. *Uloga ekosustava za pojedine segmente života*; 3. *Okoliš – voda, tlo i zrak*; 4. *WASH program*; 5. *GLOBE program*; 6. *Program rada s nadarenima*.

U radionici *Voda iz svih znanstvenih kuteva* se na kreativan i zabavan način uči o vodi kao esenciji života za sva živa bića. Cilj radionice je izazvati čuđenje i zahvalnost prema vodi kod djece, formiranjem istraživačkog ozračja u laboratorijskim uvjetima i poticanjem autonomije djece u istraživanju, otkrivanju i rješavanju problema u sva četiri STEM područja.



Slika 1 – Mali istraživači u akciji

Također, djeca će aktivnim uključivanjem u istraživanje o vrijednosti očuvanja čiste vode te u aktivnosti opažanja promjena u vodi (otapanje soli, promjene boje, zvuk vode...) unaprijediti prirodoslovne, motoričke i digitalne kompetencije. Primjenom naprednih digitalnih tehnologija omogućit će se učenicima lakše i brže usvajanje znanja, a implementacijom praktičnih zadataka vezanih uz morfološke analize pojedinih svojti rakova omogućit će se primjena elemenata inženjerstva i matematike. Uz sve to, djeca imaju mogućnost primjenjivati matematičke metode u izračunavanju gustoće zooplanktonskih zajednica, kao i stjecati znanje o raznolikosti riba u Hrvatskoj. Provedbom radionica želi se pružiti djeci raznih uzrasta aktivno uključivanje u istraživanje neposredne okoline i živih bića u njoj te upoznavanje s osnovnim elementima znanstvenih terenskih istraživanja u području biologije vodenih organizama, stajačica i zooplanktonskih organizama, faune tla te ekologije. Učenicima će se omogućiti doživljaj radosti znanstvenoga otkrića na terenu i u laboratorijskim uvjetima uz primjenu odgovarajućih alata i napredne digitalne tehnologije.

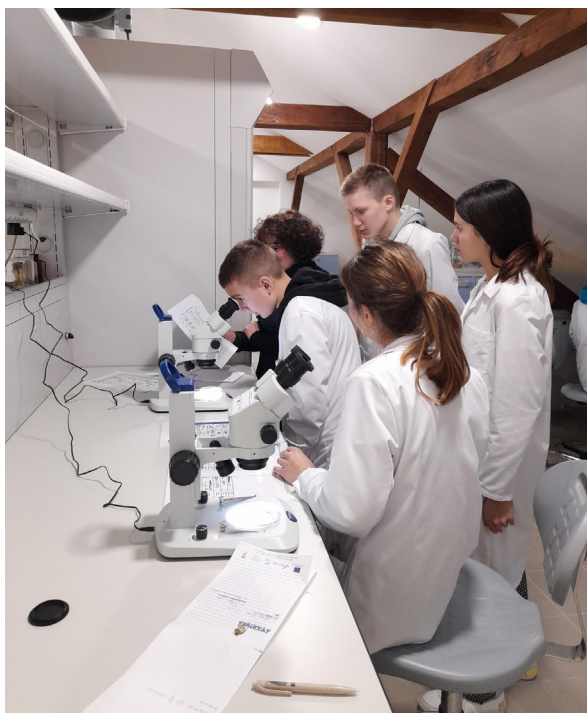
Cilj radionice *Uloga ekosustava za pojedine segmente života* je razviti svijest kod djece o zaštiti slatkovodnih organizama, prirode i okoliša te spremnost vlastitog uključivanja u aktivan rad u prirodi. Radionice pružaju slobodu i inspiraciju u vizualnoj percepciji vodenih organizama kroz kreativno i zabavno učenje o malim živim bićima koji žive u vodi i njihovoj važnosti za nas ljude. Djeca mogu sudjelovati u aktivnostima pronalaženja odgovora gdje žive vodeni beskralježnjaci u potocima, moći će prepoznati plivače i hodače među vodenim beskralježnjacima, razumjeti kako ribe mogu promijeniti stanište te dizajnirati ključne elemente slatkovodnog ekosustava u kojem je moguć život. Isto tako, radionice će im omogućiti shvaćanje ekološke vrijednosti malih stajačica putem praćenja zajednica zooplanktona, kao i samostalni odabir primjerene metode za prikupljanje faune tla i prikaz podataka. Polaznici radionica u STEM laboratoriju sudjeluju u eksperimentima na temu vode i tla, te se upoznaju, primjereno svojoj dobi, s laboratorijskim sudem i osnovnim laboratorijskim tehnikama koje se koriste u kemijskom laboratoriju. Izvođenjem jednostavnih kemijskih pokusa, uz nadzor i pomoć znanstvenika, volontera i koordinatora, uče o pojedinim svojstvima vode i tla, upoznaju se s pojmovima kao što su kiselost i lužnatost, zasićenost plinovima, ravnoteža reakcije, brzina kemijske promjene, taložni procesi, koloidne čestice, međučestične privlačne sile i slično.

Uočavanjem promjena tijekom izvođenja eksperimenta i donošenje zaključaka, djeca i mladi razvijat će prirodoslovni način razmišljanja. Upoznaju se s planiranjem eksperimenta, opažanjem promjena i izvođenjem zaključaka te proširuju svoja znanja o vodi i o svojstvima vode, kruženju vode u prirodi te vodi u našem tijelu. Kroz radionice se također upoznaju sa stvaranjem kemijskih veza kao i njihovim kidanjem. Osim eksperimenata u laboratoriju, djeca shvaćaju važnost bioraznolikosti, ekologije te očuvanja okoliša.



Osim raznih radionica iz kemije, biologije i meteorologije u udruzi se provode i dva glavna programa GLOBE i WASH program. Doprinos WASH radionice očitovat će se u vidu podizanja svijesti, znanja i sposobnosti potrebnih za razvoj kompetencija obrazovnih radnika i učenika, koje će omogućiti zapažanje i samostalno vrednovanje ugroženosti i ekološkog stanja slatkovodnih ekosustava, razumijevanje potencijalnih utjecaja klimatskih promjena na slatkovodne ekosustave i razumijevanje razvijanja odgovarajućih strategija za njihovo očuvanje i povratak u prirodno stanje.

Razvijat će se kritičko mišljenje o ciljevima Programa globalnog razvoja za 2030., poznatijeg kao Agenda 2030 za održivi razvoj, s naglaskom na ciljeve 6. cilja održivog razvoja – SDG6 – pitka voda i higijenski uvjeti. Dodatno, radit će se na poboljšanju aktivnog korištenja multimedijских aplikacija i razvijanja vještina koje će volonterima i nastavnicima omogućiti lakše i brže korištenje digitalnih, multimedijских i zelenih izvora informiranja te modela poučavanja. Obrazovni radnici nakon radionica moći će unaprijediti stil poučavanja i ishode učenja na svim razinama didaktičkih i metodičkih programa prema principima UNESCO-IHE i programa WASH od UNICEF-a. Nadalje polaznici će razviti kompetencije za efikasniji prijenos znanja o tome kako ljudsko djelovanje utječe na kvalitetu vodenih staništa. Uz sve to, učenici će se upoznati s korištenjem sučelja simulacijske igre WEAP (engl. *Water Evaluation and Planning*).



Slika 2 – Mikroskopiranje u laboratoriju Eduke

Program GLOBE predviđa redovita i kontinuirana učenička mjerenja i opažanja u neposrednom okolišu škole, u području atmosfere, vode, tla i pokrova. Prikupljeni se rezultati unose u zajedničku bazu podataka, koja je otvorena i dostupna svim posjetiteljima na adresi: www.globe.gov

Ne postoje ograničenja za pregled i korištenje baze podataka, ali unositi podatke mogu samo osobe koje su prošle potrebnu edukaciju. Sudjelujući u programu učenici na konkretnim primjerima primjenjuju školska teoretska znanja te iskustvenim učenjem stječu nove spoznaje o cjelovitosti okoliša, razvijajući pritom brojne vještine i pozitivne stavove te stječu samosvijest temeljenu na svom aktivnom sudjelovanju i doprinosu. U razradi metodologije GLOBE mjerenja i pratećih edukativnih materijala sudjelovali su renomirani stručnjaci pa stranice Programa GLOBE predstavljaju vrijedan edukativni resurs, čak i ako škola nije aktivno uključena.

Većina radionica je multidisciplinarna, primjerice asignacija biljnih pigmenta uzorka zeljastih listova iz našeg vrta bioraznolikosti Amruševo. Vrt je osmišljen kao glavna lokacija za praktični rad u kojem smo do sada zasadili razne vrste sadnica, postoje dva vodena ekosustava iz kojeg se uzimaju uzorci za različite eksperimente te su stanište mnogobrojnim organizmima. Glavna ideja projekta je naglasak na primjeni stečenog znanja u praksu tzv. „hands on” te poticanje na istraživanje i shvaćanje važnosti prirodnih znanosti i njihove primjene. Naime, svi polaznici (djeca, učenici, studenti) provode samostalno eksperimente uz asistenciju edukatora. Do sada smo sakupili veliki broj polaznika i obožavatelja, te se nadamo da će se ideje udruge širiti i napredovati.



Slika 3 – Vrt bioraznolikosti Amruševo

Nanotehnologija – Danas i sutra!

Tea Horvat (FKIT)

Studentska sekcija HDKI-ja održala je prvi ovogodišnji projekt pod nazivom *Nanotehnologija – Danas i sutra!* 18. veljače 2023. na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Iz razmišljanja što nam sve nanotehnologija može ponuditi, organiziran je projekt u svrhu podučavanja novih inženjerskih generacija o primjeni ove mlade znanosti.

Općenito, nanotehnologija obuhvaća široko područje istraživanja koje se bavi primjenom i razvojem novih sustava i uređaja čije su dimenzije do 100 nm. Svojstva čestica se na nanoskali drastično mijenjaju zbog čega se molekule, makromolekule i strukture primjenjuju u raznim granama znanosti poput znanosti o materijalima, medicine, biotehnologije, elektronike i sl. Na projektu je održano šest plenarnih predavanja koja su obuhvatila navedene znanstvene discipline.

Tin Klačić, mag. chem., u svojim istraživanjima bavi se polielektrolitnim nanofilmovima te je kroz predavanje pobliže objasnio njihova svojstva i primjenu u nanomedicini, prof. dr. sc. Željka Vanić (slika 1.a) bavila se izazovima u razvoju nanoterapeutika, dok je dr. sc. Ivana Vinković Vrček (slika 1.d) pojasnila koliko su nanonosaci bitni za sigurniju i efektivniju terapiju raznih bolesti.



Slika 1 – Predavači

Dr. sc. Marko Kralj (slika 1.b) dočarao je svojim predavanjem nanotehnologiju kroz oči fizičara, prof. dr. sc. i sadašnji dekan Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, Ante Jukić (slika 1.c), iz vlastitog iskustva je studentima približio primjenu nanotehnologije u kemijskoj i elektrotehničkoj industriji te posljednji predavač, ujedno i profesor na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije, prof. dr. sc. Stanislav Kurajica (slika 1.e) pojasnio je važnost nanokristalične keramike.



Slika 2 – Publika projekta Nanotehnologija – Danas i sutra

Kako nanotehnologiju prati rastući trend napretka iz dana u dan, nužno je podučiti mlade znanstvenike o novootkrivenim dostignućima ove znanstvene discipline. To su prepoznali brojni studenti (slika 2) s Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Fakulteta strojarstva i brodogradnje te Grafičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu zbog čega je posljedično odziv na projekt bio velik.



Slika 3 – Organizacijski odbor projekta

Ovim putem zahvaljujemo sponzoru projekta *Ru-Ve d. o. o.* te donatorima *Alka script*, *Anamaria*, *BITE ME*, *Greblica* i *Juicy*. Zahvaljujemo i Sanjinu Smojveru na fotografiranju projekta. Naposljetku, velika zahvala mojem Organizacijskom odboru (slika 3) bez kojeg projekt ne bi bio ovako uspješan.



ZNANSTVENIK

Chat GPT – sustav umjetne inteligencije

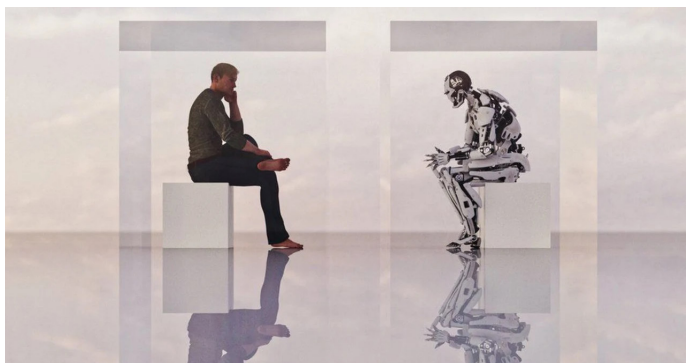
Lana Grlić (FKIT)



Umjetna inteligencija je područje računalne znanosti koje se fokusira na dizajniranje uređaja sposobnih za korištenje različitih oblika inteligencije za obavljanje zadataka. Pojam također obuhvaća bilo koji neživi sustav koji posjeduje inteligenciju, uključujući računalne sustave i robote, iako roboti ne moraju uvijek posjedovati inteligenciju. Ovi inteligentni sustavi mogu interpretirati i sintetizirati ponašanja slična ljudskim prilagodbom novim situacijama, učenjem novih koncepata, izlaganjem fleksibilnog ponašanja, razumijevanjem prirodnog jezika, demonstriranjem osobina svijesti te prikupljanjem i obradom informacija. Chat GPT je primjer generativne umjetne inteligencije, što znači da ima sposobnost generiranja različitih vrsta podataka kao što su zvukovi, slike, tekst i simulacije, umjesto da samo analizira postojeći sadržaj i djeluje na dobivenim podacima. U Silicon Valley generativna umjetna inteligencija identificirana je kao vodeći tehnološki trend, s OpenAI-jem na čelu inovacija u ovom području.

OpenAI je istraživačka tvrtka osnovana 2015. Počela je kao neprofitna korporacija, ali je ubrzo postala društvo s ograničenom odgovornošću. Tvrtku su osnovali Elon Musk i Sam Altman, no Musk je dao ostavku 2018. kako bi se usredotočio na druge projekte, iako ostaje dobročinitelj i savjetnik tvrtke. Treba napomenuti da ChatGPT nije prvi AI chatbot. Microsoftov AI chatbot Tay i Metin BlenderBot 3 chatbot prvi su OpenAI chatbotovi te vrste. Doduše njihovo lansiranje prošlo je neslavno, a botovi su optuženi da korisnicima daju lažne činjenice i daju rasističke i seksističke odgovore. OpenAI nastoji izbjeći ovakve situacije korištenjem takozvanog Moderacijskog API sistema, ovakav sistem iako nije sasvim točan, olakšava programerima uočavanje situacija u kojima dolazi do kršenja pravilnika, kao ilegalne ili problematične informacije. ChatGPT omogućava korisnicima prirodan dijalog koristeći RLHF (engl. *Reinforcement Learning Human Feedback*), također prepravlja kodove i uočava gramatičke greške. ChatGPT s lakoćom i brzinom generira esejske odgovore na pitanja korisnika.

Unatoč impresivnom lansiranju, ChatGPT nije bez nedostataka. Unutar samo pet dana od svog debija u studenome 2022., platforma je prikupila više od milijun korisnika i nastavila privlačiti nove korisnike.



Slika 1 – Umjetna inteligencija

Međutim, zbog velike potražnje, stranica se često zamrzava i korisnici se ne mogu uključiti u rad s botom. Osim toga, kao noviji sustav, baza znanja ChatGPT-a ograničena je uglavnom na informacije iz 2021.

Razvoj ChatGPT-a izaziva etičku zabrinutost jer ga programeri mogu koristiti za pisanje koda, a studenti za odgovaranje na ispitna pitanja. Iako je odličan u generiranju teksta, uključujući prozu i poeziju, također održava strahove da bi sustavi umjetne inteligencije mogli na kraju zamijeniti ljudske poslove. Strah od gubitka zanimanja definitivno je opravdan, uzimajući u obzir kako su mnoga zanimanja tijekom godina postala dio prošlosti.

Time, ovakav scenarij nije daleko od realnosti te predstavlja moguće posljedice tehnološkog napretka. Uz priče o robotima koji otimaju naš posao, suočavamo se sa zabrinjavajućim problemom.

Literatura

1. Lund, B.D. and Wang, T. (2023), Chatting about ChatGPT: how may AI and PT impact academia and libraries?, Library Hi Tech News, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/LHTN-01-2023-0009>
2. Pugsley, A. (2023), ChatGPT is scary, <https://www.bookcraft.blog/chatgpt-is-scary>
3. ColdFusion (2023): Google Panics Over ChatGPT [The AI Wars Have Begun] [Youtube video, 6.2.] URL: <https://youtu.be/Nh5i5obZ8OY> (23. 2. 2023.)
4. Castelvechchi D., Are ChatGPT and AlphaCode going to replace programmers?, Nature. 2022 Dec. DOI: 10.1038/d41586-022-04383-z



Tamna strana brze mode

Ana Boltek (FKIT)

U zadnjih 15 godina proizvodnja odjeće se udvostručila, čineći 60 % svih proizvodnja tekstila. Jedan poseban trend pokretač ovog povećanja je pojava brze mode. Pojam brze mode (engl. *fast fashion*) označava proizvodnju odjevnih predmeta na masovnom tržištu u skladu s najnovijim trendovima. Zbog promjena u potrebama i preferencijama potrošača pojavila se i potreba za novim načinom dizajniranja, proizvodnje i distribucije odjeće i tekstila. Glavna ideja koja stoji u osnovi koncepta brze mode je promocija modne potrošnje kao nečega *trendy*, pristupačnog, brzog i jednokratnog.

Kao što je prethodno navedeno, ChatGPT već može vješto generirati kod, pisane odlomke, matematička rješenja i još mnogo toga. Iako bi takav chatbot nesumnjivo mogao funkcionirati kao pomoć, pravo je pitanje što će se dogoditi kada se oslonimo na njega da se trajno uhvati u koštac s tim izazovima. Kako će nedostatak aktivnosti koje pospešuju vježbanje mozga utjecati na našu vrstu?

Prošlog tjedna Microsoft Bingov AI chatbot dospio je na naslovnice nakon što je više puta odgovorio na neočekivane načine. U jednom je trenutku AI chatbot rekao kolumnistu New York Timesa da je zaljubljen u njega i pokušao ga uvjeriti da nije sretno oženjen. Kao rezultat toga, Microsoft je nametnuo ograničenja na teme razgovora chatbota, ograničavajući ga na odgovaranje frazama poput „Ne želim razgovarati o ovoj temi” ili promjenu teme nakon pet minuta angažmana korisnika. Unatoč tome što ga pokreće umjetna inteligencija, Bingov chatbot povremeno vraća netočne rezultate pretraživanja, slično kao njegov konkurent Bard iz Googlea.

ChatGPT je nedvojbeno impresivan tehnološki napredak koji korisnicima nudi vrijedan i praktičan alat. Međutim, razvoj takvih tehnologija izaziva etičku zabrinutost i stvara tjeskobu o tome što nosi budućnost. Strah od nepoznatog i neizvjesnost za sutrašnjicu prirodno prate pojavu umjetne inteligencije. Jasno je da umjetna inteligencija predstavlja značajan korak naprijed i moramo promatrati i procijeniti njezine učinke na naše društvo kako se odvijaju. Iako se mogućnost preuzimanja vlasti u stilu znanstvene fantastike od strane umjetne inteligencije trenutno čini malo vjerojatnom, puni utjecaj ove tehnologije na naš svijet tek će se vidjeti.

Vrijeme proizvodnje odjevnih predmeta koji se svrstavaju u brzu modu mnogo je kraće zbog veoma čestog mijenjanja trendova kojima se brza moda pokorava te su proizvodi tako nastali većinom jednokratni ili kratkog vijeka. Mnogi od tih predmeta ubrzo završe na odlagalištima otpada, i to njih 73 % dok se reciklira oko 1 % odjeće. Takva proizvodnja uključuje upotrebu genetski modificiranog pamuka, kemikalija i pesticida kako bi se proizvod što prije proizveo. Procjenjuje se da godišnje u Velikoj Britaniji na odlagalištima završi odjeća u vrijednosti od 160 milijuna eura.

Prijevoz proizvoda od mjesta proizvodnje do prodajnih mjesta doprinosi sve većem ugljičnom otisku tekstilne industrije. U 2015. emitirano je oko 1,2 milijarde metričkih tona CO₂. Smatra se da bojanje i dorada tekstila doprinose s 20 % onečišćenja vode u svijetu, a emisija mikrovlakana tijekom pranja iznosi pola milijuna



Slika 1 – Prikaz odjevnih predmeta na odlagalištima koji nisu pravilno zbrinuti nakon upotrebe

metričkih tona godišnje što znatno doprinosi onečišćenju života u vodi. Vodeni otisak mode je posebno problematičan. Ogromne količine vode koriste se tijekom cijele proizvodnje odjeće, uključujući za rast usjeva kao što je npr. pamuk i u tkanju, proizvodnji, pranju i postupcima bojenja. Proizvodnja traper odjeće troši preko 5000 l vode samo jedan par traperica. Imajući na umu sve to, prekomjernu potrošnju vode, upotrebu kemikalija, veliku potrošnju energije i na kraju odbacivanje na odlagališta ili spaljivanje, zaključujemo kako utjecaj brze mode, a ujedno i same modne industrije ima iznimno velike negativne posljedice za okoliš.

Literatura

1. Drašković, N.; Marković, M.; Petersen, C. (2018). Začeci Swatcha: razvoj poslovnog modela brze mode u industriji satova. *Market* 30 (1), str. 97.
2. Moorhouse, D. (2020). Making Fashion Sustainable: Waste and Collective Responsibility. *One Earth*, 3(1), 17–19. doi:10.1016/j.oneear.2020.07.002

S druge strane mi, potrošači, ne bismo trebali samo zbrinuti, ponovno upotrijebiti ili preraditi odjeću na odgovarajući način, nego također prati i njegovati odjevni predmet na način da je oboje održivo i osigurava dugotrajnost artikla.

Postoji još opcija kako smanjiti masovnu proizvodnju kratkotrajnih odjevnih predmeta kao što je tzv. *vintage* moda. Mnogi modni brendovi kao što je npr. *Levi Strauss & Co.* i *Mud Jeans* prigrlili su ovaj ekološki osviješten pokret koji uključuje prerađene, već nošene *vintage* komade. Također u društvu su sve popularniji *second-hand* trgovine u kojima se prodaje rabljena i već nošena odjeća po nižim cijenama što isto predstavlja jedan veliki ekološki korak. Zahvaljujući podizanju svijesti o velikom negativnom utjecaju brze mode i modne industrije na okoliš društvo se počelo zanimati za podrijetlo proizvoda i njegov utjecaj na društvo i okoliš.

Neki brendovi uvode ideje poput „uzmi natrag” pri čemu kupci su pozvani da vrate neželjenu odjeću ili uz popust buduće kupnje ili kao način rasterećenja od neželjenih odjevnih predmeta. Postizanje održivosti u proizvodnji odjevnih predmeta predstavlja ogroman i složen izazov, no ovakvim pokretima većih brendova bližimo se cilju očuvanja prirodnih resursa što na kraju ishodi minimalnim onečišćenjima štetnim emisijama, smanjenjem upotrebe nepotrebnih kemikalija te štednjom velikih količina vode i energije.

I Toksičnost kobalta

Lea Raos (FKIT)

Kobalt (Co) je element metala u tragovima koji je neophodan za normalan stanični metabolizam, ali pri visokim razinama može dovesti do stanične apoptoze, nekroze i oksidativnog oštećenja DNK. Jedina poznata biološka funkcija kobalta je njegova uloga metalne komponente vitamina B12. Spojevi kobalta pretežno se pojavljuju u dva valentna stanja: Co^{2+} i Co^{3+} .

Zbog njegove raširene pojave, ljudi su često izloženi raznim spojevima kobalta u svakodnevnom životu. Izvori Co raspoređeni su u četiri postavke izloženosti: profesionalna, okolišna, prehrambena te medicinska. Kobalt se koristi u legurama, poluvodičima, gnojivima, kao sredstvo za sušenje laka i emajla za čelik. U obliku kobalt sulfata, posebno je važan u litijevim baterijama, gdje djeluje kao katodni stabilizator.

Nedavno je korištenje artikulacija metal na metal u totalnoj artroplastici kuka (THA) dovelo do porasta nuspojava zbog lokalnih reakcija mekog tkiva na metalne ione i ostatke trošenja.



Slika 1 – Kobalt

Dok većina ovih implantata radi dobro, mali dio pacijenata može razviti komplikacije koje su posljedica sistemske toksičnosti kobalta kada ti implantati zakažu.

Kobalt se ne pojavljuje u elementarnom stanju *in-vivo*, ali postoji ili kao dvovalentni ili trovalentni kation koji se može kompleksirati s drugim izvanstaničnim ili unutarstaničnim molekulama da bi se formirali kobaltovi oksidi, organofosfati i kloridi. Nedavne studije pokazuju da citotoksični učinci kobalta oštećuju funkciju makrofaga, fibroblasta i osteoblasta stvaranjem slobodnih radikala i aneuploidijom. Taj učinak ovisi o dozi, veličini i obliku nanočestica koje se oslobađaju trošenjem implantata u pacijenta (npr. kuk).

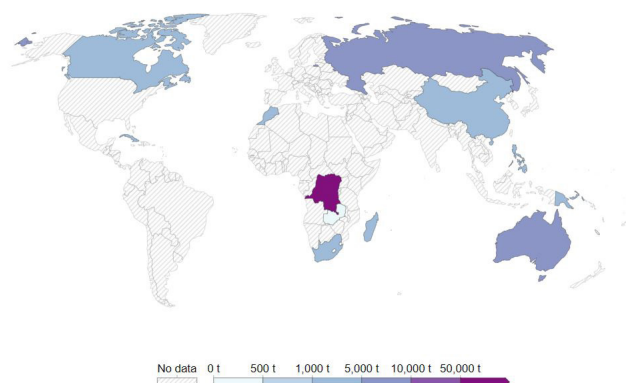
Povećane koncentracije kobalta u krvi (veće od 700 µg) dovode do problema sa srcem, oštećenja vida i sluha. Ranija istraživanja otkrila su nuspojave uključujući probavne smjetnje, glavobolje, promjene krvnog tlaka i oštećenja imunološkog sustava. U okolišu povećane koncentracije dovele su do smrtnosti usjeva i crva vitalnih za plodno tlo.

Utjecaj na okoliš proteže se kroz životni ciklus proizvoda od rafinerija, tvornica baterija, proizvođača robe široke potrošnje, elektroničkih postrojenja za recikliranje i odlagališta otpada.

Postoji sve veći potencijalni rizik za javno zdravlje zbog konzumacije prehrambenih usjeva koji rastu na odlagalištima rudarskog otpada. Nakupljanje teških

metala u tlu može dovesti do povišene koncentracije tih metala u plodovima koji rastu na takvim branama rudničke jalovine. U Zambiji su istražena tla na kojima se uzgaja mango te su ustanovljene povećane koncentracije kobalta i bakra u voću poradi uzgoja u blizini rudnika.

PROIZVODNJA KOBALTA, 2021.



Slika 2 – Prikaz svjetske proizvodnje kobalta u 2021.

Budućnost s niskom razinom ugljika značiti će skladištenje energije s visokim sadržajem kobalta. U 2017. svjetski proizvođači baterija upotrijebili su 41 000 tona kobalta (trećina ukupne proizvodnje). Očekuje se da će se do 2025. to povećati na 117 000 tona. Stoga je nužno provesti zakone te na taj način smanjiti koncentracije kobalta i ostalih toksičnih metala u okolišu.

Literatura

1. Laura Leyssens, Bart Vinck, Catherine Van Der Straeten, Floris Wuyts, Leen Maes, Cobalt toxicity in humans—A review of the potential sources and systemic health effects, *Toxicology*, Volume 387, Pages 43-56, 2017
2. Cheung AC, Banerjee S, Cherian JJ, et al. Systemic cobalt toxicity from total hip arthroplasties. *Bone Joint J.* 2016;98-B(1):6-13
3. Kayika P, Siachoono SM, Kalinda C, Kwenye JM (2017) An Investigation of Concentrations of Copper, Cobalt and Cadmium Minerals in Soils and Mango Fruits Growing on Konkola Copper Mine Tailings Dam in Chingola, Zambia. *Arch Sci*
4. <https://amp.theguardian.com/global-development/2019/dec/18/how-the-race-for-cobalt-risks-turning-it-from-miracle-metal-to-deadly-chemical> (22. 2. 2023.)

Trenutna uloga kemijskog inženjerstva u rješavanju ekoloških problema

Katarina Marija Drmić
(mag. ing. cheming)

Kemijsko inženjerstvo pokazalo se kao moćan alat za sveobuhvatna rješenja za širok raspon ekoloških problema. Klasične discipline kemijskog inženjerstva opsežno su primijenjene na tipične i nove ekološke tehnologije kao što su obrada otpadnih voda, anaerobna

digestija, biofiltracija itd. Među njima je važno istaknuti ove klasične teme kemijskog inženjerstva: dizajn kemijskih reaktora, kinetika, simulacija, kontrola, modeliranje a posebno bilance topline i mase.¹

Brza industrijalizacija, s ekonomskim prosperitetom postavljenim kao primarnim ciljem, uvijek je stvarala neke sekundarne nepodnošljive probleme kao što su kontaminacija teškim metalima, otpadne vode koje trebaju sanaciju. Industrijske otpadne vode glavni su uzročnici onečišćenja vodenih i kopnenih ekosustava toksičnim teškim metalima poput arsena, bakra, kroma, kadmija, nikla, cinka, olova i žive čija se opasna priroda u biotičkim sustavima pripisuje njihovoj visokoj topljivosti u vodenim sredinama. Stoga je uvijek postojala potreba za uklanjanjem i/ili oporabom ovih toksičnih, bionerazgradivih i postojanih teških metala iz industrijske otpadne vode.



Već nekoliko desetljeća provode se opsežna istraživanja za jednostavno, učinkovito i ekonomično uklanjanje teških metala s različitim stupnjem uspjeha. Kemijsko taloženje, adsorpcija, ionska flotacija, ionska izmjena, koagulacija/flokulacija i elektrokemijske metode bile su najlakše dostupne konvencionalne metode za uklanjanje ovih teških metala. Međutim, te su metode imale neke ozbiljne nedostatke kao što je velika proizvodnja mulja koja zahtijeva daljnju obradu, niska učinkovitost uklanjanja i visoki energetske zahtjevi. Posljednjih godina istražuju se novije, učinkovitije, ekonomičnije i inovativnije tehnologije. Nedavno su razvijene fotokataliza, elektrodijaliza, hidrogelovi, tehnika membranske separacije i uvođenje novijih adsorbenata za bolju adsorpciju.²

Razvijeno je nekoliko polimernih materijala i niz nanomaterijala kako bi se poboljšala učinkovitost uklanjanja teških metala. Čimbenici uključujući pH, temperaturu i tlak utječu na cijenu i učinkovitost uklanjanjem putem membranske tehnologije. Parametre treba prilagoditi njihovim odgovarajućim vrijednostima kako bi se troškovi mogli smanjiti, a učinkovitost povećala. Različiti ioni teških metala mogu se ukloniti iz otpadne vode upotrebom adsorbenata na bazi polimera.³

Još jedan način upotrebe kemijskog inženjerstva za rješavanje ekoloških problema je pretvorba otpada u energiju. Otpadni materijali koji se ne mogu reciklirati i ponovno upotrijebiti pretvaraju se u toplinu i električnu energiju. Kako se potražnja za energijom povećava, recikliranje u energiju učinkovitije je od drugih strategija gospodarenja otpadom. Nadalje, može smanjiti potrebu za prirodnim resursima, uvozom energije i odlaganjem otpada.

Kao rezultat dobiju se transportna goriva, kemikalije, željezni i neželjezni metali, energija i smanjene emisije stakleničkih plinova, otpad koji se pretvara u energiju također pruža vrhunske ekološke i ekonomske koristi. Kao kombinacija tehnologija, mikrobnim elektrokemijski sustavi koriste mikroorganizme za pretvaranje kemijske energije u električnu energiju. U budućnosti bi ovakav način gospodarenja otpadom moglo ponuditi alternativu fosilnim gorivima za proizvodnju električne energije i opasnim spojevima za proizvodnju kemikalija. Imperativ je da se čovječanstvo što prije pozabavi emisijom ugljičnog dioksida. Obećavajuća tehnologija, izgaranje goriva s kisikom, može smanjiti emisije ugljičnog dioksida. Zbog biogenih emisija koje stvara komunalni otpad, izgaranje goriva s kisikom može proizvesti negativne emisije CO₂ pri spaljivanju otpada. Smjesa kisik-kisik i recirkulirani dimni plin koriste se u izgaranju goriva s kisikom.⁴

Biološka obrada otpada je još jedna od tema u kojoj je potrebno više pristupa kemijskog inženjerstva. Od načina kompostiranja, do samog pristupa redukcije otpada, kružnog gospodarstva za pretvaranje otpada u nove bioproizvode, potrebno je pristupiti i s više upotrebe kemijskog inženjerstva.¹

Potrebno je okrenuti se novim načinima i pristupima pri rješavanju ekoloških problema. Danas je sve više štetnih tvari koje nas okružuju zato je potrebno doći do novih rješenja vezanih za redukciju plastike, teških metala te općenito zagađenja zraka česticama koje dolaze iz tvornica. Potrebno je da se danas više primjenjuje inženjerski pristup rješavanju ovakvih problema te da se povezuju znanja iz različitih područja znanosti.

Literatura

1. Sánchez, A., The Current Role of Chemical Engineering in Solving Environmental Problems, 2019
2. The evolving engineer; professional accreditation sustainability criteria societal imperatives and norms, 2023
3. Shrestha, R., Ban, S., Devkota, S., Sharma, S., Joshi, R., Prasad Tiwari, A., Yong Kim, H., Kumar Joshi, M., Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review, 2021
4. Zuurro, A., Sivakumar, M., Niedbała, G., Tsigkou, K., Microbial Electrochemical and Low Carbon Technologies in Waste Treatment for Waste to Energy Systems, 2023



BOJE INŽENJERSTVA

Intervju „Na kavi s asistentima“ – Iva Ćurić, mag. ing. cheming.

Dora Ljubičić (FKIT)

Prošli sam mjesec na Zavodu za anorgansku kemijsku tehnologiju i nemetale naučila puno toga o nanomaterijalima pa sam se ovaj mjesec uputila na Zavod za fizikalnu kemiju gdje sam razgovarala s asistenticom Ivom Ćurić.

Za početak, recite nam kako ste je izgledao Vaš obrazovni put prije FKIT-a?

Moj obrazovni put tekao je od preddiplomskog studija koji sam završila na Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku na Odjelu za kemiju na kojem sam stekla titulu prvostupnice kemije. Završni rad radila sam na Zavodu za fizikalnu kemiju gdje sam imala mogućnosti sudjelovanja na jednom, kasnije, objavljenom radu u sklopu projekta kao i sudjelovanje na skupu „Ružičkini dani“. Razmišljajući želim li nastaviti u smjeru prirodnih znanosti, zaključila sam da se više pronalazim u primjeni kemije. Pa sam tako upisala na Sveučilištu u Splitu Kemijsko-tehnološki fakultet smjer Materijali.



Slika 1 – Iva Ćurić, mag. ing. cheming.

Tokom svog studiranja, dobila sam Dekanovu i Rektorovu nagradu za izvrsnost te sam obavljala dužnost Predsjednika Studentskog zbora. Sveučilište u Splitu organizira Unisport ST natjecanja u svakoj akademskoj godini u kojem mogu sudjelovati svi studenti Sveučilišta pa sam tako u zadnjoj godini studiranja osvojila zlatnu medalju na Unisport Krosu. Prije diplomiranja, dobila sam posao u Omišu u tvornici Omial Novi d. o. o. koji pripada Aluflexpack grupi i specijalizirana je za steral folije – aluminijske posudice. Tamo sam radila na mjestu asistenta voditelja laboratorija kontrole kvalitete. Kako mi je više zanimljiviji sektor Istraživanja i razvoja, dobila sam ponudu na mjestu tehnologa u tekstilnoj tvornici Galeb d. d. koja se također nalazi u Omišu. Tamo sam radila na ispitivanju novih tehnologija, unaprjeđenju starih proizvodnih procesa, sudjelovala sam na projektu Horizon 2020 vezanim za ugradnju fotokatalizatora na postojeći pročištač tekstilnih otpadnih voda u kojem je tvornica sudjelovala.

Direktoru sam izrazila želju za upisom doktorskog studija na FKIT-u i isti mi je odobren i sufinanciran. Moram spomenuti da je vrlo izazovno putovati nekoliko stotina kilometara dalje, biti u Zagrebu nekoliko tjedana kako bih mogla napraviti svoja istraživanja i vratiti se natrag u Split gdje bih poslije posla obrađivala podatke i pisala znanstvene radove.

Kako je tvornici rezultat društva s vremenom opadao i plaća se smanjivala i u međuvremenu se raspisao natječaj za asistentom na Zavodu za fizikalnu kemiju, odlučila sam se na isti prijaviti s obzirom na to da sam već bila upoznata sa Zavodom, načinom rada i mentorom izv. prof. dr. sc. Davorom Dolarom te sam tako postala asistentica na Zavodu.

Koja je tema Vašeg doktorata?

Zatvoreni vodni ciklus u tekstilnoj industriji uz primjenu membranskih separacijskih procesa. Ukratko, istražujem obradu i uporabu tekstilne otpadne vode membranskim separacijskim postupcima. Oporaba će se uglavnom temeljiti na proizvodnim procesima u tekstilnoj industriji.

Jeste li imali u planu koju biste temu pisali doktorat dok ste ga upisali?

Nisam, moja prvotna ideja bila je povezana s tvornicom u kojoj sam radila i da idem u smjeru unaprjeđenja tehnologije bojanja koja bi bila povezana s Tekstilno-tehnološkim fakultetom (TTF). S navedenim fakultetom sam imala i prije suradnje pa su mi profesori s TTF-a predlagali da bi bilo super da upišem kod njih doktorat. No, s obzirom na to da ja nisam tekstilac po struci, više sam voljela ići u smjeru kemijskog inženjerstva. Kako Galeb d. d. radi na novom projektu izgradnje postrojenja za obradu otpadnih voda i blisko surađuje sa Sveučilištem u Mariboru, Fakultet za kemiju in kemijsko tehnologiju, izv. prof. dr. sc. Irena Petrinić s istog Fakulteta mi je predložila suradnju na temu obrade otpadne vode tekstilne industrije membranskim tehnologijama.

Možete li nam opisati proces obrade otpadne vode?

U kratkim crtama, koristim tlačne membranske procese: ultrafiltraciju, nanofiltraciju, reverznu osmozu i kombinaciju biološke obrade s ultrafiltracijom, a to je membranski bioreaktor za obradu tekstilne otpadne vode. U svakoj fazi procesa obrade, analiziram ulaznu i izlaznu vodu (permeat) gdje nakon obrade obrađenu vodu koristim za razne procese u tekstilnoj industriji. Uglavnom je to bojanje, bijeljenje, pranje i oplemenjivanje. Za navedene procese troši se jako puno vode i ukoliko bi se određeni dio oporabio, imali bismo manji utjecaj na okoliš, manju potrošnju vode, a to znači i manje trošenje vodnih resursa što je goruća tema pogotovo tekstilne industrije koja je jedan od najvećih potrošača pitke vode.

Primjenjuju li tekstilne tvornice u Hrvatskoj procese obrade otpadnih voda?

Naravno da primjenjuju, jer svi moraju zadovoljiti Pravilnik o граниčnim vrijednostima emisije otpadnih voda koje je propisalo Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. Tokom vremena su se postrožili uvjeti uzorkovanja otpadnih voda. Prije se uzorkovalo i ispitivalo svaka tri mjeseca od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“, a sad je to praksa svaka dva mjeseca. Odstupanjem od minimalnih dopuštenih koncentracija prema Pravilniku, tvornice plaćaju određeni iznos. Također su tu i vodopravni inspektori koji obavljaju nadzor jednom ili dva puta godišnje radi li tvornica sve po propisima. Ukoliko ne, takve tvornice dobivaju zabranu rada. Stoga je isplativije i ekološki prihvatljivije obrađivati otpadnu vodu. No, nažalost, nitko nema uporabu otpadnih voda, barem koliko ja imam saznanja što se tiče tekstilnih industrija u Hrvatskoj.

Suradujete li s industrijom i planiraju li oni implementirati membranske tehnologije u svoje procese obrade otpadnih voda?

Naravno, Galeb d. d. mi i dalje nudi suradnju, također mi je ponuđena suradnja s Čateksom d. d. iz Čakovca koji radi s drugom vrstom materijala i koriste veći spektar bojila. Isto tako, planiramo proširiti suradnju van Hrvatske s tekstilnom industrijom u Arilju (Srbija) s kojima sam usko surađivala kad sam bila zaposlenik Galeba. Osim tekstilnih industrija, ostvarili smo suradnju s inozemnim tvornicama koji su dobavljači za tekstilnu industriju, a to su uglavnom Švicarska i Slovenija. Uvijek smo u potrazi za novim suradnjama koje donose novitete što se tiče tekstilne industrije i obrade otpadnih voda.

U privatnom sektoru su najveći problemi u financijama pa većina direktora i predsjednika uprava imaju problema oko početnih ulaganja koja, naravno, nisu mala. Rijetko tko gleda dugoročnu isplativost, ali prezentacijom s jasnim računima na početku i na kraju ulaganja, dođemo do zainteresiranosti oko obrade vode membranskim procesima.

Koji su Vam planovi nakon što doktorirate?

Trenutni mi je plan nastaviti raditi na obradi otpadnih voda membranskim procesima jer je upravo ta tehnologija pokazana kao najbolje dostupna tehnika za obradu otpadnih voda od strane Europske komisije. Ona nudi obradu otpadne vode na visokoj razini i mogućnost uporabe iste. Također bih htjela uporabiti otpadnu vodu i u drugim procesima, primjerice za navodnjavanja gdje je isto potrebna velika količina pitke vode. Naravno, u konkretnim uvjetima. Trenutno imamo suradnju s Agronomskim fakultetom u Zagrebu i Fakultetom agrobiotehničkih znanosti u Osijeku.

Na koji način utvrđujete je li Vam proces obrade i uporabe uspio?

Osim fizikalno-kemijskim analizama ulazne otpadne vode i obrađene, analiziram materijal (pletivo) u ovlaštenom laboratoriju za ispitivanje tekstila. Postoje norme po kojima se ispituje tekstil i svaki kupac tekstila zahtjeva takva ispitivanja kako bi se utvrdila kvaliteta istog.

Sviđa li Vam se više posao na Fakultetu ili u industriji?

Svaki sektor ima svoje prednosti i mane i moja preporuka svakom diplomiranom je da iskusni rad u privatnom sektoru gdje će se upoznati s radom u realnosti. Tamo se inženjeri suočavaju s izazovima gdje moraju donijeti neka rješenja koja će osigurati nastavak rada tvornice. Nije jednostavno, ali učenje svaki dan i to godinama, daje konkretne rezultate. Ja sam se na kraju odlučila za rad na Fakultetu jer suradnja Fakulteta, tj. akademije i gospodarstva može za svakog od nas donijeti višestruke koristi. Mišljenja sam da mi ovo odgovara i za sad mogu reći da mi ide više nego dobro.

S obzirom na to da ste nedavno dobili dijete, je li teže čuvati dijete ili držati vježbe grupi studenata?

Zanimljivo pitanje. Jako je zanimljivo raditi s mladim ljudima koji su željni znanja i žele naučiti nešto više. Vrlo rado dijelim neka svoja iskustva iz privatnog

sektora i pokušavam im predočiti neke situacije s kojima se danas-sutra mogu susresti. U svakoj grupi imate studente koji su manje ili više zainteresirani za rad što je ponekad dosta izazovno. Nemate viziju o tome dok ste student već dok ste u ulozi asistenta ili profesora.

Svakako dajem svoj maksimum u izvođenju vježbi i uvelike mi u tome pomaže moj mentor koji kontinuirano prati moj rad i trudi se biti na raspolaganju za bilo kakve nejasnoće i na tome sam mu neizmjerljivo zahvalna. Iako sam i dalje na rodiljnom dopustu, aktivno radim na doktoratu u smislu konferencija i pisanju radova. Malo sporije nego prije, ali ništa nije nemoguće, već je potrebna dobra organizacija. Dijete je slatka obaveza i zahtjeva punu pažnju od 0 do 24 h i kroz to možete nešto naučiti i izgraditi sebe za stepenicu više.

Imate li neku poruku za kraj upućenu nama studentima?

Kao što sam prethodno rekla, svakako probajte iskusiti rad u privatnom sektoru i kad dobijete određena iskustva, odlučite u kojem smjeru želite ići. Tako sam i ja za početak radila u kontroli kvalitete pa sam s vremenom shvatila što mi je zanimljivije i u čemu se pronalazim. Jer na kraju svega, posao vam puni znači i dio je vaše svakodnevnice.

Rad na nečemu što vas ne motivira, ne izgrađuje kao osobu nije zdrav. Da bi do svega toga došli, morate iskusiti razne poslove i raditi u raznim okruženjima. Svaki dio vašeg studiranja i kasnije posla će vas unaprijediti i postati ćete snažne i neovisne osobe. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije je tražen na tržištu rada i po mojim saznanjima diplomirani jako brzo nađu posao, poput mene, u struci i budu prepoznati na tržištu rada. Stoga, knjigu u ruke i samo naprijed.

Hvala Vam na intervjuu, što ste izdvojili vrijeme za njega i podijelili Vaša znanja s nama!



Slika 2 – Iva Čurić, mag. ing. cheming.

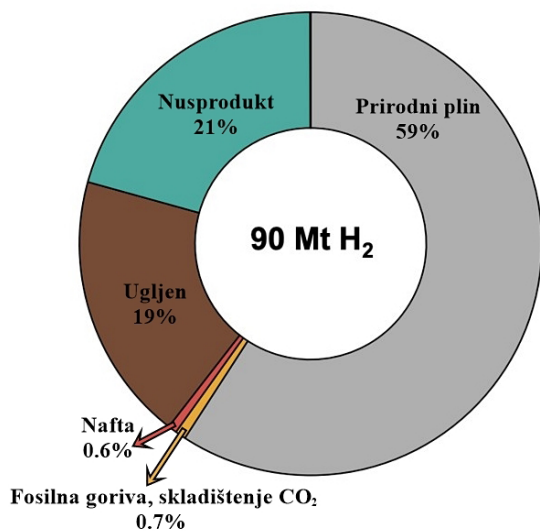
Od Sunčeve energije do vodikovog goriva

Laura Glavinić (FKIT)

Vodik je nosilac energije o kojem se ne prestaje pričati. Od kada je ideja vodika kao goriva prestala biti apstraktan pojam, milijarde eura diljem svijeta uložene su u istraživanja povezana s potencijalom kojeg ima kao komercijalno gorivo, kao i u razvoj novih održivih i ekonomičnih tehnologija proizvodnje vodika. Tim inženjera na EPFL-u, Švicarskom nacionalnom institutu za tehnologiju u Lausanneu, pokazao je da je moguće proizvesti vodik iz zraka koristeći energiju Sunca. Razvili su jednostavan put pripreme samostojećih prozirnih poroznih vodiča koji se mogu koristiti za difuziju plina u fotoelektrokemijskim člancima. Uređaj izrađen na taj način omogućio bi izravnu proizvodnju vodika preko energije Sunca, koristeći vodu koja se već nalazi u zraku.

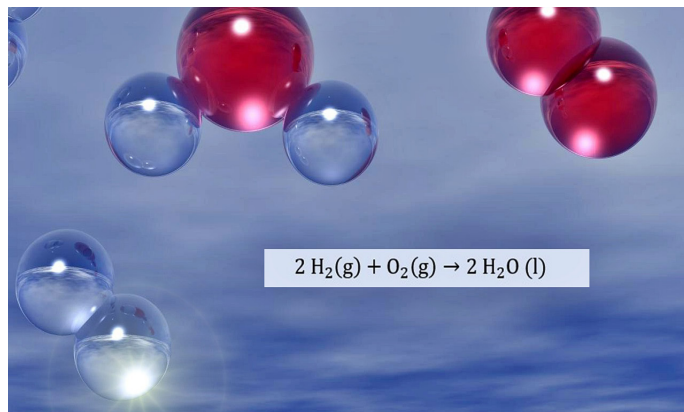
Vodik kao gorivo

Vodik se ne naziva ekološkim gorivom budućnosti bez razloga. Njegov velik potencijal leži u činjenici da bi komercijalna upotreba vodika kao goriva dovela do nezanimljivog smanjenja emisija stakleničkih plinova, posebno u transportu. Vodik je nosilac, a ne izvor energije jer ga u prirodi nalazimo isključivo u kemijskim spojevima, pa se mora proizvesti iz primarnih izvora energije (fosilna goriva i obnovljivi izvori energije).



Slika 1– Izvori svjetske proizvodnje vodika u 2020.

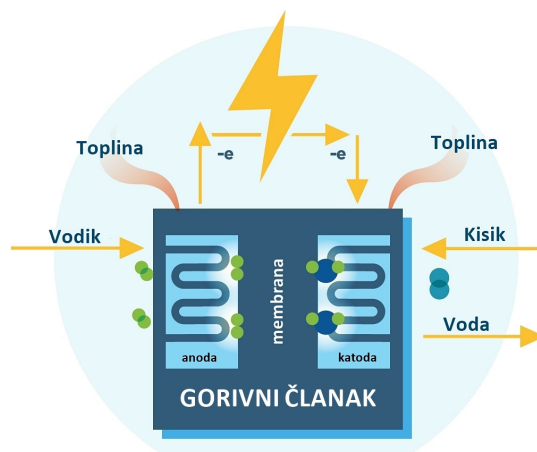
Izgaranjem vodika s kisikom oslobađa se energija i nastaje voda, a u reakciji ne nastaju nikakvi nusprodukti koji bi bili potencijalno štetni za atmosferu. Upravo energija koja se oslobađa pri izgaranju vodika u zraku omogućava da se isti koristi kao gorivo. Iako se može koristiti kao gorivo u motorima s unutarnjim izgaranjem, preduvjet za njegovo korištenje je daljnji razvoj tehnologije gorivnih članaka i infrastrukture za transport i distribuciju vodika.



Slika 2 – Reakcija vodika i kisika

Gorivni članci

Gorivni članak je elektrokemijski uređaj koji pomoću reaktanata, u ovom slučaju vodika i kisika, na elektrodama pretvara kemijsku energiju goriva u električnu energiju i toplinu. Ovakvi članci temelje se na dvije elektrode između kojih se nalazi čvrsti ili tekući elektrolit koji prenosi električno nabijene čestice. Vodik elektrokemijski oksidira i naziva se gorivom iako u samom procesu nema izgaranja. Za vrijeme oksidacije, atomi vodika reagiraju s atomima kisika i tvore vodu, a u procesu se otpuštaju elektroni koji prolaze kroz vanjski strujni krug u obliku električne energije.



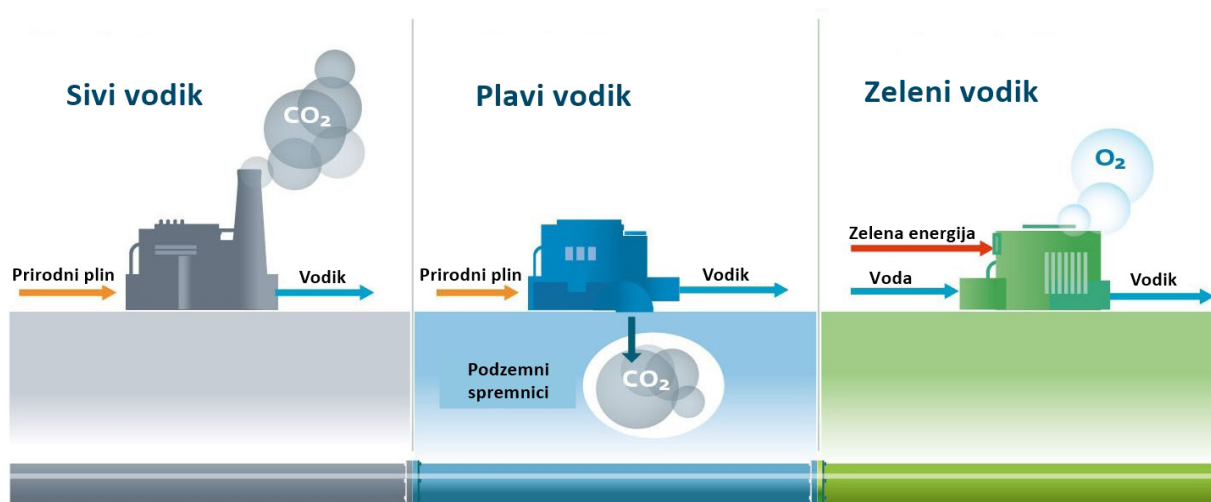
Slika 3– Gorivni članak²

Sivi, plavi i zeleni vodik

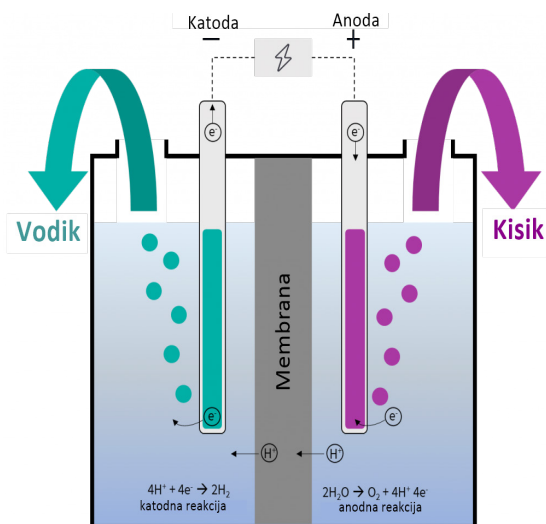
Globalni energetska sektor i dalje je u potpunosti ovisan o fosilnim gorivima, a vodik ima veliku ulogu u tranziciji prema niskougljičnoj energiji. Ipak, dok god se najveći dio vodika proizvodi direktno iz neobnovljivih izvora energije uz velike emisije stakleničkih plinova, on se ne može smatrati „čistim“ gorivom. Razlikujemo sivi, plavi i zeleni vodik.

Zeleni vodik je jedini u potpunosti „čisti“ vodik, proizveden na održiv način. Ovakav tip vodika proizvodi se elektrolizom vode za koju je iskorištena energija dobivena iz obnovljivih izvora.

Sivi vodik je simboličan naziv za vodik dobiven iz fosilnih goriva u čijem je procesu proizvodnje došlo do emisije stakleničkih plinova. Plavi vodik je vodik također dobiven iz fosilnih goriva, ali za razliku od sivog vodika, ugljikov dioksid koji je nastao pri proizvodnji ove vrste vodika ne ispušta se u atmosferu, već se hvata i skladišti. Plavi i sivi vodik najčešće se dobivaju iz prirodnog plina, parnim reformiranjem metana. Pod pojmom plavi vodik podrazumijeva se i vodik proizveden elektrolizom pomoću energije dobivene iz neobnovljivih izvora.



Slika 4– Sivi, plavi i zeleni vodik



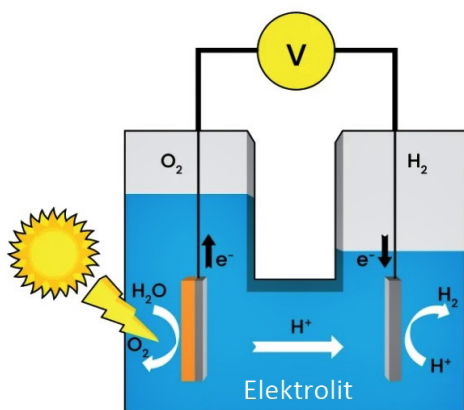
Slika 5– Elektroliza vode

Do zelenog vodika pomoću zraka i Sunca

Inspirirani biljkama koje iz okoline uzimaju vodu i ugljikov dioksid, nakon čega koriste Sunčevu energiju i vrše fotosintezu, inženjeri EPFL-a razvili su elektrode prekrivene poluvodičima koje se zaista ponašaju kao umjetno lišće i skupljaju vodu iz zraka, a koriste Sunčevu svjetlost za proizvodnju vodika. Njihov cilj je razviti ekonomski prihvatljivu tehnologiju koja će omogućiti proizvodnju goriva solarnom energijom, putem fotoelektrokemijskih ćelija (engl. *Photoelectrochemical Cells*, PEC). Najveća inovacija koju su pokazali inženjeri pod vodstvom Kevina Sivule su prozirne i porozne elektrode za difuziju plina (engl. *Gas Diffusion Electrodes*, GDE) koje provode električnu energiju i omogućavaju pretvorbu plinovite vode iz zraka u vodik preko Sunčeve svjetlosti.

Fotoelektrokemijske ćelije

Prethodno provedena istraživanja pokazala su da je moguće dobiti vodikovo gorivo iz tekuće vode uz pomoć Sunčeve energije, koristeći fotoelektrokemijske ćelije (PEC).³ Fotoelektrokemijske ćelije su uređaji kod kojih svjetlosnom pobudom dolazi do kemijske reakcije. Sadrže poluvodičke materijale, najčešće uronjene u neku otopinu, koji apsorbiraju kvant svjetlosti i u pobuđenom stanju sudjeluju u kemijskim pretvorbama. Ovakvi sustavi koriste otopine elektrolita, što iz praktičnih razloga ograničava njihovu mogućnost uvećanja i umanjuje potencijal za komercijalnu upotrebu.⁴



Slika 6 – Fotoelektrokemijska ćelija⁵

Istraživanja su pokazala da se ovaj problem može riješiti kombiniranjem polimernih elektrolitskih membrana (engl. *Polymer Electrolyte Membrane*, PEM) s fotoelektrokemijskim ćelijama (PEC).⁶ Takav koncept koristio bi ulaznu struju vlažnog zraka na fotoanodi, a vodik bi se proizvodio na fotokatodi, pri čemu bi obje fotoelektrode apsorbirale komplementarne dijelove svjetlosnog spektra.⁷ Takve fotoelektrode morale bi imati izrazito visoku poroznost kako bi se olakšao prijenos plina do membrane/poluvodiča.

Elektrode za difuziju plina

Elektrode za difuziju plina (GDE) su elektrode sastavljene od krute, tekuće, plinovite faze i katalizatora koji provodi električnu energiju u kojima se odvija elektrokemijska reakcija između tekuće i plinovite faze. PEM-PEC sustavi su do

sada koristili neprozirne GDE koje su ograničavale svjetlosnu pobudu poluvodičkih materijala i umanjivale istovremeni prijenos fotona na fotoanodu.

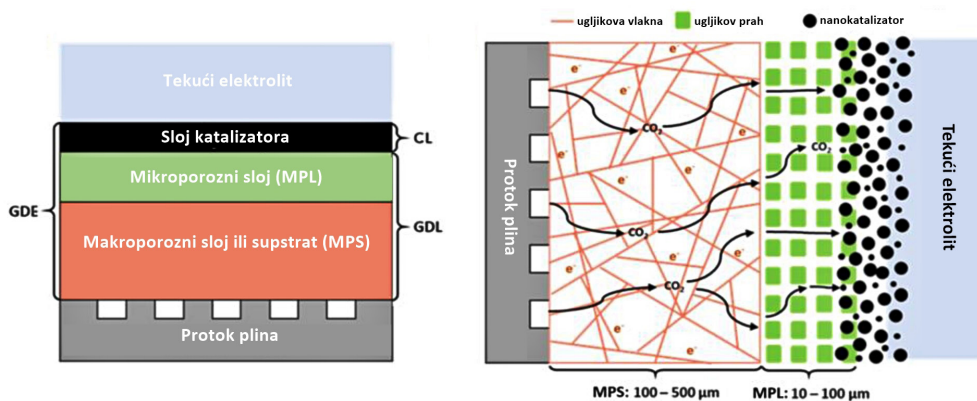
Rad EPFL-ovih inženjera

Prozirne GDE do tada nisu bile demonstrirane pa se EPFL-ov tim posvetio razvitku svakog koraka njihovog dizajniranja i proizvodnje. Cijeli proces izrade je relativno jednostavan i nije ga problem uvećati, zbog čega su sigurni da je njihovo otkriće otvorilo mnoga vrata za daljnji razvoj tehnologija dobivanja vodikovog goriva solarnim putem.

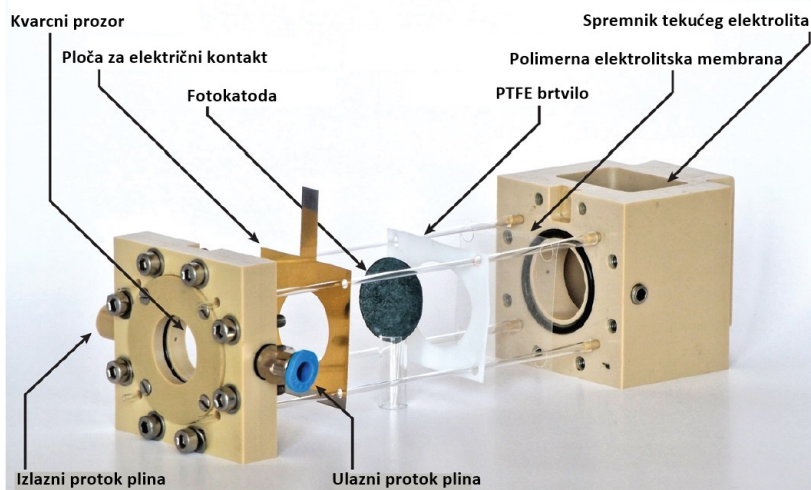
Elektrokemijske ćelije mogu raditi i s plinovima i s tekućinama, ali zbog neprozirnosti GDE koje su se koristile u tim sustavima nisu u potpunosti kompatibilne s PEC tehnologijom baziranom na solarnoj energiji.⁹ Inženjeri EPFL-a fokusirali su se na izradu materijala koji bi modificirali GDE i učinili ih pogodnim za korištenje u PEC sustavima. Koristili su vrstu staklene vune, SiO₂, čija su vlakna obradili na visokim temperaturama i od njih napravili trodimenzionalnu mrežu.³ Mrežu su najprije presvukli tankim slojem kositrova (IV) oksida u fluoru, Sn₂/F, koji ima izvrsnu vodljivost i robusnost.¹⁰ Na taj način su dobili proziran i porozan sloj koji ima vrlo dobru električnu vodljivost, ključan za maksimaliziranje kontakta molekula vode iz zraka i propust fotona. Nakon toga, mreža je presvučena drugim tankim slojem koji se sastoji od poluvodičkih materijala koji apsorbiraju svjetlost. Dio koji sadrži pripremljenu mrežu unutar elektrode odvojen je membranom koja odvaja proizveden vodik. Navedenim postupcima razvili su proziranu GDE koja funkcionira u sustavu za proizvodnju vodika pomoću solarne energije.

Potrebne daljnje modifikacije

Učinkovitost pretvorbe Sunčeve energije za proizvodnju vodika u ovakvom sustavu je skromna. PEC ćelije bazirane na tekućinama imaju učinkovitost do 19 %, dok je s obzirom na upotrijebljene materijale, maksimalna moguća teoretska učinkovitost sustava kojeg su razvili inženjeri EPFL-a 12 %.⁹ Potrebne su daljnje modifikacije i dodatna istraživanja kako bi se dani sustav poboljšao. Inženjeri EPFL-a su vrlo optimistični i nastaviti će raditi na svom jednostavnom, domišljatom i izvrsnom rješenju.



Slika 7 – GDE, pojednostavljena shema⁸



Slika 8 – Ćelija korištena za ispitivanje nastanka H₂ na fotokatodi u plinovitom okruženju³

Literatura

1. <https://cleantechnica.com/2021/12/22/0-03-of-hydrogen-is-green-hydrogen/> (16. 2. 2023.)
2. <https://hydrogen-central.com/fuel-cell-technology-step-towards-cleaner-tomorrow/> (16. 2. 2023.)
3. M. Caretti, E. Mensi, R. Kessler, L. Lazouni, B. Goldman, L. Carbone, S. Nussbaum, R.A. Wells, H. Johnson, E. Rideau, J. Yum i K. Sivula, Transparent Porous Conductive Substrates for Gas-Phase Photoelectrochemical Hydrogen Production, *Advanced Materials* 2023, 2208740.
4. F. Nandjou, S. Haussener, *J. Phys., Applied Physics* 2017, 50, 124002.
5. https://www.researchgate.net/figure/Schematic-diagram-of-a-photoelectrochemical-cell_fig6_269515412 (16. 2. 2023.)
6. K. Xu, A. Chatzidakis, E. Vøllestad, Q. Ruan, J. Tang, T. Norby, *International Journal of Hydrogen Energy* 2019, 44, 587.
7. Y. Chen, X. Feng, Y. Liu, X. Guan, C. Burda, L. Guo, *ACS Energy Letters* 2020, 5, 844.
8. <https://www.mdpi.com/2073-4344/10/6/713> (16. 2. 2023.)
9. https://scitechdaily.com/revolutionizing-renewable-energy-using-sunlight-to-produce-hydrogen-fuel-out-of-thin-air/?fbclid=IwAR1Sa4z7TNBinohClHt3rR5Bn7OD6-VZyn60S0LMW1kLdN0dYP4UDhzzl_o (16. 2. 2023.)
10. <https://www.americanelements.com/fluorine-doped-tin-oxide-fto-sputtering-target> (16. 2. 2023.)



Elektrode od mikroplastike i plastike

Iva Ćurić, mag. ing. cheming. (FKIT)

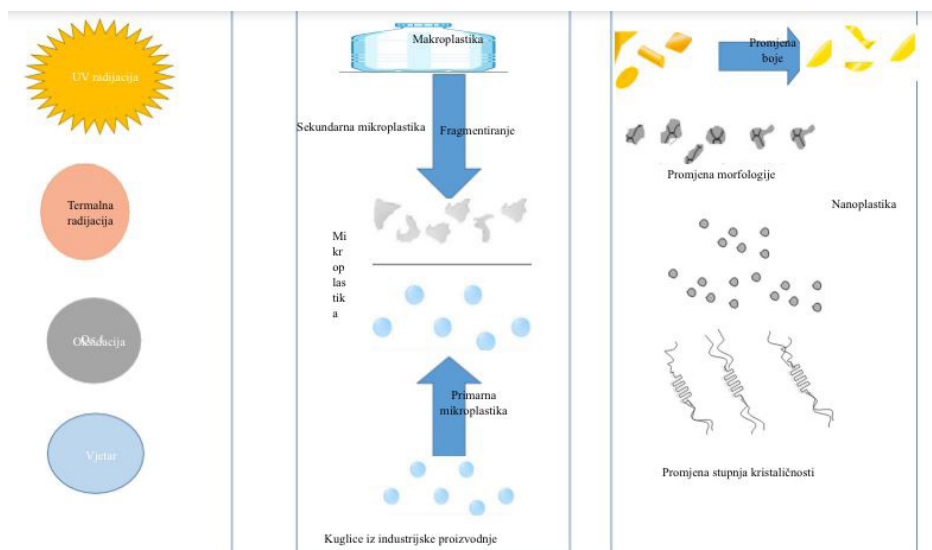
Mikroplastika

Pod pojmom mikroplastika podrazumijevaju se čvrste netopljive čestice veličine od 1 do 5000 μm . Klasifikacija mikroplastike temelji se na njihovoj veličini, obliku i izvoru pa se tako prema veličini može podijeliti na veliku mikroplastiku od 5 do 1 mm, malu mikroplastiku od 1 mm do 1 μm i nanoplastiku manju od 1 μm . S obzirom na oblik, postoje mikrozrnca, vlakna, pjenaste kuglice, filament i mnoge druge, dok se na temelju izvora mogu podijeliti na tzv. primarnu i sekundarnu mikroplastiku. Primarna mikroplastika nastaje zbog namjerne proizvodnje od strane industrije u npr. kozmetičke svrhe, dok sekundarna mikroplastika može nastati zbog degradacije ili trošenja plastike od strane okolišnih uvjeta. Daljnjom degradacijom mikroplastike nastaje prijašnje spomenuta nanoplastika (slika 1).¹ Promjene koje nastaju degradacijom mogu utjecati na okoliš ukoliko se nađu u njemu kao i na život koji je prisutan u tom okolišu što je vidljivo na

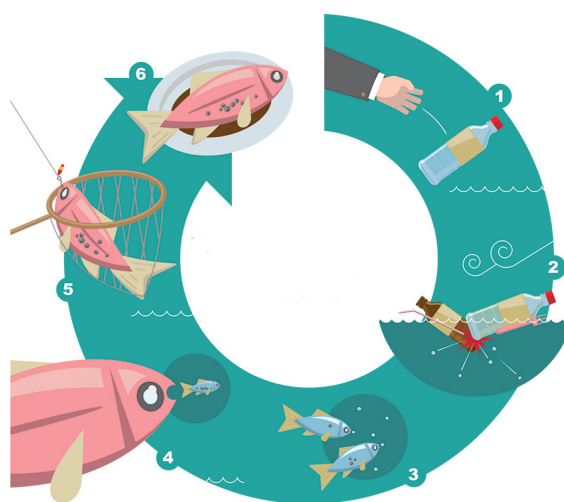
slici 2. Mikroplastika se može naći u tlu, morima i oceanima, zraku, ali i u flaširanoj pitkoj vodi. Unošenjem u organizam, mikroplastika djeluje na imunološki sustav kod čovjeka i životinja i uzrokuje kliničke komplikacije poput endokrinih i mnogih drugih smetnji. Pokazano je da najveći problem kod mikroplastike je taj što se tijekom procesa proizvodnje plastike dodaju određeni stabilizatori, bojila, usporivači plamena i sl.² Otkriveno je da fetalati u dječjim bočicama oslobađaju 50 – 150 μg po kg sadržaja hrane nakon 120 min na 70 °C.³

Uklanjanje i uporaba mikroplastike i plastike

Postoje razne metode uklanjanja mikroplastike iz različitih izvora, a neke od njih su: adsorpcija pomoću zelenih algi, membranskih tehnologijama posebice membranskim bioreaktorom, koagulacijom i morskim mikroorganizmima.⁴ U većini slučajeva nastaje određeni otpad/mulj koji opet sadrži određenu količinu mikroplastike koja se i dalje mora ukloniti, stoga je potrebno svakako uključiti uporabu (kružno gospodarstvo), a ne sami proces obrade. Recikliranje mikroplastike također može pomoći u smanjenju emisija stakleničkih plinova, budući da proces proizvodnje nove plastike zahtijeva energiju i proizvodi emisije stakleničkih plinova.⁵ Tako su Lee i suradnici (2023)



Slika 1– Razgradnja mikroplastike



Slika 2– Životni ciklus mikroplastike

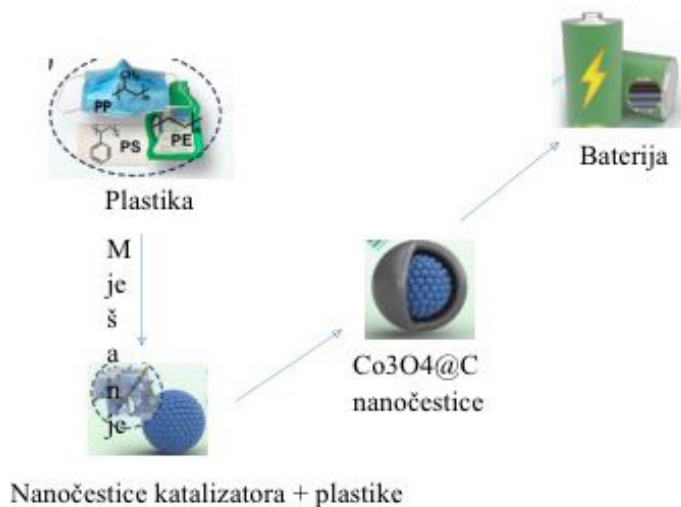
korištenjem elektrokoagulacije s Fe_3O_4 stvorili flokule koagulant – polietilen. Daljnjom fotodegradacijom pokazuju da u argonovoj atmosferi dolazi do stvaranja nanočestica Fe_3O_4 jezgra – ugljična ljuska koja pokazuje izvrsnu učinkovitost kao anoda u litij – ionskim baterijama (slika 2). Predloženi kompozit pokazuje izvrstan kapacitet od 1123 mAh/g pri gustoći struje od 0,5 A/g nakon 600 ciklusa s negativnim fenomenom slabljenja.⁶

Lee i suradnici (2023) karbonizacijom polipropilena, polietilena i polistirena uz pomoć katalizatora Co_3O_4 proizveli su $\text{Co}_3\text{O}_4@\text{C}$ nanomaterijal koji je predstavljao anodni materijal u litij – ionskim baterijama (slika 3). Pokazano je da kapacitet od 1066 mAh/g postiže na 0,1 A/g nakon 100 ciklusa u bateriji. Kulometrijom je procijenjeno da $\text{Co}_3\text{O}_4@\text{C}$ posjeduje veći Li^+ difuzijski koeficijent što poboljšava cikličku stabilnost i brzinu.⁷

Wang i suradnici (2022) sintetizirali su CoNi – MOF (metal – organski okvir) koristeći polietilen za upotrebu anodnog materijala u litijevim baterijama. Početni kapaciteti pražnjenja i punjenja bili su 2496 i 1729 mAh/g. Čak i nakon 200 ciklusa, elektroda može pokazati visoku kulonovsku učinkovitost od preko 99 %.⁸

Osim uporabe mikroplastike i plastike u svrhe korištenja u baterijama, bitno je naglasiti da postoje uporabe i u druge svrhe, a to je proizvodnja otapala koja mogu poslužiti kao ljepila i premazi. Korištenjem visokih temperatura i tlaka može se na takav način proizvesti gorivo ili određena vrsta kemikalija. Svaka vrsta uporabe mikroplastike može smanjiti korištenje energije, utjecaj na okoliš koji se stvara proizvodnjom i posljedično tome na sva živa i neživa bića.⁵

Oporaba



Slika 3– Stvaranje $\text{Co}_3\text{O}_4\text{@C}$ nanomaterijala za baterije

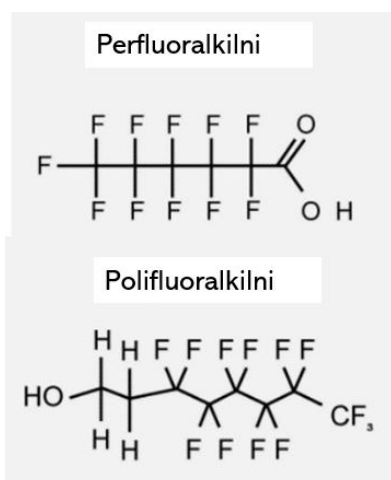
Literatura

- Hale, R. C., Seeley, M. E., La Guardia, M. J., Mai, L., & Zeng, E. Y. (2020). A global perspective on microplastics. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125(1), e2018JC014719.
- Tirkey, A., & Upadhyay, L. S. B. (2021). Microplastics: An overview on separation, identification and characterization of microplastics. *Marine Pollution Bulletin*, 170, 112604.
- Simoneau, C., Van den Eede, L., & Valzacchi, S. (2012). Identification and quantification of the migration of chemicals from plastic baby bottles used as substitutes for polycarbonate. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 29(3), 469-480.
- Padervand, M., Lichtfouse, E., Robert, D., & Wang, C. (2020). Removal of microplastics from the environment. A review. *Environmental Chemistry Letters*, 18, 807-828.
- <https://www.dodtalk.com/2023/01/how-microplastics-are-being-repurposed.html> (15. 2. 2023).
- Lee, J., Kim, Y. T., & Choi, J. (2023). Recycling Microplastics to Fabricate Anodes for Lithium-Ion Batteries: From Removal of Environmental Troubles via Electrocoagulation to Useful Resources. *Advanced Science*, 2205675.
- Li, J., Dou, F., Gong, J., Gao, Y., Hua, Y., Sielicki, K.,... & Chen, X. (2023). Recycling of Plastic Wastes for the Mass Production of Yolk-Shell-Nanostructured $\text{Co}_3\text{O}_4\text{@C}$ for Lithium-Ion Batteries. *ACS Applied Nano Materials*.
- Wang, Y., Wang, H., Li, S., & Sun, S. (2022). Waste PET Plastic-Derived CoNi-Based Metal-Organic Framework as an Anode for Lithium-Ion Batteries. *ACS omega*, 7(39), 35180-35190.

Prestanak proizvodnje „Vječnih kemikalija“

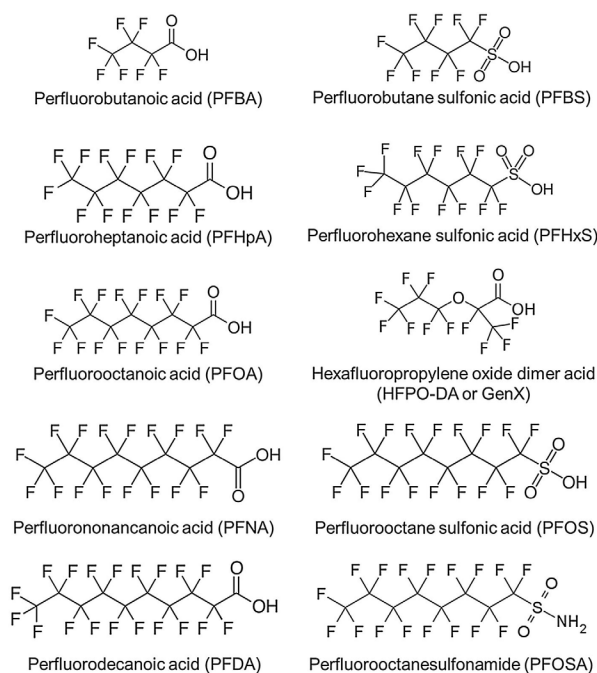
Paulina Kafadar (FKIT)

„Vječne kemikalije“ predstavljaju veliku skupinu sintetičkih kemikalija, poznatih kao perfluoroalkilne i polifluoroalkilne tvari (PFAS). Naziv su dobili zbog svoje postojanosti i otpornosti razgradnje u okolišu, a za što je zaslužna njihova struktura prikazana na slici 1.



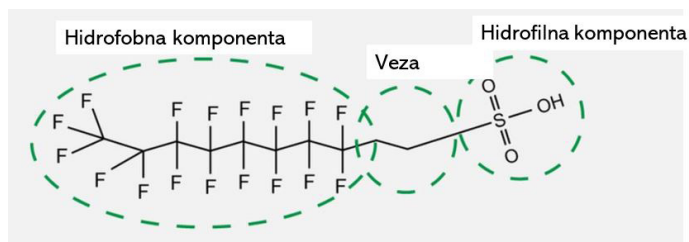
Slika 1– Kemijska struktura PFAS spojeva

Sve PFAS kemikalije sadrže veze ugljik-fluor koje su jedne od najsnažnijih poznatih veza u organskoj kemiji. Mogu postojati u krutom, tekućem ili plinovitom stanju. Ovisno o duljini lanca, postoje kratkolančani i dugolančani PFAS spojevi. Kratkolančani su obično spojevi sa 6 ili manje atoma, dok dugolančane molekule sadrže od 7 do 13 atoma. Osnovna podjela je na polimere i nepolimere, a te skupine se dalje mogu podijeliti u nekoliko podskupina. OECD (engl. *Organization for Economic Co-operation and Development*) je do sada identificirao preko 4700 PFAS spojeva prema CAS broju.



Slika 2– Primjeri „Vječnih kemikalija“

PFAS u svojoj strukturi sadrže hidrofilnu i hidrofobnu komponentu. U nekim slučajevima postoji i skupina koja povezuje hidrofilnu i hidrofobnu komponentu. Ove tri komponente mogu se mijenjati, što znači da postoji ogroman potencijal za razvoj novih PFAS spojeva (slika 3).



Slika 3– Komponente PFAS kemikalija

PFAS se proizvode od 1950-ih i koriste se u širokom rasponu robe i kemijskih proizvoda zbog svojih poželjnih tehničkih svojstava. Uz to jako su učinkoviti pa su potrebne samo niske koncentracije da bi se postigao željeni učinak u proizvodnji. Odbijaju masnoću, prljavštinu i vodu, što ih čini idealnim za upotrebu u impregnaciji različitih tekstila, kože i papirnate ambalaže. Mnogi su također tenzidi, što ih čini korisnim u proizvodnji proizvoda kao što su deterdženti, boje, vosak za skije i kozmetika. Ostale manje poznate upotrebe uključuju materijale za popravak zuba, medicinsku tehničku opremu i sredstva za odbijanje prljavštine koja se koriste u građevinskim materijalima, pametnim telefonima i solarnim ćelijama.



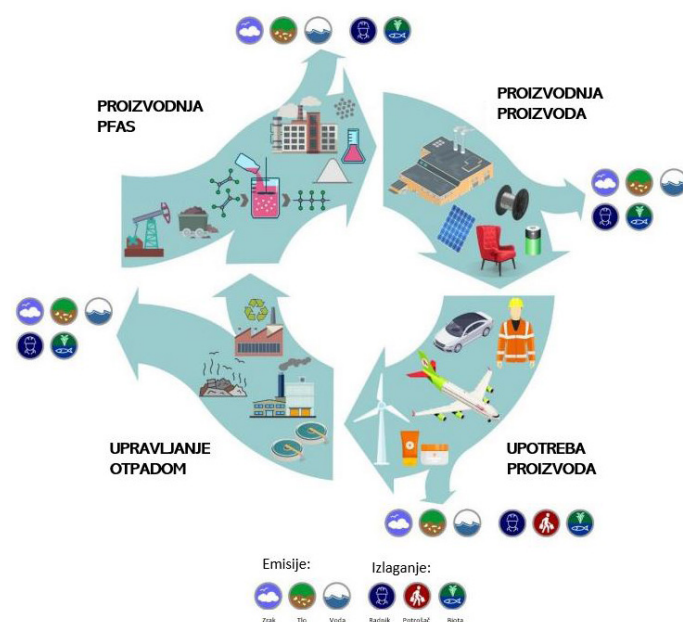
Slika 4– Upotreba PFAS kemikalija

Onečišćenja uzrokovana PFAS spojevima nalaze se u atmosferi, tlu te podzemnim i površinskim vodama. Postojanost „Vječnih kemikalija“ procjenjuje se na više od 1 000 godina u tlu i više od 40 godina u vodi. Zbog sve boljeh razumijevanja toksičnosti ovih kemikalija, granične vrijednosti u pitkoj vodi, površinskim vodama i tlu dramatično su smanjene. Uklanjanje PFAS spojeva iz pitke vode tehnički je vrlo zahtjevno i skupo. Preinaka Direktive o vodi za piće, koja je stupila na snagu 12. siječnja 2021., uključuje ograničenje od 0,5 µg/L za sve PFAS spojeve. Osim opasnosti nalaženja ovih kemikalija u vodi, one mogu dospjeti i u hranu. U rujnu 2020. godine Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) postavila je novi sigurnosni prag za glavne perfluoroalkilne tvari

koje se nakupljaju u tijelu, a to su: perfluorooktanska kiselina (PFOA), perfluorooktan sulfonat (PFOS), perfluorononanska kiselina (PFNA), perfluoroheksan sulfonska kiselina (PFHxS). Prag, odnosno grupni tolerantni tjedni unos je 4,4 nanograma po kilogramu tjelesne težine.

Za mnoge PFAS se sumnja da su štetni i mogu se postupno akumulirati u životinjama i ljudima u procesu poznatom kao bioakumulacija. Prestanak proizvodnje „Vječnih kemikalija“ povezan je upravo s njihovim negativnim učincima, a koji su povezani s rizikom pojave raka, bolesti bubrega, smanjenog imuniteta, problema s jetrom, neplodnosti i komplikacija u trudnoći, povišenog kolesterola i problema s imunološkim sustavom te nizom drugih ozbiljnih bolesti.

Glavni način na koji „Vječne kemikalije“ kruže u atmosferi je prijenos aeroslima iz morske vode. Jedno vrijeme smatralo se kako je ocean sigurno odlagalište „Vječnih kemikalija“ jer razrjeđuje otpad na sigurnu razinu. Međutim, istraživanjima se došlo do zaključka da kada valovi udaraju u obalu, „vječne kemikalije“ prelaze iz morske vode u zrak i tako ga značajno onečišćuju. Uz to aeroslone čestice mogu putovati tisućama kilometara u odnosu na izvor ispuštanja. Na slici 5 prikazan je životni ciklus PFAS kemikalija.



Slika 5– Životni ciklus „Vječnih kemikalija“

Na popisu tvari koji izazivaju veliku zabrinutost koji je izdala REACH (Registracija, evaluacija, autorizacija i ograničenje kemikalija), nalazi se određeni broj PFAS spojeva. Pojedinačni PFAS regulirani su zakonodavstvom na globalnoj, EU i nacionalnoj razini. Uvođenje propisa koji se odnose na određeni PFAS često rezultira zamjenom dotične tvari drugom, što znači da propisi nemaju učinka u smislu ukupnog smanjenja rizika. Ova situacija, u kombinaciji s iznimnom postojanošću i vjerojatno opasnom prirodom svih PFAS-ova, doprinosi ukupnom profilu rizika.

U lipnju 2019., siječnju 2020. i siječnju 2023. tri su skupine PFAS identificirane kao tvari koje izazivaju veliku zabrinutost. Te grupe su 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoksi)propionska kiselina i njezine soli, perfluorbutan sulfonska kiselina (PFBS) i njezine soli, perfluorheptanska kiselina (PFHpA) i njene soli. Identifikacija tvari koje izazivaju veliku zabrinutost temeljila se na postojanosti spojeva, njihovoj mobilnosti i toksičnosti, a utvrđeno je da izazivaju jednaku zabrinutost u odnosu na kancerogene, mutagene i reprotoksikanse, postojeane, bioakumulativne i toksične kemikalije.

European Chemicals Agency (ECHA), je u siječnju 2022. predstavila prijedlog ograničenja za PFAS spojeve koji se koriste u pjenama za gašenje požara. Očekuje se da će ECHA-ini znanstveni odbori dovršiti ocjenu prijedloga u lipnju 2023. Ova uporaba nije uključena u šire ograničenje PFAS-a koje je predložilo pet nacionalnih tijela. Nacionalna tijela Njemačke, Danske, Nizozemske, Norveške i Švedske predlažu ograničenje koje pokriva širok raspon upotreba PFAS – u prilog izjavama danim u Vijecu za okoliš u prosincu 2019. podnijeli su svoj prijedlog ECHA-i u siječnju 2023.

Upravo se sada ECHA procjenjuje prijedlog, a javna rasprava o prijedlogu bit će otvorena od 17. ožujka 2023. i šest mjeseci nadalje. Očekuje se da će ograničenje PFAS-a stupiti na snagu najranije 2025. Međutim čak i kada bi sva ispuštanja PFAS-a sutra prestala, oni bi i dalje bili prisutni u okolišu i predstavljali opasnost generacijama koje dolaze.

Literatura

1. <https://www.kemi.se/en/chemical-substances-and-materials/pfas> (10. 2. 2023.)
2. <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/5403/kisnica-diljem-planeta-sadrzi-vjecne-kemikalije-koje-uzrokuju-rak> (10. 2. 2023.)
3. <https://echa.europa.eu/hr/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas> (15. 2. 2023.)
4. <https://www.thechemicalengineer.com/news/3m-pledges-to-stop-making-and-using-forever-chemicals-by-2025/> (15. 2. 2023.)
5. Poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS), COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, EUROPEAN COMMISSION, Brussels, 14.10.2020.

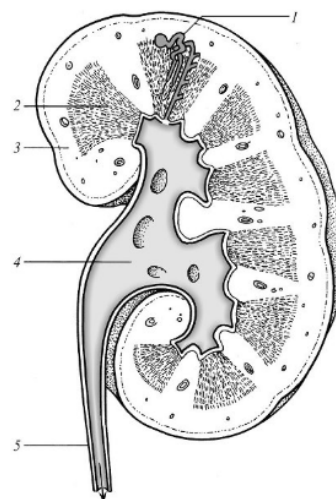
I Umjetni bubrezi

Lea Raos (FKIT)

Bubreg, parni tubulozni žljezdani organ koji izlučuje mokraću. Bubrezi se nalaze s objiju strana kralježnice u trbušnoj šupljini. Obavijeni su masnom čahurom koja im održavastalnu toplinu. Bubreg je građen od kore i moždine. Moždinu oblikuju tvorbe nalik piramidama načinjene od bubrežnih kanalića, koje su međusobno odvojene izdancima bubrežne kore. Bubrežna kora je zrnata izgleda zbog velikog broja bubrežnih (Malpighijevih) tjelešaca, mjehurića veziva sa svitkom krvnih kapilara (glomeruli), obavijenih epitelom (Bowmanovom čahurom), od njih se nastavlja sustav kanalića koji se udružuju u izvodne kanale i izljevaju u bubrežne vrčeve. Bubrežno tjelešće i pripadni kanalići tvore osnovnu funkcijsku jedinicu bubrega, *nefron*.

Svaki bubreg dobiva krv putem bubrežne arterije. Krv se u bubrežima filtrira i iz nje se odstranjuju štetni sastojci, lijekovi, višak soli, tekućine. Tako pročišćena krv odlazi iz bubrega putem bubrežne vene. Mokraća koja nastaje u bubrežnim kanalicima, nakuplja se u nakapnici odakle se putem uretera cijedi do mokraćnog mjehura i dalje putem uretre izlučuje van tijela.

Procjenjuje se da oko 850 milijuna ljudi na svijetu boluje od bubrežnih bolesti koja uzrokuje oko 2,4 milijuna smrti godišnje. Procjena za Hrvatsku je oko 300 000 osoba koje se bore s nekim oblikom bubrežne bolesti. Godišnje oko 500 novih bolesnika treba dijalizu ili transplantaciju bubrega. S obzirom na navedene podatke i potrebe za dijalizom ili transplantacijom znanstvenici su krenuli u razvoj umjetnih bubrega.



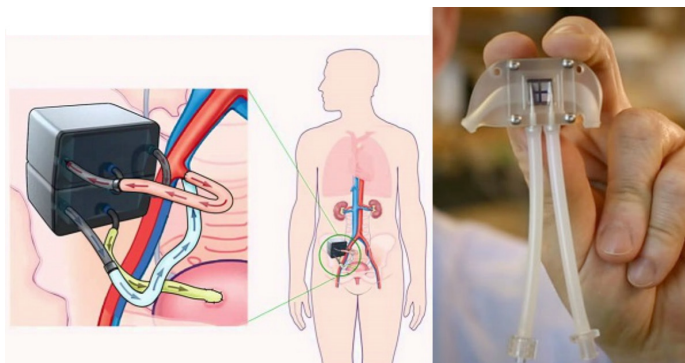
BUBREG – 1. nefron (osnovna funkcijska jedinica), 2. moždina, 3. kora, 4. nakapnica, 5. mokraćovod

Slika 1– Građa bubrega

Umjetni bubreg predstavljao je vrhunac biomedicinskog inženjerstva, uz kontinuirani razvoj visokoučinkovitih uređaja. Nosivi umjetni bubrezi (WAK) koji se temelje na hemodijalizi također su u razvoju. Kao i kod tradicionalne hemodijalize, pumpa cirkulira krv i dijalizat kroz jednokratni umjetni bubreg. Iskorišteni dijalizat se regenerira u ulošku za jednokratnu upotrebu i recirkulira. Ovi sustavi su vanjski u odnosu na tijelo, tako da pacijenti i dalje trebaju vaskularni pristup i krvne linije koje nose krv do i od WAK-a. Implantabilni umjetni bubreg (IAK) je u razvoju, ali još nije testiran na ljudima. U ovom pristupu, mali bubreg umjetne izrade bio bi kirurški umetnut u pacijenta.



Slika 2– Nosivi umjetni bubrezi (WAK)



Slika 3– Implantabilni umjetni bubrezi (IAK)

Kao i kod prirodnih bubrega, kardiovaskularni sustav prokrvljuje bubrezi bez potrebe za pumpama ili baterijama. Implantirani uložak za bubrezi izrađen je od silicija s visoko poroznim mikro prorezima, čime se stvara ultrafiltrat koji se otječe u pacijentov mjehur.

Prijenosna ili nosiva nadomjesna bubrežna terapija se razvija, ali još nije dostupna za rutinsku kliničku praksu. Trenutno je transplantacija bubrega najbliža liječenju završnog stadija bubrežne bolesti u bolesnika. Razvojem znanosti i novih metoda liječenja ovakvi projekti mogli bi ubrzo postati stvarnost te time pridonijeti većem broju izlječenja.

Literatura

1. Luisa Di Paola, Chapter 1 - Artificial kidney: A chemical engineering challenge, Editor(s): Angelo Basile, Maria Cristina Annesini, Vincenzo Piemonte, Catherine Charcosset, Current Trends and Future Developments on (Bio-) Membranes, Elsevier, Pages 1-20, 2020
2. Dolson GM. The Wearable Artificial Kidney. Methodist Debakey Cardiovasc J. 2020
3. <https://medicinski.lzmk.hr/clanak.aspx?id=2036> (19. 2. 2023.)



Skeniraj za prijavu!

1. 4. 2023. | 9:00 sati

STUDENTSKI KONGRES O ODRŽIVOJ KEMIJI I INŽENJERSTVU

Trg Marka Marulića 20





SCINFLUENCER

Nanomaterijali u okolišu

Adriana Tičić (FKIT)

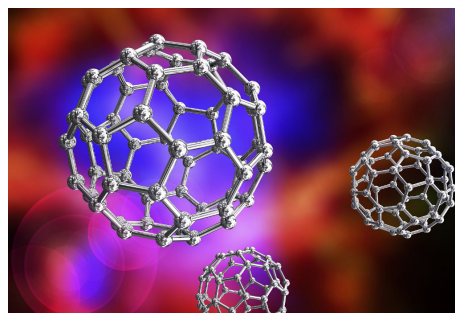
Sve brži razvoj tehnologije i ljudskog društva između ostalog dovodi i do ekstenzivne primjene nanomaterijala u raznim područjima života kao što su: kemijska i elektronička industrija, agrikultura, medicina, itd. Stoga i ne čudi da su najnovija istraživanja usmjerena upravo na razvoj održivije nanotehnologije. Međutim, eksponencijalni rast u primjeni nanomaterijala dovodi do povećanja njihove prisutnosti u različitim okolišnim sastavnicama, odnosno u zraku, tlu i vodi. Zato se sve češće nameće pitanje utjecaja nanomaterijala na okoliš i njegove štetnosti, a posebno na ljudsko zdravlje.

Općenito se nanomaterijali (NM) tj. nanočestice klasificiraju na temelju svoje veličine, a s obzirom na podrijetlo mogu biti anorganski ili organski nanomaterijali. Red veličine nanočestica kreće se između 1 i 100 nm, a za detaljniju karakterizaciju potrebno je poznavati i neka specifična svojstva, npr. specifičnu površinu, površinski naboj čestica, stupanj aglomeracije, morfologiju čestica, itd. Bitno je istaknuti da



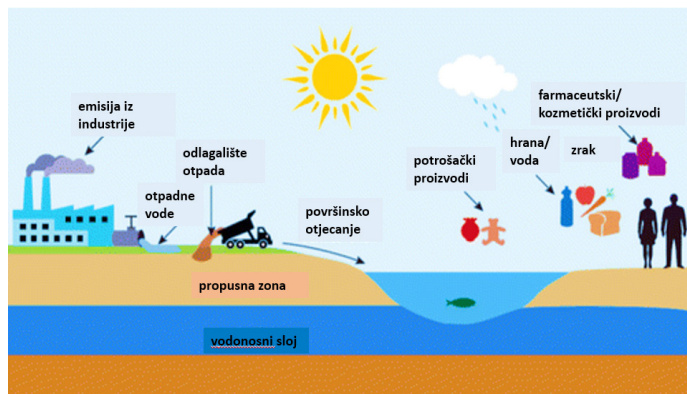
se nanomaterijali u prirodi mogu pojaviti prirodno ili umjetno (sintetizirano) za komercijalnu primjenu, ili mogu nastati kao nenamjerni nusprodukt.

Nanomaterijali koji se prirodno pojavljuju u Zemljinoj kori klasificiraju se kao prirodni NM, a nastaju kroz različite biogeokemijske procese. Prirodni kemijski procesi trošenja, vulkanske erupcije, električno pražnjenje munja, flash piroliza, nanomaterijali metala i metalnih oksida nastali biotičkim i abiotičkim interakcijama (minerali poput sumpora, selena i urana) mogu biti izvor prirodnih NM-a. S druge strane, namjerne i nenamjerne antropogene aktivnosti doprinose nastajanju sintetskih NM-a. Sintetski (NM) smatraju se onečišćivalima čija je prisutnost najveća u urbanim područjima i kao takvi predstavljaju veću prijetnju okolišu od prirodnih NM-a.¹



Slika 1 – Nanočestice

Nanomaterijali, sintetski i prirodni, na razne načine dolaze u interakciju s okolišnim komponentama. Najčešća je prisutnost nanomaterijala u zraku, posebice sintetskim NM-a koji su u visokim koncentracijama prisutni u urbanim područjima. NM imaju sposobnost akumulacije što znači da mogu dospjeti u vodene izvore ili u tla iz obližnjih odlagališta otpada, industrijskih ispusta, gradskih otpadnih voda ili nekih drugih procesa. Otpadne vode se smatraju jednim od primarnih vektora koji doprinose rasprostranjenosti NM-a u prirodnom okolišu.¹



Slika 2 – Mogući izvori NM-a u okolišu

Prirodni NM su u velikoj mjeri prisutni u zraku pa su tako višeslojne ugljikove nanocijevi (proizvedene iz čađe) pronađene u zraku, veličine od 15 do 17 nm. Nanočestice silicijevog dioksida (SiO_2) koje dopijevaju u atmosferu vulkanskim erupcijama uzrokuju iritaciju očiju. Također, nanočestice žive, proizvedene prirodnim putem, mogu se prenositi zrakom i lako dospjeti do drugih prirodnih resursa kao što su voda i tlo. Prirodni izvori mogu sadržavati određene količine prirodnih NM-a u disociranom obliku kao što su podzemne vode s malim koncentracijama u rasponu od nekoliko mg/L. Na primjer, 80 % željeza u prirodnom izvoru vode čini frakcija u rasponu 20 – 200 nm, dok je gotovo 100 % mangana veličine ispod 20 nm, a poznato je da oni utječu na redoks procese biogeokemijskih ciklusa.

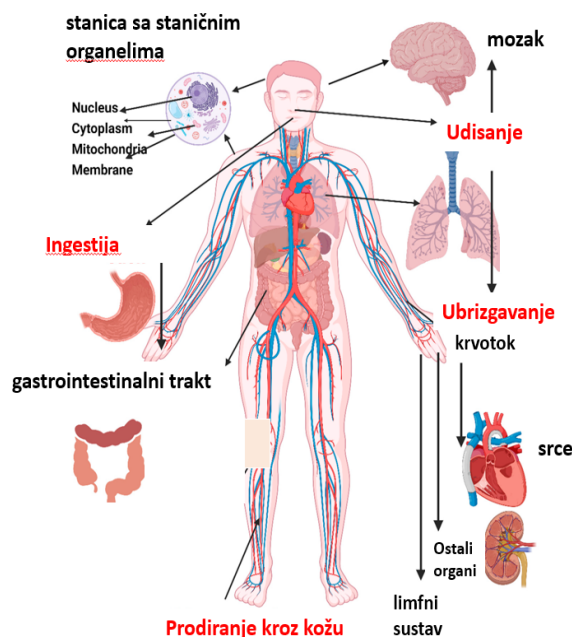
Toksičnost prirodnih NM-a proizlazi iz činjenice da se otapaju uz oslobađanje metalnih iona, što je prevladavajuće u anoksičnim uvjetima i ovisi o kinetici i mehanizmu otapanja u oksičnim/anoksičnim uvjetima. Nedavna ispitivanja su pokazala da prirodni NM ne predstavljaju nužno izravan rizik kao onečišćivalo, već da mogu upućivati na određene razine kontaminacije različitih izvora vode elementima u trgovima (kao što je arsen).

Većina površina prirodnih NM-a sadrži sloj organskih tvari koji osigurava negativan naboj površine i poboljšava stabilizaciju formiranjem dvosloja. Mobilnost prirodnih NM-a (kao što su metalni oksidi i hidroksidi) leži u njihovoj sklonosti da stvaraju stabilne komplekse s elementima u trgovima u vodi. Ovo ponašanje kontrolira bioraspoloživost esencijalnih i toksičnih metalnih iona u prirodnim izvorima vode i u tlu.

Najveći izvor sintetičkih NM-a su urbana područja. Najveće koncentracije sintetičkih NM-a mogu se pronaći u oborinskim vodama iz kojih dopijevaju do postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda te se dalje mogu infiltrirati sve do podzemnih voda i onečistiti prirodne izvore voda. Kruti otpad također može sadržavati sintetičke NM-e koji se lako ispiru s odlagališta i prispjevaju sve do površinskih i podzemnih voda. Sintetički NM mogu ući u okoliš u fazi proizvodnje, u fazi korištenja ili se mogu otpuštati nakon odlaganja.¹ Npr. sintetički NM kao što je TiO_2 koji se koristi kao pigment u industriji boja i papira može se vrlo često pronaći u izvorima voda gdje dopijeva kao posljedica ljuštenja boja s površine materijala. Također, NM srebra, ugrađenog u tkanine, mogu se slučajno otpuštati tijekom pranja odjeće i tako završiti u struji otpadne vode.

Sintetički NM, prisutni u tlu, unosom od strane same biljke postaju dio gotovog agrikulturnog proizvoda. To znači da se NM vrlo lako akumulira unutar hranidbenog lanca, a najveću zabrinutost predstavlja činjenica da čovjek kao krajnji član hranidbenog lanca konzumira taj proizvod kontaminiran NM-om.

S obzirom na široku rasprostranjenost NM-a važno je poznavati načine na koje sve čovjek biva izložen utjecaju NM-a, a to su: udisanje, gutanje, prodiranje kroz kožu i ubrizgavanje. Primarni način na koji čovjek dolazi u kontakt s NM-om je udisanjem pri čemu može doći do akutne reakcije organizma što dovodi do vaskularne disfunkcije, tromboze i ishemijske miokarda. Metalni NM mogu vrlo lako prodrijeti kroz kožu i dospjeti do bazalnih slojeva kože, a tom procesu pridonose veličinom male pore na koži pa čestice NM-a (< 4 nm) lako mogu proći kroz njih. Primjerice nanočestice ZnO i srebra, koje imaju raznu primjenu u industrijskim procesima, mogu izravno ući u organizam preko kože.



Slika 3 – Načini unosa NM-a u tijelo i organa na koje utječu

Još jedan od načina kontakta između NM-a i ljudskog organizma je preko gastrointestinalnog trakta. U gastrointestinalnom traktu dolazi do apsorpcije NM-a u krvotok putem kojeg se čestice NM-a lako mogu translocirati do ostalih organa (pluća, bubrezi, jetra). Izravno ubrizgavanje NM primjenjuje se u biomedicini za isporuku lijekova u organizam. Iako se ovim postupkom postižu zadovoljavajući rezultati u borbi protiv bolesti, ipak postoji mogućnost da dođe do neželjenih posljedica.

Kada se unesu u organizam, u pH rasponu ljudskih stanica, NM se otapaju i čak otpuštaju metalne ione te stvaraju reaktivne kisikove specije (ROS).¹ Veličina čestica i kemijski sastav NM-a najznačajniji su čimbenici koji utječu na toksičnost NM-a na ljudsko zdravlje. Čestice NM-a manje od 100 nm lako prodiru kroz stanice, čestice NM-a veličine oko 40 nm ulaze u nukleus, a čestice ispod 35 nm mogu prijeći barijeru krvotok-mozak. Površinska kemija također određuje interakciju u složenim biološkim matricama i modifikacijom površinskog naboja može se smanjiti toksičnost i poboljšati funkcionalnost. Općenito, NM s pozitivnim površinskim nabojem mogu brzo ući u stanice zbog elektrostatskog privlačenja što dovodi do produljenog vremena zadržavanja u tijelu.

Prisutnost nanomaterijala u sastavnicama okoliša kao što su voda, tlo i zrak zasigurno nije zanemariva, već je zabrinjavajuća i stoga je potrebno poduzeti sve moguće mjere za praćenje pojave NM-a u okolišu i prevenciju njihovih štetnih utjecaja na okoliš i na ljudsko zdravlje. Jedan od temeljnih problema koji nam onemogućava potpuno poznavanje ponašanja NM-a u okolišu jest upravo nepostojanje adekvatnih analitičkih metoda koje bi omogućile praćenje i onih najsitnijih čestica NM-a. Iz tog razloga bi istraživanja trebala biti usmjerena na razvoj jednostavnih, isplativih i visoko ponovljivih analitičkih metoda kako bi se olakšalo razumijevanje uloge nanomaterijala u različitim ekološkim sastavnicama. Ono što ipak najviše zabrinjava je nedovoljno poznavanje utjecaja NM-a na zdravlje čovjeka stoga bi buduća istraživanja trebala staviti veći fokus na rješavanje istog.¹

Literatura

1. A. Malakar, S.R. Kanel, C. Ray, et al., Nanomaterials in the Environment, Human Exposure Pathway, and Health Effects: A Review, Science of the Total Environment 759 (2020)



Kako drveća pridonose smanjenju temperature u gradovima?

Antonela Čugalj (FKIT)

Klimatski uvjeti u urbanim područjima vjerojatno će se pogoršavati u bliskoj budućnosti. Pored klimatskih promjena lokalne vlaste se moraju nositi i sa sve većom urbanizacijom i zgušnjavanjem gradova kako bi očuvali ekološku održivost grada. Provedbom urbanog zelenila u strategijama urbanog planiranja može pomoći u prilagodbi gradova u kojima je klima izrazito promjenjiva.¹

Ublažavajući učinak urbane vegetacije na urbane temperature dobro je procijenjen u literaturi, dokazujući povezana smanjenja temperatura zraka i površinskih temperatura na različitim razinama u gradu. Na lokalnoj i susjednoj razini, velike vegetacijske mrlje modificiraju površinsku energetska ravnotežu kroz proces evapotranspiracije, hladeći zrak oko vegetacije i osiguravajući smanjenje topline okolnih urbanih područja. Na mikroskali, drveće stvara sjenu okolnim izgrađenim površinama i pješacima, mijenjajući biometeorološke uvjete koje oni doživljavaju i poboljšavajući toplinsku udobnost. Konkretno, ulično drveće je ključni čimbenik u evoluciji lokalne klime unutar uličnog kanjona, mijenjajući zračenje, zamah i konvektivnu izmjenu topline između zgrada i atmosfere.¹

Znanstvenici su otkrili da su najugodniji zračni uvjeti za vlažan i vruć grad u jugoistočnoj Aziji pronađeni u dubokim kanjonima, posebno ako je prisutna sjena drveća, u usporedbi s otvorenim i širokim ulicama. Također, zabilježen je pad dnevne temperature zraka od 0,2 do 0,6 °C u plitkoj ulici s gustim krošnjama drveća u usporedbi s drugom ulicom s rjeđim stablima u Melbourneu, Australija. Primijetili su da je utjecaj hlađenja drveća bio manji u dubokom kanjonu sa sličnom gustoćom drveća jer je učinak zasjenjenja drveća bio nadmašen učinkom zasjenjenja visokih zgrada.¹

Ako se govori o Europi studija s podacima iz 93 europska grada (u kojima živi 57 milijuna stanovnika starijih od 20 godina) procjenjuje da bi se trećina smrtnosti koja se može pripisati toplinskim otocima mogla izbjeći sadnjom vegetacije u 30 % urbanog prostora. U velikim gradovima dolazi do efekta toplinskog otoka: asfalt i beton apsorbiraju toplinu tijekom dana i emitiraju je noću, čineći temperaturu mnogo višom nego u obližnjim mjestima gdje prevladavaju zemljište i drveće. Podaci iz tipičnog ljeta pokazuju da su urbane sredine u prosjeku bile 1,5 °C toplije od obližnjih područja 2015. godine.²



Slika 1 – Porast temperature

Provedena je procjena utjecaja na zdravlje toplinskih otoka u tim gradovima i uspoređena je s hipotetskim scenarijem u kojem se povećava pokrov stabala za 30 % u cijelom gradu. U radu se analizira urbani prostor slikama visoke rezolucije (u područjima od 250 x 250 m) kako bi se također uzela u obzir raspodjela vegetacije. Važno je razlikovati smrtnost koja se može pripisati toplinskim valovima, koji mogu utjecati na mnogo više mjesta, od one koja se odnose na toplinske otoke, koji su povezani s urbanističkim dizajnom: asfalt, beton i nedostatak vegetacije povećavaju zdravstveni rizik u ljetnim danima, čak i uz uobičajene temperature.²

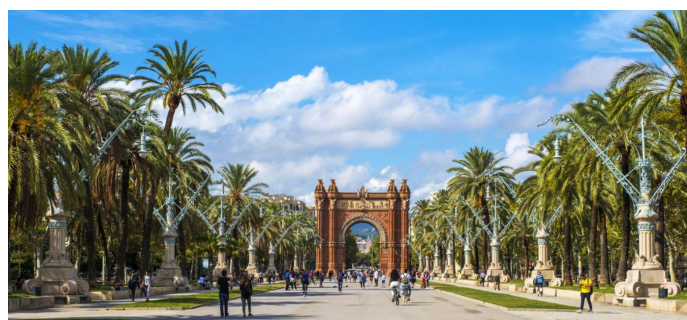
Modeliranje pokazuje rezultat oko 6700 prijevremenih smrti zbog porasta temperatura u urbanim sredinama, što čini 4,3 % ukupne smrtnosti tijekom ljetnih mjeseci (od lipnja do kolovoza) i 1,8 % smrtnosti tijekom cijele godine. Autori smatraju da se trećina njih (oko 2644) mogla izbjeći povećanjem pokriva stabala na 30 % urbanog prostora, što bi smanjilo temperature, u prosjeku, za gotovo pola stupnja, ali ponegdje i 1,5 ° C, pa čak i više. Šumovito područje analiziranih gradova je 14,9 %.²

Općenito, gradovi s najvišim stopama prekomjerne smrtnosti od topline nalaze se u južnoj i istočnoj Europi, a ti gradovi imaju najviše koristi od povećanja pokriva stabala. Barcelona ima samo 8 % stabala, a preuranjena smrtnost koja se pripisuje učinku toplinskog otoka iznosi 14 %, dok Madrid, koji ima 9,5 % šumovite površine, zbog toga ima pobol od oko 12 %.²



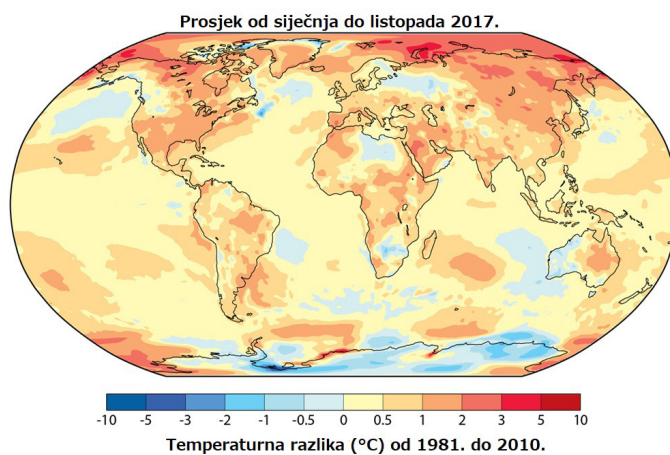
Slika 3 – Puerta del Sol (Madrid), trg bez ijednog stabla

Jedan od negativnih primjera koji gradovi često provode je da uklanjaju kamenje za popločavanje, materijal koji omogućuje filtriranje vode, i zamjenjuje ga asfaltom u mnogim ulicama centra grada. Previše je cementnih kvadrata te ih je potrebno početi mijenjati za zelene površine, jer što su površine otpornije, to se više javlja efekt toplinskog otoka.²



Slika 2 – Trg Slavoluk pobjede u Barceloni (s drvećem s obje strane)

Gradovi se sve više klade na asfalt koji je vodootporan, pa ne filtrira vodu i uzrokuje emitiranje topline i noću, što je učinak koji također pojačava onečišćenje. Naime, prema izvješćima mreže gradova C40 protiv klimatskih promjena, oko 40 % površine gradova prekriveno je konvencionalnim pločnicima, poput asfalta, koji ljeti dosežu maksimalne temperature do 65 °C i zagrijavaju zrak iznad njih. Oni su jedan od glavnih uzroka učinka toplinskog otoka.²



Slika 4 – Temperaturene promjene od 1981. do 2010.

Mora se početi razmišljati o stvaranju pametnijih gradova, s više prirode, više stabala, kao i o zelenim krovovima i zidovima, koji se klade na prilagodbu klimatskim promjenama i borbu protiv njih, ali i na stvaranje zelene urbane infrastrukture, koja također smanjuje onečišćenje zraka, ublažava onečišćenje bukom, promiče tjelesnu aktivnost i poboljšava mentalno zdravlje.

Literatura

1. Ricard Segura, E. Scott Krayenhoff, Alberto Martilli, Alba Badia, Carme Estruch, Sergi Ventura, Gara Villalba, How do street trees affect urban temperatures and radiation exchange? Observations and numerical evaluation in a highly compact city, Urban Climate, Volume 46, 2022.
2. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2023-01-31/mas-arboles-en-las-ciudades-menos-muertes-por-calor.html> (12. 2. 2023.)

Farmaceutska otpadna voda kao nova onečišćujuća tvar

Karla Radak (FKIT)

Voda je prijeko potrebna ljudima i životinjama, a funkcija opstanak svijeta ovisi o dostupnosti čiste vode. Kvaliteta praćenja podzemnih i površinskih voda je neophodna jer su one glavni izvori vode za kućnu i industrijsku upotrebu. U posljednje vrijeme vodena tijela su pod utjecajem novih onečišćujućih tvari (engl. *Emerging Contaminants*, EC), koje se unose u ekosustav i uzrokuju negativan utjecaj na ljudsko zdravlje i ekologiju.

Farmaceutski kontaminanti (engl. *Pharmaceutical contaminants*, PCs) jedni su od glavnih zabrinjavajućih klasa EC-a koji proizlaze iz farmaceutske industrije koji su biološki aktivni spojevi te se koriste za prevenciju ili liječenje bolesti. Farmaceutski proizvodi i proizvodi za osobnu njegu (engl. *Pharmaceuticals and Personal Care Products*, PPCP) uglavnom se koriste za poboljšanje kvalitete svakodnevnog života, što uključuje losione, deterdžente, boje za kosu, ruževe za usne, kozmetiku, kreme, sapune za kupanje, proizvode za njegu zuba, šampone, paste za zube, kreme za sunčanje i mirise.



Slika 1 – Ilustracija onečišćene vode farmaceuticima

Farmaceutski proizvodi i proizvodi za osobnu njegu zajedno se smatraju izvorom farmaceutskih kontaminanata u okolišu. Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća došlo je do velikog porasta u proizvodnji i uporabi PPCP-a. Kada se otpadne vode s PPCP-om ispuštaju u vodotok, to dovodi do genotoksičnih, mutagenih i ekotoksikoloških učinaka na biljke, životinje i ljude. Konstantno ispuštanje PC-a u vodena tijela i njegova izloženost mogu rezultirati dugoročnim (kroničnim) učincima na vodene biljke i životinje.

Stopa smrtnosti riba je povećana visokim stopama estrogena. Štoviše, PC u vodi za piće može izazvati štetne učinke kod novorođenčadi, starijih osoba i osoba koje pate od zatajenja bubrega ili jetre. Pojava estrogena u vodi za piće također može usporiti plodnost muškaraca te povećati učestalost raka testisa, dok kod žena može dodatno povećati učestalost raka dojke. Lijekovi protiv raka prisutni u vodi za piće mogu prodrijeti kroz krvno-placentnu barijeru uzrokujući teratogeni i embriotoksični učinak, a posebno su opasni za trudnice zbog svog citotoksičnog djelovanja.¹

Mnogi takvi štetni učinci mogu se naći kod ljudi i kod životinja zbog prisutnosti PC-a u vodenim tijelima, stoga je vrlo bitno stvoriti djelotvorne i učinkovite metode obrade za njihovo uklanjanje iz otpadnih voda. Proučava se nekoliko mehanizama i tehnika za uklanjanje PC-a i obradu farmaceutskih otpadnih voda, ali najučinkovitiji mehanizam uklanjanja u novije vrijeme je obrada u postrojenju za pročišćavanje otpadnih voda korištenjem bioloških pristupa. Neki od programa biološke obrade uključuju bazen za stabilizaciju otpada, membranski bioreaktor, postrojenje za obradu aktivnog mulja, izgrađenu močvaru, rotirajući biološki kontaktor i fotobioreaktor algi te druge.²

Farmaceutski proizvodi široki su izbori bioloških spojeva koji koriste se za liječenje infekcija i bolesti. Prisutnost lijekova protiv bolova, hormona za kontrolu rađanja, estrogena i drugih lijekova u vodenim tijelima previše je zabrinjavajuća. Farmakološki aktivni kontaminanti nastali iz PPCP-a postojani su u vodenom mediju i pokazuju otpornost na razgradnju.³ PC-i imaju varijabilnu strukturu i ciljno su specifični spojevi koji su razvijeni za apsorpciju i distribuciju unutar ljudskog tijela. Upotreba PPCP-a ovisi o različitim čimbenicima kao što su socioekonomski uvjeti u zemlji, lokaciji i regiji, zdravstvenim ustanovama i sezonskim varijacijama.

Povećanje upotrebe bilo kojeg specifičnog lijeka tijekom pandemije rezultat će povećanjem PC-a u tokovima otpada. Proizvodnja i potrošnja PPCP-a značajno su porasli tijekom posljednjih nekoliko desetljeća uslijed čega je koncentracija PC-a u otpadnim vodama je brzo porasla. PC-i imaju svojstvo interakcije i apsorpcije unutar živih organizama što ih čini potencijalnom opasnošću za cijeli ekosustav.

Oni u obliku bolničkih otpadnih voda (iz bolnica), industrijskih ispusta (iz farmaceutskih industrija), poljoprivrednih otpadnih voda (pesticidi i gnojiva) te ljudskih i životinjskih izlučevina (iz kućanstava i kanalizacije) ulaze u okoliš i oštećuju ekosustav.¹ Otpadne vode iz bolnica kao što su opasne kemikalije, otapala, aktivni lijekovi, metaboliti, dezinfekcijska sredstva i teški metali mogu izdržati u okolini godinama i uzrokovati ozbiljne prijetnje prirodi te imaju visoku mobilnost u tekućoj fazi.

Učinkovito pročišćavanje ovih otpadnih voda važno je prije ispuštanja u vodena tijela. Postoje mnoge klase ili skupine farmaceutskih proizvoda na temelju njihove ljekovite primjene. Razni fizikalno-kemijski i biološki mehanizmi obrade usvojeni su za obradu i uklanjanje PC-a iz otpadne vode.⁴ Identifikacija ovih klasa ili skupina lijekova prisutnih u otpadnoj vodi pomoći će u osmišljavanju najbolje metode obrade za njihovo uklanjanje.



Slika 2 – Onečišćena voda

Lijekovi se razvrstavaju u različite klase ili skupine na temelju njihovog mehanizma djelovanja (vezivanje i djelovanje protiv svoje biološke mete), načina djelovanja, kemijske strukture i liječenja bolesti. Kada se farmaceutski proizvodi klasificiraju na temelju njihove kurativne ili medicinske upotrebe (patologija koju namjeravaju liječiti), kategoriziraju se kao terapijske klase ili skupine lijekova. Neke od klasifikacija uključuju analgetike i protuupalne lijekove, antidepresive, antibiotike, antivirusne, antikoagulanse, sedative, kardiovaskularne i druge.

Potencijalni utjecaji proizvodnje i uporabe farmaceutika na okoliš nisu dobro shvaćeni i nedavno su postali područje istraživanja i proučavanja.³ Od 1990-ih, onečišćenje vode farmaceutičkim ostacima je veliki ekološki problem. Farmaceutički ostaci talože se u okoliš konzumiranjem i izlučivanjem od strane ljudi, nepravilnim zbrinjavanjem, protokom mulja i ponovnim navodnjavanjem kontaminirane vode, curenjem kanalizacije i cijevi.

Starija generacija ljudi uvelike ovisi o farmaceutičkim lijekovima, pa se s povećanjem prevencije kroničnih bolesti očekuje da će se koristiti više terapijskih proizvoda. Vodena su staništa jako onečišćena raznim farmaceutičkim ostacima, a zbog mogućih učinaka ostataka lijekova na ekosustav, nekoliko je zemalja implementiralo sustave procjene rizika za okoliš (engl. *Environmental Risk Assessment*, ERA) za globalnu farmaceutičku kontrolu.



Slika 3 – Prikaz farmaceutika u ribi radi onečišćene vode



Slika 4 – Tablete; jedni od uzroka onečišćenja vode

ERA programi za farmaceutičke lijekove igraju važnu ulogu u širenju ekološke svijesti u farmaceutičkoj industriji i zaštiti zdravlja okoliša. ERA u EU provodi se u dvije faze. Faza I je faza preliminarnog testiranja za mjerenje vrijednosti farmaceutičkih lijekova ili tvari ispuštenih u okoliš. U fazi II donosi se zaključak o okolišu i provodi analiza učinaka u razinama A i B. U razini A analiziraju se učinci i nuspojave lijekova na okoliš, a u razini B, složenija i proširena procjena rizika.

Literatura

1. Kundan Samal, Saswat Mahapatra, Md Hibzur Ali, Pharmaceutical wastewater as Emerging Contaminants (EC): Treatment technologies, impact on environment and human health, *Energy Nexus*, Volume 6, 2022.
2. Pello Alfonso-Muniozguren, Efraim A. Serna-Galvis, Madeleine Bussemaker, Ricardo A. Torres-Palma, Judy Lee, A review on pharmaceuticals removal from waters by single and combined biological, membrane filtration and ultrasound systems, *Ultrasonics Sonochemistry*, Volume 76, 2021.
3. Danièle Mousel, Daniel Bastian, Julian Firk, Laurence Palmowski, Johannes Pinnekamp, Removal of pharmaceuticals from wastewater of health care facilities, *Science of The Total Environment*, Volume 751, 2021.
4. Sudhir K. Sudhir, Saurabh Bhatti, Jai Godheja, Sugato Panda, Izharul Haq, *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*, Pages 1-16, 2023.

Epigenetski utjecaj socijalnog i fizičkog okruženja na mozak

Mateja Novak (FKIT)

Moderni biomedicinski znanstvenici često odvojeno promatraju mentalno i fizičko funkcioniranje. Stoga znanstvenici i liječnici nisu obraćali pozornost na komunikaciju između mozga i tijela koja dovodi do multimorbiditetnih sistemskih poremećaja i poremećaja povezanih s mozgom (npr. depresija s dijabetesom ili kardiovaskularnim bolestima). Izvan biomedicine, društveni znanstvenici odavno prepoznaju utjecaj društvenog i fizičkog okoliša na pojedince i populacije, ali obično ne povezuju te učinke s promjenama u temeljnoj biologiji.

Trenutno napuštamo eru u kojoj se smatra da je DNK ta koja je „sudbina” i koja bi trebala „svima reći” o tome tko smo te otkriti ranjivosti i snagu svakog pojedinca. Zna se da postoji besprijekoran proces interakcije gena s okolišem, engl. *Genes x environment* ($G \times E$, tzv. „epigenetika”). Doista, društveno kao i fizičko okruženje imaju ogroman epigenetski utjecaj na mozak i tijelo. To rezultira značajnim individualnim razlikama čak i između jednojajčanih blizanaca. Nužno je u „preciznu medicinu” ugraditi bolje razumijevanje tih razlika i njihov utjecaj na učinkovitost farmakoloških, bihevioralnih i psihosocijalnih intervencija. Sve se više prepoznaje dvosmjerna interakcija između mozga koji regulira i reagira na cirkulirajuće metaboličke i steroidne hormone, posrednika imunološkog i autonomnog živčanog sustava.

Psihosocijalna perspektiva, zauzima „središnje mjesto” u razmišljanju kako se dnevna iskustva uvlače pod kožu tijekom života i utječu na tjelesno, ali i na mentalno zdravlje.¹ Ovo je sada još važnije s prepoznavanjem utjecaja modifikacija zametnih stanica prije začeća, kao i prenatalnih i ranih postnatalnih životnih iskustava koja vode do epigenetskog modela razvoja životnog vijeka.² Ovaj model čini nas svjesnima kontinuiranog utjecaja faktora i iskustava koji određuju putanju života. Uključuje esencijalnu važnost stvaranja pozitivne i sigurne privrženosti između majke i djeteta i razorne učinke zlostavljanja i zanemarivanja u ranom životu kao i utjecaj siromaštva.^{3,4} Nadalje, iskustveno regulirana ekspresija gena je „jednosmjerna ulica” i ne može se „vratiti sat unatrag”.⁵ Štoviše, zbog kontinuiranih uzajamnih utjecaja između mozga i tijela, svjesni smo i multimorbiditetnih poremećaja u kojima koegzistiraju mentalni i tjelesni problemi.⁶ Ovaj članak predstavlja pregled ove nove sinteze, koristeći kao primjer nove dokaze o vezama između sistemske upale i upala mozga, inzulinske rezistencije i dijabetesa te mentalnog zdravlja i neurodegenerativnih bolesti.



Slika 1 – Deoksiribonukleinska kiselina (DNA)

1. Epigenetika- značenje

Epigenetika pomaže razumjeti mehanizme interakcije mozak-tijelo te plastičnosti i ranjivosti mozga. To ne znači samo utjecaj fizičkih čimbenika kao što su vrućina i hladnoća te onečišćenje već i snažan učinak psihosocijalnih interakcija tijekom cijelog života.² Stoga na osobine svakog pojedinca utječu iskustva te od tud dolazi moderna upotreba epigenetike. Primjer za to je par jednojajčanih blizanaca s genima koji ih predisponiraju za shizofreniju ili bipolarnu bolest; ipak, vjerojatnost da oba blizanca obole je samo u rasponu od 40 do 60 %. To ostavlja dovoljno prostora za iskustva i druge okolišne čimbenike da spriječe ili precipitiraju poremećaj.⁷

2. Mozak kao spremište proživljenih iskustava

Naša sposobnost bilježenja iskustava počinje prenatalno i nastavlja se tijekom života, s kumulativnim učinkom na tjelesno i mentalno zdravlje.^{1,8} Teški i dugotrajni stres može uzrokovati strukturne i funkcionalne promjene mozga koje bi, iako nisu trajno oštećene, ipak zahtijevale vanjsku intervenciju s farmakološkim ili bihevioralnim terapijama kako bi se mozak izbavio.

3. Interakcija mozak-tijelo

Danas se priznaje da mozak ima mnoge interakcije sa sustavnom fiziologijom.⁹ Kroz hormone i druge cirkulirajuće posrednike, sistemska fiziologija može utjecati na mnoge aspekte normalne kognitivne i neurološke funkcije modifikiranjem neuralne strukture i funkcije. Izravnim utjecajem na mozak, sistemska fiziologija pridonosi komorbiditetu moždanih i sistemskih poremećaja, kao što je depresija s kardiovaskularnim bolestima i dijabetesom. Štoviše, zahvaćene regije mozga, zauzvrat, utječu na aktivnost istih posrednika. Pojavljuju se egzozomi koji su oslobođeni od strane mozga i drugih organa te nastaju potencijalni signalni posrednici slični hormonima između tijela i mozga.¹⁰

4. Utjecaj socijalnog okruženja

Porast percipiranog „stresa” u modernom životu daje primjere koji se manifestiraju na različite načine ovisno o prihodu i obrazovanju, kao što je sažeto u dvije publikacije MacArthura Istraživačka mreža socioekonomskog statusa. Ponašanja štetna za zdravlje koja se javljaju u siromašnom i stresnom okruženju, zajedno s višestrukim negativnim čimbenicima okoliša kao što su buka, onečišćenje, nedostatak zelenih površina, gužva, kriminal i nasilje u susjedstvu, nedostatak hrane, nedostatak prijevoza i loše škole.² Veći gradijent prihoda u gradu ili državi epigenetski negativno utječu na zdravlje i životni vijek.^{11,12} Pozitivni utjecaji uključuju grupe u zajednice koje

olakšavaju socijalnu potporu, promiču zdravo ponašanje i potiču sudjelovanje za pozitivne promjene, zajedno sa sigurnim i privlačnim susjedstvom, pristupom zdravlju, pristupačnoj hrani i javnom prijevozu.

5. Rana životna iskustva i transgeneracijski utjecaji

Zlostavljanje i zanemarivanje u ranom životu, kao i odrastanje i život u siromaštvu imaju brojne epigenetske učinke, kao što je postalo vidljivo u životinjskim modelima i studijama o ljudskom razvoju. Na temelju pionirskog rada Levinea i Denenberga o „neonatalnom rukovanju” mladunčadi štakora, Michael Meaney prednjačio je u demonstraciji važne uloge postnatalne majčinske skrbi u emocionalnom i kognitivnom razvoju.¹³ To jest, mladunčad štakora odgojena s majkom koja ga neguje; manje se plaši i istražuje novosti. Nasuprot tome, mladunčad odgojena uz zabrinutu majku koja pruža nedosljednu skrb pokazuje suprotan ishod.¹⁴ To se naziva „epigenetski transgeneracijski prijenos ponašanja”.^{15,16} Doista, kaos u gnijezdu ima negativne učinke na razvoj potomstva kao i kaos u domu.^{17,18} Ipak, čak i prije začeća, kao i tijekom života u maternici, pretilost oca i majke može utjecati na dijete, vjerojatno uključujući „epigenetske” promjene DNK spermija i jajne stanice koje ne mijenjaju genetski kod sam po sebi, već kako se čita.^{19,20} Iako je nemoguće „vratiti sat” i uistinu „preokrenuti” učinke iskustava, pozitivnih ili negativnih, epigenetska perspektiva životnog tijeka ukazuje na prilike za promjenu putanje životnog tijeka tijekom prozora mogućnosti psihosocijalnim intervencijama poput adolescencije i drugih životnih prijelaza.²⁵

6. Neuroimuni mehanizmi tijekom života

Sistemske upale i upale mozga značajke su većine bolesti kao što su dijabetes, kardiovaskularne bolesti, artritis, rak i Alzheimerova bolest. U mozgu, mikroglija je ponajprije odgovorna za upalu koja se povećava starenjem.²¹ Mikroglija pokazuje mnoga svojstva koja se pripisuju dendritskim stanicama, uključujući prezentaciju antigena, i može se potaknuti da izrazi ove karakteristike nakon primjene interferona gama i virusne infekcije.^{22,23,24} Genetska disregulacija upale u mozgu uzima danak na neurološke i bihevioralne funkcije dijabetesa, depresije i demencije te su dobar primjer međudjelovanja upale i napredovanja poremećaja koji zahvaća i tijelo i mozak.

7. Upala, inzulinska otpornost, depresija i demencija

Rastuća učestalost pretilosti, dijabetesa tipa 2, teške depresije i demencije u našem i drugim društvima dovela je do sve većeg razumijevanja uzročno-posljedičnih veza između ovih poremećaja, kao i njihove povezanosti sa stresorima modernog života.²⁵ Sve je više dokaza o povezanosti između inzulinske otpornosti i rizika od kognitivnog pada i demencije.^{26,27} Inzulinski receptori u hipokampusu nisu uključeni samo u regulaciji unosa glukoze, već i u signalizaciji za pamćenje i sinaptičku plastičnost te u regulaciju raspoloženja, uključujući onu povezanu s inzulinskom otpornošću.^{28,29,30,31,32} Povezanost hipokampusa s regulacijom raspoloženja također stvara priliku za istraživanje djelovanja antidepresiva koji mogu ublažiti ponašanje slično depresiji i normalizirati promijenjenu arhitekturu hipokampusa, osobito u

ventralnom hipokampusu.³³ Čini se da postoji zajednički nazivnik između depresije i inzulinske otpornosti, naime acetil-L-karnitin (LAC) koji može brzo poboljšati ponašanje nalik depresiji u životinjskim modelima s nedostatkom LAC-a zbog genetskih uzroka ili uzroka izazvanih stresom.³⁴ Ovo je dodatno pojačano otkrićem koje povezuje priču o LAC-u s inzulinskom otpornošću. Utvrđeno je da Osjetljiva Flinders Linija (FSL) štakora, kod koje je nedostatak LAC-a povezan s ponašanjem sličnim depresiji, također pokazuje povišene serumske razine inzulina, leptina i trigliceridi; štoviše, dodatak LAC-a ne samo da je smanjio ponašanje slično depresiji unutar 3 – 5 dana, već je također liječio metaboličku disregulaciju.³⁵ Trenutačni rad istražuje u tekućim studijama o ljudskom MDD-u kako bi također liječio metaboličku disregulaciju.³⁵ Trenutačni rad istražuje u tekućim studijama o ljudskom MDD-u kako bi se utvrdilo postoji li ljudski pandan FSL štakora među osobama s MDD-om.³⁶ LAC je potencijalni biomarker za ocrtavanje, dijagnosticiranje i liječenje novog biološki definiranog MDD podtipa koji može povezati LAC s inzulinskom otpornošću.

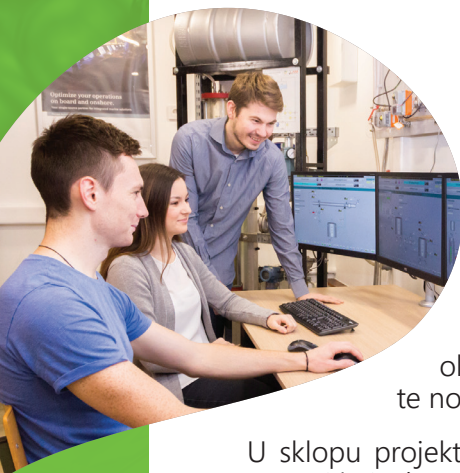
Za smisleno liječenje mnogih poremećaja hitno je u „preciznu medicinu” uključiti utjecaj psihosocijalnih čimbenika tijekom života, uz potpunije prepoznavanje utjecaja interakcije mozak – tijelo za uzrok i prevenciju multimorbiditetnih poremećaja. Trebali bi postojati programi koji promiču bolje roditeljstvo; i škole kao i druge organizacije koje pružaju utočište, sigurnost, prehranu i kao fokus neguju bolje mentalno i fizičko zdravlje.³⁷ Redovita tjelesna aktivnost može promijeniti arhitekturu i funkciju mozga te ojačati prefrontalni korteks i hipokampusnu kontrolu amigdale.^{38,39} Smanjenje stresa temeljeno na svjesnosti (MBSR) kao i meditacija dobivaju na popularnosti kao način smanjenja tjeskobe i time smanjenja percipiranog stresa, uz sve više dokaza promjena u mozgu.^{17,40,41} S obzirom na brzi porast pretilosti i dijabetesa tipa 2 već kod adolescenata, intervencija je imperativ da se preusmjeri napredovanje alostatskog opterećenja prema zdravijem putu kroz prehranu i povećanu tjelesnu aktivnost.⁴² Konačno, zbog višestrukih epigenetskih psihosocijalnih i fizičkih utjecaja na individualni genetski sklop, važno je liječiti svaku osobu kao pojedinca, a ne pretpostavljati da će svi slično reagirati na dani tretman. Učinkovitost farmakoloških sredstava mijenjaju psihosocijalni stresori kao i fizički čimbenici poput onečišćenje zraka koje povećava upalni tonus u tijelu.⁴³ Motivacija za redovito uključivanje u bilo koju bihevioralnu ili drugu terapiju ovisi o motivaciji pojedinca i njegovoj predanosti pozitivnom ishodu. Ovo može biti narušeno negativnim raspoloženjem kao i nedostatkom pristupa objektima u kojima se mogu dogoditi intervencije. Pozitivne društvene interakcije s vršnjacima mogu pomoći u prevladavanju ovih prepreka zajedno s politikom vlade koja stvara sigurno okruženje i zelene površine te smanjuju onečišćenje zraka. Također potrebne su nam i progresivne politike poslodavaca kako bi se olakšalo uključivanje u intervencije i provođenje zdravog načina života. Samo na taj način može se ostvariti pravi potencijal individualizirane precizne medicine.

1. Krieger N. Embodiment: a conceptual glossary for epidemiology. *J Epidemiol Community Health* 2005.
2. Halfon N, Larson K, Lu M, Tullis E, Russ S. Lifecourse health development: past, present and future. *Matern Child Health J* 2014.
3. Van Rosmalen L, van der Horst FC, van der Veer R. From secure dependency to attachment: Mary Ainsworth's integration of Blatz's security theory into Bowlby's attachment theory. *Hist Psychol* 2016.
4. McEwen CA, McEwen B. S.: social structure, adversity, toxic stress, and intergenerational poverty: an early childhood model. *Ann Rev Sociol* 2017.
5. Gray JD, Rubin TG, Hunter RG, McEwen BS. Hippocampal gene expression changes underlying stress sensitization and recovery. *Mol Psychiatry* 2014.
6. Tomasdottir MO, Sigurdsson JA, Petursson H, Kirkengen AL, Krokstad S, McEwen B, et al. Self reported childhood difficulties, Adult Multimorbidity and Allostatic Load A Cross-Sectional Analysis of the Norwegian HUNT Study. *PLoS One* 2015.
7. Fraga MF, Ballestar E, Paz MF, Ropero S, Setien F, Ballestar ML, et al. Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2005.
8. Kirkengen AL. The lived experience of violation: How abused children become unhealthy adults Bucharest. Romania: Zeta Books; 2010.
9. McEwen BS. Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiol Rev* 2007.
10. Eldh M, Ekstrom K, Valadi H, Sjostrand M, Olsson B, Jernas M, et al. Exosomes communicate protective messages during oxidative stress; possible role of exosomal shuttle RNA. *PLoS One* 2010.
11. Marmot M. Social determinants of health inequalities. *Lancet* 2005;365:1099–104.
12. Wilkinson RG, Pickett K. The spirit level: Why greater equality makes societies stronger. New York: Bloomsbury Press; 2010.
13. Levine S, Haltmeyer GC, Karas GG, Denenberg VH. Physiological and behavioral effects of infantile stimulation. *Physiology and Behavior* 1967.
14. Tang AC, Reeb-Sutherland BC, Romeo RD, McEwen BS. On the causes of early life experience effects: evaluating the role of mom. *Front Neuroendocrinol* 2014.
15. Francis D, Diorio J, Liu D, Meaney MJ. Nongenomic transmission across generations of maternal behavior and stress responses in the rat. *Science* 1999;286:1155–8.
16. Priebe K, Romeo RD, Francis DD, Sisti HM, Mueller A, McEwen BS, et al. Maternal influences on adult stress and anxiety-like behavior in C57BL/6J and BALB/CJ mice: A cross-fostering study. *Dev Psychobiol* 2005.
17. Molet J, Maras PM, Avishai-Eliner S, Baram TZ. Naturalistic rodent models of chronic early-life stress. *Dev Psychobiol* 2014.
18. Evans GW, Wachs TD. Chaos and its influence on children's development: An ecological perspective. 1st ed. Washington, DC: American Psychological Association; 2010.
19. Donkin I, Versteyhe S, Ingerslev LR, Qian K, Mehta M, Nordkap L, et al. Obesity and bariatric surgery drive epigenetic variation of spermatozoa in humans. *Cell Metab* 2016.
20. Kral JG, Biron S, Simard S, Hould F-S, Lebel S, Marceau S, et al. Large maternal weight loss from obesity surgery prevents transmission of obesity to children who were followed for 2 to 18 years. *Pediatrics* 2006.
21. Sierra A, Gottfried-Blackmore AC, McEwen BS, Bulloch K. Microglia derived from aging mice exhibit an altered inflammatory profile. *Glia* 2007.
22. D'Agostino PM, Gottfried-Blackmore A, Anandasabapathy N, Bulloch K. Brain dendritic cells: biology and pathology. *Acta Neuropathol* 2012;124:599–614.
23. Gottfried-Blackmore A, Kaunzner UW, Idoyaga J, Felger JC, McEwen BS, Bulloch K. Acute in vivo exposure to interferon-g enables resident brain dendritic cells to become effective antigen presenting cells. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2009;106:20918–23.
24. D'Agostino PM, Kwak C, Vecchiarelli HA, Toth JG, Miller JM, Masheeb Z, et al. Viral-induced encephalitis initiates distinct and functional CD103+ CD11b+ brain dendritic cell populations within the olfactory bulb. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2012;109:6175–80
25. Rasgon NL, McEwen BS. Insulin resistance—a missing link no more. *Mol Psychiatry* 2016;21:1648–52.
26. Gold SM, Dziobek I, Sweat V, Tirsi A, Rogers K, Bruehl H, et al. Hippocampal damage and memory impairments as possible early brain complications of type 2 diabetes. *Diabetologia* 2007;50:711–9.
27. Convit A. Links between cognitive impairment in insulin resistance: an explanatory model. *Neurobiol Aging* 2005;26S:S31–5.
28. Piroli GG, Grillo CA, Reznikov LR, Adams S, McEwen BS, Charron MJ, et al. Corticosterone impairs insulin-stimulated translocation of GLUT4 in the rat hippocampus. *Neuroendocrinology* 2007;85:71–80.
29. Winocur G, Greenwood CE, Piroli GG, Grillo CA, Reznikov LR, Reagan LP, et al. Memory impairment in obese Zucker rats: an investigation of cognitive function in an animal model of insulin resistance and obesity. *Behav Neurosci* 2005;119:1389–95.
30. Grillo CA, Piroli GG, Lawrence RC, Wrihten SA, Green AJ, Wilson SP, et al. Hippocampal insulin resistance impairs spatial learning and synaptic plasticity. *Diabetes* 2015;64:3927–36.
31. Rasgon N, Lin KW, Lin J, Epel E, Blackburn E. Telomere length as a predictor of response to pioglitazone in patients with unremitted depression: a preliminary study. *Transl Psychiatry* 2016;6:e709. [62] Rasgon N, Jarvik L. Insulin resistance, affective disorders, and Alzheimer's disease: review and hypothesis. *J Gerontology* 2004;59A:178–83.
32. Rasgon N, Jarvik L. Insulin resistance, affective disorders, and Alzheimer's disease: review and hypothesis. *J Gerontology* 2004;59A:178–83.
33. Kheirbek MA, Hen R. Dorsal vs ventral hippocampal neurogenesis: implications for cognition and mood. *Neuropsychopharmacology* 2011;36:373–4.
34. Nasca C, Xenos D, Barone Y, Caruso A, Scaccianoce S, Matrisciano F, et al. L-acetylcarnitine causes rapid antidepressant effects through the epigenetic induction of mGlu2 receptors. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2013;110:4804–9.
35. Bigio B, Mathe AA, Sousa VC, Zelli D, Svenningsson P, McEwen BS, et al. Epigenetics and energetics in ventral hippocampus mediate rapid antidepressant action: implications for treatment resistance. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2016;113:7906–11.
36. Nasca C, Bigio B, Lee FS, Young SP, Kautz MM, Albright A, et al. Acetyl-L-carnitine deficiency in patients with major depressive disorder. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2018;115:8627–32
37. Abramovitz R, Bloom SL. Creating sanctuary in residential treatment for youth: from the "well-ordered asylum" to a "living-learning environment." *Psychiatry Q* 2003;74:119–35.
38. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2011;108:3017–22.
39. Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, Scalf P, McAuley E, Cohen NJ, et al. Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2004;101:3316–21
40. Valk SL, Bernhardt BC, Trautwein FM, Bockler A, Kanske P, Guizard N, et al. Structural plasticity of the social brain: differential change after socio-affective and cognitive mental training. *Sci Adv* 2017;3:e1700489.
41. Holzel BK, Carmody J, Evans KC, Hoge EA, Dusek JA, Morgan L, et al. Stress reduction correlates with structural changes in the amygdala. *Soc Cogn Affect Neurosci* 2010;5:11–7.
42. Yau PL, Castro MG, Tagani A, Tsui WH, Convit A. Obesity and metabolic syndrome and functional and structural brain impairments in adolescence. *Pediatrics* 2012;130:e856–64.



CeSaR

Centar za savjetovanje
i razvoj karijera studenata



OBAVIJEST ZA STUDENTE

Projekt **CeSaR na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije (UP.031.1.04.0026)** financiran iz Europskog socijalnog fonda, počeo je 9. ožujka 2020. godine. Ukupna vrijednost projekta iznosi 3.683.389,59 HRK, odnosno 488.869,81 EUR i u cijelosti je financiran iz EU fondova.

Fakultet je u sklopu projekta CeSaR nastojao ponuditi najbolje za studente: unaprijediti praktične i meke vještine studenata kroz Vježbališta, unaprjeđenje Stručne prakse i radionice, uspostaviti snažnije veze s gospodarstvom i olakšati provedbu Stručne prakse u gospodarstvu kroz Sporazume o suradnji te novu aplikaciju za Stručnu praksu.

U sklopu projekta uspostavljena su 4 nova vježbališta na kojem ste dobili priliku raditi na opremi koja će vas činiti konkurentnijima na tržištu rada:

- **Vježbalište 1** – *Primjena naprednih kemijsko-inženjerskih programskih podrški: SIMCET, PITOPS, LabVIEW i SIPAT* → Upotrebom softvera za simulaciju industrijskih procesa, softvera za vođenje procesa te softvera za razvoj studentskih aplikacija, usvajaju se praktične vještine u području simulacije procesa, vođenja i upravljanja procesima te u području modeliranja procesa kemijske i srodnih industrija.
- **Vježbalište 2** – *Karakterizacija mikro- i nanočestica metodom dinamičkog raspršenja svjetlosti (DLS) i određivanje zeta potencijala čestica* → Upotrebom Difraktometra za određivanje raspodjele veličina nanočestica stječu se praktične vještine u području biotehnologije te nanotehnologije materijala i energijskih fluida
- **Vježbalište 3** – *Primjena elektrokemijskih tehnika (EIS) u području obnovljivih izvora energije i elektrokemijskih konverzijskih uređaja* → Upotrebom Elektrokemijske impedancijske spektrometrije usvajaju se praktične vještine u području obnovljivih izvora energije i konverzijskih uređaja (baterije, vodikovi gorivni članci).
- **Vježbalište 4** – *Primjena mikroskopije atomskih sila* → Upotrebom Mikroskopa atomskih sila (AFM-a) koji spada u najvažnije instrumente za karakterizaciju na nanorazini naučeni ste upotrebljavati instrument za karakterizaciju tankih filmova, membrana i drugih površina.

Napravljena je aplikacija za Stručnu praksu:

www.fkit.unizg.hr/studenti/CeSaR
koja olakšava snalaženje za studente,
poslodavce te voditelja Stručne prakse.

Osnovan je CeSaR – Centar za savjetovanje i razvoj karijera studenata pod vodstvom prof. dr. sc. Marka Rogošića te pripadajuća mrežna stranica za studente i poslodavce:
www.fkit.unizg.hr/studenti/CeSaR

Za sve prijedloge za daljnje unaprjeđenje te razvoj karijera studenata pozivamo vas da se javite na: cesar@fkit.unizg.hr





CeSaR

Centar za savjetovanje
i razvoj karijera studenata

OBAVIJEST ZA POSLODAVCE

Projekt **CeSaR na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije (UP.031.1.04.0026)** financiran iz Europskog socijalnog fonda, počeo je 9. ožujka 2020. godine. Ukupna vrijednost projekta iznosi 3.683.389,59 HRK, odnosno 488.869,81 EUR i u cijelosti je financiran iz EU fondova.

U tri godine trajanja projekta ostvareni su svi zadani ciljevi: unaprijeđene su praktične i meke vještine studenata, suradnja Fakulteta s poslodavcima ojačana je kroz Sporazume o suradnji, uspostavljen je Centar za savjetovanje i razvoj karijera studenata (CeSaR) te je kroz kolegije Stručne prakse na prijediplomskom i diplomskom studiju studentima omogućeno pohađanje vježbališta sa suvremenom opremom.

Tako su studenti Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije dobili priliku, uz mentorstvo naših profesora i suradnika, raditi na sljedećoj opremi koja je usavršila njihova znanja:

- *Kemijsko-inženjerska programska podrška: SIMCET, PITOPS, LabVIEW i SIPAT* → Upotrebom softvera za simulaciju industrijskih procesa, softvera za vođenje procesa te softvera za razvoj studentskih aplikacija, studenti su usvojili praktične vještine u području simulacije procesa, vođenja i upravljanja procesima te u području modeliranja procesa kemijske i srodnih industrija.
- *Mikroskop atomskih sila (AFM)* → Upotrebom AFM-a koji spada u najvažnije instrumente za karakterizaciju na nanorazini, studenti su naučili upotrebljavati instrument za karakterizaciju tankih filmova, membrana i drugih površina.
- *Difraktometar za određivanje raspodjele veličina nanočestica* → Upotrebom spomenutog uređaja studenti su stekli praktične vještine u području biotehnologije te nanotehnologije materijala i energijskih fluida.
- *Elektrokemijska impedancijska spektroskopija* → Studenti su upotrebom ovog uređaja usvojili praktične vještine u području obnovljivih izvora energije i konverzijskih uređaja (baterije, vodikovi gorivni članci).

Također, studenti su dobili priliku jačati svoje meke vještine kroz brojne radionice:

- Priprema za proces traženja posla
- *Leadership* za žene
- Kako pokrenuti vlastitu tvrtku
- Pisanje znanstvenog projekta
- Osnove EU fondova
- Komunikacijske vještine

Pozivamo Vas na suradnju:

cesar@fkit.unizg.hr | office@fkit.unizg.hr



SADRŽAJ
vol. 7, br. 4

KEMIJSKA POSLA

Studenti na terenu: Hrvatski državni arhiv	1
„Origami” DNK	3
Radionica u knjižnici Gajnice	5
Eduka – Centar lokalnog razvoja omiljeno mjesto malih znanstvenika	6
Nanotehnologija – Danas i sutra!	8

ZNANSTVENIK

Chat GPT – sustav umjetne inteligencije	9
Tamna strana brze mode	10
Toksičnost kobalta	11
Trenutna uloga kemijskog inženjerstva u rješavanju ekoloških problema	12

BOJE INŽENJERSTVA

Intervju „Na kavi s asistentima“ – Iva Ćurić, mag. ing. cheming.	14
Od Sunčeve energije do vodikovog goriva	17
Elektrode od mikroplastike i plastike	20
Prestanak proizvodnje „Vječnih kemikalija“	22
Umjetni bubrezi	24

SCINFLUENCER

Nanomaterijali u okolišu	26
Kako drveća pridonose smanjenju temperature u gradovima?	28
Farmaceutska otpadna voda kao nova onečišćujuća tvar	30
Epigenetski utjecaj socijalnog i fizičkog okruženja na mozak	32

