

# reaktor IDEJA 1

službeno glasilo Studentske Sekcije HDKI-ja | vol 7  
studeni 2022.

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 kakvog ga znamo, postoji zbog uspjeha koja je privukla njihovu pozornost u svoj posao, pomogli su im različitim izumima, učini Aristotel je bio genijal se biologijom, zoolo znanje u različitim tekstova sačuvar normu za daljn tek u zajedni znanstvenika koji su se probili u teoriji i u praksi. Batio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim



## STUDENTI FKIT-A NA FORUMU ACHEMA 2022

STR. 1

## KAKO PREZIMITI BEZ RUSKOG PLINA?

STR. 15



## ČIP ZA PRIJENOS INTERNETSKOG PROMETA

STR. 24



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](http://www.mzo.hr)



STUDENT  
SKI ZBOR  
SVEUČILIŠTA  
U ZAGREBU



Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam prvi broj *Reaktora ideja* u akademskoj godini 2022./2023.

Moramo napomenuti da je ovo već sedma godina neprekidnog izlaženja časopisa na što smo izrazito ponosni.

Svoj put u *Reaktoru ideja* započela sam prije tri godine kao novinarka, nakon čega sam dvije godine bila urednica rubrike *Kemijska posla*, a od ove godine dobila sam funkciju glavne urednice. Veliko hvala bivšoj glavnoj urednici Dubravki Tavra na povjerenju i svom prenesenom znanju.

Rubriku *Boje inženjerstva* nastaviti će voditi svima Vam poznata Dora Ljubičić koja je s nama već drugu godinu. Pored Dore dobili smo još tri nove urednice. Jurja Vukovinski studentica je 1. godine diplomskog studija Primijenjene kemije te će kroz svoju rubriku *Kemijska posla* rado uklopiti sve aspekte kemije i najnovije vijesti o znanosti. Jelena Barač je na 2. godini diplomskog studija Kemija i inženjerstvo materijala i nova je urednica rubrike *Znanstvenik*. Cilj joj je znanošću zaraziti čitače, ali i potaknuti ih na razmišljanje. Rubriku *SCInfluencer* vodit će Lea Raos, studentica na 3. godini preddiplomskog studija Ekoinženjerstva. Lea će nam predstaviti sve zanimljivosti iz svijeta inženjerstva.

Također, hvala kolegici Ivani Petrić na fotografiranju uredništva!

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. 1, Str. 1–26

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

Zagreb,  
studeni 2022.

#### SADRŽAJ

Kemijska posla.....	1
Znanstvenik.....	8
Boje inženjerstva.....	13
Scinfluencer.....	21





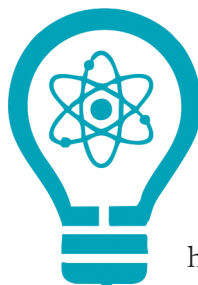
# KEMIJSKA POSLA

## Studenti FKIT-a na forumu ACHEMA 2022

*Aleksandra Brenko*

ACHEMA 2022 je vodeći svjetski forum procesne industrije koji se održao 22. – 26. 8. 2022. u Frankfurtu na Majni u Njemačkoj. Također je mjesto najvećeg okupljanja stručnjaka iz područja kemijskog inženjerstva i proizvodne industrije u Europi. Kroz 5 dana održavanja konferencije posjetiteljima je na raspolaganju preko 900 predavanja i 2.200 štandova raspoređenih kroz 12 kongresnih hala. Sajam se održava na frankfurtskom velesajmu na sveukupno 400.000 kvadratnih metara.

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT) Sveučilišta u Zagrebu te Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI) omogućili su zainteresiranim studentima posjet ACHEMA-i. Na internetskoj stranici FKIT-a objavljen je POZIV studentima za dodjelu financijske POTPORE za odlazak na ACHEMA 2022. Uz životopis i motivacijsko pismo 12 studenata FKIT-a dobilo je financijsku potporu i odvažilo na samoorganizirano putovanje u Frankfurt. Od Zagreba do mjesta događanja jednostavno je doći, jer između dva grada voze redovite autobusne i zrakoplovne

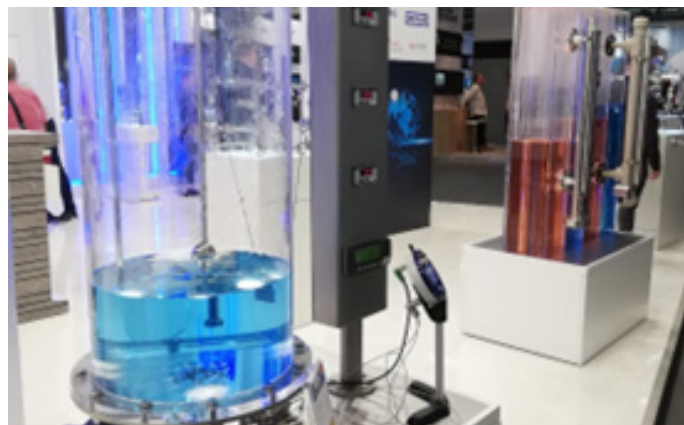


linije. Međutim, ponuda smještaja ograničena je i često izvan mogućnosti za studentski budžet. Frankfurtski velesajam (njem. *Frankfurt Messe*) se nalazi u širem centru grada. Prostor velesajma je toliko velik da je organiziran autobusni prijevoz između udaljenih hala, a kroz hodnike zgrada protežu se horizontalne pokretne trake. Svaka od 12 izložbenih hala bila je specijalizirana za određeni dio procesne industrije.

Tako je hala 3 bila specijalizirana za farmaceutike, pakiranje i skladištenje, hala 4 za laboratorijsku opremu i analitičke uređaje, hala 11 za instrumentaciju i kontrolne sustave... Od 9 ujutro do 6 popodne (uz stanku za ručak) održavale su se javne rasprave, izlaganja najnovijih istraživanja i predstavljanja novih serija proizvoda.



Slika 1 – Unutarnji prostor konferencije



Slika 2 – Zainteresirani su mogli proučiti primjerak procesne opreme na licu mjesta

Glavni cilj konferencije je povezati korisnike s proizvođačima u internacionalnom poslovnom okolišu u kojemu mogu razmjenjivati informacije i sklapati dogovore u opuštenoj atmosferi uz jelo i piće. Prednost AICHEMA-e je što se uređaji bilo koje skale mogu izložiti i predstaviti zainteresiranima, kao što su na primjer poluindustrijski reaktori i bioreaktori, sustavi pokretnih traka za proizvodnju i pakiranje, automatizirane robotske ruke i sofisticirani sustavi za vizualno prepoznavanja defekata temeljeni na strojnom učenju. Na sajmu se mogao vidjeti i Spot, robot poznat po elegantnom kretanju proizašao iz laboratorija američke firme Boston Dynamics.

Ovakav događaj interesantan je kemijskim inženjerima svih usmjerenja jer tamo mogu uživo vidjeti izložena najnovija tehnološka rješenja za procese o kojima su do tada imali samo teoretsku predodžbu. Osim toga, jednostavno je doći do mnogih izlagača, koji su spremni u studente uložiti svoje vrijeme i objasniti im npr. princip rada svojeg uređaja.

Svjedočiti *cutting edge* procesnoj tehnologiji i slušati iz prvog reda rasprave stručnjaka o realnim problemima mehanizacije i automatizacije neprocjenjivo je iskustvo osobama koje se spremaju zakoračiti na tržište rada. Poticaj od strane Fakulteta i Studentske sekcije pravi su dar i zahvaljujemo se svima koji su u njemu sudjelovali.



Slika 3 – Maskota robota budućnosti



Slika 4 – Stvarni robot budućnosti



Slika 5 – Studenti na AICHEMA-i



# Antonia Škarica – nova predsjednica Studentske sekcije HDKI-ja

## 1. Opiši nam ukratko svoje iskustvo u Sekciji? Kad je sve krenulo?

Sekciji sam se pridružila 2018. godine sa željom da što prije nađem sebe u širokom spektru mogućnosti koje pruža kemijsko inženjerstvo. Tada sam bila najmlađa članica te sam učila od starijih kolega, koji osim što su me podučavali o poslovima unutar Sekcije, bili su mi veliki uzor s kojima je bilo izrazito motivirajuće surađivati. Iz godine u godinu, shvatila sam da Sekcija nije samo organiziranje projekata, ostvarivanje potencijala, već da stvara prijateljstva i zajedništvo koje je neprocjenjivo.

## 2. Što planiraš tijekom sljedeće akademske godine kao nova predsjednica Studentske sekcije?

Razmišljajući o planu i programu Sekcije za ovu akademsku godinu, odlučila sam da ćemo uvesti određene novitete u našim stalnim projektima; u Reaktoru ideja, Bojama inženjerstva, Eko globusu te da ćemo imati dva veća projekta vrlo zanimljive tematike. Također, budući da smo protekle dvije godine zbog pandemije COVID-a sve sastanke održavali virtualno te da su brojni kolege koji su nam se u tom razdoblju pridružili ostali zakinuti za pravim dojmom Sekcije,

želja mi je vratiti zajedništvo kakvo je bilo u počecima. Stoga, planiram zajedničke aktivnosti kako bismo se bolje upoznali i surađivali.

## 3. Što bi poručila svojim kolegama s FKIT-a te onima koji će to tek postati?

Kolegama s FKIT-a bih preporučila da budu uporni, marljivi te da otkrivaju svoje talente i ostvare svoj potencijal u potpunosti. Također, preporučila bih im da se učlane u Studentsku sekciju HDKI kako bi dobili dojam što naša struka jest i obogatili studentske dane kvalitetnim sadržajem. Svima koji planiraju upisati FKIT poručila bih da neće požaliti ako upišu jer zaista svijet treba i čeka naše znanje i inovacije. No, prije upisa, želim im puno sreće u spremanju ispita državne mature.

## 4. Kakvi su ti planovi za budućnost, bližu i daljnju? Kako zamišljaš svoj prvi posao i čime bi se htjela baviti jednoga dana?

Iz dosadašnjeg životnog iskustva zaključila sam da ne trebam puno planirati jer puno puta ono što bi mi se dogodilo je bilo puno bolje od onog što sam planirala. Stoga, od planova za budućnost mogu navesti da želim biti bolja osoba nego što sam danas, što smatram da bi trebao biti cilj svakoga od nas. Iako sam maštala o radu u laboratoriju, pišući seminarske i znanstvene radove, članke za Reaktor ideja, došla sam do spoznaje da mi istraživanje i pisanje donosi mir i veselje pa bih prvi posao tražila u tom smjeru.



# STEM festival 2022

Rafaela Kovačević

Dana 21. i 22. listopada 2022. održan je STEM festival na Visokom učilištu Algebra u organizaciji Hrvatskog ureda za kreativnost i inovacije. Oni su neprofitna organizacija i poduzeće specijalizirano za organizaciju događaja, promociju poduzetništva i inovacija te edukaciju o novim i kreativnim načinima rješavanja suvremenih izazova. Dobitnici su nagrade Europski građanin 2018. godine. Organiziraju niz programa, projekata, konferencija i specijaliziranih radionica, pa tako i ovogodišnji STEM festival.

Festival je imao dva dijela, prvi dio je sadržavao predavanja, a drugi dio radionice. Održane su izložbe fonetike glasa, geografije, robotike, fizike, kemije te ekonomije. Boje inženjerstva održale su radionicu pokusa iz područja kemije prirodnih znanosti za učenike osnovnih i srednjih škola. Odaziv je bio velik, puno je učenika sudjelovalo na radionicama i predavanjima. Učenici su uživali u pokusima i naučili da kemija može biti svuda oko nas. Naučili su što su spontane redoks reakcije, svojstva stiropora, prirodne pH indikatore, katalizatore, te stvaranje kompleksa. Također mnogi učenici su pokazali znanje tijekom ispitivanja izvođenja pokusa. Bilo je i učenika zainteresiranih za studiranje na FKIT-u te su dobili letke i informacije o Fakultetu. Radionicu su održale Mateja Bajo, Antonija Karakaš, Rafaela Kovačević, Antonia Lazić i Antonia Škarica. Ovom radionicom su Boje inženjerstva ostvarile novi kontakt sa Hrvatskim uredom za kreativnost i inovacije te se nadamo budućoj suradnji.





# Druga međunarodna studentska GREEN konferencija i FKIT

Matej Viljevac

Druga međunarodna studentska GREEN konferencija, ISC GREEN 2022, održana je od 2. do 3. lipnja 2022. u Osijeku na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Prva takva konferencija održana je 2018. također u Osijeku, no zbog okolnosti vezanih uz pandemiju nije održavana prijašnjih godina.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku u suradnji s Prehrambeno-tehnološkim fakultetom Osijek, Fakultetom agrobiotehničkih znanosti Osijek, Međunarodnom federacijom za zdravstvenu ekologiju te mrežom institucija, među kojima je i Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT) Sveučilišta u Zagrebu, organizirali su ovu konferenciju. Svečano otvorenje započelo je 2. lipnja uvodnom riječi predsjednice i glavne organizatorice prof. dr. sc. Mirne Habuda-Stanić. Cilj 2. međunarodne studentske GREEN konferencije je okupljanje studenata prirodnih, biomedicinskih, tehničkih, biotehničkih, društvenih i humanističkih znanosti s naglaskom na važnost interdisciplinarnog pristupa području zaštite okoliša. Isto tako važna je popularizacija znanosti, razmjena i nadogradnja znanja, primjena smjernica održivog razvoja te ostvarivanje zdravijeg načina života.

Glavni poticaj za odlazak u Osijek na konferenciju je financijska potpora koju nam je omogućio Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Dobivena sredstva pokrila su većinu troškova putovanja i smještaja za 10 studenata preddiplomskih i diplomskih studija FKIT-a. Na natječaj smo se javili s motivacijskim pismom, životopisom i sažetkom rada uz obaveznu potporu mentora. Odlučili smo se na putovanje vlakom s obzirom da je to bilo financijski najisplativije. Putovanje je prošlo bez poteškoća. Iako je dugo trajalo, to je ujedno bila prilika uživati u ljepotama naših krajolika. Po dolasku u Osijek smjestili smo se u novi studentski dom Kralja Petra Svačića. Sa smještajem smo bili izuzetno zadovoljni isto kao i s ljubaznošću osoblja.



Slika 1 – Studenti na GREEN konferenciji



Slika 2 – Ana-Marija Pitner (lijevo) i Matej Viljevac (desno) na GREEN konferenciji

S nestrpljenjem smo čekali otvorenje konferencije. Glavna tema konferencije bila je zaštita okoliša i doprinos nas samih očuvanju okoliša i našeg zdravlja. Plenarno predavanje, ujedno i aktualne problematike, održala je predstavnica IFEH-a (*International Federation of Environmental Health*) prof. dr. sc. Susana Paixão na temu „Gospodarenje otpadom i klimatske promjene“. Ova zanimljiva tema bila je pravi izbor za uvod u konferenciju jer objedinjuje problematiku zaštite okoliša i ljudskog zdravlja. Organizacija konferencije bila je odlična. Održana su predavanja na razne teme poput „Aktivnim djelovanjem protiv negativnih posljedica brze mode“, „Primjena drvnog pepela u cestogradnji“, „Zašto druge zemlje kao prijevozno sredstvo koriste bicikl, a Hrvatska NE?“.

Zanimljivo je kako su sva usmena priopćenja većinom izlagali studenti te stoga ova konferencija poprima karakter studentske konferencije. Usmeno priopćenje na temu „Fizikalni temelji vjetroturbine“ održala je studentica Ana Čurić s našeg fakulteta. Na konferenciji su bile organizirane i različite radionice. Kao najzanimljivije istaknuo bi radionicu Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu, koju je vodila njihova predstavnik Iva Dorić na temu „Kako smanjiti bacanje hrane“ i radionicu Jamnice plus d.o.o. na temu „Inovativna ambalaža – rješenje za smanjenje otpada“ njihove predstavnice Ivane Petričević. Na konferenciji uz usmena sudjelovalo se i s posterskim priopćenjima u kojima su studenti, među kojima je bio i moj poster, izložili svoja istraživanja te na slikovit način prezentirali dobivene rezultate.



S našeg FKIT-a prezentirano je više posterskih priopćenja čiji su autori studentice: Sara Anđelović, Željka Čurić, Tea Horvat, Ana Klemar, Ana Katarina Kovač, Katarina Muzica, Ana-Marija Pitner i Martina Šimonek.



Slika 3 – Studentica Ana Čurić prezentira o vjetroelektranama

Nakon završetka prvog dana konferencije i svih predviđenih predavanja, organiziran nam je kratak izlet u obližnji park prirode Kopački rit, koji je ujedno i najstariji proglašeni park prirode u Hrvatskoj. Kopački rit krasi močvarna područja i raznolika flora i fauna. Osim usavršavanja u stručnom smislu, bilo je vremena i za samostalno razgledavanje Osijeka te zabave na party-u kojeg je organizirao Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek u dvorištu svog fakulteta.

Želio bih se zahvaliti svim organizatorima 2. međunarodne GREEN konferencije na odličnoj atmosferi i nestrpljivo očekujem ponovan susretu. Također, u ime svih studenata zahvaljujem se FKIT-u na danim potporama za odlazak na ovu konferenciju te se svi nadamo i angažmanima i potporama na budućim konferencijama.

Za kraj pozivam sve studente koji ovo čitaju, a koje zanima tematika zaštite okoliša i očuvanje ljudskog zdravlja da sudjeluju na ovakvim događanjima, jer upoznavanje novih ljudi, stjecanje prijateljstava i novog znanja te širenje vidika samo su neke od prednosti ovakvih skupova.



Slika 4 – Park prirode Kopački rit



Slika 5 – Kip Ante Starčevića u Osijeku i Osječka katedrala



# Nobelova nagrada za kemiju 2022.

Lea Raos

Nobelova nagrada za kemiju dodijeljena je Carolyn R. Bertozzi, Mortenu Meldalu te K. Barryu Sharplessu. Svojim su radovima prikazali moć molekularne interakcije te time uveli nove načine proučavanja prirodnog svijeta. Njihovi radovi temelje se na kemiji klikova i bioortogonalnoj kemiji.



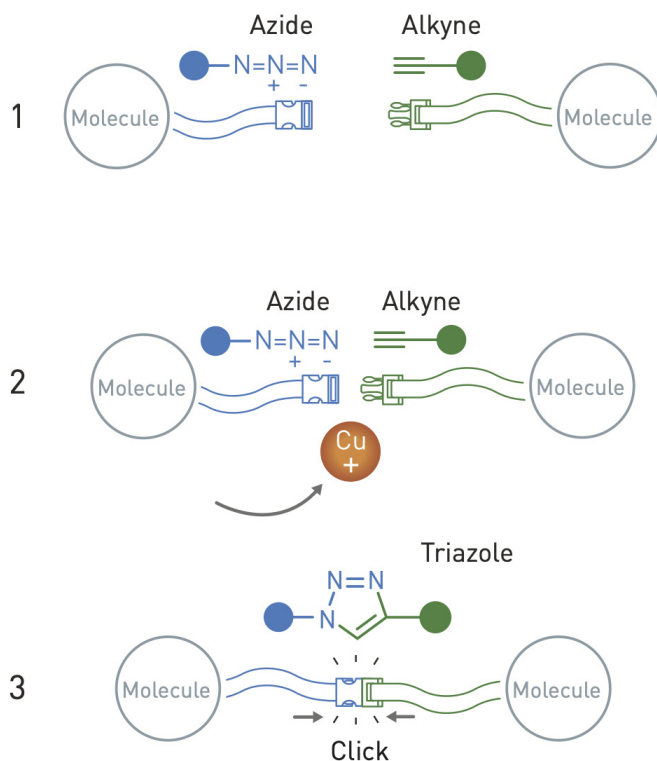
Slika 1 – S lijeva na desno: Carolyn R. Bertozzi, Morten Meldal i K. Barry Sharpless

Carolyn Bertozzi razvila je reakcije klika koje se mogu koristiti unutar živih organizama. Za mapiranje funkcioniranja stanice koriste se upravo njezine bioortogonalne reakcije prilikom istraživanja raka te za njegovo dijagnosticiranje.

K. Barryu Sharplessu ovo je druga Nobelova nagrada za kemiju. Prvu Nobelovu nagradu osvojio je 2001. za svoj rad na kiralno kataliziranim oksidacijskim reakcijama. Sharpless vjeruje da je došlo vrijeme da kemičari prestanu oponašati prirodne molekule. Razlog tomu su molekularne konstrukcije koje proizlaze iz oponašanja prirodnih molekula prilikom čega dolazi do stvaranja prepreka koje kompliciraju razvoj novih lijekova. Sharpless kaže da se kombiniranjem jednostavnih kemijski građevnih blokova mogu stvoriti raznolikost molekula te smatra da klik kemija može generirati lijekove koji su jednako prikladni za svoju svrhu kao oni koji se nalaze u prirodi i koji se mogu proizvoditi u industrijskim razmjerima.

Velik korak u ovom otkriću doprinio je treći dobitnik Nobelove nagrade, Morten Meldal. Meldal se bavio farmaceutskim supstancama te je istraživao može li neka od njih blokirati patogene procese. On je zajedno sa svojim suradnicima izvodio, za njih uobičajenu reakciju, alkin s acil halidom. Prilikom analize otkrio je da je alkin reagirao s pogrešnim krajem molekule acil halida. Na suprotnom kraju bila je kemijska skupina zvana azid. Zajedno s alkinom, azid je stvorio strukturu

u obliku prstena, triazol. Triazoli su korisne kemijske strukture, stabilni su i nalaze se u pojedinim lijekovima. Znanstvenici su ih prije pokušali stvoriti od alkina i azida, ali to je dovelo do neželjenih nusproizvoda. Meldal je shvatio da su ioni bakra kontrolirali reakciju čime je izveo zaključak da su upravo oni odgovorni za nastanak samo jedne tvari.



Slika 2 – Reakcija azida i alkina u prisutnosti bakrova iona

Ova jedinstvena reakcija pokazala je da se reakcije klika mogu koristiti za stvaranje novih materijala. Ako se na primjer prilikom proizvodnje plastike ili vlakana doda azid koji se može kliknuti, promjena materijala u kasnijoj fazi je jednostavna. Moguće je „kliknuti“ tvari koje provode struju, djeluju antibakterijski, štite od ultraljubičastog zračenja ili imaju druga poželjna svojstva. U farmaceutskim istraživanjima, kemija klikova koristi se za proizvodnju i optimizaciju tvari koje potencijalno mogu postati lijekovi.

Ovakva otkrića zasigurno vode u novu eru istraživanja, ali i proizvodnju novih i boljih materijala te lijekova.

## Literatura

- <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2022/popular-information/> (pristup 12. 11. 2022.)
- <https://www.nobelprize.org/all-nobel-prizes-2022/> (pristup 12. 11. 2022.)
- <https://www.nytimes.com/2022/10/05/science/nobel-prize-chemistry-winner.html> (pristup 13. 11. 2022.)



# ZNANSTVENIK

## Citotoksično djelovanje tienopiridinskih derivata na stanice humanog karcinoma jajnika

*Andrea Braica (MEFST)*

Karcinom nastaje zbog promjena u najvažnijim regulacijskim genima koji su odgovorni za staničnu proliferaciju, diferencijaciju i preživljenje.<sup>1</sup> Onkogeni su mutacije normalnih staničnih gena koje nazivamo protoonkogeni. Protoonkogeni sudjeluju u regulaciji normalnog staničnog rasta i diobe. Aktivacijom onkogeni dolazi do nekontroliranog rasta i diobe stanice, što uzrokuje rak.<sup>2</sup> Tumor-supresorski geni su geni koji zaustavljaju rast tumorskih stanica. Gubitkom ili inaktivacijom tih gena ili njihovih proteina može doći do nastanka raka. Dva najvažnija tumor-supresorska gena su TP53 i RB-1. U stanicama raka velik broj mutacija posljedica je genomske nestabilnosti koja nastaje zbog poremećaja u različitim mehanizmima popravka oštećenja



stanične DNA. Geni koji sudjeluju u popravku oštećene DNA su BRCA1 i BRCA2. Upravo ovi geni povezani su s nasljednim rakom dojke i jajnika. U stanicama raka ovi geni su mutirani pa se stanice oslanjaju na druge mehanizme popravka oštećenja DNA.<sup>3</sup>

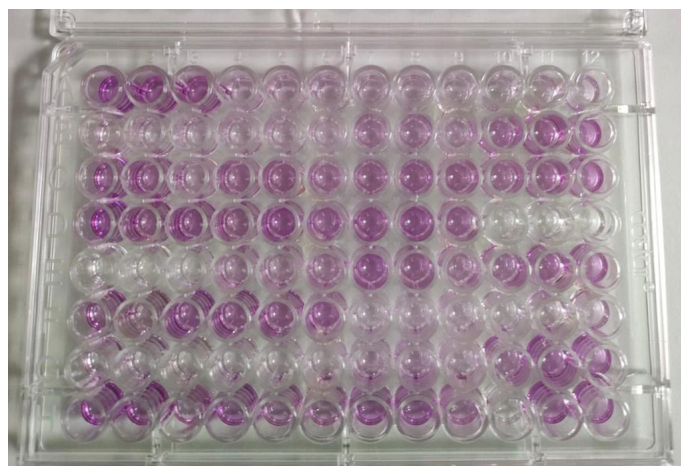
Karcinom jajnika je po učestalosti treći ginekološki karcinom kod žena u svijetu. Uglavnom pogađa žene u perimenopauzi i postmenopauzi. U Hrvatskoj od karcinoma jajnika godišnje obolijeva između 400 i 500 žena, a svake godine umire preko 300 žena. Stopa incidencije karcinoma jajnika je u padu, a to se pripisuje sve većoj upotrebi oralnih kontraceptiva i smanjenoj upotrebi hormonske nadomjesne terapije.<sup>4</sup> Tumor jajnika liječi se kirurškim zahvatom, kemoterapijom, imunoterapijom, PARP inhibitorima te hormonskom terapijom. Zlatni standard liječenja raka jajnika predstavljaju spojevi platine (cisplatin, karboplatin) i taksana (paklitaksel). Uz ovu terapiju ili kasnije, u terapiji održavanja, može se davati bevacizumab jer takva kombinacija dovodi do produljenja vremena do povrata bolesti. Ako pacijentica s platina-osjetljivim recidivom ima mutaciju BRCA1 ili BRCA2 gena potrebno je liječenje PARP-inhibitorom.<sup>5</sup> Korištenjem PARP-inhibitora (olaparib, rucaparib, niraparib) u BRCA mutiranim tumorskim stanicama istovremeno se ciljaju dva puta popravka DNA i to rezultira dubokom citotoksičnošću za tumorske stanice.<sup>6</sup> Za neoperabilne ili metastatske oblike raka jajnika



koristi se imunoterapija koristeći lijekove pembrolizumab i dostarlimab. Hormonska terapija (tamoksifen, letrozol, anastrozol, eksemestan) može se koristiti u liječenju seroznih tumora ako se ponovno pojave<sup>7</sup>.

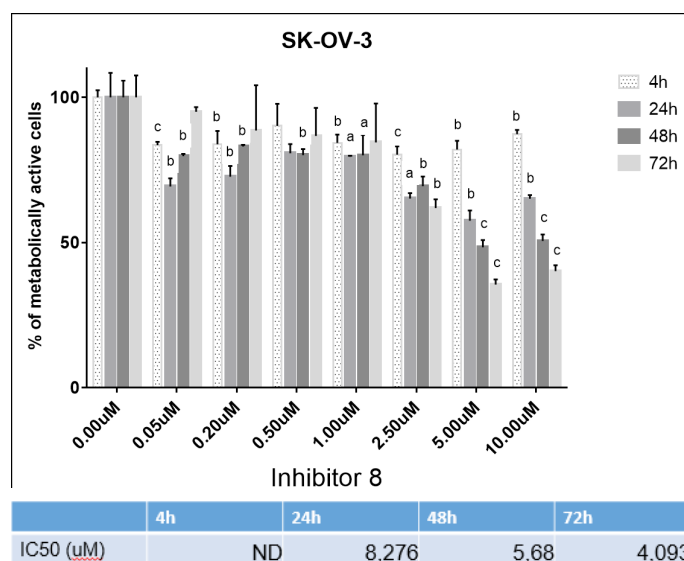
Fosfolipaza C- (PLC) je potencijalna ciljna molekula za terapiju karcinoma jer regulira pokretljivost i proliferaciju stanica<sup>8</sup>. Djelotvornost tieno[2,3-b]piridina otkrivena je na osnovu računalnog modeliranja metodom vHTS (engl. *virtual high throughput screen*). Citotoksičnost spojeva tieno[2,3-b]piridina, odnosno inhibitora 5, 6, 8 i 9 ispitivana je na staničnoj liniji SKOV-3 korištenjem MTT metode. Korištena stanična linija predstavlja epitelne stanice izolirane iz jajnika 64-godišnje bjelkinje s rakom jajnika. Stanična linija SKOV-3 nakon odmrzavanja uzgojena je u McCoy's 5A mediju u inkubatoru na 37 °C uz 5 % CO<sub>2</sub> i 100 %-tnu vlažnost. U medij se dodaje i fetalni goveđi serum (FBS) te otopina antibiotika. Tako pripremljene stanice ostave se u petrijevoj zdjelici preko noći kako bi se stanice uhvatile za podlogu. Stanice koje su se adherirale za podlogu isperu se PBS-om (fosfatni pufer) kako bi se uklonio medij. Nakon toga, stanice se tretiraju tripsinom jer je to enzim koji cijepa peptidne veze omogućujući odvajanje stanica od njihove podloge i presađivanje. Potom se određuje broj stanica pomoću Bürker - Türkove komorice. Prethodno pripremljene stanice pomiješaju se s Trypan Blue bojom koja omogućuje razlikovanje živih i mrtvih stanica pod mikroskopom. Mrtve stanice obojene su plavo jer imaju oštećenu membranu, a žive stanice ostaju neobojene jer imaju očuvanu membranu. Broje se samo žive stanice tj. one koje nisu obojene.

Nakon postupka brojanja stanica, jednak broj stanica prenese se na četiri ploče s 96 jažica i ostavi preko noći kako bi se stanice vezale za podlogu. Nakon toga, stanice se tretiraju spojevima tieno[2,3-b]piridina (inhibitori 5, 6, 8 i 9) u koncentraciji od 0,05; 0,2; 0,5, 1; 2,5; 5 i 10 μmol/L (svaki nanesen u triplicatu) i ostave se u inkubatoru na 4, 24, 48 i 72 sata. Prve tri te posljednjih devet jažica ne sadrže inhibitore pa one predstavljaju kontrolu. MTT je kolorimetrijska metoda kojom se mjeri preživljenje i proliferacija stanica. MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolijev bromid) upotrebljava se za mjerenje staničnog metabolizma, a temelji se na redukciji žuto obojenog tetrazolina u ljubičasto obojen spoj formazan. Samo žive, metabolički aktivne stanice stvaraju ljubičasto obojenje, a mrtve stanice gube tu sposobnost. Nakon tretiranja stanica s inhibitorima 5, 6, 8 i 9, stanicama se doda MTT i inkubiraju se na 37 °C, 2 sata. Nakon toga, medij se ukloni, doda se DMSO (dimetilsulfoksid), inkubiraju se na 37 °C 10 minuta uz treskanje te nastaje ljubičasto obojenje (Slika 1). Intenzitet nastalog obojenja određuje se spektrofotometrijski, mjerenjem apsorbancije na valnoj duljini od 570 nm. Količina nastalog formazana, odnosno intenzitet obojenja, proporcionalan je broju živih stanica. Citotoksična aktivnost korištenih tienopiridinskih derivata na karcinomskim stanicama jajnika iskazuje se omjerom apsorbancije tretiranih stanica i apsorbancije stanica koje nisu tretirane (kontrola). Dobiveni rezultati analizirani su statističkim programom GraphPad Prism 7.0 (San Diego, CA, SAD) sa statističkom značajnošću P<0,05.



Slika 1 – Ljubičasto obojenje nakon dodavanja DMSO

Svi korišteni spojevi pokazali su citotoksičnu aktivnost ovisnu o koncentraciji i vremenu inkubacije, ali porast koncentracije i vremena inkubacije ne prati nužno i porast citotoksičnosti. U nekim slučajevima dolazi do blagog porasta metabolički aktivnih stanica zbog oporavka stanica. Najmanju citotoksičnost pokazao je inhibitor 6, a najveću citotoksičnu aktivnost pokazao je inhibitor 8 i to pri koncentraciji od 5 μmol/L, nakon inkubacije od 72 h gdje se postotak metabolički aktivnih stanica smanjio na oko 40 % (Slika 2).



Slika 2 – Citotoksičnost inhibitora 8 na SKOV-3 staničnu liniju raka jajnika (IC50-koncentracija derivata koji inhibira rast stanica za 50 %; ND-ne može se odrediti; statistički značajna razlika; a-P<0,05, b-P<0,01, c-P<0,001)

Na temelju in vitro dobivenih rezultata dokazano je citotoksično djelovanje tienopiridinskih derivata (inhibitor 5, 6, 8 i 9) na staničnu liniju SKOV-3 karcinoma jajnika te su tienopiridinski derivati pokazali veliki potencijal za dodatna in vitro i in vivo ispitivanja kojima bi se utvrdio mehanizam njihovog citotoksičnog djelovanja te potencijalno uvrštavanje u razvoj novih lijekova za liječenje karcinoma jajnika.

## Literatura

1. Damjanov I, Seiwerth S, Jukić S, Nola M. Novotvorine. U: Raič A, urednici. Patologija. Četvrto, prerađeno i dopunjeno izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2014. str. 149-151.
2. Vrdoljak E, Belac-Lovasović I, Kusić Z, Gugić D, Juretić A. Biologija raka. U: Raič A, urednici. Klinička onkologija. 3., obnovljeno i dopunjeno izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2018. str. 4.-6.
3. Vrdoljak E, Belac-Lovasović I, Kusić Z, Gugić D, Juretić A. Biologija raka. U: Raič A, urednici. Klinička onkologija. 3., obnovljeno i dopunjeno izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2018. str. 8.-10.
4. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Svjetski dan borbe protiv raka jajnika [Internet]. 2022 [citirano 9. rujna 2022.]. Dostupno na: <https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-prevenција-nezaraznih-bolesti/svjetski-dan-borbe-protiv-raka-jajnika-2/>
5. Vrdoljak E, Belac-Lovasović I, Kusić Z, Gugić D, Juretić A. Tumori ženskog spolnog sustava. U: Raič A, urednici. Klinička onkologija. 3., obnovljeno i dopunjeno izdanje. Zagreb: Medicinska naklada; 2018. str. 185.-188.
6. Jiang X, Li X, Li W, Bai H, Zhang Z. PARP inhibitors in ovarian cancer: Sensitivity prediction and resistance mechanisms. J Cell Mol Med. 2019;23(4):2303-2313.
7. CancerNet. Ovarian, fallopian tube, and peritoneal cancer: Types of treatment [Internet]. 2021 [citirano 16. rujna 2022.]. Dostupno na: <https://www.cancer.net/cancer-types/ovarian-fallopian-tube-and-peritoneal-cancer/types-treatment>
8. Reynisson J, Court W, O'Neill C, Day J, Patterson L, McDonald E i sur. The identification of novel PLC-gamma inhibitors using virtual high throughput screening. Bioorg Med Chem. 2009;17(8):3169-3176.

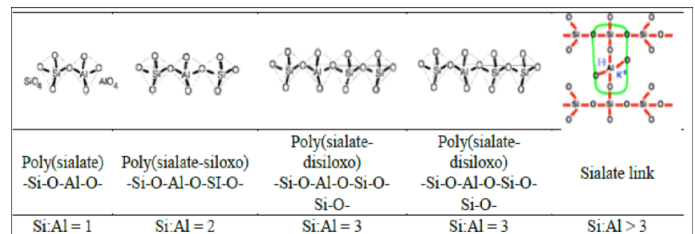
# Od ljuski badema i lješnjaka do novog biokompozita?

Antonela Čugalj i  
Katraina Marija Drmić (FKIT)

Čovječanstvo se iz godine u godinu suočava sa sve većim problemom onečišćenja okoliša. Kao protuteža tom problemu znanstvenici su na tragu novih spoznaja u području zelene kemije odnosno proučavaju se novi biokompatibilni materijali koji će zadovoljiti sve kriterije održivog razvoja. Za nastanak takvih materijala se upotrebljavaju tvari poput ljuske badema i lješnjaka koje inače predstavljaju biootpad, ali u kombinaciji sa geopolimerom i ojačavalom imaju potencijalnu primjenu u građevinskoj industriji kao zamjena cementu. Tako bi se smanjilo onečišćenje uzrokovano cementnom industrijom koje danas donosi oko 8 % ukupnog onečišćenja našeg planeta sa CO<sub>2</sub>.

Geopolimeri su anorganski polimerni materijali dobiveni miješanjem suhe krutine (aluminosilikata) s lužnatom otopinom i drugim sastojcima, ako je potrebno. Glavni sastojak je izvorni materijal, mora biti bogat silicijem i aluminijem. To mogu biti prirodni minerali kao što su glina, kaolinit ili crveni mulj, leteći pepeo, troska poznati kao „otpadni” materijali. Tekući sastojci se obično temelje na aktivacijskim otopinama baziranim na natriju (hidroksid i/ili silikat) ili kaliju (hidroksid i/ili silikat). Vrijeme očvršćivanja je vrlo kratko, u prva 4 sata od stvrdnjavanja postižu 70 % konačne tlačne čvrstoće. Geopolimer koji nastaje nakon egzotermnog procesa provedenog kroz oligomere, procesa poznatog kao geopolimerizacija, je polimer s vrlo dugom retikularnom mrežom, mrežom koja se sastoji od aluminata (AlO<sub>4</sub>) i skupine silikata (SiO<sub>4</sub>). Veza između ovih tetraedara je uravnotežena alkalnim ionima: K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> ili Li<sup>+</sup>. Općenito, geopolimerizacija se može podijeliti u tri stupnja (slika 1.) Prvi od njih je otapanje, kada se čvrsti alumino-silikatni materijal otapa zbog prisutnosti alkalijskog aktivatora tj.

visokog pH i vode. Nakon eliminacije male količine vode, počinje preorijentacija, sada grupni atomi zauzimaju svoje mjesto u strukturi. Tijekom skrućivanja (na 20 °C ili više, oko 1000 °C) voda je gotovo potpuno eliminirana i materijal pokazuje svoj konačni oblik.<sup>1,2,3</sup>



Slika 1 – Tri stupnja geopolimerizacije

Prirodna vlakna dijele se na biljna, životinjska i mineralna, ovisno o podrijetlu. Ova prirodna vlakna koriste se kao armatura za primjenu u biokompozitima. Prirodna vlakna zainteresirala su istraživače zbog svojih izvanrednih svojstava poput niske gustoće, niske cijene, lakoće dostupnosti, biorazgradljivosti i jednostavne obrade. Također posjeduju značajna mehanička, toplinska i dobra akustička svojstva s velikom otpornošću na lom. Mnoga istraživanja su dokazala mogućnost korištenja prirodnih vlakana u polimernim kompozitima i kompozitima na biološkoj bazi kao zamjenu za sintetičke materijale. Stoga su mnoge industrije iskoračile naprijed kako bi revolucionirale korištenje bioloških materijala.<sup>4</sup>

Biovlakna kao što su lignocelulozna vlakna i životinjska vlakna koriste se za ojačavanje polimernih matrica za različite strukturalne primjene. Različite vrste prirodnih vlakana kao što su juta, lan, konoplja, sisal, tvrdo drvo, meko drvo, svila, vuna i razna druga vlakna koriste se kao ojačavala u polimernim matricama za poboljšanje mehaničkih svojstava kompozita.<sup>4</sup> Lignocelulozni materijali su široko rasprostranjeni u svijetu. Lignocelulozna vlakna sastoje se od celuloze, hemiceluloze, lignina i pektina. Udio ovih sastojaka varira od jedne vrste do druge. Kao posljedica toga, lignocelulozna vlakna pokazuju različita mehanička svojstva.<sup>5</sup> Zbog bliskog kemijskog sastava, lignocelulozna vlakna pokazuju vrlo slična kemijska svojstva, osobito na svojoj površini. Posljedično, problemi s kojima se susrećemo uglavnom su nedostatak adhezije između

polimera i vlakana. Zbog svog biokemijskog sastava (većina polisaharida), lignocelulozna vlakna su obično prilično hidrofilna. Sastav vlakana može utjecati na neka svojstva poput površinske energije, tako i njihova predtretmana. Zapravo, prije ugradnje u polimerne matrice, lignocelulozna vlakna se prethodno obrađuju. Postoji mnogo različitih predtretmana napravljenih na vlaknima prije njihove upotrebe.<sup>5</sup>

Biokompozitni materijali su definirani kao: kompozitni materijali u kojima je barem jedan od sastojaka izveden iz prirodnih resursa. To uključuje kompozitne materijale izrađene od kombinacije: polimera dobivenih iz nafte ojačanih prirodnim vlaknima koji nisu biorazgradivi i sintetičkih vlakana ojačanih biopolimerima kao što su staklo i ugljik, te dvije kategorije nisu u potpunosti ekološki prihvatljive. Treća kategorija, a to su biopolimeri ojačani prirodnim vlaknima koja se obično nazivaju „zelenim biokompozitima“ ekološki su prihvatljiviji. Pojam biorazgradivi biokompoziti su oni u kojima je polimerna matrica biorazgradiva. Uključuje dvije različite obitelji: biološke i naftne. Biorazgradivi polimeri razlikuju se od biopolimera u sirovini. Biorazgradivi polimeri mogu se stvoriti na bio-bazi ili na bazi nafte i mogu se klasificirati kao zelene polimerne matrice. Ovi biokompoziti imaju manji utjecaj na okoliš.<sup>6,7</sup>

Građevinska industrija odgovorna je za većinu potrošnje ekstrahiranih prirodnih resursa, a njezini proizvodi najveći su potrošači energije, stvarajući velike količine otpada. U tom kontekstu, potreba za traženjem novih tehnologija upravljanja okolišem koje imaju za cilj održiviju proizvodnju koja je ključna za minimiziranje negativnih utjecaja industrije na okoliš. Beton je jedan od najčešće korištenih materijala u građevinskoj industriji, s jedinstvenim karakteristikama kao što su oblikovanje u različite oblike, debljine, gustoće i čvrstoće za različite

namjene u građevinskoj industriji. Međutim, njegova proizvodnja koristi velike količine prirodnih resursa, kao što su agregati i cement, stoga je bitno razviti proizvodnju ekološki održivijih proizvoda. U tom smislu, korištenje lignoceluloznog otpada može osigurati smanjenje upotrebe konvencionalnih agregata, kao i biti prikladno rješenje za odlaganje velikih količina nerecikliranog. Prema tome, proizvodnja kompozita cementne matrice s vlaknima ili česticama biljnih ostataka istaknuta je u raznim istraživanjima tražeći tehničku izvedivost i najprikladnije formulacije za korištenje poljoprivredno-industrijskog otpada. To bi omogućilo njihovu odgovarajuću raspodjelu, dodajući vrijednost otpadu, kao i dobivanje novih svojstava za kompozite.<sup>8</sup>

### Literatura

1. Davidovits, J., Geopolymer: Chemistry and Applications, 5th edition, 2020.
2. Burduhos Nergis, D. D., Abdullah, M. M. A. B., Vizureanu, P., Tahir, M. F. M, Geopolymers and Their Uses: Review, 2018.
3. Davidovits, J., Geopolymers: Ceramic-like inorganic polymers, 2017.
4. A, V., R, S. M., Siengchin, S., & Parameswaranpillai, J., Renewable and Sustainable Biobased Materials: An Assessment on Biofibers, Biofilms, Biopolymers and Biocomposites. Journal of Cleaner Production, 120978., 2020.
5. Gallos, A., Paës, G., Allais, F., Beaugrand, J., Lignocellulosic fibers: a critical review of the extrusion process for enhancement of the properties of natural fiber composites, 2017.
6. Guna, V., Ilangovan, M., Ananthaprasad, M.G., Reddy, N., Hybrid Biocomposites, India, 2017.
7. AL-Oqla, F. M., Omari A. M., Sustainable Biocomposites: Challenges, Potential and Barriers for Development, 2017.
8. Souza, A. B., Ferreira, H. S., Vilela, A. P., Viana, Q. S., Mendes, J. F., & Mendes, R. F., Study on the feasibility of using agricultural waste in the production of concrete blocks. Journal of Building Engineering, 42, 102491., 2021.

## Zaglađivanje površine proizvoda aditivne proizvodnje parama otapala

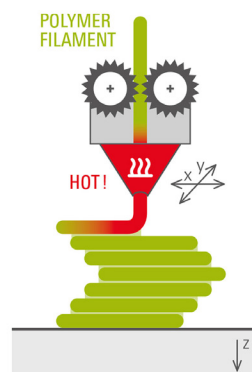
Jelena Barač (FKIT)

Aditivna proizvodnja brzo je rastuća klasa naprednih proizvodnih tehnika gdje se proizvodi proizvode oblikovanjem plastičnog materijala iz podataka 3D modela. Brzim i velikim razvojem eliminira tradicionalne subtraktivne procese, upotrebu šablona, učvršćenja i slično. Manja osjetljivost na geometrijsku složenost, kraće vrijeme i veća fleksibilnost neke su od ključnih karakteristika ovih aditivnih proizvodnih tehnika.<sup>1</sup>

Proizvodnja rastaljenim filamentom (engl. *FDM-Fused Deposition Modeling*), tehnika koju je 1987. godine uveo Stratasys, privlači sve više interesa istraživača i industrije zbog jednostavnosti. Vrlo komplicirani dijelovi mogu se izraditi u roku od nekoliko sati uvozom CAD

podataka u FDM stroj gdje grijana mlaznica istiskuje omekšani plastični materijal (obično ABS) sloj po sloj na stolu bez trenja.

Numerički kontrolirana glava mlaznice pomiče se u smjeru x-y za nanošenje sloja željenog oblika, a stol se spušta za nove slojeve koji se nanose na prethodni. Komora sustava održava se na konstantnoj temperaturi iznad temperature staklenog prijelaza kako bi se smanjila toplinska naprezanja te kako bi polimerni materijal očvrstnuo. Nakon dovršetka printanja tragovi osnovnog

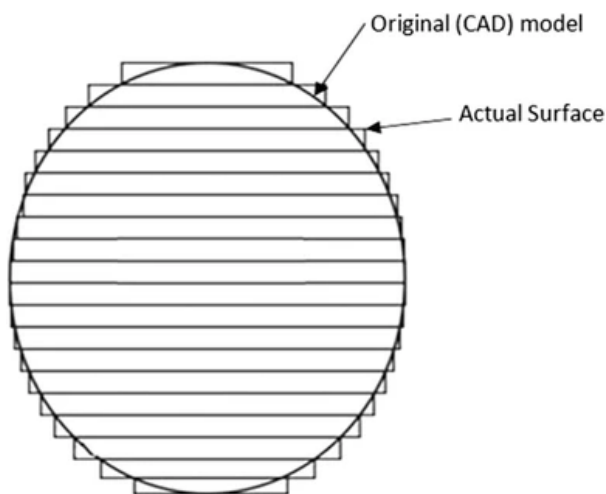


Slika 1 – Shematski prikaz proizvodnje rastaljenim filamentom

materijala uklanjaju se ručno (u slučaju jednostavnih geometrija) ili kemijski (za predmete složene geometrije). Osim jednostavnosti izvedbe i najkompliciranijih geometrija, utrošak materijala je minimalan. (slika 1)

Primjena FDM-a proširena je u tehnikama brzog lijevanja gdje se replike pripremaju i konačno lijevaju metodom investicijskog lijevanja (IC). IC proces ima sposobnost proizvodnje zamršenih oblika s visokom točnošću, završnom obradom površine i stoga se smatra jednim od najsvestranijih postupaka lijevanja metala. Brzo lijevanje putem FDM-a uspješno je primijenjeno u medicini za proizvodnju geometrijski kompliciranih fizičkih prototipova ljudske anatomije izvedenih iz skeniranih podataka. Slika defektne kosti dobivena kompjutoriziranom tomografijom ili magnetskom rezonancijom može se prenijeti u 3D model koji se može izraditi kao replika iz koje se na kraju pripremi vrlo precizan odljev.<sup>2</sup>

Hrapavost površine i dimenzionalna varijabilnost u usporedbi s CAD podacima nedostaci su FDM-a koji nastaju zbog konverzije CAD datoteke. Format STL (standard triangulation language) aproksimira površinu kao mrežu trokuta koji predstavljaju površinu predmeta umjesto ravnih krivulja koje smanjuju rezoluciju. To dovodi do defekta koji je stvorio razliku između izvorne CAD površine i trokuta modela što dalje rezultira dimenzionalnom varijabilnošću.<sup>1</sup> (slika 2)



Slika 2 – Razlika u dimenziji postignuta FDM-om u usporedbi s CAD modelom

Provedena su brojna ispitivanja s ciljem pronalaska optimalnih uvjeta provedbe FDM proizvodnje. Smanjenje debljine sloja poboljšalo je završnu obradu površine i točnost dimenzija, ali je povećalo vrijeme proizvodnje i troškove. Jedna zanimljiva metoda obrade površina FDM proizvoda je zaglađivanje parama otapala koje eliminira linije slojeva uz istovremeno očuvanje detalja i točnosti proizvedenog predmeta. Sam je postupak moguće provesti u takozvanim stanicama za zaglađivanje parom. Proces počinje hlađenjem dijelova FDM-a u rashladnoj jedinici tijekom 10-15 minuta. Dijelovi se nakon hlađenja vješaju unutar zatvorene komore (jedinice za grijanje) u kojoj su izloženi standardnom kemijskom okruženju 10-15 sekundi.

Zagrijane pare prodiru u gornju površinu, a polimerni materijal privremeno teče i ravnomjerno se taloži. Polutekućina ima tendenciju postizanja minimalne površine pod djelovanjem sila površinske napetosti, pa su stoga stepenice (linije slojeva) znatno smanjene, sitne šupljine su zatvorene i materijal je u konačnici sjajan. Postupak se može ponavljati sve dok se ne postigne potrebna razina završne obrade površine.<sup>3,4</sup> (Slika 3.)



Slika 3 – Prikaz predmeta izrađenog FDM-om nakon i prije provedenog postupka zaglađivanja parama otapala

Poliranje otapalom također utječe na mehanička svojstva polimernih materijala. Općenito, čvrstoća polimernog uzorka je usporediva (iako malo veća) od nepoliranih uzoraka, a istezanje do loma je povećano (što je teško postići u većini tradicionalnih materijala). Polimer nakon obrade parama otapala uglavnom ima nešto veću masu kao posljedicu upijanja otapala koje u ovom slučaju djeluje kao plastifikator – aditiv niske molekularne mase koji poboljšava fleksibilnost i obradivost, ali smanjuje krutost. Takve molekule zauzimaju intersticijske položaje između velikih polimernih molekula te povećavaju udaljenost među njegovim lancima. Povećanje međulančane udaljenosti omogućilo bi daljnje produljenje, ali istovremeno slabi međumolekulske povezivanje što rezultira nižim elastičnim modulima.<sup>5</sup>

Iako poliranje parama otapala u određenoj mjeri poboljšava mehanička svojstva isprintanog predmeta, potrebno je prikupiti više podataka i varijacija metode kako bi se utvrdilo koji su idealni parametri koji dovode do poboljšanog izgleda krajnjeg proizvoda i njegovih mehaničkih svojstava ali da i dalje zadržavaju željenu dimenziju.

#### Literatura

1. Chohan, J.S., Singh, R. Enhancing dimensional accuracy of FDM based biomedical implant replicas by statistically controlled vapor smoothing process. *Prog Addit Manuf* 1, 105–113 (2016)
2. Pattnaik S, Jha PK, Karunakar DB. A review of rapid prototyping integrated investment casting processes. *J Mater Design Appl*.
3. Investigation for surface finish improvement of FDM parts by vapor smoothing process
4. <https://www.fastradius.com/resources/what-vapor-smoothing-why-part-need-it/>
5. <http://utw10945.utweb.utexas.edu/sites/default/files/2016/184-Neff.pdf>



# BOJE INŽENJERSTVA

## Na kavi s asistenticama Zavoda za mehaničko i toplinsko procesno inženjerstvo

*Dora Ljubičić (FKIT)*

S obzirom na to da je kolegica Aleksandra Brenko u sklopu ove rubrike popila kave s većinom profesora ovog fakulteta, prošloga tjedna sam se uputila na Zavod za mehaničko i toplinsko procesno inženjerstvo na kavu s asistenticama tog zavoda: dr. sc. Anom Petračić; Teodorom Prebeg, mag. ing. cheming.; Katarinom Sokač, mag. ing. cheming. i Ivom Zokić, mag. ing. oecoing. i ispitala ih nekoliko pitanja!

**Za početak molim vas da se predstavite- Vaše ime i prezime, otkuda dolazite te kako ste se odlučile za doktorat?**

**dr. sc. Ana Petračić:** Moje ime je Ana Petračić i dolazim iz Petrinje. Uvijek sam razmišljala o znanosti, o doktoratu i radu na fakultetu, ali je presudno bilo to što se u pravom trenutku otvorilo asistentsko mjesto kod moje mentorice, a ostalo je sudbina.



Ljepota ovog posla je što možeš raditi i na svojoj karijeri, nije da radiš za nekoga, već istražuješ odgovaraš na pitanja koja te zanimaju.

Lakše si opravdaš mukotrpan rad kad otkrivaš nešto novo. I nisi ovdje zbog novca, ovdje si zbog „vječne slave”.

**Iva Zokić:** Ja sam Iva Zokić, iz Zagreba sam. Prvenstveno nisam se htjela ni upisati na FKIT, slučajno sam ga upisala, jer nisam upala na medicinu. Onda sam nakon upisa na ekoinženjerstvo shvatila da mi se to jako sviđa. Imala sam par jako dobrih profesora kroz studiranje koji su me usmjerili više prema znanosti i kad sam bila na diplomskom kod profesorice Sander sam odlučila da bih htjela ostati na doktoratu, kao i u Aninom slučaju sudbina je pomogla s ostalim.

**Katarina Sokač:** Ja sam Katarina Sokač, dolazim iz Đurđevca. Kemija mi je još prije osnovne škole bila jako zanimljiva, jer smo imali radionice u gradskoj knjižnici. Bilo mi je jako fascinantno kako iz dvije bezbojne tekućine nastane nešto ljubičasto i znala sam da jednog dana to moram otkriti. Otkrila sam to vrlo brzo, ali su se otvorila neka nova pitanja. Upisala sam FKIT te je tijekom studija uvijek postojala dilema između industrije i znanosti, ali nakon što sam otišla u Toulouse na stručnu praksu na pola godine, shvatila sam da je znanost moja ljubav i tako sam upisala doktorski studij.



**Teodora Prebeg:** Ja sam Teodora Prebeg i dolazim iz Đakova. Kroz cijeli studij nikad nisam pretjerano razmišljala o doktoratu, međutim zainteresirala me znanost, pogotovo tkivno inženjerstvo za koje sam prvi put čula od asistentice Ressler. Kad sam otišla na Erasmus vidjela sam kako je to područje zapravo jako razvijeno i da postoje firme koje se time bave. Nakon što sam se vratila u Zagreb, slala sam molbe, ali sam počela shvaćati kako me istraživanje sve više zanima te da se na nekom drugom poslu u industriji ne bih pronašla kao ovdje. Jednostavno ne bih bila toliko sretna. Otvorila mi se mogućnost rada s mojom mentoricom prof. Matijašić i zbog toga sam također vrlo sretna.

**Iz kojih kolegija držite vježbe? Predstavite nam vaš zavod, čime se svaka od vas bavi?**

**Iva Zokić:** Sve četiri držimo vježbe iz svih kolegija sa zavoda, a to su: Prijenos tvari i energije, Mehanika fluida, Mehaničko toplinsko inženjerstvo, Toplinsko procesno inženjerstvo, Sustavi jediničnih operacija, Jedinične operacije u ekoinženjerstvu i Procesi prijenosa i separacije. To su svi kolegiji koje imamo na zavodu te s obzirom na to da smo sve četiri asistentice i da imamo kolektiv pun razumijevanja, jednako raspoređujemo posao. Osim toga vodimo Kemijsko inženjerske vježbe, Ekoinženjerski laboratorij, vježbe iz Inženjerstva materijala i ponekad radimo sa studentima radove za rektorovu nagradu i znanstvene članke. Većinom dane provodimo u labosu i na vježbama.

**dr. sc. Ana Petračić:** Na zavodu su četiri profesora i četiri asistenta. Moja mentorica je prof. Sander. Ona i ja se uglavnom bavimo toplinskim separacijskim procesima, odnosno ekstrakcijom i destilacijom. Dio toga je pročišćavanje biodizela, što je ujedno bio i moj doktorat i trenutno nam je vezano za jedan projekt na kojemu radimo. Koristimo niskotemperaturna eutektička otapala za pročišćavanje otpadnih kiselih sirovina, kao što su ulje i talog od kave (to fino miriše), životinjske masti (to nimalo ne miriše), otpadno jestivo ulje (to ni ne miriše, ni ne izgleda dobro). Dakle, pročišćavamo te sirovine i od njih radimo biodizel. Osim toga, bavimo se destilacijom raznih eteričnih ulja i ekstrakata iz različitih biljaka (konkretno, trenutno radimo papriku i dumbir). To nam je zanimljivo i korisno, jer zamiriše labos nakon svih ovih masti.

**Iva Zokić:** Moja mentorica, prof. Prlić Kardum, i ja trenutno prvenstveno radimo u sklopu projekta sa Zavodom za mjerenja i automatsko vođenje procesa.



**Slika 1** – Asistentice (s lijeva na desno): Teodora Prebeg, mag. ing. cheming.; Katarina Sokač, mag. ing. cheming.; dr. sc. Ana Petračić, viša asistentica; Iva Zokić, mag. ing. oeoicing.

Projekt se bavi naprednim vođenjem procesa kristalizacije, a mi trenutno istražujemo kako različite strukture (forme) dobivenih kristala utječu na topljivost djelatne tvari. U sklopu doktorata planiram raditi sferičnu kristalizaciju djelatne tvari, a još ćemo kroz završne i diplomske radove pokušati pripremiti terapijsko niskotemperaturno eutektičko otapalo (THEDES). THEDES je kombinacija djelatne tvari i neke druge netoksične komponente iz svakodnevnog života, pri čemu je cilj iz dvije krutine dobiti kapljevinu koja se može koristiti za lakše doziranje lijeka.

**Katarina Sokač:** Profesor Žižek i ja bavimo se poboljšanjem svojstava nekih lijekova koje karakterizira niska bioraspoloživost, odnosno veoma nizak udio doze lijeka koja dospje u krvotok i dostupna je za djelovanje. Njihova svojstva moguće je poboljšati pripremom čvrstih disperzija, odnosno ugradnjom hidrofobnog lijeka u hidrofilni nosač. U prvoj fazi disperzije su podvrgnute onim metodama karakterizacije koje mogu ukazati na pomak u topljivosti djelatne tvari. U idućoj fazi slijedi priprava i karakterizacija konačnog dozirnog oblika s ugrađenim čvrstim disperzijama. Karakterizacija podrazumijeva testove tvrdoće, raspadljivosti, ujednačenosti sadržaja djelatne tvari i in vitro testove otapanja. Dobiveni rezultati uspoređuju se s rezultatima komercijalno dostupnih dozirnih oblika.

**Teodora Prebeg:** Bavim se tkivnim inženjerstvom. Mentorica, prof. Matijašić, i ja imale smo slične ideje za istraživanja te krećemo u smjeru 3D bioprinta. Sada smo u početnoj fazi razvoja materijala iz biogenog izvora, što je ponekad vrlo zahtjevno, te u koji bismo kasnije umiješali

stanice i pokušali 3D bioprintati dio tkiva ili organa.

### Koja je najveća prepreka u radu sa studentima i koji je najbolji način za pridobiti njihovu pažnju i motivirati ih tijekom vođenja vježbi?

**dr. sc. Ana Petračić:** Usudila bih se reći da je najveća prepreka nezainteresiranost. Kada studenti dođu da to samo odrade, damogu što prije biti gotovi i raditi stvari koje su im bitnije. U zadnje smo se vrijeme potrudili nabaviti noviju aparaturu i učiniti sve to zanimljivijim, snimiti videozapise, napraviti materijale da lakše usvoje vježbe i zapravo budemo tužni kada dođe grupa od četiri osobe od kojih jedna nije pogledala naše materijale. Trudimo se animirati studente, zezati se da ne bude uvijek sve ozbiljno. Nema smisla da se samo žalim, ima jako zainteresiranih studenata koji imaju puno pitanja „Zašto i kako?” i s takvima je baš gušt raditi. E da, odgovarajte na pitanja kad vas nešto pitamo. Užasno je kada cijela dvorana šuti nakon postavljenog pitanja.

**Iva Zokić:** Još jedan od problema je kada studenti ne ispravljaju referate na vrijeme ili kad nas ne shvate ozbiljno u vezi prepisivanja. Stvarno ne volimo rušiti studente, to nam je najgori dio posla. Zapravo dobivamo dosta dobre povratne informacije, većina studenata kaže da je kod nas na Zavodu dosta opuštena atmosfera, ali zahtjevamo minimum odgovornosti prema obvezama na kolegiju.

**Katarina Sokač:** Najnovija sam na Zavodu i tek sam od ove akademske godine počela voditi laboratorijske vježbe, međutim najvažnije mi je povezati svaku vježbu s odgovarajućom primjenom u industriji.

**Teodora Prebeg:** Slažem se sa svim rečenim dosada i napomenula bih da su ovo temeljni predmeti za jednog kemijskog inženjera pa se zapravo začudimo kada studenti nisu zainteresirani za vježbe. Shvatila sam da je najvažnije studentima govoriti kako će određenu vježbu primjenjivati u praksi, jer im onda bolje sjedne zašto nešto rade. Nikom nije cilj postavljanje autoriteta, jer u strahu nitko ne može funkcionirati, ali treba postaviti određene granice kako ne bi zanemarivali svoje obveze.

### Je li izazovno biti žena u STEM-u?

**dr. sc. Ana Petračić:** Najveća razlika se osjeti kada treba dići bocu dušika ili bocu s vodom od 19 kg, nije to baš lako.

**Teodora Prebeg:** U zadnje vrijeme se otvoreno priča o takvim stvarima i ne osjetim diskriminaciju kao žena u STEM-u. Mislim da nije pitanje jesi li muškarac ili žena u STEM-u, nego jednostavno jesi li u STEM-u jer je on ponekad izazovan sam po sebi.

**Iva Zokić:** Mislim da je na ovom zavodu teže prof. Žižeku i našem tehničaru Željku koji su jedini muškarci na Zavodu i trebaju izdržati s nama.

### Kako se nosite sa stresom na poslu?

**Teodora Prebeg:** Tajlandskim boksom.

**Iva Zokić:** Ana i ja idemo u teretanu ujutro prije posla. U 7:00 smo u teretani; zagrijavamo se za radni dan. Imale smo par prilika rođendana i djevojačkih, išle smo bacati sjekire pa je to bilo dobro razbijanje stresa.

**Katarina Sokač:** Nakon posla idem na plesnu probu na kojoj isplešem stres.

**dr. sc. Ana Petračić:** Istaknula bih kako je najvažnije što imamo dobar kolektiv i kada jedna ima problem, dođe kod drugih i podijeli to s njima. Onda ju one ili nasmiju ili utješe ili se ljute zajedno s njom i svaki put kad sam došla među njih sam dobila utjehu.

### Da možete, što biste promijenile od uvjeta u kojima rade asistenti?

**Jednoglasno:** Digestor!

Koristimo razne API-je i lako hlapiva organska otapala, stvarno bi nam dobro došao digestor.

### Jeste li oduvijek ovo htjele raditi, ako ne što ste htjele biti kao male?

**dr. sc. Ana Petračić:** Htjela sam biti Indiana Jones i frizerka. Zapravo još uvijek želim biti frizerka, imamo ponekad frizerski salon na zavodu. Još nismo doživjele da farbamo Ivu, ali i to ćemo uskoro.

**Iva Zokić:** Htjela sam biti veterinarica pa smetlarka (što sam djelomično ostvarila kroz ekoinženjerstvo, jer neki kažu da su ekoinženjeri smetlari s diplomom).

**Katarina Sokač:** Htjela sam biti učiteljica, to mi se već tada ostvarilo jer su prijatelji nakon nastave u školi dolazili u moju školu gdje bih im bila učiteljica. Imala sam i svoj imenik!

**Teodora Prebeg:** Htjela sam biti forenzičarka, ali prvenstveno sam htjela nešto istraživati, tada nisam znala što, ali znala sam da ne mogu raditi nešto monotono gdje samo sjedim.

### Koji su vam hobiji i interesi izvan posla?

**dr. sc. Ana Petračić:** Amaterska fotografija, grafički dizajn, duge šetnje i sve što vole mladi.

**Iva Zokić:** Isto tako amaterska fotografija, šetnje sa psima, dobri koncerti i tu i tamo izlasci.

**Katarina Sokač:** Za mene su rekli da se iz klompi i kute danju, prebacujem u cipele i narodnu nošnju noću.

Plešem u Zagrebačkom folklornom ansamblu dr. Ivana Ivančana.

**Teodora Prebeg:** Tajlandski boks i penjanje po planinama. Volim izlaziti, ići na kave i peći kolače.

**Koji vam je najdraža dostava hrane na posao?**

**Jednoglasno:** Sushi!

**Pitanje za dr. sc. Anu Petračić:**

**Razlika između doktorata i postdoktorata? Kako ste se odlučili ostati na fakultetu?**

Projekt na kojemu sam radila još uvijek traje i htjela sam ostati, jer uživam u njemu. Voljela bih da mogu reći kolegama da je manje stresa i manje posla, ali nije. Sad napokon imam priliku raditi stvari koje nisam prije stigla.

**Brzopotezna pitanja:**  
Kava/Čaj?

**Jednoglasno:** Kava!

**Botaničar/ Krivi put?**

**Ana Petračić, Katarina Sokač, Teodora Prebeg:** Botaničar.

**Iva Zokić:** Krivi!

Bio je užitak piti s vama kavu, upijati vaša iskustva te se nadam da će vas studenti slušati kako ne biste jednog dana morali isprintati naše slike prije bacanja sjekira.



## Kako prezimiti bez ruskog plina?

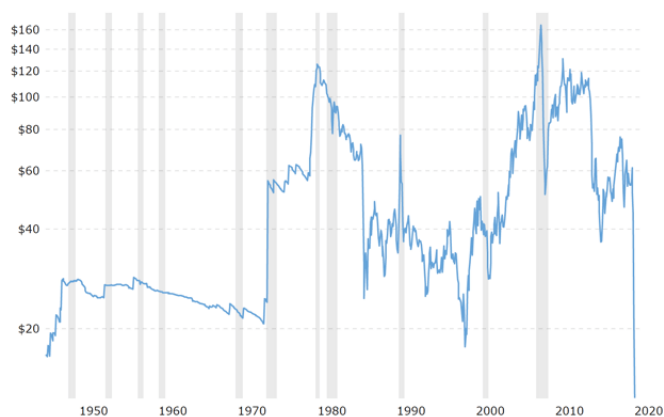
*Dubravka Tavra (FKIT)*

Zima se bliži, a pitanje kako ju prezimiti bez ruskog plina sve više odjekuje u javnosti. Nije ovo prvi put u povijesti da dio svijeta prolazi kroz energetske krize. Naprotiv, postoji cijela povijest takvih događaja iza nas. Svaki put je poučak isti, a to je da shvatimo da nas ovisnost o drugima može skupo koštati.

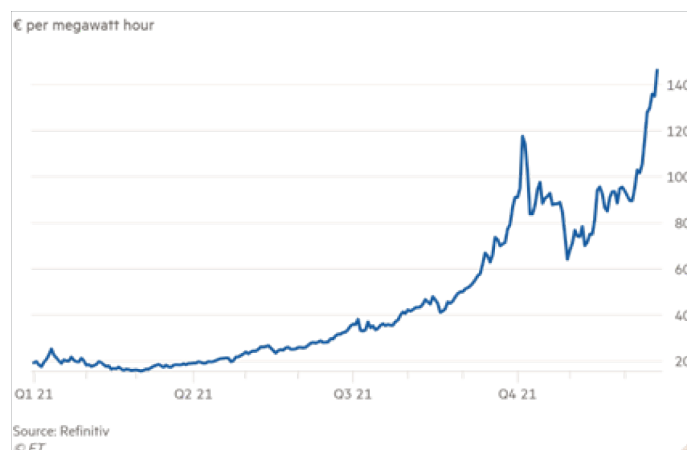
Doista, moglo bi se reći, što je zemlja manje ovisna o drugima, to je bogatija. Inače se lako može dogoditi ono što se Europi događa sad – da ju netko drugi „drži u šaci“ – Rusija.

Tijekom 70-ih godina prošlog stoljeća došlo je do dviju naftnih kriza (1973. i 1979./'80.) što je poprilično pogodilo ekonomiju Amerike, ali i ostalih industrijskih zemalja. Postajalo je jasno da im ekonomija i razvoj ovise o fosilnim gorivima. Tada se i javila ideja kako treba smanjiti tu ovisnost i ne dopustiti da fosilna goriva do te mjere utječu na ekonomiju kao što su tijekom kriza 70-ih.<sup>1</sup> Nakon toga počeli su raditi na komercijalizaciji litij-ionskih baterija i uređajima koji mogu raditi na električnu energiju. Nakon tadašnjih kriza, vrhunac cijena nafte dogodio se 1980. na preko 35 USD po barelu (115 USD u današnjim dolarima). Nakon tih događaja, usporavanje industrijskih gospodarstava i stabilizacija ponude i potražnje uzrokovali su početak pada cijena u 1980-ima.<sup>1</sup>

Trenutna cijena prema WTI (engl. *West Texas Intermediate*) jest oko 93 USD po barelu. Međutim, posljednjih mjeseci ta cijena je vrlo varijabilna. Prikaz kretanja cijena nafte zadnjih 70 godina prikazan je na slici 1. Isto kao nafta, posljednje dvije godine cijena prirodnog plina snažno je porasla. Prikaz kretanja cijena prirodnog plina u 2021. godini prikazan je na slici 2.



**Slika 1** – Prikaz kretanja cijena nafte po barelu u razdoblju 1950. – 2022.<sup>2</sup>



**Slika 2** – Prikaz kretanja cijena prirodnog plina po kvartalima u 2021. godini po MWh<sup>3</sup>

### Je li Europa sama sebi kriva za ovo stanje?

Mnoge kontinentalne europske zemlje u velikoj mjeri ovise o ruskom plinu. Gazprom, ruski energetske div u vlasništvu države, ukinuo je isporuke Poljskoj, Bugarskoj,

Finskoj, Nizozemskoj i Danskoj još u početku rata, zbog toga što nisu blagonaklono reagirale na ruske zahtjeve da se transakcije obavljaju u rubljima.

Teško je pronaći ravnotežu između restrikcija i slobode. Posebice za vrijeme rata Rusije i Ukrajine. Rusija ima najveće svjetske rezerve prirodnog plina, gotovo dvostruko veće od onih u Katru, a njezine zalihe plina čine 40 % potrošnje Europske unije.<sup>4</sup> Upravo zato situacija u kojoj se Europa nalazi vrlo je nezahvalna. Ide se toliko daleko da određene države i regije u njima restriktiraju korištenje vode i grijanja svojim građanima. Tako se kvaliteta življenja u razvijenoj Europi spušta na niske grane.

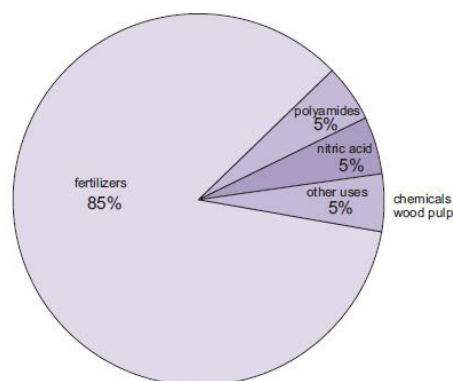
Iako je većini ljudi prva pomisao pri spomenu na nedostatak plina grijanje kućanstva, ipak, problem ide dalje od toga. Stoga, evo nekoliko zanimljivih činjenica<sup>5</sup>:

1. Plin je dominantan izvor energije za kućanstva (32,1 %). Oko 40 % kućanstava priključeno je na plinsku mrežu.
2. Prosječna konačna cijena kWh energije iz plina u kućanstvu je 6,5 centi/kWh, tri puta niža nego iz električne energije (21,6 centi/kWh).
3. Na stambeni sektor otpada većina potražnje za plinom u EU (40 %), a slijede ga industrija i korištenje plina za proizvodnju električne energije.
4. Potrošnja plina za proizvodnju električne energije porasla je za 15 % od 2000. što je rezultat gospodarsko – energetske tranzicije EU.

Dakle, plin je iznimno važan i za industriju što posljedično dovodi do još većih problema. Nema plina – nema industrije – nema novca. Sankcije donešene od Europe moraju biti pametno smišljene, kao i cijela strategija u „plinskom“ ratu. Nepromišljene odluke koštat će Europu mnogo čega. Jedan od očitih primjera je BASF, trenutno najveća svjetska kemijska kompanija sa sjedištem u Ludwigshafenu (Njemačka). BASF je u srpnju upozorio da će doći do smanjenja proizvodnje amonijaka čija proizvodnja uvelike ovisi o plinu.<sup>6</sup> Ukratko, nema plina – nema amonijaka. Amonijak se uglavnom koristi za dušično gnojivo, ali je također nezaobilazan za proizvodnju raznih polimera. Proizvodnja amonijaka kao nusproizvod daje ugljikov dioksid pogodan za hranu, koji je potreban industriji mesa i gaziranih pića. Raspodjela primjene prikazana je na slici 3. Važno je i uočiti da ukoliko nema dovoljno amonijaka, njegova cijena će rasti, što će dovesti i do povećanja cijene gnojiva. U konačnici, cijena hrane će biti znatno veća. U kombinaciji s visokom stopom inflacije, cijene će doista biti vrlo visoke.

U listopadu ove godine BASF je objavio da će trajno smanjiti svoje poslovanje u Europi kako bi izbjegao visoke troškove energije. Naravno, očekuje se da će ih i drugi slijediti. Oko 9 % tvrtki u Mittelstandu, poznatom njemačkom malom i srednjem industrijskom sektoru, ozbiljno razmišlja o preseljenju svoje proizvodnje u inozemstvo, prema istraživanju koje je naručila Zaklada za obiteljska poduzeća u Njemačkoj i Europi.<sup>6</sup>

Postoji očekivanje da će se mnoge visokoenergetske proizvodne aktivnosti, posebice u kemijskim i farmaceutskim proizvodima, preseliti na druge lokacije.<sup>7</sup>



Slika 3 – Prikaz raspodjele primjene amonijaka (85 % gnojiva, 5 % poliamidi, 5 % dušična kiselina, 5 % ostalo)<sup>8</sup>

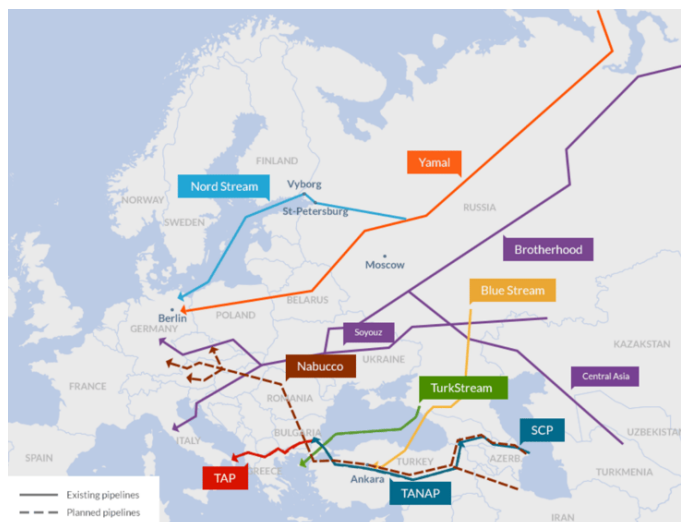
Stoga na Europi ostaje odluka o tome koliko će nas restrikcije koštati i možemo li si priuštiti tolike gubitke. Stručnjaci Vortexa, britanske analitičke tvrtke, govore da će Europa svakako izgubiti punio više od Rusije ukoliko se restrikcije nastave kretati ovim smjerom.

### Postoji li alternativa za ruski plin?

Alternativna rješenja za ovaj problem mogu otići u dva smjera. Prvi je uvoz plina iz drugih zemalja (potencijalno Bliski istok, SAD). Drugi je da Europa sama proizvede energiju koja joj je potrebna. Naravno, ova rješenja se mogu i kombinirati. Međutim, jesu li ova rješenja smislena? Koliko su isplativa? Mogu li zadovoljiti sve kriterije?

### Plin s Bliskog istoka i iz SAD-a

Nakon Rusije, u dobavi plina za Europu slijede Norveška (24 %), Alžir (11 %) te manjim dijelom Velika Britanija, SAD i Katar. Od kraja 2020. Europa nastoji povećati uvoz iz Azerbajdžana na Kaspijskom jezeru. Plin se transportira uglavnom plinovodima, iako su isporuke LNG brodovima u porastu. Kako je organizirana plinovodna mreža?



Slika 4 – Najvažniji pravci dopreme plina u Europu<sup>9</sup>

Tijekom ere Sovjetskog Saveza, 80 % ruskog prirodnog plina prolazilo je kroz plinovod Brotherhood (koji je dovršio Soyuz), koji prolazi kroz Ukrajinu. Nakon raspada SSSR-a (1991.) naftovod je preživio, no česte napetosti između Ukrajine i Rusije dovele su do traženja alternativnih ruta, kako prema sjeveru tako i prema jugu. Smješten sjevernije, Yamal (4000 km) prolazi kroz Bjelorusiju i Poljsku. Prijevoz ovom rutom progresivno je rastao do 2006. Od 2005. godine Rusija i Njemačka započele su izgradnju plinovoda koji bi izravno povezivao dvije zemlje, a prolazio je ispod Baltičkog mora i zaobilazio Bjelorusiju, Ukrajinu i Poljsku. Sjeverni tok 1 (1230 km) svečano je otvoren 2011. Drugi plinovod, Sjeverni tok 2, koji je prestigao prvi, dovršen je, ali je puštanje u rad obustavljeno 2022. zbog rusko-ukrajinskog rata.



Slika 5 – Mogućnosti dobivanja energije u Europi („čista“ i „prljava“ energija)

Prema jugu postoje Plavi tok i Turski tok, a prema Kaspijskom jezeru jedan od tokova je i Nabucco. Europska unija već je neko vrijeme razmišljala o izgradnji dugačkog plinovoda koji bi povezo zemlje proizvođače prirodnog plina oko Kaspijskog mora, pa čak i Iran. Počela je 2002. godine, kako bi se smanjila ovisnost o ruskom plinu, ali je njena izgradnja trenutno u zastoju. Zamijenjen je Južnim plinskim koridorom koji se sastoji od daljnja tri plinovoda. SCP (South Caucasus Pipeline), TANAP (Transanatolijski plinovod) i TAP (Transjadranski plinovod). Trenutno se uzimaju u obzir svi mogući pravci koji nisu ovisni o Rusiji.

Ne smije se ni zanemariti u kakvom stanju dolazi plin. Ovisno o svojstvima, npr. kalorijskoj vrijednosti, infrastruktura mora biti usklađena s istim. Europski terminali za uplinjavanje i neiskorišteni kapaciteti plinovoda tehnički bi mogli pokriti zamjenu za 1700 TWh ruskog plina, ali u praksi će možda ostati neiskorišteni zbog ograničenih globalnih kapaciteta za ukapljivanje i obaveza dobavljača LNG-a prema Aziji.

Spominje se i dobava plina iz SAD-a, međutim to je neisplativo i dugoročno neodrživo. Osim visokih cijena troškova, količina koju bi Europa mogla dobiti iz svih navedenih izvora i dalje nije dovoljna da budemo na „starim granama“ kao što je bilo prije ovog rata. Uspjeli bismo se pokriti jednim dijelom, a i to bi bilo neisplativo.

### Proizvodnja energije u Europi – dilema energija

Druga opcija, osim nabave plina izvan Europe, jest proizvodnja energije u samoj Europi. No i tu dolazi do kontradikcija. Donedavno zelena Europa, ponovno ima plan vratiti se energanama na ugljen, kako bi osigurala barem jedan dio potrebne energije. S druge strane, ekološke-energetske inovacije sad su u punom jeku jer ih Europa treba više nego ikad. I to je pohvalno. Stoga, eto prilike. Upravo kao što je navedeno u početku članka da su se litij-ionske baterije počele komercijalizirati u vrijeme naftnih kriza, tako i u Europi sada dolazi do snažnijeg razvoja alternativnih rješenja za proizvodnju električne energije. Elektrana na ugljen u Dortmundu u Njemačkoj jedna je od nekoliko diljem zemlje koje su trebale biti zatvorene do kraja godine, kako bi se održala njemačka obveza postupnog ukidanja ugljena do kraja ovog desetljeća. No s obzirom na to da je Rusija smanjila

isporuke prirodnog plina Europi i bez mogućnosti brze zamjene te energije, Njemačka se okreće svom najpouzdanijem fosilnom gorivu, a ujedno i poznato onečišćujućoj tvari - ugljenu. Najmanje 20 elektrana na ugljen diljem zemlje obnavlja se ili produžava rad nakon datuma zatvaranja kako bi Njemačka imala dovoljno energije da prebrodi zimu.<sup>10</sup> Čak i najvjerniji ekolozi u zemlji priznaju da je ugljen najbrži i najisplativiji odgovor na energetske krize u Njemačkoj. „Možemo razumjeti što vlada ponovno pokreće elektrane na ugljen u Njemačkoj..., rekla je Karsten Smid iz njemačkog Greenpeacea, „ali uz jedan preduvjet: ugljen uništava klimu. Dakle, na kraju, ne prihvaćamo nikakve dodatne emisije CO<sub>2</sub> bez obveze na štednju.“<sup>10</sup>

Je li Europa ispala licemjerna? Na građanima je da odluče. Dugoročno, Europa, naravno, vidi obnovljive izvore energije kao izvor energetske neovisnosti. Međutim, u trenutnom stanju EU jednostavno nema potrebnu razinu solarnih i vjetrokapaciteta da postane potpuno energetske neovisna. Zbog toga su države članice počele pristajati na energetske mreže s trećim državama, poput sporazuma o zelenom vodik u između Njemačke i Maroka. Ipak, dogovor se već pokazao nepouzdanim, s Marokom koji se povukao i naknadno ponovno ušao u ugovor tijekom prošle godine.

Razvojne tehnologije trebale bi pomoći u rješavanju ovog problema, a diverzifikacija mjesta i načina proizvodnje zelene energije unutar Unije jedan je od načina da se zaobiđu problemi skladištenja i transporta.<sup>11</sup> Za kraj, može se zaključiti kako će Europa ovu zimu ipak „preživjeti“ uz snažne posljedice za industriju koje su već sad itekako osjetne. No kako će se situacija razvijati sljedećih godina, trenutno nije lako za predvidjeti. Ono što Europljanima može unijeti nadu je razvoj alternativnih, inovativnih načina proizvodnje energije koji se u krizi 70-ih u Americi pokazao kao iznimno uspješan jer trenutno svatko od nas kraj sebe ima uređaj s litij-ionskom baterijom koja je tada razvijena. Upravo u vrijeme tih kriza, tadašnji američki predsjednik Gerald Ford izjavio je sljedeće:

„Iskreno, moram vas podsjetiti da nismo napravili zadovoljavajući napredak u postizanju energetske neovisnosti. Energija je apsolutno ključna za obranu naše zemlje, snagu našeg gospodarstva i kvalitetu naših života.“

## Literatura

1. <https://americanhistory.si.edu/american-enterprise-exhibition/consumer-era/energy-crisis>
2. <https://www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart>
3. <https://www.ft.com/content/aa51e2fe-3da1-47cb-aa88-61f92e954e41>
4. <https://edition.cnn.com/2022/03/25/business/mideast-summary-03-25-2022-intl/index.html>
5. <https://www.acer.europa.eu/gas-factsheet>
6. <https://www.reuters.com/business/energy/basf-could-cut-output-further-amid-fragile-gas-supply-2022-09-05/>
7. <https://www.politico.eu/article/germany-industry-europe-energy-prices-basf/>
8. <https://www.essentialchemicalindustry.org/chemicals/ammonia.html>
9. <https://www.planete-energies.com/en/medias/infographics/gas-pipelines-between-europe-russia-and-caucasia>
10. <https://www.npr.org/2022/09/27/1124448463/germany-coal-energy-crisis>
11. <https://www.globsec.org/what-we-do/publications/renewable-energy-ukraine-solution->



# Od kore mandarine do biougljena

Monika Petanjko (FKIT)

Jeste li se ikad zapitali za što bi mogla poslužiti kora mandarine, točnije što bi se novog moglo proizvesti?



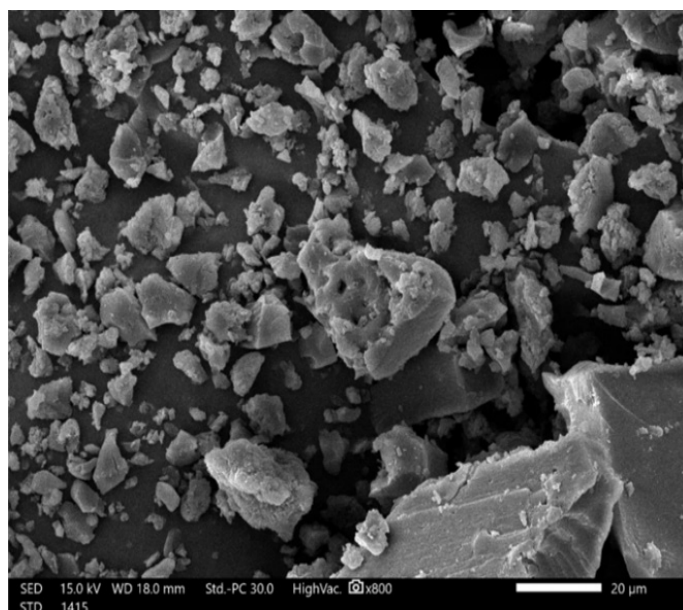
Slika 1 – Kora mandarine

Onečišćenje vode sve više i više raste, stoga se iz dana u dan traže načini i metode kako bi se onečišćenost smanjila, a voda pročitila. Zbog svoje velike učinkovitosti, tehnika adsorpcije, koja koristi aktivni ugljen, jedna je od najčešće korištenih. No, uz visoke troškove proizvodnje, znanstvenici pokušavaju proizvesti jeftinije i učinkovitije materijale koji bi imali ulogu adsorbensa. Prema tome, okreću se proizvodnji biougljena čija upotreba, kao adsorbensa, doprinosi smanjenju količine ugljikovog dioksida ispuštenog u okoliš.<sup>1</sup>

U nedavnom eksperimentalnom istraživanju provodila se metoda dehidracije kore mandarine s 80 %-tnom sumpornom kiselinom u svrhu proizvodnje biougljena.<sup>1</sup>

Kora mandarine oprana je destiliranom vodom i osušena na 85 °C za 72 sata u pećnici. Nakon toga, kuhana je u refluksu s 80 %-tnom sumpornom kiselinom, tretirana s destiliranom vodom, filtrirana i više puta oprana. Pere se vodom iz razloga kako bi se dobio neutralan filtrat. Jednom se ispere etanolom te se ponovno suši. Dehidracijski materijal oksidiran je u destiliranoj vodi nakon što je tretiran ozonom, te je dodana otopina trietilentetraamina (TETA) i smjesa je zagrijana u soxhletnom sustavu.<sup>1</sup> Soxhletni sustav zapravo je ekstraktor koji je izvorno dizajniran za ekstrakciju lipida iz čvrstog materijala. Navedena ekstrakcija obično se koristi kada željeni spoj ima ograničenu topljivost u otapalu, a nečistoća je netopljiva u tom otapalu.<sup>2</sup> Na kraju tog cijelog složenog postupka dobiveni modificirani biougljen potrebno je filtrirati, isprati destiliranom vodom te osušiti kako bi se dobio površinski modificirani biougljen, označen kao MBT (Mandarin Biochar-TETA).<sup>1</sup>

Funkcija proizvedenog biougljena testirana je u eksperimentu adsorpcije azo boje AY11 iz vodene otopine.<sup>1</sup> Azo boje predstavljaju sintetičke boje koje su široko korištene u industriji, a većina ih je kancerogena,



Slika 2 – SEM slika uvećanja MBT-a

otrovna i nerazgradiva.<sup>3</sup> Ispitivana je učinkovitost eliminacije navedene azo boje, koja zagađuje vodu, pomoću različitih adsorbenasa, a dobiveni MBT pokazao je visoku učinkovitost u tome. Naime, maksimalni kapacitet adsorpcije ( $Q_m$ ) iznosio je 384,62 mg/g. Također, pokazao je i najveći postotak uklanjanja azo boje AY11, a njegova vrijednost je 97,83 %. Glavni mehanizam MBT metode adsorpcije aniona AY11 boje su elektrostatske privlačne sile koje nastaju s povećanjem pozitivno nabijenih mjesta u kiselom mediju. Slika 2 prikazuje MBT površinsku morfologiju, koja pokazuje da je novouvedena skupina amina zatvorila većinu pora, što je rezultiralo proizvodnjom aktivnih lokacija. Karakterizacijom slike otkriveno je da površina ima nepravilan oblik, neravnu agregaciju rubova i neporoznu površinu, a sve je to moglo biti posljedica površinske aminacije TETA-om.<sup>1</sup>

Opisanim eksperimentom dokazano je da se kora madarine može primijeniti za stvaranje ekonomičnog i učinkovitog adsorpcijskog materijala koji je, prije svega, ekološki prihvatljiv.

### Literatura

1. Mandarin Biochar-TETA (MBT) prepared from Citrus reticulata peels for adsorption of Acid Yellow 11 dye from water | Scientific Reports (nature.com) (pristup 11. 11. 2022.)
2. <https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/soxhlet-extraction> (pristup 12. 11. 2022.)
3. <https://www.britannica.com/science/azo-dye> (pristup 12. 11. 2022.)



## Pčele vs. grmljavinski oblak – tko proizvodi veći električni naboj?

Tajana Rubilović (FKIT)

Velika uloga pčela u našim životima svima nam je dobro poznata činjenica. Iako žive relativno kratko, njihovo djelovanje je raznoliko. Od oprašivanja brojnih poljoprivrednih kultura do proizvodnje meda, matične mlijечи, propolisa i voska. Manje poznata činjenica je njihova mogućnost proizvodnje električne energije.

Nedavna istraživanja ukazuju nam na to da rojenje pčela proizvodi veliki električni naboj. Rojenje je prirodan proces kod pčela kada traže novi dom, tj. osnivaju novu koloniju. Većinom do toga dolazi jer u prijašnjoj koloniji više nije bilo dovoljno mjesta. Ovaj proces je nužan za njihovo razmnožavanje te daljnji opstanak.

E. Hulling i njegov tim odredili su da je električni naboj koji stvaraju pčelinji rojevi u vrijednosti od 100 do 1000 V po metru. Dodatnom analizom uočena je i korelacija između gustoće roja i električnog polja. Naime, električno polje je bilo jače što je roj bio gušći. Ovim istraživanjem možemo zaključiti da pčele ne samo da proizvode ogromnu količinu električnog naboja, već je ta količina veća od količine proizvedene od strane grmljavinskog oblaka. Preciznije, pčele proizvode čak osam puta više električnog naboja nego grmljavinski oblak.

Osim kod pčela, provedena su istraživanja i kod drugih kukaca koji se roje. Jedan od takvih kukaca je



Slika 1 – Rojenje pčela

skakavac čija je količina proizvedenog električnog naboja skoro jednaka grmljavinskom oblaku.

Još nije ustanovljeno imaju li pčele korist od ove proizvodnje ili je ovo za njih samo nusprodukt rojenja, ali svakako pokreće mnoga važna pitanja. Hoće li nam ovo otkriće moći pobliže pojasniti raspršenost čestica prašine u svijetu te koliko veliku ulogu ovo može imati u boljem razumijevanju klime, samo su neka od pitanja za koje se nadamo da ćemo uskoro imati odgovore.

### Literatura

1. <https://www.newscientist.com/article/2343843-honeybee-swarms-generate-more-electricity-per-metre-than-a-storm-cloud/>
2. <https://www.livescience.com/honeybees-electrify-air-more-than-thunderstorms>
3. <https://dteklivebeeremoval.com/what-to-do-if-you-spot-a-swarm-of-bees/> (slika)
4. <http://pixelizam.com/15-nevjerovatnih-cinjenica-o-pcelama-kako-pcele-razvijaju-novu-maticu/>



# SCINFLUENCER

## | Toksični ostatci rata

*Iva Turkalj (FKIT)*

Dana 12. veljače 1942. godine Vorpostenboot V-1302 njemačke ratne mornarice potonuo je na dno belgijskog dijela Sjevernog mora tijekom operacije Kerber. Brod dug 48 metara, 1927. godine izgradio je Reiherstieg Schiffwerke u Hamburgu, kao ribarski brod „John Mahn“.

Za vrijeme Drugog svjetskog rata parnu kočicu preuzela je njemačka mornarica kako bi unaprijedila svoje tehnike ratovanja. Toga dana u 15 sati i 53 minute, V - 1302 napadnut je od strane šest britanskih kraljevskih zračnih snaga poznatima kao Hawker Hurricanes. Unatoč uspješnom rušenju jednog od protivničkih zrakoplova, pogodile su je dvije zračne bombe. Brod je ubrzo potonuo, nakon samo pola minute. Nažalost s brodom su potonuli mornari, njih 11 te razno oružje i ugljen. Danas olupina broda leži iskrivljena na dnu Sjevernog mora, s velikim rupama na brodu koje su nastale kao posljedica napada bombi.

Brodске olupine na morskom dnu diljem svijeta sadrže opasne tvari kao što su eksplozivi i naftni derivati koji ako se ispuste u okoliš, mogu naštetiti morskom ekosustavu. Za razliku od umjetnih grebena koji su uglavnom građevine i razni drugi oblici koji služe za razvoj flore i faune,



**Slika 1** - Prikaz brodske olupine

ratni brodovi potopljeni su sa spremnicima opasnih tvari. Često imaju rezerve sirove nafte ili drugih naftnih derivata te neeksplozivnog streljiva koje se još uvijek nalazi unutar brodskih olupina.

Nekolicina studija provedenih na ovu temu sugerira da eksplozivni spojevi kao što su trinitrotoluen (TNT) i njegovi derivati, kao i sredstva za kemijsko ratovanje, mogu imati toksične učinke na vodene divlje životinje. Međutim, utjecaj tih spojeva na ekološkoj razini ostaje nejasan.

Povijesni brodolomi mogli bi značajno utjecati na okolnu faunu i floru pri ispiranju teških metala i metaloida zbog (biološke) korozije. Iako se olupine često smatraju žarišnim točkama biološke raznolikosti, ukupni utjecaj povijesnih brodoloma iz Svjetskih ratova tek je nedavno izazvao zanimanje.



Kao čvrsti heterogeni supstrati, olupine brodova brzo koloniziraju mikroorganizmi koji omogućuju drugim organizmima da pričvrste i formiraju strukture s dinamičnim interakcijama u zajednici. Nedavna studija o povijesnim (potopljenim prije više od 50 godina) olupinama brodova u plitkoj vodi pokazala je da se sastav mikrobioma trupa razlikuje čak i na razini filuma u usporedbi s bliskim sedimentima.

Druga studija, pokazala je sličan rezultat u dubokoj vodi. Tamo gdje su sedimenti visoki u Deltaproteobakterijama, aerobne te gram negativne bakterije koje su prinosnici u ciklusu sumpora, brodolomi i sedimenti bliže brodovima pokazat će veće obilje u Alfaproteobakterijama i Gammaproteobakterijama koje se najčešće pronalaze u vodenim ekosustavima te tlu.

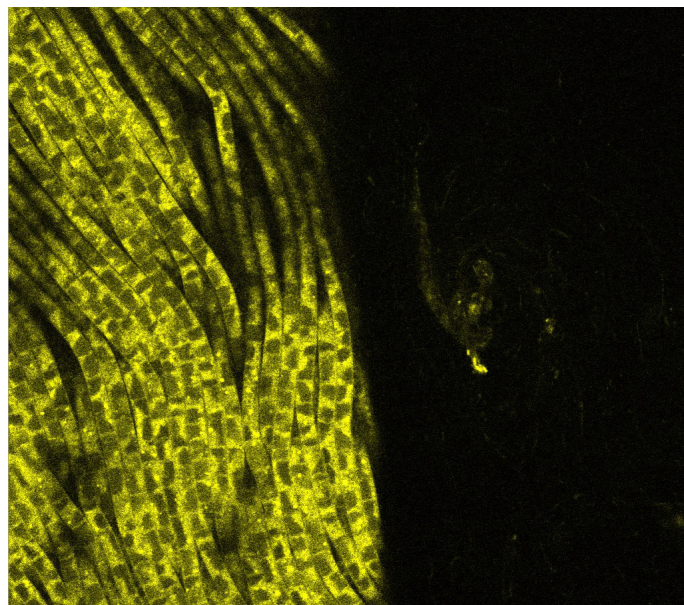
Nekoliko bakterija prikupljeno je ili identificirano iz trupa fragmenata brodoloma i morskog čelika te je dokazano da su uključene u koroziju izazvanu mikrobnim udjelom (MIC). Pokazalo se da su te bakterije ili članovi bakterijskih skupina koje oksidiraju željezo poput *Mariprofundus ferrooxidans* ili bakterija koje smanjuju sulfat/sumpor-oksidiraju (SRB/SOB) poput *Desulfobulbus propionicus*.

Sudionici u sumpornom ciklusu, kao što su *Desulfovibrionaceae* i *Desulfobulbaceae*, zajedno su činili od 30 % do 75 % proizvoda korozije na površini priveznog lanca nastalih nakon 10 godina na 2 km dubine. Ne samo prokarioti, već i mikroalge igraju ulogu u strukturi i funkciji morskog sedimenta.

Mikrofitobento i njegova struktura mikroalgalne zajednice mogu se oblikovati i mijenjati poremećajima zbog antropogenih, onečišćujućih spojeva u rasponu od policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) do pesticida.

Znanstvena istraživanja iz 2010. godine su pokazala da je učinak pirena (PAH) na bentoske mikroalge u studiji mikrokozmosa bio dvostruk. S jedne strane, pogođeni su pašnjaci koji su ukupno rezultirali višim bentoskim mikroalgama, dok je s druge strane piren uzrokovao promjenu biološke raznolikosti, pri čemu su glavne strukturne razlike utvrđene u *Bacillariophyceae* (dijatomeljama).

Istraživanje mikrobioma brodskih olupina, može dati dublji uvid u koroziju, potencijalnu prisutnost mikroba i bio razgradnju kontaminanata. Ova studija istražuje sastav mikrobne zajednice biofilma na čeličnim fragmentima povijesnog broda V-1302 „John Mahr“ iz Drugog svjetskog rata i u okolnom morskom dnu kako bi se identificirale vrste povezane s biokorozivnom i PAH biorazgradnjom. Bakterijska i mikroalgalna raznolikost kloroplasta određena je sekvencijom gena 16S rRNA. Istodobno, gornji sloj (dubine do 15 cm) sedimenta koji okružuje brod analiziran je za PAH-ove, eksplozive i teške metale pomoću plinske kromatografije u kombinaciji s masenom spektrometrijom za organske tvari i induktivno spojenom spektroskopijom atomske emisije plazme za metale. Ovim integrativnim proučavanjem



Slika 2 – *Thiotrichaceae*

kemije sedimenta i mikrobne zajednice pruža se uvid u mikrobnu ekologiju povijesnih umjetnih obilježja u obalnim vodama, što pridonosi dubljem razumijevanju učinka potencijalno onečišćujućih brodskih olupina na (lokalnu) mikrobiologiju dna mora.

Najveće koncentracije metala i metaloida pronađene su u uzorku najbližem bunkeru ugljena, posebno visokim sadržajem nikla, bakra i arsena. Ponajviše, svježe taloženi sediment nakon olupine ima visok sadržaj metala, što bi moglo biti posljedica taloženja metalnih pahuljica koje se ljušte s olupine zajedno s česticama sedimenta. Uzorci krmene strane, uzeti najbliži oštećenom bunkeru ugljena, pokazuju najveće koncentracije PAH-a. Uzorci s desne strane, gdje se svježi sediment taloži nakon brodoloma zbog traganja duž prevladavajućeg smjera plimnih struja, imaju znatno niži sadržaj aromatičnog spoja. Niske koncentracije ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) eksplozivnih spojeva otkrivene su uglavnom u uzorcima sedimenta na strani luke i krme.

Otkriveni su i TNT i 1,3-dinitrobenzen (1,3-DNB), biorazgradivi proizvod TNT-a. Rezultati pokazuju PAH koji se vjerojatno ispire iz olupine u sediment, unatoč niskim koncentracijama, pokreću barem dio strukture bakterijske zajednice u okolnom sedimentu. Iako nisu najzastupljeniji (samo 2 bakterijska ASV-a iz prvih 100 najzastupljenijih), nekoliko bakterijskih ASV-ova bilo je dominantnije u kontaminiranim sedimentima. Ovi oblici pripadaju obiteljima za koje se zna da mogu razgraditi aromatične spojeve, npr. *Rhodobacteraceae*, *Flavobacteraceae*, *Chromatiales* i *Woeseiaceae*, dok su drugi pripadali obiteljima za koje se ranije pokazalo da su obogaćene u PAH kontaminiranim sedimentima, npr. *Thiotrichaceae* i *Nitrosomonadaceae*. Jasna razlika pronađena u istraživanjima bilo je veće obilje sumpornih ciklusa u uzorcima čelika. Klase, za koje se pokazalo da su znatno bogatije na fragmentima čelika, su bakterije koje smanjuju sulfat (SRB – *Sulfate Reducing Bacteria*) i bakterije koje oksidiraju sumpor (SOB – *Sulfate Oxidizing Bacteria*).

Kolonizacija čelika u morskim sedimentima započinje povećanjem obilja oksida željeza, a kako biofilm sazrijeva, pojavljuju se bakterije i drugi mikrobi, uključeni u ubrzavanje procesa korozije. Željezni sulfidi nastaju reakcijom sa sumporovodikom koji proizvodi SRB uzrokujući primarnu koroziju. Ovi željezni sulfidi naknadno se oksidiraju kroz niz stanja oksidacije sumpora od strane SOB-a, tvoreći kiselinu u svim fazama, uzrokujući još veću koroziju.

Na temelju literature i slučajnih izvješća rekreativnih ronioaca, procjenjuje se da 35 olupina u belgijskom dijelu Sjevernog mora još uvijek može sadržavati streljivo. S ovog popisa V-1302 odabran je za istraživanje na temelju već poznate prisutnosti onečišćujućih tvari (rezerve ugljena, dubinski naboji) i povoljnih uvjeta za ronjenje (dubina, trenutne brzine, prosječna zamućenost).

Kada je izgrađen, brod je bio dug 48 m i težio je 292 tona. Vizualni pregledi znanstvenih ronioaca pokazali su da je na olupini još uvijek prisutno razno streljivo, ali do danas nije istraženo curenje poliaromatskih ugljikovodika (PAH-ova), spojeva streljiva ili teških metala. Kako bi se istražilo jesu li onečišćujuće tvari (organski aromatični spojevi, teški metali i eksplozivi) prisutni u sedimentu koji okružuje olupinu, uzorci su uzeti u uzorku uzorkovanja u obliku križa oko broda V-1302 „John Mahn“.

Odlučeno je po osam točaka uzorkovanja na osi priključka i desnog boka, po četiri sa svake strane. Na osi pramca odnosno krme odlučene su četiri točke uzorkovanja, po dvije sa svake strane. Točke uzorkovanja odabrane su u razmaku od približno 20 metara. Sediment svake točke homogeniziran je ručno prije nego što je uzorak podijeljen u četiri dijela, pružajući dovoljno uzoraka za svaku od različitih analiza.

Prije mikrobne analize, svi poduzorci za ovu analizu (dijelovi sedimenta i olupina) zamrznuti su na  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  na brodu radi očuvanja samog uzorka. Sastav PAH-a pokazao je veći pirogeni od petrogenog sadržaja, što ukazuje na onečišćenje ispušnim plinovima, a ne na ne izgorjene ugljikovodike koji se ispiru iz spremnika.

Međutim, ispiranje iz pepela u kotlu, bljesak od udara bombe i spaljeni katran ugljena koji se potencijalno koristi za zagrijavanje kotlova objašnjavaju veći pirogeni, a ne petrogeni sadržaj PAH-a. Koncentracije teških metala koje okružuju V-1302 „John Mahn“, u istom su rasponu kao i one koje su znanstvenici pronašli u zaljevu Gdanjsk koji okružuju mali brodovi iz Drugog svjetskog rata.

Čini se da brod Johna Mahna, čak i nakon gotovo 80 godina na morskome dnu, još uvijek ispire mikropolutante u sediment, kako iz bunkera ugljena (sadržaj aromatičnog spoja), tako i iz streljiva (još uvijek) prisutnog na olupini (sadržaj TNT-a) i samoj olupini (teški metali).

Teški metali poput olova, arsena, bakara, antimona, žive i kadmija u okoliš dospijevaju iz antropogenih i prirodnih izvora. Zbog toga ih se može naći u tlu, vodi, zraku, prehrambenom lancu, biljnim te životinjskim namirnicama. Za određivanje teških metala, iako se nalaze u tragovima u uzorku, koristi se nekoliko metoda. Jedna od najboljih metoda određivanja teških metala je kolorimetrijska metoda.

Nova studija temelji se na prošlim istraživanjima koja procjenjuju da bi olupine brodova potonule tijekom Prvog i Drugog svjetskog rata mogle sadržavati između 2,5 i 20,4 milijuna metričkih tona naftnih derivata.

Znanstvenici ne znaju sa sigurnošću što je svaki brod nosio kada je potonuo, ali ako su sadržavali predmete poput boje, elektronike ili ugljenih PAH-ova, njihov sastav i oblik zadržat će se dugo vremena na morskome dnu.

Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) sveprisutne su onečišćujuće tvari u okolišu koje nastaju prvenstveno tijekom nepotpunog izgaranja organskih materijala (na primjer: ugljen, nafta, benzin i drvo). To je skupina spojeva s dva ili više benzenskih prstena, a njihov najpoznatiji opasni predstavnik je benzo(a)piren. Razlikuju se prema svojoj toksičnosti za čovjeka i okoliš, a veću toksičnost pokazuju oni s više benzenskih prstenova u svojoj strukturi. Navedeni spojevi nalaze se u ispušnim plinovima automobilskih motora, nastaju tijekom šumskih požara, vulkanskih erupcija, nedovoljnim sagorijevanjem drveta, te industrijskim procesima. Dospijevajući u okoliš, PAH-ovi mogu onečistiti vode, zrak i tlo. Osjetljivi su na svjetlo, rezistentni na toplinu i koroziju, a dokazano je da imaju toksično djelovanje koje između ostaloga može biti genotoksično, kancerogeno, teratogeno i fototoksično.

Mnogi PAH-ovi imaju toksična, mutagena i/ili kancerogena svojstva. Glavni problem aromatskih ugljikovodika je njihova razgradnja, što predstavlja najveći problem vodenom ekosustavu upravo zbog njihove dugotrajne i spore razgradnje. Ove kemikalije preoblikuju mikrobiom u neposrednoj blizini broda, a poznati mikrobi koji razgrađuju PAH poput *Rhodobacteraceae* i *Chromatiaceae* nalaze se u uzorcima s najvišim razinama onečišćenja.

Onečišćenje uzrokovano V-1302 „John Mahn“ relativno je malo, dopuštajući olupini da i dalje djeluje kao umjetni greben i rasadnik za ribe te za razvoj flore i faune. Tisuće drugih uništenih brodova i zrakoplova iz tog razdoblja mogli bi propuštati veće količine otrovnih materijala u Sjeverno more. Malo se zna o tome gdje se nalaze na morskome dnu ili što su nosili na brodu. Bitno je napomenuti kako se u budućnosti planiraju nova znanstvena istraživanja koja bi jasnije objasnila utjecaj toksičnih spojeva, čiji su izvor mnogobrojne olupine ratnih brodova na podzemni svijet.

## Literatura

1. Özdemir, Ü., H. Yılmaz, and E. R. S. A. N. Baar. "Investigation of marine pollution caused by ship operations with DEMATEL method." *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 10.2 (2016).
2. Abdel-Shafy, Hussein I., and Mona SM Mansour. "A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: source, environmental

- impact, effect on human health and remediation." *Egyptian journal of petroleum* 25.1 (2016): 107-123.
3. Van Landuyt, Josefien, et al. "80 years later: Marine sediments still influenced by an old war ship." *Frontiers in Marine Science* (2022): 1973.
4. <https://wrecksite.eu/wreck.aspx?20> (pristup: 13. 11. 2022.)

# Čip za prijenos internetskog prometa

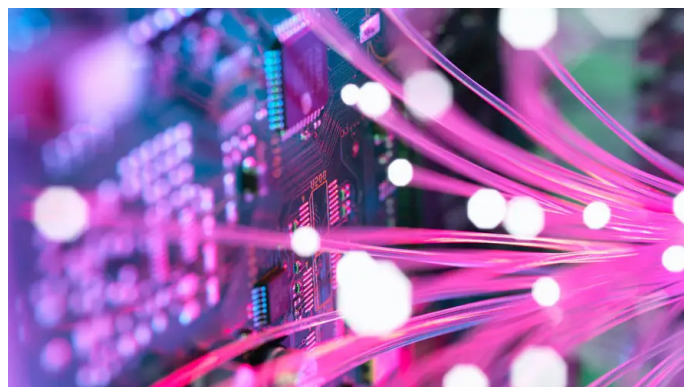
Lana Grlić (FKIT)

Stručnjaci su pokazali kako i dalje ima dosta prostora za razvitak internetske mreže pomoću silicijske fotonike. Silicijska fotonika je inovativna studija u kojoj se primjenjuju fotonski sustavi u korist generiranja, obrade te manipulacije korištenja same svjetlosti za brži prijenos podataka između te unutar samih mikročipova. Tu se kao optički medij koristi silicij te se rad obavlja unutar infracrvenih valnih duljina. S Tehničkog sveučilišta (Kopenhagen, Danska) i Tehnološkog sveučilišta Chalmers (Göteborg, Švedska) prvi put ikada objavljeno je kako je samostalni računalni čip (slika 1.) prenio i preko jednog petabita podataka u sekundi koristeći pritom samo jedan laser, što je preko milijun gigabajta podataka u jednoj sekundi. U usporedbi to je dovoljno veliki propusni opseg za preuzimanje 230 milijuna fotografija, dakle više prometa nego što putuje kroz čitavu mrežnu okosnicu interneta u jednoj sekundi.

Asbjorn Arvad Jorgensen i njegovi kolege s Tehničkog sveučilišta (Kopenhagen, Danska) upotrijebili su fotonski čip koji u svrhu imitiranja ponašanja mozga koristi svjetlost za razliku od elektriciteta. Taj fotonski čip može koristiti svjetlost od samo jednog infracrvenog lasera kako bi stvorio spektar boja različitih frekvencija. Prvobitno je tim podijelio tok podataka u 37 dijelova, od kojih je svaki dio poslan preko zasebnog optičkog kabela.

Nadalje, svaki od tih kanala podijeljen je u 223 bloka podataka, koji svaki postoji u različitim dijelovima elektromagnetskog zračenja. Ovaj takozvani „frekvencijski češalj” preko spektra omogućuje istovremeni prijenos podataka različitih boja bez međusobnog ometanja, uvelike povećavajući kapacitet svake jezgre. Sve te boje su fiksirane na međusobnoj specifičnoj frekvencijskoj udaljenosti baš kao zupci češlja otkud i potječe naziv „frekvencijski češalj”. Frekvencije se tada mogu presložiti te se poslati preko optičkog kabela čime se prenose podatci.

Dok je brzina prijenosa podataka dosegla 10,66 petabita u sekundi kod većih sustava, ovo istraživanje postavlja rekord za prijenos podataka korištenjem jednog računalnog čipa kao izvora svjetlosti. Naime, ključna stvar je skala, predloženi sustav veoma je kompaktan te se time prijenos podataka velike brzine koji često zahtijeva



Slika 1 – Prikaz prijenosa

optički kabel i glomaznu opremu minimalizira u manji paket čipova. Mreža na čipu (Network on chip, NoC) mrežni je komunikacijski podsustav na integriranom krugu, najčešće između modula u sustavu na čipu (System on chip, SoC). U usporedbi s drugim komunikacijskim subsystemima, mrežni čipovi poboljšavaju skalabilnost te energetske učinkovitost samih sistema na čipu.

Istraživanja su pokazala da takav jedan računalni čip može prenositi 1,84 petabita podataka u sekundi preko optičkog kabela. Sveukupnu aparaturu tog računalnog čipa čini jedan laser koji neprekidno isijava svjetlost te koji je podijeljen na više frekvencija, kao i uređaj za kodiranje primljenih podataka u svaki od izlaznih tokova. Smatra se da bi se ta navedena aparatura mogla integrirati u sam čip te bi time čitava aparatura bila otprilike veličine kutije šibica.

Ova tehnologija mogla bi omogućiti razvoj jednostavnih samostalnih čipova koji mogu slati više podataka od postojećih modela, smanjujući troškove energije i povećavajući propusnost te na takav način smanjivati internetski klimatski otisak.

## Literatura

1. Llewellyn, D., Ding, Y., Faruque, I.I. et al. Chip-to-chip quantum teleportation and multi-photon entanglement in silicon. *Nat. Phys.* 16, 148–153 (2020).
2. V. Soteriou, Hangsheng Wang and L. Peh, "A Statistical Traffic Model for On-Chip Interconnection Networks," 14th IEEE International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation, 2006, pp. 104–116, doi: 10.1109/MASCOTS.2006.9.
3. E. Salminen, A. Kulmala and T. D. Hamalainen, "On network-on-chip comparison," 10th Euromicro Conference on Digital System Design Architectures, Methods and Tools (DSD 2007), 2007
4. Vipin Kizheppatt (2020): Network on chip (NoC) with FPGAs / Part 1/ Introduction (Youtube video, 25. 4.) (pristup: 11. 11. 2022.)

# Pandemija gljivičnih infekcija

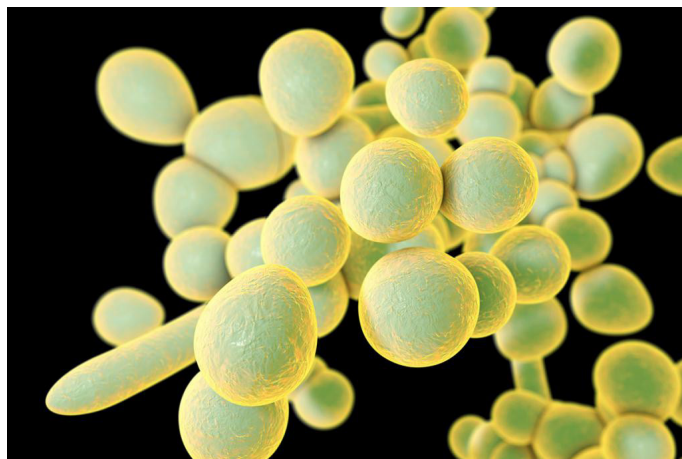
Jana Ropac (FKIT)

Pandemija izazvana korona virusom zasigurno će obilježiti našu populaciju. Ostati će zapamćena kao jedna od najvećih opasnosti koja je pogodila svijet u 21. stoljeću. Jedna od karakteristika koja je obilježila ovu pandemiju je svakako uvođenje karantene. U sjeni pandemije spomenutog virusa razvijala se još jedna prijetnja pandemija, pandemija gljivičnih infekcija. Gljivične infekcije dostižu sve veće razmjere te se kontinuirano šire. Stoga je nužno preusmjerenje fokusa s prvotno spomenute pandemije na pandemiju gljivičnih infekcija.

Gljivična infekcija je stanje u kojem se rast gljivice povećava do te mjere da utječe na normalnu funkciju organizma. U nekim slučajevima je i sama prisutnost gljivice dovoljna da se naruši normalna funkcija organizma. Infekcija se može razviti na različitim dijelovima organizma; koži, vaginalnom sustavu, respiratornom sustavu itd.

Sukladno tome postoji mnogo različitih vrsta gljivica. Svjetska zdravstvena organizacija (engl. *World Health Organization*, WHO) je 2022. godine objavio popis 19 vrsta patogenih gljivica koje predstavljaju potencijalnu opasnost ljudskom zdravlju. Na vrhu popisa su gljivične vrste koje prijete zdravstvu, a koje su već imale ili imaju sve veću otpornost na antifungalna sredstva, kao što su *Aspergillus fumigatus* i *Candida Auris*.

Gljivične infekcije značajnu opasnost predstavljaju osobama sa oslabljenim imunološkim sustavom, kao što su osobe sa transplantiranim organima i sl. Upravo zato je pandemija korona virusa pridonijela razvoju pandemije gljivičnih infekcija; dolazi do duboke promjene imuniteta pluća kod covid-19 pri čemu smanjena antimikrobna obrana potiče razvoj sekundarnih infekcija povrh infekcije SARS-CoV-2. Dvije glavne sekundarne infekcije koje su bitno istaknute kao dva glavna uzroka smrti kod infekcije Covidom-19 su difuzna alveolarna hemoragija i sekundarna upala pluća. Autopsija pluća kod pacijenata zaraženog Covidom-19 pokazala je smanjenu biološku raznolikost i povećan broj prototipskih bakterijskih i gljivičnih patogena u slučajevima sekundarne upale



Slika 1 – *Candida Auris*

pluća. Međutim, razvoju gljivičnih infekcija pridonosi i klimatska promjena to jest globalno zatopljenje.

Klimatske promjene utječu na sve aspekte ekosustava, uključujući ljude i brojne mikroorganizme. Gljivice su posebno osjetljive na klimatske odnosno toplinske promjene i zato konstantno povišenje temperature na sve više geografskih širina pridonose stalnom širenju geografskog područja poznatih gljivičnih patogena. Posljedično, zbog klimatskih promjena može se pojaviti veći broj do sada neštetnih, nedovoljno proučenih ili potpuno nepoznatih vrsta gljivica što predstavlja najveću opasnost istaknutog problema.

Populacija se ne može obraniti ako ne zna protiv čega se bori. Stoga se zasigurno ovo može navesti kao jedan od niza problema koji se javljaju poradi globalnog zatopljenja te postaje jedna od najvećih prijetnji ljudskoj vrsti. Prijeko potrebno je liječiti uzročnike bolesti našeg planeta i ekosustava, a ne simptome!

## Literatura

1. Dixon DM, McNeil MM, Cohen ML, Gellin BG, La Montagne JR. Fungal infections: a growing threat. *Public Health Rep.* 1996 May-Jun;111(3):226-35.
2. Alexandre Mendonça, Helena Santos, Ricardo Franco-Duarte, Paula Sampaio, Fungal infections diagnosis – Past, present and future, *Research in Microbiology*, Volume 173, Issue 3, 2022.

# | Pametne kontaktne leće

Ana Pečnjak (FKIT)

Pametne leće pojavile su se kao nova nosiva tehnologija. Zahvaljujući svojim multifunkcionalnim mogućnostima i performansama, one pružaju veliku platformu za dijagnosticiranje bolesti oka i dostavu lijekova.

Ovakve leće su produkt američkog start-up projekta Mojo Vision koji već godinama razvija napredne kontaktne leće. Njihova vizija je napraviti leće koje bi u oko korisnika donijele cijelo računalo tzv. „nevidljivo računalo“. Leće bi nalikovale onima iz znanstvenofantastičnih filmova gdje je ekran smješten izravno ispred zjenice oka. Prvi prototip predstavljen je 2020. godine. Svojom nevidljivošću i nosivošću omogućuju korisniku nesmetano bavljenje svakodnevnim aktivnostima uz kontinuirano praćenje fizioloških mjerenja. U njih su ugrađeni bio senzori koji se primjenjuju za mjerenje mliječne kiseline, glukoze, interokularnog tlaka i drugih ključnih metabolita u suzama. Ove jedinstvene dijagnostičke značajke obećavaju revoluciju među dijagnostičkim uređajima i uređajima za liječenje.

Fleksibilni i nosivi medicinski uređaji počeli su zamjenjivati tradicionalne uređaje kako bi se brže i jednostavnije provela fiziološka mjerenja. Tehnološki napredak u fleksibilnim i rastezljivim materijalima, mikroelektronici i računalnoj znanosti omogućio je povezivanje meke elektronike s nosivim uređajima.

Pametne kontaktne leće proizvedene su s PHEMA hidrogelima ili silikonom. Kontaktne leće izvorno su izrađene od stakla, koje je imalo značajne nedostatke u smislu nepropusnosti i prerade. Pojava PHEMA u izradi kontaktnih leća riješila je neke od probleme obrade.

Od električnih značajki valja istaknuti kako je središnji dio leće MicroLED zaslon s 14000 piksela po inču, te promjera svega 0,5 mm. Ovim karakteristikama



Slika 1 – Pametna kontaktna leća

Mojo leće se svrstavaju u kategoriju leća najveće gustoće namijenjenih za dinamički sadržaj. Leće sadrže i posebne čipove s ARM Core M0 procesorom te 5 GHz radio odašiljač, kako bi se omogućilo projiciranje proširene stvarnosti. Sve pogoni mikro baterija, a interakcija s lećom se obavlja pokretima oka.

Cilj projekta je pomoći ljudima slabijeg ili oštećenog vida obavljanje svakodnevnih zadataka te proširiti upotrebu AR tehnologije sve do sportaša čime bi im se olakšala njihova svakodnevnica.

## Literatura

1. D. H. Kim, N. Lu, R. Ma, Y. S. Kim, R. H. Kim, S. Wang, J. Wu, S. M. Won, H. Tao, A. Islam, K. J. Yu, T. I. Kim, R. Chowdhury, M. Ying, L. Xu, M. Li, H. J. Chung, H. Keum, M. McCormick, P. Liu, Y. W. Zhang, F. G. Omenetto, Y. Huang, T. Coleman, J. A. Rogers, Science 2011, 333, 838.
2. <https://elpais.com/tecnologia/2022-10-26/pantallas-y-camaras-en-los-ojos-y-otras-promesas-de-las-lentillas-del-futuro.html> (pristup 11. 11. 2022.)

# REAKTOR IDEJA

## TRAŽI NOVINARE



ZANIMAJU TE TEME IZ  
PODRUČJA INŽENJERTSTVA,  
KEMIJE, ZAŠTITE OKOLIŠA...?

ŽELIŠ SE INTELEKTUALNO I  
KREATIVNO RAZVIJATI?



ŽELIŠ ISKUSTVO KOJE ĆEŠ  
STAVITI U CV I KOJE ĆE TE  
IZDVOJITI OD OSTATKA NA  
TRŽIŠTU RADA?

## PRIDRUŽI SE NAŠEM TIMU

Zaprati naš instagram profil i javi  
nam se u DM

[@studentskasekcijahdki](https://www.instagram.com/studentskasekcijahdki)



REAKTOR IDEJA JE ZNANSTVENO-POPULARNI ČASOPIS I SLUŽBENO GLASILO STUDENTSKE SEKCIJE HRVATSKOG DRUŠTVA KEMIJSKIH INŽENJERA I TEHNOLOGA. PREPOZNAT JE OD STRANE MINISTARSTVA ZNANOSTI TE NAGRAĐEN REKTOROVOM NAGRADOM. ČASOPIS SE SASTOJI OD 4 RUBRIKE: KEMIJSKA POSLA, BOJE INŽENJERSTVA, ZNANSTVENIK, SCINFLUENCER.

REAKTOR IDEJA-HDKI



# reaktor IDEJA

## UREDNIŠTVO REAKTORA IDEJA



SAMANTA  
TOMIČIĆ



JURJA  
VUKOVINSKI



JELENA  
BARAČ



DORA  
LJUBIČIĆ



LEA  
RAOS

SADRŽAJ  
vol. 7, br. 1

KEMIJSKA POSLA

Studenti FKIT-a na forumu ACHEMA 2022 .....	1
Antonia Škarica – nova predsjednica Studentske sekcije HDKI-ja .....	3
STEM festival 2022. ....	4
Druga međunarodna studentska GREEN konferencija i FKIT .....	5
Nobelova nagrada za kemiju 2022. ....	7

ZNANSTVENIK

Citotoksično djelovanje tienopiridinskih derivata na stanice humanog karcinoma jajnika .....	8
Od ljuski badema i lješnjaka do novog biokompozita? .....	10
Zaglađivanje površine proizvoda aditivne proizvodnje parama otapala .....	11

BOJE INŽENJERSTVA

Na kavi s asistenticama Zavoda za mehaničko i toplinsko procesno inženjerstvo .....	13
Kako prezimiti bez ruskog plina? .....	15
Od kore mandarine do biougljena .....	19
Pčele vs. grmljavinski oblak – tko proizvodi veći električni naboj? .....	20

SCINFLUENCER

Toksični ostatci rata .....	21
Čip za prijenos internetskog prometa .....	24
Pandemija gljivičnih infekcija .....	25
Pametne kontaktne leće .....	26

