

reaktor IDEJA 6

službeno glasilo Studentske Sekcije HDKI-ja | vol 3

travanj 2020.

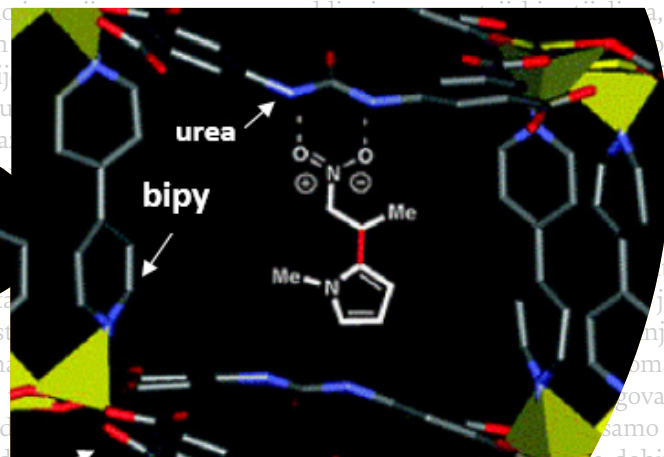
Od samoga početka, ljudi su imali razne ideje, filozofije, vjerovanja, provodili su pokuse i istraživanja kako bi mitove približili stvarnosti. Ljudi su kroz znanost proučili kakvog ga znamo, postoji zbog uspijeha koja je privukla njihovu pozornost u svoj posao, pomogli su im različitim izumima, učinivši Aristotel je bio genijalac se biologijom, zoolo znanje u različitim tekstova sačuvar normu za daljn tek u zajedni znanstvenika koji su se pobili u teoriji i u praksi. Batio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim

POVEZANOST NOVOG KORONAVIRUSA I OKOLIŠA

STR. 2

METALO- ORGANSKE MREŽE

STR. 12



NEURALINK – (NE)DALEKA BUDUĆNOST

STR. 22

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





Urednici *Reaktora ideja*

Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam šesti broj *Reaktora ideja* u akademskoj godini 2019./2020.

U ovome broju, donosimo Vam raznolike teme – od ekološkog utjecaja novog SARS-CoV-2 virusa, preko primjene matematičkih metoda u zdravstvu do nuklearne energetike.

Istaknuo bih razgovor s dekanom Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, prof. dr. sc. Tomislavom Bolančom u članku prigodnog naslova *U karanteni s profesorom*.

Nadamo se da ćete na ovim stranicama pronaći nešto zanimljivo i korisno.

S poštovanjem,

Mislav Matić,
Glavni urednik

IMPRESSUM

Reaktor ideja

Uredništvo:

Berislavićeva ul. 6/I,
10 001 Zagreb
Tel: +385 98 958 946
Faks: +385 1 487 2490
e-pošta: studenti@hdki.hr

Glavni urednik:

Mislav Matić
(mmatic@fkit.hr)

Urednici rubrika:

Dubravka Tavra
Karla Ribičić
Aleksandra Brenko
Leo Bolješić

Grafička priprema:

Mislav Matić
Dubravka Tavra
Karla Ribičić
Aleksandra Brenko
Leo Bolješić

Grafički dizajn:

Barbara Farkaš

Lektura:

Helena Bach-Rojecky
Sofija Kresić

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 4 Br. 6, Str. 1–28

Izlazi mjesečno (kroz akademsku godinu)

Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Republike Hrvatske, Zagreb

Zagreb,
travanj 2020.

SADRŽAJ

Kemijska posla	1
Znanstvenik	10
Boje inženjerstva	18
Stand-up kemičar	26

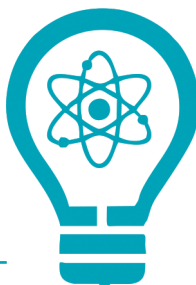




KEMIJSKA POSLA

Povezanost novog koronavirusa i okoliša

Dubravka Tavra (FKIT)



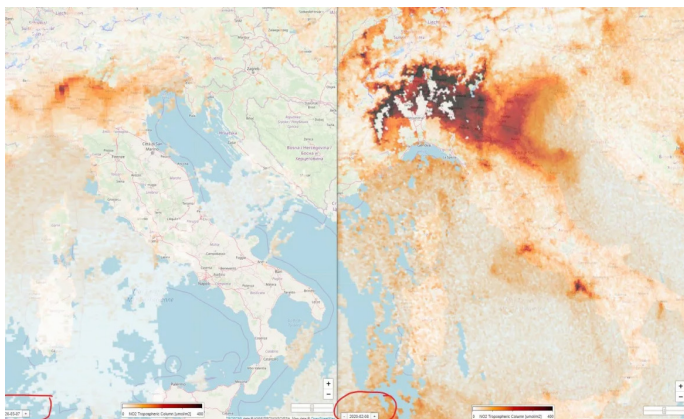
Svijet se trenutačno nalazi u izvanrednoj situaciji uzrokovanoj pandemijom novog koronavirusa. U trenutku dok pišem ovaj članak na svijetu je ukupno laboratorijski potvrđenih oboljelih od COVID-19 bolesti 2 114 269, od toga je 560 309 oporavljenih, a nažalost 148 983 preminulih.¹

Ljudi žive život kakav nikada prije nisu živjeli. Zatvoreni su vrtići, škole i fakulteti. Nema više ispijanja kava u kafićima niti druženja u restoranima. Odgođeni su svi koncerti u sljedećih par mjeseci, a mnoštvo ljudi ne putuje na posao, nego radi od kuće. Izlazak iz doma sada je dopušten samo za nužne situacije i gotovo više nikome nije svejedno iskoračiti izvan svojeg kućnog praga. Ekonomisti upozoravaju da će ovakva situacija imati i velike posljedice na gospodarstvo. U svakom slučaju, sve je drugačije, a ljudima je vrlo teško. No, što je s prirodom u svemu tome? Postoji li ikakva povezanost između ovog virusa i okoliša? Kakvu razliku u životu prije pandemije i sada, za vrijeme pandemije, osjete biljke i životinje?

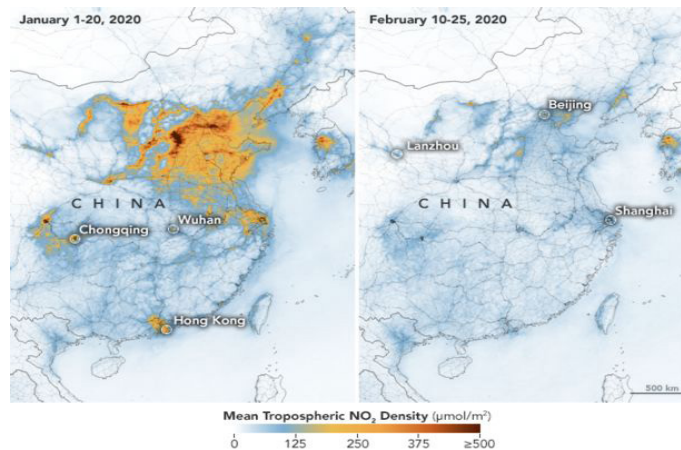


Slika 1 – Prizor gotovo praznog Trga Duomo u Milanu tjedan dana nakon što je vlada uvela karantenu u sjevernoj Italiji²

Za početak treba razjasniti par osnovnih pojmova. Općenito, koronavirusi su velika porodica virusa koje nalazimo kod ljudi i životinja. Virus s kojime smo suočeni trenutno je novi soj koronavirusa koji do sada nije bio otkriven kod ljudi. Svjetska zdravstvena organizacija ga je nazvala SARS-CoV-2 (SARS-coronavirus-2), a bolest koju uzrokuje COVID-19 (*coronavirus disease*). Otkriven je u Kini krajem 2019. godine.³



Slika 2 – Satelitska snimka koja prikazuje smanjenje koncentracije dušikova dioksida u Italiji. Fotografija lijevo snimljena je 7. ožujka, a desno 8. veljače.⁸



Slika 3 – Satelitska snimka koja prikazuje smanjenje koncentracije dušikova dioksida u Kini. Fotografija lijevo snimljena je početkom siječnja, a desno krajem veljače.⁹

Usprkos činjenici da je fokus javnosti usmjeren na medicinsku i ekonomsku problematiku nastalu pojavom virusa, manjina se ipak zalaže za promatranje ekoloških faktora koji su ključni u širenju pandemije. Smatra se da gubitak biološke raznolikosti doprinosi nastanku bolesti. Naime, jedan od primjera je deforestacija, odnosno masovno krčenje šuma. Taj proces povezan je s povećanim i ubrzanim širenjem virusa ebole i Zika virusa.³ Točnije, *World Economic Forum* prenosi kako je u zadnjih 20 godina čak 31 % izbijanja bolesti povezano uz procese masovnih krčenja šuma. Životinje gube svoje prirodno stanište što ih tjera da bježe u naselja i gradove te tako povećavaju kontakt s ljudima i prenose bolesti.⁴ Znanstvenici trenutno smatraju da je ovaj novi koronavirus nastao u šišmišima, a do prijenosa na čovjeka je došlo na jednoj od tržnica morskim plodovima u kineskom gradu Wuhanu. No, to još nije dokazano i ne može se sa sigurnošću tvrditi da je put širenja ovog virusa zaista tako išao jer postoji i dio znanstvenika koji se ne slažu s tom teorijom.

Nova statistička istraživanja vezana uz povezivanje smanjenja bioraznolikosti i širenja bolesti uzimaju u obzir mnoge potencijalne čimbenike koji utječu na biološku raznolikost: patogene, demografske podatke ljudi, promjene stanovništva, promjene korištenja zemljišta, prethodne vrste domaćina i kontrolu patogena. Ističu važnost raspona patogena domaćina, raznolikosti lokalnih vrsta domaćina, promjena korištenja zemljišta i poljoprivrede. Određena istraživanja su povezala odnos ponašanja tj. model nastanka bolesti u ljudskoj populaciji koji se slično ponaša kod biljki. Raznolikost dostupnih domaćina mogla bi potaknuti razlike u virusima.⁴ Konkretno, smatra se da će smanjena biološka raznolikost u agroekosustavima, u smislu bogatstva biljnih vrsta i genetske raznolikosti središnjeg domaćina, pogodovati nastanku bolesti.⁵

Još je mnogo zanimljivih istraživanja potvrdilo neizbježnu vezu između okoliša i novog koronavirusa.

U znanstvenom časopisu *Environmental Pollution*, znanstvenici s danskog sveučilišta Aarhus u suradnji sa znanstvenicima s talijanskog Sveučilišta u Sieni objavili su istraživanje kojim dovode u korelaciju onečišćenje

zraka i stopu smrtnosti na primjeru Lombardije i Emilije Romagne, dvije najzaraženije pokrajine na sjeveru Italije. Statistika pokazuje da je stopa smrtnosti u Italiji vrlo varijabilna. Tako je u sjevernoj Italiji stopa smrtnosti dosegla čak 12 % dok je na razini cijele države 4,5 % što je gotovo trostruko manje. Znanstvenici smatraju da bi takav podatak mogao, između ostalog, imati i veze s većim stupnjem onečišćenja zraka na sjeveru u odnosu na ostatak zemlje. Istraživali su mnoge čimbenike koji utječu na smrtnost, a među njima ističu onečišćenje zraka koje ima utjecaj na respiratorni sustav čovjeka, a kojeg upravo i ovaj novi virus najviše napada.⁶

Kao što je već spomenuto, gotovo sve je zatvoreno, kako u Hrvatskoj, tako i u svijetu. Rade samo oni koji moraju. Posljedica toga je zatvaranje mnogih industrija i tvornica, ali i manje vozila na cestama, u vodi i zraku. Satelitski podaci snimljeni početkom ožujka pokazali su veliki pad razine dušikovih oksida, NO_x , nad Kinom između siječnja i veljače, dok je epicentar epidemije grad Wuhan pokazao još i veće smanjenje onečišćenja zraka. Slike koje je podijelila Europska svemirska agencija (ESA) pokazuju da se ista situacija dogodila i u Italiji. Pad emisija dušikova dioksida iznad doline rijeke Po u sjevernoj Italiji posebno je vidljiv, a to je inače izrazito



Slika 4 – Razlika u vidljivosti i kvaliteti zraka u Indiji. Fotografija lijevo snimljena je 3. studenoga, a fotografija desno 30. ožujka.¹⁰



industrijski aktivan dio Italije.⁷ Bitno je za napomenuti da dušikovi oksidi nastaju sagorijevanjem fosilnih goriva, najčešće u vozilima i elektranama. Osim dušikovih oksida, smanjene su i koncentracije drugih plinova. Znanstvenici tvrde kako ćemo imati najmanju koncentraciju ugljikova dioksida, CO₂, od 2009. godine, što je zaista zapanjujuće.⁹

Čak se i u Indiji vizualno primijeti velika razlika u vidljivosti, što je povezano s onečišćenjem zraka. Takve fotografije dolaze i iz drugih krajeva svijeta, a ne samo Indije. Tijekom prva tri tjedna ožujka, prosječne razine dušikova dioksida pale su za 40 – 50 % u gradovima Mumbai, Pune i Ahmedabad, u usporedbi s istim razdobljem u 2018. i 2019. godine. Ostale opasne onečišćujuće tvari, PM2.5 i veći PM10 također su u snažnom padu.¹⁰

Uz nadu da ćemo što prije pobijediti pandemiju i iz nje izaći jači i bolji, isto tako se nadam kako će barem dio smanjenja onečišćenja ostati i nakon izlaska iz zatvorenog načina života. Dok se mi ljudi borimo s prirodom i onime što nam donosi i sve više shvaćamo koliko smo ovisni o njoj, ona bez aktivnosti ljudi očito uživa i oporavlja se.

Literatura

1. <https://www.hzjz.hr/priopcenja-mediji/koronavirus-najnoviji-podatci/> (pristup 17.4. 2020.)
2. <https://www.nytimes.com/2020/03/07/world/europe/coronavirus-italy.html> (pristup 19.4.2020.)
3. <https://www.zjzdnz.hr/hr/zdravlje/preven-cija-zaraznih-bolesti/1369>(pristup 17.4.2020.)
4. <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/biodiversity-loss-is-hurting-our-ability-to-prepare-for-pandemics/> (pristup 17.4.2020.)
5. Rossinck Marilyn J., Garcia- Arenal Fernando, Ecosystem simplification, biodiversity loss and plant virus emergence, Current Opinion in Virology, 2015., 56–62
6. Caro Dario, Aarhus Univeristy, Frediani Bruno, Conticini Edoardo, Univeristy of Siena, Link between air pollution and corona mortality in Italy could be possible, 2020.
7. <https://www.ecowatch.com/coronavirus-italy-air-pollution-2645508891.html/> (pristup 20.4.2020.)
8. <https://news.sky.com/story/coronavirus-satellite-shows-fall-in-pollution-over-northern-italy-amid-lockdown-11956912> (pristup 20.4.2020.)
9. <https://www.bbc.com/news/science-environment-51944780> (pristup 20.4.2020.)
10. <https://edition.cnn.com/2020/03/31/asia/coronavirus-lockdown-impact-pollution-india-intl-hnk/index.html> (pristup 20.4.2020.)

“Londonski pacijent”

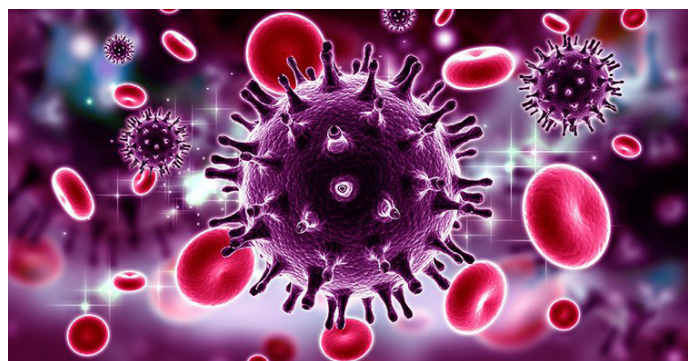
Katarina Sokač (FKIT)

Ožujak 2019. godine značajan je po tome što su liječnici u Londonu objavili vijest o izlječenju tek druge osobe zaražene HIV-om, tzv. “Londonskog pacijenta”, nakon transplantacije matičnih stanica u svrhu liječenja njegovog karcinoma. Gotovo godinu dana nakon izlječenja, “Londonski pacijent” odlučio je otkriti svoj identitet, a najava njegovog liječenja potaknula je znanstvenike na daljnju potragu za strategijama izlječenja HIV pozitivnih pacijenata.¹

Izlječenje u kontekstu zaraze HIV-om označava potpuno uklanjanje svih virusnih stanica iz organizma, a smanjenje virusnog opterećenja u krvi zaraženih osoba i onemogućavanje prijenosa virusa na druge ljude postiže se veoma učinkovitom standardnom antiretrovirusnom terapijom (ART). Unatoč tome, ovom terapijom ne uklanjaju se sve zaražene stanice, već je omogućeno postojanje tzv. “HIV rezervoara”, male baze stanica koje nose virus. Iz tog razloga prekid ili potpuno uklanjanje antiretrovirusne terapije uzrokuje ponovno razmnožavanje virusa.² “Londonski pacijent”, četrdesetogodišnji Adam Castillejo, počeo je s antiretrovirusnom terapijom čim su snažni antiretrovirusni lijekovi postali dostupni. Potom mu je dijagnosticiran Hodgkinov limfom, međutim nije bilo pozitivne reakcije na kemoterapiju ili druge oblike liječenja, a liječnici nisu osjećali dovoljnu sigurnost kako bi bila provedena transplantacija koštane srži.³

S obzirom na karcinom, liječnici zaraznih bolesti morali su prilagoditi lijekove protiv HIV-a svaki put kad bi onkolozi prilagodili njegovo liječenje karcinoma. Iako su

liječnici pokušali prikupiti matične stanice koštane srži pacijenta kako bi mu ih ponovno transplantirali nakon intenzivnog liječenja u svrhu proizvodnje zdravih krvnih stanica, nisu uspjeli. Činilo se da je jedina nada pacijenta bila transplantacija koštane srži da bi se nadomjestile matične stanice krvi koje su uništene tijekom kemoterapije i to od donora koji genetski posjeduje otpornost na HIV, a tako bi bilo moguće odjednom ukloniti i prisutnost karcinoma i virusa.³ Naposljetku, pacijent se uskladio s donorom kojem nedostaje CCR5 jezgra receptora za HIV, odnosno s homozigotom za mutaciju gena koji kodira



Slika 1 – Virus humane imunodeficijencije⁴

HIV koreceptor CCR5 (CCR5 Δ32/Δ32). Taj genotip daje otpornost na HIV-1 zarazu. Odsutnost virusa u pacijentovoj krvi mnogo mjeseci nakon prestanka antiretrovirusne terapije svjedoči o izlječenju od HIV zaraze.² Naime, pacijent je nastavio s antiretrovirusnom terapijom za vrijeme intenzivnog tretmana za suzbijanje vlastite koštane srži i 16 mjeseci nakon transplantacije, a odlučeno je da će prestati s terapijom krajem 2017. godine. Tako je u ožujku 2019. godine objavljena vijest o njegovom izlječenju nakon uzimanja mjesečnih pretraga krvi kako bi se utvrdio stupanj HIV zaraze. Bez obzira na napuštanje antiretrovirusne terapije, njegovo virusno

opterećenje nije se povećalo kao što bi se s HIV-om dogodilo nakon tri tjedna.³

Kod pacijenta je primijećeno stanje u kojem preostale bijele krvne stanice u uzorku donora prepoznaju nepoznatog primatelja te napadaju njegove stanice. Ovo stanje mogući je uzrok potpunog gubitka stanica zaraženih HIV-om. Budući da su nakon transplantacije sve hematopoetske stanice bile donorskog porijekla, došlo je do značajnog smanjenja ili čak potpune eliminacije već spomenutog "HIV rezervoara". Također, režim kondicioniranja kojem se pacijenti podvrgavaju prije transplantacije koštane srži od strane donora obično se sastoji od kemoterapije, ukupnog zračenja tijela ili njihove kombinacije kako bi došlo do eliminacije preostalih stanica karcinoma i suzbijanja imunološkog sustava u svrhu prihvaćanja novih stanica koštane srži i oslobađanja prostora za njihov rast. Postoji mogućnost da je ovaj režim također pridonio uništavanju staničnih rezervoara u kojima se nalazio HIV.²

Iako je liječenje "Londonskog pacijenta" dokaz da je moguće izliječiti HIV, navedeni tretman ne može poslužiti kao potencijalni širi lijek za HIV te njegov slučaj, kao i sličan slučaj "Berlinskog pacijenta", ne mijenjaju stvarnost za milijune ljudi koji su zaraženi HIV-om. Iako je u ranoj fazi navedeni tretman nazvan lijekom, bilo je potrebno pozvati na oprez jer je potrebno čekati puno više prije nego što se moglo proglasiti da zaraženih stanica

više nema u slučaju "Londonskog pacijenta". Činjenica koja slijedi iz slučaja ovih pacijenata jest da modifikacija stanica domaćina može dovesti do trajne remisije HIV-a. Ipak, potrebno je postići zaštitu od HIV-a sigurnijim pristupima te navedeni tretman nije toliko veliki iskorak u potrazi za lijekom.³ Naime, transplantacija koštane srži vrlo je rizičan postupak te bi poželjan pristup liječenja uključivao izmjenu pacijentova receptora CCR5 pomoću novih dostupnih tehnologija uređivanja gena čime bi se eliminirala potreba za transplantacijom koštane srži.²

Trenutačno je standardni režim antiretrovirusne terapije još uvijek najbolja opcija liječenja zbog velike učinkovitosti u sprječavanju prijenosa zaraze i omogućavanja gotovo normalnog životnog vijeka. Tako je ljudima omogućeno imati ispunjavajući život bez obzira na prisutnost HIV-a koji u potpunosti mogu držati pod kontrolom.

Literatura

1. <https://www.nytimes.com/2020/03/09/health/london-patient-hiv-castillejo-takeaways.html> (pristup 18.4.2020.)
2. <https://www.virology.ws/2019/03/13/the-london-patient/> (pristup 18.4.2020.)
3. <https://www.dailymail.co.uk/health/article-8092231/The-London-patient-CURED-HIV-reveals-identity.html> (pristup 19.4.2020.)
4. <https://www.hivplusmag.com/cure/2019/3/05/london-patient-becomes-second-person-functionally-cured-hiv> (pristup 19.4.2020.)

I Širenje zaraze

Petra Tomulić (FKIT)

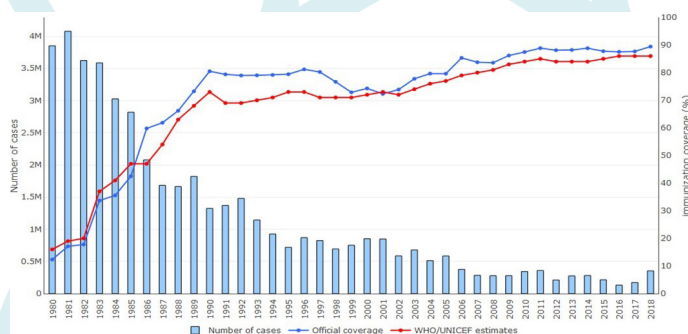
Matematičko modeliranje čovjeku omogućava predočenje činjenica koje bi mu inače bile apstraktne te objašnjava kako svijet funkcionira pomoću matematičkog jezika. Prisutno je u svakom aspektu života te fizičkom interpretacijom modela ili prezentacijom naše stvarnosti matematičkim modeliranjem, pojednostavljujemo ljudski život.¹ Jedan od aspekata na koji se posebice fokusira ova vrsta matematike, osobito u posljednje vrijeme, su epidemiološki problemi, odnosno modeli širenja zaraze.

Matematičko modeliranje u epidemiologiji ima vrlo važnu ulogu u predviđanju, kontroliranju i procjenjivanju potencijalno opasne situacije. Kako bi se moglo zaustaviti širenje zaraze, potrebno je na pravilan način prezentirati model i omogućiti stručnim osobama da iščitaju iz njega najbitnije informacije. Na temelju tih činjenica se analiziraju razni ekološki, socijalni, ekonomski i demografski aspekti života. S epidemiološkog gledišta, vrlo su bitni podaci o brzini transmisije, odnosno o dostupnosti i rasprostranjenosti cjepiva u slučaju virusnih bolesti.² U prošlosti, limit podataka koji su znanstvenici dobivali je stvarao veliki problem u prezentaciji objektivnih činjenica, dok se u moderno doba te granice pomiču, a dostupnost informacijama je sve veća. Iako nije moguće stvoriti savršen model koji uzima u obzir sve

prisutne faktore, uistinu se svakim danom primičemo prema vjerodostojnijim prikazima situacije.³

Ospice ili morbili su visoko zarazna virusna bolest koja se širi izravnim kontaktom ili zrakom. Virus napada respiratorni sustav, nakon čega se infekcija širi tijelom. Prije nego što je cijepljenje bilo obavezno, ova bolest je uzrokovala i do 2,6 milijuna smrtnih slučajeva godišnje. Tek nakon što je 1963. godine predstavljeno cjepivo protiv ospica se smanjila smrtnost. Danas se ova bolest pojavljuje najviše u manje razvijenim državama zbog nedostupnosti cjepiva (u 2018. je umrlo 140 000 ljudi, a najkritičnije skupine su djeca ispod 5 godina). Korisnost matematičkog modeliranja može se uvidjeti u predstavljanju činjenica vezanih za efektivnost cijepljenja u slučaju ospica.⁴

Slika 1. prikazuje usporedbu broja zaraženih osoba (plavi stupac) i broja cijepljenih osoba (plava linija)

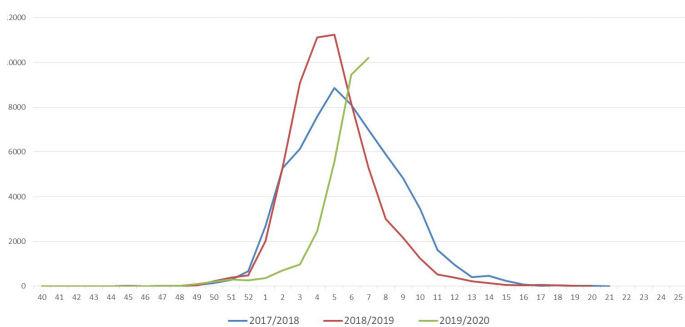


Slika 1 – Usporedba broja oboljelih od ospica s brojem cijepljenih osoba u razdoblju od 1980. do 2018. godine⁵



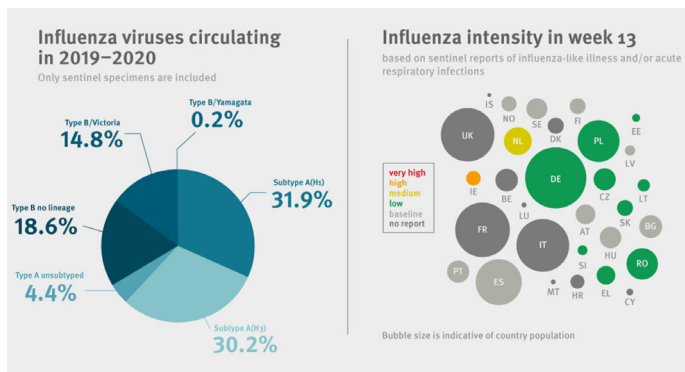
u razdoblju od 28 godina. Crvena linija predstavlja predviđeni broj ljudi koji bi bili cjepljeni u danom razdoblju te je moguće zaključiti da graf koji predstavlja predviđanja vjerno prati realnu situaciju.⁵

Svake godine je potrebno matematičkim modeliranjem predviđati širenje gripe (influenca). Ta zarazna virusna bolest napada dišni sustav, a postoje tri tipa virusa koji ju uzrokuju: tipovi A, B i C. Epidemije su najčešće uzrokovane tipom A, rjeđe tipom B.⁶ Predviđanje pojave bolesti i njeno širenje predstavlja veliki izazov za epidemiologe, zato se također koriste modelima koji su dobiveni u prethodnim epidemijama gripe. Na temelju toga su u mogućnosti pretpostaviti kada će se i koji tip virusa pojaviti na određenim područjima. Vodeći se tim saznanjima stanovništvo se upućuje na određeno ponašanje u danim situacijama. Slika 2 prikazuje kretanje gripe tijekom različitih sezona na području Republike Hrvatske.⁷



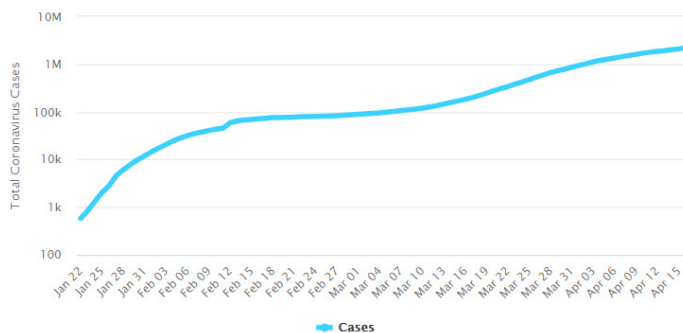
Slika 2 – Širenje gripe na području Republike Hrvatske tijekom različitih sezona. Zadnja informacija zabilježena je 5. travnja 2020.⁷

Praćenjem širenja ove bolesti moguće je dobiti i informacije o pojavi zaraze na određenim regijama. Njihovim proučavanjem može se donijeti zaključak o raspodjeli medicinske pomoći, cjepiva i svega ostalog što može utjecati na smanjenje broja zaraženih. Matematički modeli su zaslužni i za određivanje koji se tip gripe pojavljuje najviše na kojem području te se time ide u korist ekonomiji, proizvodnji cjepiva, zdravstvenom sustavu i ostalim aspektima ljudskog života koji su usko povezani s epidemiološkim problemima.



Slika 3 – Prikaz raširenosti određenog tipa gripe u sezoni 2019./2020.⁸

Najaktualnija tema današnjice je svakako COVID-19 (SARS-CoV-2). Ova virusna bolest se prvi put javlja 31. prosinca 2019. u Wuhanu u Kini.⁹ Od tada se broj oboljelih povećao u velikim razmjerima. Unutar 4 mjeseca zaraza se proširila po cijelom svijetu. Prilikom kontroliranja situacije se najviše promatraju matematički modeli te se na temelju njih donose zaključci o utjecaju bolesti na određenu dobnu skupinu i koje osobe spadaju u kritične skupine. Također se određuje kolika je smrtnost odnosno ozdravljenje te se pojašnjava na koji način se bolest širi unutar određene države, što na kraju usmjerava stručno osoblje a potom i populaciju na pravilno ponašanje tijekom epidemije. Slikom 4. je prikazan trend rasta oboljelih od COVID-19 u svijetu u razdoblju od 22. siječnja do 15. travnja 2020. godine.¹⁰



Slika 4 – Prikaz broja zaraženih od COVID-19 u razdoblju od 22. siječnja do 15. travnja 2020. godine u svijetu¹⁰

Epidemiologiju bolesti je vrlo teško predvidjeti i rješavati, pogotovo u vrijeme kada se bolest i dalje aktivno širi. Matematički modeli zaista igraju presudnu ulogu u razumijevanju problema te dovode stručno osoblje korak bliže rješenju. To je još jedan od dokaza kako jedno polje znanosti ne može egzistirati bez drugoga. Znanstvenici različitih polja moraju usko surađivati kako bi se zajedničkim snagama našao način za različite goruće svjetske probleme.

Literatura

- <https://www.britannica.com/science/mathematical-model> (posjećeno 16. travnja 2020.)
- C. I. Siettos, L. Russo, Mathematical modeling of infectious disease dynamics, *Virulence*, 4 (2013) 295-306
- J. Arino, Mathematical epidemiology in a data-rich world, *Infectious Disease Modelling*, 5 (2020) 161-188
- <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/measles> (posjećeno 17. travnja 2020.)
- https://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/burden/vpd/surveillance_type/active/measles/en/ (posjećeno 17. travnja 2020.)
- <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=27403> (posjećeno 17. travnja 2020.)
- <https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-zarazne-bolesti/gripa-u-hrvatskoj-u-sezoni-2019-2020-5-4-2020/> (posjećeno 17. travnja 2020.)
- <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/weekly-influenza-update-week-13-march-2020> (posjećeno 17. travnja 2020.)
- <https://www.nytimes.com/2020/01/29/opinion/coronavirus-outbreak.html> (posjećeno 17. travnja 2020.)
- <https://www.worldometers.info/coronavirus/coronavirus-cases/#total-cases> (posjećeno 17. travnja 2020.)

Zagrebački zrak najonečišćeniji na svijetu

Daniela Vasiljević (FKIT)

Dana 27. ožujka na postaji Zagreb-3 u Dugavama, zabilježene su visoke koncentracije onečišćujućih tvari, uzrok onečišćenja bile su čestice PM10.¹ PM10 čestice su lebdeće čestice koje su mješavina kemijskih spojeva i čestica vode. Lebdeće čestice, ovisno kako nastaju, mogu biti različitih promjera. One mogu biti promjera manjeg od 1 μm do čestica kojima je promjer manji od 10 μm . Upravo zbog tako male veličine, lebdeće čestice su jako opasne jer pri udisanju tako malih čestica, ometa se sposobnost pluća za izmjenu plinova.² Lebdeće čestice promjera manjeg od 1 μm štete alveolama u plućima, dok čestice promjera manjeg od 10 μm imaju učinak na područje nosa. Lebdeće čestice mogu nastati prirodno i umjetno. Prirodni uzroci lebdećih čestica su: podizanje prašine, šumski požari, vulkani, itd., a umjetni uzroci lebdećih čestica su: sagorijevanje krutih i fosilnih goriva (drvo, ugljen itd.), građevinski radovi, ispušni plinovi iz automobila i industrije.²

Tog jutra je prema mjerenjima zrak u Novom Zagrebu bio opasan, a njegova kvaliteta svrstana je u kategoriju 'vrlo loše'. Naime, koncentracija lebdećih čestica promjera manjeg od 10 μm (PM10), na mjernoj postaji Zagreb-3 u naselju Dugave, bila je 112,83 $\mu\text{g m}^{-3}$, prema razini indeksa ta koncentracija spada pod crvenu kategoriju 'vrlo loše' (tablica 1). Također na mjernoj stanici Zagreb-1 na Vukovarskoj ulici izmjerena je koncentracija PM10 čestica, 80,83 $\mu\text{g m}^{-3}$, što spada pod indeks kvalitete zraka u crvenoj kategoriji 'loše'. Mjerna stanica Zagreb-2 kod okretišta Dubrava je pokazivala nešto manju koncentraciju PM10 čestica, 48,45 $\mu\text{g m}^{-3}$, što spada pod indeks kvalitete zraka u 'umjereno'.¹ Najonečišćeniji zrak je bio na postaji Zagreb-3 koja se nalazi u Novom Zagrebu (slika 1).

Zagreb nije bio jedini ugrožen ovim onečišćenjem. To isto jutro zabilježene su neuobičajeno visoke koncentracije PM10 čestica u Osijeku, Kopačkom ritu, Sisku te mjestu Zoljan kraj Našica. Uzrok povećanom broju lebdećih čestica bio je prirodan, naime stručnjaci sa

Zavoda za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar" i DHMZ poručuju da se radilo o česticama pustinjskog pijeska iz pustinje Karakum, koja se nalazi istočno od Kaspijskog jezera.³ Oblak pijeska iz pustinje Karakum nadvio se nad cijelom Europom i prouzročio onečišćenje diljem kontinenta (slika 2). Zagreb je bio jedan od mnogobrojnih onečišćenih gradova u Europi.



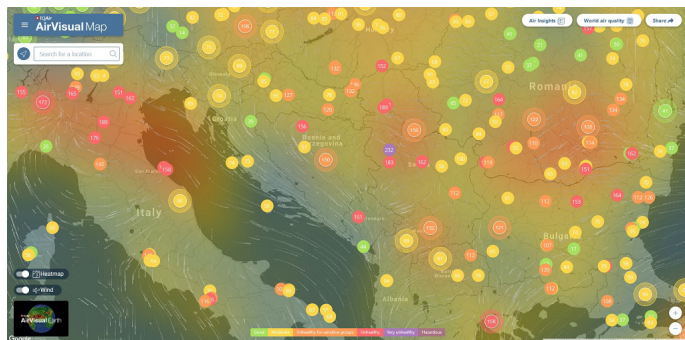
Slika 1 – Zamućenje zraka u Novom Zagrebu

Zbog tako velikih koncentracija lebdećih čestica, Ravnateljstvo civilne zaštite upozorilo je sve građane o situaciji, te su ih savetovali da izbjegavaju dugotrajne i intenzivne tjelesne aktivnosti na otvorenome, posebno uz prometnice. Posebno su istaknuli opasnost za najosjetljivije skupine građana: djecu, trudnice, osobe starije životne dobi, osobe oboljele od kroničnih bolesti na razini dišnog i/ili srčano-krvožilnog sustava, osobe narušenog imunološkog odgovora i osobe koje konzumiraju duhan i duhanski srodne proizvode (pušači i pasivni pušači).¹ U slučaju kratkotrajne izloženosti povišenim vrijednostima lebdećih čestica ne očekuje se značajan utjecaj na zdravlje stanovništva grada Zagreba.³

Nakon nekoliko dana koncentracija čestica PM10 vratila se u granice prihvatljivih vrijednosti i nije bilo opasnosti za ljudski organizam. Zbog pandemije virusa SARS-CoV-2, diljem Europe i Azije prestale su s radom mnogobrojna industrijska postrojenja što je povoljno utjecalo na kvalitetu zraka, no na prirodne izvore onečišćenja ne možemo utjecati. Zahvaljujući tehnologiji i mjernim postajama diljem Europe i svijeta, možemo na vrijeme upozoriti stanovništvo kako bi negativni utjecaj na njih bio što manji. Također je važno informirati ih kako se najbolje zaštititi i što poduzeti u slučaju onečišćenja zraka s naglaskom na najosjetljivije skupine.

Tablica 1 – Indeks kvalitete zraka⁴

Onečišćujuća tvar	Razina indeksa (na osnovi koncentracija u $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Dobro	Prihvatljivo	Umjereno	Loše	Vrlo loše
Lebdeće čestice manje od 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$)	0-10	10-20	20-25	25-50	50-800
Lebdeće čestice manje od 10 μm (PM_{10})	0-20	20-35	35-50	50-100	100-1200
Dušikov dioksid (NO_2)	0-40	40-100	100-200	200-400	400-1000
Prizemni ozon (O_3)	0-80	80-120	120-180	180-240	240-600
Sumporov dioksid (SO_2)	0-100	100-200	200-350	350-500	500-1250



Slika 2 – Prikaz onečišćenja zraka u Europi zbog pustinje Karakum

Literatura

1. Ekovjesnik, Danas je u Zagrebu zrak vrlo loše kvalitete, osjetljive skupine građana ne bi trebale biti vani, <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/2478/danas-je-u-zagrebu-zrak-vrlo-lose-kvalitete-osjetljive-skupine-gradana-ne-bi-trebale-biti-vani> (Pristup 19. travnja 2020.)
2. Kvaliteta zraka grada Zagreba Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Onečišćenje zraka, <https://zrak.imi.hr/Kvaliteta> (Pristup 19. travnja 2020.)
3. Nastavni zavod za javno zdravstvo “Dr. Andrija Štampar”, Izvor onečišćenja zraka koji je zabrinuo građane dolazi iz pustinje Karakum, <http://www.stampar.hr/hr/izvor-oneciscenja-zraka-koji-je-zabrinuo-gradane-dolazi-iz-pustinje-karakum> (Pristup 19. travnja 2020.)
4. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Europski indeks kvalitete zraka, <http://iszz.azo.hr/iskzl/help.htm> (Pristup 19. travnja 2020.)



Monodova kinetika

Sanja Povrženić (FKIT)

U današnje vrijeme upoznati smo s mnogo ekoloških problema koji utječu na naš planet, ali i direktno na nas same. Dan planeta Zemlje je samo dodatan podsjetnik da je briga o okolišu iznimno bitna. U pronalasku rješenja problema onečišćenja okoliša pomažu nam matematički modeli. Jedan od tih modela je Monodov kinetički model koja služi za praćenje rasta mikroorganizama pri obradi otpadnih voda u šaržnom bioreaktoru.¹

Da bismo uopće mogli koristiti Monodovu jednadžbu, prvo moramo ispitati je li otpadna voda pogodna za obradu mikroorganizmima. To se određuje računanjem omjera KPK i BPK. BPK je biokemijska potrošnja kisika, odnosno neizravna mjera koncentracije organskog onečišćenja u otpadnoj vodi. Kemijska potrošnja kisika (KPK) predstavlja ekvivalentnu količinu kisika koja je potrebna za oksidaciju organske tvari i u uzorku otpadne vode s jakim kemijskim oksidansom. Ukoliko omjer BPK :KPK zadovoljava kriterije otpadna voda je pogodna za biološku obradu. Jedan od načina biološke obrade



Slika 1 – Otpadne vode⁴

s aerobnim uvjetima je sustav s aktivnim muljem. U takvom sustavu oksidira se organska tvar, oslobađa se puno energije i nastaje velika količina novih stanica, odnosno biomase u obliku viška aktivnog mulja.² U tom slučaju primjenjujemo Monodovu jednadžbu za praćenje kinetike rasta mikroorganizama. Također, ova jednadžba se primijeniti i kod alkoholnog vrenja, kada stvaranje etanola u anaerobnim uvjetima ovisi o koncentraciji šećera.³

Dinamika promjene masene koncentracije biomase u vremenu je suma procesa rasta odumiranja mikroorganizama:

$$\frac{dy_X}{dt} = \mu \cdot \gamma_X - k_d \cdot \gamma_X \quad (1)$$

Pri čemu je μ konstanta specifične brzine rasta mikroorganizama (h^{-1}), a k_d konstanta odumiranja mikroorganizama (h^{-1}).

Ovisnost konstante specifične brzine rasta o masenoj koncentraciji supstrata opisuje sljedeći izraz:

$$\mu = \mu_{\max} \left(\frac{\gamma_S}{K_S + \gamma_S} \right) \quad (2)$$

μ_{\max} predstavlja konstantu maksimalne specifične brzine rasta (h^{-1}), γ_S je masena koncentracija supstrata (g dm^{-3}), a K_S predstavlja koncentraciju supstrata pri kojoj specifična brzina rasta iznosi polovicu maksimalne specifične brzine rasta (g dm^{-3}).

Uvrstimo li jedn. (2) u jedn. (1) dobit ćemo izraz za ukupnu dinamiku (jedn. (3)):

$$\frac{dy_X}{dt} = \frac{\mu_{\max} \cdot \gamma_X \cdot \gamma_S}{K_S + \gamma_S} - k_d \gamma_X \quad (3)$$

Dinamika rasta mikrobne kulture (dX/dt) proporcionalna je dinamici potrošnje supstrata (dY_S/dt) u otpadnoj vodi stanicama mikroorganizama:

$$-\frac{dY_S}{dt} = \frac{\mu_{max} Y_S Y_X}{Y(K_S + Y_S)} \quad (4)$$

Jednostavniji izraz glasi:

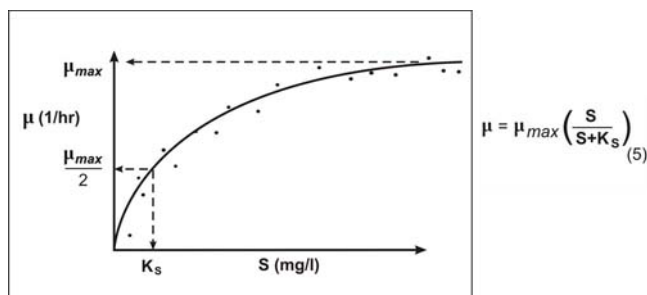
$$\frac{dY_X}{dt} = Y \left(-\frac{dY_S}{dt} \right) \quad (5)$$

Ovdje Y označava koeficijent prinosa, tj. masu nastalih mikrobnih stanica po masi potrošenog supstrata ($g \cdot g^{-1}$). Računa se pomoću sljedeće formule:

$$Y = \frac{Y_X - Y_{X0}}{Y_{S0} - Y_S} \quad (6)$$

Y_S i Y_{S0} su konačna i početna masena koncentracija supstrata, a Y_X i Y_{X0} konačna i početna masena koncentracija mikroorganizama ($g \cdot dm^{-3}$).¹

Iako je ovaj model važan za praćenje rasta mikroorganizama i ima široku primjenu, znanstvenici ne mogu odrediti fizičko značenje Monodove konstante i jednadžba je empirijska.⁵



Slika 2 – Specifična brzina rasta mikroorganizama u ovisnosti o koncentraciji supstrata³

Literatura

- <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/monod-equation>
- F. Briški, Zaštita okoliša, 2016., 70-72, 89-91
- <https://www.cs.montana.edu/webworks/projects/stevesbook/contents/chapters/chapter002/section002/black/page001.html>
- <https://sites.google.com/site/voddaada/otpadne-vode/otpadna-voda>
- https://www.researchgate.net/publication/6678020_Overview_of_some_theoretical_approaches_for_derivation_of_the_Monod_equation

FSB Racing Team u očima kemijskog inženjera

Inga Geršak (FKIT)

FSB Racing Team projekt je udruge *Hrvatska studentska asocijacija strojarskih fakulteta (HSA-SF)* te je najveći studentski projekt u Hrvatskoj. Cilj ovog projekta je koncipiranje, konstruiranje te izrada trkaćeg bolida jednosjeda za međunarodna Formula Student natjecanja na kojima sudjeluje više od 100 timova s raznih sveučilišta diljem svijeta. Da bi se takav projekt realizirao potrebno je znanje i inovativnost članova tima. FSB Racing Team jedan je od najboljih timova u ovom dijelu Europe i nudi brojne mogućnosti studentima i svima koji sudjeluju u ostvarenju projekta.

Tim trenutačno broji 100-tinjak članova, od čega je stalno aktivno njih oko 60, s različitih sastavnica Sveučilišta u Zagrebu (FSB, FER, EFZG, Studij dizajna, FFZG, FKIT, VERN, TVZ, PMF i Baltazar). U dosadašnjih 16 godina postojanja, tim je izradio sveukupno 8 bolida. Oni tradicionalno nose imena koja su inspirirana divljim životinjskim vrstama koja žive na području Republike Hrvatske. Važno je napomenuti kako je 2014. godine



Slika 1 – Članovi Racing Teama s bolidom Vulpes

na FS UK natjecanju u Silverstoneu postignut najbolji rezultat u povijesti tima, 10. mjesto od 97 timova koji su se natjecali! Putem online kvizova za 2020. godinu tim se kvalificirao za željena natjecanja u Velikoj Britaniji, Švicarskoj i Nizozemskoj.

Tim je podijeljen na podtimove: aerodinamika, šasija, mehanički pogon, ovjes i upravljanje, motor i hlađenje, dinamika vozila, upravljački sustavi, proizvodnja i kompoziti, električni pogon, ergonomija, dizajn, marketing.

Za kemijskog inženjera kojeg zanima autoindustrija najzanimljivija područja unutar tima su proizvodnja



Slika 2 – Kompozitna monocoque šasija bolida Vulpes



Slika 3 – Sendvič struktura šasije s aluminijskim saćem

kompozita te izrada šasije. Kompoziti koji se koriste su staklena, aramidna, ugljična ili hibridna ugljik-aramid vlakna u kombinaciji s raznim smolama te razni prepreg materijali. Njihova primjena najviše je zastupljena u izradi aeropaketa, izradi šasije gdje se koristi sendvič struktura koja se sastoji od dva sloja ugljičnog laminata između kojih se nalazi aluminijsko saće ili strukturalna pjena (npr. Rohacell, Airex) te izradi ploče koja služi za sprječavanje proboja u prostor vozača u slučaju sudara. Ta je ploča ove godine, umjesto od čelika, izrađena od hibridnog ugljik-aramid tkanja radi male mase i svojstva velike apsorpcije energije udara. FSB Racing Team prvi je u Hrvatskoj izradio kompozitnu monocoque šasiju, a iskoristio ju je za svoj bolid Vulpes. Osim kompozita, kemijskim inženjerima zanimljivo može biti i 3D-printanje kalupa za laminiranje, primjena mnogih ljepila, ulja za hlađenje baterije i maziva. Za kalupe, koji kasnije prolaze kroz toplinsku obradu prilikom umrežavanja smole, redovito je potrebno poznavati svojstva polimera i načine poboljšavanja svojstava kako bi izdržali visoke temperature.

Članstvo u timu idealno je za stjecanje novih znanja i iskustava, a poznanstva koja se ostvare tijekom projekta mogu biti od velike koristi u budućnosti. Tim surađuje s brojnim firmama u, ali i izvan granica Republike Hrvatske kao što su Rimac Automobili, Henkel, Bosch, INA, Global Logic, Solvay kemija, Porsche Croatia i mnoge druge.



Slika 4 – Hibridna ugljik aramid vlakna



ZNANSTVENIK

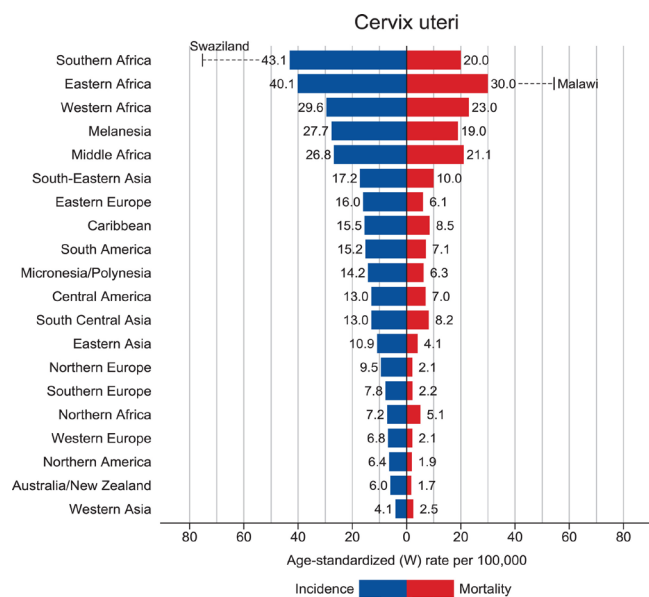
Statistička korelacija HPV-a i raka vrata maternice

Ana Vukovski (FKIT)

Rak vrata maternice obično se javlja kod žena od tinejdžerske pa sve do starije životne dobi. Predstavlja najčešći zloćudni tumor ženskih spolnih organa koji se na ljestvici učestalosti malignih bolesti u žena nalazi odmah iza vodećeg raka dojke. U Hrvatskoj prosječno od raka vrata maternice oboli 300 žena godišnje, od kojih 100 izgubi bitku s ovom bolešću. Dijagnostika je vrlo jednostavna, jeftina i pouzdana. Otkrivanje raka vrata maternice moguće je mikroskopskom citološkom pretragom, metodom koja se temelji na analizi stanica uzetih tijekom ginekološkog pregleda. Za to je otkriće zaslužan G.N. Papanicolau (1924. godina) pa je analiza po njemu popularno nazvana 'PAPA' test. Citološkom analizom rak se može otkriti u početnom stadiju ili čak u predstadiju, a istodobno se u Papa-testu mogu prepoznati brojni uzročnici spolno prenosivih bolesti (SPB) čije je liječenje sastavni dio sprječavanja razvoja raka vrata maternice. Druga najčešća metoda je kolposkopija, tj. vrat maternice promatra se pod povećanjem od 20 do 50 puta i traži sumnjivo tkivo.¹



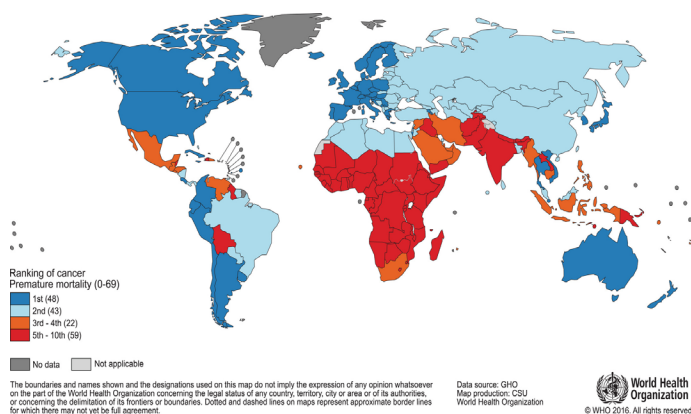
Otprilike 99 % svih slučajeva raka vrata maternice povezano je s humanim papiloma virusom (HPV) koji se prenosi spolnim putem.³ Poznato je više od 150 tipova HPV-a, a njih 15 uzrokuje rak vrata maternice, odnosno imaju onkogeni potencijal. Trenutno najopasniji tipovi HPV-a su 16 i 18, koji se nazivaju virusima visokog rizika, dok primjerice HPV tipovi



Slika 1 – Grafički prikaz ovisnosti pojave raka vrata maternice o godinama i regijama²



6 i 11 nemaju onkogeni potencijal.¹ U slabije razvijenim zemljama širenje ove bolesti i sama smrtnost znatno je veća nego u ostatku svijeta. U Sjedinjenim Američkim Državama prošle je godine od ove zloćudne bolesti oboljelo 13 170 žena, od kojih je umrlo 4 250, iz čega je vidljivo da je smrtnost 32,27 %.⁴ U Indiji je zabilježeno 97 000 slučajeva, a smrtnost je iznosila 61,85 %, točnije preko 60 000 osoba je preminulo od raka vrata maternice u jednoj godini.⁵ Ukupan broj zaraženih u 2018. godini premašuje 570 000, dok je broj umrlih oko 311 000. Čak 80 % navedenih osoba oboljelih i umrlih od raka vrata maternice odnosi se na slabije razvijene države svijeta.⁶ Proučavajući zabrinjavajuću statistiku, znanstvenici diljem svijeta razvijaju modele kojima opisuju i predviđaju ponašanje ove bolesti te na temelju statističkih rezultata istražuju metode koje bi trebale spriječiti širenje bolesti.



Slika 2 – Prikaz globalne karte iz 2015. godine koja prikazuje smrtnost raka u dobi manjoj od 70 godina²

Znanstvenici Muller i Bauch su 2010. godine proučavali prijenos HPV-a putem spolnih odnosa, a na temelju njihovog istraživanja 2012. godine Lee i Tameru konstruirali su model humanog papiloma virusa koji je razvio rak vrata maternice u Afroamerikanka u SAD-u kao i kod žena na Tajlandu. Na slici 3 prikazane su izvedene matematičke formule koje opisuju navedeni model.

$$\frac{ds_p}{dt} = \mu_h(1 - s_p) - P_v s_p$$

$$\frac{di_{hpv}}{dt} = P_v s_p - i_{hpv}(1 + \mu_h)$$

$$\frac{di_{uc}}{dt} = (1 - P_c) i_{hpv} - \mu_h i_{uc}$$

Slika 3 – Prikaz izvedenih matematičkih formula navedenog modela

U navedenim jednadžbama S_p predstavlja broj žena za koje se sumnja da su zaražene virusom, I_{HPV} je broj žena kod kojih je potvrđen HPV, I_{cc} je broj žena kod kojih je HPV uzročnik raka vrata maternice, I_{uc} predstavlja broj žena s virusom no bez detekcije raka, b_h predstavlja stopu nataliteta, μ_h stopu smrtnosti, N_p je broj žena, P_v predstavlja vjerojatnost da će žene biti zaražene HPV-om i P_c vjerojatnost da će žene zaražene virusom dobiti rak.

Na temelju dobivenih podataka, ako se kao prosječna životna dob uzme 65 godina, primijećeno je da će vrijeme konvergencije virusa u I_{cc} i I_{uc} biti kraće ako je P_v veći, odnosno manje vremena će biti potrebno da virus potakne rast tumora. Nadalje, broj žena s virusom, no bez razvijenog raka, manji je kada je P_c vrijednost veća. Tako dobiveni rezultati odgovaraju stvarnoj situaciji, jer kada je vjerojatnost zaraze HPV-om visoka, tada se svaka žena može zaraziti u kratkom vremenu. Nadalje, kako raste vjerojatnost da će žene zaražene virusom dobiti rak, tako se povećava i I_{cc} vrijednost, odnosno broj žena kod kojih je HPV uzročnik raka vrata maternice, dok se I_{uc} vrijednost smanjuje.

Za ovu studiju upotrijebljena je standardna metoda dinamičkog modeliranja, a kao rezultati dobivene su numeričke vrijednosti. Kao što je ranije navedeno, ovim modelom dokazano je da je 99 % svih slučajeva raka vrata maternice povezano s humanim papiloma virusom, od kojih je 70 % uzrokovano tipovima HPV-16 i HPV-18. Svi rezultati ovog modela odnose se na područje Tajlanda pri čemu prikupljeni podaci odgovaraju razdoblju od 2002. do 2011. godine.³

Danas je prosječna životna dob žena u kojih nastaju maligne i premaligne bolesti vrata maternice niža nego prije desetak godina, a ta granica i dalje svakodnevno opada. Potrebno je otprilike 15 do 20 godina da se rak vrata maternice razvije kod žene s normalnim imunološkim sustavom. Međutim, ulaskom virusa u organizam imunološki sustav značajno slabi i tada je za razvoj malignih bolesti potrebno samo 5 godina.⁶ Dijagnostika raka vrata maternice vrlo je jednostavna i brza te ako se on otkrije na vrijeme, velike su šanse za ozdravljenje.¹

Kao i za mnoge druge viruse, tako i za HPV, postoji cjepivo koje se upotrebljava već dugi niz godina diljem svijeta i koje je dokazano, sigurno i učinkovito. Na tržištu trenutno postoje tri vrste cjepiva koje štite ponajprije od HPV tipova 16 i 18, kao najčešćih uzročnika bolesti, ali i od ostalih tipova koji su visokog rizika. Danas je cijepjenje obavezno kod djevojčica od 9 do 14 godina. Osim samog cijepjenja, važno je educirati djecu i mlade da rizičnim ponašanjem ne ugrožavaju svoje zdravlje te da se prema sebi i prema drugima ponašaju odgovorno.⁶

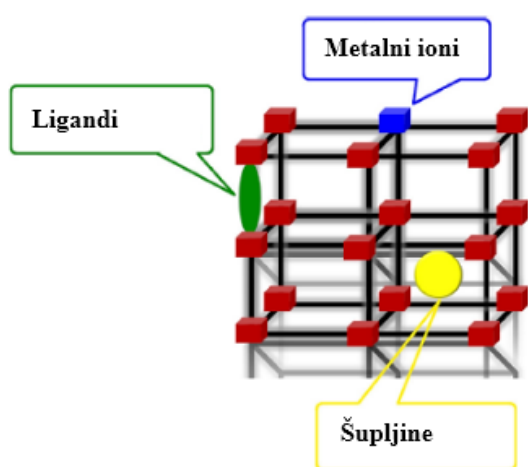
Literatura

1. <http://hlpr.hr/rak/vijest/rak-vrata-maternice>, Hrvatska liga protiv raka (pristup 10. travnja 2020.)
2. Bray, F., Ferlay J., Soerjomataram I., Siegel R. L., Torre, L. A., Jemal, A., *Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries*, Cancer Journal for Clinicians, 68 (2018) str. 394 – 424
3. Kongnuy, R., Naowanich E., *Mathematical Model of Influenza Dynamics Compare the incubation period and Control: in THAILAND*, Mathematical Methods in Science and Engineering, (2014) str. 122 – 128
4. <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/cervix.html> (pristup 10. travnja 2020.)
5. Arbyn, M., Weiderpass, E., Bruni, L., de Sanjosé, S., Saraiya, M., Ferlay, J., Bray, F., *Estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2018: a worldwide analysis*, Lancet Glob Health, 8 (2019) str. 191 – 203
6. [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/human-papillomavirus-\(hpv\)-and-cervical-cancer](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/human-papillomavirus-(hpv)-and-cervical-cancer) (pristup 10. travnja 2020.)

Metalo-organske mreže

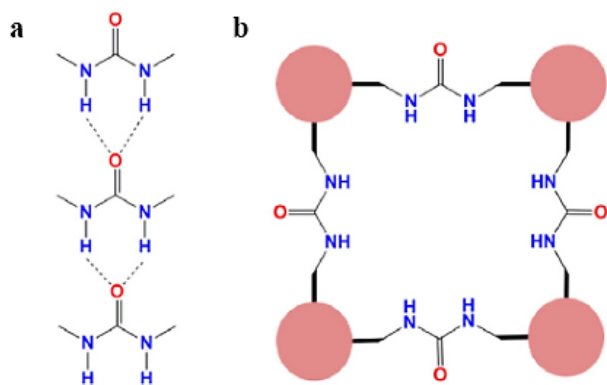
Leonarda Vugrin (FKIT)

Metalo-organska mreža (engl. *metal-organic framework*, skraćeno MOF) predstavlja mrežu organskih liganada u kordinaciji s odgovarajućim anorganskim metalnim ionima (slika 1). MOF-ovi su materijali male gustoće čija je struktura prožeta šupljinama odnosno porama. Takve strukture zbog svojih specifičnih karakteristika ostvaruju primjenu u različitim sustavima poput kemijskih senzora, spremnika plinova ili tekućina te u anorganskoj ili organskoj katalizi stvarajući produkte u visokim iskorištenjima.



Slika 1 – Izgled metalo-organske mreže¹

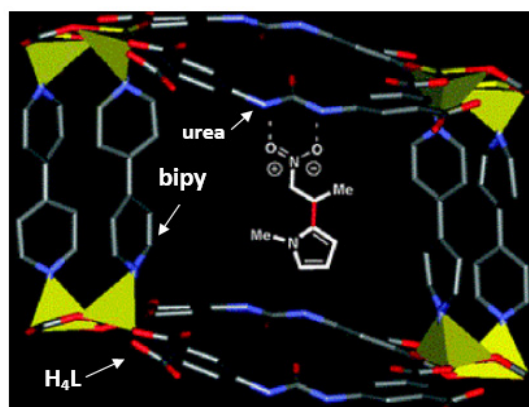
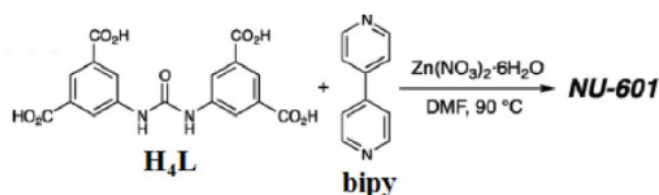
Metalo-organski materijali zadnjih dvadesetak godina pojavljuju se kao nova skupina materijala s velikom poroznošću i sintetskom fleksibilnošću. Prisutne šupljine podložne su modifikacijama promjenom temperature, tlaka ili nekog drugog vanjskog podražaja, a upravo zbog svoje poroznosti ostvaruju primjenu u različitim područjima znanosti. Planiranom sintezom i uvođenjem različitih funkcionalnih skupina određuju se



Slika 2 – a) Prikaz agregacije uree kao funkcionalne skupine, b) ugradnja uree u MOF, prestanak polimerizacije

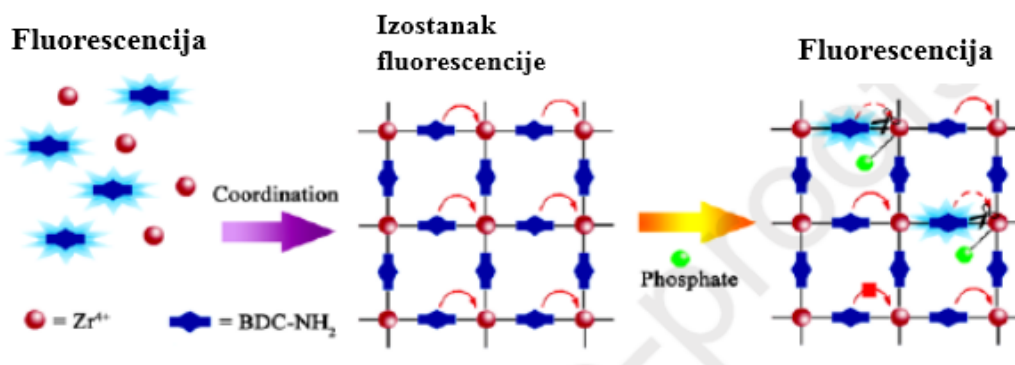
svojstva MOF-ova. Poznavanje strukturnih karakteristika i mogućnosti primjene funkcionalnih grupa ključno je za razvoj organometalne kemije. Primjerice, urea kao potencijalni kandidat za uvođenje u mrežu s metalnim ionima zbog svoje strukturne prirode ima mogućnost uspostavljanja vodikovih veza s elektronegativnim ionima. S druge strane, ostvaruje sposobnost samo-agregacije što rezultira slabijom topljivošću i u konačnici manjom reaktivnošću (slika 2a). Međutim, skupina znanstvenika je 2012. godine ispitujući svojstva i primjenu uree zaključila kako se njenom ugradnjom u mrežu s metalnim ionima uspješno sprječava potencijalna agregacija odnosno polimerizacija (slika 2b).²

Važnost poznavanja odnosa strukture i aktivnosti spojeva vidljiv je u primjeru sinteze metalo-organske mreže pod nazivom NU-601 i formulom $Zn_2(bipy)_2(H_4L)$ koja u svojoj građi sadrži ureu kao funkcionalnu skupinu (slike 3a i b).



Slika 3 – a) Prikaz strukture ligandnog okruženja u sintezi NU-601, b) NU-601 – katalizator u alkilaciji nitro-alkena i pirola

MOF-ovi specifično vežu određene ione ili nekoliko vrsta iona čime ostvaruju primjenu u kontroli kvalitete voda gdje je cilj postići koncentracije iona u vodi unutar propisanih granica. Drugim riječima, sinteza MOF-ova je krojenje organskih mreža po mjerama analita. Na taj se način koriste kao efikasna platforma za detekciju toksičnih aniona poput cijanida, fosfata, kromata i permanganta koji se otpuštaju u industrijskim postrojenjima i negativno utječu na ljudsko zdravlje. Znanstvenici predvođeni Yangom su početkom ove godine prezentirali sustav, Zr-MOF, s visokim afinitetom uklanjanja fosfata na temelju fotoluminiscencijske metode (slika 4).³ Kao luminiscencijski ligand korišten je 2-amino-1,4-benzen dikarboksilat (BDC-NH₂), pri čemu se vezanjem fosfatne skupine za klaster postiže luminiscencijski efekt te olakšava detektiranje fosfatnih iona s granicom detekcije od 1,25 μM.



Slika 4 – Shematski prikaz funkcionalizacije metalo-organske mreže

Navedeni materijali svoju primjenu pronalaze i u biomedicini, jer omogućuju zarobljavanje (enkapsulaciju) aktivnih molekula i njihovu dostavu u određena tkiva kroz proces difuzije. Za primjene u biomedicini treba uzeti u obzir toksičnost gradivnih jedinica od kojeg su izgrađeni MOF-ovi. Najprikladniji odabir za organske poveznice su endogene molekule, odnosno molekule koje su sastavni dio ljudskog tijela. To su primjerice mukonska kiselina, fumarna kiselina, aminokiseline, razni peptidi i ciklodekstrini. Odabir gradivnih komponenti ovisi o primjeni, kinetici razgradnje materijala, bioraspodjeli, nakupljanju u tkivima i organima te o sekreciji iz tijela.

Takvi porozni i kristalinični sustavi sintetiziraju se elektrokemijskim, mikrovalnim, solvotermalnim i ultrazvučnim načinima. Prije njihove sinteze potrebno je poznavati interakcije metala i liganda te na temelju karakterističnih svojstava predvidjeti produkte. Mehanokemijska sinteza prisutna je kao način sinteze metalo-organskih materijala pri čemu se struktura kristaliničnih produkata određuje difrakcijom rendgenskog zračenja. Mehanokemijom se omogućuje ušteda energije kao i smanjenje količine kemijskog otpada u sintezi. Sintetiziraju se u jednom koraku, tzv.

“one-pot” pri čemu se svi reaktanti i otapala dodaju u isto vrijeme u reakcijsku smjesu. Znanstvenici Laboratorija za zelenu sintezu Instituta Ruđer Bošković u Zagrebu su u suradnji sa znanstvenicima kanadskog Sveučilišta McGill i američkog Sveučilišta Northwestern razvili brzu metodu sinteze MOF-ova korištenjem upravo mehanokemije. Uspješno su optimirali uvjete sinteze pri čemu je vrijeme sinteze skraćeno na manje od jednog sata umjesto 24 h. Nadalje, od otapala se koriste voda i etanol čime se smanjuje uporaba toksičnih otapala. Također, analize dobivenih MOF-ova mehanokemijskim načinom pokazale su kako je poroznost i katalitička aktivnost jednaka, a u nekim slučajevima čak i bolja.

Literatura

1. Ali Akbar Razavi, S., & Morsali, A., *Linker functionalized metal-organic frameworks*, Coordination Chemistry Reviews, 399 (2019) str. 2 - 42
2. Roberts, J. M., Fini, B. M., Sarjeant, A. A., Farha, O. K., Hupp, J. T., Scheidt, K. A., *Urea metal-organic frameworks as effective and size-selective hydrogen-bond catalysts*, J. Am. Chem. Soc. 134 (2012) 3334–3337
3. Salehi Rozveh, Z., Kazemi, S., Karimi, M., Ali, G. A. M., & Safarifard, V., *Effect of functionalization of metal-organic frameworks on anion sensing*, Polyhedron (2020) 5-56

Značaj matematičkog modeliranja u mikrofluidnim sustavima

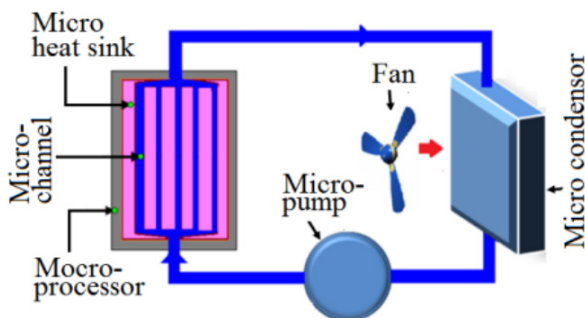
Antonia Škarica (FKIT)

Računalno modeliranje i simulacijska analiza neophodne su prilikom proučavanja minijaturnih mikrofluidnih rashladnih sustava. Rashladna mogućnost mikrofluidnih sustava ovisi o dizajnu mikrokanala koji su pripojeni na toplinska udubljenja kao kompaktni ekstraktori topline. Istraživanja su pokazala da mikrotoplinska udubljenja čiji su mikrokanali trapezoidnih oblika mogu nadigrati ostale dizajne u procesu toplinske ekstrakcije.¹

Prva asocijacija na pojam mikrofluida najčešće je mikroreaktor, iako se u posljednje vrijeme nastoji mikrofluide primijeniti u druge svrhe. Mikroreaktori su reaktorski sustavi izvedeni u mikroskopskom mjerilu koji su proizvedeni primjenom metodologije i mikroinženjerstva. Njih čini mreža mikrokanala tipičnih dimenzija 10 – 500 μm urezanih u čvrstu pločicu. Upravo male dimenzije mikroreaktora osiguravaju multifunkcionalnost cjelokupnog sustava jer se nekoliko fizikalno-kemijskih procesa, reakcija, separacija i analiza istodobno mogu odvijati u jednoj ćeliji mikroreaktora. Najčešći materijali za izradu mikrokanala su: staklo, kvarcno staklo, nehrđajući čelik, metali i polimeri.²

Poznato je da su današnja računala vrlo brza, no zabrinjavajuća je činjenica da prilikom rada brzih mikroprocesora dolazi do stvaranja velikih toplinskih flukseva. Iako je predviđen toplinski fluks kod tih

mikroprocesora 100 W cm^{-3} , njihova temperatura ograničena je između 55 i $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Međutim, trenutni konvektivni zračni rashladni sustavi imaju manje mogućnosti za provod većih toplinskih flukseva nego što imaju brzi mikroprocesori. Ovaj problem zahtijeva inovativne rashladne mogućnosti, kao što je mikrofluidni rashladni sustav čija je rashladna mogućnost veća. Naime, on ima veću provodnu mogućnost zbog mikropumpe koja prevodi rashladnu tekućinu iz mikrokondezatora do mikrotoplinskih udubljenja (MHS – engl. *micro heat sink*) gdje fluid prima toplinu koristeći mikrokanale.¹



Slika 1 – Mikrofluidni rashladni sustav

Topla kapljevina preko zračno-rashladnog mikrokondezatora raspršuje toplinu u atmosferu. Istraživanja su pokazala da trapezoidni mikrokanali nadmašuju toplinsko-ekstrakcijske mogućnosti od ostalih oblika. Jasno je da ovo svojstvo ovisi o geometrijskim dimenzijama trapezoidnih mikrokanala, kao i o tehnologiji koja je bila korištena prilikom izrađivanja istih. Trenutne tehnologije za izradu mikrokanala su litografija, kemijsko jetkanje te mikroobradivanje. Međutim, navedene tehnologije limitirajuće su u vidu visoke cijene, proizvodnje otrovnih spojeva, niske produktivnosti, itd. Svjesni svih navedenih problema, znanstvenici sa Sveučilišta Witwatersrand u Johannesburgu otkrili su novu metodu izrade mikrokanala s trapezoidnim sekcijama.

Naime, nova metoda sadržava hladni sprej koji je građen od slojeva nekoliko različitih metalnih prahova prilikom izlaganja metalnog ili dielektričnog supstrata velikim brzinama ($300 - 1200 \text{ m s}^{-1}$) s mlazom malih ($1 - 50 \text{ }\mu\text{m}$) čestica koje su ubrzane ultrazvučnom strujom kompresiranog i zagrijanog plina. Ovaj rashladni proces hladni sprej čini fleksibilnim, s mogućnošću polaganja slojeva s visokim toplinskim konduktivitetom, minimalnom oksidacijom, različitim kombinacijama metala, visokoj reproducibilnosti i malom cijenom izrade. Kako bi izradili mikrokanale, bakreni prah deponirali su na matrični oblik, dok su aluminij premazali kao sredstvo za formiranje. Tri sloja bakrenog praha nanijeli su na bakreni supstrat te se bakar taložio. Nakon tri sloja bakrenog praha, kroz masku se dodavao jedan sloj aluminijsa kako bi napravili određeni oblik sloja. Aluminij nije bio legiran zbog ponovljenog uranjanja uzorka u razrijeđenu kiselinu te su tako napravljeni uzorci bili presječno postavljeni, polirani te karakterizirani koristeći optički mikroskop. Prilikom izračuna oblika trapezoidnih mikrokanala korištene su jednačbe prikazane na slici 2,

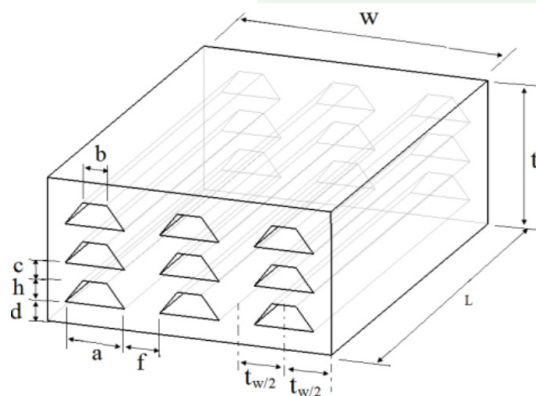
$$\frac{t}{4c} \approx 1.2 \quad d_h = \frac{4A}{P}$$

$$\frac{t_w}{f} \leq 2 \quad 100 \leq d_h \leq 500 \mu\text{m}$$

Slika 2 – Matematička jednačbe koje opisuju geometrijska svojstva trapezoidnih mikrokanala

gdje je t debljina mikrokanala, c je prostor između mikrokanala, t_w je širina ćelije, d_h hidraulični promjer, A presjek prostora mikrokanala, P opseg mikrokanala, a P proizvodnja duljina MHS.¹

Kako bi procijenili termalno-mehanički učinak, bilo je potrebno napraviti računalni model trapezoidnih križnih mikrokanala Cu MHS. Računalna analiza navedene geometrijske parametre pretvara u trodimenzijski model te su uz ključne parametre kao što su konvekcijski toplinski prijenosni koeficijent, vrijednost toplinskih flukseva, tlaka cirkulirajućeg fluida te s vrijednosti temperature izradili računalnu simulaciju.¹ Kao rezultat istraživanja, uočeno je da temperatura na vrhu MHS ostaje konstantna i da je jednaka okolnoj temperaturi, dok temperatura u samom MHS raste od 22 do $28 \text{ }^\circ\text{C}$ što je ispod minimalne temperature rada procesa od $55 \text{ }^\circ\text{C}$. No, i pri tim temperaturama dosegnut je maksimalni fluks mikroprocesora od 500 W cm^{-2} .



Slika 3 – Računalni trodimenzionalni dizajn Cu MHS

Računalna modelacija i simulacijska analiza su kod Cu mikrotoplinskih sustava (MHS) s trapezoidnim mikrokanalima pokazali da visoka termalna ekstrakcijska mogućnost takvog sustava može biti uzeta u obzir prilikom izrade mikrofluidnih rashladnih brzotoplinskih mikroprocesora. Integracija ovog novog rashladnog sustava može povećati vijek računala.

Literatura

- Hamweendo, A., Popoola, P. A. I., Botef, I., *Computational modelling and simulation analysis of trapezoidal channelled micro heat sinks fabricated using cold spray process*, Mathematical Methods in Science and Engineering, (2014) str. 186 - 190
- Šalić, A., Tušek, A., Kurtanjek, Ž., Zelić, B., *Mikroreaktori*, Kem. Ind. 59 (2010) str. 227 - 248

Od polja do stola – pesticidi kao glavni sastojak u našem loncu

Zvonimir Jukić (KTF)

Prema zakonu o zaštiti bilja, pesticidi kao sredstva za zaštitu bilja definiraju se kao kemijski ili mikrobiološki proizvodi namijenjeni za suzbijanje ili sprečavanje napada štetnika i uzročnika bolesti (insekticidi, fungicidi), uništavanje neželjenih vrsta biljaka i korova (herbicidi), djelovanje na životne procese biljaka na način različit od sredstava za ishranu biljaka (defolijanti, retardanti) te poboljšanje djelovanja navedenih pesticida (poboljšivači).¹

Pod štetnosti koja se navodi podrazumijeva se ekonomska šteta ljudskoj poljoprivredi i industriji – smanjenje prinosa ili količine i kvalitete dobivene hrane. Stoga su pesticidi u posljednjih pedesetak godina, zajedno s umjetnim gnojivima, postali najtraženiji proizvodi u poljoprivredi.

Osim prema namjeni, pesticidi se mogu podijeliti i prema kemijskom sastavu na anorganske pesticide iz biljaka, bakterija i gljiva te organski sintetizirane pesticide: organoklorirani pesticidi (DDT, PCB-klorirani), organofosforni pesticidi, triazini, derivati fenoksi-ugljične kiseline, piretroidi i dr.²

Kod primjene pesticida potrebno je poznavati i razumijeti neke pojmove, kao što su doza pesticida, formulacija pesticida, generički naziv, karenca, radna karenca, perzistentnost i rezistentnost, srednja letalna doza, toleranca, i mnogi drugi. Na prvu, dok ih čitate, svi ovi pojmovi Vas umaraju i zbunjuju, zar ne? Iskustvo i opažanje govore da mnogi poljoprivrednici, kako mali tako i veliki, dožive isti efekt čitajući ove podatke na etiketama pesticida koji se nalazi na ambalaži. I što se onda događa? Djeluju prema svome nahođenju, određujući dozu i koncentraciju “odoka”. O rezultatima takvog djelovanja i cijeni koju čovjek plaća u borbi sa štetnicima će se raspravljati kasnije.



Slika 1 – Postupak prskanja trave pesticidima

Svako sredstvo za zaštitu bilja koje se stavlja na tržište i koristi u Hrvatskoj mora biti registrirano ili imati odgovarajuću dozvolu Ministarstva poljoprivrede.³ Iako su moderni pesticidi napredovali i postali donekle sigurniji, učinkovitiji i specifični za određenu vrstu i područje primjene, oni su konstantno predmet povećanog regulatornog nadzora. Razlog tome su postojanost pesticida i njihova mogućnost prodiranja i širenja u sustave podzemnih i površinskih voda, kao i mogućnost utjecaja na druge organizme u tlu.

Život i rad pojedinca svakodnevno utječe na njegovo zdravlje na vidljive i nevidljive načine. Životna sredina uključuje i ishranu i način življenja. Velik broj pesticida u svakodnevnoj je komercijalnoj upotrebi u mnogim granama industrije te se značajan broj novih pesticida svake godine pojavi na tržištu. Ono što nas može zabrinjavati je činjenica da većina novih pesticida nije ispitana kako bi se uvidjeli njihovi štetni učinci.⁴ Iako su pesticidi dizajnirani s ciljem uništenja određenih živih organizama, njihov spektar djelovanja nije ograničen samo na one vrste koje nanose štetu, što govori da djeluju pogubno i na ostala bića, uključujući ljude.

Kako sve počinje? Kada komercijalni pesticid završi u rukama potrošača, najvažnije je poznavati efekt i radijus djelovanja pesticida. Stoga svaku osobu koja dolazi u kontakt s pesticidima treba detaljno informirati o toksičnim osobinama preparata, opasnostima pri neopreznom rukovanju i mjerama zaštite. Svi poljoprivredni djelatnici poznaju gdje se pojedini pesticid upotrebljava, ali zanemaruju bitnu stavku – količinu i koncentraciju pri primjeni. Primjerice, ako poljoprivrednik pretjera s količinom pri upotrebi, negativne posljedice su mnogobrojne, kako posredno tako i neposredno. Apsorpcija pesticida u živi organizam moguća je na tri načina: preko kože, organa za probavu i pluća. Neposredno smo pesticidima izloženi u samom trenutku primjene, ali kako to znamo, većinom se dobro zaštitimo (koža i dišni putevi). Najveće posljedice ostvaruju se pri posrednom djelovanju na ljudski organizam, kada lancem ishrane završe u našem organizmu i organima za probavu.⁵

Treba znati da su pesticidi izuzetno perzistentni, odnosno njihov je ostatak (koji je često zanemaren, čak i zakonski) nakon upotrebe prilično stabilan u prirodi i otporan na degradaciju prirodnim putem.⁶ Prevelikom upotrebom pesticida pojedine patogene vrste razvijaju rezistentnost prema pesticidima, odnosno dolazi do pojave gubitka djelotvornosti jednog isprva djelotvornog pesticida (što se nadovezuje na prethodnu informaciju o konstantnom razvoju novih pesticida). Takvi pesticidi koji gube svoju funkciju nakupljaju se u tlu, uništavajući ekosustav tla i vode u okolici. Uništavaju se mikroorganizmi koji prerađuju organsku tvar u tlu, uništavaju se kukci i pčele koji oprašuju biljne kulture, a ispiranjem s tla i kroz tlo završavaju u vodotocima. U praksi, naročito kod tretiranja voćnjaka, dolazi do izražaja njihova opasnost za trovanje pčela. Zbog svojih kemijskih i bioloških karakteristika, velik broj pesticida nakon primjene može uzrokovati razne neželjene pojave

na biljnim organima koje se najčešće pojavljuju u vidu nekroza. Tu pojavu nazivamo fitotoksičnost, a najčešće se javlja u vidu nekrotičnih simptoma kao što su lisne pjege, sušenje i opadanje lišća, deformacije biljnih dijelova i dr. Uzroci koji dovode do ove pojave mogu biti različiti: neispravni pripravci sredstava za zaštitu bilja, njihov pogrešan izbor, predoziranje ili prevelika koncentracija, različita osjetljivost biljaka i sorti, nepovoljni klimatski uvjeti, nepravilan način primjene itd.⁷

Opasnost se ne odnosi isključivo na samu otrovnost gledajući biološki i kemijski, već i na mogućnost da će do nje doći, odnosno vjerojatnost da upotrebom nekog pesticida može doći do otrovanja. Npr., jedan te isti pesticid po kemijskom sastavu nije jednako opasan ovisno dolazi li kao prašivo ili granule, pa je samim time njegova opasnost različita. Može se reći da pesticidi u vidu prašiva imaju veću opasnost od onih u vidu granula ili emulzije.

Sada dolazimo do trećeg načina apsorpcije pesticida u ljudski organizam – apsorpcija kroz lanac ishrane. Ovaj način je najopasniji jer djeluje kroz naše neznanje – ne znamo podrijetlo hrane, načine i intenzitet tretiranja, vrijeme proizvodnje... Pojedina hrana može sadržavati smjesu različitih pesticida kao što i raznolikom hranom unosimo različite pesticide u isto vrijeme. Iako ih najviše očekujemo u hrani biljnih podrijetla jer mnoge biljne kulture imaju moć hiperakumulacije teških metala i nerazgrađenih dijelova pesticida, oni vrlo jednostavno ulaze u čitav hranidbeni lanac i dugo se zadržavaju zbog već navedene postojanosti i spore razgradnje. Njihova prisutnost ne opada čak ni povlačenjem iz upotrebe.

Krenimo redom s djelovanjem pesticida na ljudski organizam. Istraživanja su pokazala da je dugoročan kumulativan učinak nakupljanja pesticida ili njegovih metabolita u organizmu povezan s pojavom raznih bolesti: karcinomi, tumori na mozgu, abnormalnost spermija, Parkinsonova bolest, Alzheimerova bolest.⁸ Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) godišnje dokumentira oko tri milijuna trovanja uzrokovanih pesticidima, od čega čak 220 000 sa smrtnim ishodom. Znanstvenici koji se bave problematikom pesticida i njihova utjecaja na živa bića često nas iznenađuju s dobivenim rezultatima. Znanstvena publikacija Scientific American objavila je da brojni pesticidi koji su donedavno smatrani bezopasnima blokiraju djelovanje muških hormona.⁹ Dugotrajna izloženost pesticidima može imati teške posljedice na živčani sustav, uzrokovati slabo pamćenje, teškoće u koordinaciji te smanjiti reflekse, vidne sposobnosti i motoričke vještine. Ovi su simptomi obično vrlo suptilni i razvijaju se vrlo polako, a njihov se uzrok u pesticidima rijetko prepoznaje. Također, toksini iz pesticida uzrokuju i astmu, alergije, hiperosjetljivost, hormonalne probleme, bolesti reproduktivnog i probavnog sustava.¹⁰

Uzmemo li u obzir koliko malo zapravo znamo o utjecaju pesticida na naše zdravlje, nije teško zaključiti kako ih vrlo olako koristimo u proizvodnji hrane, a namirnice tretirane njima konzumiramo svakodnevno. Istraživanja stručnjaka za otkrivanje štetnih tvari u

hrani u SAD-u pokazala su da se najviše pesticida nalazi u jagodama, špinatu, breskvama, jabukama, kruškama, trešnjama, grožđu, celeru, rajčicama, paprikama, krumpiru, krastavcima, zelenoj salati i grašku.¹⁰



Slika 2 – Znak upozorenja o prisutnosti pesticida

Danas je vrlo teško pronaći namirnice koje nisu tretirane pesticidima. Iako organsko voće i povrće postaje sve dostupnije, organsko ne znači nužno i slobodno od pesticida, tako da je jedini način za sigurnu ispravnost svojih namirnica njihov uzgoj u vlastitom vrtu.

Za kraj, na hrvatskom tržištu dostupno je oko 300 različitih tvari koje se koriste pojedinačno ili u smjesama kao pesticidi. Teži se smanjenju i racionalizaciji njihove upotrebe. Međutim, na crnom tržištu mogu se naći mnoge tvari koje su u nas zabranjene za upotrebu. Osim toga, mnogi pesticidi, kategorizirani kao profesionalni, različitim kanalima dolaze do neprofesionalnih korisnika. Na kraju, educiranost javnosti je na vrlo niskoj razini, što često dovodi do primjene neopravdano velikih količina vrlo otrovnih pesticida. Posljedično se ugrožava zdravlje, pa i ljudski životi, prekomjerno se zagađuju prehrambeni proizvodi, tlo i podzemne vode.

Literatura

1. http://pinova.hr/hr_HR/katalog-proizvoda/sredstva-za-zastitu-bilja (pristup 5. travnja 2020.)
2. Bukovac Ivana, *Pesticidi*, Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2007.
3. <https://gov.hr/mojauprava/poslovanje/poljoprivreda/koristenje-pesticida/1841> (pristup 5. travnja 2020.)
4. <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20190117STO23722/sto-europski-parlament-radi-po-pitanju-pesticida-u-hrani> (pristup 5. travnja 2020.)
5. <https://www.pestid.hr/sto-su-pesticidi> (pristup 6. travnja 2020.)
6. Galijota Anita, *Opasnosti za zdravlje pod utjecajem pesticida u gradskom okolišu*, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2015.
7. *Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja*, Ministarstvo poljoprivrede, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Savjetodavna služba, Zagreb, 2015.
8. Martinić Matijas, *Opasnosti od primjene pesticida*, Stručni studij Sigurnosti i zaštite, Sveučilište u Karlovcu, 2015.
9. Cone, M., *Pesticides May Block Male Hormones*, Scientific American, 2011.
10. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food> (pristup 6. travnja 2020.)



Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa
Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
European Chemical Society
European Hygienic Engineering & Design Group

međunarodni znanstveno-stručni skup
18 RUŽIČKINI DANI
DANAS ZNANOST – SUTRA INDUSTRIJA
16. – 18. rujna 2020. | Vukovar, Hrvatska



www.ruzickadays.eu



GlaxoSmithKline – dijamantni sponzor Studentskog kongresa o HIV-u



BOJE INŽENJERSTVA

U karanteni s profesorom: prof. dr. sc. Tomislav Bolanča

Aleksandra Brenko (FKIT)

Prof. dr. sc. Tomislav Bolanča dopredsjednik je Hrvatskoga društva kemijskih inženjera i tehnologa i dekan Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Nositelj je kolegija Analitička kemija, Kemometrija, Kemija u zaštiti okoliša, Moderne analitičke tehnike u analizi okoliša i Napredne separacijske tehnike u kemiji okoliša. Uz sve to, aktivno se bavi poduzetništvom. Predsjednik je uprave *spin off* tvrtke *Comprehensive Water Technology* d. o. o. i sudjeluje kao istraživač ili voditelj u radu mnogobrojnih znanstvenih i stručnih projekata.

Prije svega, kako ste? Kako se snalazite s obzirom na potres i ostale nesretne okolnosti?

Dobro, hvala na pitanju. Okolnosti zasigurno jesu izvanredne i to je potrebno naglasiti.



Slika 1 – Prof. dr. sc. Tomislav Bolanča

Nastava se odvija elektroničkim putem, štete nastale od potresa se saniraju, provode se znanstvene aktivnosti u obliku u kojem je to moguće, a isto vrijedi i za transfer tehnologije u gospodarstvo. Fakultet je otvoren svaki radni dan, a radno vrijeme ovisi o trenutačnoj situaciji.

U ovim izvanrednim okolnostima potrebno je više nego inače brzo i odgovorno donošenje odluka te njihova provedba. Mislim da smo u tome uspjeli zajednički: uprava, nastavnici, asistenti i studenti. Od provjere stanja u skladištima kemikalija sat vremena nakon potresa do uspostavljanja redovnog rada Fakulteta. Uvijek smo imali na umu činjenicu da Fakultet čine ponajprije ljudi i zdravstveno stanje zaposlenika i dionika nam je imperativ. Izvanredne okolnosti nam često pokazuju novu perspektivu, a na našem Fakultetu slika je pozitivna, kolegijalna, ustrajna i dobrohotna. Zadovoljstvo mi je biti članom takvog tima.

Recite nam nešto o sebi. Otkud ste, što Vas je motiviralo za kemiju i kako ste došli s PMF-a na FKIT?

Rođen sam u Zagrebu 1974. godine. 1992. predao sam dokumente za upis na oba fakulteta PMF – kemija i FKIT. Te godine prijemni ispit na PMF-u je bio par dana ranije nego li na FKIT-u, što je u konačnici utjecalo na moj izbor. Mislim da sam dobio vrlo dobro obrazovanje na oba fakulteta, dodiplomsko na PMF-u i poslijediplomsko na FKIT-u. 1998. ukazala mi se prilika javiti se na tada otvoren natječaj za znanstvenog novaka na FKIT-u, a konačnu odluku sam donio kada sam procijenio da će radno okruženje biti temeljeno na zajedništvu, timskom radu, izvrsnosti i konstruktivnoj kritici. Danas sam siguran da nisam pogriješio.

Čime se bavite trenutačno i kako karantena utječe na Vaš posao?

Trenutačno radimo na tome da djelatnosti Fakulteta što više približimo funkcioniranju kakvo je bilo prije karantene i potresa. U obzir uzimamo i činjenicu da bi epidemiološka situacija mogla dulje potrajati, ne samo do kraja ove akademske godine, nego i do kraja zimskog semestra sljedeće. Mjere koje su u fazi promišljanja i razmatranja moraju ponajprije riješiti probleme nastavne djelatnosti i rada na projektima na ostvariv i održiv način. To je polazišna osnova koja bi Fakultetu jamčila i financijski stabilno poslovanje. Osobno sam svaki dan na Fakultetu tako da karantenu manje osjetim.

Kako biste komentirali stanje fakulteta? Ima li razloga za optimizam?

Prije situacije s virusom COVID-19 i potresom, stanje na Fakultetu ocijenio bih vrlo dobrim s realnim pokazateljima da će biti još i bolje. U protekle dvije i pol godine zaposlili smo desetak novih docenata, sudjelujemo kao voditelji ili partneri u izvedbi tridesetak HRZZ, dva ESF, jedan H2020 i petnaestak IRI projekata, otvorili smo novi diplomski studij na engleskom jeziku, otvorili smo natječaj za studentsko poduzetništvo, licencirali proizvod u novootvorenoj tvrtki, objavljivanje znanstvenih radova je u porastu, kao i kreiranje inovativnih rješenja za što smo dobili brojne nagrade, obnovili smo neke laboratorije i predavaonice, pokrenuli reviziju nastavnih programa svih studija itd. Da dalje ne nabrajam, najbolje se kvaliteta aktivnosti Fakulteta može procijeniti uvidom u sam žiro račun Fakulteta, gdje smo u posljednje dvije

i pol godine sredstva udvostručili. Nakon dolaska virusa i potresa stvari su se naravno promijenile. Međutim, često se sjetim podpredsjednika uprave tvrtke Dionex (danas dio Thermo Fisher Scientific), koji me je još prije dvadeset godina u Sjedinjenim američkim državama učio: "Ako je tržište u rastu, mi zarađujemo, ako je tržište u padu, mi zarađujemo." Stoga i nakon početka neprilika s virusom i potresom poslovnu situaciju na Fakultetu pokušavam gledati kao novu priliku, a ponajprije na upravi je odgovornost da iz negativnih događanja, na koja nema utjecaj, izvuče ono dobro za Fakultet i društvenu zajednicu.

Kako je to biti dekan? Kako izgleda vaš prosječni dan kao dekan, a kako kao profesor?

I posao profesora i dekana su na neki način upravljački poslovi. Dok se kod profesora to odnosi na studente i projekte, kod dekana se to odnosi i na druge dionike i resurse. Utoliko je posao složeniji. Svjestan toga prije više od tri godine okupio sam tim, danas prodekana, gdje smo zajedničkim snagama osmislili programske smjernice koje danas provodimo. Želio bih biti jasan i odmaknuti od se od stereotipa da me je netko morao nagovarati na kandidaturu. Stoga, jasno je da nemam pravo na žaljenje. I ne žalim. Mjesto dekana je velika čast i odgovornost. Pokušavam odluke donositi ponizno, ali odlučno, uvijek u konzultacijama s timom prodekana.

S kojim izazovima ste se susretali?

Tu ima svega. Od studenata koji gube pravo na studij, asistenata kojima prestaje ugovor o radu, nedobivenih projekata do upravo suprotnoga, nagrada najboljim studentima i profesorima, novih docentskih mjesta i dobivenih velikih projekata. Mislim da je potrebno ne samo slušati nego i čuti, razmisliti i izići u susret uvijek kada je to moguće. Kratkoročno gledajući, ponekad se radi o problematici od velikog značaja za Fakultet, a ponekad i ne. Međutim dugoročno gledajući, sve to je problematika od velikog značaja jer ako se svakom problemu pristupi ozbiljno i odgovorno, budućnost će posredno donijeti rezultat i dodanu vrijednost.

Možete li nam kratko predstaviti tvrtku Comprehensive Water Technology i njezine trenutačne projekte?

CWT je dokazano uspješni projekt. Poslujemo uspješno već šestu godinu, trenutačno zapošljavamo troje ljudi na puno i nepuno radno vrijeme, a prihod u prošloj godini kretao se nešto ispod 1,4 milijuna kuna. Poslujemo s većim brojem partnera i, bez obzira na krizu, budućnost je stabilna, naravno uz korekcije vezane uz projekciju rasta za 2020. godinu. Ova tvrtka studentima Fakulteta pokazuje da je poduzetnik osoba s velikim kapacitetom u stvaranju inovacija ili rješenja, te mogućnošću osmišljavanja odgovarajućega poslovnog modela. Ako se radi o poslovima vezanim uz kemijsko inženjerstvo i tehnologiju, poduzetništvo i upravljanje (uz poznavanje tehnologije) jesu domena za koju naš Fakultet primarno obrazuje.

Prema vašem mišljenju, koliko će kemijska industrija biti pogođena nadolazećom ekonomskom krizom?

Mislim da će u Hrvatskoj industrija i poljoprivreda općenito biti manje pogođeni od ostalih dijelova realnog sektora. To ne znači da neće biti pogođeni, nego će ih kriza staviti u pozitivnu poziciju u odnosu na druge. Time će postati privlačni za investitore, te je ovo idealna prigoda za veći iskorak u smislu razvoja i proširenja proizvodnje. Poslovna politika je stvar trenutka. Ako se pravodobno reagira, dugoročno će Republika Hrvatska imati značajne koristi. Ako ne, nećemo ostati na istome nego ćemo još dublje potonuti. Naš Fakultet je u stalnom kontaktu s Ministarstvom gospodarstva, poduzetništva i obrta, kako na realnim projektima, tako i u konzultanstske svrhe. U ovome kriznome razdoblju, Fakultet poseban naglasak sastavlja na pomoć društvenoj zajednici.

Kako se ostali profesori i asistenti snalaze s obzirom na veliku količinu dodatnog posla koji trebaju obavljati?

Rekao bih da se profesori i asistenti snalaze iznad očekivanja dobro. Naravno da je stvarna realizacija daleko od odličnog, ali kontinuirano napredujemo i idemo velikim koracima naprijed. Ono u čemu se teško snalazimo je gomila novih teško razumljivih tablica koje smo dužni popunjavati. Uz dodatne napore da održimo kvalitetnu nastavu, novonastala administracija nam oduzima barem još toliko radnog vremena. Dok je izvršenje proračuna Republike Hrvatske djelomično stavljeno izvan snage zbog izvanrednih prilika, kolektivni ugovor u dijelu koji se odnosi na administriranje (npr. kontakt sati itd.) nije.?! Dugoročne posljedice toga nije moguće predvidjeti.

Što poručujete studentima, kako najlakše prebroditi ovo razdoblje?

Jednom sam pitao studenta prve godine želi li da mu otkrijem tajnu formulu kako je najlakše završiti fakultet. Oduševljeno je pristao. Odgovor je bio jasan. Učenjem! Pet godina poslije kada je završio fakultet došao je kod mene samo se javiti i podsjetio me na događaj. Rekao je: "Formula funkcionira! Dobio sam posao!" Otišli smo na ručak, a on je danas vodeći stručnjak.

Kako Vi provodite svoje slobodno vrijeme?

Slobodno vrijeme u najvećem dijelu posvećujem obitelji i sportu. Sada kada su na snazi epidemiološke mjere u cijelosti ih poštujemo. Ograničenja koja su realna ne donose mi nezadovoljstvo. Upravo su me sportske ozljede tome i naučile, a izdvojio bih puknuće Ahilove tetive, gdje sam nakon operacije u imobilizaciji proveo 12 tjedana nakon čega je slijedio dugotrajan oporavak. Stara izreka kaže; "Gdje život zatvori vrata, ostavi otvoren prozor."

Čemu se najviše veselite ovo ljeto?

Kao i svako ljeto, ići na more. Jedan dio svakog ljetovanja uvijek provodimo u Vodicama sa širom obitelji. Iako podrijetlo tradicije vuče korijene iz Primoštena, tijekom vremena se sve preselilo u Vodice. Nadam se da će mi se želja ispuniti.

I mi se nadamo. :)

Hvala Vam na uloženom vremenu i ohrabrujućim riječima!

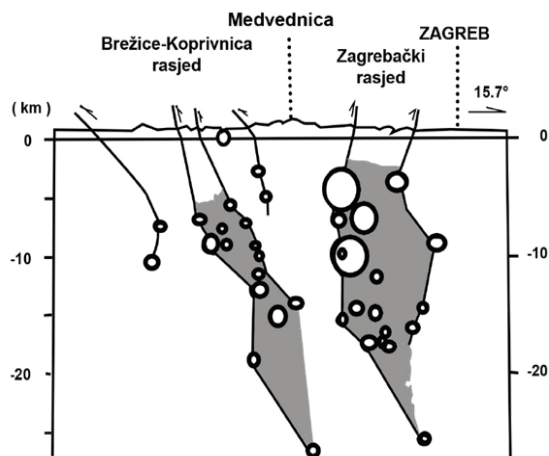
Potresno razdoblje u Hrvatskoj

Ana Tašner (GFZG)

Nakon ovogodišnjeg zagrebačkog potresa javnost i većina stanovništva Zagreba i okolice, počelo je aktivnije pratiti svakodnevna seizmološka događanja u Hrvatskoj te se informirati o toj temi. Osvrnuvši se na hrvatsku povijest, potres ovakvog razmjera nije novost ili izolirani slučaj, već jedan od niza sličnih potresa koji su zadesili ovo područje. Seizmološko stanje u cijeloj Hrvatskoj pokazuje da je ovo područje od davnina bilo relativno aktivno.

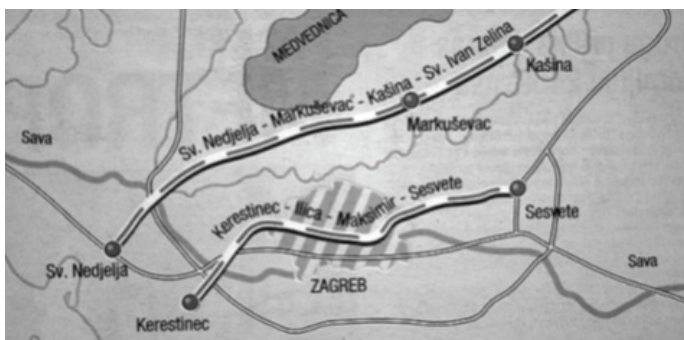
Seizmologija, koja se ovih dana često spominjala, je grana znanosti koja se posvetila isključivo proučavanju potresa i svih njegovih popratnih zbivanja. Potres je podrhtavanje Zemljine površine uslijed oslobađanja povećane količine energije u njezinoj unutrašnjosti. Sile međudjelovanja tektonskih ploča deformiraju stijene, što može rezultirati njihovim pucanjem. Na taj način oslobađa se akumulirana elastična energija i širi se u obliku seizmičkih valova.

Potresi se najčešće javljaju na rasjedima, posmičnim pukotinama duž kojih su stijenska tijela pomaknuta u odnosu na drugu stranu pukotine, a oni se uglavnom nalaze na granicama tektonskih ploča. Jačinu potresa možemo iskazati na dva načina. Termin koji se najčešće spominje u opisivanju potresa su stupnjevi po Richteru, njima izražavamo magnitudu potresa. Nakon potresa suočavamo se s posljedicama na površini Zemlje koje se odnose na ljude, prirodu i građevine.



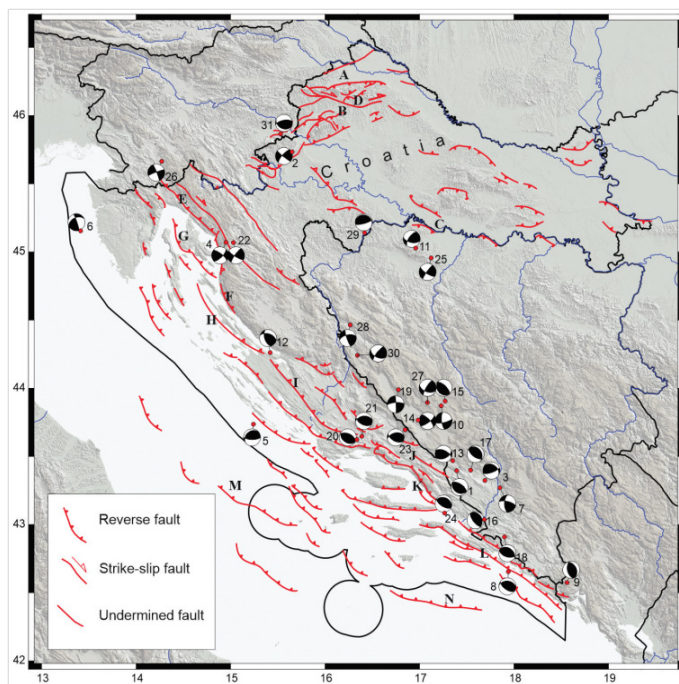
Slika 1 – Poprečni prikaz rasjeda u okolini Zagreba

Tada govorimo o intenzitetu potresa koji se u Hrvatskoj iskazuje prema Mercalli-Cancani-Siebergovoj ljestvici (MCS). Što smo više udaljeni od epicentra, točke na površini iznad žarišta potresa, to se šteta smanjuje, no neujednačeno, ovisi o strukturnim i geološkim značajkama te kvaliteti građevina. Seizmičke aktivnosti u Hrvatskoj usko su povezane s razumijevanjem tektonike prostora. Mediteransko područje s mnogo rasjeda i pukotina, granica je Afričke i Euroazijske ploče. Glavni uzrok potresa na ovom području je rotacija Afričke u odnosu na Euroazijsku ploču. Jadranska mikroploča podvlači se pod Dinaride pa je time također pokretač seizmičkih aktivnosti u Hrvatskoj. Na sjeverozapadu Hrvatske, Medvednica i šira okolica Zagreba vode se pod aktivna područja. Granicu ovog područja čini Žumberačko-medvednički rasjed, a sam grad Zagreb presijeca Zagrebački rasjed kojega čini više malih rasjeda.



Slika 2 – Žumberačko-medvednički i Zagrebački rasjed

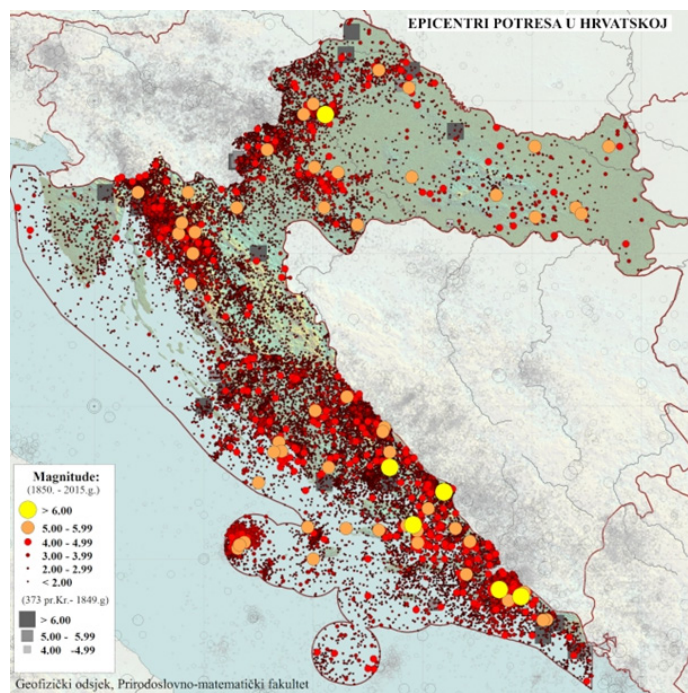
Dinara je po broju potresa najaktivniji dio Hrvatske. Među aktivnija područja ubrajaju se još i Dubrovnik i Lastovo, no postoje i dijelovi zemlje koji su gotovo neaktivni, kao npr. Lika, Velebit i Istra.



Slika 3 – Karta rasjeda u Hrvatskoj:
1. reverzni rasjed
2. rasjed s pomakom u pružanju
3. normalni rasjed

Teritorij Hrvatske bio je tektonski aktivan kroz povijest. Najstariji podaci o potresu datiraju iz 12. st. i vezani su za područje Zadra. Veliki dubrovački potres 1667. oštetio je veliki dio grada, nakon potresa nastao je tsunami, grad je zahvatio požar raširen vjetrom od razrušenih kuća, a naposljetku je bio i opljačkan. Dubrovnik se nakon toga dugo i sporo obnavljao. Područje Novog Vinodolskog je pak pretrpjelo veći potres 1916. godine uništivši stotine objekata i prouzročivši najveću štetu u Grižanima. Međimurje također pamti potresna razdoblja o kojima postoje zapisi iz 1738. Na području Sinjskog polja 1898. potres je oštetio i uništio kuće i škole, a spominju se i odroni te pukotine u tlu. Posljedica potresa su nerijetko i ljudske žrtve. U ovom stoljeću najjači potres, magnitude 6,2 stupnja po Richeru, bio je 1942. godine blizu Imotskog. Ovogodišnji potres, 22. ožujka 2020. godine, na području Zagreba bio je magnitude 5,5. Narednih par dana bio je popraćen nekolicinom manjih potresa. Veća oštećenja zabilježena su uglavnom u starom centru grada. Zbog potresa bila je unesrećena te sutradan preminula djevojčica od 15 godina. Potres je nastao kod Markuševca, u zoni Sjevernog rubnog medvedničkog rasjeda.

U zagrebačkom i okolnom području potresi jakosti 5 i više zabilježeni su prije, a mogu se očekivati i u budućnosti – činjenica je koju je podijelila Seizmološka služba Geofizičkog odsjeka PMF-a Sveučilišta u Zagrebu.



Slika 4 – Karta epicentara i magnituda potresa u Hrvatskoj od 1850. do 2015.

Potresi se još uvijek ne mogu sasvim točno i u određenom razdoblju prije samog događaja predvidjeti, međutim postoje metode praćenja tektonskih pomaka. Na području Hrvatske za praćenje je korišten GPS za dva glavna geodinamička projekta: Hrvatski geodinamički projekt CRODYN i geodinamička mreža grada Zagreba. CRODYN je pokrenut 1994. godine započevši kontinuirano dugoperiodično praćenje pomaka Zemljine

kore na područjima RH. To je omogućilo deformacijsku analizu područja Jadranske mikroploče.

Na početku projekta postojalo je 20 kontrolnih točaka u Hrvatskoj, Sloveniji i Italiji. Kasnije je nadodano još 14 točaka. Projekt je nastavio s radom nakon skoro 15. godina, 2013. godine kampanjom CRODYN13 s ukupno 32 lokacije. Istraživanja na širem području grada Zagreba započela su 1997. godine kada je uspostavljena Temeljna mreža grada Zagreba, koja je kasnije preimenovana u Geodinamičku mrežu grada. Mreža se sastojala od 43 točke, postavljene tako da najbolje predstavljaju događanja na području istraživanja. Mjerenja se provode svakih nekoliko godina, a dosadašnjim mjerenjima dobiven je model gibanja pripovršinskih slojeva Zemljine kore šireg zagrebačkog područja.

Uz ta dva projekta, najavljeno je i praćenje tektonskih gibanja i predviđanje potresa koristeći pozicijski sustav CROPOS. U Japanu je patentirano pronalaženje GNSS signala koji prethodi potresu. Taj signal očitavaju GNSS stanice koje čine CROPOS sustav koji bi slično kao i u Japanu mogao poslužiti za najavu većeg potresa u okolici Zagreba i okolici nuklearne elektrane Krško, ali i drugim seizmički aktivnim dijelovima u Hrvatskoj. Jedan od aspekata popratnih zbivanja potresa jest i procjena štete, njezina sanacija i obnova. Europski projekt SERA pokrenut je u cilju objedinjavanja i usklađivanja jedinstvenog modela seizmičkog rizika za cijelu Europu te unutar nje djeluju i hrvatski stručnjaci, a rezultati ovih analiza trebali bi biti općedostupni. Samostalni hrvatski projekti i analize postoje, međutim najčešće su ili u početnim fazama ili su nepovezane, minimalne ili koriste različite metodologije.

Među glavnim preprekama za pouzdanu procjenu rizika od potresa u Hrvatskoj ističe se manjak podataka o građevinama, nezakonita gradnja, veliki broj nedokumentiranih rekonstrukcija, građevine kritične infrastrukture, slaba organizacija cijelog sustav, manjak financijskih sredstava i drugo.

Unatoč određenim neslaganjima u procjenama, potres je u Hrvatskoj zasigurno jedna od prirodnih pojava s najvećom mogućnosti katastrofalnih posljedica. Unapređenje praćenja mogućnosti potresa i sustavi predviđanja i minimaliziranja šteta očekuju se i potrebni su alati za budućnost. Podloga napretku u razumijevanju aktivnosti na površini je nastavak seizmoloških istraživanja.

Izvori

1. <https://www.cropos.hr/o-sustavu/cropos-drzavna-mreza-referentnih-stanica-republike-hrvatske> (pristupljeno 15.4.2020.)
2. https://www.pmf.unizg.hr/geof/znanost/seizmologija/geof_povijest (pristupljeno 15.4.2020.)
3. Gustić, Dino; Landeka, Josipa; Lukić, Andrea; Prša, Mile; Vidić, Ivana. (2016): Seizmička aktivnost na području Republike Hrvatske Ekscentar, br. 19, pp. 84-90
4. V. Kuk, E. Prelogović, I. Savić, K. Kuk, K. Šariri. 2000. Seizmološke i seizmotektonske značajke šireg zagrebačkog područja. Izvorni znanstveni rad. GRAĐEVINAR 52 (2000) 11, 647-653 653
5. I. Ivančić, D. Herak, M. Herak, I. Allegretti, T. Fiket, K. Kuk, S. Markušić, S. Prevolnik, I. Savić, I. Dasović, J. Stipčević. Seismicity of Croatia in the period 2006–2015. Izvorni znanstveni rad. GEOFIZIKA, VOL. 35, NO. 1, 2018, 69–98
6. J. Atalić, M. Šavor Novak, M. Uroš. Rizik od potresa za Hrvatsku: pregled istraživanja i postojećih procjena sa smjernicama za budućnost Pregledni rad. GRAĐEVINAR 71 (2019) 10, 923-947

Neuralink – (ne)daleka budućnost

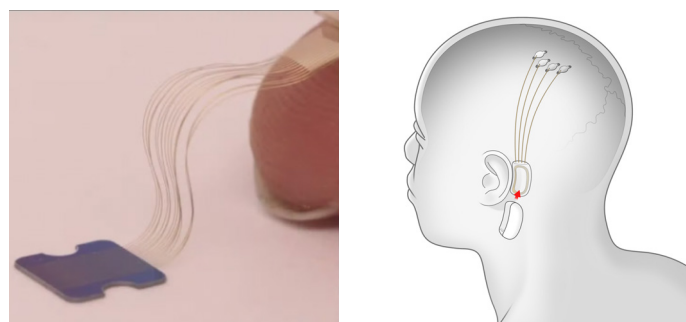
Barbara Pavlović (FKIT)

Povezivanje i komunikacija našeg mozga s računalom, poznatije i kao *brain-computer interface* (BMI) mnogima se čini kao ideja koja više podsjeća na filmski scenarij nego na realnost. No, budućnost koja je započeta istraživanjima još u 70-im godinama prošloga stoljeća na Sveučilištu u Kaliforniji, je možda bliže nego što mislimo.

Glavna zadaća BMI uređaja je da identificira i analizira pik odnosno električni impuls koji se javlja u trenutku kada neuron šalje informacije¹. Slikovito govoreći, u slučaju da korisnik nema osjet u rukama, a želi podignuti olovku sa stola, on mislima signalizira svojem pomagaču što želi napraviti te mu on to omogućuje. Glavna zapreka tog oblika komunikacije leži u činjenici da bi se “sakupljači” signala trebali nalaziti na 60 μm od neurona u mozgu što bi zahtijevalo vrlo invazivan i rizičan postupak implantacije uređaja. Međutim, ako je suditi po istraživanjima koji dolaze iz Neuralinka i ta se teškoća potencijalno može savladati. Neuralink je neurotehnološka tvrtka koju je osnovao Elon Musk 2016. u San Franciscu.

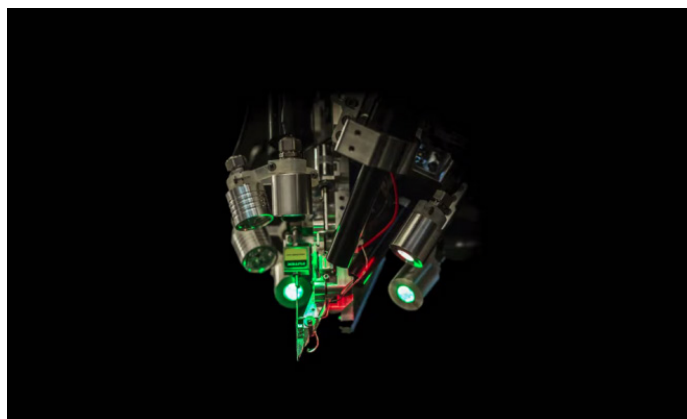
Musk je izjavio da ga je na ovaj projekt djelomično potaknuo znanstveno-fantastični serijal “O Kulturi” Iaina M. Banksa u kojemu se susreo s pojmom neuronske veze (neural lace). Njegova vizualizacija neuronskih veza je mnoštvo vrlo tankih polimernih žica debljine od 4 do 6 μm u koje je inkorporiran tanak film od zlata koji služi kao elektroda.¹ Takva je konstrukcija nešto tanja od jedne vlasi kose i iznimno mekana zbog svoje strukture koja se većinski sastoji od biokompatibilnih materijala, što je pogodno ako uzmemo u obzir da se trebaju implantirati u ljudski mozak koji je iznimno osjetljiv i mekan.

Zadaća tih elektroda je provođenje električnih impulsa na vanjski dio lubanje do mikročipa koji analizira dobivene signale i povezuje ih s računalom.



Slika 1 – Implantirani mikročip

Da bi se cijeli taj postupak uspješno proveo, potrebna je iznimno mirna ruka koja bi mogla amortizirati i najmanje trzavice subjekta poput primjerice disanja. Zato je Muskov tim ponudio rješenje u obliku robota kojega bi neurokirurg kontrolirao u slučaju potrebe. Robot bi uzeo u obzir sve relevantne zdravstvene informacije o pacijentu poput položaja glavnih neurona i krvnih žila u mozgu, pulsa i tlaka te izvršio postupak vezanja elektroda. Rez koji je potreban za postavljanje čipa bi se provodio laserskim putem te bi takva minimalno invazivna metoda mogla postati prekretnica u medicini.



Slika 2 – Robot koji veže žice na neurone

Danas su primarni korisnici BMI tehnologije ljudi s ozljedama leđne moždine kojima kretanje, tipkanje na mobitel i općenito svakodnevica ne bi bila ostvariva bez automatiziranih kolica ili ruku.³ Neuralink bi svoju primarnu svrhu pronašao u omogućavanju bolje kontrole i stimuliranju senzacija umjetnih udova kod te populacije. Međutim, Musk je također u svojoj prezentaciji dosadašnjih otkrića Neuralinka natuknuo i mogućnost da to može biti početak simbioze čovjeka s umjetnom inteligencijom, pružajući nam mogućnost da imamo „tercijarni sloj digitalne superinteligencije“ u glavi,⁴ no s obzirom da su dosadašnja ispitivanja provedena na životinjama te klinička ispitivanja tek kreću krajem godine, teško je reći koliko i kako će se tehnologija promijeniti do trenutka primjene tako inovativnog pothvata.

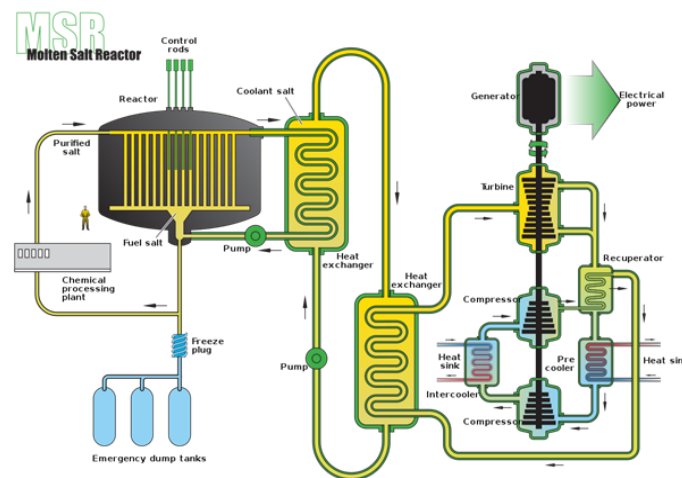
Izvori

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3497935/> (pristup 16.04.2020.)
2. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/703801v4.full> (pristup 16.04.2020.)
3. <https://www.longdom.org/open-access/brain-computer-interface-for-spinal-cord-injury-2168-975X.1000e116.pdf> (pristup 16.04.2020.)
4. <https://www.youtube.com/watch?v=r-vbh3t7WVI> (pristup 16.04.2020.)

Održivost i efikasnost čistih izvora energije vol. 6: Nuklearna energija

Hrvoje Tašner (FKIT)

Začetci nuklearne fizike sežu do otkrića radioaktivnosti krajem 19. stoljeća. Međutim, postojanje atomske jezgre otkriveno je tek 1911. godine. U sljedećih nekoliko desetljeća nuklearna fizika doživjela je nagli razvoj. Kasnih 30-ih godina 20. stoljeća postavljene su teorijske osnove za razvoj nuklearnih reaktora te su brojni znanstvenici diljem svijeta krenuli s istraživanjima vezanima uz razvoj praktičnog nuklearnog reaktora. Većinu istraživanja prekinuo je Drugi Svjetski rat te se fokus prebacio na vojnu primjenu potencijala nuklearne energije. Najveći nuklearni program pod nazivom *Project Manhattan* vodile su Sjedinjene Američke Države. U tom projektu sudjelovali su osim američkih znanstvenika i europski znanstvenici koji su bili primorani pobjeći u SAD. Među njima bili su Niels Borh i Enrico Fermi. Prvi nuklearni reaktor, nazvan Chicago Pile-1, napravljen je na Sveučilištu u Chicagu ispod zapadne tribine stadiona Stag Field. U reaktoru je prvi puta uspješno pokrenuta kontrolirana lančana reakcija 2. 12. 1942. u 15 sati i 25 minuta. Kao gorivo korišten je uranij, moderator neutrona bio je ugljik, a kontrolne šipke bile su izgrađene od kadmija. Maksimalna snaga koju je CP-1 mogao proizvesti bila je samo 200 watta. Budući da nije

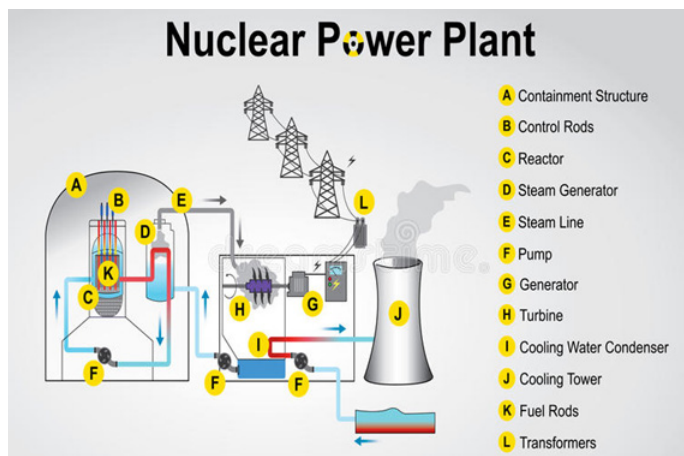


Slika 1 – Shema reaktora 4. generacije s rastaljenom soli

napravljena zaštita od radijacije, CP-1 je nedugo nakon uspješnog postizanja kritičnosti rastavljen i premješten u obližnji Argonne Laboratory pod nazivom Chicago Pile-2 koji je imao betonski proturadijacijski štit. Sva daljnja istraživanja bila su usredotočena na razvoj atomske bombe. Prva uspješna detonacija nuklearnog oružja, pod nazivom Trinity, provedena je 16. srpnja 1945. u pustinji Jornada del Muerto u saveznoj državi Novi Meksiko. Bomba je kao gorivo koristila plutonij koji se proizvodio u novo izgrađenim nuklearnim reaktorima. Od prvog Trinity testa do danas detonirano je preko 2000 nuklearnih bombi. Jedine dvije nuklearne bombe korištene u ratu bačene su na japanske gradove Hiroshimu i Nagasaki. Nakon Drugog svjetskog rata ponovo se krenulo s razvojem u civilne svrhe.

Ideja da se nuklearni reaktori koriste za proizvodnju energije postojala je i prije rata. Prvi reaktor za proizvodnju električne energije bio je *Experimental Breeder Reactor I* koji je 20. prosinca 1952. počeo proizvoditi električnu energiju za četiri žarulje. Prva komercijalna nuklearna elektrana otvorena je sredinom 1950-ih godina u američkom gradu Shippingportu u Pennsylvaniji.

Radioaktivnim raspadom jezgre atoma uranija nastaju jezgre lakših elemenata i neutroni. Ako neutron dalje pogodi novu atomsku jezgru ponovo nastaju lakše jezgre i neutroni. Ako je koncentracija neurona dovoljno velika, reakcija postaje lančana i teče spontano. Tada je reaktor postigao kritičnost. Pri raspadu jezgara oslobađa se velika količina energije. Nuklearnim reakcijama oslobađa se 10 000 000 puta više energije nego što se oslobodi kemijskom reakcijom iste količine tvari. Ta energija oslobađa se u obliku topline. Nastala toplina koristi se za grijanje vode koja se pretvara u paru. Para pogoni turbine koje okreću električni generator te se tako dobiva električna energija. Neutroni kojima se cijepaju atomske jezgre moraju sadržavati određenu energiju. Tvari koje neutrone dovode u povoljno energetska stanje nazivaju se moderatori. Kako se reakcija ne bi otela kontroli, u reaktor se postavljaju kontrolne šipke koje su načinjene od materijala koji dobro upija neutrone. Reaktori se razlikuju prema tipu moderatora odnosno rashladne tvari jezgre.



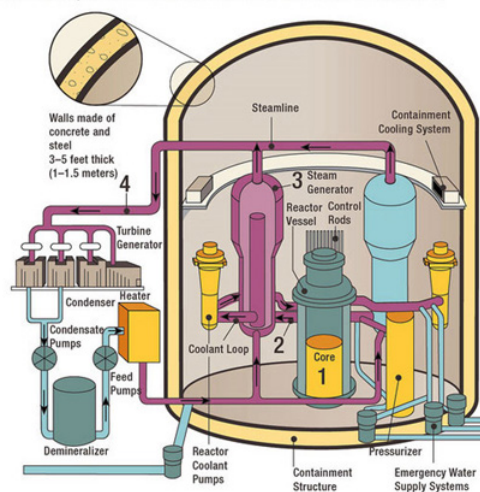
Slika 2 – Shema nuklearne elektrane

Trenutačno je na svijetu u pogonu 450 nuklearnih elektrana. Najpopularnija izvedba je *Light Water Reactor (LWR)* u kojem se kao moderator i rashladna tvar koristi voda. Oko 300 nuklearnih elektrana ovoga je tipa uključujući nama najbližu, u Krškoj. Ovaj tip elektrane sastoji se od 2 zatvorena sustava u kojima cirkulira voda. Primarni sustav je pod visokim tlakom kako bi rashladna voda mogla biti na temperaturi puno višoj od 100 °C.

Primjerice u NE Krško rashladna voda je pod tlakom od 157 atmosfera. Voda iz primarnog sustava je radioaktivna te nikada ne napušta zgradu u kojoj se nalazi reaktor. Voda iz primarnog sustava predaje toplinu vodi u sekundarnom sustavu preko izmjenjivača topline. Voda iz sekundarnog sustava se pretvara u paru. Nastala para tada pokreće turbine koja pogoni električni generator.

Nakon prolaska kroz turbinu para se na izmjenjivaču topline najčešće hladi vodom iz obližnje rijeke ili jezera. S obzirom da radioaktivna voda cirkulira u zatvorenom sustavu i nikada nije u direktnom kontaktu s okolišem nema opasnosti od kontaminacije okoliša.

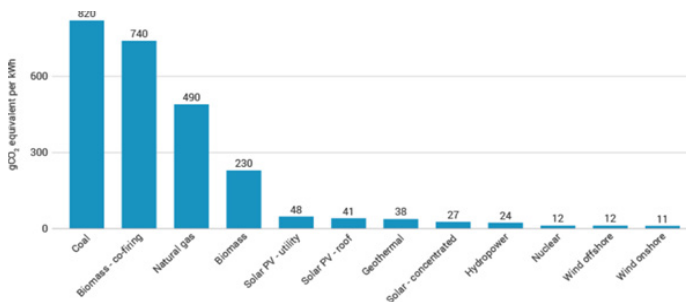
Suprotno popularnom mišljenju, moderne nuklearne elektrane su veoma sigurne i ekološki prihvatljive. Dizajn LWR elektrana je takav da ako dođe do curenja rashladne vode lančana reakcija se prekida. Također, reaktori se nalaze u posebno konstruiranoj zgradi tako zvanoj *containment building*. Te zgrade su napravljene su tako da mogu izdržati eksploziju poput one koja je uništila reaktor broj 4 u Černobilu. To znači da čak i ako dođe do katastrofe, radioaktivni materijal neće biti raspršen u atmosferu. Također, elektrane imaju i nekoliko razina pomoćnih sustava koji se aktiviraju u slučaju prestanka rada pumpi za hlađenje reaktora i drugih sustava. Mogućnost ponavljanja Černobilskog scenarija iz ovih je razloga iznimno mala.



Slika 3 – Shema reaktora na stlačenu vodenu paru (PWR)

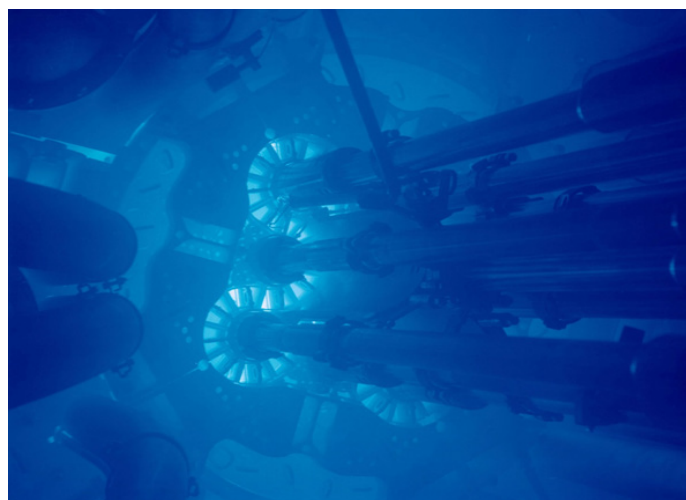
Možda najozloglašeniji pojam vezan za nuklearne elektrane je radioaktivni otpad. Postoje tri razine radioaktivnog otpada prema razini radioaktivnosti: otpad niske razine (engl. *low-level waste, LLW*), otpad srednje razine (engl. *intermediate-level waste, ILW*) i otpad visoke razine radioaktivnosti (engl. *high-level waste, HLW*). Osim u nuklearnim elektranama, LLW se proizvodi i u bolnicama te u klasičnoj industriji. On čini čak 90% količine radioaktivnog otpada, no pridonosi samo 1% ukupne radioaktivnosti svog radioaktivnog otpada. Za transport i rukovanje LLW-om nije potrebna zaštitna oprema zbog vrlo male količine zračenja. Najopasniji je HLW koji čini otpadno gorivo i nusprodukt je obrade otpadnog goriva. HLW zaslužan je za 95% od ukupne radioaktivnosti otpada iako čini samo 3% volumena. Takav otpad se obrađuje i skladišti u posebnim postrojenjima i na lokacijama udaljenim od naseljenih mjesta, te se prevozi u posebnim spremnicima i pod pratnjom policije ili vojske. ILW se sastoji od kontaminiranih materijala iz ugašenih reaktora i postrojenja za obradu radioaktivnog materijala te je pri transportu i obradi potrebna zaštitna oprema.

Oko 10 % svjetske proizvodnje energije otpada na nuklearne elektrane. Posljednjih 8 godina proizvodnja električne energije u nuklearnim elektranama je ponovo u porastu nakon nekoliko godina stagnacije i pada. Trenutno je oko 50 novih reaktora u izgradnji koji će imati kapacitet od oko 15 % trenutnog. Najveći proizvođači nuklearne energije su zemlje zapadne Europe, SAD, Japan, Kina i Rusija. Kako potražnja za energijom raste, *World Nuclear Association* izdala je program pod nazivom Harmony čiji je cilj povećati proizvodnju nuklearne energije na 25 % ukupne svjetske proizvedene električne energije do 2050. godine. Argumenti za takav program su mala cijena proizvedene električne energije, niske emisije stakleničkih plinova i velika sigurnost i pouzdanost novih nuklearnih elektrana.



Slika 4 – Emisija CO₂ po kWh proizvedene energije

Osim na povećanju kapaciteta radi se i na novim, još sigurnijim i učinkovitijim reaktorima 4.-te generacije, kao i na torijskim reaktorima. Glavna značajka generatora 4. generacije je povećanje učinkovitosti koje se postiže povećanjem temperature rashladnog fluida. Pritom bi se kao rashladni fluid umjesto vode koristile rastaljene soli ili metali i plinovi. Kao i kod trenutnih reaktora 3. generacije rashladna tvar predavala bi toplinu sekundarnom fluidu, to jest vodi, koja bi se pretvarala u paru. Međutim u reaktorima 4. generacije temperatura dobivene pare bila bi mnogo viša, a time i njen energijski sadržaj. Jedna od ideja je i razvoj reaktora s kontinuiranom dopremom goriva. Takvi reaktori ne bi se trebali gasiti prilikom zamjene goriva. Novo gorivo bi se dodavalo na vrhu reaktora, a staro, potrošeno gorivo izlazilo bi s dna reaktora.



Slika 5 – Unutrašnjost nuklearnog reaktora

Veliki nedostatak reaktora s uranom kao gorivom je malo iskorištenje goriva zbog malog udjela uranija-235 koji se lako cijepa neutronima. Potencijalno rješenje tog problema su torijski reaktori. Kada neutron pogodi atom torija ne dolazi do fisije pa samim time ni do oslobađanja energije. Međutim, kada torij apsorbira neutron prelazi u uranij-233 koji se lako cijepa. Reaktor u kojem bi se koristio torij stvarao bi sam svoje fisijsko gorivo te bi se sav fisijski materijal iskoristio. Reaktori 4. generacije dizajnirani su tako da budu pasivno sigurni. To znači da čak i kada svi sigurnosni sustavi zakažu, reakcija sama staje. Primjer toga je koncept torijskog reaktora u kojem je gorivo, a ujedno i rashladna tvar rastaljena sol torija i uranija. Nuklearna fisija odvija se samo u jezgri reaktora u kojoj se nalazi moderator. Rastaljena sol protjecala bi kroz jezgru. Nakon izlaska iz jezgre, fisija staje i rastaljena sol dalje prenosi toplinu kroz izmjenjivač topline na sekundarni fluid te se u konačnici pokreće generator kao i kod postojećih elektrana. U slučaju pregrijavanja reaktora, rastaljena bi se sol ispustila u spremnike koji se nalaze izvan reaktora te u jezgri više ne bi bilo fisijskog materijala i reakcija bi stala.



Slika 6 – Nuklearna elektrana Krško

Iako oko nuklearnih elektrana postoji velika stigma i nepovjerenje javnosti, one su se pokazale veoma pouzdanima i sigurnima. Tome u prilog govori i činjenica da mnogo više ljudi umire od posljedica onečišćenja zraka spaljivanjem fosilnih goriva nego što je ikada umrlo od posljedica nuklearnih katastrofa. Rezultati izgradnje novih učinkovitijih i sigurnijih elektrana to će i dodatno potvrditi.

Izvori

- https://www.energy.gov/sites/prod/files/The%20History%20of%20Nuclear%20Energy_0.pdf (22.4.2020.)
- <https://www.atomicheritage.org/history/chicago-pile-1> (22.4.2020.)
- <https://www.atomicheritage.org/history/trinity-test-1945> (22.4.2020.)
- <https://www.armscontrol.org/factsheets/nucleartesttally> (22.4.2020.)
- <https://www.statista.com/statistics/267158/number-of-nuclear-reactors-in-operation-by-country/> (22.4.2020.)
- <https://www.nek.si/hr> (22.4.2020.)
- <https://www.britannica.com/technology/nuclear-reactor/Types-of-reactors> (22.4.2020.)
- https://www.clpgroup.com/NuclearEnergy/Eng/power/power4_1_1.aspx (22.4.2020.)
- <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/nuclear-power-reactors.aspx> (22.4.2020.)
- <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/radioactive-waste-management.aspx> (22.4.2020.)



STAND-UP KEMIČAR

| Fun facts

pripremio Leo Bolješić

- Jedan od osnovnih razloga zašto se paukova mreža zadržava na mjestima dugo je jer mikroorganizmi koji bi je u teoriji razgradili ne mogu doći do dušika unutar svile koji je prijeko potreban za njihovo djelovanje.
- Gotovo četvrtina svih poznatih sisavaca su šišmiši.
- Postoji više načina za posložiti deck od 52 karte nego sekundi koje su prošle od Big Banga.
- Najniža temperatura u svemiru doista nije dostignuta u svemiru (na nekim mjestima je ona čak 3 K). Ona je zapravo dostignuta u MIT laboratoriju gdje je plinoviti natrij ohlađen na milijarditi dio kelvina iznad apsolutne nule (0 K).



| Vicevi

pripremio Leo Bolješić



- Poznate posljednje riječi starih kemičara :
- A sada da probamo...
 - Mogli bi protresti...
 - Pitam se, u kojoj mi je čaši mineralna voda...

Nikad ne personificiram svoju aparaturu. Mrzi kad to radim.

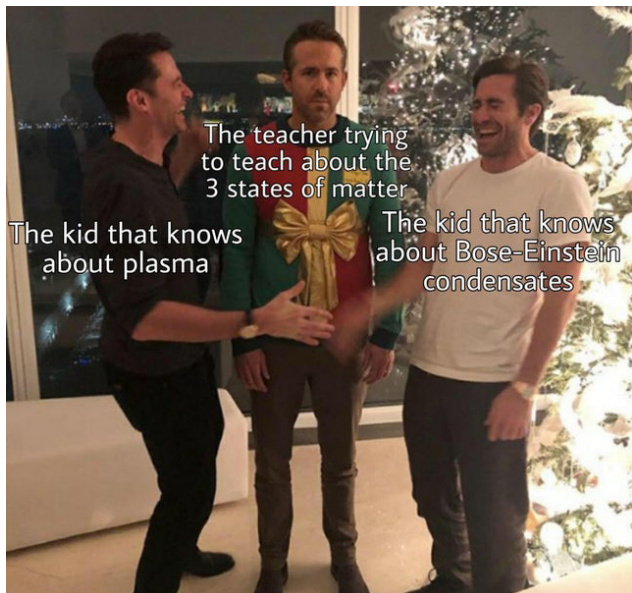
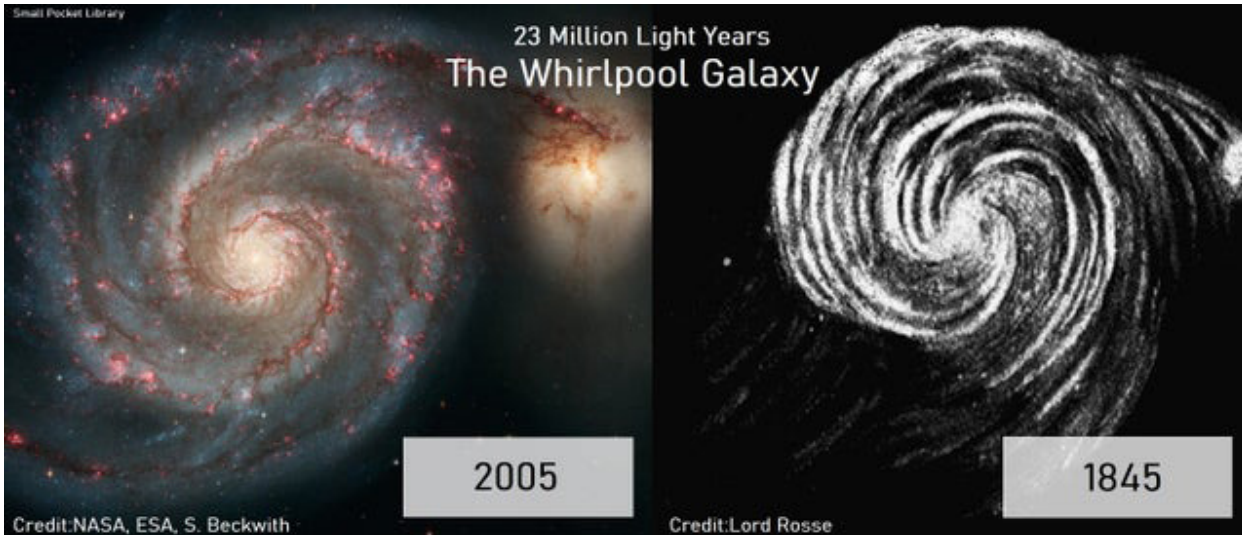
Beskonačan broj matematičara uđe u bar. Prvi naruči jedno pivo, drugi pol piva, treći četvrtinu i tim redom dalje, na što će barmen : “Ma vi ste svi idioti” i natoči dva piva.

Skupina ljudi protestira ispred fizikalnog laboratorija.

- Što želimo?
- Putovanje kroz vrijeme!
- Tako je! A kada to želimo?
- Potpuno nebitno!

Na fotografiji ispod može se vidjeti zašto je potrebno vjerovati u znanost! Sliku desno je 1845. naslikao William Parsons na temelju onoga što je vidio kroz svoj teleskop "Leviathan". Lijevo je slika NASA-e iz 2005. Vrlo jednostavan dokaz koliko tehnologija kroz stoljeća napreduje.

Na slikama je ista galaksija, radi se o M51 galaksiji koja je otkrivena 1773. od strane Charlesa Messiera ("Messier 51") koja se danas u popularnom nazivlju spominje kao "Whirlpool Galaxy".



MAGMA WHEN THERE TECTONIC PLATE MOVEMENT

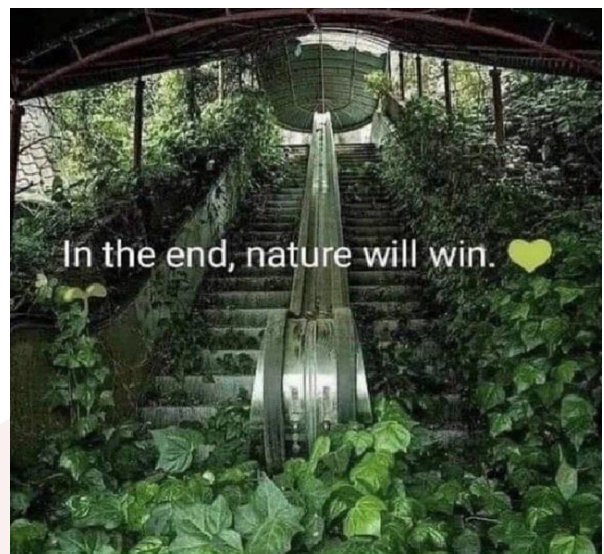
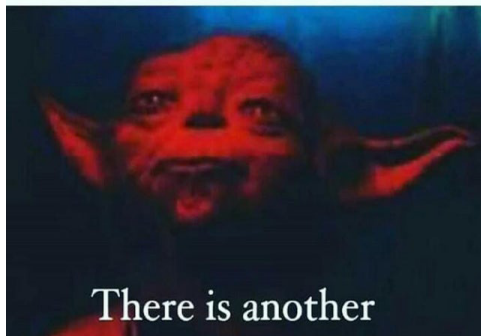


when hydroxychloroquine just doesn't cut it.



Me: if $X^2 = 9$ then X is 3

My math teacher:



Entropy:



SADRŽAJ
vol. 4, br. 6

KEMIJSKA POSLA

Povezanost novog koronavirusa i okoliša	1
“Londonski pacijent”	3
Širenje zaraze	4
Zagrebački zrak najonečišćeniji na svijetu	6
Monodova kinetika	7
FSB Racing Team u očima kemijskog inženjera	8

ZNANSTVENIK

Statistička korelacija HPV-a i raka vrata maternice	10
Metallo-organske mreže	12
Značaj matematičkog modeliranja u mikrofluidnim sustavima	13
Od polja do stola – pesticidi kao glavni sastojak u našem loncu	15

BOJE INŽENJERSTVA

U karanteni s profesorom: prof. dr. sc. Tomislav Bolanča	18
Potresno razdoblje u Hrvatskoj	20
Neuralink – (ne)daleka budućnost	22
Održivost i efikasnost čistih izvora energije vol. 6: Nuklearna energija	23

STAND-UP KEMIČAR

Fun facts	26
Vicevi	26

