

# reaktor IDEJA 8

službeno glasilo Studentske sekcije HDKI-ja | vol 6

lipanj 2022.

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



## 3. ZORH SUSRET

STR. 1

## ZAŠTO MED NEMA ROK TRAJANJA?

STR. 9



nomopolarni motor i otkrio elektromagnetsku indukciju. Dokazao je da mijenjanjem magnetskog polja dobijemo električno polje (Faradayev zakon). Konstruirao je i električni dinamo što je preteča modernog generatora. Njemu u čast, fizička jedinica za kapacitet nazvala je Tesla. Tesla je bio izumitelj i tehničar. Tesla na usavršavanju telegrafski aparat, kvadratni izum je i žarulja s niti od životnog vijeka američkom bila je poljska kemičarka, p svojom marljivošću i radnim zajedničkom radu sa svojim zvali i majkom atomske bom ratištu tijekom Prvog svjetsko je od trovanja radijacijom. Lo kao znanost i dokazao je da ve riješio problem koji je zbunjivao v vinskome talogu, dolazi do čudnog ete



## METALNA STAKLA

STR. 22

Ovo je otkriće impresioniralo utjecajne znanstvenike, a Pasteuru donijelo reputaciju. Na fermentaciji omogućio je Pasteuru da identificira promjene koje se događaju u određenim mikroorganizama. Ovo je bilo kulture pravih organizama za dobro pivo. pretoči u boce. Danas je taj proces poznat kao zarazne infekcije koja pogađa središnji živčani sustav. Newton je vrlo rano pokazao i vještinu u izradi razno uživa u dječjim nepodopštinama, mali je Isaac sat koji se sam navijao, mlin kojega je pokretala gravitacije koji upravlja nebeskim tijelima te tako je promatrao Jupiterove satelite. Teleskop je izradio

ISSN 2584-6884  
e-ISSN 2459-9247  
Zagreb



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

I uz to učiniti našu struku sjajnom?

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

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

Podržite rad Studentske sekcije donacijom

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

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

*Reaktor ideja – više od studentskog časopisa.*



MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

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





Urednici Reaktora ideja

Dragi čitatelji,

uzbuđeni, sretni i ponosni predstavljamo Vam posljednji broj Reaktora ideja akademske godine 2021./22.

Donosimo mnoštvo zanimljivih i raznovrsnih tema te izvještaja s nedavnih skupova i projekata naše studentske sekcije i FKIT-a.

Ovom prilikom želim se zahvaliti svim suradnicima i kolegama koji su radili na projektu Reaktor ideja sa mnom posljednje dvije godine i pokazali mi što znače rad, trud, suradnja i upornost.

Mjesto glavne urednice preuzet će dosadašnja urednica rubrike Kemijska posla, Samanta Tomičić, kojoj želim svu sreću u budućem radu.

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

S poštovanjem,

Dubravka Tavra,  
glavna urednica

## IMPRESSUM

### Reaktor ideja

#### Uredništvo:

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

#### Glavna urednica:

Dubravka Tavra  
(dtavra@fkit.hr)

#### Urednici rubrika:

Samanta Tomičić  
Lucija Volf  
Dora Ljubičić  
Hrvoje Tašner

#### Grafička priprema:

Dubravka Tavra  
Samanta Tomičić  
Lucija Volf  
Dora Ljubičić  
Hrvoje Tašner

#### Lektorice:

Helena Bach-Rojecky  
Sofija Kresić

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 6 Br. 8, Str. 1–23

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

Zagreb,  
lipanj, 2022.

#### SADRŽAJ

Kemijska posla.....	1
Znanstvenik.....	5
Boje inženjerstva.....	10
Scinfluencer.....	19





# KEMIJSKA POSLA

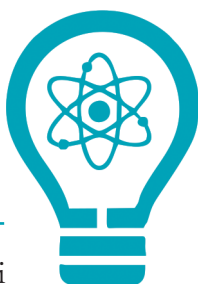
## | 3. ZORH susret

*Marija Kuštro (FKIT)*

Susret znanstvenika, stručnih djelatnika i studenata, ZORH („Zaštita okoliša Republike Hrvatske“) ove se godine održao po 3. put, 28. i 29. travnja na Kemijsko-tehnološkom fakultetu (KTF) u Splitu. Ove godine Studentska sekcija HDKI-ja imala je priliku biti suorganizator susreta zajedno s Fakultetom materijala, metalurgije i recikliranja, Tehničkog sveučilišta u Košicama (Slovačka).



Slika 1 – Sudionici 3. ZORH susreta



ZORH je projekt koji organiziraju studenti KTF-a uz stručnu pomoć znanstvenika i djelatnika, a mogućnost prijave imaju svi studenti preddiplomskih i diplomskih studija kemije, kemijske tehnologije, kemijski inženjeri, ekoinženjeri i srodnih studija, svi znanstvenici i stručnjaci koji se aktivno bave znanstvenim radom iz područja ekologije i zaštite okoliša te djelatnici koji se bave sličnim temama.



Slika 2 – Tamara i Marija u Splitu, predstavnice SSHDKI-ja, suorganizatora susreta

Cilj ovog Susreta je povezivanje studenata i znanstvenika koji se bave srodnim područjem znanosti, a ove godine 3. ZORH susret poprimio je međunarodni karakter. U dva dana Susreta bio je bogat program predavanja i posterske sekcije gdje su sudionici imali priliku čuti najaktualnije teme.



Slika 3 – Reaktor ideja se čita i u Splitu

Studenti Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije okupili su se u velikom broju na 3. ZORH susretu i predstavili svoje radove, kao predavači i u obliku posterske sekcije. Organizacijski odbor pokazao je iznimnu kvalitetu i odlično odrađen posao. Iz Splita smo se vratili bogatiji za puno prikupljenog znanja i divnih prijateljstava. Veselimo se idućem, 4. ZORH susretu!



Slika 4 – Organizacijski tim 3. ZORH susreta, studenti KTF-a

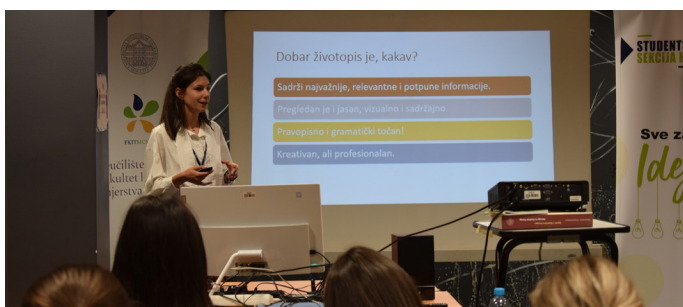
## Business week

Marija Kuštro (FKIT)

Projekt *Business week* ove se godine održao po četvrti put u organizaciji Studentske sekcije HDKI-a 1. lipnja 2022. u prostorijama Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije. Riječ je o jednodnevnom događaju, koji se održao pod sloganom: „Imagine, invent, inspire“, na kojem su se studenti imali mogućnost uz pet različitih predavanja pobliže upoznati s izazovima i njihovim rješavanjem prilikom zapošljavanja, a sve to uz savjete stručnjaka.



Slika 2 – Organizacijski tim Business weeka



Slika 1 – Atmosfera na 4. Business weeku

Predavanja su studentima pobliže dočarala zašto su komunikacijske i organizacijske vještine, javni nastupi, životopis i društvene mreže te poslovno razmišljanje itekako potrebni za uspješan razvoj karijere. Teme predavanja bile su „Kako se profesionalno predstaviti?“, „Kako prevladati strah od javnog govora.“, „Kako pokrenuti vlastiti biznis...i uspjeti!“, „EU fondovi i financiranje projekta“ te „Aktivni mladi za ljudska prava i zajednicu“. Uz predavanja, održale su se dvije radionice s temama „Selekcijski postupak, razgovor za posao – psihološka perspektiva.“ i „Kolaboracija korisnika u oblaku i rad s dokumentima“. Cilj *Business weeka* bio je da studentima u tri sata kvalitetnih predavanja uz savjete stručnjaka i znanstvenika, uz motivaciju i rješenja, olakšamo pristup za budući korak u životu nakon studiranja – korak u poslovni svijet.



Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije i ove je godine za svoje studente u sklopu CeSaR projekta organizirao uspješan *Dan karijera*. Centra za savjetovanje i razvoj karijera studenata (CeSaR) studentima pomaže tijekom zapošljavanja putem informiranja o poslovima koji se nalaze na tržištu i povezivanja s poslodavcima, čime im se olakšava pronalazak poslovnih prilika. Organiziranjem stručnih edukacija, karijernog savjetovanja i stručnih praksi student će steći dodatne praktične vještine za bolju zapošljivost. Dio Centra je i spomenuti *Dan karijera* koji okuplja brojne tvrtke i poslodavce koji su u potrazi za diplomantima upravo našeg fakulteta te ih predstavlja studentima završnih godina fakultetskog obrazovanja.



**Slika 1** – Panel rasprava: Rad u industriji vs. rad u znanosti (sudionici: prof. dr. sc. E. Meštrović; K. Marić, dipl. chem. ing.; dr. sc. S. Koštrun, prof. dr. sc. T. Bolanča; A. Vukov, dipl. chem.ing.)

Ove godine *Dan karijera* okupio je brojne industrijske gigante kao što su INA d. d., Teva/Pliva, Xellia, Selvita, Rijekatank, AlphaChrom, Petrokemija d. d., Shimadzu i Oikon, koji su putem predavanja i panel-rasprava odgovorili na najčešća studentska pitanja: Što je bolje, rad u industriji ili u znanosti?, Hoću li se lakše zaposliti s doktoratom?, te Hoću li moći upisati doktorski studij uz posao u industriji? Na sva ta pitanja, kao i ona koja su bila usmjerena izlagačima iz auditorija, uzvanici su dali detaljne odgovore potkrijepljene primjerima iz vlastitih života pa su studenti stekli i uvid u karijerne puteve izlagača.



**Slika 2** – Career speed dating – INA

Nakon pauze pod kojom su se svi sudionici okrijepili, uslijedio je studentima najzanimljiviji dio Dana karijera, „Career speed dating“. Studenti su sjeli s poslodavcima od interesa i uvažili se u desetominutni razgovor za posao gdje su mogli iz prve ruke saznati kako će im jednog dana izgledati jedan od najvažnijih sastanka. Studenti su imali priliku predstaviti sebe i svoje interese svim tvrtkama koje su sudjelovale, ali i one su imale priliku predstaviti se studentima FKIT-a i potencijalno ih zainteresirati za buduće projekte i radna mjesta koja će se otvoriti.



**Slika 3** – Career speed dating - Teva/Pliva

I ovogodišnji *Dan karijera* uspio je popuniti sadržaj kao i dvoranu, što ukazuje na velik interes od strane studenata i prepoznatu priliku za promociju i zapošljavanje od strane poslodavaca. Neki studenti su čak dobili upute za prijavu na natječaje nekih poslodavaca tako da vjerujem da je i ovogodišnji *Dan karijera* bio uspješan i da je svakako inicijativa koju je potrebno održavati svake godine.

# 7. Izložba inovacija Ivanić grad I3G

Tamara Kopunić (FKIT)

Izložba inovacija Ivanić grad I3G održana je, po sedmi put, 19. i 20. svibnja u sportskoj dvorani Srednje škole Ivan Švear u Ivanić Gradu. Izložba je organizirana od strane Elektroničnog i računalnog kluba, u suradnji s Udrugom inovatora Hrvatske (UIH) i Zajednicom tehničke kulture Zagrebačke županije. Ove godine je na Izložbi sudjelovalo više od sto sudionika, kako učenika osnovnih i srednjih škola, tako i fakulteta, ali i druga tehničkog stvaralaštva iz raznih dijelova Republike Hrvatske. Tako su sudjelovali učenici iz Zagreba, Osijeka, Šibenika, Virovitice, Kutine i drugih gradova.

Predstavljene inovacije FKIT-a „Tekući oklop na osnovi aramidnih vlakana i nanofluida“ čiji su autori prof. dr. sc. Ante Jukić, doc. dr. sc. Fabio Faraguna i Tina Zubović, mag. appl. chem. te „uređaj ReCorr QCQ“ čiji su autori prof. dr. sc. Sanja Martinez i Ivana Šoić, mag. appl. chem., nagrađene su brončanom medaljom za doprinos inovativnoj strani Hrvatske. Nadalje, tokom oba dana Izložbe održane su radionice u sklopu Boja inženjerstva, projekta Studentske sekcije HDKI. Radionice su održale studentice Lana Crnac, Melani Draganjac, Dora Bakšić, Rafaela Kovačević i Tamara Kopunić.

Predstavljanje FKIT-a zaokruženo je predavanjem pod nazivom „Akademska poduzetništvo i transfer inovacija u gospodarstvo“ koje je održao doc. dr. sc. Marin Kovačić. Nagrade, ali i veliki interes okupljenih, dokazuju da je Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije jedan od predvodnika u domeni inovativnosti na Sveučilištu.



Slika 1 – Radionice u sklopu Boja inženjerstva



# ZNANSTVENIK

## I Superračunala

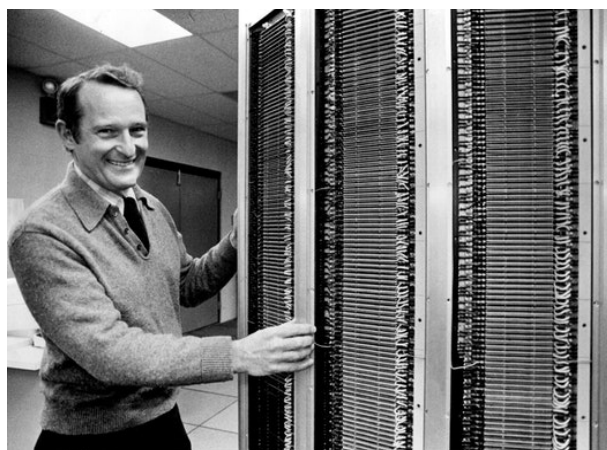
Lucija Vrban (Biotech)

Razvitkom informatičkih znanosti sve je jasnije da će budućnost (ali i sadašnjost) biti uvelike obilježena utrkom za razvitkom najbrže i najmoćnije tehnologije. Već u današnje vrijeme teško je zamisliti visoku znanost bez skupih uređaja poput tekućinskog kromatografa visoke djelotvornosti ili NMR spektroskopa i sl. uređaja. Napredci u informatičkim znanostima omogućuju lako i sigurno rukovanje educiranog korisnika ogromnim količinama podatka, ali i uvid u određene biokemijske procese koji je u prošlosti bio nezamisliv.

Jedan od takvih alata razvio je još 1964. godine otac superračunala, Seymour Cray. Prvo superračunalo, odnosno prvo računalo kojem se pridruživao termin 'superračunalo' bilo je *Control Data Corporation* (CDC) 6600. Prvo komercijalno računalo rasprodalo se u čak 100 primjeraka te se smatralo ogromnim uspjehom. CDC 6600 ostaje najbrže superračunalo do 1969. godine kada ga zamjenjuje nasljednik CDC 7600. Nekoliko idućih godina, Cray i superračunala postaju sinonimi. Inicijativa Craya pokrenula je domino efekt koji se nastavlja i danas, a može se objasniti njegovom



izrekom: „Uvijek će postojati potreba za uređajem koje je 100x jače od bilo kojeg drugog danas dostupnog uređaja”.<sup>1</sup>



Slika 1 – Seymour Cray i prvo komercijalno superračunalo CDC 6600<sup>2</sup>

Po definiciji, superračunalo ili računalo visokih performansi (engl. *high-performance computer*, HPC) izuzetno je moćno računalo koje se koristi za najsloženije izračune poput klimatskih modela, kvantne-mehanike, molekuskog modeliranja, kriptanaliza, aerodinamike i sl.

Hrvatska posjeduje 2 superračunala; Isabellu i Buru. Ono što je započelo kao inicijativa nekoliko znanstvenika s Instituta Ruđer Bošković, pretvorilo



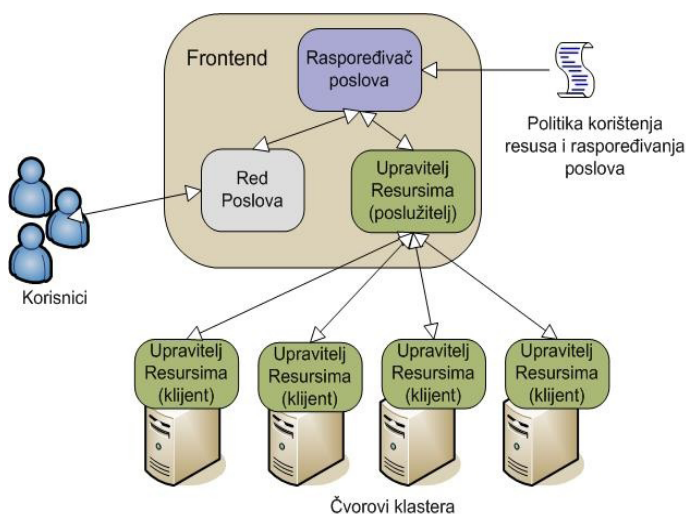
se u prvo superračunalo u Hrvatskoj; računalni klaster Isabella.

Računalni klaster Isabella nastaje u siječnju 2002. godine u Sveučilišnom računskom centru (SRCE) pod imenom Dgrid, a činilo ga je 8 jednoprocorskih čvorova i klasterka distribucija Rocks. Nastaje kao dio europskog projekta DataGrid vođen od strane CERN-a. Klaster iste godine dobiva naziv Isabella te se omogućuje pristup akademskoj zajednici kako bi se potaknulo sudjelovanje u europskim projektima te razvoj paralelnih algoritama i paralelnih računalnih sustava.

Nekoliko mjeseci poslije, Ministarstvo znanosti i tehnologije nabavlja 8 novih dvoprocorskih računala koji postaju Isabella, dok se Dgrid gradi od, do tada korištenih 8 jednoprocorskih računala samo za potrebe CERN-ova projekta ALICE.<sup>3</sup>

Gotovo godišnjim nadograđivanjem klastera, Isabella danas sadrži 135 računalnih čvorova s 3100 procorskih jezgri i 12 grafičkih procesora, 16 TB radne memorije, 765 TB dijeljenog datotečnog prostora, te brzinu od 140 TFLOPS-a, odnosno u mogućnosti je izračunati 140 milijardi operacija u sekundi. Čvorovi su međusobno povezani Infiniband mrežom koja ostvaruje propusnost od 56 Gbit/s. U sklopu klastera nalazi se i virtualni računalni sustav od 160 procorskih jezgri i 2 TB radne memorije. VELEbit, superračunalo dobiveno 2016. godine od strane projekta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama 2022. godine postaje integrirano unutar klastera Isabella. Jezik sustava je Son of Grid Engine (SGE), mrežni računalni softverski sustav računalnih klastera.<sup>4</sup>

Korisnici Isabelli pristupaju putem pristupnog računala gdje pokreću poslove koji se izvršavaju na temelju prioriteta na čvorovima klastera koje čine dedicerana računala za izvođenje poslova povezana privatnom mrežom (slika 2).



Slika 2 – Shema pristupanja klasteru Isabella te egzekucije poslova<sup>5</sup>

Računalni klaster Isabella, na dan 2. svibnja 2022, koristi 396 korisnika za 147 projekata od kojih 63 pripada korisnicima Instituta "Ruđer Bošković", 30 Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, 13 Fakultetu elektrotehnike i računarstva i dr. Više od 55 % CPU vremena po ustanovi koristi Institut "Ruđer Bošković". Najviše resursa utrošeno je na istraživanja na području biokemije i kvantne-mehanike.<sup>6</sup>

Korištenje Isabelle omogućeno je bez naknade za potrebe istraživačkih projekata financiranih iz javnih izvora, izrade završnih i diplomskih radova i disertacija, te izvođenja praktične nastave u okviru kolegija na visokim učilištima. Isabelli se 2015. godine pridružuje još jedno moćno superračunalo; Bura.

Sveučilište u Rijeci 2015. godine dobiva superračunalo Bura vrijedno 44,7 milijuna kuna kroz europski projekt "Razvoj istraživačke infrastrukture na Kampusu Sveučilišta u Rijeci". Bura se u studenom 2015. godine našla na zavidnom 440. mjestu ljestvice HPC Top 500 najbržih računala u svijetu, te je postala najbrže superračunalo u Hrvatskoj, ali i šire. Prilikom pokretanja Bure, jedino superračunalni resursi Sveučilišta u Beču te talijanski nacionalni superresursi u Veneciji – CINECA bili usporedive brzine i snage u ovom dijelu Europe. Djeluje u sklopu Centra za napredno računanje i modeliranje Sveučilišta u Rijeci (CNRM). Bura je hibridno superračunalo koje se sastoji od više računalnih, heterogenih i višeprocorskih sustava, a može se podijeliti na tri dijela:

1. Klasterki dio koji se sastoji od 288 računalnih dvoprocorskih čvorova s 24 jezgre po čvoru što sumarno daje 6912 procorskih jezgri ukupne snage 239,64 TFLOPS-a. Sveukupno računalni čvorovi posjeduju 18 TB radne memorije i 95 TB diskovnog prostora, s povezani su Infiniband mrežom od 56 Gbit/s.
2. GPGPU čini četiri heterogena GPU čvora s dva procesora te dva grafička procesora opće namjene.
3. SMP (engl. *symmetric multiprocessing*), odnosno virtualni računalni sustav, čini dva čvora višeprocorskog sustava s velikom količinom dijeljene memorije koje čine 16 procesora s ukupno 256 fizičkih jezgri, 6 TB memorije i 245 TB lokalnog prostora za pohranu.<sup>7</sup>

Pristup Buri osiguran je preko dva pristupna čvora i to putem WEB preglednika ili VPN-a (engl. *virtual private network*), jezik sustava je *Slurm Workload Manager*, a superračunalo pogoni *Red Hat Enterprise Linux*.<sup>7</sup>

Superračunalo Bura primarno je namijenjeno za rad u biotehnološkim i biomedicinskim znanostima, ali i za druge upotrebe. Korisnici riječkog superračunala su i Institut "Ruđer Bošković", Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Splitu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, ali i istaknute firme poput Xelia d.o.o., Königsberg Maritime, Rimac Automobili i dr.



Slika 3 – Superračunalo Bura<sup>7</sup>

poziciju. Ulaganja u HPC resurse na području EU nisu bila dostatna kako bi se omogućila zdrava konkurencija i neovisnost podatkovnog gospodarstva. Posljedično, akademska zajednica te industrija sve su češće posezali za HPC resursima izvan područja EU što je dovelo do ugroze privatnosti, problema zaštite podataka i poslovnih tajni. Dokaz o uspješnoj provedbi EuroHPC projekta je već spomenuto superračunalo LUMI, paneuropsko pre-egzaskalarno superračunalo instalirano u Finskoj.<sup>9</sup> Potrebna su daljnja ulaganja u HPC sustave kako bi došlo do nadogradnje europskih računalnih i podatkovnih resursa na egzaskalarne kapacitete.<sup>10</sup>

U sklopu HR-ZOO projekta, Hrvatska bi uskoro trebala nabaviti novo najbrže superračunalo. Superračunalo bi trebalo biti instalirano na Znanstveno-učilišnom kampusu Borongaj što će ojačati hrvatsku računalnu infrastrukturu za 1,2 PFLOPS-a, te nas staviti na popis država koje posjeduju računalni resurs čija se brzina mjeri u petaflopsima.<sup>10</sup>



Slika 4 – Najbrže superračunalo na svijetu, američki Frontier<sup>8</sup>

Trenutno najbrže superračunalo u svijetu američko je superračunalo Frontier, smješteno u Nacionalnom laboratoriju Oak Ridge i vrijedno \$600 milijuna dolara. To je prvo superračunalo koje je dostiglo brzinu od jednog eksaflopa, točnije 1,102 eksaflopa. Eksaflopna superračunala mogu računati najmanje 1018 operacija u sekundi. Prethodne dvije godine prvo mjesto zauzimao je sustav Fugaku u RIKEN centru za računalne znanosti (R-CCS) koje se nalazi u gradu Kobe, Japan. Treće mjesto na popisu, zauzima LUMI sustav u EUROHPC/CSC-u u Finskoj koji ima referentnu vrijednost HPL-a od gotovo 152 PFlop/s.<sup>8</sup>

Europska komisija najavila je 2017. godine projekt EuroHPC kojim se do 2020. godine uložilo milijardu eura u razvoj računalstva visokih performansi i podataka u Europi. Naime, posljednjih godina u top 10 superračunala na svijetu mogla su se pronaći isključivo superračunala iz Kine, Japana i SAD-a što je stavilo znanstvenike s područja Europske unije u nezahvalnu

### Literatura

1. <https://www.britannica.com/biography/Seymour-R-Cray> (pristupljeno 11.6.2022.)
2. <https://www.computerhistory.org/revolution/supercomputers/10/33> (pristupljeno 11.6.2022.)
3. <https://wiki.srce.hr/display/RKI/Povijest+klastera+Isabelle> (pristupljeno 11.6.2022.)
4. <https://www.srce.unizg.hr/vijesti/znacajno-povecanje-racunalnih-resursa-dostupnih-korisnicima-isabelle-objav2017-08-18> (pristupljeno 11.6.2022.)
5. <https://wiki.srce.hr/pages/viewpage.action?pageId=8488260> (pristupljeno 11.6.2022.)
6. <https://www.srce.unizg.hr/isabella/> (pristup 11.6.2022.)
7. <https://cnrm.uniri.hr/hr/bura/> (pristupljeno 11.6.2022.)
8. <https://analyticsindiamag.com/frontier-supercomputer-powered-by-amd-is-the-fastest-in-the-world/> (pristupljeno 11.6.2022.)
9. <https://www.lumi-supercomputer.eu/about-lumi/> (pristupljeno 11.6.2022.)
10. <https://www.vidi.hr/Non-Tech/Hrvatska/Na-Borongaj-stize-najjace-hrvatsko-superracunalo> (pristupljeno 11.6.2022.)

# I Samoobnavljajući beton

Jelena Barać (FKIT)

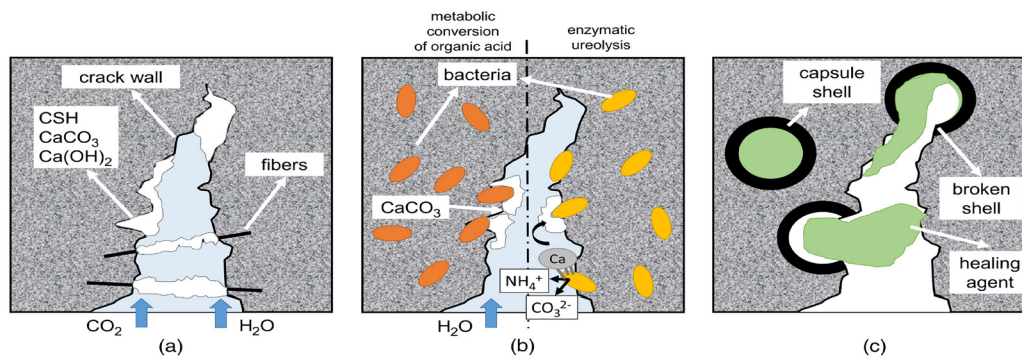
Cementna industrija jedna je od glavnih proizvođača stakleničkog plina ugljikova dioksida. Beton se koristi za stvaranje tvrdih površina te smanjuje ili sprječava površinsko otjecanje koje uzrokuje eroziju tla, onečišćenje vode i poplave. Međutim, izvorna vegetacija koju beton ponekad zamijeni ipak donosi veću korist. Betonska prašina koja se oslobađa rušenjem zgrada i prirodnim katastrofama također može biti izvor onečišćenja zraka. Mokri beton je vrlo alkalni i za rukovanje njime potrebna je odgovarajuća zaštitna oprema. Dok se buđenjem ekološke svijesti polako počinje težiti recikliranju betona, znanstvenici vrijedno rade na razvoju metoda koje će pomoći betonu da dosegne puni potencijal svoje sposobnosti samozacjeljivanja.<sup>1</sup>

Samozacjeljivanje betona uglavnom se definira kao njegova sposobnost da sanira svoje pukotine. One su u betonu česta pojava zbog relativno niske vlažne čvrstoće.

Minerali dobiveni reakcijama (1) i (2) te oni dobiveni otapanjem i ponovnom kristalizacijom kalcita talože se na površini pukotina i smanjuju propusnost morta.

Bilo je i pokušaja dobivanja betona s visokim potencijalom zacjeljivanja uz dodatak bakterija i organskih kemijskih spojeva, ali oni su za posljedicu imali smanjenje čvrstoće betona i vrlo sporo djelovanje. Osim toga, bakterije su i skupe te mogu predstavljati opasnost za zdravlje.<sup>4</sup>

Najnovije u nizu istraživanja inspirirano je ljudskim tijelom to jest načinom na koji ljudsko tijelo obrađuje ugljikov dioksid. Biokemičarka Suzanna Scarlata predložila je korištenje karboanhidraze, enzima koji prenosi CO<sub>2</sub> iz stanica u krvotok. Kada se enzim doda betonskom prahu, on pomaže materijalu da ugljikov dioksid iz atmosfere pretvori u kristale kalcijeva karbonata. Kada se stvori sićušna pukotina, kalcijev karbonat je popunjava. Pukotina u milimetarskoj skali može tako biti popunjena unutar jednog dana te spriječiti nastajanje novih pukotina. Otopina koja se raspršuje na beton sastoji se od navedenog enzima, vode i kalcija.<sup>5</sup>

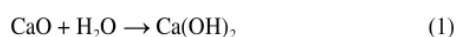


Slika 1 – Mehanizam samozacjeljivanja betona<sup>4</sup>

Narušavaju trajnost betona jer omogućuju transport tekućina i plinova (koji sadrže štetne tvari) u strukturu betona. Ako mikropukotine narastu i dopru do armature, ne samo da je beton tada oštećen već dolazi i do korozije armaturnih čeličnih šipki. Iz navedenog je razloga važno kontrolirati ili sanirati širenje pukotina.<sup>2</sup>

Čimbenici koji utječu na samozacjeljivanje su sadržaj vlage, širina pukotine (do 0,3 mm), vrijeme hidratacije, pritisak na pukotine te omjer voda/cement (veći omjer uključuje više neizreagiranih cementnih čestica koje se mogu koristiti za daljnju hidrataciju kako bi se potaknulo stvaranje kalcijeva karbonata.<sup>3</sup>

Jedan od mehanizama zacjeljivanja pukotina povezan je upravo s prodorom vode čime se otapaju čestice kalcita ali i istodobno dolazi do reakcije atmosferskog ugljikova dioksida s nepotpuno hidratiziranim sastojcima vapna pri čemu se odvijaju sljedeće reakcije:



Znanstvenici se nadaju da će netko licencirati tehnologiju i staviti je na tržište kako bi se upotrebljavala svakodnevno na cestama, nogostupima, zgradama i slično. Beton bi njezinom primjenom mogao trajati četiri puta dulje nego inače. S obzirom na to da proces pomaže ukloniti i dio ugljikova dioksida iz zraka, ima i dodatnu klimatsku korist.

Iako bi industrija do primjene mogla doći vrlo sporo, ovu hvalevrijednu ideju bi mogla pogurati politika.

## Literatura

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental\\_impact\\_of\\_concrete](https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impact_of_concrete) (pristupljeno 15.6.2022.)
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128005170000113> (pristupljeno 15.6.2022.)
- Cacciapaglia, R., Mandolini, L., & Salvio, R. (2017). *Supramolecular Catalysis by Calixarenes. Comprehensive Supramolecular Chemistry II*, 459–478. doi:10.1016/b978-0-12-409547-2.05618-3
- Jonkers, H., & Schlangen, E. (2008). *Development of a bacteria-based self-healing concrete*. Tailor Made Concrete Structures, 109–109. doi:10.1201/9781439828410.ch72
- <https://www.fastcompany.com/90645903/this-self-healing-concrete-automatically-fills-in-cracks> (pristupljeno 15.6.2022.)

# Zašto med nema rok trajanja?

Dubravka Tavra (FKIT)

Prvi otkriveni dokaz o korištenju ljekovitog pčelinjeg proizvoda potječe iz 7. tisućljeća pr. Kr.

Stari Grci isticali su med kao hranu, a znali su i za njegova ljekovita svojstva. Tada se vjerovalo da bogovi s Olimpa piju ambroziju, piće u kojem je med glavni sastojak. Aristotel je bio fasciniran pčelama, za med je govorio da je rosa pročišćena od duge i zvijezda. Hipokrat, otac medicine, koristio ga je za zacjeljivanje rana. Pitagora je vjerovao da med može produžiti život i učvrstiti moć ljudskog duha.<sup>1</sup>

Pčelarstvo se ukorijenilo u našoj civilizaciji i zadržalo do danas. Med upotrebljavamo kao i nekad u prehrani, u medicinske svrhe i u kozmetici.

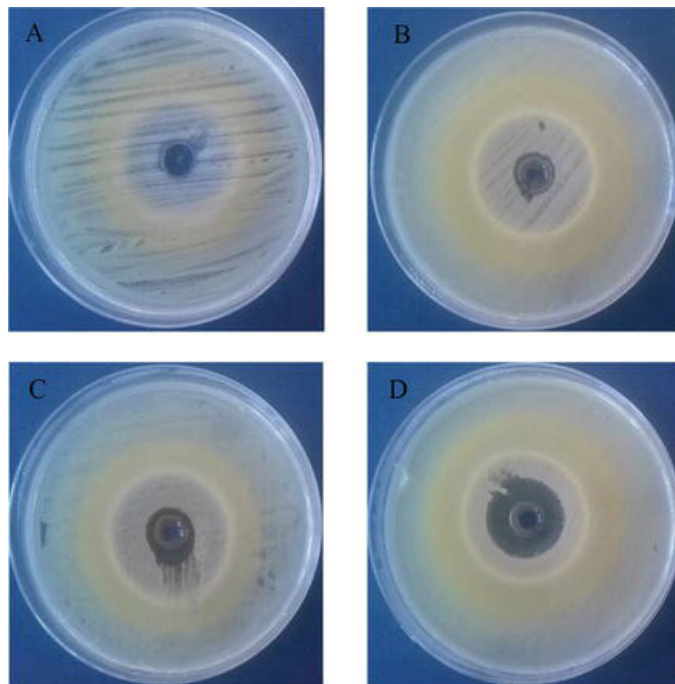


Slika 1 – Različite vrste meda

Jedna od mnogih fascinantnih činjenica vezanih uz med je i ta da je med proizvod koji nema rok trajanja

Vrlo malo namirnica je imuno na protok vremena, Među njima nalazimo sol, šećer, rižu i već spomenuti med. Razlog magične dugovječnosti meda leži u njegovom biološkom sastavu.

Zbog sadržaja šećera i niske pH vrijednosti meda, kao i procesa proizvodnje meda, organizmi koji mogu pokvariti hranu neće preživjeti u medu. Međutim, med mora biti prirodan i pravilno zatvoren kako bi uživao u svom dugom vijeku trajanja.



Slika 2 – Rezultati agar difuzijske analize aktivnosti četiri odabrana meda: (A) med od uljane repice (*Brassica napus* L.); (B) višecvjetni med; (C) med od heljde (*Fagopyrum esculentum* Moench); (D) Manuka med (*Leptospermum scoparium*). Najveća aktivnost uočena u slučaju Manuka meda, slika D.<sup>3</sup>

Bez vode bakterije se ne mogu pojaviti niti napredovati. Pravilno zreo med u košnici ili u zatvorenom loncu siguran je od bakterija. Med se uglavnom sastoji od šećera, a to otežava rast mikroorganizama zbog problema s visokim osmolarnošću meda.<sup>2</sup>

Nadalje, pH meda je kiseo i kreće se između 2 i 4,5. Većina štetnih bakterija preferira neutralno ili lužnato okruženje, pa u kiseloj sredini kao što je med, ne mogu rasti niti se razvijati.

Pčele, u procesu proizvodnje meda, daju različite vlastite enzime. Jedna od njih je glukoza oksidaza, koja proizvodi vodikov peroksid, snažan antimikrobni lijek koji sprječava rast mikroorganizama. Ovaj prirodni lijek sadrži organske kiseline, fenolne spojeve i određene peptide koji pridonose antimikrobnom djelovanju meda, sprječavajući njegov rast i kvarenje.<sup>2</sup> Na slici 2 prikazan je rezultat ispitivanja antimikrobioloških svojstava meda

Dakle, ako med dobro zatvorite, on može trajati vječno.

## Literatura

- <https://apimel.hr/med-kroz-povijest/> (pristupljeno 20.6.2022.)
- <https://www.maeshoney.com/en/expiration-honey/> (pristupljeno 20.6.2022.)
- Szweda, P., 2017, 'Antimicrobial Activity of Honey', in V. de Alencar Arnaut de Toledo (ed.), *Honey Analysis*, IntechOpen, London. 10.5772/67117.



# BOJE INŽENJERSTVA

## Zašto su cijene goriva tako visoke?

*Lea Raos (FKIT)*

Cijene goriva na benzinskim crpkama dosegnule su vrtooglave vrijednosti. Zašto cijene rastu i do kada će rasti, samo su neka od pitanja koja se mogu čuti svaki dan.

Čak i po nižim cijenama mnogi vozači smatraju da plaćaju više nego što je pošteno. Svako podizanje cijena ima negativnu reakciju potrošača, vrlo često se kao odgovor na navedeno organiziraju razni prosvjedi. Kao rezultat toga, državna tijela pitaju se kako najbolje odgovoriti na rastuće cijene goriva.

Ono što je u cijelo ovoj situaciji najzanimljivije je činjenica da su se globalne zalihe nafte zapravo povećale. Pitanje koje se nameće jest zašto rastu cijene ako nije problem sa dostupnošću sirovine. Stručnjaci upozoravaju da su djelomično krivi malojavni trgovci energijom, od kojih većina radi za najveće svjetske naftne kompanije, banke i privatne trgovačke kuće. Analitičar nafte Verleger upozorio je da su ponuda i potražnja postali gotovo irelevantni, cijenu nafte kao sirovine diktira cijena goriva na benzinskim crpkama,



a trebalo bi biti obrnuto. Također, spomenuti analitičar ukazao je na to da zasigurno postoje i drugi čimbenici koji vrše pritisak na povećanje cijena, uključujući strah da bi ruska ponuda mogla pasti u budućnosti.

Rast cijena vidljivi su prije nego što su ruske trupe krenule na Ukrajinu, kada je cijena barela nafte bila 90 dolara. Od invazije, unatoč bez promjena u opskrbi, skočio je na 124 dolara, pao na 95, skočio na 114 dolara, te na kraju pao na 103 dolara po barelu što je 60 % više od cijene prije godinu dana.

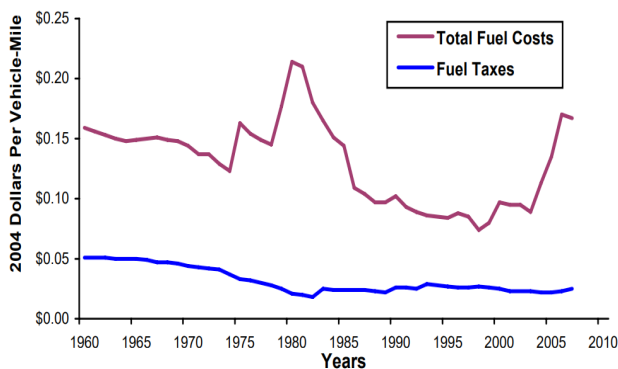
Cijene nafte čine više od polovice krajnje cijene za galon benzina, ali to nije jedini faktor. Porezi, troškovi distribucije i rafiniranja također utječu na cijene.

Ograničeni kapaciteti rafiniranja počinju igrati veću ulogu. Rafiniranje je ključni korak koji sirovu naftu pretvara u naftne derivate koje potrošači i poduzeća svakodnevno koriste. Količina nafte koju rafinerije mogu preraditi pala je od pandemije, posebno na sjeveroistoku. U međuvremenu, izvoz naftnih derivata iz Rusije pogođen je sankcijama, zbog čega Europa traži zamjenske dobavljače. Svi ovi čimbenici guraju cijene plina na više. Državni prosjek za galon plina dosegao je rekordnih 4,589 dolara u odnosu na 3,043 dolara prošle godine.



Slika 1 – Benzinska crpka

Troškovi goriva po kilometru vozila opali su tijekom posljednjih nekoliko desetljeća jer su proizvođači odgovorili na visoke cijene goriva 1970-ih i 80-ih razvojem učinkovitijih vozila. Ukupna prosječna potrošnja goriva za sva cestovna vozila (uključujući velike kamione) porasla je s 12,4 milja po galonu (mpg) u 1960. na 17,0 milja po galonu u 2004., što je povećanje od 38 %. Slika 2 prikazuje prosječne cijene goriva i poreze po vozilu-milji.

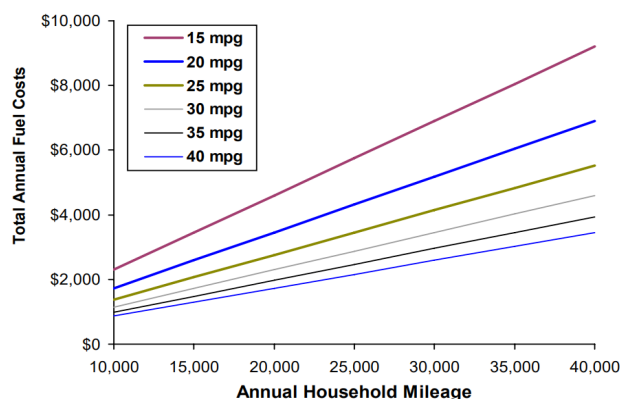


Slika 2 – Prikaz cijene goriva i poreze po kilometru vozila između 1960. i 2007.

Unatoč porastu cijena goriva, trenutni troškovi goriva po kilometru vozila približno su isti kao i 1960. godine, a 20% niži nego 1980. Pad stvarnih cijena goriva i povećana učinkovitost vozila tijekom posljednja dva desetljeća objašnjava popularnost kamiona i SUV vozila za osobna putovanja tijekom tog razdoblja: potrošači su si mogli priuštiti veća vozila s većim performansama bez plaćanja više troškova goriva po kilometru vozila. Vlade koje pokušavaju smanjiti cijene goriva kroz subvencije i smanjenje poreza obično mogu osigurati samo skromne uštede potrošača (nekoliko centi po galonu ili litri). To je zato što su veća smanjenja jako skupa (subvencije potrebne za kompenziranje nedavnih povećanja cijena nafte dovele bi do bankrota većine vlada). Osim toga, proizvođači često ostvaruju dio uštede kroz veće profitne marže, umjesto da prenose uštede na smanjenje cijena. Odabir vozila i odluke o lokaciji mogu imati veći učinak na ukupne troškove goriva nego cijene goriva.

Na primjer, po cijeni od 3,45 dolara po galonu vozač koji vozi 12 000 milja godišnje u vozilu od 15 milja po galonu (mpg) plaća 2760 dolara ukupnih godišnjih troškova goriva, u usporedbi s 1380 dolara za vozilo od 30 milja po galonu. Dok s druge strane, kućanstvo s dva

vozila koje odabere dom u mjestu koje zahtijeva 20 000 godišnjih milja po vozilu s prosječnom potrošnjom od 20 mpg plaća 6 900 dolara za gorivo. To je dvostruko više od godišnjih troškova goriva od 2588 dolara ako njihova lokacija zahtijeva samo 7500 milja godišnje po vozilu. Slika 3 prikazuje učinke goriva i godišnje kilometraže na ukupne troškove goriva, što ukazuje na deseterostruko povećanje između najučinkovitijih i najmanje učinkovitih kućanstava. Gorivo predstavlja samo četvrtinu ukupnih troškova vozila. Stanovnici naselja s pristupačnim lokacijama i dobrom mogućnosti prijevoza (dobri uvjeti hodanja i vožnje biciklom, te visokokvalitetne usluge javnog prijevoza) obično troše stotine dolara manje po glavi stanovnika na prijevoz godišnje.



Slika 3 – Prikaz učinkovitosti goriva i godišnje kilometraže na ukupne troškove goriva u kućanstvu s gorivom od 3,45 dolara po galonu

Različite studije su izučavale cjenovnu elastičnost goriva, odnosno kako cijene utječu na potrošnju goriva. Neke od studija pokazuju da dugoročno povećanje cijene goriva od 10 % obično uzrokuje:

- 4 – 6 % smanjenje ukupne dugotrajne potrošnje goriva vozila
- Povećanje dugoročne učinkovitosti goriva za 3 – 4 %
- Smanjenje kilometraže vozila za 1 – 3 %

Visoke cijene goriva povezane su s niskom potrošnjom energije. Zemlje koje imaju niske cijene goriva imaju visoku potrošnju energije u transportu, dok stanovnici u drugim zemljama plaćaju dva ili tri puta više za gorivo i troše oko upola manje transportne energije.

Vlade koje povećavaju učinkovitost goriva vozila rezultiraju povratnim učincima, kako se učinkovitost goriva vozila povećava, vozači voze više milja godišnje (još jedna manifestacija cjenovne elastičnosti putovanja vozila). Tako se, na primjer, može očekivati da će udvostručenje prosječne učinkovitosti goriva uzrokovati povećanje prosječne godišnje kilometraže vozila za oko 20 % u usporedbi s onim što bi se inače dogodilo. Iako još uvijek postoji 80 % neto uštede energije, dodatna kilometraža pogoršava probleme kao što su troškovi objekata, nesreće i neki utjecaji na okoliš.

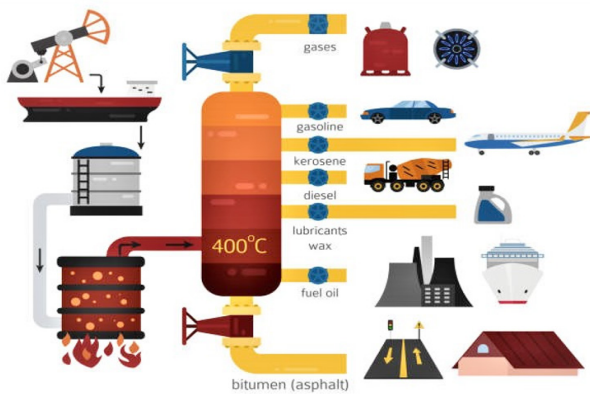
Dugoročno povećanje cijene goriva od 10% povećava ukupne troškove goriva samo za oko 4%, nakon što potrošači izvrše te prilagodbe. S druge strane, napori da se smanje cijene goriva kroz proizvodne subvencije

ili niže poreze dovest će do toga da potrošači izaberu manje učinkovita vozila i voze više nego što bi inače bilo. Problemi rasta cijena goriva mogu se definirati na različite načine, nedostupnost goriva, nemogućnost transporta sirovine, energetska ovisnost, nemogućnost provedbe javnog prijevoza.

Prometne energetske politike utječu na gospodarski razvoj utječući na produktivnost, potrošačke izdatke i trgovinu. Ljudi često pretpostavljaju da, budući da putovanje vozilom raste s bogatstvom, niske cijene goriva podržavaju gospodarski razvoj, ali to nije nužno točno. Smanjenje cijena goriva kroz subvencije obično je ekonomski štetno jer nameće troškove drugdje u gospodarstvu i povećava potrošnju energije i probleme u transportu.

Mnoge od ekonomski najuspješnijih zemalja na svijetu imaju visoke poreze na gorivo kao što su Japan, Njemačka, sve skandinavske zemlje, dok su mnoge zemlje s niskim porezima na gorivo osiromašene. Politike koje povećavaju učinkovitost transportnog sustava, kao što su cijene goriva i putovanja vozila temeljene na troškovima, podupiru gospodarski razvoj povećanjem produktivnosti i smanjenjem troškova prijevoza kao što su zagušenja, troškovi cesta i parkirališta, nesreće i štete od onečišćenja.

Visoka potrošnja goriva po glavi stanovnika ekonomski je štetna, posebno za regije koje uvoze naftu, jer bogatstvo napušta zajednicu. Izdaci za gorivo osiguravaju manje zapošljavanja i poslovne aktivnosti od većine ostalih potrošačkih dobara.



Slika 4 – Prikaz rafiniranja

Ušteda energije ostavlja više novca u prometu u gospodarstvu. Politike koje stimuliraju potrošnju goriva nameću velike makroekonomske troškove. Na primjer, niske cijene goriva i planiranje prijevoza usmjereno na automobile rezultiraju velikom potrošnjom goriva po glavi stanovnika u SAD-u, uzrokujući da nacija potroši oko 300 milijardi dolara na uvezenu naftu 2006., što predstavlja oko trećinu trgovinskog deficita, trošak koji će rasti kako međunarodne cijene nafte rastu. Kad bi američki automobilisti trošili naftu sličnom stopom kao i druge bogate zemlje, američko gospodarstvo bi uštedjeti približno 120 milijardi dolara po trenutnim cijenama nafte, i više u budućnosti kako domaća proizvodnja opada i troškovi nafte rastu. Ekonomska učinkovitost je maksimizirana kada cijene (ono što potrošači plaćaju) odražavaju troškove proizvodnje.

Smanjenje cijena goriva uz subvencije ili smanjenje poreza ekonomski su transferi koji prebacuju troškove na druge gospodarske sektore i skupine. Pozitivnije rečeno, cijene temeljene na troškovima (cijene koje odražavaju pune troškove proizvodnje) omogućuju potrošačima da uštede novac učinkovitijim korištenjem resursa. Na primjer, ako su potrošači zaštićeni od povećanja troškova nafte subvencijama ili smanjenjem poreza, prisiljeni su snositi neizravne troškove. Ali ako se povećanje troškova prenosi na povećanje cijena, potrošači mogu izbjeći dio ili sve dodatne troškove štedeći gorivo.

Slično, povećanje cijena goriva motivira tvrtke da pronađu načine za učinkovito povećanje potrošnje goriva. Kao rezultat toga, nastojanja da se izbjegne povećanje cijena kroz subvencije i smanjenje poreza ekonomski su štetniji od prenošenja dodatnih troškova na potrošače.

Mnoge studije pokazuju da povećanje poreza na gorivo može pomoći cjelokupnom gospodarstvu poticanjem učinkovitosti, pod uvjetom da se prihvodi ulažu u učinkovite projekte ili koriste za smanjenje ekonomski štetnijih poreza. Porezi na gorivo su manje ekonomski štetni i opterećujući od većine drugih poreza. Stoga su subvencije za gorivo koje se temelje na općim porezima obično ekonomski štetne, dok porezne promjene koje povećavaju poreze na gorivo kako bi se smanjili drugi porezi daju opću ekonomsku korist. Budući da su odluke o korištenju vozila i zemljišta trajne, trenutne cijene goriva utječu na buduću energetska učinkovitost.

Stoga ima smisla započeti s povećanjem poreza na gorivo, kako bi se povećala učinkovitost kao mjera opreza protiv budućih povećanja troškova nafte. Inače, u budućnosti će gospodarstvo izgubiti bogatstvo kako međunarodne cijene energije rastu. Postupno i predvidljivo povećanje poreza omogućuje potrošačima i industrijama da uzmu u obzir veće buduće cijene prilikom donošenja odluka o kupnji vozila i lokaciji.

Ako cijene sirove nafte ostanu stabilne na sadašnjim razinama, Vlada će imati opciju srednjoročno dodatno sniziti cijene nafte. Sniženje cijena goriva ne rezultira velikim uštedama u mjesečnoj potrošnji, ali svakako stvara optimističan osjećaj kod potrošača.

## Literatura

1. Sofronis Clerides, Theodoros Zachariadis, The effect of standards and fuel prices on automobile fuel economy: An international analysis, *Energy Economics*, Volume 30, Issue 5, 2008, Pages 2657-2672
2. Onder Ozgur, Levent Aydin, Erdal Tanas Karagol, Fatih Cemil Ozbugday, The fuel price pass-through in Turkey: The case study of motor fuel price subsidy system, *Energy*,
3. Kangni Kpodar, Boya Liu, The distributional implications of the impact of fuel price increases on inflation, *Energy Economics*, Volume 108, 2022
4. Todd Litman, Appropriate Response to Rising Fuel Prices Citizens Should Demand, "Raise My Prices Now!", Victoria Transport Policy Institute, 2008
5. <https://www.theguardian.com/environment/2022/apr/28/gas-prices-why-are-they-so-high-traders>
6. <https://www.bbc.com/news/business-60613855> (pristup 13.06.2022.)

# Utjecaj buke na ljudsko zdravlje

Jelena Barač (FKIT)

21. stoljeće donijelo nam je mnogo novih saznanja o svijetu u kojem živimo i utjecaju istog na ljudsku populaciju. Ončišćenje zraka, nanomaterijali, pesticidi samo su neki od primjera koji utječu na naše zdravlje. No jeste li znali da i buka može imati negativne posljedice po zdravlje ljudi?

Iako prometnu buku danas ne smatramo pretečom problema moderne ekologije i srodnih disciplina, od početka ovog stoljeća pa do danas u znanstvenim krugovima bilježimo porast interesa fenomenom prometne buke. Dugoročna ili kratkoročna buka iz okoliša može uzrokovati stresne reakcije posredovane poremećajima spavanja, komunikacije i aktivnosti zajedno s povezanim kognitivnim i emocionalnim reakcijama. Tijelo reagira na buku s reakcijom "borba ili bijeg", rezultirajući sa živčanim, hormonalnim i vaskularnim promjenama koje mogu imati dalekosežne posljedice.<sup>1</sup>

Ujedinjeni Narodi objavili su u veljači ove godine da tzv. *urban noise pollution* (onečišćenje bukom u urbanim sredinama) prerasta u globalnu zdravstvenu prijetnju koja izaziva oko 12 000 preuranjenih smrti u Europskoj Uniji godišnje. Istraživanja o štetnom utjecaju buke u prometu dosad su se fokusirala na odrasle, a tek odnedavno psiholozi i liječnici započeli su istraživati kako buka u prometu utječe na djecu i njihov razvoj.

Istraživanje započeto 2012. u školama u Barceloni fokusiralo se na buku iz gradskog prometa i njezin utjecaj na kognitivne sposobnosti djece. Na uzorku od 2680 djece u dobi između 7 i 10 godina ispitivano je kako izloženost djece glasnim zvucima iz prometa utječe na njihovu koncentraciju, pamćenje, razumijevanje.<sup>2</sup> Došli su do sljedećih rezultata/zaključaka: prosječne frekvencije zvuka koje dolaze iz prometa, npr. prolazak kamiona ili automobila velikom brzinom imale su veći utjecaj na djecu nego visoke frekvencije zvuka. Također, visoke frekvencije veća su smetnja djeci kada se nalaze u školi nego dok borave kod kuće.

Drugo istraživanje iz 2001. također je pratilo djecu, no ono je osim na urban noise pollution u obzir i buku koju stvaraju zrakoplovi.<sup>3</sup> Uzorak su činila djeca koja škole pohađaju u blizini velikih zračnih luka u Amsterdamu, Madridu te Londonu. Autori su došli do zaključka kako izloženost buci koju proizvode zrakoplovi pri polijetanju i slijetanju utječe na razumijevanje pročitanog u djece.

Buka povećava frekvenciju pogrešaka i snižava razinu motivacije pojedinca. Pažnja pri čitanju, rješavanje



Slika 1 – Djeca u školi

problema i memorija pod najjačim su utjecajem buke. Dvije vrste memorijskog deficita utvrđene su u eksperimentalnim uvjetima: sjećanje i sposobnost repliciranja predmetnog sadržaja te prisjećanje sporednih pojedinosti. Obje su poteškoće pod dokazanim utjecajem buke.

## Kako ublažiti utjecaj buke

Mjere zaštite od buke prometa možemo podijeliti na akustične i neakustične. Akustične su represivne mjere koje se direktno bave sprječavanjem širenja zvučnih valova koje se stvaraju na prometnicama, npr. prigušivači na tračnicama, bukobrani, tehnološka unaprjeđenja vozila, izolacija fasada stambenih objekata itd. Neakustične mjere su preventivne i zasigurno one kojima treba težiti, a proizlaze iz odgovornog i educiranog planiranja i predviđanja problema. Ugradnja asfalta niske razine buke na cestama, upotreba tiših guma na vozilima za javni prijevoz, proširenje infrastrukture za električna vozila u gradovima, promidžba hodanja ili vožnja biciklom te pretvaranje ulica u pješačku zonu neke su od izrazito efikasnih, primjenjivih metoda prevencije.<sup>1</sup> Predviđanja sui da će porast korištenja električnih automobila također uvelike pridonijeti smanjenju ovog problema.

## Literatura

1. file:///C:/Users/User/Downloads/završni\_rad\_krpina\_2020.pdf
2. Foraster, Maria, et al. "Exposure to road traffic noise and cognitive development in schoolchildren in Barcelona, Spain: A population-based cohort study." *PLoS medicine* 19.6 (2022): e1004001.
3. Clark, Charlotte, et al. "Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: the RANCH project." *American journal of epidemiology* 163.1 (2006): 27-37.
4. Cohen, S., 1980: After effects of stress on human performance and social behavior: a review of research and theory, *Psychological Bulletin*, 88, 82-108, DOI: 10.1037/0033-2909.88.1.82.
5. <https://www.theguardian.com/environment/2022/jun/02/traffic-noise-slows-childrens-memory-development-study-finds>
6. <https://academic.oup.com/aje/article/163/1/27/84998?login=true>



# Studenti na terenu: Holcim

*Hrvoje Tašner (FKIT)*

U petak, 20. svibnja, članove Studentske sekcije HDKI-a ugostila je tvrtka Holcim Hrvatska d.o.o. i upoznala sa svojim postrojenjem u Koromačnu. Ova tvornica cementa je najstarija u Labinštini, a podignulo ju je talijansko društvo SPEMA - Giuseppe Cinigliaro iz Palermo 1926., zahvaljujući geološkim naslagama kvalitetnoga lapora na ovom području. Uspon tvornice slijedi 2015. godine nakon spajanja dvaju vodećih poduzeća u području građevinskog materijala: Lafarge i Holcim. Holcim grupa je jedan od vodećih svjetskih dobavljača cementa, agregata (drobljeni kamen, pijesak i šljunak), betona i usluga povezanih s gradnjom.<sup>1</sup>

Holcim tvornica cementa u Koromačnom ima maksimalni kapacitet od oko 900000 t cementa i oko 520000 t klinkera, a zapošljava 290 radnika. Cement je građevinski vezivni materijal koji se, uz vodu i agregat, koristi za pripremu betona, morta i žbuke. Praškasta smjesa čiji je osnovni sastojak cementni klinker u kojeg se, u različitim udjelima, dodaje gips, leteći pepeo iz termoelektrana, vapnenac te zgura iz proizvodnje željeza. Cementi klinker dobiva se iz laporovitog vapnenca. Lapor se eksploatira u obližnjem, dok se ostali sastojci dopremaju kamionima ili brodom.<sup>2</sup>

Proizvodnja cementa kontinuirani je proces koji se odvija u 4 koraka. Prvi korak je drobljenje i mljevenje sastojaka za dobivanje klinkera. U mlinu sirovine, sirovina se usitnjava na veličinu <math><200 \mu\text{m}</math>. U drugom koraku sirovina zadovoljavajuće veličine miješa transportira se u izmjenjivač topline. U izmjenjivaču topline usitnjena sirovina se u zagrijava plinovima iz peći na temperaturu



Slika 1 – Članovi Studentske sekcije HDKI-ja u posjetu tvornice



Slika 2 – Holcim tvornica cementa u Koromačnu



**Slika 3** – Shema procesa proizvodnje cementa

od oko 1000 °C. Treći korak proizvodnje cementa je kalcinacija. Kalcinacijom se kalcijev karbonat iz vapnenca pri visokoj temperaturi raspada na kalcijev oksid, znan kao živo vapno, i ugljikov dioksid. Kalcinacija se odvija djelomično u izmjenjivaču topline i dijelom u blago nagnutoj rotirajućoj peći. Temperatura u peći dostiže i do 1500 °C. Kao što je prethodno navedeno, u peći dolazi do kalcinacije, sirovina se tali te izlazi iz peći u tekućem stanju. Također, taljenjem dolazi do kemijske reakcije sastojaka. Izlaskom iz peći vrući klinker naglo se hladi i očvršćava čime je dovršen treći korak. U četvrtom i posljednjem koraku proizvodnje cementa kruti klinker odlazi na fino mljevenje gdje se miješa s gipsom, letećim pepelom, vapnencem i zgurom čime se dobiva cement. Gotovi cement zatim se skladišti u rasutom obliku ili se pakira u vreće za maloprodaju.

Za proizvodnju cementa potrebna je velika količina topline. Postrojenje u Koromačnom, toplinu za proizvodnju dobiva spaljivanjem goriva. Većina goriva koje koristi je iz nefosilnih izvora, a tvornica se priprema uskoro i potpuno zamijeniti ugljen i koks. Gorivo koje se koristi za zagrijavanje peći je gorivi otpad, otpadna guma, otpadno ulje, mesno koštano brašno te mulj iz obrade otpadnih voda. Primjenom ovih vrsta goriva smanjuje se potreba za fosilnim gorivima te se rješava problem zbrinjavanja otpada. Uz uporabu ekološki prihvatljivog goriva, postrojenje i oporabljuje otpadnu toplinu iz procesa. Otpadna

toplina prvenstveno se koristi za sušenje materijala i predgrijavanje sirovine prije ulaska u peć.<sup>3</sup>

Kako bi minimalizirali utjecaj na okoliš i povećala efikasnost proizvodnje, postrojenje je opremljeno modernim sustavima kontrole proizvodnje, praćenja emisija te izdvajanja nusprodukata. Tijekom svog postojanja Holcimova tvornica u Koromačom kontinuirano je modernizirana. Postrojenje zadovoljava sve potrebne Hrvatske i Europske norme. Od 1998. uvedeni su međunarodni standardi ISO 9002 za kvalitetu i 14001 za zaštitu okoliša, a zatim i OHSAS 18001 za zdravlje i sigurnost, ISO 50001 za energetske učinkovitost i ISO 17025 za akreditirani laboratorij za beton i agregat. Za primjerno kvalitetno rješavanje ekoloških problema šire zajednice dobila je 1996. i 2000. nagrade RH za dostignuća u zaštiti okoliša. Od 2004. tvornica objavljuje izvješća o održivosti u kojima kvantificira utjecaj na okoliš, gospodarstvo i lokalnu zajednicu.<sup>1</sup>

Osim moderne opreme i stručnih operatera za proizvodne visoke kvalitete potrebna je i profesionalna kontrola kvalitete. Holcim kvalitetu osigurava praćenjem svakog aspekta proizvodnje. U krugu postrojenja nalazi se nekoliko laboratorija u kojima se prati kvaliteta svih ulaznih sirovina i sirovina i proizvoda u svakom dijelu procesa proizvodnje cementa. Prije ulaska u proces sve ulazne sirovine moraju zadovoljiti stroge standarde. Praćenje proizvodnje izvodi se u stvarnom vremenu čime se osigurava konstanta kvaliteta cementa i minimaliziraju gubitci. Na poslijetku proizvodnje ispituje se svojstva gotovog cementa prije stavljanja na tržište.

Svjetski trendovi se brzo mijenjaju te svaki dan donosi neki novi izazov u graditeljstvu. Tvrtka Holcim neprestano ulaže u nove tehnologije i tako ne samo da drži korak sa rastućim tržištem i zahtjevima kupaca, već nudi najinovativnija rješenja kako bi zadovoljila sve potrebe potrošača isporučujući kvalitetu, a istodobno poštujući najstrože zahtjeve u zaštiti okoliša.<sup>4</sup>

### Literatura

1. <https://www.istrapedia.hr/hr/natuknice/1088/holcim-hrvatska> (pristup 8.6.)
2. <https://www.britannica.com/technology/cement-building-material/Extraction-and-processing> (pristup 9.6.)
3. <https://www.cement.org/cement-concrete/how-cement-is-made> (pristup 10.6.)
4. <https://www.holcim.hr/o-nama/profil-tvrtke> (pristup 11.6.)

# Terenska nastava: Desalinacija vode na Dugom otoku

Aleksandra Brenko (FKIT)

## Lipanj 2022.

Profesor dr. sc. Krešimir Košutić poveo je grupu studenata 4. godine diplomskog studija Ekoinženjerstvo na Dugi otok, u mjesto zvano Sali, u obilazak postrojenja za desalinaciju bočate vode. Podijelit ćemo s vama svoje iskustvo i sve što smo po putu naučili.

Dugi otok nalazi se 16 kilometara istočno od Zadra, odmah do Nacionalnog parka Kornati. Kao i većinu dalmatinskih otoka, karakterizira ga topla i suha mediteranska klima i krško tlo.

Dobava vode u ljetnim mjesecima često predstavlja problem, s obzirom da su izvori pitke vode na otoku rijetki, a navodnjavanje i turizam stavljaju dodatni pritisak na vodoopskrbni sustav. Kako bi se osigurala od nestašice vode i smanjila svoju ovisnost o skupim cisternama koje dolaze iz Zadra, Općina Sali se opskrblila vlastitim uređaj za desalinaciju vode putem reverzne osmoze (RO). Njihovo rješenje je zanimljivo iz inženjerske perspektive, te nam je poslužilo kao „case study” primjene membranskih procesa za obradu voda.

Od Zagreba do Sali ima se što putovati, tako da se terenska nastava pretvorila u trodnevni izlet. Prvi dan bio je u potpunosti posvećen cjelodnevnom putovanju, a onda i odmaranju. Profesor nam je osigurao smještaj tik do mora, a sam gradić Sali se nalazi odmah do Parka prirode Telašćica.

Osim oko prirodnih ljepota, studenti su bili prilično entuzijastični i oko posjeta desalinacijskom postrojenju.

U 8 sati ujutro drugoga dana, gospodin Arsen Didović, voditelj uređaja za desalinaciju, došao je po nas pa smo svi zajedno krenuli do RO uređaja koji se nalazi u polju u blizini mjesta Žman.

## O desalinaciji

Voda koja se obrađuje u RO uređaju je bočatog tipa, tj. smjesa je kišnice i morske vode koja probija kroz krš. Njezin salinitet varira kroz godinu, od  $400 \text{ mg L}^{-1}$  zimi, do čak  $6000 \text{ mg L}^{-1}$  tijekom sušnog razdoblja. Visoki salinitet je problematičan jer se porastom saliniteta smanjuje konverzija bočate u pitku vodu, s obzirom da je uređaj pogonjen tlačnim pumpama do 20 bar.

Voda se prije ulaza na membranski uređaj predobrađuje kloriranjem na samom crpilištu, zatim prolazi kroz pješčani filtar te se deklorira kako ne bi došlo do degradacije kompozitnih poliamidnih RO membrana. U tu svrhu se dodaje natrijev bisulfit koji omogućava pretvorbu klora u ionizirani kloridni oblik koji ne šteti membranama. U istom koraku dodaju se i antiskalanti koji pospješuju topljivost teško topljivih soli (minerala) te tako smanjuju opasnost od anorganskog blokiranja membrana (engl. *scaling*). Predobrada također uključuje i prolazak kroz jedan 5-mikronski filtar.

Sama reverzna osmoza odvija se u tri tlačne posude kroz dva stupnja. U prvom stupnju bočata voda prolazi kroz 2 tlačne posude u kojim se nalazi 7 serijski spojenih spiralnih membranskih modula. Iz njih se retentat (slana otopina) dodatno obrađuje u drugom stupnju u 3. tlačnoj cijevi s 5 modula. Time se od  $6 \text{ L s}^{-1}$  ulazne sirovine dobiva  $4,5 \text{ L s}^{-1}$  pitke vode. Voda na izlazu u prosjeku ima salinitet od  $79 \text{ mg L}^{-1}$ , no ulazna struja je promjenjiva pa ta vrijednost može varirati. Vrijednost pH na izlazu relativno je niska, oko 6, pa se treba naknadno podesiti pomoću lužine. Nakon toga, spremna je za piće.

Većina stanovnika svoju vodu do kuće dobavlja cisternama, a samo ih je jedan mali dio povezan na



Slika 1 – Dugi otok – Sali (lijevo), Park prirode Telašćica (desno)



**Slika 2** – Profesor Krešimir Košutić i gospodin Arsen Didović (lijevo) i studenti (desno) u posjetu postrojenju za desalinaciju bočate vode

vodovodnu mrežu. S obzirom na to da se voda u međuvremenu treba skladištiti, potrebno joj je dodavati klor radi dezinfekcije.

Salinitet i ostali parametri na ulazu ovise o raznim faktorima poput vodostaja, količine organizama u vodi i temperature. Često je potrebno rekalibrirati uvjete procesa kako bi se prilagodili novom ulaznom sastavu. Desalinator ne može tijekom ljetnih mjeseci pokriti potrebe cijele općine tako da se još uvijek javlja potreba za prijevozom cisternama s kopna. Pojedini industrijski i ugostiteljski objekti došli su do zaključka da im se isplati uložiti u vlastiti desalinacijski uređaj. Jedan od primjera je tvornica za preradu ribe Mardešić.

Na povratku iz postrojenja u Sali odlučili smo posjetiti tvornicu Mardešić i zamoliti ih da nam pokažu vlastiti RO uređaj.

Dočekali su nas objeručke i odveli nas u obilazak uređaja za RO i same tvornice za preradu sardina. U suvremeno opremljenoj tvornici (zahvaljujući bespovratno povučenim sredstvima iz EU) bilo je u tom trenutku oko 40 radnika. Iznenadili smo ih, smijali su nam se i mahali. Tehnolozi Marko Milić i njegova supruga (naši dipl. inženjeri FKIT-ovci!) proveli su nas cijeli proces obrade sardina, a zatim su nam pokazali svoj RO uređaj koji obrađuje morsku vodu. Njegov je princip rada sličan, osim što se radi o desalinaciji morske vode pri čemu se koriste tlakovi do 60 bar. Uređaj je manjeg kapaciteta (dvije tlačne cijevi sa po 7 modula), kapaciteta  $6 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ , no dostatan za potrebe tvornice. Nakon svega su nas pozdravili i poslali doma, s dvije kutije punih konzervi sardina.



**Slika 3** – Posjet tvornici za preradu ribe Mardešić

Slobodno poslijepodne smo iskoristili za posjet Nacionalnom parku Telašćica, pa se nakon još jedne prospavane noći i kupanja zaputili natrag prema Zagrebu. Svašta smo naučili i teško da ćemo to zaboraviti, upravo zato što je to praktično znanje isprepletano s lijepim uspomena. Ovim putem se zahvaljujemo gospodinu

Arsenu na strpljenju i objašnjenju mnogih naših pitanja, zaposlenicima tvornice Mardešić na gostoprimstvu i sardinama, i najviše profesoru Krešimiru Košutiću, na povjerenju i volji da nas vodi na ovako korisnu, zanimljivu i opuštenu terensku nastavu.



Slika 4– Studenti u Nacionalnom parku Telašćica



# SCINFLUENCER

## | MEMS

Ana Boltek (FKIT)

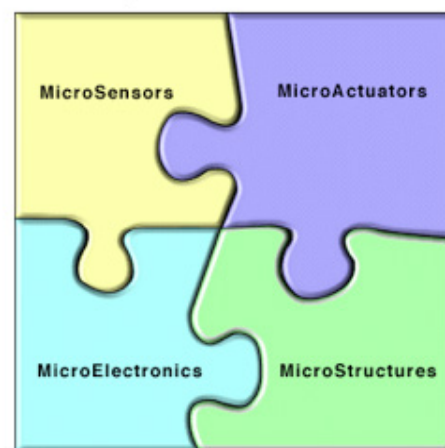
MEMS (engl. *micro-electromechanical systems*) ili mikroelektromehanički sustavi su minijaturizirani mehanički i elektromehanički elementi koji su napravljeni korištenjem tehnika mikrotehnologija. Ekstremno mali mehanizmi (red veličine mikrometara do maksimalno nekoliko milimetara) koji služe za pokretanje određenih sustava odnosno komponenti. MEMS se također naziva MST (engl. *Microsystems Technology*) u Europi i MM (engl. *Micromachines*) u Japanu.

Tehnologije mikroelektromehaničkog sustava mogu se koristiti za proizvodnju složenih struktura, uređaja i sustava u mjerilu mikrometara. U početku su tehnike mikrostrojne obrade bile posuđene izravno iz industrije integriranih sklopova (IC), ali sada se razvijaju mnogi jedinstveni MEMS-specifični procesi mikroobrade. U MEMS-u se može koristiti širok raspon transdukcijskih mehanizama za pretvaranje signala iz stvarnog svijeta iz jednog oblika energije u drugi, čime se omogućuje mnogo različitih mikrosenzora, mikroaktuatora i mikrosustava. Dok su funkcionalni elementi



MEMS-a minijaturizirane strukture, senzori, aktuatori i mikroelektronika, najznačajniji elementi su mikrosenzori i mikroaktuatori. Mikrosenzori i mikroaktuatori su prikladno kategorizirani kao “pretvornici”, koji su definirani kao uređaji koji pretvaraju energiju iz jednog oblika u drugi. U slučaju mikrosenzora, uređaj obično pretvara izmjereni mehanički signal u električni signal. Konkretno, MEMS tehnologija je omogućila smanjenje veličine mnogih tipova senzora, aktuatora i sustava za redove veličine, dok često čak poboljšava performanse senzora (npr.

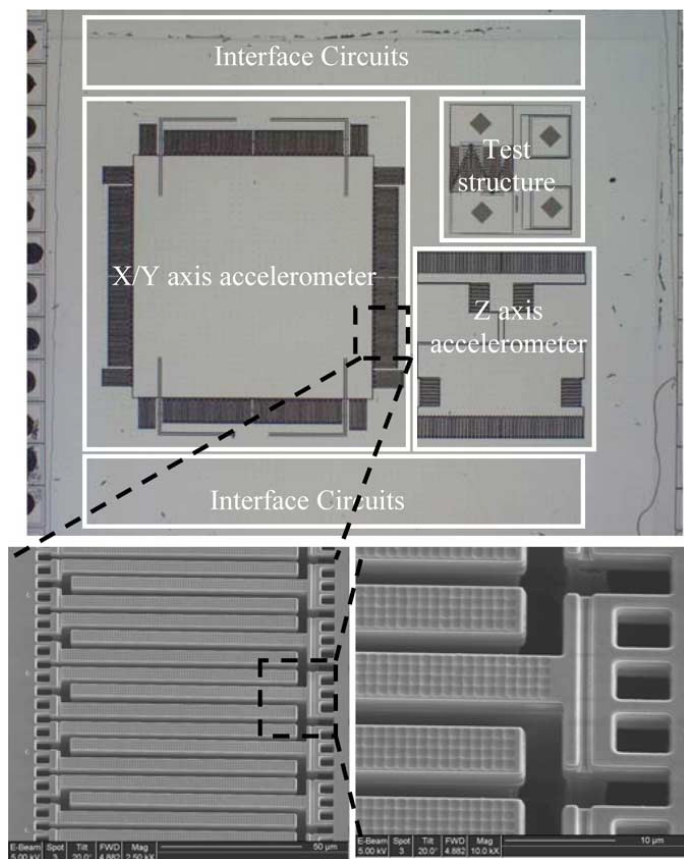
Components of MEMS



Slika 1 – Prikaz komponenti MEMS-a

inercijski senzori, optički sklopovi, sustavi biokemijske analize)

Ručni dizajn ovih sustava je izuzetno težak zbog interdisciplinarnosti prirode sustava te zbog velikog broja interakcija sustava. Simulacije koje uspješno predviđaju izmjerene rezultate zahtijevaju pravilnu identifikaciju i konstrukciju modela mikromehaničkih komponenti. MEMS koristi prednosti dobro uhođenih proizvodnih metoda koje se rutinski koriste u industriji integriranih krugova kako bi napravio inteligentne uređaje i sustave sposobnima za otkrivanje, aktiviranje i obradu informacija. Metode definiranja MEMS uzorka, koje se obično nazivaju mikroobrada, koriste se za formiranje mehaničkih struktura koje se često realiziraju korištenjem koraka obrade kompatibilnih s onima koji se koriste za izradu integriranih sklopova. Osim toga, rutinski se koriste specijalizirani procesi, novi materijali i prilagođene metode pakiranja. MEMS teme uključuju minijaturizaciju, višestrukost i mikroelektronsku proizvodnju i integraciju.



Slika 2 – SEM snimka MEMS akcelometra

Ogromne tehnološke mogućnosti za MEMS prisutne su u automobilskim aplikacijama, medicini, vojsci i komunikacijskim područjima. Jedan uobičajeni MEMS uređaj u komercijalnoj proizvodnji danas je minijaturni akcelometar koji se koristi za kontrolu aktiviranja zračnog jastuka u automobilu. Nekoliko tvrtki proizvodi ovaj uređaj na temelju raznih fizičkih senzorskih

fenomena. Ostale primjene uključuju biomedicinske senzore tlaka i projekcijske zaslone. MEMS se mogu klasificirati u dvije velike kategorije: senzori i aktuatori. MEMS senzori, ili mikrosenzori, obično se oslanjaju na integrirane metode mikroproizvodnje za realizaciju mehaničkih struktura koje predvidljivo deformiraju ili reagiraju na određenu fizikalnu ili kemijsku varijablu. Takvi se odgovori mogu promatrati kroz različite fizičke metode detekcije uključujući elektroničke i optičke efekte. Strukture i uređaji dizajnirani su tako da budu osjetljivi na promjene otpora (piezootpornost), promjene kapacitivnosti i promjene naboja (piezoelektričnost), s amplitudom obično proporcionalnom veličini podražaja koji se osjeti. Primjeri mikrosenzora uključuju akcelerometre, senzore tlaka, mjerace napreznja, senzore protoka, toplinske senzore, kemijske senzore i biosenzore. MEMS aktuatori, ili mikroaktuatori, obično se temelje na elektrostatičkim, piezoelektričnim, magnetskim, toplinskim i pneumatskim silama. Primjeri mikroaktuatora uključuju pozicionere, ventile, pumpe, deformabilna zrcala, prekidače, rolete i rezonatore.

MEMS je pristup proizvodnji koji prenosi prednosti minijaturizacije, više komponenti i mikroelektronike u dizajn i konstrukciju integriranih elektromehaničkih sustava. Razvoj MEMS-a zahtijeva odgovarajuće tehnologije izrade koje omogućuju definiranje malih geometrija, preciznu kontrolu dimenzija, fleksibilnost dizajna, sučelja s mikroelektronikom, ponovljivost, pouzdanost, visok prinos i niska cijena. Uspjeh MEMS-a kao ključne tehnologije u dvadeset prvom stoljeću uvelike ovisi o rješenju pitanja materijala povezanih s projektiranjem i izradom složenih MEMS uređaja. Mali razmjeri MEMS-a nude priliku za iskorištavanje materijala koji inače ne bi bili dostupni za velike uređaje, kao i iskorištavanje svojstava ovisnih o razmjeru, posebice popuštanja i čvrstoće loma. MEMS također nudi priliku znanstvenicima o materijalima i inženjerima da mogu karakterizirati materijale na načine koji do sada nisu bili mogući. Mikroelektromehanički sustavi potiču napredak i usavršavanje u sadašnjim i budućim istraživanjima.

### Literatura

1. Simulation of microelectromechanical systems by Fedder, Gary Keith. University of California, Berkeley ProQuest Dissertations Publishing, 1994. 9529295.
2. Judy, Jack W (2001). Microelectromechanical systems (MEMS): fabrication, design and applications. Smart Materials and Structures, 10(6), 1115–1134. doi:10.1088/0964-1726/10/6/301
3. <https://www.mems-exchange.org/MEMS/what-is.html> (pristup 15.6.2022.)
4. Processing and characterization of piezoelectric material and integration into microelectromechanical systems by Polla, Dennis L; Francis, Lorraine F; United States, Palo Alto, 1998.
5. Young, D. J., Zorman, C. A., & Mehregany, M. (2010). MEMS/ NEMS Devices and Applications.
6. Mehregany, M. (1993). Microelectromechanical systems. IEEE Circuits and Devices Magazine, 9(4), 14–22. doi:10.1109/101.250229

# Predviđanje strukture proteina

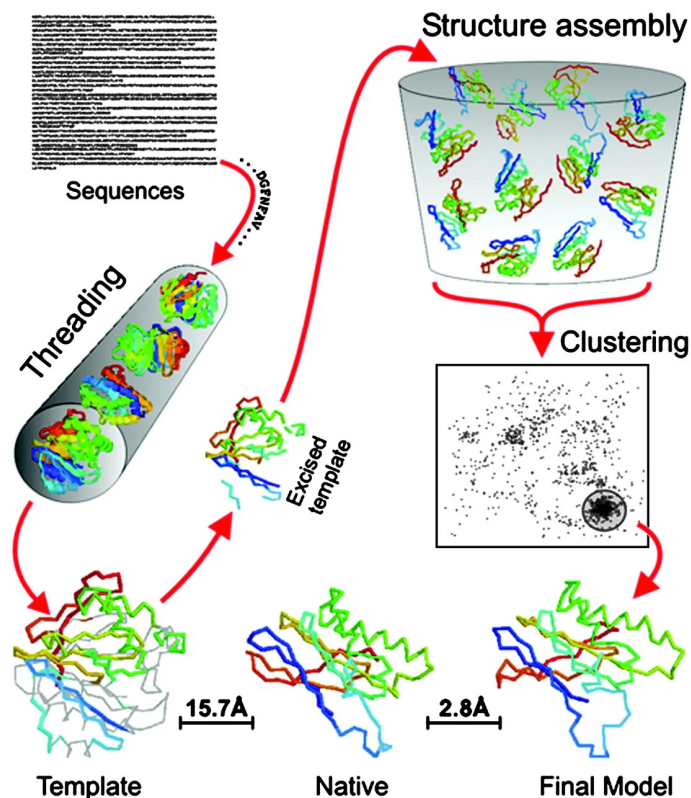
Sanda Keškić (FKIT)

Protein, kao jedna od najraširenijih i najsloženijih makromolekula u živim organizmima, privlači veliku pozornost. Proteini se međusobno razlikuju prvenstveno po svom slijedu aminokiselina, što obično rezultira različitim prostornim oblikom i strukturom te stoga različitim biološkim funkcijama u stanicama. Predviđanje trodimenzionalne strukture (3D) proteina iz njegove aminokiselinske sekvence izazov je koji već dugi niz godina fascinira istraživače u različitim disciplinama. Modeliranje strukture proteina se temelji na slijedu i strukturnoj homologiji. Mala varijacija u slijedu proteina može donijeti veliki opseg strukturnih varijacija u nativnoj strukturi. Točno poznavanje 3D strukture proteina vrlo je važno, ali je vrlo teško dešifrirati nativnu strukturu proteina koja se nalazi u fiziološkim uvjetima tijela.

Poznavanje 3D strukture proteina ili tercijarne strukture osnovni je preduvjet za razumijevanje funkcije proteina. Trenutno, glavne tehnike koje se koriste za određivanje strukture proteina su rendgenska kristalografija i nuklearna magnetska rezonancija (NMR). U rendgenskoj kristalografiji protein se kristalizira, a zatim se pomoću rendgenske difrakcije određuje struktura proteina. Određivanje strukture rendgenskom kristalografijom nije uvijek jednostavno i ponekad traje čak tri do pet godina. Prednost NMR-a odnosu na prvu metodu je u tome što se protein može proučavati u vodenom okruženju koje može više nalikovati njegovom stvarnom fiziološkom stanju. Predviđanje strukture proteina često se dijeli na tri područja: De novo predviđanje, prepoznavanje nabora i modeliranje homologije. Razlika između ovih područja obično se temelji na mjeri u kojoj se informacije u nizu i strukturne baze podataka koriste u izgradnji modela.

De novo predviđanje u svom najčišćem obliku ne koristi informacije u bazama podataka, a cilj je predvidjeti strukturu proteina koja se u potpunosti temelji na zakonima fizike i kemije. Pojam *ab initio* ili *de novo* također se primjenjuje na predviđanje strukture proteina za koje ne postoji slična struktura u Protein Database (PDB), ali gdje lokalni slijed i strukturni odnosi koji uključuju kratke fragmente proteina, kao i predviđanje sekundarne strukture, uključeni su u proces predviđanja. Prepoznavanje preklopa, koje se često naziva "threading", odgovara slučaju kada jedna ili više struktura (predložaka) sličnih danaj ciljnoj sekvenci postoje u PDB-u, ali se ne mogu lako identificirati.

Ovdje je glavni izazov pronaći najbolji skup predložaka, ali općenito će biti teško izgraditi točan



Slika 1 – Shema Critical Assessment of Protein Structure Prediction (CASP)

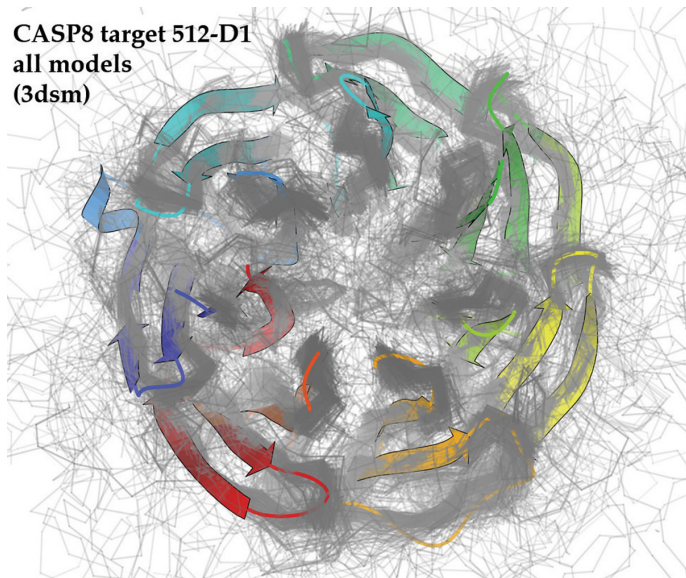
model. U trenutnoj fazi tehnologije, najtočniji modeli se dobivaju kada se u PDB-u može pronaći jedan predložak koji ima visoku razinu sličnosti sekvence s ciljnim proteinom. Proces izgradnje modela iz takvog predloška naziva se homologija ili usporedno modeliranje.

*Critical Assessment of Protein Structure Prediction* (CASP) je svjetski eksperiment za predviđanje strukture proteina koji se odvija svake dvije godine od 1994. godine. CASP pruža istraživačkim skupinama priliku da objektivno testiraju svoje metode predviđanja strukture i istraživačkoj zajednici i korisnicima softvera pruža neovisnu ocjenu stanja tehnike u modeliranju strukture proteina. Iako je primarni cilj CASP-a pomoći u unapređenju metoda identificiranja trodimenzionalne strukture proteina iz njegovog aminokiselinskog slijeda, mnogi na eksperiment gledaju više kao na "svjetsko prvenstvo" u ovom području znanosti. Više od 100 istraživačkih skupina iz cijelog svijeta redovito sudjeluje u CASP-u i nije neuobičajeno da cijele grupe mjesecima obustave svoja druga istraživanja dok se fokusiraju na pripremu svojih poslužitelja za eksperiment i na izvođenje detaljnih predviđanja.

Računalno potpomognuto predviđanje konformacije proteina/tercijarne strukture moglo bi olakšati predviđanje tercijskih struktura za proteine s poznatim sekvencama i nepoznatim strukturama, razumijevanje preklapanja proteina, inženjering proteina tako da se mogu ugraditi nove funkcije i dizajniranje lijekova.



## CASP8 target 512-D1 all models (3dsm)



Slika 2 – Ciljna struktura (vrpce) i 354 predviđanja zasnovana na šablonu (super siva okosnica Calpha); CASP8

Računalno predviđena trodimenzionalna struktura proteinskih molekula pokazala je korisnost u mnogim područjima biomedicine, u rasponu od približnih

obiteljskih zadataka do preciznog probira lijekova. Gotovo 40 godina, međutim, točnost predviđenih modela bila je diktirana dostupnošću bliskih strukturalnih predložaka. Nedavno je postignut napredak u poboljšanju modela niske rezolucije bliže izvornim; ovo je omogućeno kombiniranjem informacija temeljenih na znanju iz više izvora strukturalnih predložaka, kao i poboljšanjem energetskog toka polja sila temeljenih na fizici. Nažalost, nije bilo bitnog napretka u razvoju tehnika za detekciju udaljeno homolognih šablona i za predviđanje novih struktura proteina.

### Literatura

1. Bairoch A, Bougueleret L, Altairac S, Amendolia V, Auchincloss A, Puy GA, Axelsen K, Baratin D, Blatter M, Boeckmann B, et al. The universal protein resource (UniProt) Nucleic Acids Res. 2008;36:D190–195.
2. Kopp J, Bordoli L, Battey JN, Kiefer F, Schwede T. Assessment of CASP7 predictions for template-based modeling targets. Proteins. 2007;69:38–56.
3. Jauch R, Yeo HC, Kolatkar PR, Clarke ND. Assessment of CASP7 structure predictions for template free targets. Proteins. 2007;69:57–67.
4. Zhang Y, Skolnick J. Scoring function for automated assessment of protein structure template quality. Proteins. 2004;57:702–710.



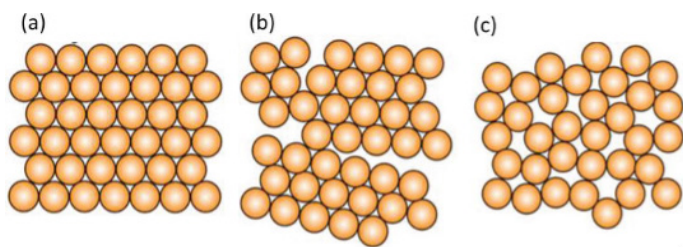
## Metalna stakla

Luka Marijan Alešković (KTF)

Staklo je krhako i tvrdo, dok je metal duktilan i savitljiv materijal. Trenutno postoji materijal koji je nelomljiv i zove se metalno staklo. Metalno staklo spaja prednosti metala i stakla te nadilazi njihove nedostatke.

Riječ staklo potječe od latinskog izraza *glæsum* koji se koristi za označavanje sjajnog i prozirnog materijala. U kemiji, doduše, stakla karakterizira struktura molekula, a ne prozirnost. Staklo je u širem smislu definirano kao krutina koja nema pravilnu kristalnu strukturu (amorfnu strukturu) i pokazuje staklenu promjenu iz krutog u tekuće. Prema tome, metalna stakla su metali bez pravilne raspodjele atoma u kristalnoj rešetki.

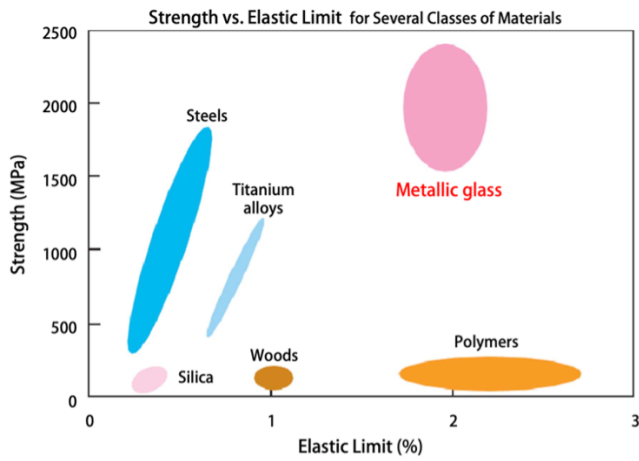
U posljednje vrijeme su aluminij, čelik i plastika jedni od najkorištenijih materijala na svijetu. Plastika je vrlo prilagodljiv materijal zbog svoje jednostavne obrade, ali ju karakterizira niska čvrstoća u usporedbi s metalima. S druge strane, aluminij i čelik gube bitku s plastikom u području njihove obrade kako bi se dobili vrlo složeni oblici. U tom smislu, metalna stakla se natječu i s metalima i s plastikom. Ovi materijali, u usporedbi s plastikom, imaju dobru čvrstoću i žilavost te se mogu oblikovati u bilo kojem složenom obliku, za razliku od metala. Također posjeduju visoku otpornost na koroziju



Slika 1 – Atomska raspodjela a) kristala b) polikristala i c) amorfne strukture

i habanje. Dakle, možemo reći da su metalna stakla materijali koji imaju dobra svojstva metala (kao što su čelik i aluminij) kao i dobru prilagodljivost poput plastike.<sup>1</sup>

Amorfni metali imaju veću vlačnu čvrstoću tečenja i više granice elastične deformacije od polikristalnih metalnih legura, ali su njihova duktilnost i čvrstoća na umor materijala niža. Amorfne legure imaju niz potencijalno korisnih svojstava. One imaju tendenciju da budu čvršće od kristalnih legura sličnog kemijskog sastava. Nadalje, metalna stakla imaju visoku električnu provodnost te pokazuju svojstva supravodljivosti pri niskim temperaturama. Za razliku od metala, gdje se povećanjem temperature povećava električni otpor kod metalnih stakla se električni otpor smanjuje zbog amorfne raspodjele atoma. Toplinska provodnost amornog metala je manja od kristalnog.



Slika 2 – Usporedba čvrstoće u odnosu na granicu elastičnosti metalnog stakla i drugih materijala

Neke od primjena metalnih stakla nailazimo u raznim područjima:

- Sport – glava palica za golf, okviri teniskih reketa
- Elektronika - različiti oblici optičkih zrcala, kućišta u mobitelima i elektromagnetskim instrumentima, elektromagnetske zaštitne ploče, meke magnetske prigušnice, meke magnetske visokofrekventne zavojnice, materijal visokofrekventne antene
- Medicina - biomedicinski instrumenti kao što su dijelovi endoskopa
- Vojna tehnologija - meci za probijanje oklopa, protutenkovski projektili itd.
- Zrakoplovstvo – koriste se metalna stakla koja su čvršća od titanija
- Strojarsvo - dijelovi motora s visokim zakretnim momentom, opruge, ploče za premazivanje visoke otpornosti na koroziju<sup>2</sup>



Slika 3 – Par predmeta napravljenih od metalnog stakla, lijevo – golf palica, desno - zupčanik

Metalna stakla s kritičnom debljinom izljeva (engl. *critical casting thickness*) od 1 do 100 mm mogu se naći u literaturi pod engleskim nazivom, *bulk metallic glasses*.

Metalna stakla su privukla pozornost znanstvenika diljem svijeta i postala jedno od najaktivnijih istraživačkih područja znanosti o materijalima. Od kasnih 1980-ih, Europska unija Sjedinjene Američke Države, Japan i druge zemlje povećale su svoju potporu u ovom području i uspostavile značajno velike istraživačke projekte.

#### Literatura

1. <https://www.intechopen.com/chapters/70175> (pristup 10.6.2022.)
2. Zhang W, Inoue A, Wang XM, Developments and applications of bulk metallic glasses, *Reviews on Advanced Materials Science*, 2008



Slika 4 – Primjeri metalog stakla

# ZANIMLJIVOSTI

Kombinacijom samo 20 različitih amino kiselina ljudsko tijelo proizvodi više od 100 000 različitih proteina.

Jedna pčela tijekom svog života proizvede otprilike jednu čajnu žličicu (5 g) meda.

Znanstvenici sa Sveučilišta primijenjenih znanosti u Grisonsu su 2021. izračunali broj  $\pi$  do  $62.8 \cdot 10^{12}$  znamenki. Time su srušili rekord od  $31.4 \cdot 10^{12}$  znamenki postavljen iz 2019.

SADRŽAJ  
vol. 6, br. 8

KEMIJSKA POSLA

3. ZORH susret .....	1
Business week .....	2
Dan karijera 2022. ....	3
7. Izložba inovacija Ivanić grad I3G .....	4

ZNANSTVENIK

Superračunala .....	5
Samoobnavljajući beton .....	8
Zašto med nema rok trajanja? .....	9

BOJE INŽENJERSTVA

Zašto su cijene goriva tako visoke? .....	10
Utjecaj buke na ljudsko zdravlje .....	13
Studenti na terenu: Holcim .....	14
Terenska nastava: Desalinacija vode na Dugom otoku .....	16

SCINFLUENCER

MEMS .....	19
Predviđanje strukture proteina .....	21
Metalna stakla .....	22

