

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 genijalno se biologijom, zoologijom i znanje u različitim tekstova sačuvarati normu za daljnji tek u zajednici znanstvenika koji su se pobili u teoriji i u praksi. Bivio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim



## JEDNA DINAMIČNA GODINA

STR. 7

## ELEMENTI BILJNE ISHRANE – 2. DIO

STR. 11



## ARSEN U RIŽI

STR. 17



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,

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

Od iduće akademske godine, *Reaktor ideja* kao i Studentska sekcija Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa nastavljaju s radom pod novim vodstvom.

S ponosom i zadovoljstvom Vam predstavljam novo uredništvo *Reaktora ideja*.

Dosadašnja urednica rubrike *Kemijska posla*, Dubravka Tavra, u dvije se godine istaknula kao izvrsna autorica članaka i urednica te je svojom svestranošću i širokim znanjem neizmjereno doprinijela radu i kvaliteti časopisa. Od jeseni preuzeti će funkciju glavne urednice i voditi *Reaktor ideja* u njegovoj četvrtoj godini neprekinutog izlaženja.

Za novu urednicu rubrike *Znanstvenik* imenovana je Ana Vukovinski, studentica diplomskog studija Primijenjena kemija i autorica više od deset izvrsnih članaka. Rubriku *Stand-up kemičar* preuzet će Hrvoje Tašner, student preddiplomskog studija Primijenjena kemija. Novi urednici osim kvalitetom članaka, istaknuli su se i kao članovi Studentske sekcije vodeći niz projekata i aktivnosti. Rubriku *Boje inženjerstva* nastaviti će voditi dosadašnja urednica Aleksandra Brenko.

Za novu predsjednicu Studentske sekcije HDKI-ja izabrana je Tina Zubović, studentica diplomskog studija Primijenjena kemija.

Ovaj broj posvetili smo raznolikim temama, a ponajviše materijalima, ekologiji i prehrambenoj tehnologiji.

*Nadamo se da ćete u 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 9846  
Faks: +385 1 487 2490  
e-pošta: studenti@hdk.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:

Sofija Kresić  
Helena Bach-Rojecky

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 4 Br. 8, Str. 1–20

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

Zagreb,  
lipanj 2020.

#### SADRŽAJ

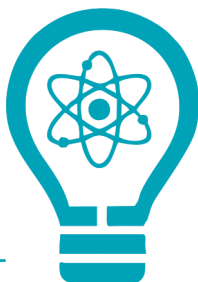
Kemijska posla .....	1
Znanstvenik .....	9
Boje inženjerstva .....	14
Stand-up kemičar .....	19



# KEMIJSKA POSLA

## Materijali – svuda oko nas

*Katarina Sokač (FKIT)*

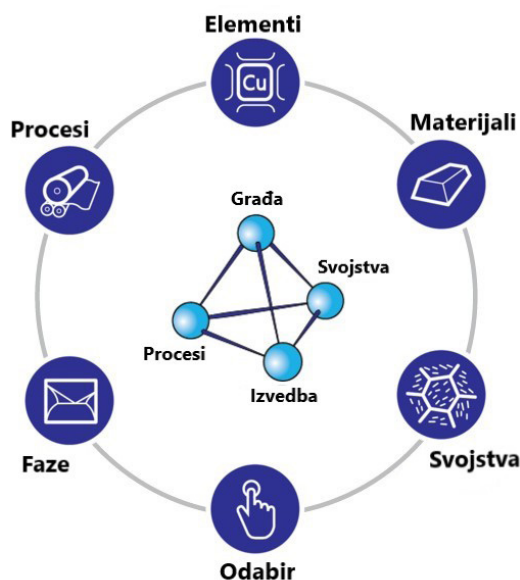


Od samih početaka civilizacije, otkrića raznih materijala i njihova obradba u brojne predmete namijenjene za svakodnevnu uporabu predstavljali su poboljšanje kvalitete života. Njihovu važnost moguće je iščitati i iz naziva pojedinih povijesnih razdoblja, kao što su kameno, brončano ili pak željezno doba. Nazivi tih povijesnih razdoblja odgovaraju tada otkrivenim materijalima ili najčešće korištenim materijalima. U početku su ljudima koristili za izradu raznih alata, oružja, nakita, ukrasa i slično, a s vremenom je došlo do razvoja složenijih pomagala.

Objedinjenje inženjerske struke s fundamentalnim znanostima poput kemije, fizike i matematike omogućilo je pronalaženje poveznice između kemijskog sastava, građe i svojstava pojedinih materijala, a može ih se podijeliti na metalne, polimerne, keramičke i kompozitne materijale. Tako se različiti materijali upotrebljavaju npr. u automobilskoj i zrakoplovnoj industriji, a neki drugi u svrhu proizvodnje kućanskih aparata ili pak građevinskih

elemenata.<sup>1</sup> Prisutan je konstantan porast količine i raznovrsnosti materijala pa je tako u posljednjih 50 godina zabilježen veći broj novih materijala u odnosu na sva prethodna stoljeća, a prema procjeni na globalnoj razini čovjek na raspolaganju ima otprilike 70 000 vrsta tehničkih materijala primjenjivih u različite svrhe.<sup>2</sup> Načini preradbe materijala i njihova građa uvjetovani su kemijskim sastavom, a s obzirom na građu materijali imaju osnovna svojstva koja uvjetuju rasprostranjenost njihove primjene.<sup>1</sup>

U današnje vrijeme aktualna je kombinacija materijala koje karakteriziraju specifična svojstva u svrhu dobivanja proizvoda sa željenim funkcijama, a navedeno je posebice prisutno kod kompozitnih materijala. Neki od faktora koji utječu na stanje s materijalima u svijetu su stopa rasta broja stanovnika, udio pojedine starosne skupine, potrošnja, zalihe sirovina i mogućnost ponovnog iskorištavanja pojedinih proizvoda. Dakako, važnu ulogu ovdje igraju i društveni, gospodarski i politički odnosi. Porast broja stanovnika



Slika 1 – Paradigme znanosti i tehnologije materijala<sup>3</sup>

utjecao je na sve veću potrošnju materijala u različite svrhe. Također, potrošnja je znatno veća u industrijski razvijenim zemljama u odnosu na nerazvijene zemlje, a veća stopa rodnosti kao posljedicu ima i veću potrebu za materijalima. Iako se postavlja pitanje o količini sirovina za proizvodnju raznih materijala i njihovoj ograničenosti, pojava novih tehnologija omogućuje uspješno iskorištavanje siromašnijih izvora i vađenje sirovina iz podmorja i velikih dubina. Također, provedbom geoloških istraživanja u zemljama slabije razvijenosti neprestano se otkrivaju novi izvori sirovina. Udio recikliranih materijala raste, a sve veća važnost pridaje se i materijalima nastalim iz obnovljivih sirovina.<sup>2</sup>

Kako bi se materijal tijekom industrijske proizvodnje adekvatno tretirao, potrebno je poznavati karakterističan ciklus kroz koji prolaze gotovo svi tehnički materijali. Taj ciklus sastoji se od ekstrakcije, preradbe ili obradbe

materijala u svrhu dobivanja željenih svojstava i karakteristika, uporabe, recikliranja i na kraju odbacivanja kada dođe do gubitka uporabnih svojstava materijala uslijed kontinuiranog djelovanja raznih kemijskih ili fizičkih faktora. Nadalje, iskoristivost dobivenog materijala samo je djelomična budući da tijekom procesa preradbe i obradbe mogu nastati razne vrste otpadnih materijala te je cilj svake industrije povišenje iskoristivosti materijala. Također, racionalno korištenje nastalog otpada u nekim fazama proizvodnje predstavlja svojevrsnu uštedu. Postupno gubljenje uporabnih svojstava materijala može biti posljedica korozije, raznih deformacija i lomova ili pak trenja i trošenja. Tretmanom površine materijala na odgovarajući način produljuje se njegova trajnost, a omogućena je i primjena ekonomski isplativijih osnovnih materijala čime se smanjuju ukupni troškovi, dok se oplemenjivanjem njihove površine postiže zaštitni efekt. Trajnost je iznimno bitan kriterij pri odabiru materijala. Ugradnjom novih dijelova umjesto dotrajalih pronalaskom racionalnih rješenja postiže se zadovoljavajući efekt uz uštedu, a intenzivno održavanje industrijske opreme na takav način praksa je i u Republici Hrvatskoj.<sup>2</sup>

Povećanje proizvodnje materijala i razni postupci njihove preradbe i obradbe nažalost nepovoljno utječu na prirodne procese, krenuvši od iscrpljivanja prirodnih resursa sve do zagađivanja okoliša. Također, tijekom recikliranja materijala koji su izgubili uporabna svojstva moguć je razvoj otrovnih plinovitih produkata. Ako se materijal više puta vraća u početne stadije preradbe, osnovne vrste moguće je onečistiti čime dolazi do promjene njihovih svojstava. Recikliranje je moguće provesti toplinskim, kemijskim ili mehaničkim putem. Republika Hrvatska spada u zemlje koje karakterizira oskudica vlastitih materijala pa je s njima potrebno racionalno postupiti.<sup>2</sup>

Veliki značaj materijala utjecao je na nastanak novog područja znanosti koje se bavi materijalima i njihovom tehnologijom. Postoji velika poveznica između njihove građe, kemijskog sastava i uporabnih svojstava. Vijek trajanja materijala moguće je produljiti raznim tretmanima obradbe njihove površine, a neosporivo postoji sve veća potreba za proizvodnjom te preradbom i obradbom materijala koji uvelike utječu na poboljšanje kvalitete života.



Slika 2 – Raznolikost materijala<sup>4</sup>

#### Literatura

1. J. Šundrica, N. Jurjević, M. Prčan, Znanost i tehnologija materijala s osvrtom na primjenu, Naše more, 51(3-4) (2004) 105-120
2. T. Filetin, Važnost tehničkih materijala danas, [http://titan.fsb.hr/~tfiletin/pdf/vaznost\\_materijala\\_ege1.pdf](http://titan.fsb.hr/~tfiletin/pdf/vaznost_materijala_ege1.pdf) (pristup 20.6.2020.)
3. Mrežna stranica <https://grantadesign.com/all-about-materials/a-clear-view-of-the-materials-paradigm/> (pristup 20.6.2020.)
4. Mrežna stranica <http://www.corr-tech.com/sb.htm> (pristup 21.6.2020.)

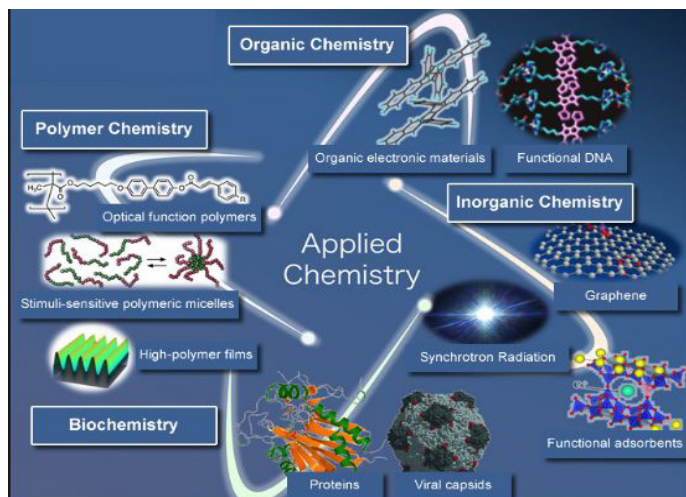


# Primijenjena kemija i čista kemija: sličnosti i razlike

Antonija Karakaš (FKIT)

Prirodna znanost koja se bavi proučavanjem svojstava, strukture i promjene tvari zove se kemija. Kemija se naziva još i centralnom znanostu jer rijetko koje istraživanje može proći bez kemije. Svrstava se u STEM područje zajedno s matematikom, fizikom te biologijom.

Kemijskim načelima se koristi niz znanosti, odnosno u svakoj znanosti možemo pronaći dio kemije. Moderna kemija nastala je prije otprilike 200 godina, a utemeljenju kemije kao znanosti puno su pridonijeli alkemičari s težnjom da metale pretvore u zlato. Ocem moderne kemije smatra se Antoine Laurent de Lavoisier koji je u kemiju uveo vagu te od tada se kemija definira kao egzaktna znanost. Prema definiciji, kemija se može podijeliti na dvije glavne grane, a to su: čista i primijenjena kemija. Glavna razlika između te dvije grane je ta da se čista kemija bavi razmatranjem činjenica i teorija kemije u znanstvenim odnosima, bez nužnog pozivanja na praktičnu primjenu. Dakle, čista kemija je usredotočena na razumijevanje osnovnih svojstava i procesa. Kako stvari funkcioniraju, zašto rade, od čega su načinjene i kako se ponašaju, sve su stvari koje čista kemija pokušava razumjeti.<sup>1</sup>



Slika 1 – Ilustracija primijenjene kemije kao znanstvenog područja

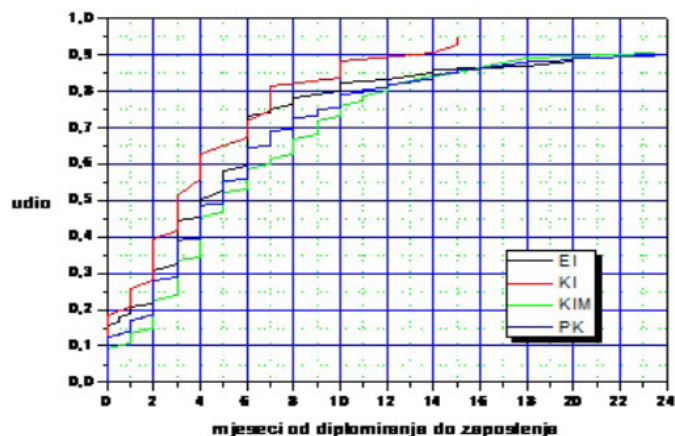
Promatrajući iz drugog ugla, primijenjena kemija (engl. *applied chemistry*, njem. *Technische Chemie*), pokušava pronaći, kako i samo ime kaže, primjenu u raznim područjima od interesa. Danas se rade brojna istraživanja u području novih materijala, naftne industrije, farmaceutike, antitumorskih lijekova i zagađenja okoliša. Sve je to predmet primijenjene kemije. Nisu otkrivena nova znanstvena načela, ali postojeće znanje koristi se za razvoj novog proizvoda. Istraživanja detrdženata za rublje vjerojatno nam neće dati nove koncepte o sapunu, ali će nam pomoći razviti materijale

koji našu odjeću čiste, troše manje vode i stvaraju manje količine onečišćenja. Mnoga istraživanja rade naftne kompanije. Žele pronaći bolje načine napajanja vozila, bolja maziva za smanjenje trošenja motora i bolje načine za smanjenje onečišćenja zraka.

Nije uvijek sasvim jasno radi li se o čistoj ili primijenjenoj kemiji. Ponekad je teško razlikovati čisto i primijenjeno istraživanje. Ono što može početi kao jednostavno postavljanje pitanja može rezultirati vrlo korisnim informacijama. Ako znanstvenici proučavaju biokemiju mikroorganizma koji uzrokuje bolest, uskoro mogu pronaći informacije koje bi sugerirale način stvaranja kemikalije koja bi mikroorganizam inaktivirala. Spoj se može koristiti za učenje više o biokemiji, ali također se može upotrijebiti za liječenje bolesti.

Hemoglobin je protein u crvenim krvnim stanicama koji transportira kisik u krvotoku. Znanstvenici su proučavali hemoglobin kako bi naučili mehanizam vezanja kisika i njegovog prijenosa kroz organizam. Iz ovog je istraživanja došlo razumijevanje kako protein mijenja oblik kada se kisik veže na njega. Te su informacije tada primijenjene kako bi se pomoglo pacijentima s anemijom srpastih stanica, poremećajem uzrokovanim abnormalnom strukturom hemoglobina zbog kojeg se molekule hemoglobina skupljaju kad kisik napusti protein. Osnovno znanje o strukturi proteina dovelo je do boljeg razumijevanja široko rasprostranjene bolesti i otvorilo vrata za razvoj tretmana.<sup>2</sup>

Čista se kemija u Hrvatskoj može studirati na sveučilištima u Zagrebu, Osijeku, Rijeci i Splitu. Nakon završetka studija, studenti se većinom zapošljavaju u raznim institutima gdje se bave znanostu ili kao profesori predaju u obrazovnim ustanovama, ovisno radi li se o istraživačkom ili nastavničkom smjeru. Tijekom studija, studenti Primijenjene kemije (PK) susreću se s brojnim tehničkim i inženjerskim kolegijima, iako neće steći titulu inženjera. Stjecanjem inženjerskih znanja proširuje se spektar zaposlenja jer ova grana kemije inzistira na praktičnoj primjeni. Primijenjeni kemičari kompetentni su za rad u širokom spektru industrija kao što su: kemijska industrija, prehrambena industrija,



Slika 2 – Mjeseci protekli od diplomiranja do zaposlenja za studente FKIT-a<sup>3</sup>. Legenda: EI – Ekoinženjerstvo, KI – Kemijsko inženjerstvo, KIM – Kemija i inženjerstvo materijala, PK – Primijenjena kemija

farmaceutska industrija, naftna i petrokemijska industrija, elektroindustrija, metaloprerađivačka industrija, industrija gume i plastike, industrija papira te boja i lakova. Osim industrije, PK-ovci zapošljavaju se i u javnom sektoru: raznim institutima, zavodima, dok neki odluče stečeno znanje prenijeti na mlađe generacije pa svoju karijeru grade u obrazovanju. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, jedina je visokoobrazovna ustanova u Republici Hrvatskoj koja obrazuje primijenjene kemičare. Prema istraživanju koje je proveo Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, 2014. godine su se, promatrajući smjerove, PK-ovci najbrže zapošljavali, dok je vodeće mjesto pri zapošljavanju 2017. godine odnio studij Kemijskog inženjerstva. Istraživanje je također pokazalo da 80 % studenta pronađe posao u roku od godinu dana nakon završetka studija.<sup>3</sup>

Naravno, zapošljavanje ovisi i o gospodarskoj situaciji u zemlji. Promatrajući trenutačno ponudu poslova

zanimanje primijenjeni kemičar puno je traženije u inozemstvu, nego u Hrvatskoj te je kao takvo puno bolje plaćeno u inozemstvu. To možemo pripisati i boljem standardu zapadnih zemalja. Razvijenije zemlje imaju jako dobro razvijenu kemijsku industriju, brojne pogone te su u odnosu na Hrvatsku imaju veći broj stanovnika pa samim time trebaju i više radne snage.

Bilo da se radi o čistoj ili primijenjenoj kemiji, znanost bi trebala pružiti napredak čovječanstvu te poboljšati kvalitetu života, a ne stvarati međusobne razlike.

### Literatura

1. <https://study.com/academy/lesson/what-is-the-difference-between-pure-applied-chemistry.html> (pristup 15.6.2020.)
2. <https://courses.lumenlearning.com/cheminter/chapter/pure-and-applied-chemistry/> (pristup 15.6.2020.)
3. <https://www.fkit.unizg.hr/zaposljavanje> (pristup 15.6.2020.)

## Ekoinženjerstvo u Hrvatskoj

Petra Tomulić (FKIT)

Ekoinženjerstvo je tehnička znanost koja se koristi načelima kemije i kemijskog inženjerstva pri razvitku inovativnih tehnologija s primarnim ciljem poboljšanja stanja okoliša, a pri tome se u obzir uzimaju ekonomski aspekti i dostupni resursi.

Gdje uopće rade ekoinženjeri u Hrvatskoj? Njihovo znanje je primjenjivo u svakom dijelu života. Prilikom izgradnje određenih postrojenja ili građevina potreban je ekoinženjer koji radi za Ministarstvo zaštite okoliša i energetike kako bi napravio pravilnu procjenu utjecaja na okoliš (PUO).<sup>1</sup> Važnu ulogu imaju i prilikom ispitivanja različitih stanja u okolišu, primjerice voda, zraka i tla. Rade i u različitim tvrtkama gdje kontroliraju njihov utjecaj na okoliš. Zaduženi su za provedbu različitih LCA testova kojima se može predvidjeti stanje u okolišu koje će neki proizvod ostaviti nakon njegove proizvodnje, korištenja te na kraju, kada je to potrebno, zbrinjavanja.<sup>2</sup> Znanja ekoinženjera se mogu primijeniti i prilikom proizvodnje. Drugaćijim razmišljanjem i novim pogledima na način na iskorištavanje materijala koji dolaze iz okoliša moguće je proizvesti predmete koji ne da samo smanjuju količinu otpada u okolišu, već su biorazgradivi, reciklabilni i manje financijski zahtjevni.

Ono čemu želi svaki ekoinženjer doprinijeti je održivi razvoj, odnosno svakim svojim postupkom težiti k tome. No, je li to moguće u Hrvatskoj? Hrvatska zaista ima mnogo prirodnih ljepota koje je moguće iskoristiti za održivi razvitak, ali priča o pozitivnom utjecaju na okoliš je uvijek bila negdje u samoj pozadini. Što se više



Slika 1 – Kuća čija je vanjština 90 % sagrađena od recikliranog i ponovno korištenog materijala<sup>3</sup>

ide u budućnost to se počinje više raspravljati o takvim problemima. Međutim, to još uvijek nije dovoljno.

Opće je poznato da vlada NIMBY (engl. *not in my backyard*) efekt u hrvatskoj javnosti. Ukoliko postoji neka ideja o gradnji određenih postrojenja ili lokaliteta kojima je svrha primjerice zbrinjavanje otpada, često dolazi do otpora naroda zbog uvjerenja o lošim utjecajima koji dolaze s tim. Na ekoinženjerima je da educiraju javnost o problemima koji nastaju tijekom gradnje, ali i o dobrim posljedicama kojima će se dugoročno poboljšati kvaliteta života.

Jedan od velikih problema prilikom poboljšavanja stanja u okolišu je svakako financijske prirode. U svijetu je još uvijek jedna od najrazvijenijih industrija ona koja koristi fosilna goriva, pa su njihovi proizvodi najdostupniji javnosti. Sve se više osvještava kakav je njihov utjecaj na okoliš. Ukoliko govorimo o manje razvijenim zemljama



## KEMIJSKA POSLA

kojima nije primarni cilj se brinuti za okoliš nego razviti svoje gospodarstvo, tehnologiju i ostale grane, najčešće se koriste najjeftinijim resursima. Ekoinženjeri moraju biti oni koji će održivi razvoj načiniti dostupnim svima. Potrebno je na inženjerski način riješiti probleme onečišćenja okoliša te educirati i poticati javnost o tome kako smanjiti utjecaj na okoliš, a pri tom smanjiti troškove. Često se razmišlja o održivom življenju kao o nečemu što je skupo i nedostižno u manje razvijenim državama, no korak k tome kreće od jednog čovjeka koji nije odložio svoju plastičnu bocu na odlagalište nego ju je odvojio u vrećicu za takvu vrstu otpada. Taj način razmišljanja se



Slika 2 – Vožnja biciklom ima dobar utjecaj na okoliš, ali i na ljudsko tijelo.

mora stvoriti u narodu. Ono što se čini kao mali utjecaj je zapravo nešto puno veće ukoliko gledamo dugoročno. Veliki problem je također tako zvana „Comfort zona“. Uvijek je lakše uzeti plastičnu vrećicu iz trgovine ili kupiti vodu u plastičnoj boci nego nositi staklenu ili metalnu. Lakše je ići na posao, u školu i na fakultet automobilom nego biciklom ili javnim prijevozom. Lakše je baciti otpad na javno odlagalište nego što ga je pravilno zbrinuti. Lakše je, no ne znači da je ispravno. To je još jedan od problema sa kojima se suočavaju ekoinženjeri. Činjenica je da je vrlo teško uvjeriti ljude da rade ispravniju stvar koja je ipak malo „teža“, radi nekog višeg cilja. Zato se tu uvode zakoni, regulative i novčane kazne, no često je problem njihove provedbe.

Ekoinženjeri imaju sve veći doprinos i važnost u svijetu, no često se stavljaju njihovi ciljevi u drugi plan zato što se još uvijek nije provela dovoljna količina edukacije o takvim problemima. Razvijene zemlje trebaju ulagati u to da se smanji utjecaj na okoliš u i manje razvijenim državama zato što na kraju svi udišemo isti zrak i živimo na istoj Zemlji. Potrebna je suradnja i međusobno poticanje između ljudi kako bi se riješili gorući problemi u svijetu, ali i time dopustili ekoinženjerima da doprinesu održivom razvitku.

### Literatura

1. <https://mzoe.gov.hr/puo-spuo-4012/4012> (pristup 21.6.2020.)
2. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/consumer-footprint-basket-products-indicator-food> (pristup 21.6.2020.)
3. <https://inhabitat.com/modern-dutch-house-built-from-salvaged-billboards-and-umbrellas/> (pristup 22.6.2020.)



## Kemijsko inženjerstvo nije kemija

Stjepan Džalto,  
mag. ing. cheminmg. (HDKI)

Kada bismo sve koji su diplomirali na fakultetima kemijskog inženjerstva pitali što su očekivali pri upisu takvog fakulteta, dobili bismo nevjerojatno različite (i brojne naivne) odgovore, dijelom od ljudi koji su iz ljubavi prema kemiji upisali „kemijsko inženjerstvo“.

Ali to nije za osudu. Izvjesnije jest da osudimo taj naziv koji nas varljivo tjera da mislimo da se radi o nekakvoj „kemiji“. Rekli bismo: „Pa u nazivu je, što nam više treba? Zar moramo dalje uopće istraživati?“.

I nismo samo mi prevareni. Prevaren je cijeli svijet – ako pogledate na svjetske grupe kemijskih inženjera na Facebooku, i dalje je jedno od najčešće postavljenih pitanja: „Koja je razlika između kemije i kemijskog inženjerstva?“.

Interes za odgovoriti na takvo pitanje je uvijek velik i svi žele „naivcima“ pokazati što je bolje. Jedan od najboljih odgovora je da je razlika u tome što kemijski inženjeri ne znaju ništa o kemiji.

To je perolaka istina i ne treba čuditi što je jedan profesor volio reći da je on u svojoj karijeri naučio napisati možda ukupno jednu kemijsku reakciju.

Kemijski inženjeri i kemičari uistinu govore različitim jezikom i ponekad su mi upitnici iznad glave dok slušam predavanje kemičara. Bez obzira na to, mora postojati komunikacija kemičari-kemijski inženjeri, a onda dalje komunikacija kemijskih inženjera s ostalim inženjerima.

Zgodno je što će ovaj članak biti objavljen prije nego što srednjoškolci konačno odaberu svoje usmjerenje i nadam se da će im olakšati u odabiru kemija ili inženjerstvo. Toplo im preporučam da pogledaju popis kolegija na svim studijima prije upisa i vrlo će brzo shvatiti da se na kemijskom inženjerstvu u prosjeku sluša jedna kemija po semestru, a ostali kolegiji su inženjerski.

Tek na diplomskom studiju se kemijsko inženjerstvo počinje nazivati „procesno inženjerstvo“ (Aham!! sad (možda) znamo što studiramo – vođenje i upravljanje



operacijama u industriji), što ne bi bilo loše nazivati „industrijsko inženjerstvo“.

Kemičari se češće bave znanstvenim radom (rade na institutima i fakultetima gdje provode istraživanja, objavljuju znanstvene članke, provode veći dio radnog vremena u laboratoriju) i na taj način otkrivaju postupke i spojeve koji će možda jednog dana biti komercijalno primijenjeni.

Kemijski inženjeri se češće bave stručnim radom. Vrijeme provode u industrijskim postrojenjima i primjenjuju nešto što se nazivalo „znanost“ prije nekoliko stotina godina (ili prije nekoliko godina), i nastoje tu znanost pretočiti u veliko mjerilo, u industriju. Nemojte se stoga iznenaditi motom konferencije HDKI-ja Ružičkini dani (koja se ove godine održava u rujnu): „Today Science – Tomorrow Industry“.

Primjer iz prakse je Petrokemija d. d. iz Kutine koja se bavi proizvodnjom gnojiva, a osnovu tog procesa otkrili su prije sto godina Haber (kemičar) i Bosch (kemičar i inženjer).

Ta podjela znanstvenog i stručnog rada nije isključiva te se kemičari i kemijski inženjeri mogu zaposliti u obrnutim ulogama.

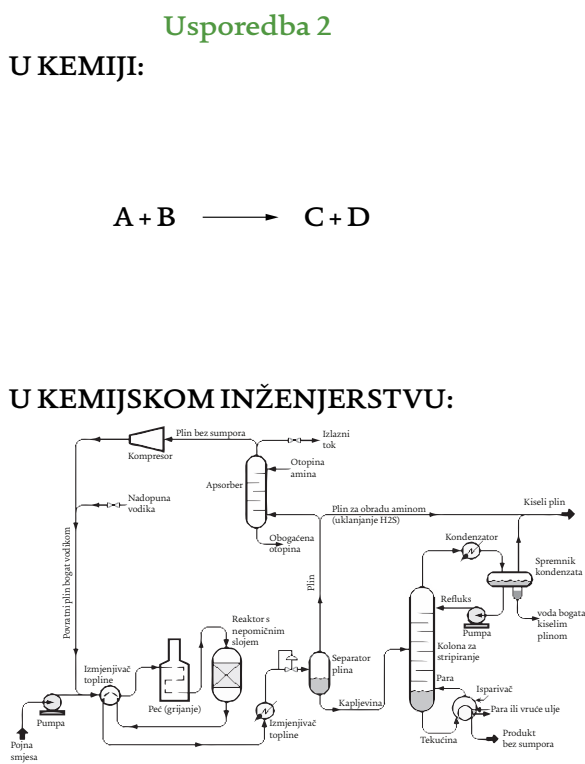
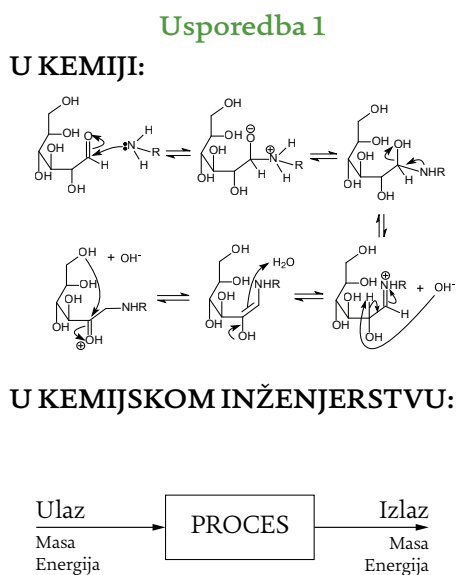
U prošlosti su se kemijski inženjeri bavili i projektiranjem postrojenja u procesnoj industriji (i zaštiti okoliša), a danas to ne mogu jer nemaju vlastitu Komoru. Stoga danas postrojenja projektiraju i grade građevinari i

strojari (najčešće uz tehnologiju koju su ponudili stranci), a vi se trebate snaći na izgrađenom postrojenju na kojem biste možda htjeli promijeniti sto stvari, ali tada je prekasno.

Želim da budete barem malo nezadovoljni zbog takve situacije i onda ćemo možda jednog dana i imati Komoru (a to je pitanje politike).

Prednost znanstvenog rada je u tome što se znanstvenici (uz potporu svojih mentora) mogu baviti bilo kojom tematikom koja postoji, dok je stručni rad ograničen na ono što danas može donijeti zaradu, a u Hrvatskoj i na ono što rade one dvije-tri velike tvrtke. Svejedno, kemijski inženjeri se i dalje bave širokom paletom aktivnosti, a naše znanje je nezamjenjivo za bilo koji postupak poboljšavanja (optimiranja) industrijskih procesa. Naravno da su stoga *problem solving i analytical thinking* najvažnije vještine koje morate razvijati, a nipošto ne smijete zanemariti komunikacijske vještine jer ipak najčešće radite u interdisciplinarnom timu. Uz to troje i malo sreće u životu (i kako rekosmo, poznavanje barem jedne kemijske jednačbe), sigurno ćete biti uspješni.

Za kraj vas ostavljam s dvije potpuno točne usporedbe – u kemijskom inženjerstvu ćemo uvijek nastojati pojednostaviti stvari, pogotovo po pitanju reakcijskih mehanizama, kao što je prikazano usporedbom 1. No s druge strane ipak se bavimo ozbiljnim poslom u kojem je beskrajno bitno poznavanje cijelog postrojenja i procesa kako bismo mogli riješiti kompleksne probleme.



Slika 1 – Usporedba razmatranja procesa

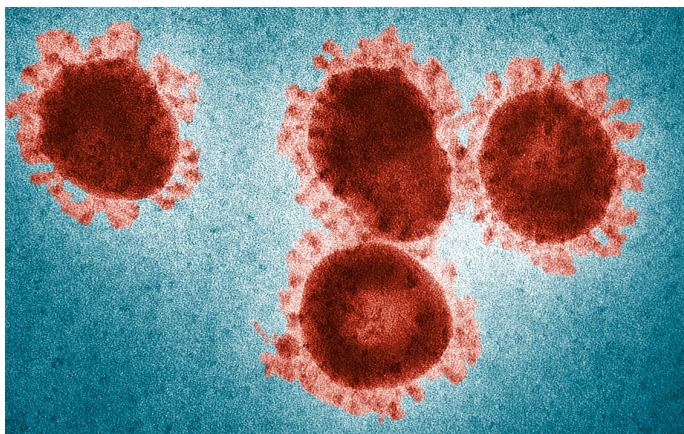


# SARS-CoV-2: kako je došlo do pandemije?

Ana Lucić (Odjel za biologiju, Sveučilište u Osijeku)

Koronavirusi su grupa ovijenih i nesegmentiranih RNA virusa koji spadaju u obitelj *Coronaviridae*, red *Nidovirales*. Cijela skupina virusa je ime dobila po svom izgledu poput krune jer joj nastavci strše izvan virusne ovojnice i vidljivi su pod elektronskim mikroskopom. Široko su rasprostranjeni među ljudima i drugim sisavcima.

Koronavirusi su virusi od kojih većina uzrokuje običnu prehladu, ali novi koronavirus, SARS-CoV-2, djeluje na organizam na način da izaziva dosta težu kliničku sliku u odnosu na ostale koronaviruse jer dolazi do jake virusne infekcije donjeg dijela respiratornog sustava. Određeni broj oboljelih završava smrću, a ostali



Slika 1 – SARS-CoV-2

imaju velike respiratorne probleme. Taj virus je uzročnik bolesti poznate pod nazivom COVID-19 ili „Wuhanska groznica“ i širenje te bolesti uzrokovanom SARS-CoV-2-om je dovelo do nove svjetske pandemije. Koronavirusi su primarno nastanjeni u životinjama kao što su različite vrste mačaka ili šišmiša. Kod MERS koronavirusa su u pitanju bile deve, ali puno češće sve kreće od šišmiša za koje se pretpostavlja da predstavljaju glavne domaće divlje soje tog virusa. Iz tih prirodnih domaćina se virusi mogu proširiti i na ljude te dovesti do infekcije, a takve bolesti nazivamo zoonozama. Istraživanja su pokazala kako SARS-CoV-2 ima 96 % identičan genom kao bliski koronavirus šišmiša, što predstavlja vjerojatni životinjski rezervoar te infekcije. Istraživanjima je dokazano da SARS-CoV-2 dijeli istog pretka s Bat-CoV-om (isolate RaTG13) i Pangolin-CoV-om. MERS koronavirus ili Bliskoistočni respiratorni sindrom koronavirus je vrsta koronavirusa koja može zaraziti ljude, šišmiše i deve.

U Wuhanu je u prosincu 2019. godine došlo do prijenosa SARS-CoV-2 iz nepoznatog domaćina na čovjeka nakon čega se nastavilo širenje s čovjeka na čovjeka jer više nisu bile potrebne životinje u prijenosu virusa budući da se taj virus iznimno lako prenosi. U početku se razmatrala i činjenica da su se sve oboljele osobe zarazile iz nekog zajedničkog tj. istog izvora, ali su počeli obolijevati i zdravstveni djelatnici koji su skrbili za inficirane osobe i time je prijenos s čovjeka na čovjeka postao jasan. Iz Wuhana se bolest proširila u brojne zemlje, a u Europi je trenutačno najveći broj slučajeva u Italiji i Španjolskoj. Prvi slučaj u Hrvatskoj opisan je 25. veljače 2020. godine.

## Literatura

1. National Science Review, Volume 7, Issue 6, June 2020, Pages 1012–1023,
2. Medicinska mikrobiologija - Smilja Kalenić i suradnici (Medicinska naklada, Zagreb, 2013.)

## Jedna dinamična godina u kratkom (ali slatkom) članku

Irena Milardović (FKIT)

Prije otprilike godinu dana postala sam predsjednica Studentske sekcije HDKI-ja, a prve pomisli koje su mi prošle kroz glavu bile su, očekivano: Kako ću se nositi s takvom obvezom? Zašto baš ja? Što ako ću nešto krivo napraviti? Što bi uopće mogla pružiti članovima?

Akademsku godinu 2019./2020. započeli smo sa svega petnaestak članova, no ono što me najviše fasciniralo bila je zainteresiranost studenata da se uključe u Studentsku sekciju, što vjerujem da je rezultat odličnog vodstva Ines Topalović, bivše predsjednice. Pokrenuli smo upise novih članova te danas, na kraju ove akademske godine, ponosno brojimo čak 50 aktivnih članova. Međutim, vratit ću se na

početak i odgovoriti si na prethodno postavljeno pitanje, odnosno što bi mogla pružiti novim članovima; odgovor je osjećaj pripadnosti. To mi je zapravo bila i glavna zadaća; povezivanje studenata, upravo zato jer sam i sama u sekciji stekla prijatelje za cijeli život. Također, obećala sam si jednu stvar – da se nikad ne ponašam kao netko tko šefuje članovima, već kao lider, a time i pokušati prenijeti nekakvo znanje o organizaciji projekata koje sam stekla tijekom prethodnih godina u sekciji.

Na početku godine, u planu i programu našeg rada bilo je otprilike deset projekata koji su se nadograđivali tijekom cijele godine, uz stalne projekte poput Reaktora ideja i Boja inženjerstva. Svaki projekt sadržavao je svoj organizacijski odbor u kojem su članovi obavljali dužnosti poput marketinga, brige o predavačima i sudionicima, oglašavanja na društvenim mrežama itd. Prvi projekt koji smo proveli bilo je predavanje „Što nakon FKIT-a?“, koje je Studentska sekcija organizirala i prije dvije godine, no prisjećajući se pune dvorane i zainteresiranosti naših kolega, odlučili smo ga ponoviti. I zaista, ponovno smo

napunili dvoranu te ugostili odlične predavače koji su svoje studentske dane proveli upravo na FKIT-u, a danas su znanstvenici, inženjeri, asistenti itd. Nedugo nakon prvog predavanja, uslijedio je projekt „SPICE IT UP!“, kojeg smo osmislili kolega i glavni urednik Mislav Matić i moja malenkost. U suštini, ideja je bila da studentima predstavimo zanimljive primjene kemije u znanosti i industriji, a to sve kroz neformalnu panel raspravu u prostoru Kluba nastavnika. Prva tema projekta bila je Kemija u vojsci, koju su nam поближе predstavili pukovnici i satnici Hrvatske vojske. Kalendarsku godinu završili smo s Božićnom pričom u suradnji sa Studentskim zborom FKIT-a te predavanjem „Studentska razmjena i stručna praksa“, gdje je nekoliko bivših studentica FKIT-a ispričalo svoje iskustvo razmjene ili stručne prakse u sklopu ERASMUS+ programa.

Možda i najveći projekt protekle godine bio je *Studentski kongres o HIV-u (SKoHIV)*, prvi takav kongres u Hrvatskoj koji se temelji na kemiji, odnosno biokemiji i molekularnoj biologiji HIV-a. Organizacijski odbor marljivo je radio dva mjeseca kako bi 1. veljače otvorili vrata velike dvorane na Marulićevom trgu 19. svima zainteresiranima za istraživanja na tu temu. Uz četiri plenarna predavanja i jedno pozvano predavanje, studenti su imali prilike čuti o zarazi i terapiji HIV-a kroz povijest te o novim istraživanjima i strategijama izlječenja ovog virusa.



Slika 1 – Organizacijski odbor Studentskog kongresa o HIV-u

Nakon SKoHIV-a, odlučili smo proširiti vidike i organizirati Zimsku školu robotike, kao nastavak na Ljetnu školu robotike. Predavači su zainteresirali studente tematikom i demonstracijom popularnog 3D printanja, načinom izrade i primjenom dronova te predstavljanjem start-up tvrtki Pulsar Laboratories i Iron Bull. U sklopu škole bila je organizirana i radionica u suradnji s Hrvatskim robotičkim savezom.

Potom je uslijedio Znanstveni dan koji se održao u prostorijama Centra za mlade „Bunker“ u Samoboru u sklopu našeg projekta Boje inženjerstva, čije su članice s ciljem popularizacije znanosti među djecom strpljivo i profesionalno izvodile pokuse pred učenicima osnovnih škola, objašnjavajući im i popratne kemijske reakcije.

Nenadano i brzo, uspješan niz završili smo projektom „Kako napisati znanstveni rad?“, čija je tematika bila sami put izrade rada i eksperimentalnog dijela vezanog uz rad, te predstavljanje nekoliko Zavoda našeg fakulteta



Slika 2– Studentska sekcija HDKI-ja na team buildingu

i iskustva studenata koji su već napravili znanstveni rad. Prije nego što nas je zadesila već dobro poznata pandemija koronavirusa, uspjeli smo otići i na *team building* u NP Plitvička jezera te u selo Krasno Polje kojeg se i danas rado sjećamo upravo zbog zabave i druženja u toj jednoj noći na obroncima Velebita.

Nakon zatvaranja fakulteta uslijed pandemije, prestala je mogućnost djelovanja sekcije, barem uživo. Preostala su nam još dva velika projekta, 1. *Studentski kongres o karcinomu (SKoK)* za koji smo također prognozirali veliku zainteresiranost i posjećenost, te već tradicionalni, treći po redu *Business Week*. Kako silan trud članova organizacijskih odbora tih projekata ne bi bespotrebno pao u vodu, racionalno je odlučeno da se ti projekti prebace u sljedeću akademsku godinu. Odlučili smo djelovati i online; potaknuti situacijom s državnom maturom, oživjeli smo naš YouTube kanal i snimili nekoliko predavanja za sve srednjoškolce, koja su im poslužila kao besplatne instrukcije, a na našoj Facebook stranici objavljujani su mini članci Reaktora ideja s tematikom završnih radova naših članova. Tako je i završila ova dinamična godina, a time i moj mandat predsjednice Studentske sekcije HDKI-ja.

Iako ovaj članak pišem kao već bivša predsjednica, a ovo što ću sljedeće napisati zvuči kao govor za Grammy ili Oscar, ne mogu dovoljno nahvaliti svoje članove i prije svega im zahvaliti na svemu, kao i HDKI-ju i FKIT-u na potpori i razumijevanju. Neću lagati, zaista nije lako voditi sekciju od 50 članova i pritom se truditi motivirati ih da ostanu aktivni, no imala sam tu sreću da sam dobila priliku surađivati s ljudima koji su bili spremni izaći iz svoje komfort zone, stoga im veliko hvala. Na volji, brizi i predanosti radu, kao i svakoj pohvali i kritici koje sam dobila. Slobodno mogu reći da sam zadovoljna svime jer sam uspješno odradila najbitniji zadatak – povezala sam članove, a time su se stvorila i nova prijateljstva što je, na kraju krajeva, bit studiranja.

Želim svu sreću novoj predsjednici Tini Zubović i daljnjem djelovanju Studentske sekcije! Voli vas Irena.



# ZNANSTVENIK

## Primjena spinskih stanja metala

*Karla Ribičić (FKIT)*

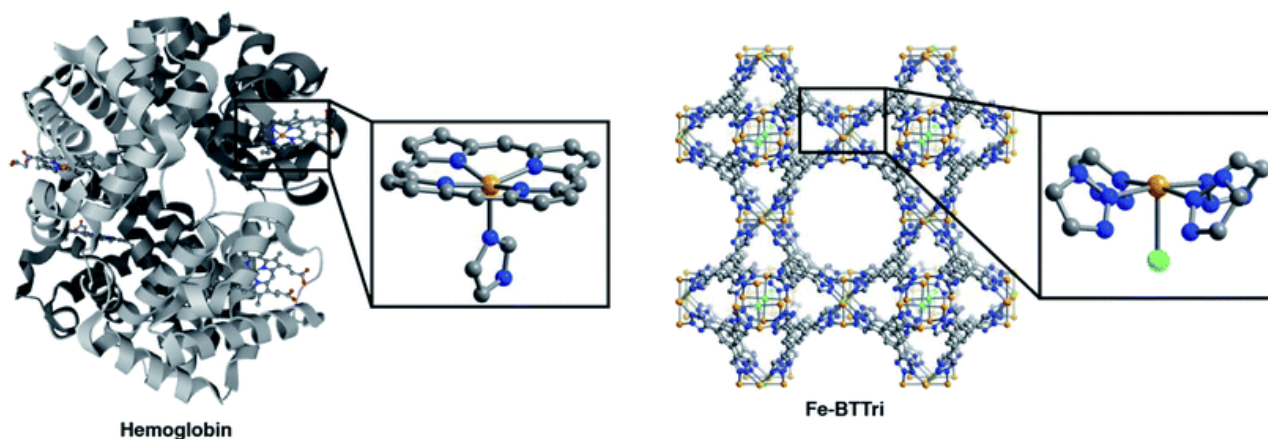
Brojni ioni prvog reda prijelaznih metala mogu stvarati više spinskih stanja u svojim spojevima, ovisno o broju elektrona i cijepanju  $d$ -orbitala.<sup>1</sup> Na temelju toga postoje visokospinski i niskospinski oblici oktaedarskih kompleksa s elektronima u orbitalama  $d^n-d'$ , čiji je broj nesparenih elektrona određen Aufbauovim načelom. Kad se svaka podijeljena  $d$ -orbitala razmatra kao zasebna energetska razina, elektroni se sparuju jer vrijedi Paulijevo načelo isključenja što rezultira stanjem niskog spina.

Balansom spinskih sustava upravljaju dva energetska čimbenika: elektrostaticko odbijanje između dva elektrona u istoj  $d$ -orbitali (energija sparivanja,  $P$ ) i energetski jaz između pojedinih  $d$ -orbitala (funkcija parametra cijepanja polja liganda,  $\Delta$ ).<sup>2</sup> U slučaju kada je  $\Delta > P$ , dolazi do sparivanja elektrona u istoj  $d$ -orbitali te nastaje visokospinska molekula ( $S = 2,5$  ili  $2$ ), dok se u suprotnom slučaju svaki elektron smješta u svoju orbitalu te nastaje niskospinska molekula ( $S = 0,5$  ili  $0$ ). Kada su vrijednosti  $\Delta$  i  $P$  blizu, ravnoteža između niskospinske i visokospinske molekule

ovisna je o toplinskoj energiji čime se mijenjaju njihova kemijska i fizikalna svojstva koja se primjenjuju u biomimetici, katalizi i kemiji materijala.

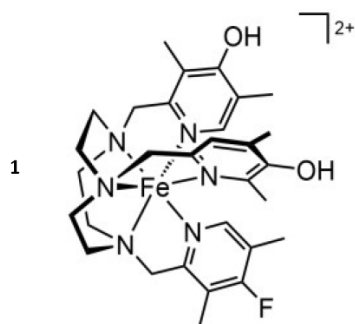
Mnoge bioinspirirane molekule istražuju se u svrhu dizajna selektivnijih adsorbensa za separaciju plinova i malih molekula.<sup>3</sup> Na primjer, metalo-organska mreža sa središnjim ionom željeza, Fe-BTtri veže  $O_2$  na sličan način kao hemoglobin. Navedeni materijal stoga sadrži peterokoordinirane željezne centre u kvadratnoj piramidalnoj geometriji, s ekvatorijalnim mjestima koja su zauzeta heterocikličkim donorima N-atoma i otvoreno koordinacijsko mjesto za vezanje za  $O_2$ , i rezultira visoko selektivnim vezanjem za  $O_2$ . Studije adsorpcije plina i infracrvene spektroskopije potvrđuju da izložena mjesta željeza u mreži reverzibilno apsorbiraju znatne količine  $O_2$  pri niskim temperaturama pretvaranjem visokospinskih, kvadratno-piramidalnih Fe(II) centara aktiviranog materijala u niskospinski, oktaedarski Fe(III) centar i stvaraju se superoksidna mjesta nakon vezivanja plina.

Promjene u oksidacijskom i spinskom stanju u Fe-BTtri dovode do lako reverzibilnog vezanja  $O_2$ , s najvećom  $O_2 / N_2$  selektivnosti za sve željezne mreže, što je poželjno za separaciju plinova iz zraka. Industrijsko odvajanje zraka, kojim dominira odvajanje  $O_2$  i  $N_2$ , ostvaruje se prvenstveno energetski zahtjevnom kriogenom destilacijom jer trenutačne  $N_2$ -selektivne tehnologije temeljene na adsorbentima nisu konkurentne na velikim skalama.



Slika 1 – Usporedba hemoglobina i Fe-BTtri u vezanju sličnih liganada

Najočitiji fizički utjecaj spinskog stanja metala očituje se u magnetskom momentu spoja, koji je uvijek veći u visokospinskom obliku.<sup>4</sup> To je najizraženije kod  $d^6$  metalnih iona poput željeza(II), koji su dijamagnetski u svom niskospinskom stanju, ali su snažno paramagnetski kada su u visokospinskom. Željezovi(II) spojevi mogli bi se koristiti kao sonde za NMR ili slikanje magnetskom rezonancom (MRI), a “uključile” bi se vanjskim poticajem pri čemu dolazi do promjene nisko  $\rightarrow$  visokospinsko stanje. Spoj 1 pokazuje značajnu promjenu spina promjenom kiselosti (slika 2), pa može poslužiti kao sonda za mjerenje pH otopine jer mu se sukladno mijenja i pomak u  $^{19}\text{F}$  NMR spektru. To se odražava u deprotoniranju njegovih hidroksilnih skupina ( $pK_a$  6,0) u bazičnom mediju, koji pomiče ravnotežu spinskog stanja prema visokospinskom obliku spoja, povećavajući njegov magnetski moment.

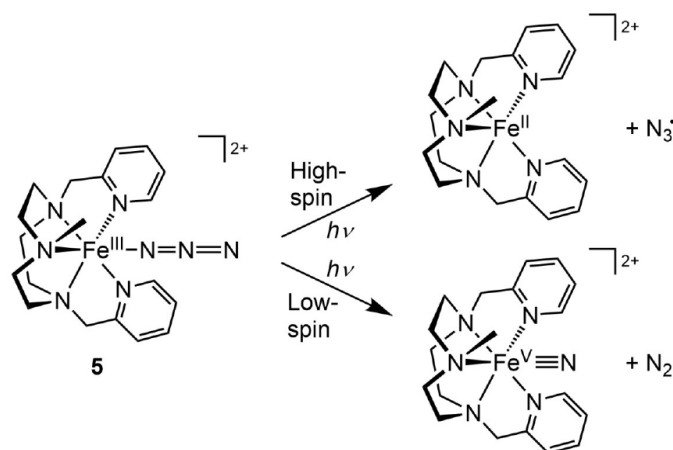


Slika 2 – Kemijska struktura spoja 1

Promjene spinskog stanja dovode do značajnih strukturnih promjena u čvrstom stanju, koje mogu narušiti makroskopska svojstva materijala. To uključuje njegov volumen i mehanička svojstva, jer su visokospinski metalni centri uglavnom veći od njihovih niskospinskih srodnika, što se odražava u većem broju njihovih metal-ligand protuvezujućih  $e_g-d$  elektrona. Promjenjiva dielektrična svojstva, fluorescencija i /ili vodljivost također su dobro poznati u materijalima koji mijenjaju spinsko stanje, odnosno pokazuju takve fenomene. Postoji veliko zanimanje za iskorištavanje tih pojava u uređajima poput sklopki na nano i makroskali.

Dulje veze između metala i liganda, te fleksibilnija koordinacijska geometrija čine visokospinske ione

metala inhibicijski labilnijima od njihovih niskospinskih srodnika, poput spoja 5 (slika 3). Njegov visokospinski oblik ( $S = 2$ ) podvrgava se jednoelektronskoj redukciji nakon UV fotolize, stvarajući  $\text{N}_3 \cdot$  radikal kao nusprodukt. Suprotno tome, niskospinska molekula ( $S = 0$ ) prolazi dvoelektronsku oksidaciju pod istim uvjetima, stvarajući željezni(V) nitrid uz eliminaciju  $\text{N}_2$ .



Slika 3 – Nastajanje radikala iz spoja 5

Ova su razmatranja važna u reakcijama katalitičke oksidacije, koje se odvijaju radikalnim povratnim mehanizmom. Proces je pokrenut apstrakcijom H atoma iz molekule supstrata, često okso-metalnim intermedijarom visoke valencije. Visokospinski ferili javljaju se u enzimima koji sadrže željezo, ali ne i hemsku skupinu, te su aktivniji u procesima prijenosa H atoma (HAT) u odnosu na kemijski slične primjere. Spinska stanja prijelaznih elemenata također utječu na njihova svojstva u kataliziranim reakcijama hidrogenacije i transmetalacije, zamjenjujući tako skupe platinske komplekse željezovim ili niklovim spojevima.

#### Literatura

1. Filipović, I., *Opća i anorganska kemija*, Zagreb, 1988., str. 310.-325.
2. Zarembowitch, J., Varret, F., Hauser, A., Real, J.-A., Boukheddaden, K., *Preface and introduction*, C. R. Chimie, 21 (2018) 1056.
3. Reed, D. A., Xiao, D. J., Jiang, H. Z. H., Chakarawet, K., Oktawiec, J., Long, J. R., *Biomimetic O<sub>2</sub> adsorption in an iron metal-organic framework for air separation*, Chem. Sci., 11 (2020) 1698.-1702.
4. Halcrow, M. A., *Manipulating Metal Spin States for Biomimetic, Catalytic and Molecular Materials Chemistry*, Dalton Trans., (2020)



# Elementi biljne ishrane

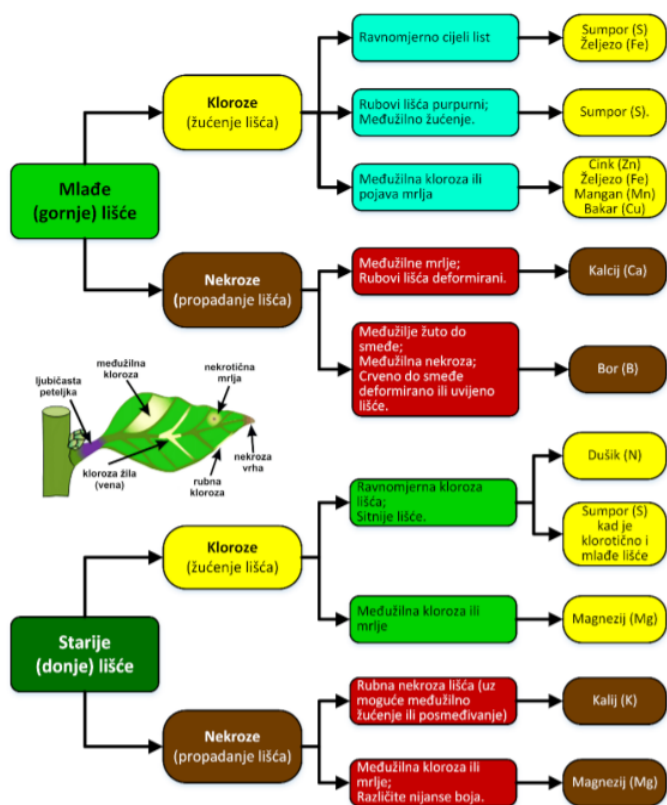
## - 2. dio

Zvonimir Jukić (KTF)

*Simptomi deficita i suficita pojedinih elemenata biljne ishrane te kako ih detektirati?*

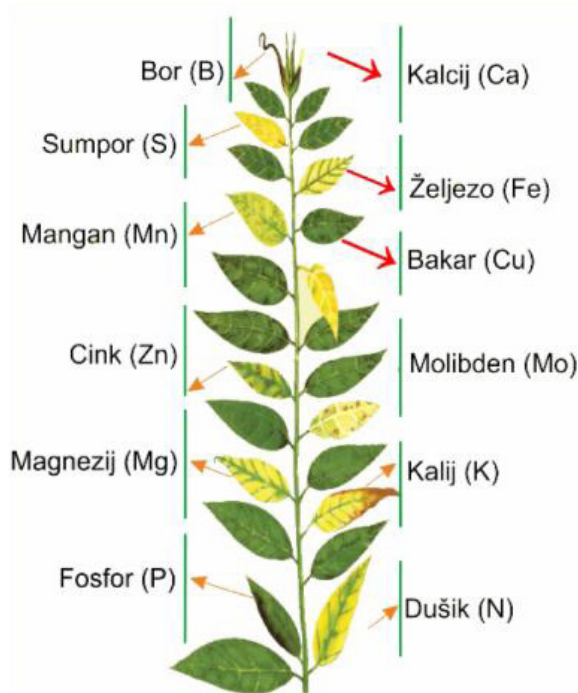
U prvom dijelu upoznavanja s elementima biljne ishrane spominjalo se kako kemijski inženjeri interpretiraju kemijske elemente u ishrani bilja. Točnije, govorilo se o tome što nam oni znače i koja je njihova uloga u rastu i razvoju biljnih kultura. Poznavanje tog područja omogućava nam lakšu i razumniju upotrebu kako organskih, tako i mineralnih gnojiva. Naposljetku je najvažnije, s praktične strane, da znamo kojom vrstom gnojiva ćemo prihraniti naše bilje u svakoj vegetacijskoj fazi.

Biljke su slične ljudskom organizmu po pitanju ishrane pa kod biljnih kultura tako dolazi do određenih fizioloških promjena, tj. stvaraju se simptomi koji ukazuju na nedostatak određenog elementa biljne ishrane. Ono što je zajedničko svim simptomima deficita elemenata ishrane je to da ukazuju na poremećaj čiji je rezultat smanjenje količine i kvalitete prinosa uzgajane kulture. Ujedno je važno poznavati i pokretljivost kemijskih elemenata u biljkama, na primjer, je li se simptom deficijencije elemenata pojavio na starijem ili na mlađem lišću.



Slika 1 – Princip vizualne dijagnostike poremećaja u ishrani bilja po Marschneru

Tipični simptomi nedostatka biogenih elemenata su kloroze koje se očituju kao svijetložuto, reverzibilno obojenje lišća i nekroze kada dolazi do izumiranja dijelova lišća.<sup>1</sup> Dijagnostika je jednostavna kada imamo jedan, dominantan simptom pa se on naziva primarni simptom. Situacija se mijenja kada se pored primarnog simptoma javlja i sekundarni simptom jer otežava determinaciju uzroka pojave simptoma.<sup>2</sup> Zbog toga je ponekad teško dobiti ispravnu informaciju vizualnom dijagnostikom. Da bi imali točnu determinaciju problema, vizualna dijagnostika se nadopunjava kemijskom analizom. Također, u situaciji nedostatka određenog elementa ishrane, biljka slabi te se stvara povoljan teren razvoju bolesti što dalje komplicira vizualnu dijagnostiku. Opskrbljenost biljaka biogenim elementima može se stupnjevati prema posljedicama koje nastaju za biljku kod njihovog nedostatka ili suviška.



Slika 2 – Opći izgled simptoma manjka biogenih elemenata na lišću biljaka

Na početku je spomenuto da nedovoljna opskrbljenost elementima biljne ishrane dovode do slabog rasta i razvoja, odnosno do pada u količini i kvaliteti prinosa. Naime, slaba ishranjenost može usporavati sintetske, a ubrzavati oksidacijske, ili potpuno blokirati životno važne biokemijsko-fiziološke procese.<sup>2</sup> Biljke su stoga razvile mehanizme kojima pokušavaju ublažiti nedostatak nekog esencijalnog elementa. U nedostatku hranjivih elemenata prilikom formiranja novih organa, posebno fotosintetskog aparata i reproduksijskih organa, biljke su sposobne premještati hranjive tvari iz starijih, manje aktivnih tkiva u mlađe i aktivnije. Pri tome dolazi do translokacije i ugradnje u nove spojeve na mjestu potrebe. Takva pojava kod bilja naziva se reutilizacija elemenata.<sup>3</sup> Ta pojava je uglavnom nužno zlo za biljku, a nikako poželjan proces.

Sada dolazimo do opisa općih simptoma i posljedica koji nastaju deficitom ili sufcitom pojedinog elementa ishrane:

Elementi ishrane	Simptomi deficita <sup>4</sup>	Simptomi suficita <sup>5</sup>
<i>Dušik (N)</i>	Reducirani rast vrha biljke i korijena; rast uspravan i vretenast. Listovi su blijedi i žuto-zeleni u ranijim stadijima, a kasnije žuti, ponekad narančasti i crveni. Nedostatak je prvo vidljiv na donjim listovima, a kloroza se širi od vrha prema dnu.	Intenzivni porast vegetacijskih organa uz modrozelenu boju lišća. Dolazi do pada otpornosti na bolesti i sušu te pada prinosa.
<i>Fosfor (P)</i>	Rast vrha biljke i korijena je reduciran, uspravan i vretenast. Listovi su plavo-zeleni u ranijim stadijima, a ponekad tamnije zeleni, dok u kasnijim stadijima postaju grimizni ili ljubičasti; ponekad rubovi listova posmeđe te dolazi do preranog opadanja lišća.	Usporen rast, tamne pjege na lišću koje se šire prema bazi lista, lišće u konačnici opada. Suficit fosfora u prirodnim uvjetima je relativno rijetka pojava.
<i>Kalij (K)</i>	Vršak lista posmeđi, pojavljuju se rubne opekotine lista, dolazi do razvijanja smeđih ili svijetlih pjega na listu koje su brojnije uz rubove. Nedostatak je prvo vidljiv na donjim listovima.	Na poljoprivrednim površinama suvišak tla se javlja rijetko, a moguć je na slanim tlima, pri čemu dolazi do problema s usvajanjem kalcija, magnezija, bora, cinka i mangana.
<i>Kalcij (Ca)</i>	Simptomi se uglavnom javljaju na mladom lišću, pri čemu su mladi listovi izobličeni s vrhom svinutim unazad i rubovima smotanim prema naličju ili licu lista. Rubovi mogu biti nepravilni sa smeđim opekotinama ili pjegama.	Suvišak je rijetka pojava, a očituje se u problemu usvajanja fosfora.
<i>Magnezij (Mg)</i>	Na mladim listovima se pojavljuje međužilna kloroza s klorotičnim područjima, a simptomi su prvo vidljivi na donjim listovima.	Suvišak magnezija uvjetuje deficit kalija i kalcija zbog čega dolazi do nižeg intenziteta rasta uz pad prinosa a zna se manifestirati kroz posebne morfoze.
<i>Sumpor (S)</i>	Mlađi listovi su blijedi, žuto-zelene boje, slično kao kod nedostatka dušika. Rast izdanka pomalo je reduciran.	Rijetka pojava te nema zabilježenih simptoma suviška sumpora.
<i>Cink (Zn)</i>	Međužilna kloroza praćena je venućem klorotičnog područja. Prisutni su patuljast rast i skraćenje internodija.	Suvišak cinka rijetko se javlja te nisu ustanovljeni simptomi u prirodnim uvjetima.
<i>Mangan (Mn)</i>	Svijetlozeleni do žuti listovi s izrazito zelenim žilama, u nekim slučajevima javljaju se smeđe pjege na listovima koje zatim nestaju. Simptomi su obično vidljiviji na mlađem lišću.	Suficit mangana dovodi do toksičnosti koja se manifestira kroz pojavu smeđih mrlja na starijem lišću, a suvišak mangana ujedno izaziva deficit željeza, molibdena i magnezija.
<i>Bor (B)</i>	Snažan utjecaj na točke rasta; stabljike i listovi mogu biti znatno izobličeni, gornji listovi su često žučkasto-crvenkasti i mogu biti oprženi ili uvijeni. Smanjena je oplodnja.	Suvišak bora dovodi do pada oplodnje u biljkama jer bor utječe povoljno na klijanje polenove cjevčice angiospermi.
<i>Bakar (Cu)</i>	Mlađi listovi poprimaju blijedo zelenu boju sa slabom rubnom klorozom.	Suvišak bakra je vrlo rijetka pojava u prirodnim uvjetima.
<i>Željezo (Fe)</i>	Međužilna kloroza mladih listova.	Suficit željeza se rijetko događa, a javlja se u kiselim i slabo prozračnim tlima. Suvišak željeza dovodi do toksičnosti koja se manifestira kroz inhibiciju vegetacijskog rasta, tamnom, plavozelenom lišću i tamnoj boji korijena.
<i>Molibden (Mo)</i>	Listovi postaju klorotični sa smotanim ili kupasto izbočenim rubovima. Nedostatak molibdena često u biljkama rezultira i nedostatkom dušika.	Rijetka pojava, a prepoznaje se po klorozi lišća i usporenom rastu.
<i>Klor (Cl)</i>	Nedostatak u uvjetima poljskog uzgoja nije uočen.	Suvišak klora dovodi do porasta turgora i smanjenja transpiracije uz pojavu sitnih i deformiranih listova.

## Literatura

- <https://www.savjetodavna.hr/2013/05/09/kloroza/> (pristup 19. lipnja 2020.)
- Vladimir Vukadinović, Vesna Vukadinović, *Ishrana biljaka*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 2011.
- <https://www.savjetodavna.hr/2007/05/10/ishrana-povrca-i-gnojidba/> (pristup 19. lipnja 2020.)
- Vladimir Vukadinović, *Vizualni simptomi nedostatka biogenih elemenata i prihrana ozimnih usjeva*
- Irena Jug, *Elementi biljne ishrane*, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek

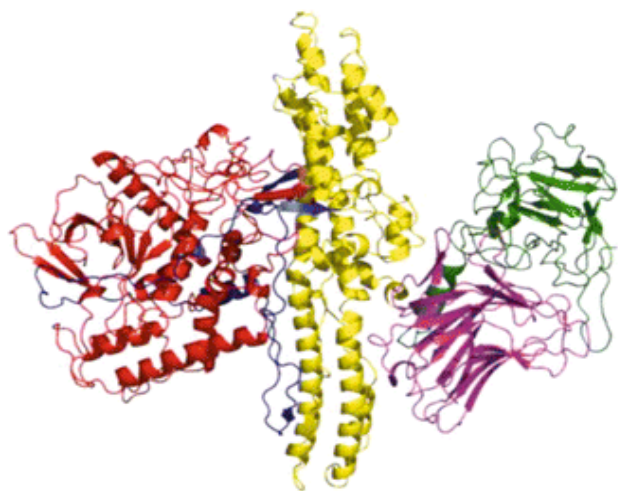


# Botulinum toksin – otrov ili lijek?

Ana Lucić (Odjel za biologiju, Osijek)

Otrovi su sve tvari biljnog ili sintetskog podrijetla koje u dovoljno malim količinama mogu izazvati smrt ili veliko oštećenje organizma ukoliko dođe do gutanja, udisaja ili apsorpcije kroz kožu.<sup>1</sup> Toksičnost se najčešće izražava kao srednja letalna doza L50. Postoje dva tipa kemijskih rizičnih tvari, a to su akutno rizične tvari, koje uzrokuju trenutnu smrt kao što su neki živčani bojni otrovi (VX, ili Sarin GB) i kronično rizične tvari, koje predstavljaju velik rizik za zdravlje ukoliko smo im dugo izloženi.

Botulin je bakterijski otrov, točnije protein anaerobne bakterije *Clostridium botulinum*.<sup>2</sup> Rod *Clostridium* obuhvaća anaerobne gram-pozitivne sporigene štapičaste bakterije. Botulinum toksin je neurotoksin i najotrovnija akutna kemijska supstanca te ujedno i najtoksičniji prirodni protein.<sup>3</sup> Smrtonosna doza tog neurotoksina je 1 ng/kg. Taj otrov ima sedam imunološki različitih tipova označenih slovima od A do G. Botulinum toksin tip A, botulinum toksin tip B i botulinum toksin tip E su otrovni za ljude.



Slika 1 – Struktura izoliranog kompleksa BoNT molekule

Molekula botulina se sastoji od dva lanca. Teži lanac razara aksone i paralizira živce, a lakši lanac ulazi u citoplazmu i sprječava rad živca. Dvije poddomene teškog lanca omogućavaju specifično vezanje za živčane završetke te endocitozu neurotoksina, dok je lakši lanac proteaza koja specifično cijepa SNAP-25, jedan od proteina ključnih za proces lučenja neurotransmitora iz živčanih krajeva. Ono što botulinum toksin čini smrtonosnim je činjenica da izaziva paralizu mišića na mjestu gdje je došlo do dodira s tim neurotoksinom, a sve to je posljedica trajne nemogućnosti prijenosa živčanog podražaja na spojevima mišića i živaca jer ne dolazi do oslobađanja neurotransmitera (acetilkolina i noradrenalina) na živčanim završecima.<sup>2</sup> Botulinum toksin uzrokuje trovanje hranom – bolest botulizam koje je po život opasno stanje. Još od prošlog stoljeća se vjeruje da određene zemlje rade na razvijanju biološkog oružja na bazi botulina.

Djelovanje botulinum toxina:<sup>2</sup>

- 1) vezanje karboksilnog kraja domene teškog lanca (HC-C domena, označenom žutom bojom) za poligangliozide na presinaptičkoj membrani
- 2) endocitoza BoNT-A u sinaptičke mjehuriće uz potrošnju 27 ATP-a aktivnošću vezikularne protonske pumpe; zakiseljavanjem sinaptičkih mjehurića, BoNT-A se protonira što uzrokuje
- 3) translokaciju lakog lanca iz sinaptičkog mjehurića u citoplazmu; laki lanac se oslobađa s HN domene (označeno zelenom bojom) djelovanjem tioredoksin reduktaza-tioredoksinog sustava (TrxR-Trx), što cijepa disulfidnu (S-S) vezu
- 4) laki lanac (označeno crvenom bojom) serotipova B, D, F i G cijepaju VAMP, A i E SNAP-25, C cijepa SNAP-25 i sintaksin, što uzrokuje inhibiciju lučenja neurotransmitora



Slika 2 – Pakiranje Botoxa dostupno na tržištu

Botulinum toksin tip A se koristi kao sastavni dio medicinskog Botoxa, a na tržištu se pojavljuje u kristaliziranom obliku koji se mora držati na određenoj temperaturi.<sup>5</sup> Od kristaliziranog botulinum toksina tip A se neposredno prije primjene priprema aktivni lijek uz pomoć točno određene količine fiziološke otopine. Botulinum toksin tip B se na tržištu naziva Myobloc i predstavlja noviji terapijski oblik koji ima sličan učinak kao Botox, ali ima dulje vrijeme trajanja. Botulinum toksin djeluje lokalno na mišić. Korištenjem botulinum toksina u obliku Botoxa ili Myobloc-a dolazi do blokiranja širenja živčanih impulsa iz živaca u mišiće koji uzrokuju nastanak bora te dolazi do opuštanja facijalne muskulature gdje je primijenjeno potkožno davanje botulinum toksina tip A ili B. Rezultat je manjak bora i svježiji izgled lica.

## Literatura

1. Kalenić, S. i sur., *Medicinska mikrobiologija*, Medicinska naklada, Zagreb, 2013.
2. Rossetto, O., Pirazzini, M., Montecucco, C., *Botulinum Neurotoxins: Genetic, Structural and Mechanistic Insights*, Nat. Rev. Microbiol., 12 (2014) 535–549.
3. <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-prirucnik/infektologija/anaerobne-bakterije/botulizam>
5. Freedman, M., Morrison, B. W., Harwood, M. I., *Minimally Invasive Musculoskeletal Pain Medicine*, CRC Press, 2007., str. 101.





# BOJE INŽENJERSTVA

## Učinkovitost i održivost obnovljivih izvora energije, vol. 7: Energija plime i oseke

*Hrvoje Tašner (FKIT)*

Morske mijene su pojava periodičkog podizanja i spuštanja razine mora. Za vrijeme plime razina mora se podiže, dok se za vrijeme oseke spušta. Morske mijene su uzrokovane gravitacijskim utjecajem Sunca i Mjeseca na mora i oceane te rotacijom Zemlje oko vlastite osi. Razina mora se mijenja zbog neravnoteže centrifugalne i gravitacijske sile. Na mjestu na Zemlji koje je najbliže Mjesecu gravitacijska sila je jača od centrifugalne pa je masa vode privučena prema Mjesecu. Sa suprotne strane Zemlje centrifugalna sila nadvladava gravitacijsku. Na tim dvjema stranama svijeta razina mora je visoka dok je na ostalim dijelovima planeta razina mora niska. Ako stojimo kraj obale mora, primijetit ćemo da se plima i oseka izmjenjuju svakih 6 sati, 12 minuta i 30 sekundi.



**Slika 1** – Postavljanje plimne turbine

Prilikom izmjene morskih mijena, velike količine vode u pokretu sadrže veliku količinu kinetičke energije koju se može pretvoriti u električnu energiju. Tijekom 20-og stoljeća razvijena su 3 tipa tehničkih rješenja: plimne ustave, plimne turbine i plimne ograde.

Bez obzira na tip elektrane, princip rada je isti. Morska voda u pokretu prenosi dio kinetičke energije turbini koja zatim pokreće električni generator.

Trenutačno je u izgradnji nekoliko eksperimentalnih elektrana tog tipa u Francuskoj i SAD-u. Pošto je voda 800 puta gušća od zraka, plimne turbine mogu proizvesti mnogo više energije od vjetrenjača s jednakom veličinom lopatica, no također trebaju biti mnogo izdržljivije i čvršće građene.

## TEHNOLOGIJE PLIME I OSEKE



Slika 2 – Tri tipa elektrana pogonjenih morskim mijenama

Plimne ustave slične su branama. Grade se na ulazu u zaljeve i estuarije te ih zatvaraju čineći strukturu poput akumulacijskog jezera. U dno brane postavljeni su kanali u koje su ugrađene turbine. Tijekom plime voda utječe u zaljev kroz kanale u ustavi pritom pokrećući turbine. Tijekom oseke voda izlazi iz zaljeva i okreće turbine u suprotnom smjeru. Trenutačno je u funkciji nekoliko većih elektrana tog tipa. Najstarija se nalazi u Francuskoj na estuariju rijeke Rance, a maksimalni kapacitet joj je 240 MW električne energije. To je bila i najveća elektrana pogonjena morskim mijenama do 2011. godine kada je dovršena i puštena u pogon elektrana na jezeru Sihwa u Južnoj Koreji. Kapacitet Sihwa elektrane je 254 MW.

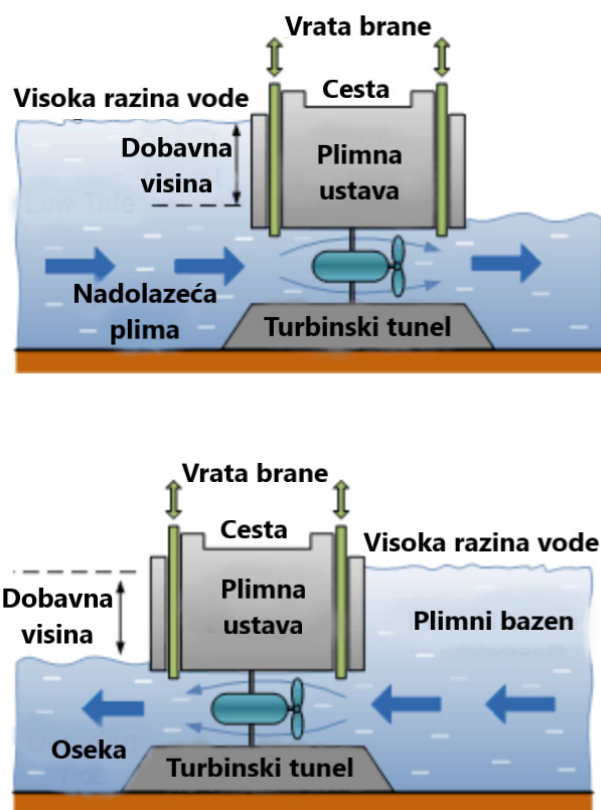
Plimne ograde se kao i plimne turbine postavljaju u polja. Za razliku od plimnih turbina čije se lopatice okreću oko horizontalne osi, lopatice plimnih ograda okreću se oko vertikalne osi. Taj tip elektrane pogonjene morskim mijenama je još uvijek samo koncept.

Bez obzira na tip izvedbe, elektrana pogonjena plimom i osekom posjeduju nekoliko bitnih prednosti. Za razliku od ostalih obnovljivih izvora energije plime i oseke su predvidljive i konstantne što uvelike olakšava upravljanje energetskom mrežom. Nadalje, elektrane pogonjene morskim mijenama su kompaktne. Primjerice, elektrana na jezeru Sihwa je dugačka samo 12,5 km dok solarne farme otprilike istog kapaciteta zauzimaju područje od gotovo 10 km<sup>2</sup>. Iako je izgrađeno tek nekoliko elektrana pogonjenih morskom mijenama pokazale su se iznimno dugovječnim i pouzdanim. Primjerice, francuska elektrana La Rance je u pogonu od 1966.



Slika 3 – Elektrana na jezeru Sihwa

Treća po kapacitetu je elektrana Annapolis Royal Generating Station u Kanadi čiji je kapacitet od 20 MW malen u usporedbi s prethodno navedenim. Izgrađeno je još nekoliko elektrana tog tipa u Rusiji, Kini i Južnoj Koreji, no kapaciteti tih elektrana su svega nekoliko MW. Drugi tip elektrana pogonjenih morskim mijenama su plimne turbine. One su poput podvodnih vjetrenjača. Postavljaju se na morsko dno u polja turbina slično kao što se vjetrenjače postavljaju u polja vjetroelektrana.



Slika 4 – Shema plimne ustave

Dakako da kao i svaka druga tehnologija, energija morskih mijena ima svoje nedostatke. Najočitiiji nedostatak je ograničen broj lokacija na kojima se mogu izgraditi elektrane tog tipa.

Da bi elektrana proizvodila dovoljnu količinu energije, odnosno da bude ekonomski isplativa, razlika visine mora treba biti barem 4 m. Taj zahtjev ograničava postavljanje elektrana gotovo isključivo na obale oceana gdje su razlike razine mora velike. Nadalje, kao i za sve tehnologije u razvoju, početno ulaganje je visoko u odnosu na tradicionalne elektrane. Osim ekonomskih nedostataka, postoji i nekoliko negativnih utjecaja na okoliš. U plimnim ustavama dolazi do zamućenja vode zbog većeg zadržavanja mulja. Veće zamućenje šteti biljnom i životinjskom svijetu unutar ustave. Zamućenjem vode smanjuje se količina sunčevog svjetla koja prodire kroz vodu. To dovodi do odumiranja vodenog bilja, a životinjskim vrstama otežano je pronalaženje hrane i skloništa. Također, zatvaranjem zaljeva uvelike se smanjuje cirkulacija vode te se u zaljevu smanjuje koncentracija kisika, a štetne tvari se brže akumuliraju. Osim toga, generatori velike snage proizvode snažna električna i magnetska polja koja mogu štetiti ribljim vrstama koje se često oslanjaju na elektroosjetljive organe za pronalaženje hrane i navigaciju.

Energija plime i oseke je obećavajuća tehnologija. Iako nema potencijala da postane jedan od glavnih izvora energije zbog predvidljivosti i konstantne opskrbe, dobar je izbor kao nadopuna električnoj mreži priobalnih područja. Kao najmlađi tip obnovljivih izvora energije, ulaganje u nova pokusna postrojenja je ključno za napredak i usvajanje tehnologije u skoroj budućnosti.

#### Izvori

1. <https://www.eia.gov/energyexplained/hydropower/tidal-power.php> (21.6.2020.)
2. <https://www.studentenergy.org/topics/tidal-power>. (21.6.2020.)
3. <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/tidal-energy/> 21.6.2020.
4. <https://www.power-technology.com/features/tidal-energy-advantages-and-disadvantages/> (21.6.2020.)
5. Fundamentals of Ocean Renewable Energy, Simon P. Neill M. RezaHashemi, Chapter 3 Tidal Energy
6. [https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial\\_tides/tides05\\_lunarday.html#:~:text=Because%20the%20Earth%20rotates%20through,or%20from%20low%20to%20high.](https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_tides/tides05_lunarday.html#:~:text=Because%20the%20Earth%20rotates%20through,or%20from%20low%20to%20high.) (22.6.2020)



## Svemirska odjela na prvom komercijalnom letu

Tina Zubović (FKIT)

Od svojeg osnutka 1958. godine, NASA je uspješno lansirala preko 200 misija u koje je bila uključena posada. Iako je svaka misija napredak u ljudskom istraživanju svemira, samo je njih par ostavilo značajan trag u povijesti. Poput prvih koraka na Mjesecu, dan 30. svibnja 2020. smatra se povijesnim danom za čitav svijet i samu budućnost svemirskog programa.



Slika 1 – Lansiranje rakete Falcon-9

Riječ je o lansiranju rakete Falcon 9 s kapsulom Crew Dragon. Raketa Falcon 9 i kapsula su proizvodi privatne kompanije SpaceX čiji je osnivač jedan od inovativnijih umova 21. stoljeća, Elon Musk. Posljednji NASA-in shuttle je lansiran 2011. i otada se koriste ruskom raketom Sojuz. Zadatak izgradnje nove rakete, NASA je prepustila Elonu Musku koji na čelu SpaceX-a.

Musk pokušava napraviti višestruko upotrebljivu raketu recikliranjem njenih segmenata. Raketa Falcon 9 sastoji se od dva segmenta. Prvi segment izgara 2,5 minute prije nego što se ugasi i odvoji od ostatka rakete. Potom se pali drugi segment koji gori šest minuta i dovodi kapsulu u svemir. Kada se kapsula i drugi stupanj odvoje, kapsula će sama doputovati do ISS-a (engl. *International Space Station*) koristeći svoje potisnike. Drugi stupanj bi trebao izgorjeti pri ulasku u atmosferu, dok bi prvi segment trebao sletjeti na posebni brod negdje usred Atlantika. Posada letjelice, astronauti Doug Hurley i Bob Behnken, prvi su ljudi u povijesti koji su napustili Zemlju u komercijalnoj svemirskoj letjelici u vlasništvu privatne kompanije koja njome i upravlja. Let do ISS-a trajao je 19 sati, a vrijeme boravka astronauta na ISS-u još nije određeno. Za svjetski poznatog Elona Muska ta je misija bila prvi korak ostvarenja snova da svemirske letove učini jeftinijima, češćima i dostupnima svima.

Uz letjelicu Dragon koja je posve automatizirana, SpaceX je pozornost privukao i novim dizajnom svemirskih odijela. Ljudsko djelovanje se prilikom obavljanja raznih zadataka izvan letjelice naziva aktivnost izvan letjelice ili izvorno *extravehicular activity* (skraćeno EVA) ili svemirska šetnja. SpaceX odijela nisu napravljena za svemirsku šetnju već za aktivnost unutar letjelice, *intravehicular activity* (IVA). Jedno od poznatijih odijela za aktivnost unutar letjelice je ACES (engl. *Advanced Crew Escape Suit*) popularno nazvan „pumpkin suit“. Jednodijelna svemirska odijela pod tlakom sadržavaju integrirane tlačne mjehure i sustav ventilacije. Kisik se dovodi preko priključka na lijevom bedru nositelja i prenosi se na kacigu preko posebnog priključka na dnu grla. Kaciga i rukavice spojeni su s odijelom pomoću prstena za zaključavanje. Ispod odijela astronauti nose odjeću s maksimalnom apsorpcijom (MAGs), nalik na kratke hlače za inkontinenciju i termičko rublje plave boje, dok plastične cijevi upletene u odjeću omogućuju hlađenje tekućinom i prozračivanje.

Kaciga je pod tlakom, s jasnim crnim vizirom koji se zaključava i smanjuje odsjaj reflektirane sunčeve svjetlosti, koji je posebno bitan tijekom faza prilaska i slijetanja. Komunikacijska kapa nosi se ispod kacige i povezuje se s posebnim utikačem unutar kacige, koji je zatim povezan s interkom sustavom u Orbiteru. Ventil na stražnjoj strani kacige omogućuje prolazak ugljičnog dioksida iz kacige.

Rukavice su također pričvršćene preko metalnog prstena, lagano se oblače, a kuglični ležajevi omogućuju zglobovima da se "okreće". Kada se u odijelu vrši pritisak, rukavice su također pod pritiskom. Dizajn SpaceX odijela nije razrađen koliko je to i opisano ACES odijelo, ali njihova osnovna svrha ostaje ista – zaštititi članove posade od uklanjanja tlaka, gdje se iz kapsule gubi zrak. SpaceX odijelo i sjedalo astronauta su simbiotski povezani preko „umbilikalnog“ kabela koji omogućuje dovod zraka, regulaciju temperature i komunikacijsku vezu. Kacige su 3D printane, a rukavice su osjetljive na dodir te je tako olakšano upravljanje Dragonom.

#### Izvori

1. <https://www.zvezdarnica.com/astronautika/istrazivanja/svemirska-odijela/692> (Pristup 19.06.2020.)
2. <https://www.nytimes.com/2020/05/27/fashion/SpaceX-Dragon-Suits.html> (9.5.2020.)



Slika 2 – NASA-ino svemirsko odijelo

## Arsen u riži

Ana Vukovinski (FKIT)

Riža, jedna od najrasprostranjenijih žitarica diljem svijeta, prvi put se spominje u Kini, čak 2800 godina prije nove ere. Predstavlja osnovnu namirnicu koja čini temelj prehrane za mnoge nacije svijeta, posebice one koje žive u istočnoj i južnoj Aziji. Od osnovne, bijele riže, uz pomoć genetskih modifikacija i promjena uvjeta rasta i razvoja same biljke, danas postoji cijeli niz različitih vrsta riže, poput dugog ili kratkog zna, basmati, Arborio i sl.



Slika 1 – Riža, jedna od najrasprostranjenijih žitarica koja ima veliku nutritivnu vrijednost

Nutritivna svojstva riže dokazuju da je iznimno hranjiva namirnica, siromašna mastima i bogata ugljikohidratima (škrobom) koji čine čak 77 % ukupnog udjela makronutrijenata.

Upravo ugljikohidrati predstavljaju glavni izvor goriva u ljudskom tijelu, stoga njihov unos ne smije biti zanemaren. Riža je ujedno i dobar izvor vitamina B1, B2, B3 i E, kalija i prehrambenih vlakana. Vrlo je lako probavljiva i pomaže pri normalizaciji probave. Pozitivna strana te namirnice je činjenica da je rijetko uzrok alergija i intolerancija.<sup>1</sup>

Iako je značajna žitarica, sastav riže nije bezazlen. U zrnima riže je, naime, prisutan anorganski polumetal, arsen. On se pojavljuje u atmosferi, tlu, stijenkama, vodama i živim organizmima. Od svih izvora, arsen u vodi za piće ima najveći utjecaj na širu populaciju i ljudsko zdravlje. Najveće koncentracije arsena u vodi zabilježene su u zemljama jugoistočne Azije, točnije na području Indije, Kine, Bangladeša, Filipina i Tajvana. Koncentracija arsena u tom području kreće se od 400 do 3400  $\mu\text{g L}^{-1}$ , a odmah nakon jugoistočne Azije slijedi jugoistočna Amerika, gdje se koncentracija arsena u vodi za piće kreće od 140 do 300  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Početkom 21. stoljeća u Indiji su provedena istraživanja u kojima se željela utvrditi koncentracija arsena u vodi za piće, te je tako dobiven podatak da je na litri vode zabilježeno 4 mg arsena. Prema preporuci Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), najveća dozvoljena koncentracija arsena u vodi za piće je 0,01  $\text{mg L}^{-1}$ .

Upravo tako velika izloženost arsenu u konačnici uzrokuje veliki niz bolesti, kao što su arsenikoza i razni karcinomi (npr. karcinom pločastih stanica kože).<sup>2</sup>

Otrovnost arsena i njegovih spojeva ovisi i mijenja se s valencijskim brojem. Na osnovu istraživanja smatra se da trovalentni oblici arsena reagiraju sa -SH skupinama u vitalnim staničnim enzimima čime dolazi do kočenja reakcija u Krebsovom ciklusu i tako se onemogućava razgradnja ugljikohidrata, masti i bjelancevine. To dovodi do smanjenja opskrbljenosti stanica kisikom i zato arsen djeluje paralitički na glatku muskulaturu krvnih žila čime se svrstava u vaskularne otrove. Taj mehanizam djelovanja osnova je pojačanja propusnosti malih krvnih žila probavnog trakta i teških posljedica akutnog trovanja. Paraliza glatkog mišića također uzrokuje vazodilataciju pa je posljedica oštećenje srca i krvnih žila. Arsen djeluje na DNA zbog čega mu se pripisuje mutageno i karcinogeno djelovanje.<sup>3</sup>



Slika 2 – Elementarni sivi arsen

Kao što je ranije navedeno, riža je najčešća prehrambena namirnica upravo u zemljama čije su vode izrazito zagađene arsenom. Navodnjavanje rižinih polja takvom vodom znatno utječe na rast i razvoj biljke. Različite biljke na različite načine akumuliraju elementarne tvari iz okoline u svoje stanice. U usporedbi s ostalim žitaricama, poput ječma i pšenice, riža ima mnogo veće razine arsena. Razlog tome je činjenica da se ona uzgaja u uvjetima koji zahtijevaju mnogo vlage (poplavljeni polji) što dovodi do velike dostupnosti arsena i njegove visoke koncentracije u samoj blizini korijena biljke.

Anorganski arsen može se metabolizirati u organski arsen. Dva organska oblika koji potiču zabrinutost vezanu za značajne toksične učinke su monometilarsonična kiselina (MMA) i dimetilarinska kiselina (DMA). Dok je MMA prisutna samo u tragovima, DMA je dominantna organska vrsta koja se javlja u zrnu riže. Na temelju podataka dobivenih analizom mokraće, primijećeno je da se navedene kiseline dobro apsorbiraju u organizmu (od 75 do 85 %) te se šire na sva tkiva nakon oralne primjene.<sup>4</sup> Sama apsorpcija arsena u organizmu ovisi o godinama i

spolu osobe koja konzumira rižine proizvode. FDA (engl. *Food and Drug Administration*), 2015. godine provela je istraživanje u kojem je bila ispitana konzumacija riže kod američkog stanovništva i njezin utjecaj na koncentraciju arsena u organizmu. 17,3 % ispitanika potvrdilo je da konzumiraju rižu dva ili više puta dnevno u raznim oblicima (kuhana riža, rižini krekeri, rižino brašno i sl.) na temelju čega se zaključuje da je dnevni unos arsena po



Slika 3 – Prikaz nekoliko vrsta riže i žitarica koje se najčešće upotrebljavaju kao njezina zamjena

kilogramu 435 ng, kod odrasle osobe. Smrtonosna doza za ljude kreće se od 1 do 3 mg po kilogramu tjelesne mase dnevno. Iako je vrijednost od 435 ng/kg daleko od one smrtonosne, arsen se u tijelu akumulira i teško se izlučuje, stoga prilikom konzumacije hrane ili vode zagađene arsenom nije prisutna trenutna smrt, ali dugoročno dolazi do razvoja mnogih bolesti.<sup>4</sup>

Basmati riža, najčešće uzgajana u Kaliforniji, predstavlja vrstu riže s najmanjom koncentracijom arsena, za razliku od one uzgajane u Teksasu, kod koje su koncentracije arsena najviše, kao i kod smeđe riže. Zamjena za navedenu žitaricu ima mnogo i njihova je upotreba sve češća. Kvinoja jedna je od namirnica koja ima nisku koncentraciju arsena te je izrazito bogata proteinima. Uz nju, postoji i heljda sa jednakim karakteristikama, a ujedno je i *gluten-free*. Također, proso predstavlja dobru zamjenu za rižu obzirom da je nutritivno jednake vrijednosti, ali sa značajno manjom koncentracijom arsena.<sup>5</sup>

#### Izvori

- <https://www.zdravobudi.hr/clanak/1538/sve-tajne-raznih-vrsta-rize> (pristup 11.06.2020.)
- V. Petrak, G. Pavlović, *Ekotoksikologija arsena*, Zagreb (2015)
- Bošnjir, J., Čulig, J.: *Metali i polumetali u okolišu*, Zdravstveno Veleučilište, Zagreb, 2005
- <https://www.fda.gov/files/food/published/Arsenic-in-Rice-and-Rice-Products-Risk-Assessment-Report-PDF.pdf> (pristup 14.06.2020.)
- <https://www.consumerreports.org/cro/magazine/2015/01/how-much-arsenic-is-in-your-rice/index.htm> (pristup 14.06.2020.)



# STAND-UP KEMIČAR

## | Fun facts

*pripremio Leo Bolješić*

- Štakori se mogu smijati. Smijeh se može izazvati škakljanjem, a pojedine su vrste štakora križane da im ta sposobnost bude izraženija.
- U teoriji je doista moguće umrijeti od „slomljena srca“. Usljed naleta velike količine stresa od prekida veze, rastave braka, smrti bližnjih ili ostalih emocionalnih situacija, može doći do kratkih i intenzivnih zatajenja rada srca.
- Svinje se ne mogu znojiti jer unutar tijela nemaju nikakav oblik lojnih žlijezdi.
- Znanstvenici su uspješno razvili skener oka koji na temelju detalja na rožnici može utvrditi biološku dob pojedinca. Dokazano je da kronološka dob i biološka dob doista ne moraju ići jedno uz drugo.



## Schrödinger's Plates

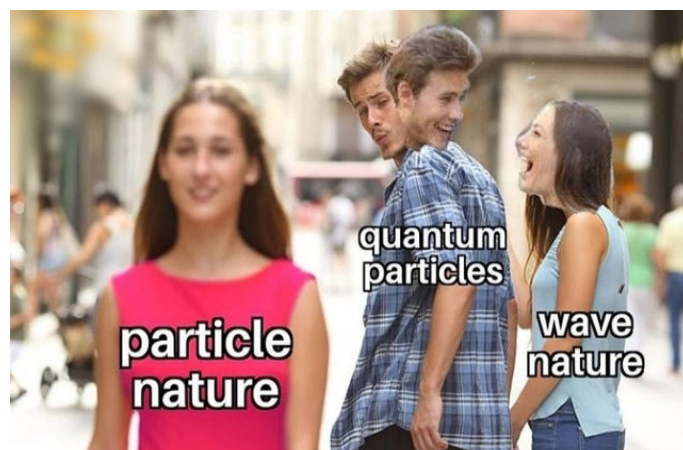


Solving the problem

Finding the most aesthetic and efficient way to write the greek letters

**Me - I feel prepared for my exam.**

**Exam -**



GlaxoSmithKline – dijamantni sponzor Studentskog kongresa o HIV-u

SADRŽAJ  
vol. 4, br. 8

KEMIJSKA POSLA

Materijali – svuda oko nas .....	1
Primijenjena kemija i čista kemija: sličnosti i razlike .....	3
Ekoinženjerstvo u Hrvatskoj .....	4
Kemijsko inženjerstvo nije kemija .....	5
SARS-CoV-2: kako je došlo do pandemije? .....	7
Jedna dinamična godina u kratkom (ali slatkom) članku .....	7

ZNANSTVENIK

Primjena spinskih stanja metala .....	9
Elementi biljne ishrane – 2. dio .....	11
Botulinum toksin – otrov ili lijek? .....	13

BOJE INŽENJERSTVA

Učinkovitost i održivost obnovljivih izvora energije, vol. 7: Energija plime i oseke .....	14
Svemirska odjela na prvom komercijalnom letu .....	16
Arsen u riži .....	17

STAND-UP KEMIČAR

Fun facts .....	19
-----------------	----

