

reaktor IDEJA 2

službeno glasilo Studentske Sekcije HDKI-ja | vol 4

prosinac 2019.

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

UMJETNA INTELIGENCIJA – DIJAGNOSTICIRANJE RAKA

STR. 4

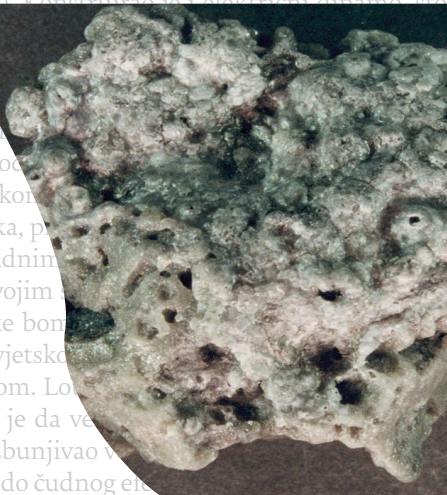
HLADNA PLAZMA KAO NOVA TEHNOLOGIJA U OBRADI HRANE

STR. 10



PROBLEM SVEMIRSKOG OTPADA

STR. 21



ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247
Zagreb



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

I uz to učiniti našu struku sjajnom?

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

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

Podržite rad Studentske sekcije donacijom

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

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

Reaktor ideja – više od studentskog časopisa.



MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

www.mzo.hr





Urednici *Reaktora ideja*

Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam drugi broj *Reaktora ideja* u akademskoj godini 2019./2020. i posljednji broj u ovoj kalendarskoj godini.

U ovome broju, pripremili smo teme iz područja suvremenih i inovativnih tehnologija s naglaskom na tehnologije koje se primjenjuju u kemiji i kemijskom inženjerstvu.

Također, donosimo Vam i vijesti o događajima koje je provela Studentska sekcija HDKI-ja.

Želimo Vam sve najbolje za nadolazeće blagdane te Vam želimo sretnu i uspješnu 2020. godinu.

S poštovanjem,

Mislav Matić,
glavni urednik

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

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

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 4, Br. 2, Str. 1–32

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

Zagreb,
prosinac 2019.

SADRŽAJ

Kemijska posla	1
Znanstvenik	11
Boje inženjerstva	19
Stand-up kemičar	31





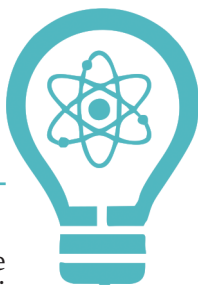
KEMIJSKA POSLA

I Vozila budućnosti?

Ana Vukovinski (FKIT)

Razvoj automatizacije cestovnih vozila potječe od 20-ih godina prošlog stoljeća kada je po prvi puta predstavljeno vozilo bez vozača opremljeno antenom i upravljano radio impulsima drugog vozila. Tim događajem započelo je intenzivno istraživanje u području autonomnih vozila koje će dovesti do značajnih otkrića u narednim desetljećima. Posljednjih godina, interdisciplinarni programi raznih znanosti (strojarstvo, računalne znanosti, elektrotehnika, prometne znanosti itd.) napreduju u području razvoja tehnologija autonomnih vozila te će uz njihovu implementaciju doći do promjena u odvijanju prometnog toka.

S obzirom na značajan broj istraživanja autonomnih vozila, u SAD-u je 2013. godine definirana klasifikacija razina autonomnih cestovnih motornih vozila te se ona danas primjenjuje u cijelom svijetu. Tako je National Highway Traffic Safety Administration postavio klasifikaciju u 5 razina: nulta razina predstavlja neautonomnu razinu; u toj razini vozač je jedini koji potpuno samostalno upravlja vozilom. Na razini jedan autonomija uključuje automatizaciju



nekih parametara vožnje kao na primjer automatizacija elektronske kontrole stabilnosti vozila ili elektronskih pomoćnih sustava kočenja.

Na drugoj razini vožnje barem dva elementa moraju biti automatizirana koja međudjeluju kako bi vozača oslobodili od upravljanja navedenih funkcija. Na trećoj razini, vozila trebaju preuzeti svu kontrolu od vozača; od vozača se u toj razini traži samo pravodobno djelovanje u kritičnim situacijama. Konačno, četvrta razina predstavlja potpuno autonomno vozilo; vozilo je dizajnirano tako da samostalno izvršava sve operacije tijekom trajanja vožnje, od vozača se očekuje unos željene rute, ali s obzirom na to da nikakva druga interakcija nije potrebna, ti automobili mogu prometovati i bez prisustva vozača.¹

Prednost autonomnih vozila očituje se u povećanju kapaciteta prometnica zbog mogućnosti vožnje na manjem razmaku pri većim brzinama vozila, smanjenju upotrebe prostora te smanjenju emisija štetnih plinova. Unatoč svim prednostima autonomnih vozila, postoje i određeni nedostaci. Primjerice, pouzdanost algoritama upravljanja, ponašanje autonomnih vozila u urbanim sredinama, osjetljivost senzora na loše vremenske uvijete (obilna kiša, snijeg, magla), miješanje autonomnih vozila s konvencionalnim prometom, definiranje pravila i algoritama rada ako postoji

više scenarija prilikom nastanka prometne nesreće te naposljetku neovlaštena upotreba autonomnih vozila.

Povijest suvremenih autonomnih vozila započinje s 1953. godinom kada su znanstvenici iz Radio Corporation of America Labs (RCA Labs) konstruirali vozilo vođeno položenim žicama u podu laboratorija.

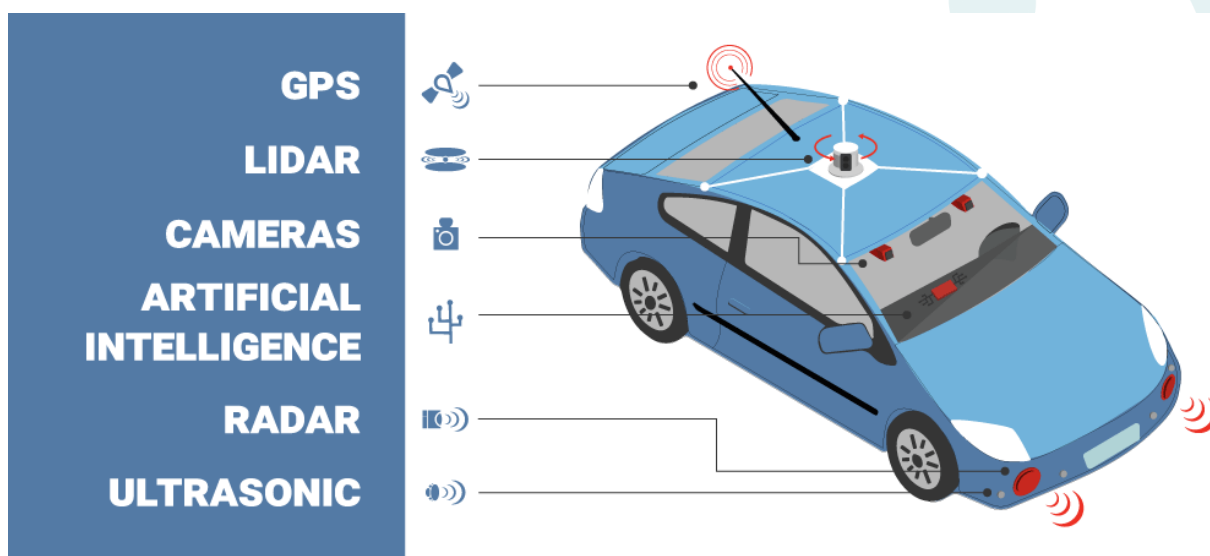
Inspiriran RCA Labs, Leland Hancock je tu ideju primijenio na dionici autoceste. Električne žarulje, koje su se nalazile na rubu kolnika, predstavljale su detektorske krugove te su imale mogućnost slanja impulsa pomoću kojih je vozilo bilo upravljano. Nedugo nakon žarulja, na kolnike su se ugrađivale i magnetne žice pomoću kojih se vozilo kretalo brzinom od 130 km/h bez značajnih odstupanja brzine i smjera kretanja.² Mercedes-Benz je 1980-ih dizajnirao kombi vozilo koje je bilo navođeno vizualnom percepcijom računala. Upravo taj događaj smatra se prekretnicom u razvoju autonomnih vozila novijeg doba zbog primjene računalnih algoritama. Godinama su se nizala dostignuća u razvoju autonomnih vozila, a početkom 21. stoljeća taj se razvoj još dodatno ubrzao. Ranih 2000-ih godina, Nizozemska je predstavila ParkShuttle autonomno vozilo za prijevoz nekoliko osoba. Za upravljanje je upotrebljavalo magnetne žice ugrađene u kolnik, slične onima iz 1960. godina. Prvo u potpunosti autonomno vozilo predstavila je tvrtka VisLab, pod nazivom BRAiVE. Vozilo se uspješno kretalo gradskim ulicama, četverokrakim i kružnim raskrižjima te je prepoznavalo prometna svjetla. Potaknuti tim dostignućem, Tesla je 2014. razvila autopilot, a kasnije ga nadogradila, koji omogućuje potpuno autonomnu vožnju. Autopilot se sastoji od osam kamera koje pružaju 360° vidljivosti do 250 m udaljenosti. Dvanaest ultrazvučnih senzora nadopunjuju kamere, omogućujući otkrivanje i najsitnijih predmeta. Radar, koji se nalazi na prednjoj strani vozila, prikuplja podatke o okruženju na valnoj duljini koja je u stanju vidjeti prepreke kroz jaku kišu, maglu, susnežicu ili prašinu.³

Autonomna vozila konstantno promatraju okolinu pomoću radara i senzora smještenih u vozilu. Neka od senzorskih tehnologija koje se primjenjuju su radari, LIDAR/LADAR, računalni vid, GPS te ultrazvučni senzori. Senzori se mogu podijeliti u dvije kategorije, oni aktivni i pasivni.



Slika 1 – Snimanje okoline u stvarnom vremenu LIDAR senzorom

U aktivne senzore ubrajamo radar, LIDAR, ultrazvučni i radio valovi, dok u pasivne ubrajamo infracrveno zračenje te kamere.⁴ Velik problem stvaraju uvjeti smanjene vidljivosti koji mogu onemogućiti potpuno funkcioniranje nekog od senzora i zbog toga je potrebno imati drugi, pričuvni, koji je na takve uvjete otporan. Na primjer, LIDAR senzor može biti neprecizan prilikom zatrpavanja ceste snijegom pa su u tim situacijama važni radari i kamere. Radar i LIDAR u kombinaciji u vozilu imaju učinkovit raspon pregleda od oko 50 m, ali se to može znatno smanjiti zbog kiše ili drugih loših vremenskih uvjeta. Također, komercijalni GPS sustavi u vozilima imaju preciznost od oko 5 m, ali se u tunelima može dogoditi da znatno promaše svoju lokaciju ili da u potpunosti zakažu.



Slika 2 – Razmještaj senzora u autonomnom vozilu



Te tehnologije omogućuju vožnju na manjim razmacima pri većim brzinama vozila. Tako će se formirati „platoon“ vozila, odnosno cestovni vlak. Posljedica toga bit će povećanje kapaciteta prometnice.⁵ Autonomna bi vozila uskoroj budućnosti trebala smanjiti potrošnju goriva napretkom u dizajnu automobila i učinkovitosti motora s unutarnjim izgaranjem.⁶ Neki autori procjenjuju kako je čovjek odgovoran za više od 90 % prometnih nesreća te da bi se broj prometnih nesreća smanjio za 35 % ukoliko bi značajan broj vozila posjedovao dodatnu opremu kao što su prilagodljiv sustav osvjetljenja, upozorenje na frontalni sudar, sustav za suzbijanje mrtvog kuta, bočne zračne jastuke ili upozorenje pri promjeni prometne trake.^{7,8,9} Drugim riječima, autonomna vozila zasigurno bi reducirala nastanke prometnih nesreća. Autonomna vozila također bi omogućila upotrebu istih osobama koje inače nisu sposobne ili su zakonski ograničene za upravljanje vozilom poput maloljetnih osoba ili osoba sa težim zdravstvenim oboljenjima.

Iako autonomna vozila danas nisu česta na prometnicama, istraživanja u tom području svakog dana sve više napreduju. Međutim, uz trenutačno nepovjerenje ljudi prema umjetnoj inteligenciji, sve se više naglašavaju i negativne strane tog razvoja. Gubitak radnih mjesta jedan je od prvih asocijacija kada govorimo o autonomnim vozilima, također velike cijene takvih vozila koja, iako još nisu aktualna, zasigurno će biti skuplja od klasičnih automobila kakve danas poznajemo.

Iako se smatra da će autonomna vozila znatno smanjiti broj nesreća na cestama, to i dalje ne znači da ih uopće neće biti. I dalje nije definirano tko bi trebao biti krivac kada do takvih nesreća dođe jer je inače za sve bio odgovoran vozač kojeg u slučaju takvih vozila više nema. Predviđa se da će trošak morati snositi osiguravajuće kuće, no niti to nije zakonski definirano. Takvi iznimno važni problemi nisu još pronašli svoje rješenje, ali to i dalje ne zaustavlja napredak po pitanju samog razvoja autonomnih vozila.



Slika 3 – Autonomno vozilo tvrtke Waymo

Autonomna vozila kao vozila budućnosti spominju se već desetljećima, ali dosadašnji razvitak tehnologije nije dozvolio njihovu potpunu implementaciju. Tako brojni prometni instituti smatraju da bi se u razdoblju od 2015. do 2025. godine moglo potpuno ozakoniti testiranje te upotreba autonomnih vozila na javnim prometnicama ako bi ta vozila zadovoljavala kriterije sigurnosti i funkcionalnosti. Time bismo mogli označiti prvu fazu razvoja. U drugoj fazi za koju se predviđa trajanje od 2020. do 2040. godine potrebno je upotpuniti trenutačnu infrastrukturu prilagođenu vozilima s adaptivnom kontrolom kretanja kako bi se postiglo usklađeno odvijanje prometa za sva vozila. Unutar druge faze također se očekuje i dostupnost autonomnih vozila na tržištu što bi trebalo biti omogućeno do kraja 2030. godine. Iako su neke svjetske tvrtke već započele testiranje i upotrebu autonomnih taxi vozila (slika 3), potpuna implementacija očekuje se u razdoblju od 2030. do 2040. godine.

Potpuna neovisnost i mobilizacija takvih vozila očekuje se između 2040. i 2050. godine kada će ona biti dostupna široj javnosti na prodaju zbog očekivanog pada cijene. Samim time došlo bi do mnogih prednosti poput povećane sigurnosti, smanjenja emisije štetnih ispušnih plinova i povećane štednje u odnosu na prijašnja ulaganja u prometnu infrastrukturu. Krajnjom fazom predviđenog razvoja u budućnosti smatra se razdoblje od 2050. do 2080. godine u kojem bi gotova sva ili sva vozila bila autonomna, a u SAD-u se smatra da će 60 % svih vozila sačinjavati ona autonomna već do 2030. godine.¹⁰

Literatura

1. SAE document J3016, (2014). 'Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Automated Motor Vehicles'.
2. Bimbrav K.. Autonomous Cars: Past, Present and Future - A Review of the Developments in the Last Century, the Present Scenario and the Expected Future of Autonomous Vehicle Technology, ICINCO 2015 - 12th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics, 191-198.
3. https://www.tesla.com/en_GB/autopilot?redirect=no (pristup: 02.12.2019.)
4. Cheng, H: Autonomous Intelligent Vehicles; Springer-Verlag London Limited, 2011.
5. Fernandes P, Nunes U (2012) Platooning with IVC-enabled autonomous vehicles: strategies to mitigate communication delays, improve safety and traffic flow. IEEE Trans Intell Transp Syst 13:91-106.
6. Bagloee, S., Taviana M., Asadi, M., Oliver, T. Autonomous vehicles: challenges, opportunities, and future implications for transportation policies. J. Mod. Transport. (2016) 24(4):284-303
7. Maddox J (2012) Improving driving safety through automation, congressional robotics caucus, National Highway Traffic Safety Administration
8. Jermakian JS (2011) Crash avoidance potential of four passenger vehicle technologies. Accid Anal Prev 43:732-740
9. Farmer CM (2008) Crash avoidance potential of five vehicle technologies. Traffic Injury Prevention
10. <https://www.vtpi.org/avip.pdf> (pristup 04.12.2019.)

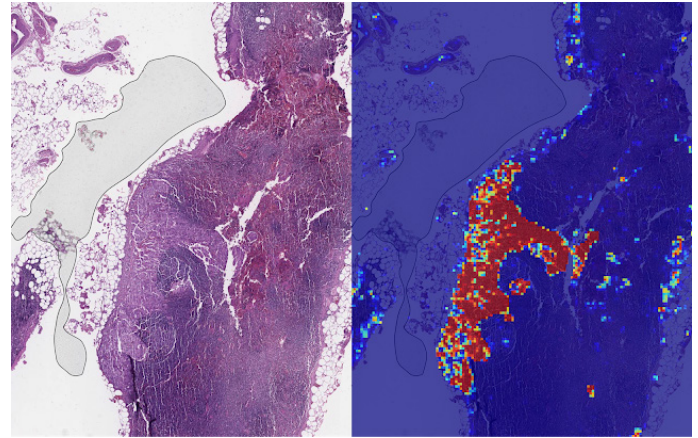
Umjetna inteligencija – dijagnosticiranje raka

Ana Marina (FKIT)

Hoće li u budućnosti roboti pokoriti svijet medicine? Koliko su pouzdane dijagnoze bolesti koje nam donose računala? Strahovi koje većemo uz računala postoje još od kraja prošlog stoljeća no razvoj tehnologije potvrđuje nam da se ipak radi o produktu naše mašte.

UI (umjetna inteligencija) ili AI (*artificial intelligence*) predstavlja dio informatike koji se bavi razvojem inteligentnih aparata koji reaguju poput nas ljudi. U ovom slučaju neživi sustavi (strojevi, aparati, aplikacije) pokazuju sposobnost snalaženja u novim situacijama odnosno inteligenciju. U to područje ulaze i pojmovi poput *machine learning* (strojno učenje) i IOT (*internet of things*). Tehnološki dizajn sustava UI uključuje razumijevanje i analizu jezika, govora, slike, prema čemu sustav uči kako reagirati, planirati ili rješavati određene zadatke. Nama ljudima to označava pomoć i asistenciju u svim aspektima života. Pojavom sustava UI olakšane su nam brojne stvari, od nekih banalnih kao što je obavijest o grijanju ili hlađenju prostora do onih kompleksnijih kao što su uspostavljanje dijagnoze kod teško oboljelih osoba.

U humanoj medicini glavni je predmet istraživanja čovjek odnosno liječenje bolesti i unaprjeđenje zdravlja. Kao što se u svakom ljudskom radu može potkrasti pogreška, tako je to moguće i u dijagnozama koje liječnici daju svojim pacijentima. Da bi se izbjegla fatalna ljudska pogreška, u dijagnostici umjetna inteligencija postaje sve više neizbježna. Brojni znanstvenici intenzivno rade na tome da postotak pogrešaka u svim dijagnozama bude bitno smanjen i to uz pomoć primjene umjetne inteligencije. Skupina istraživača koji rade u Googleovom odjelu za umjetnu inteligenciju tijekom prošle godine objavili su dva znanstvena rada vezana za sustav dubokog učenja koji je u stanju uočiti metastatični karcinom dojke s većom učinkovitosti nego patolozi koji gledaju uzorke tkiva. Sustav LYNA (*Lymph Node Assistant, or LYNA*) služi za dijagnostiku karcinoma dojke koji se proširio s primarnog žarišta na obližnje limfne čvorove. Znanstvenici su uspjeli istrenirati taj sustav strojnog učenja na dodatnim skupovima podataka, tako da on sada još bolje prepoznaje stanice karcinoma na snimkama tkiva. Preciznost kojom LYNA prepoznaje na kojim se snimkama nalaze metastaze, a na kojima ne iznosi visokih 99 %. Uz samo prepoznavanje sustav daje lokaciju stanica raka i druga sumnjiva područja te daje preporuke liječnicima na što trebaju obratiti dodatnu pozornost.



Slika 1 – na temelju slike lijevo gdje je tumor slabo vidljiv i uočljiv, LYNA identificira područje obuhvaćeno tumorom koje je na desnoj strani slike označeno crvenom bojom

Računalni je sustav u testiranjima na manjim (mikro) metastazama, koje ljudi vrlo teško mogu primijetiti, zabilježio vrhunske rezultate i upola skratio vrijeme koje je ljudima potrebno za analizu takvih snimki. LYNA je posebno učinkovit kada se primjenjuje kao pomoćnik u radu ljudima, pa su patolozi primjenom simuliranih dijagnoza otkrili da im tehnologija dubokog učenja uvelike olakšava posao. Znanstvenici i liječnici vjeruju da bi to moglo biti iznimno korisno u dijagnostici, a sustav se lako može prilagoditi primjeni na svim drugim vrstama tumora.

Koliko je pouzdan i koristan sustav umjetne inteligencije govori nam sljedeći podatak. Naime, znanstvenici s Massachusetts Institute of Technology (MIT) u suradnji s liječnicima iz Massachusetts General Hospital razvili su računalni model s više od 20 000 skupina podataka. Kako bi proveli istraživanje, testirano je oko 1000 žena s lezijama koje ukazuju rizik na rak dojke. Pokazalo se kako je uz pomoć novog sustava moguće točno identificirati 97 % lezija koje su kasnije dovele do nastanka tumora. Dodatna analiza je pokazala kako bi primjena nove metode spriječila trećinu kirurških zahvata koji su se kasnije pokazali nepotrebnima.

U budućnosti se nadamo uočiti sve veću primjenu UI sustava koji će uz asistenciju liječnicima uspostaviti precizne i pouzdane dijagnoze te na taj način doprinijeti ozdravljenju bolesnih. Također, osim u dijagnosticiranju tumora u budućnosti će svakako umjetna inteligencija biti još više primjenjivana u svim znanostima što može donijeti mnoge pozitivne promjene uz oprezno postupanje.

Literatura

- <https://ai.googleblog.com/2018/10/applying-deep-learning-to-metastatic.html> (pristup 7.12.2019.)
- https://ec.europa.eu/croatia/basic/what_is_artificial_intelligence_hr



Enzimi – bioinovatori u pranju odjeće

Daniela Vasiljević (FKIT)

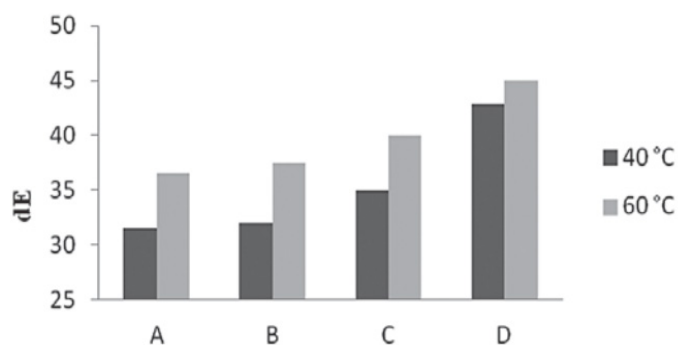
Prva uporaba enzima počela je upotrebom kvasca u proizvodnji kruha i to prije vremena starog Egipta. Enzim prvi put upotrebljava Friedrich Wilhelm Kuehne 1878. godine, a prvi enzim pripremio je James Sumner 1926. godine u suradnji s Johnom Northropom i Wendellom Stanleyem s Rockefeller Institute for Medical Research. James Sumner je 1947. godine dobio Nobelovu nagradu za taj izum.

Enzimi su biološke molekule koje ubrzavaju (kataliziraju) kemijske reakcije unutar žive stanice.¹ Oni su prirodni polipeptidni lanci nastali spajanjem velikog broja aminokiselina preko peptidnih veza. Enzimi su organski, topljivi biokatalizatori koje proizvode živi organizmi.² Dosta su specifične molekule jer će raditi samo s određenim molekulama na principu brava-ključ. Još jedna bitna karakteristika enzima je to da se mogu ponovno upotrebljavati mnogo puta. Jedan enzim ima sposobnost katalizirati oko 10 000 kemijskih reakcija po sekundi, to znači da je mala količina enzima potrebna da bi se dobio ogroman učinak na reakciju.¹ Također enzimi ubrzavaju reakcije od 10^6 do 10^{13} puta, no aktivnost enzima ovisi o količini prisutnih enzima te o temperaturi i pH-u reakcijske otopine. Najbolji pH za većinu enzima je 6–8, oko neutralnog područja, ali postoje iznimke, poput pepsina, probavni enzim u želucu, koji radi najbolje u uvjetu pH = 2.¹

Ljudi već dulje vrijeme eksperimentiraju s načinima kako koristiti moć enzima za čišćenje odjeće; zapravo prvi patent je nastao 1913. godine.¹ Enzimi su prirodni katalizatori te nisu opasni za ljude i okoliš, odlično zamjenjuju agresivne kemikalije i biorazgradljivi su, što ih čini sigurnima za okoliš. Imaju specifično djelovanje, čime se postižu željeni učinci pri čemu ne oštećuju ili neznatno oštećuju tekstilni materijal. Zbog sve veće primjene enzima, relativno su jeftini za zamijeniti univerzalne deterdžente za pranje rublja. Univerzalni deterdženti se formuliraju u svrhu uklanjanja mrlja na različitim tekstilnim površinama. Prljavštine koje nisu topljive u vodi uklanjaju se sinergijskim djelovanjem tenzida/bildera/bjelila i mehanike u pranju. Učinak nije uvijek zadovoljavajuć, posebno ne na niskim temperaturama pranja. Enzimi razgrađuju specifična zaprljanja i prljavštine na manje i topljivije produkte. Budući da su mrlje napravljene od različitih vrsta molekula, potreban je niz enzima kako bi se razgradile.

U deterdžentima najčešće se nalaze proteaze, amilaze, celulaze i lipaze. Proteaze razgrađuju proteine, pa su dobre za mrlje od krvi, jaja i drugih proteina. Prvi mikrobnii enzim proteaza dobiven je iz bakterije *Bacillus licheniformis* 1960. god. Upravo enzimi dobiveni iz bakterije *Bacillus* pokazuju relativno visoku otpornost na alkalni medij i povišenu temperaturu, pa se iz tog razloga najčešće

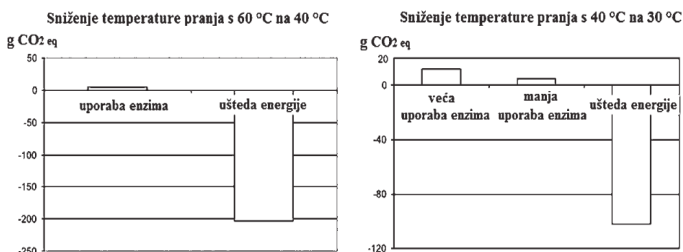
upotrebljavaju u deterdžentima. Amilaze razgrađuju ugljikohidrate tako da se upotrebljavaju za uklanjanje prljavština koje sadrže škrob, tjestenin, čokoladu, sokove, dječje hrane itd. To su tipične mrlje od hrane i ugrađuju se u deterdžente od 1975. godine. Celulaze djeluju kao omekšivač, uklanjaju određene prljavštine uklanjanjem završetaka vlakana, osvježavaju ton boje te uklanjaju površinske dlačice čime tekstil dulje izgleda kao nov. Celulaze su aktivne u temperaturnom području od 30 do 60 °C.² Masnoće i ulja teško je ukloniti konvencionalnim deterdžentima na temperaturama pranja nižim od 40 °C. Primjena lipaza olakšava uklanjanje masti i ulja životinjskog i biljnog podrijetla na temperaturama pri kojima su te prljavštine u krutom obliku. Prednosti upotrebe lipaza u deterdžentima su: visoka sposobnost hidrolize masnih mrlja, stabilnost u temperaturnom području 30 – 60 °C, stabilnost u pH području 7 – 11, kompatibilnost s drugim komponentama deterdženata te visoka aktivnost u tekućim deterdžentima.² Deterdženti za pranje obično sadrže samo jednu vrstu enzima, iako neki imaju dvije ili sve tri. Na slici 1 možemo vidjeti učinak pranja primjenom više enzima.



Slika 1 – Učinak pranja primjenom proteaze, amilaze i njihove smjese (uvjeti pranja: 76 g kompaktnog deterdženta; program pranja za šareno rublje; zaprljanje ječmena kaša/kakao); A-bez enzima; B-0,9 % proteaze; C-0,5 % amilaze; D-0,5 %²

Dodatak enzima u deterdžente omogućuje snižavanje temperature pranja, a kombiniranje različitih tipova enzima rezultira višestrukim smanjenjem količine drugih komponenata uz postizanje jednakih ili boljih učinaka pranja. Također uporabom enzima se smanjuje potrošnja energije i smanjuju se troškovi. Pranjem na 40 °C s deterdžentom koji sadrži enzime (proteaze, amilaze, lipaze) postižu se bolji učinci pranja nego s deterdžentom bez enzima. Dodatnim snižavanjem temperature na 30 °C kombinacijom određenih vrsta enzima mogu se postići izvrsni učinci pranja. Na slici 2 prikazana je potrošnja energije, izražena kao ekvivalentni CO₂ pri sniženoj temperaturi pranja koju omogućuje uporaba enzima. Vidljivo je da se uporabom enzima čak i u malim količinama ostvaruje velika ušteda energije što je automatski ekonomski isplativije, a vrlo malo energije potroši se na proizvodnju i implementaciju enzima u deterdžent.²

Razvoj tekstilnih materijala također zahtijeva specijalne formulacije deterdženata. Provedena su



Slika 2 – Ušteta energije snižavanjem temperature pranja²

istraživanja razvoja specifičnijih enzima za deterdžente. Naime, tvrtka Novozymes ekstrahira enzime gljiva koji razgrađuju ponekad tvrd materijal kojim se gljive hrane.³ Pronalaženje najučinkovitijeg enzima za uklanjanje mrlja moglo bi dovesti do boljih biorazgradljivih deterdženata koji djeluju na nižim temperaturama, trošeći manje energije po opterećenju. Da stavimo u perspektivu koliko je korisno upotrebljavati deterdžente s enzimima; da se tri milijuna tona deterdženta koji se svake godine upotrebljavaju u Kini, optimiziraju enzimima, ušteta CO₂ bila bi manja za 83 000 tona, što je ekvivalentno da se makne 35 000 automobila iz uporabe.

Kvaliteta otpadnih voda također bi se poboljšala, jer se enzimi upotrebljavaju u mnogo manjim količinama, pa bi se poboljšala i kvaliteta vode u iznosu od 2,8 milijuna m³.⁴

Dodavanje enzima u deterdžente dalje se istražuje i poboljšava, ali kao što možemo vidjeti to je budućnost pranja rublja jer može u potpunosti zamijeniti konvencionalne deterdžente te je ekonomski i ekološki prihvatljivije. Također je znatno bolja opcija za zdravlje ljudi jer je prirodan katalizator i ne škodi ljudima ni prirodi.

Literatura

1. Science Learning Hub, Enzymes in washing powders, <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1947-enzymes-in-washing-powders> (Pristup 7. prosinca 2019.)
2. Peran J., Pušić T. (2013.) Enzimi - bioinovatori u pranju rublja, Tekstil : časopis za tekstilnu i odjevnu tehnologiju, Vol. 62 No. 7-8, str. 329-337
3. National geographic, Mushrooms Might Hold the Secret to Clean Laundry, <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2018/06/embark-breakthroughs-mushroom-laundry-detergent/> (Pristup 7. prosinca 2019.)
4. Novozymes, Novozymes' enzymes the perfect match for laundry in China, <https://www.novozymes.com/ja-jp/news/news-archive/2012/11/novozymes-enzymes-the-perfect-match-for-laundry-in-china> (Pristup 7. prosinca 2019.)

Farmakogeomika i personalizirana medicina

Dubravka Tavra (FKIT)

Personalizirana medicina nedvojbeno postaje značajna i predstavlja velik iskorak kako u medicini i farmaciji, tako i u znanosti općenito. Takav pristup medicini podrazumijeva individualizirani pristup dijagnostici i liječenju. Pri tome se koristi informacijama o genima, proteinima i okolišnim čimbenicima. Upravo je zato u personaliziranoj medicini ključna farmakogenomika, disciplina kojoj je glavni cilj razumjeti kako specifičnost genoma pojedinca uvjetuje djelovanje lijekova, ali i nastanak popratnih pojava koje najčešće budu negativne.¹

Tradicionalni farmakogenetski pristup oslanja se na proučavanje varijacija niza u kandidatnim genima za koje se sumnja da utječu na reakciju lijeka, dok s druge strane, farmakogenomske studije obuhvaćaju zbroj svih gena, tj. genoma. Brojni geni mogu igrati ulogu u reakciji na lijek i toksičnost i zato je iznimno bitno da se svaki gen uključi u dijagnostiku. Istraživanja pokazuju kako se svakodnevno uzima 40 % lijekova koji su neučinkoviti i to je jedan od problema s kojim se suočava sadašnji tradicionalni farmakogenetski pristup.² Također, godišnje samo u SAD-u više od 2 milijuna hospitaliziranih bolesnika nakon uzimanja lijekova imaju ozbiljne štetne popratne pojave, dok njih više od 100 000 zbog toga i umre.³



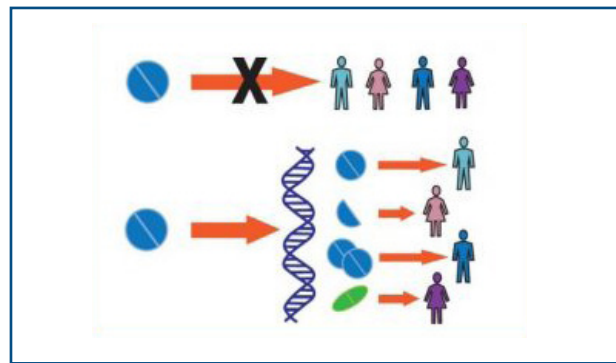
Slika 1 – Povezanost DNA, gena i čovjeka s budućnosti⁴

Farmakogenomska analiza može identificirati gene koji su osjetljivi na bolest i koji predstavljaju potencijalne nove ciljeve lijeka. To može dovesti do individualne primjene terapije lijekovima i do novih uvida u prevenciju bolesti. Propisivanje lijekova sukladno genetskom profilu pojedinca znatno smanjuje vjerojatnost popratnih pojava, a isto tako i smanjuje vjerojatnost predoziranja u odnosu na lijek propisan prema bolesnikovoj tjelesnoj težini i starosti. Postojeći koncepti u terapiji lijekovima često pokušavaju liječiti veliku populaciju bolesnika kao skupine, bez obzira na potencijal pojedinačnih, genetski utemeljenih razlika u reakciji na lijek, dok farmakogenomski pristup terapiji može pomoći usredotočiti učinkovitu terapiju na manje



subpopulacije. Europska komisija je prepoznala važnost takvog pristupa i prateći trendove razvoja medicine među ključne prioritete u narednom razdoblju uvrstila je personaliziranu medicinu te je nedavno donijela i odluku o osnivanju International Consortium of Personalized Medicine (ICPerMed). Dobro je znati kako i Hrvatska prati taj trend te je napravila značajan iskorak kada je nakon odluke Europske komisije o osnivanju ICPerMed-a osnovala Hrvatski klaster konkurentnosti za personaliziranu medicinu. Upravo je jedan od autora knjige „Farmakogenetika u kliničkoj praksi: Iskustvo s 16 lijekova korištenih u kliničkoj praksi“ uz prof. dr. sc. Wolfganga Höppnera i naš poznati znanstvenik prof. dr. sc. Dragan Primorac koji je jedan od najvećih stručnjaka u području personalizirane medicine u Republici Hrvatskoj, a i šire.

Svi ti razlozi idu u prilog tome da personalizirana medicina u budućnosti postane dio standardne farmakoterapije. Naravno mnogo je tu prepreka, a možda je najveća od njih prilično skup postupak kojim se analiziraju geni u ljudi. To se smatra glavnim problemom pri približavanju personalizirane medicine običnom puku. U svakom slučaju, tehnologije farmakogenomske analize vode k tome da se što više smanje troškovi i da se taj pristup medicine omogući svima.



Slika 2 – Razlika u davanju terapije kod tradicionalnog farmakogenetskog pristupa i kod primjene farmakgenomike⁵

Literatura

1. <http://www.suprazdravlje.hr/clanak/2031/165/farmakogenetika-u-klinickoj-praksi-16-lijekova-primorac-i-hoeppner> (pristup 11.12.2019.)
2. Nimita Limaye, Pharmacogenomics, Theranostics and Personalized Medicine – the complexities of clinical trials: challenges in the developing world, 2017.
3. <https://www.svkatarina.hr/clanak/trendovi-u-razvoju-zdravstva-dragan-primorac-u-prepunoj-dvorani-hazu-u-predstavio-novu-knjigu/70> (pristup 11.12.2019.)
4. <https://medium.com/@dverma1369/using-technologies-of-the-future-to-disrupt-healthcare-1-personalized-medicine-today-d7097ec84f1c> (pristup 16.12.2019.)
5. <https://rnsights.com/the-push-for-personalized-medicine/> (pristup 16.12.2019.)

I Što nakon FKIT-a?

Leo Bolješić (FKIT)

Dana 21. 11. 2019. na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije održano je predavanje “Što nakon FKIT-a?”. Tada su gosti predavači i bivši studenti fakulteta doktor znanosti Ivo Piantanida, magistri kemijskog inženjerstva Ines Topalović, Stjepan Džalto i Marija Lukić, magistrica primjenjene kemije Mande Miošić Pavišić te magistrica ekoinženjerstva Martina Miloloža održali kratka izlaganja. Kroz izlaganja ukratko su predstavili svoj životni put, od upisa na fakultet, očekivanja o studiju pa do toga kako su došli do tog što su danas i čime se bave. Studentima su, osim kroz predstavljanje, u panel-raspravi odgovarali na pitanja voditelja i o njima raspravili te potom odgovorili i na pitanja studenata. Naglasili su koliko su naše struke danas važne i tražene, kakav posao se u pravilu obavlja i što to znači završiti FKIT u daljnjem poslovnom planu. Doktor znanosti Ivo Piantanida cijelu priču završio je riječima: “Ja u životu nisam radio ni dana. To mi je hobi.” i time dao posebnu crtu cijelom predavanju. Da bi se bilo koji posao, ne samo kemijskog inženjera ili kemičara, dobro obavljao, treba ga voljeti!



Slika 1 – Studenti FKIT-a i ostali na predavanju



Slika 2 – Voditelji i gosti predavači

SPICE IT UP!

Mislav Matic (FKIT)

S ciljem popularizacije znanosti i te naglašavanja široke primjene kemije i kemijskog inženjerstva, Studentska sekcija HDKI-ja upustila se u novi projekt pod nazivom SPICE IT UP! koji će se održavati kontinuirano kroz akademsku godinu. SPICE IT UP! zamišljen je kao talk show u kojemu gostuju stručnjaci iz određenog područja primjene kemije i kemijskog inženjerstva poput farmaceutske i kemijske industrije, kontrole hrane, javnog zdravstva i sl. Prvi po redu SPICE IT UP! održan je 27. studenoga u Klubu nastavnika Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, a tema je bila primjena kemije u vojsci i nacionalnoj obrani. Gosti su bili djelatnici NBK laboratorija Hrvatskog vojnog učilišta „Dr. Franjo Tuđman“, pukovnica dr. sc. Valentina Ključarić, voditeljica NBK laboratorija, pukovnik dr. sc. Dragutin Tušek te satnice Ivana Cetina i Vesna Pehar. Na početku programa, gosti su se predstavili te ukratko objasnili svoju funkciju i područje zanimanja. Potom su voditelji Irena Milardović i Mislav Matic postavljali pitanja. Djelatnici laboratorija objasnili su podjelu na vojne činove, koje su sve mogućnosti za kemičare i kemijske inženjere u vojsci i kako se može napredovati u Oružanim snagama Republike Hrvatske.

Potom su se sugovornici dotakli pitanja kemijskog oružja, što je ono, kako se proizvodi i kako se može od



Slika 1 – Gosti SPICE IT UP!-a i voditelji

istoga obraniti. Kemijsko oružje klasificira se kao oružje masovnog uništenja te je važno istaknuti da je uporaba kemijskog oružja zabranjena u svim okolnostima te je Republika Hrvatska jedna od zemalja inicijatora Konvencije o zabrani razvijanja, proizvodnje, gomilanja, i korištenja kemijskog oružja i o njegovu uništenju. Nadalje, gosti SPICE IT UP!-a istaknuli su ekološke probleme vezane uz uništavanje već postojećih zaliha kemijskog oružja. Dodatno, djelatnici NBK laboratorija, objasnili su kako se provode ispitivanja toksičnosti bojnih otrova i koje se skupine dijele prema načinu djelovanja. Osim kemijskog oružja, spomenuli su se i postupci dekontaminacije te postupci zbrinjavanja osoba zahvaćenih kemijskim oružjem. Osim voditelja, priliku za postavljanje pitanja imali su i članovi publike. Zbog velikog odaziva, SPICE IT UP! će se održavati kontinuirano s različitim temama i voditeljima.

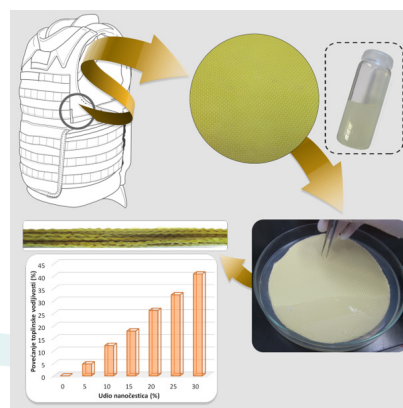
Zlatna medalja na INOVI

Tina Zubović (FKIT)

Na Zagrebačkom velesajmu od 13. do 16. studenoga 2019. održan je 44. Hrvatski salon inovacija „INOVA“. Inova je druga najveća europska izložba inovacija u kojoj sudjeluje preko 30 država svijeta koje predstavljaju svoje inovacije hrvatskoj publici. Osim izložbenog karaktera, iz te manifestacije proizlazi i neposredni kontakt inovatora s potencijalnim investitorima. Inova – Budi Uzor 2019 okupila je čak 550 izlagača među kojima je bila i studentica FKIT-a.

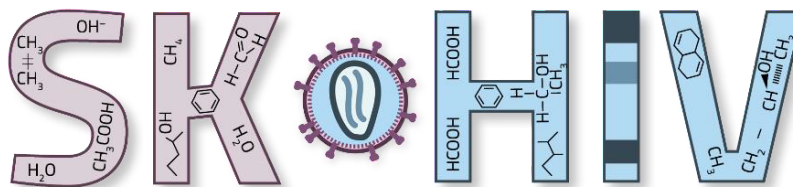
Studentica Tina Zubović pod vodstvom mentora prof. dr. sc. Ante Jukića i doc. dr. sc. Fabia Faragune, predstavila je publici „Tekući oklop“, rad zbog kojeg je ovaj tim osvojio zlatnu medalju. Tekući oklop na bazi aramidnih vlakana impregniranih nanofluidima proizvod je na kojem će se zasigurno raditi još dulji niz godina. Namjena te inovacije je izrada balističkih sredstava zaštite i druge zaštitne odjeće.

Dobiveni proizvod lagani je kompozitni materijal poboljšane otpornosti na udar projektila. Poboljšana balistička zaštita postiže se uranjanjem aramidnih vlakana u stabilnu disperziju anorganskih nanočestica u organskom baznom fluidu.



Slika 1

Djelovanjem sile prilikom udara projektila znatno se povećava viskoznost nanofluida pri čemu nastaje pseudo čvrsta faza koja pruža velik otpor, a time i veću razinu balističke zaštite. U odnosu na postojeća rješenja navedeni oklop je fleksibilniji, manje mase i omogućuje izradu ergonomski prihvatljive zaštitne opreme što daje veću pokretljivost i manje umara osobu koja nosi zaštitu. Također, tekući oklop ima veliku toplinsku vodljivost koja rezultira boljom disipacijom topline nastale prilikom udara. Iako je još u istraživačkoj fazi, uzimajući u obzir sve više popularnu nanotehnologiju, taj bi proizvod mogao jednoga dana zamijeniti sadašnje zaštitne prsluke i povećati dostupnost pojedincima.



Studentska sekcija Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI) i Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu (FKIT) po prvi puta organiziraju Studentski kongres o HIV-u koji okuplja studente, stručnjake, znanstvenike i nastavnike koji su zainteresirani i/ili uključeni u znanstvena istraživanja virusa HIV-a.

Virus HIV-a najrašireniji je virus na svijetu te je nužan multidisciplinarni pristup rješavanju problematike vezane uz njega. Razumijevanje molekularnih i biokemijskih mehanizama ključno je za razvoj lijekova, preventivskih programa i liječenje oboljelih te je neupitna važnost razvoja pouzdanih dijagnostičkih metoda kojima bi se ustanovila infekcija virusom. Također, sinteza, razvoj i proizvodnja lijekova za liječenje infekcije HIV-om vrlo su kompleksni i zanimljivi postupci koji se neprestano razvijaju i unaprjeđuju. Nadalje, sam virus HIV-a zanimljiv je zbog svoje strukture i molekularnih mehanizama vezanih uz njega.

Cilj Kongresa je predstaviti dostignuća iz područja dijagnostike, molekularnih istraživanja te ispitivanja lijekova za liječenje infekcije HIV-om. Također, cilj je pružiti mogućnost studentima i stručnjacima da kroz usmena izlaganja i posterska priopćenja izlože svoja saznanja, odnosno rezultate istraživanja na kojima sudjeluju te da prošire svoje znanje o HIV virusu.

Kongres će se održati 1. veljače 2020. na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije (Marulićev trg 19, Zagreb).

Za više informacija, posjetite mrežnu stranicu HDKI-ja (<https://www.hdki.hr/hdki/skupovi/skohiv>). Putem iste stranice, moguće je prijaviti se za sudjelovanje.

Prijave su otvorene do 23. siječnja 2020., a rok za slanje sažetka usmenog izlaganja ili posterskog priopćenja je 20. siječnja 2020.!



ZNANSTVENIK

Hladna plazma kao nova tehnologija u obradi hrane

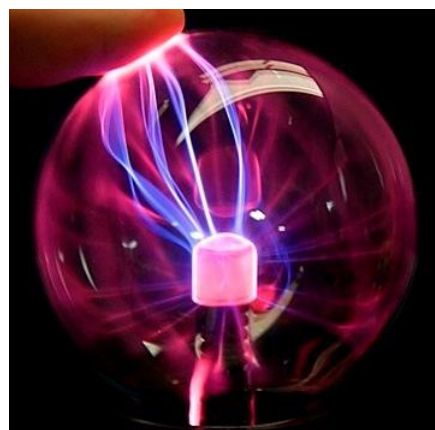
Jelena Vojvoda (PBF)

Toplinska obrada hrane provodi se u svrhu uništavanja patogenih i što većeg broja ostalih nepoželjnih mikroorganizama i spora, te inaktivacije enzima s ciljem stvaranja proizvoda koji je siguran za potrošača, a da se pritom maksimalno očuva hranjiva vrijednost. Hladna plazma je nova i inovativna tehnologija koja bi se uskoro mogla nametnuti kao alternativa toplinskim postupcima obrade hrane u prehrambenoj industriji.

Nedostatak toplinskih tehnologija je taj što uslijed primjene viših temperatura dolazi do degradacije nutritivnih komponenti koje su termolabilne te gubitka određenih senzorskih karakteristika. Hladna plazma nameće se kao nedestruktivna netoplinska metoda za konzerviranja hrane budući da se generira na niskim temperaturama i ne uzrokuje negativne promjene na hrani.¹ Također, smatra se ekološki prihvatljivom jer ne zahtijeva upotrebu vode ili otapala, niti veliku količinu električne energije.



Poznato je da u prirodi postoje tri osnovna agregatna stanja: kruto, tekuće i plinovito dok je plazma opisana kao četvrto stanje. Hladna plazma je ionizirani ili djelomično ionizirani plin koji se sastoji od nabijenih čestica (elektrona i iona), radikala, fotona i neutralnih čestica atoma i molekula. Dovođenjem energije u sustav, tvari prelaze iz jednog agregatnog stanja u drugo pa tako povišenjem temperature pri konstantnom tlaku čvrsta tvar prelazi u tekuće, a daljnjim dovođenjem toplinske energije u plinovito stanje. Iako brojčana vrijednost točke ledišta i točke vrenja ovisi o materijalu i karakteristikama okoline (tlak), svima je zajedničko da u faznim prijelazima



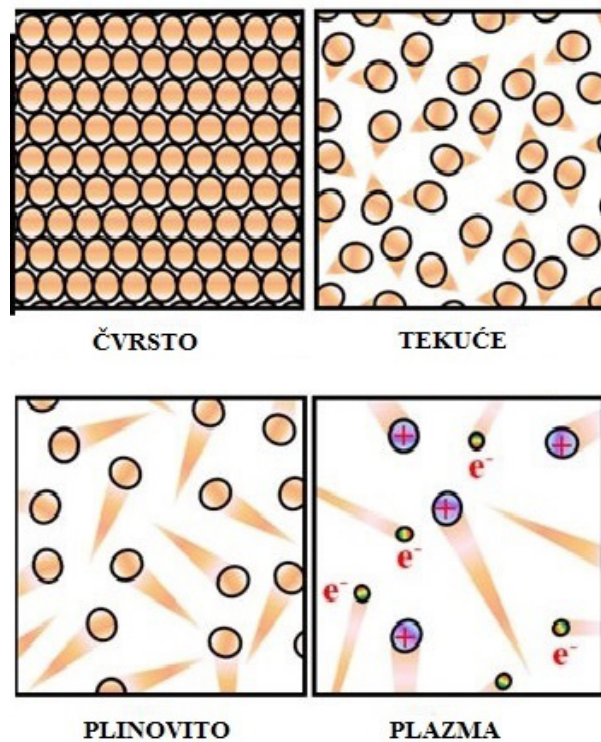
Slika 1 – Plazma unutar staklenog balona

dolazi do slabljenja međumolekulskih veza i do promjene strukture molekula te u konačnici pucanja samih veza.² Kad je u plinoviti sustav dovedeno dovoljno energije da atomi prevladaju elektrostatsku barijeru, dolazi do ionizacije tj. tvari ulaze u četvrto stanje – stanje plazme, odnosno od atoma nastaju slobodni pozitivni ioni i negativno nabijeni elektroni.³ Kemijski sastav dovodnog plina odgovarajući je faktor u vrstama reakcija koje plazma može pokrenuti.²

Prilikom ionizacije plazme koja se generira pomoću plina dušika ili kisika ili smjese navedenih plinova sa zrakom nastaju reaktivni radikali s kisikom i dušikom.⁴ Iako se atmosfera sastoji gotovo u potpunosti od neutralnih čestica, postoji i mala gustoća nabijenih iona i slobodnih elektrona. Uslijed djelovanja električnog polja dolazi do ubrzanja nabijenih čestica. Akcelerirane nabijene čestice dovest će do sudara, a posljedično i izmjene energije s nenabijenim česticama, a količina izmijenjene energije ovisit će o omjeru njihovih masa. Nakon sudara iona čija masa je približno jednaka doći će do potpune izmjene energije, dok će u slučaju sudara elektrona različitih masa doći će do izmjene male količine energije, a preostala količina energije uzrokovat će zagrijavanje elektrona te će zahvaljujući toj razlici temperatura, „vrući“ elektroni koristiti električnu energiju za nastanak reaktivnih radikala, odnosno pokrenut će se kemija hladne plazme.⁵ Pritom ne dolazi do značajnog zagrijavanje plina jer se radi o brzom atmosferskom pražnjenju elektrona i teških čestica koje nisu u toplinskoj ravnoteži. Primjera radi, za vrijeme pasterizacije kao toplinske metode konzerviranja, koriste se temperature u rasponu od 70 do 100 °C kako bi se postiglo efikasno inaktiviranje štetnih mikroorganizama.

Kod primjene atmosferske hladne plazme upravo radikali formirani kroz niz primarnih i sekundarnih reakcija odgovorni su za antimikrobni efekt pri temperaturama nižim od 50 °C. „Bombardiranje“ mikroorganizama reaktivnim radikalima s kisikom izaziva oksidativni stres stanica tj. oštećenja stanica mikroorganizama stvarajući površinske lezije stanica, oštećenja staničnih stijenki gram pozitivnih i vanjskih membrana gram negativnih bakterija uzrokujući pad intracelularnog ATP-a te istjecanje proteina iz stanica. Generiranjem plazme u tekućini nastaju kisikovi (hidroksidni radikal, atomski kisik, ozon i vodikov peroksid) i dušikovi radikali (dušikov oksid i njegovi derivati s formirani s vodom, uključujući nitrite, nitrate i peroksinitrite). Reakcijom kisikovih i dušikovih radikala s molekulama vode formiraju se vodikov peroksid i dušična kiselina koji snižavaju pH vrijednost. Snižanju pH vrijednosti dodatno doprinosi stvaranje dušične kiseline kao posljedice reakcije nitrita s vodikovim peroksidom koji se polagano degradira kroz vrijeme. Sinergistički učinak između pH vrijednosti i slobodnih radikala pospješuje inaktivaciju bakterija i kontrolu njihova rasta što je vrlo bitno prilikom konzerviranja hrane i produljenja roka trajnosti.

Primjena hladne plazme nije ograničena samo na prehrambenu industriju. Primjenjuje se i u tekstilnoj



Slika 2 – Četiri agregacijska stanja tvari

industriji za modifikaciju polimera, a u novije doba i kao alternativna tehnologija za otklanjanje različitih onečišćenja iz industrijskih otpadnih voda i ostalih ekoloških onečišćenja uzrokovanih hlapljivim organskim komponentama kao posljedice emisije plinova iz različitih industrija.⁶ Najnovija istraživanja usmjerena su ka scale-upu tehnologije hladne plazme jer se pokazala kao dobra alternativa za konzerviranje hrane budući da se provodi pri niskim temperaturama, a u kontaktu s hranom uzrokuje minimalne promjene čime se potrošačima osigurava zdrava i nutritivno bogata hrana.

Literatura

1. Chizoba Ekezie, F.G., Sun, D., Cheng, J., *A review on recent advances in cold plasma technology for the food industry: Current applications and future trends*, Trends Food Sci. Tech., 69 (2017) 46-58.
2. Niemira, B.A., Gutsol, A., *Nonthermal plasma as a Novel Food Processing Technology*, u: Zhang, H.Q., Barbosa-Cano, G., Balasubramaniam, V.M., Dunne, P., Farkas, D., Yuan, J., *Nonthermal Processing Technologies for Food*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex (2010) 311-325.
3. Niemira, B.A. *Cold Plasma Decontamination of Foods*, Annu. Rev. Food Sci. Technol., 3 (2012) 125-420.
4. Yan, D., Sherman, J.H., Keidar, M., *Cold atmospheric plasma, a novel promising anti-cancer treatment modality*, Oncotarget, 8 (2017) 15977-15978.
5. Turner, M., *Physics of Cold Plasma*, u: Misra, N.N., Schluter, O.K., Cullen, P.J., *Cold Plasma in Food and Agriculture*, Fundamentals and Applications Elsevier Inc., London (2016) 17-48.
6. Misra, N.N., Schluter, O.K., Cullen, P.J., *Plasma in Food and Agriculture*, u: Misra, N.N., Schluter, O.K., Cullen, P.J., *Cold Plasma in Food and Agriculture*, Fundamentals and Applications Elsevier Inc, London (2016) 8-12.

Nanoroboti – budućnost medicine

Katarina Sokač (FKIT)

Upotreba nanorobota u medicini predstavlja optimalan način za poboljšanje životnih uvjeta. Već dugi niz godina znanstvenici ulažu maksimalne napore kako bi razvili nanorobote s mogućnošću transporta tvari u ljudskom tijelu, isporuke lijekova s nevidenom preciznošću i uništavanja stanica tumora. Postoji li mogućnost da će u određenom razdoblju tisuće malenih robota juriti po našem krvotoku te istodobno popravljati i liječiti posjekotine, modrice i razne vrste bolesti? Čini se da je uz razvoj nanotehnologije to itekako moguće.

Uz robotske i protetske udove nanoroboti predstavljaju glavnu tehnologiju koja će zasigurno promijeniti kvalitetu ljudskog života, a cilj je njihova upotreba u obliku ciljanih strojeva za isporuku lijekova izrađenih od biorazgradljivih materijala.¹ Dio znanstvenika, liječnika i inženjera vjeruje kako su mogućnosti primjene nanorobota praktički neograničene, a neke od najvjerojatnijih upotreba uključuju liječenje arterioskleroze, razbijanje krvnih ugrušaka, borbu protiv karcinoma, pomoć prirodnom mehanizmu zgrušavanja, uklanjanje parazita, razbijanje bubrenih kamenaca, čišćenje rana i slično. Nanoroboti bi navedeno mogli uspješno tretirati odstranjivanjem plaka sa stijenki arterija, razbijanjem krvnih ugrušaka bez gubitaka sitnih dijelova u krvotoku koji bi mogli otputovati drugdje u tijelu i uzrokovati veće probleme, a moraju biti dovoljno malih dimenzija kako ne bi blokirali protok krvi.²



Slika 1 – Selektivni odabir nanorobota

Nadalje, nanoroboti bi mogli biti od velike koristi u liječenju pacijenata oboljelih od karcinoma te izravno napadati stanice tumora pomoću lasera, mikrovalova ili ultrazvučnih signala ili bi mogli pronaći svoju ulogu u kemoterapijskom liječenju, isporučujući izravno

male, ali precizne doze lijekova na mjesto karcinoma s minimaliziranim nuspojavama bez gubitka učinkovitosti lijeka. Posebna vrsta nanorobota je umjetni trombocit koji prenosi mrežu topljivu u ljepljivoj membrani nakon dodira s krvnom plazmom, a dizajnirao ga je Robert A. Freitas. Na taj način zgrušavanje bi moglo biti brže i do tisuću puta od prirodnog mehanizma zgrušavanja, a navedeno bi bilo od velike koristi u liječenju hemofilije ili pacijenata s ozbiljnim otvorenim ranama. Primjena ultrazvučnih frekvencija u razbijanju bubrenih kamenaca nije uvijek učinkovita, stoga bi djelovanje nanorobota pomoću lasera uvelike pridonijelo rješavanju navedenog problema. Nadalje, nanoroboti bi mogli pomoći u uklanjanju krhotina s rana i tako smanjiti vjerojatnost infekcije i u slučajevima ubodnih rana koje se teže tretiraju konvencionalnim metodama.²

Kineski institut za tehnologiju Harbin usavršio je male strojeve za ulazak u krvotok i ostala teško dostupna mjesta, uključujući mrežnicu. Nadalje, tim Shawna Douglasa s Instituta Wyss na Sveučilištu u Harvardu stvorio je nanorobote koji se aktiviraju samo kada dođu u kontakt s molekulama koje se nalaze u stanicama leukemije. Mogli su uništiti tumorske stanice ometajući njihov ciklus rasta te su bili pušteni u ljudsku krv s pomiješanim zdravim i leukemijskim stanicama, a tri dana kasnije znanstvenici su otkrili da je polovica leukemijskih stanica bila uništena, dok niti jedna zdrava stanica nije bila oštećena.⁴ Znanstvenici iz kineskog Nacionalnog centra za nanoznanost i tehnologiju (NCNT) i Državnog sveučilišta u Arizoni razvili su robote dimenzija nekoliko stotina nanometara koji su ubrizgani u krvotok miševa uspješno smanjiti tumorske stanice blokirajući im opskrbu krvlju.

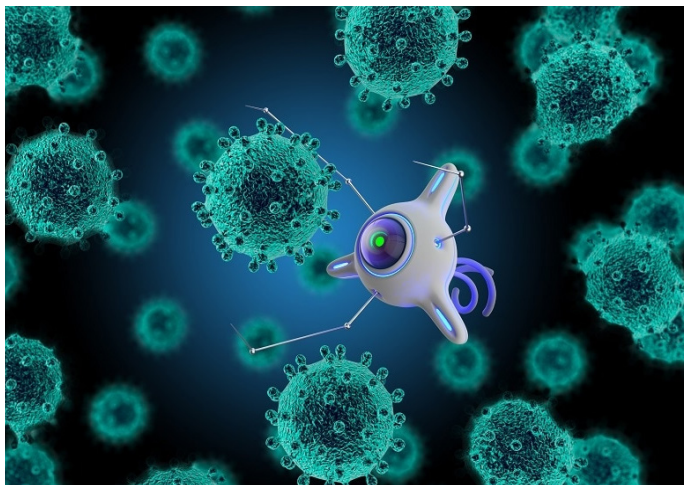
Ozbiljne nuspojave koje uzrokuje većina današnjih lijekova protiv tumora mogući su razlog nerazlikovanja zdravih od tumorskih stanica, međutim znanstvenici su pokazali da nanoroboti ciljaju samo tumorske stanice te nisu uzrokovali zgrušavanje drugdje u tijelu. Navedeno nudi obećavajuću budućnost liječenja karcinoma bez nuspojava.

Također, znanstvenici su ustrajni u pronalasku načina za napajanje i kontroliranje nanorobota unutar tijela. Tako Eric Diller, docent strojarstva na Sveučilištu u Torontu razvija male robote izgrađene od elastičnih polimera napunjenih magnetskim česticama koje imaju mogućnost transporta tvari kroz kapljevину i pokretanja kako bi detektirale objekte. Nadalje, dr. Joseph Wang, profesor nanotehnike na Sveučilištu Kalifornija (San Diego), pokazao je da mikromotori napunjeni antibioticima pri djelovanju želučane kiseline mogu liječiti želučane infekcije kod miševa s većom učinkovitošću od samog uzimanja lijeka.⁵ Na kraju, znanstvenici s Instituta za tehnologiju u Massachusettsu stvorili su robote veličine stanice koji mogu osjetiti njihovo okruženje, robotske „čestice“ koje imaju mogućnost grupiranja i nanorobote kojima se može upravljati magnetskim poljem, a znanstvenici sa Sveučilišta u Pennsylvaniji rade na nanorobotima koji bi čak mogli ukloniti zubni plak.⁶



Timovi širom svijeta ulažu velike napore kako bi stvorili prvi praktični medicinski nanorobot. Roboti u rasponu od milimetra do čak dva centimetra već postoje, međutim još uvijek su u fazi testiranja te nisu bili upotrebljavani od strane ljudi. Ulazak nanorobota na medicinsko tržište je u iščekivanju, a današnji mikroroboti su samo prototipi kojima nedostaje sposobnost obavljanja medicinskih zadataka.²

Osim što mogu povećati učinkovitost liječenja i umanjiti nuspojave jakih lijekova, nanoroboti koji putuju našim krvotokom mogli bi djelovati kao rani sustav upozoravanja na bolesti. Iduća moguća primjena te revolucionarne tehnologije u budućnosti je ponovno projektiranje tijela kako bismo postali otporni na bolesti, povećali tjelesnu snagu ili čak poboljšali vlastitu inteligenciju.



Slika 2 – Djelovanje nanorobota na ciljanu metu

Literatura

1. Mrežna stranica <https://edgy.app/researchers-can-now-inject-nanobots-into-your-veins> (pristup 4. prosinca 2019.)
2. Mrežna stranica <https://electronics.howstuffworks.com/nanorobot1.htm> (pristup 4. prosinca 2019.)
3. Mrežna stranica <https://kjasleen118.wixsite.com/nanotechnology/nanorobots> (pristup 6. prosinca 2019.)
4. Mrežna stranica <https://www.express.co.uk/life-style/health/833333/robot-cure-leukaemia-cancer-nanobot-inject-veins-machine-technology-health-science> (pristup 6. prosinca 2019.)
5. Mrežna stranica <https://www.nbcnews.com/mach/science/these-tiny-robots-could-be-disease-fighting-machines-inside-body-ncna861451> (pristup 6. prosinca 2019.)
6. Mrežna stranica <https://www.therobotreport.com/nanobots-promise-change-medical-treatment/> (pristup 6. prosinca 2019.)
7. Mrežna stranica <https://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=4679> (pristup 7. prosinca 2019.)

Antivodik

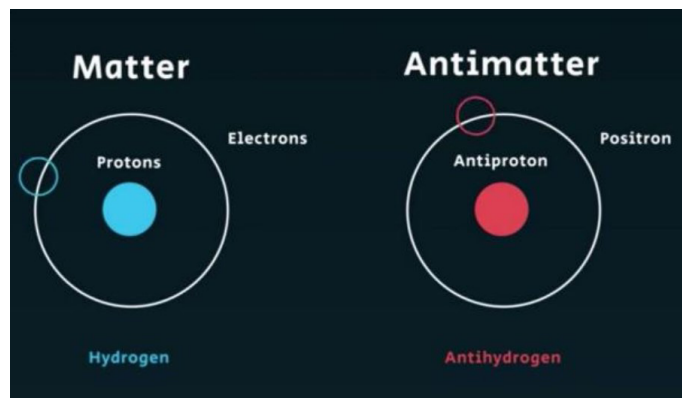
Antonija Karakaš (FKIT)

Sve je počelo idejom Paula Diraca koji je spoznao da svaka čestica materije treba imati česticu antimaterije. Kako bismo razumjeli što je antivodik, moramo početi s objašnjenjem pojma antimaterije.

Antimaterija je struktura sastavljena od antičestica. Antičestice su subatomske čestice kojoj su masa i većina ostalih svojstava jednaki svojstvima neke čestice, ali su njezin električni naboj i magnetski moment suprotni te su kvantni brojevi drugačiji. Tako je antičestica elektrona pozitivno nabijeni pozitron, antičestica protona negativno nabijeni antiproton, dok su neutron i njegova antičestica električki neutralni, iako im je magnetski moment suprotnog smjera. Neutron se sastoji od kvarkova, a antineutron od antikvarkova.¹ Antičestice se stvaraju svuda u svemiru pri sudaru visoko-energijskih čestica. Sudari se vrlo često stvaraju u središtima galaksija. Prilikom sudara ili bilo kojeg drugog kontakta čestica materije s česticama antimaterije dolazi do njihova anihiliranja, pri čemu se oslobađa velika količina energije u vidu elektromagnetskog zračenja. Tako je, za vrijeme Velikog praska, nastala jednaka količina materije i antimaterije.

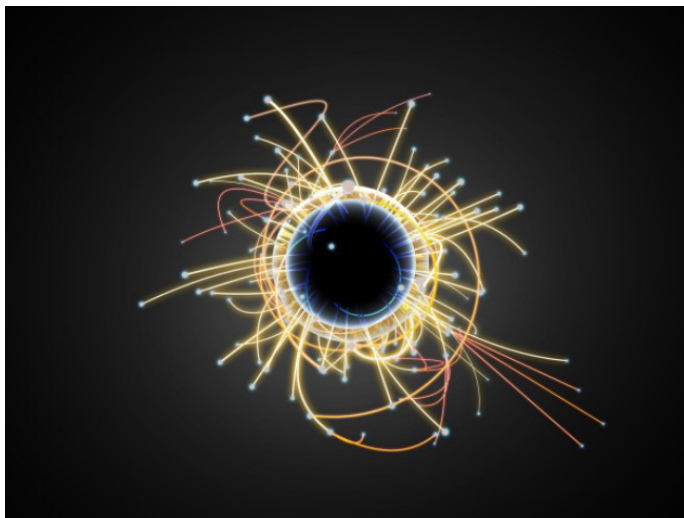
Dugo vremena nije bilo poznato zašto je svijet izgrađen od materije, a ne od antimaterije. Razlog je otkriven u asimetričnim svojstvima kaona (K-mezona) i antikaona.

Antimaterija je suprotna svakodnevnim spoznajama.² Antivodik se sintetizira tako da se antiproton i pozitron dovedu blizu jedan drugom. Zvuči jednostavno, ali je to težak i dugotrajan proces. Kao prvo, nije lako skladištiti antimateriju jer ju susret s materijom uništava, a kao drugo, potrebno je upotrebljavati deceleratore (usporičave čestica) kako bi se provela sinteza. Sinteza antivodika prvi je put uspjela 1995. godine u CERN-u. Time je eksperimentalno potvrđena pretpostavka da antiatomi imaju ista svojstva kao i atomi. Godine 2011. antivodik se uspio zadržati u posebnim zamkama 16 minuta i 40 sekundi, što je dovoljno da mu se detaljno prouče svojstva. To je za atomski život iznimno dugo. Antimaterija koja je bila potrebna za sintezu antivodika dobivena je iz prirodnih izvora. Ona nastaje spontanom beta-pozitivnim raspadom nekih radioaktivnih stijena čime nastaju pozitroni.



Slika 1 – Usporedba građe vodika i antivodika

Antimaterija se može dobiti i iz umjetnih izvora, npr. u medicini u PET-skeneru. U PET-skeneru pozitroni se puštaju u tkivo pacijenta, gdje se susretnu s elektronima te anihiliraju. Anihilacijom nastaje energija u obliku fotona, oni se detektiraju i određuje im se intenzitet te se stvara 3D slika tkiva.³



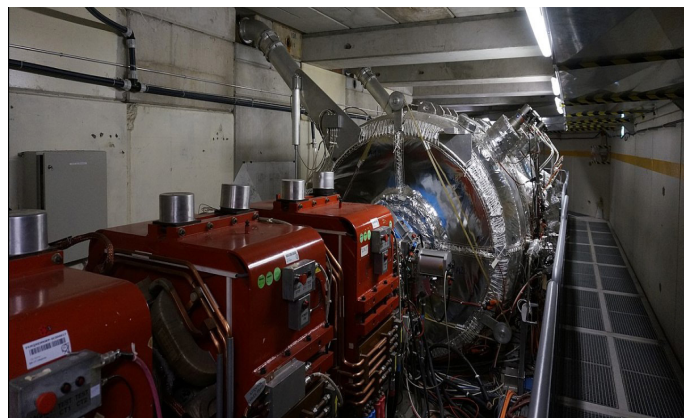
Slika 2 – Umjetnička modulacija izgleda antimaterije

Među svojstvima, posebno se ističe utjecaj gravitacijskog polja na antiatome. Poznato je da atomi i antiatomi imaju istu masu, ali nije poznato pada li antiatom pod utjecajem gravitacijskog polja prema dolje. Proces anihilacije materije i antimaterije koji se dogodi u svemiru mogao bi se detektirati sa Zemlje zbog nastale energije u obliku fotona. Postoje i indikacije da određena količina antimaterije postoji i u središtu naše galaksije.

Kako su elementarni procesi u prirodi simetrični, zanimljivo je da postoji i proces obrnut od anihilacije u kojem iz fotona nastaje materijska čestica i njezin antimaterijski partner. Svemir se ne sastoji od jednakog broja čestica i antičestica. U Svemiru ne uočavamo mnogo antimaterije, ali zato uočavamo mnogo fotona u odnosu na druge čestice. To daje naslutiti kako je u ranom svemiru nastalo malo više materije nego antimaterije. Kroz vrijeme, jednake količine materije i antimaterije su se anihilirale pa zato danas vidimo toliko fotona. Preostali višak materije čini masu u Svemiru. Međutim, ne možemo sa sigurnošću utvrditi sastoji li se Svemir od materije ili ne.

Navedeni eksperiment proveden u CERN-u 1995. godine ima praktičnu primjenu jer istražuje mogućnost upotrebe antiprotona u liječenju tumora. Njihova upotreba pokazala se znatno učinkovitijom od primjene standardnih metoda uništavanja tumora zračenjem. Prođu li svi testovi u redu, metoda bi mogla zaživjeti kao velik korak naprijed liječenja tumora.⁴ CERN danas pomoću antiproton deceleatora (AD) proučava pet eksperimenata koji su vezani za antimateriju: AEGIS, ALPHA, ASACUSA, ATRAP i BASE. ALPHA je posebno dizajnirana za hvatanje čestica antivodika pa ih se može dulje proučavati nego ikad prije. Pomoću ALPHA-e električni naboj može se izmjeriti s većom preciznošću.

U eksperimentima kao što su ALPHA i ATRAP električno i magnetsko polje drži antiproton odvojeno od pozitrona u gotovo savršenom vakuumu. U vakuumu je lebdeća antimaterija udaljena od materije i smanjuje se mogućnost anihilacije. Osim toga, antiprotoni prolaze kroz gusti elektronski plin koji ih dodatno usporava. Kad je energija dovoljno mala, primjenom razlike potencijala antiprotoni se „guraju“ u oblak pozitrona suspendiranih unutar vakuuma. Nastali antivodik nije moguće kontrolirati električnim poljem jer nema naboja, nego samo magnetskim poljem koje se stvara pomoću dva supravodljiva magneta. Ako atomi antivodika imaju dovoljno nisku energiju onda mogu dovoljno dugo ostati u ovoj magnetskoj „bočici“. Najbolji način za saznati je li antimaterija zapravo bila zarobljena je pustiti je da se uništi materijom. Kad se magneti isključe, atomi vodika bježe iz njihove zamke i brzo se uništavaju. Silikonski detektori očitavaju nastanak fotona i time se odredi položaj antiatoma. Tek tada znanstvenici mogu biti sigurni da su zarobili antivodik.⁵



Slika 3 – Antiproton deceleator

Trenutačno se najviše radi na proučavanju svojstava spektralnih linija antivodika kao i gravitacijske konstante. Novo postrojenje ELENA omogućit će svim eksperimentima koji rade na antiprotonskom deakcelatoru da dobiju nižu energiju i obilnije antiprotonske zrake, čineći proizvodnju antivodika jednostavnijom i u većim količinama.⁶ Osim primjenom, antivodik se odlikuje i visokom cijenom koja se penje do 94 milijardi dolara po gramu antivodika, što ga čini najskupljim materijalom za proizvodnju.

Literatura

1. Mrežna stranica <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=2984> (pristup 5. prosinca 2019.)
2. Mrežna stranica <https://www.antimaterija.com/antimaterija/> (pristup 5. prosinca 2019.)
3. Mrežna stranica http://digre.pmf.unizg.hr/4677/1/Matematicko-fizicki%20list_god.LXIV_2013-2014_no.3.pdf (pristup 4. prosinca 2019.)
4. Mrežna stranica <http://www.zvezdarnica.com/znanost/nas-planet/otkrivanje-tajni-cern-a/698> (pristup 6. prosinca 2019.)
5. Mrežna stranica <https://phys.org/news/2015-09-antihydrogen-cern-years-strong.html> (pristup 4. prosinca 2019.)
6. Mrežna stranica <https://home.cern/science/physics/antimatter/storing-antihydrogen> (pristup 6. prosinca 2019.)

Bakterija koja jede plastiku – mit ili stvarnost?

Zvonimir Jukić (KTF)

Čovjekova težnja za konstantnim napretkom i razvojem novih materijala dovela je do „otkrića“ polimernih materijala, u društvu poznatog i prihvaćenog naziva kao plastika. Polimerni materijali mogu biti prirodni i, komercijalno znatno zanimljiviji, sintetski, organskog ili anorganskog porijekla. Polimerni materijali doživjeli su „boom“ 1920-ih kada je Staudinger postavio hipotezu o makromolekulama, pri čemu je započeo snažan razvoj gumarske industrije zajedno s razvojem automobilske industrije.¹ 1950-ih dogodio se snažan razvoj sintetskih polimera i industrije polimernih materijala, pa se stoga 20. stoljeće danas naziva i „polimerno doba“. Unutar polimernih materijala, po pitanju područja i učestalosti primjene, najviše se ističu plastične mase – plastomeri i duromeri.² Prema podacima tvrtke ScienceAlert, svake godine čovječanstvo stvori novih 300 milijuna tona plastike za upotrebu u razne svrhe, a samo 10 % od toga se reciklira.³



Slika 1 – Plastika u okolišu

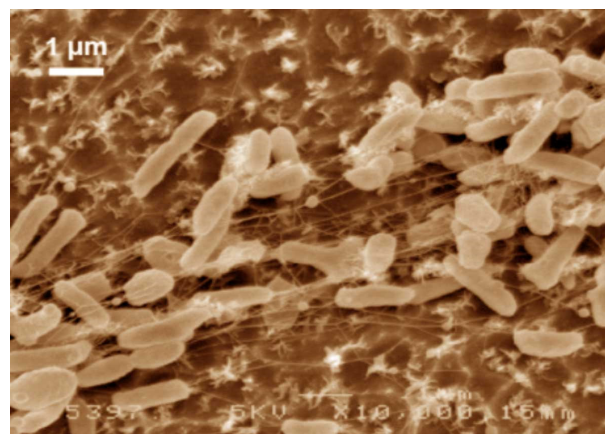
U razvoju tih materijala vodilo se mišlju kako ih učiniti otpornijim i trajnijim, ali zanemarila se bitna stavka – sustavno gospodarenje plastičnim masama nakon njihova uporabnog vijeka. S obzirom na to da se u početku taj segment zanemario, izostala je društvena komponenta – čovječanstvo se nije educiralo o tome kako postupiti s plastičnim masama kad ih prestanemo upotrebljavati. Kao rezultat možemo vidjeti plastiku svuda u okolišu – po ulicama, poljima i u moru. Jednostavno nema dijela našeg planeta koji nije onečišćen plastikom. U današnje vrijeme postoje različite tehnike razgradnje i prerade plastičnih masa, a primjena istih je moguća u uređenom sustavu gospodarenja plastičnim masama.

Što je s onom plastikom koja se nije našla u sustavu gospodarenja? Koliko je vremena potrebno da se plastični materijali spontano, pod utjecajem atmosferskih

prilika, razgrade u prirodi? Plastičnim vrećicama novije tehnologije proizvodnje potrebno je 20 godina za potpunu razgradnju, onim proizvedenim prema starim tehnologijama čak do 1000 godina. Plastičnim bocama potrebno je 500 godina da se razgrade, iako se ni tada neće potpuno razgraditi jer petrokemijski proizvodi nisu potpuno biorazgradljivi, a produkti razgradnje ostaju u prirodnom recipijentu. Stoga lako možemo zaključiti da je, današnjim tempom proizvodnje i uporabe, znatno veća akumulacija plastike od njezine uporabe. A velika većina te plastike nesavjesno završi odbačena u prirodi. Prema postavkama kruženja tvari u prirodi, plastika na razne načine završi u hranidbenom lancu. To se najviše vidi kod plastike koja završi u moru.⁴ Primjerice, u ožujku ove godine, na obalama Sardinije pronađen je leš kita ulješure u čijem je želucu pronađeno 22 kilograma plastike – vreće za smeće, ribarske mreže, cijevi i sl. Osim toga, razmjeri odbačene plastike vidljivi su pri olujama i jakim vjetrovima kada plastika ispliva na površinu i završi na obali.

Iz tih razloga, znanstvenici su se okrenuli istraživanju alternativnih rješenja. Prije 3 godine tim na Sveučilištu u Kyotu uspio pronaći mikrob koji jede plastiku. Nakon pet godina pretraživanja kroz 250 uzoraka, uspjeli su izolirati bakteriju koja konzumira samo polietilen tereftalat (PET), običnu plastiku koja se upotrebljava u proizvodnji boca i odjeće. Novootkrivenu vrstu bakterija imenovali su *Ideonella sakaiensis* 201-F6.⁵

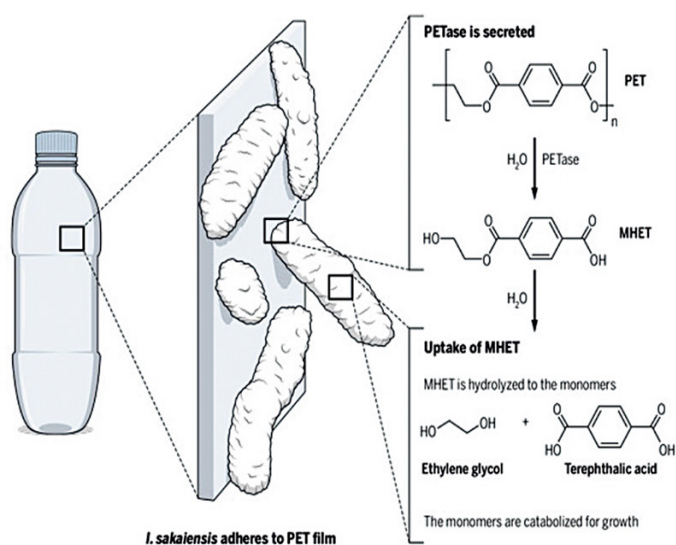
Znanstvenici su ostavili PET u toploj staklenci s bakterijskom kulturom i nekim drugim hranjivim tvarima i za nekoliko tjedana sva je plastika nestala. Drugo, uspjeli su identificirati enzime koje *Ideonella sakaiensis* koristi kako bi razgradila PET. Sva živa bića sadrže enzime kako bi ubrzali bitne kemijske reakcije. Neki enzimi pomažu u probavljanju hrane i bez njih organizam ne bi imao pristup nekim vrstama hrane. Na primjer, ljudi koji su netolerantni na laktozu nemaju enzime potrebne za razgrađivanje laktoznog šećera koji se nalazi u mliječnim proizvodima. Znanstvenici iz Kyotoa identificirali su gene u bakterijskom DNK koji su odgovorni za enzim koji razgrađuje PET. A zatim su sami proizveli enzim kako bi pokazali da i sam enzim može razgraditi PET.



Slika 2 – *Ideonella sakaiensis*

Što se tiče *Ideonelle sakaiensis*, u pitanju je gram-negativna, aerobna bakterija koja ne tvori spore. Stanice su pokretne i imaju samo jedan bič. Bakterija raste u rasponu pH vrijednosti od 5,5 do 9, pri čemu je optimalno pri 7 do 7,5, i temperaturi 15 do 42 °C (optimalno na 30 do 37 °C). Kolonije te bakterije su bezbojne, glatke i okrugle, pri čemu veličina varira od 0,6 do 0,8 μm u širinu te 1,2 do 1,5 μm u duljinu. Filogenetskom analizom pokazalo se da je vrsta roda *Ideonella*, ali posjeduje znatno drugačiji genom što je opravdalo klasifikaciju kao novu vrstu.

Kako ta bakterija „jede“ plastiku?⁵ Čelije bakterije se adhezivno prijanjaju na površinu PET-a i upotrebljavaju izlučenu PET hidralazu (PETazu), pri čemu dolazi do razgradnje PET-a u mono(2-hidroksietil)tereftalnu kiselinu (MHET) – heterodimer koji se sastoji od tereftalne kiseline i etilen glikola. PETaza te bakterije prva je koja je ikada otkrivena i funkcionira hidroliziranjem esterskih veza prisutnih u PET ambalaži. Dobiveni MHET se



Slika 3 – Mehanizam razgradnje PET-a proizvodnje organskog gnojiva

razgrađuje do tereftalne kiseline i etilen glikola pomoću lipidno usidrenog enzima MHETaze (MHET hidrolaze) na vanjskoj membrani stanice. Dobivene molekule iz PET-a bakterija upotrebljava za proizvodnju energije i izgradnju potrebnih biomolekula. Asimilirani ugljik iz spojeva mineralizira se u ugljikov dioksid i ispušta se u atmosferu.

Koji je utjecaj tog otkrića i potencijalna primjena? Prije otkrića te bakterije, jedini poznati razgraditelji PET-a bili su mali broj bakterija i gljivica, uključujući *Fusarium solani*, a nijedan organizam nije mogao razgraditi PET kao primarni izvor ugljika i energije. Razvoj bakterije *Ideonelle sakaiensis* otvara mogućnosti bioremedijacije i biorecikliranja PET-a.⁶ Ta bakterija sposobna je kolonizirati i razbiti tanki film PET-a niske kristalnosti (mekanog PET-a) debeo 0,2 mm u otprilike 6 tjedana. A kako je velika količina izrađene ambalaže visoke kristalnosti, a navedena bakterija ju 30 puta sporije razgrađuje od one niske kristalnosti, potrebno je genetički optimirati enzim za program recikliranja.

Literatura

1. Kratožil Krehula, Lj., *Polimeri i polimerizacijski procesi*, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije veučilišta u Zgarebu, Zagreb, 2018.
2. Mrežna stranica <https://www.hrastovic-inzenjering.hr/primjena-energije/energetski-clanci/energijske-politike/item/903-ekspanzija-zelenih-tehnologija.html> (pristup: 8. studenoga 2019.)
3. Mrežna stranica <https://petrokemija.hr/hr-hr/Proizvodi-i-usluge/Gnojiva> (pristup 8. studenog 2019.)
4. Andričić, B., *Kataliza u zaštiti okoliša*, Kemijsko-tehnološki Fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2010.
5. Yoshida, S.; Hiraga, K.; Takehana, T.; Taniguchi, I.; Yamaji, H.; Maeda, Y.; Toyohara, K.; Miyamoto, K.; Kimura, Y.; Oda, K. *A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate)*, *Science*, 351 (2016) str 1196–1199
6. Uwe T. Bornscheuer, *Feeding on plastic*, *Science* 351 (2016) str 1154–1155

Budućnost i izazovi organske kemije

Karla Ribičić (FKIT)

Kao jedna od osnovnih grana kemije, organska kemija od iznimnog je značaja u stvaranju novih tvari. Osim čiste kemijske sinteze, organska kemija povezana je s drugim istraživačkim područjima. Veliki naponi posvećeni su interdisciplinarnim istraživanjima koja povezuju organsku kemiju sa znanostima o materijalima, medicini, skladištenju energije i organskom elektronikom. Precizna sinteza raznih molekula omogućuje ispitivanje bioloških procesa i mehanizama djelovanja lijekova. Razvoj novih sintetskih metodologija i njihova primjena u sintezi prirodnih proizvoda posebno su pokazali čar organske kemije, uključujući učinkovitije i zelenije metode.¹

Iako je organska kemija već dugo i široko istraživano područje, uvijek se nalazi mjesta za nove ideje i smjerove prema kojima se širi. Postoje mnoga pitanja na tematiku budućnosti tog područja, a njihovi odgovori uvjetuju današnji rad i djelovanje. Identifikacija velikih izazova ključna je ako želimo definirati identitet organske kemije, znanosti koja je istodobno umjetnost i industrija. Stoga je organizacija ESYOP održala radionicu u kojoj su sudjelovali mladi kemičari te razmotrili mogućnosti daljnjeg razvoja organske kemije. Kao rezultat nameće se šest pitanja koja sažimaju temeljne izazove:²

1. Pokušaj „pojednostavljenja“?
2. Postizanje potpune selektivnosti principima fizike?
3. Stvaranje umjetne stanice?
4. Primjena CO₂ u organskoj sintezi?
5. Dizajn „čarobnog metka“?
6. Programiranje inteligentnog NMR-a?
7. Primjena umjetne inteligencije u provođenju sinteze?³

Pod pojmom jednostavnosti podrazumijeva se smanjenje broja koraka u sintezi, količine reagensa, otapala i otpadnih produkata uz najveće iskorištenje. Tajna jednostavnosti leži u novom načinu razmišljanja prilikom kreiranja sinteze, odnosno nastoji se iznova razmišljati o mogućem rješenju i zaobići stečene procese razmišljanja. Na primjer, nastoji se izbjeći upotreba zaštitnih skupina ili se one upotrebljavaju samo ako na neki drugi način sudjeluju u izgradnji molekula. Nove metode predviđanja reaktivnosti molekula mogle bi poboljšati sintetsku učinkovitost. Sustavna i kontrolirana funkcionalizacija neaktivnih C–H veza strategija je izbora za uklanjanje sintetskih koraka potrebnih za aktivaciju koja se inače postiže odlazećim skupinama. Kao takva, svaka C–H skupina molekule potencijalno je reaktivna i funkcionalna cjelina, bez obzira na njezin položaj u molekuli. Takav pristup zahtijeva i pogoduje boljem razumijevanju reaktivnosti, a prvi korak k tom cilju zahtijeva razvoj novih strategija intramolekularne aktivacije.²

Pojam koji je usko vezan s iskoristivosti i jednostavnošću organske kemije je selektivnost te predstavlja glavni način kontrole sinteze. Do sada se selektivnost održavala kemijskim putem upotrebom kiralnih liganada i katalizatora, međutim tehnike temeljene na fizičkim principima poput NMR-a i rendgena mogle bi biti učinkovitije u postizanju selektivnosti.

Činjenica da se tvar ponaša drugačije kad se nalazi u fizičkim poljima može se prevesti u kontroliranu kemoselektivnost u organskoj kemiji. NMR spektroskopija pokazuje da svaka funkcionalna skupina smještena pod određenim magnetskim poljem daje poseban i karakterističan signal. Na iskorištenje i brzinu nekih radikalnih reakcija u otopini može se utjecati magnetskim poljem, a na intramolekularno kretanje rotaksana električnim poljem. Teoretski obećavajući pristup je kontrola kvantnih sustava pomoću električnog polja inducirano laserskim impulsima, čime bi se odredila površinska potencijalna energija i odredio proces dobivanja željenog produkta. Usmjeravanje stereoselektivnosti reakcije uz upotrebu vanjskog

fizičkog utjecaja kao jedinog izvora kiralnosti predstavlja krajnji izazov u sintezi asimetričnih molekula. Tim tehnikama nastavile bi se pomicati granice prema većem iskorištenju, selektivnosti, primjenjivosti u fazi rješenja i dostupnosti opreme.²

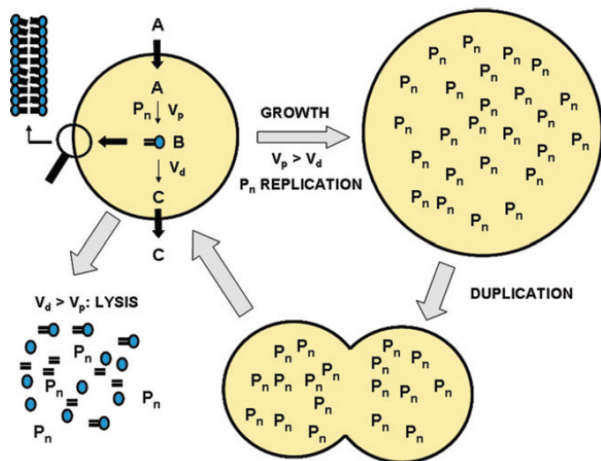
Sljedeći je cilj konstruirati molekularno umjetne modele s dvjema temeljnim karakteristikama: osjetljivost na vanjske podražaje i sposobnost samoreplikacije unutar vodenog medija. Prvi pristup razvoju umjetne protostanice je stvaranje jednostavne radne jedinice temeljene na strukturi liposoma i kemijskoj autopoezi. Model liposoma posjeduje polupropusnu membranu nalik staničnoj, a sastavljena je od komponente B, a pogoduje propuštanju spoja A, prekursora B i spoja P, prekursora P_n. Prekursor A se brzinom V_p pretvara u polimer B, a reakcija je katalizirana molekulom (P_n) koja može biti molekula RNA, peptid ili samoreplicirajuća sintetska molekula sastavljena od monomera (P) te ima evolucijsku prednost podijele u „mjehuriće“ povećanjem koncentracije unutar protostanice.

Ključna značajka je ovisnost rasta i replikacije membrane uz umnožavanje polimera P_n. Proces samoreplikacije bi bio podvrgnut mutacijama koje bi osigurale osnovu za Darwinovu evoluciju. Idući korak bilo bi uvođenje drugog kemijskog sustava čiji je odgovor posljedica podražaja na kemijski signal. Taj pristup može uključivati molekule poput transportera staničnih membrana koje bi signalizirale ulaz reaktanata u liposom i otpuštanje nastalih proizvoda.²

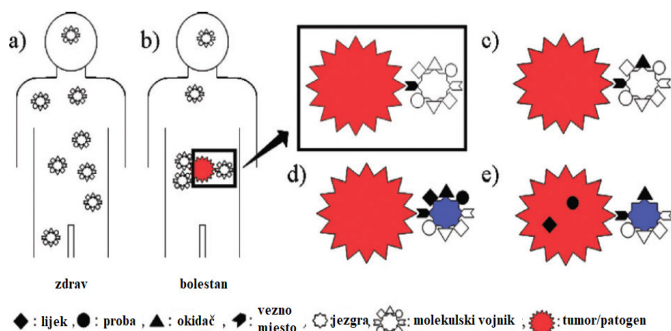
U posljednjih stotinu godina iskorištavali su se svi lako dostupni izvori ugljika, poput ugljena, benzina ili prirodnog plina potrebnog za razvoj. Međutim, nedostatak tih rezervi uskoro će promijeniti kemijsku industriju i društvo. Priroda dostupnih sintetičkih polaznih materijala neizmjereno će se promijeniti i potrebno tražiti nove, obnovljive izvore ugljika.

Upotreba atmosferskog ugljikova dioksida kao izvora ugljika nudi brojne jer je doista jeftin i netoksičan izvor ugljika. Uz to, smanjila bi se količina stakleničkih plinova, a time i njegov utjecaj na okoliš. U kemiji bi se CO₂ rabio kao otapalo, oksidans, aditiv za proizvodnju metanola ili aditiv prirodnom plinu za proizvodnju ugljikovodika. Nažalost, u većini slučajeva ti procesi još nisu ekonomski održivi jer je potrebna energija za transformaciju ugljikova dioksida prevelika, budući da je on zbog svoje stabilnosti posljednja faza u razgradnji svih organskih molekula. Rješenje tog problema leži u kombinaciji sljedećih triju pristupa: „hvatanje CO₂, fotokemijska redukcija i upotreba u reakcijama. „Hvatanje“ CO₂ izbjeglo bi se razvojem procesa koji ga upotrebljavaju izravno iz izvora, a reaktivnost CO₂ bi se poboljšala prevođenjem u fosgen ili stvaranjem novih C–C veza i C–O veza.²

Pojam „čarobnog metka“ odnosi se na univerzalni lijek sa sposobnošću molekularne inteligencije na temelju sljedećih kriterija: prilagodljivosti, autonomije i višestruke kompetencije. Gradivni blokovi samostalno bi



Slika 1 – Shematski prikaz protostanice

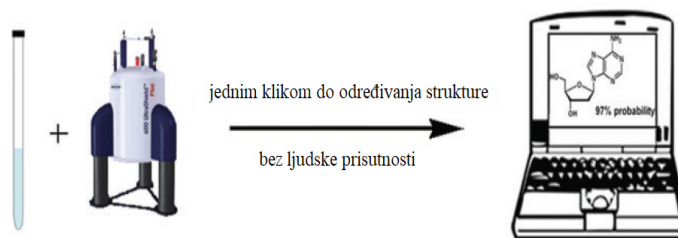


Slika 2 – Shematski prikaz "molekulskih vojnika"

se sastavili u ciljanom biološkom sustavu da bi se stvorila aktivna molekula, čime bi se proširio princip dinamičke kombinatoričke kemije. "Čarobni metak" također bi trebao istodobno imati dijagnostička, preventivna i ljekovita svojstva. U idealnom slučaju, ti "molekularni vojnici" činili bi naš drugi imunološki sustav gdje bi svaka jedinica imala zasebnu funkciju.

U slučaju liječenja raka, razvoj lijekova koji se selektivno aktiviraju na mjestu tumora obećanje prema „inteligentnim lijekovima“ te su neškodljive za zdravo tkivo. Sastavljeni su od tri dijela (okidač, povezač, efektor) i programirani da izvršavaju unaprijed određenu funkciju, odnosno moguće je uzastopno aktivirati niz molekula pod djelovanjem pojedinog podražaja. Takav lijek sličan je košnici jer se sastoji od neovisnih elemenata sa specifičnim svojstvima, stvarajući tako autonomni sklop za obranu od stranih ili patogenih entiteta.²

Posebna stavka u organskoj kemiji je karakterizacija spojeva, odnosno alat pomoću kojeg se može s potpunom sigurnošću reći je li neka molekula dobivena ili ne. Najkorištenija metoda u tu svrhu je nuklearna magnetska rezonanca (NMR) koja, jednom kad se programira, može davati 1D i 2D NMR spektre snimljenih uzoraka. Inteligentni NMR bio bi povezan s centralnim računalom koji bi aktivirao NMR spektrometar za postizanje podataka potrebnih za određivanje strukture. Podatci bi bili dostupni na Internetu i nalazili bi se u FID obliku čime



Slika 3 – Određivanje strukture inteligentnim NMR-om

bi se najprije utvrdilo je li snimljeni spoj već identificiran ili je nepoznat. Drugo, prikupljanjem FID-ova koji proizlaze iz određenih struktura u svoju memoriju, računalo bi bilo sposobno usporediti molekularne fragmente s onima iz prethodnih strukturalnih analiza. Spektar koji odgovara strukturi zatim bi se simulirao i uspoređivao s izvornikom, iterativni postupak bi se ponavljao dok dobivena struktura ne bude u skladu s određenom točnošću.²

Za kraj potrebno je objasniti kako bi se umanjio problem retrosinteze, odnosno pojednostavilo traženje reakcija čijim se uzastopnim provođenjem dolazi do konačnog produkta. U tu svrhu primjenjivala bi se umjetna inteligencija računala na način da bi ono najprije učilo najčešće i učinkovite reakcije. Zatim bi se u program unijeli podaci o ciljanoj molekuli, a računalo bi kombiniranjem stečenih znanja sastavilo sintetski put prema toj molekuli. To, naravno, ne predstavlja prijetnju u radu sintetskih kemičara, nego bi ta metoda upravo postala njegov saveznik dajući nova smisljena rješenja i objašnjavajući kako se došlo do njih.³

Literatura

1. Jian, P., Xiao-Bing, L., Biao Y., Zhi-Xiang, Y., *Organic Chemistry for the Future*, Asian Journal of Organic Chemistry, 7 (2018) str 489
2. Compain, P., Robert, F., Belmont, P., *Looking Forward: a Glance into the Future of Organic Chemistry*, New Journal of Chemistry, 30 (2006) str 823-831
3. Peiretti, F., Brunel, J. M., *Artificial Intelligence: The Future for Organic Chemistry?*, ACS Omega, 3 (2018) str 13263-13266



BOJE INŽENJERSTVA

Učinkovitost i održivost obnovljivih izvora energije, vol. 2: hidroenergija

Hrvoje Tašner

U drugom nastavku ovog serijala članaka obradit ćemo hidroenergiju i proučiti njezine prednosti i nedostatke. Snaga vode pogoni razne ljudske strojeve već tisućama godina. Nekada je voda pogonila mlinove za navodnjavanje, mljevenje žitarica u brašno te pilane, a danas pogoni generatore koji proizvode električnu energiju za opskrbu tvornica i kućanstava. Hidroenergija je utjecala na razvoj civilizacije te smo njezinim primjenom promijenili našu okolinu, a to nastavljamo činiti i danas. Hidroelektrane su danas jedini tip iskorištavanja energije vode na industrijskoj skali. Iako nisu toliko u javnosti popularan i razvikan obnovljiv izvor energije poput solarne energije, hidroelektrane se općenito smatraju veoma učinkovitim i ekološki prihvatljivim rješenjem opskrbe energijom. No, kao i sve drugo, imaju i zamjetnih nedostataka.



Slika 1 – Mlin

Velika prednost hidroelektrana je njihova velika pouzdanost i mogućnost kontrole proizvodnje ovisno o potražnji za energijom. Za skladištenje energije najčešće se upotrebljavaju akumulacijska jezera koja zadržavaju iznimno velike količine vode. Regulacijom toka vode prema turbinama jednostavno se regulira proizvodnja energije. Jednostavna regulacija iznimno je korisna i prilikom održavanja elektrane. Ako je potrebno servisirati dio sustava, tok se preusmjeri ili zaustavi te se održavanje može obaviti bez znatnog utjecaja na proizvodnju energije. Postoje elektrane koje izravno koriste tok rijeke za pogon turbina no zbog velike ovisnosti o razini vode i drugim faktorima koji se mijenjaju tijekom godine taj je tip elektrana

mного manje zastupljen. Premda su hidroelektrane pouzdan i fleksibilan izvor energije, snaga i količina energije koju hidroelektrane mogu proizvesti relativno je mala u odnosu na druge tipove elektrana. Proizvodnja energije hidroelektrane ograničena je veličinom rijeke uz koju je izgrađena. Termoelektrane i nuklearne elektrane ne ovise o sličnim vanjskim faktorima te iz tog razloga mogu imati znatno veći kapacitet.

Akumulacijska jezera i brane najkontroverzniji su dijelovi hidroelektrana. Izgradnja akumulacijskih jezera ima izniman utjecaj na područje na kojem se elektrana nalazi. Utjecaj na okoliš je drastičan i gotovo nepovratan. Akumulacijska jezera nepovratno mijenjaju tok rijeke. Brze i snažne rijeke postaju blage. Promjenom toka mijenja se cjelokupni ekosustav rijeke i okolnog područja. Biljne i životinjske vrste koje žive u brzim tokovima nestaju, a rijeka postaje beživotna. To utječe na živi svijet uz rijeku. Brojne životinjske vrste obitavaju uz obale rijeka gdje nalaze sklonište u obližnjoj vegetaciji ili su rijeke njihova lovišta. To je velik problem u Europi i Hrvatskoj gdje su staništa divljih životinja jako ograničena te postoji velik broj endemičnih i ugroženih vrsta. Izgradnjom akumulacijskih jezera još se više smanjuju već ionako narušena staništa te populacije brojnih ugroženih i endemskih vrsta zauvijek nestaju. Osim navedenog utjecaja na ekosustav dolazi i do razdvajanja populacija riba i drugih životinjskih vrsta u riječnome toku prije i nakon akumulacijskog jezera. Životinjama koje žive u vodi onemogućen je put uzvodno preko brane i akumulacijskog jezera, a one koje žive uzvodno od jezera gotovo nikada ne prežive prolazak kroz turbinu. Takvo razdvajanje populacija ima dodatan negativan učinak na već narušen ekosustav.

Osim na biljni i životinjski svijet, akumulacijska jezera imaju negativan utjecaj i na lokalno stanovništvo.

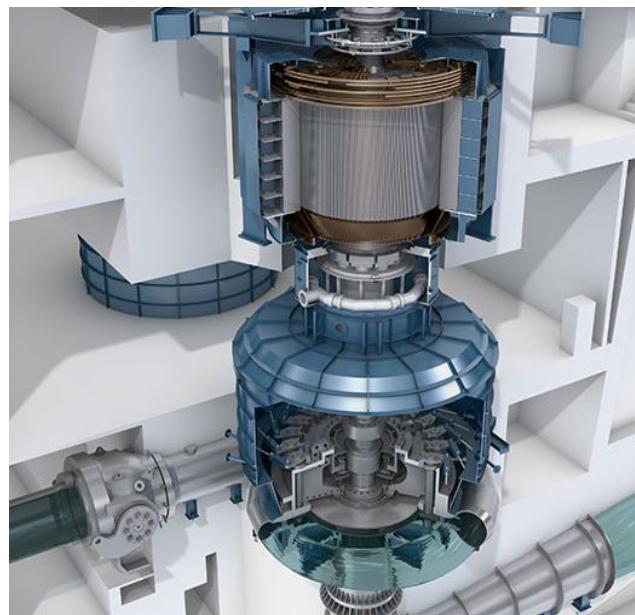


Slika 2 – Asuanska brana

Žrtve naplavlivanja velikih površina za potrebe akumulacijskog jezera često su i ljudska naselja, poljoprivredne površine i povijesne građevine. Jedan od najpoznatijih primjera je Asuanska brana i jezero Nasser. Zbog izgradnje brane i jezera raseljeno je između 100 000 i 120 000 ljudi. Uz masovno raseljavanje, 22 povijesna spomenika i arhitektonskih struktura bila su ugrožena plavljenjem. Cijeli staroegipatski hramovi morali su biti premješteni kako bi ih se spasilo od uništenja. Neki, poput niza hramova i grobnica u Abu Simbelu, preseljeni

su na obale novo nastalog jezera, dok su drugi preseljeni u brojne muzeje u Egiptu, Sudanu i drugim državama svijeta.

Brane i akumulacijska jezera imaju značajan utjecaj na poljoprivredu nizvodno od brane. Regulacija toka omogućava kontroliranu opskrbu polja vodom te brani od sezonskih poplava. Međutim, mulj koji je učinio doline brojnih rijeka plodnima ostaje zarobljen iza brane u akumulacijskom jezeru što dugoročno osiromašuje polja i čini ih nepogodnijim za poljoprivredu.



Slika 3 – Generator i turbina

Hidroelektrane su većinom veoma sigurne te izravno ne proizvode štetne ili opasne nusprodukte. Najveća je opasnost pucanje brane. U slučaju puknuća brane razaranje je iznimno veliko ali je relativno lokalizirano na područje nizvodno od brane te nema opasnosti za generalnu populaciju kao kod katastrofa vezanih uz nuklearne elektrane. Katastrofalna puknuća brana su iznimno rijetka zbog kvalitetne izgradnje s visokim standardima sigurnosti te kontinuiranog praćenja stanja konstrukcije brane i sanacije pri pojavi i najmanjih znakova oslabljenja strukture brane.

Tijekom rada hidroelektrane izravno ne ispuštaju štetne plinove poput CO_2 ili kiselih oksida sumpora kao što je to slučaj kod termoelektrana. Štetni i opasni nusproizvodi i otpad mogu nastati u proizvodnji komponenata elektrana no to su veoma male količine naspram emisija drugih neobnovljivih izvora energije. Neizravno u akumulacijskim jezerima procesima truljenja poplavljenog bilja i u nanesenom mulju nastaje metan koje je veoma potentan staklenički plin. Naspram prirodnih izvora metana poput močvara emisije nisu toliko velike ali nisu ni nezamjetne. Emisija metana je problem za koji je moguće naći tehničko rješenje i na kojem se treba raditi. Najjednostavnije rješenje je osiguravanje protoka sedimenta i omogućavanje aerobnih procesa razgradnje kojima ne nastaje CH_4 .

Izgradnja hidroelektrana je skupa. Hidroelektrane zahtijevaju mnogo resursa za izgradnju brana i postrojenja te velike površine za akumulacijska jezera.

Cijena je, uz utjecaj na ekosustav, jedan od najvećih problema hidroenergije. Velike hidroelektrane koje mogu proizvoditi velike količine energije mogu si priuštiti samo bogate zemlje te takvi projekti mogu utjecati na ekonomiju države i po nekoliko desetljeća. Najveće hidroelektrane nalaze se u državama poput SAD-a i Kine koje mogu uložiti velika sredstva u izgradnju. Za druge zemlje, poput Egipta, koje su gradile velike hidroelektrane to su bili projekti koji su znatno utjecali na cijelu naciju nekoliko desetljeća.

Hidroenergija jedan je od najstarijih i najpouzdanijih izvora energije te i dalje ima potencijala za razvoj i unaprjeđenje pogotovo na području smanjenja utjecaja na okoliš.

Snaga vode još će dugo biti izvor energije koji će pouzdano pogoniti ljudsku civilizaciju.

Izvori

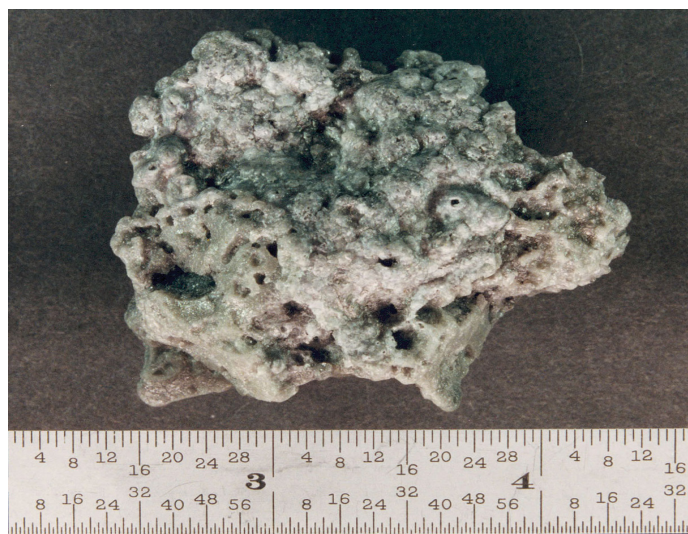
1. <https://energyinformative.org/hydroelectric-energy-pros-and-cons/> (pristup: 11.12.2019)
2. <https://www.envirothonpa.org/documents/19bHydropowerAdvantagesandDisadvantages.pdf> (pristup: 11.12.2019)
3. https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/extreme_methane_emissions_from_a_swiss_hydropower_reservoir.pdf (pristup: 11.12.2019)
4. <https://www.conserve-energy-future.com/pros-and-cons-of-hydroelectric-power.php> (pristup: 11.12.2019)
5. <https://connectusfund.org/10-advantages-and-disadvantages-of-hydroelectricity> (pristup: 11.12.2019)

Problem svemirskog otpada

Danijela Vasiljević

Pojava otpada u svemiru počela je kada je prvi satelit, Sputnik 1, pobjegao od Zemljinog gravitacijskog privlačenja 4. listopada 1957. godine. Taj događaj najavio je početak dodatnog istraživanja svemira, sve dalje od Zemlje. U svrhu te znatije, dosad je lansirano više od 4700 objekata u svemir širom svijeta.¹ S jedne strane to je dobro, jer smo saznali mnogo toga o svemiru i što postoji daleko od nas, no nažalost posljedica stalnog istraživanja jest da smo ostavili naš trag u obliku otpada. Zasad se u svemiru nalazi više od 500 000 dijelova otpada koje kruži oko Zemlje. Taj otpad može imati brzinu od 28,16 km/h, što je dovoljno brzo da mali komad svemirskog otpada ošteti satelit ili svemirsku letjelicu.² Svemirski otpad promjera većeg od deset centimetara u mogućnosti je svojom kinetičkom energijom oštetiti ili čak srušiti svemirsku raketu, a prema astronomskim podacima takvog otpada je oko 19 000 komada. Više od 300 milijuna dijelova svemirskog otpada veće je od jednog centimetra. Čak i najmanji dijelovi, promjera manjeg od jednog centimetra, mogu nanijeti znatne štete na satelitima, sondama i letjelicama jer upravo komadić veličine jednog centimetra može probiti vanjski zid letjelice i rakete.³

Porast svemirskog otpada povećava potencijalnu opasnost za sva svemirska vozila, uključujući Međunarodnu svemirsku stanicu, svemirske letjelice i svemirske letjelice u kojima su ljudi. Otpad u svemiru dijeli se na prirodne (meteoroidne) i umjetne čestice. Meteoroidi su u orbiti oko Sunca, dok je većina umjetnih čestica u orbiti oko Zemlje.² Otpad Zemljine orbite je bilo koji objekt u svemiru koji je stvorio čovjek i više nije koristan. To mogu biti nefunkcionalne svemirske letjelice i sateliti te napuštene faze lansiranja.² Također, sve što ispadne sa satelita i raketa je otpad. To mogu biti: manji dijelovi satelita, boja koja se odvojila od određenih uređaja, vijci, matice, vreće za smeće, pokrovi leća, odvijajući itd.



Slika 1 – Svemirske krhotine od aluminijskog oksida, nusproizvod raketnih motora na kruti pogon⁴

U biti sve od čega se sastoji satelit, raketa ili bilo što što su ljudi ponijeli u svemir, potencijalno može postati otpad.¹

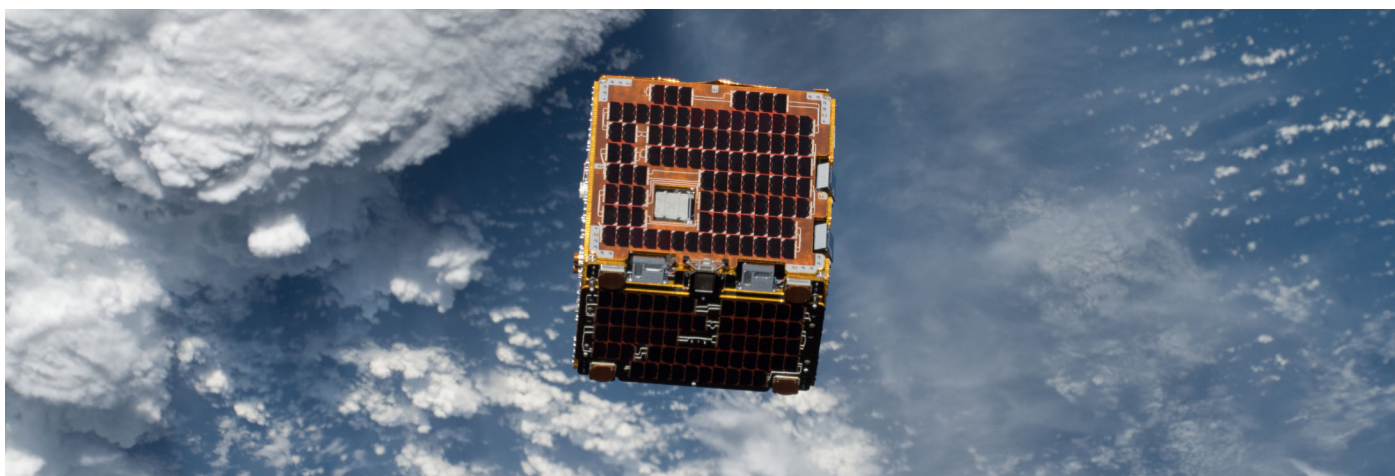
Kako su ljudi imali sve više misija u svemiru, tako je nastajalo sve više otpada koji zauvijek ostaje kružiti oko Zemlje. Naime, oko Zemljine orbite je kružila rukavica, koju je 1965. godine, upravo tijekom prve svemirske šetnje izgubio astronaut Edward White koji je bio na misiji Gemini 4. Ta rukavica je otprilike mjesec dana provela u Zemljinoj orbiti i za to vrijeme poremetila sve planove za lansiranje raketa.³

Prvi sudar koji je uništio operativni satelit dogodio se 10. veljače 2009. godine, kada se Iridium 33, komunikacijski satelit u vlasništvu američke tvrtke Motorola, sudario s Cosmosom 2251, neaktivnim ruskim vojnim komunikacijskim satelitom, 760 kilometara iznad sjevernog dijela Sibira razbijajući oba satelita. Taj sudar velikog razmjera stvorio je oblak od nekoliko tisuća komada krhotina.⁴

Možda jedan od najgorih sudara sa svemirskim otpadom dogodio se 11. siječnja 2011. godine, kada je kineska vojska na testu antisatelitskog sustava uništila meteorološki satelit Fengyun-1C. Samo taj sudar je prouzročio više od 3000 krhotina, tj. više od 20 % svih svemirskih krhotina.

Tijekom kolovoza ove godine, operatori svemirskih letjelica u kontrolnom centru Europske svemirske agencije (ESA) u Darmstadtu u Njemačkoj primijetili su da je njihov vodeći satelit, Sentinel-1A, skočio u drugu orbitu te da je promijenio orijentaciju.⁵ Ta pojava uzrokovala je pad električne energije. Operatori su uključili kamere ugrađene za nadgledanje postavljanja solarnih panela te tako pronašli problem. Satelit je bio pogođen krhotinom od samo nekoliko milimetara koja je na jednom od solarnih panela prouzrokovala oštećenje promjera 40 centimetara. Naime, udarac krhotine od samo nekoliko milimetara je nanio toliko štete upravo zato što se krhotina okretala orbitalnom brzinom koja se mjeri u kilometrima u sekundi, tako da je sreća da krhotina nije bila veća. Da je krhotina bila veća mogla je u potpunosti uništiti solarni panel i misija bi bila završena.⁵ NASA često mora zamjenjivati prozore svojih raketa jer budu oštećeni krhotinama boje koji se kreću vrlo visokim

brzinama. Obično su oštećenja takvih čestica veličine oko 1 milimetar, a čestica je veličine oko 100 mikrona, ali velikom brzinom udara u prozor. Takve male čestice nastaju pri pokretanju raketnog motora na čvrsti pogon. Najgori mogući scenarij koji znanstvenici za svemirski otpad predviđaju zove se Kesslerovim sindromom, po američkom astrofizičaru Donaldu Kessleru. Kessler je 1987. godine, radeći za NASU, objavio analizu koja pokazuje da česti sudari eksponencijalno povećavaju količinu svemirskog otpada, što dovodi do još više sudara jer taj otpad uzrokuje nepredviđene nesreće. Sve to dovodi do znatno više otpada, a u svrhu izbjegavanja istog, svemirske misije i sateliti izbjegavaju određena područja u koja je opasno ići zbog svemirskog otpada. Tako se zbog sigurnosti posade te prevencije nastajanja novog otpada više ne ide u određene orbite, jer sve što je na tom području gotovo bi sigurno bilo pogođeno.⁵



Slika 2 – NanoRacks-Remove Mebris⁷

Uklanjanje svemirskog otpada postalo je vrlo važan dio komercijalnog i znanstvenog prostornog upravljanja. To je potencijalna opasnost koju treba odmah riješiti kako bi se spriječio sudar svemirskih objekata.

JAXA, japanska svemirska agencija, testira elektronički svemirski bič, koji je veličine šest nogometnih terena, poznat kao elektrodinamički veznik (EDT). Namijenjen je izbacivanju otpada iz orbite tako da ga pošalje da izgori u Zemljinoj atmosferi. Postoji niz metoda uklanjanja svemirskog otpada koje se zovu ADR tehnologije i one se baziraju na: laserima, ionskom zračenju, uzicama, jedru i satelitima.

Svemirske agencije počele su poduzimati korake za ublažavanje problema otpada u svemiru, poput izgaranja svog goriva u raketnoj fazi kako ne bi kasnije eksplodiralo, te se štedi dovoljno goriva za vraćanje satelita na kraju misije. Britanski satelit RemoveDEBRIS, koji je lansiran 2018. godine, testirao je dvije različite tehnologije uklanjanja svemirskog otpada. Prva metoda je hvatanje mrežom, a druga metoda je hvatanje harpunom. Također će se testirati i vučni trag, koji bi trebao dovoljno usporiti komad otpada da ponovno uđe u atmosferu i izgori.⁴ RemoveDEBRIS prva je isplativa misija koja je obavila uklanjanje svemirskog otpada. 20. lipnja 2018. svemirska postaja lansirala je satelit NanoRacks-Remove Mebris

u svemir izvan japanskog modula laboratorija Kibo (slika 2). Ta tehnologija osmišljena je kako bi se pomoću 3D kamere istražilo mjesto i brzina svemirskog otpada. Satelit NanoRacks-Remove uspješno je aktivirao mrežu za hvatanje nanosatelita koji simulira svemirski otpad. Sudari u svemiru mogli bi imati ozbiljne posljedice za svemirsku stanicu i satelite, ali istraživanje je pokazalo da uklanjanje najvećeg otpada znatno smanjuje mogućnost sudara.⁷ Premda nije prošlo mnogo vremena od prvog leta u svemir, uspjeli smo ostaviti neželjeni trag. Sve više se oslanjamo na satelite, ne samo za istraživanja i znanost, nego i za komunikaciju, navigaciju, prognozu vremena i još mnogo toga.

Problem otpada u Svemiru postaje sve izraženiji te se sve više teži rješavanju problema tako da se reguliraju načini uklanjanja otpada te obveze država da ga uklone. O problemu svemirskog otpada nije se razmišljalo na početku svemirske ere nego tek kada je otpad počeo uzrokovati probleme, no tad je već bilo kasno. Znanstvenici su istaknuli velik problem i realnu opasnost nemogućnosti budućih svemirskih misija i lansiranja satelita ako se problem svemirskog otpada ne počne hitno rješavati. Interesi čovječanstva nadilaze interese pojedinih zemalja te su se znanstvenici cijelog svijeta ujedinili kako bi riješili taj problem.

Izvori

1. National geographic, Space junk is a huge problem—and it's only getting bigger <https://www.nationalgeographic.com/science/space/reference/space-junk/> (pristup 14. studenoga 2019.)
2. NASA, Space Debris and Human Spacecraft https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html (Pristup 14. studenoga 2019.)
3. DW, Opasni svemirski otpad, <https://www.dw.com/hr/опасni-svemirski-otpad/a-2282790> (Pristup 12. studenoga 2019.)
4. Encyclopedia Britannica, Space debris, <https://www.britannica.com/technology/space-debris> (Pristup 12. studenoga 2019.)
5. Guardian, Space debris must be removed from orbit says ESA, <https://www.theguardian.com/science/across-the-universe/2017/apr/21/space-debris-must-be-removed-from-orbit-says-european-space-agency> (Pristup 15. studenoga 2019.)
6. <https://www.nasa.gov/image-feature/researching-how-best-to-remove-space-junk> (Pristup 16. studenoga 2019.)



Materijali koji bi mogli zamijeniti plastiku

Lucija Volf

Plastiku je gotovo nemoguće izbjeći u svakodnevici prosječnog čovjeka, to i dokazuje da s pravom možemo reći da je najčešće korišten materijal koji se nalazi svuda oko nas. Ambalaže od hrane i pića rade se od plastike, sastavni je dio električnih aparata, igračaka, vozila, a plastične vrećice postale su jednokratno uporabni predmet koji se masovno koristi samo za transport kupovnih namirnica.

Plastika je sintetički materijal odnosno naziv za različite polimerske tvari čija je struktura bazirana na nafti. Najčešće plastike su polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS), polietilen tereftalat (PET), polivinilklorid (PVC) i još mnogi drugi. Za 1 kg PET-a (materijal iz kojeg su izrađene boce za napitke) treba utrošiti 1.9 kg nafte, neobnovljivog izvora energije, a plastičnoj vrećici novijeg dizajna treba otprilike 20 godina da se razgradi prirodnim putem, dok plastične vrećice rađene po starom sastavu čak 1000 godina, vrećici od čipsa treba 75 do 80 godina, a plastičnoj bočici 500, no čak i tada kemikalije ostaju u tlu.

Ovisno o konstrukciji, mogu biti pogodne za recikliranje, međutim reciklira se samo 1 % plastičnih vrećica iz vrlo jednostavnog razloga, proizvodnja je višestruko jeftinija od recikliranja. Kako smo već odavno došli do zaključka da je plastika vrlo štetna za okoliš, a njezino recikliranje nije trajno rješenje koje će u potpunosti ukloniti problem, znanstvenici su u potrazi za novim materijalima čija struktura bi bila osnovana na organskim tvarima, u potpunosti biorazgradljiva, a zadržala bi sve pozitivne kvalitete plastike e nepropusnosti plinova, čvrstoće i elastičnosti.

Jedan od takvih materijala je temeljen na morskim algama, proizveden od strane japanske tvrtke za dizajn AMAM čiji osnovni cilj je razvoj više ekoloških načina pakiranja robe. Trojac koji stoji iza AMAM-a su Kosuke Araki, Noriaki Maetani i Akira Muraoka. Njihovo otkriće temelji se na agaru, materijalu koji je idealan za pakiranje raznih predmeta kao i hrane. „Privukao nas je materijal agara, delikatnost njegove teksture i ljepota izgleda“, kaže Araki. „Relativno brzo nakon toga, pomislili smo kako bi takva delikatna i laka struktura bila prikladna kao materijal za čuvanje drugih predmeta. Zatim smo malo eksperimentirali i otkrili kako se agar može modelirati, pa smo odlučili dizajnirati nešto konkretnije iz njega.“

Proces pripreme je vrlo jednostavan, agar u prahu se rastopi kao u vodi i zatim se ulije u kalup, nakon što



Slika 1 – Nanoplastika

agar postane želatinast kalup se zamrzne na otprilike dva dana što mu daje otpornost na udarce i vanjska oštećenja. Krajnji korak je otapanje i sušenje na zraku. Primarna funkcija bila bi zamjena za plastične vrećice, a vrlo lako na ekološki način agar se može ukloniti jer dobro apsorbira i zadržava vodu.

Drugo rješenje leži u nanocelulozi (slika 1), a tvorca ideje je Vegar Ottesen. Nanoceluloza je materijal sastavljen od minijaturnih celuloznih vlakana, porijeklo je dakle biljno, a dobiva se preradom ksilema. 100 % biorazgradljiv i neotrovan materijal, čvršći od čelika po težini i bolja barijera za kisik od plastike su pozitivne karakteristike nanoceluloze, ali trenutačno još je znatno jeftinija proizvodnja plastike, a i vlažnost nanoceluloze od čak 99 % vode onemogućava široku primjenu.

Stručnjaci s Georgia Institute of Technology proizveli su materijal koji je sličan plastičnoj foliji, a sastoji se od vrlo neobičnih sastojaka poput hitina i celuloznih vlakana koji se postavljaju na bazu sačinjenu od polilaktične kiseline (PLA). Znanstvenici su te sastojke uzeli iz odbačenih ljuštura rakova i pulpe drveća, a PLA se dobiva iz biljaka kao što su kukuruz ili manioka.

Svaka ideja u sebi ima pozitivnih i negativnih karakteristika, a najveća zapreka je proizvodnja koja bi trebala biti barem jednako jeftina kao i proizvodnja plastike koja je danas tako raširena. Zato mjesta za napredak i nova postignuća u tom polju znanosti ima na pretek, a još mnogo inovacija nas dijeli od pojma materijal koji je zamijenio plastiku.

Izvori

1. Gutierrez, R. J., PLA Plastic/Material: All You Need to Know in 2019, <https://all3dp.com/1/pla-plastic-material-poly-lactic-acid/> (pristup 05.12.2019)
2. Bernhard, A., The natural products that could replace plastic, <https://www.bbc.com/future/article/20190125-the-natural-products-that-could-replace-plastic> (pristup 05.12.2019.)
3. Haugan, I., The super material that can replace plastic, <https://norwegianscitechnews.com/2017/11/super-material-can-replace-plastic/> (pristup 05.12.2019.)

I Tehnologije hvatanja ugljika

Dubravka Tavra

Razmatrajući nova znanstvena otkrića uvijek je dobro pogledati širu sliku i zapitati se što je potaknulo to otkriće i zašto je došlo do njega. Tako nam statički podatci UN-a ukazuju na značajan porast broja stanovnika posljednjih 100 godina što je iznimno važna činjenica izravno vezana uz mnoge današnje probleme, ali i tehnologije. Konkretno, 1950. godine na Zemlji je živjelo oko 2,6 milijardi ljudi, a samo par desetljeća kasnije taj broj se udvostručio i 1987. na našoj planeti živjelo je 5 milijardi ljudi. Danas je ukupan broj stanovnika oko 7,5 milijardi ljudi i procjenjuje se kako će taj broj 2050. godine iznositi oko 10 milijardi stanovnika.¹ Dakle, naša planeta je u samo nekoliko desetljeća upeterostručila broj stanovnika. No, zašto je to nama toliko bitno u znanosti?

Ako razmotrimo činjenice da svaki čovjek kako bi preživio nužno mora koristiti određene resurse na Zemlji, onda se treba zapitati: ako se dogodio takav ogroman porast stanovništva što se dogodilo s resursima na Zemlji? Što je s hranom, vodom, tlom, energijom? Do prije samo nekoliko desetljeća bilo nas je 5 puta manje. Također, nije niti bilo toliko industrije pa niti potrebe za tolikom energijom. Nije samo došlo do povećanja broja stanovnika nego i do razvoja. Može li se Zemlja nositi s takvim naglim „udarom“? Znanstvenici su tu kako bi riješili te probleme.

Nove tehnologije u službi zaštite okoliša

Budućnost kemije i znanosti općenito zasigurno će jednim dijelom biti orijentirana prema zaštiti okoliša. To postaje neizostavan dio svake znanosti. U posljednje vrijeme razvile su se mnoge nove tehnologije koje pokušavaju spasiti našu planetu i osigurati da se resursi ne troše toliko brzo.

Jedna od novijih tehnologija je tehnologija „carbon capture“ što bi se na hrvatskom moglo doslovno prevesti kao „hvatanje ugljika“. Jedan od najvećih problema današnjice u području zaštite naše planete je prevelik postotak ugljikova(IV) oksida u atmosferi koji doprinosi efektu staklenika, a time i globalnom zatopljenju. Iako je CO₂ nužan za život u procesu fotosinteze, u prevelikom postotku on pak odmaže.

Tehnologija hvatanja ugljika (CSS)

Već spomenuta tehnologija hvatanja ugljika temelji se na tome da hvata ugljik iz atmosfere i smješta ga ili koristi negdje drugdje. Ideja takve tehnologije postoji već neko vrijeme no nije bila izvediva jer je bila preskupa. Sada, novija istraživanja pokazuju da je to moguće napraviti znatno jeftinije. Trošak hvatanja ugljikova dioksida obično je najveći trošak projekta CCS. Prvi projekti CCS-a u elektroenergetskom sektoru vjerojatno će koštati između 60 i 90 eura po toni ugljikova dioksida, a očekuje se da će ti troškovi početkom 2020. značajno pasti na 35 do 50 eura, uglavnom kao rezultat redukcije troškova za hvatanje CO₂. Ta tehnologija omogućila bi državama da ispoštuju Pariški sporazum o klimatskim promjenama čiji je cilj upravo ograničiti globalno zatopljenje.

Tim znanstvenika, koji je radio na toj tehnologiji kako bi bila ekonomski isplativija, objavio je svoj rad u časopisu Joule. Oni pojašnjavaju kako hvatanje CO₂ primarno ima dvije uloge. Prva od njih je ta da bi se uhvaćeni CO₂ mogao upotrebljavati za proizvodnju neutralnih goriva tj. onih koja neće imati velikih utjecaja na globalno zatopljenje i imat će nizak udio ugljika u sebi što bi bilo ekonomski isplativije od dosadašnje proizvodnje goriva.² Taj proces u praksi već izvodi jedna kanadska tvrtka koja proizvodi tekuće gorivo usisavajući ugljikov dioksid iz atmosfere kombinirajući ga s vodikom iz vode dobivenim elektrolizom. Osim uklanjanja ugljikova dioksida iz atmosfere kao što je već napomenuto to otvara i mogućnost jeftinije proizvodnje goriva što je iznimno bitno kako bi privuklo pažnju investitora. Druga uloga bila bi da upravljanjem s CO₂ možemo iskontrolirati njegov utjecaj u atmosferi.



Slika 1 – Ulje napravljeno od CO₂ izvučenog iz zraka kombinirano s vodikom⁷

Ideja EU-a objavljena je na njihovim službenim stranicama i za tu tehnologiju podrazumijeva hvatanje ugljikova dioksida na izvoru emisija odvajanjem od ostalih plinova (npr. elektrane na ugljen, tvornice za proizvodnju cementa). Hvatanje se može postići na dva načina: hvatanje pred izgaranjem i hvatanje nakon izgaranja.⁴ Nakon izgaranja CO₂ bi se odvajao od plinova koji nastaju izgaranjem fosilnih goriva. Taj proces uključuje upotrebu određenih otapala za hvatanje što je jedna od činjenica koju treba mijenjati jer većina otapala onečišćuje okoliš. Hvatanje pred izgaranjem počinje od toga da primarno gorivo u procesu reagira s parom ili kisikom i pretvara se u mješavinu ugljikova monoksida i vodika, često nazivanu „syngas“. Ugljikov monoksid se nakon toga pretvara u CO₂. Tada je moguće odvojiti ugljikov dioksid, a vodik se dalje upotrebljava za proizvodnju energije i/ili topline.

Ta je tehnologija posebno prikladna za primjenu na integriranim postrojenjima za kombinirani ciklus rasplinjavanja.⁵ Nakon hvatanja i odvajanja, CO₂ bi se trebao pripremiti za prijevoz. Najisplativiji bio bi prijenos cjevovodima, ali mogao bi se prevoziti i brodovima. CO₂ se najučinkovitije transportira kada je komprimiran na tlak iznad 7,4 MPa i temperaturu oko 31 °C.

U tim uvjetima, CO₂ pokazuje nadkritična svojstva (nadkritični fluid) odnosno ima svojstva i plina i kapljevine. Stoga se CO₂ obično transportira pod velikim

tlakom u cjevovodima napravljenim od ugljičnog čelika.⁵ Kada bi se dopremio, onda bi se trebao skladištiti. Skladištenje se treba sigurno i oprezno obavljati u posebno odabranim geološkim stijenama koje se nalaze nekoliko kilometara ispod površine zemlje s očekivanom minimalnom dubinom od 800 m, gdje su temperatura okoline i tlak dovoljno visoki da bi se CO₂ održao u kapljevitom ili nadkritičnom stanju. Nakon završetka faze ubrizgavanja ugljikova dioksida, bušotina se treba zatvoriti, najčešće cementom, koji je postavljen na odgovarajuću dubinu da se spriječi istjecanje i onečišćenje podzemne vode. Naravno, CO₂ se ne mora nužno skladištiti nego se može i odmah upotrijebiti i to je cilj u budućnosti. EU nema konkretan prijedlog kako izravno upotrijebiti taj CO₂, jer njihovi znanstvenici trenutačno rade na mogućim isplativim rješenjima, ali svakako su neki od načina navedeni u prethodnim odlomcima.³

Ta tehnologija sigurno je jedna od tehnologija budućnosti. Ekonomski je isplativa, a istodobno doprinosi smanjenju globalnog zatopljenja.

Jedino na način da i dalje razvijamo nove tehnologije, koje će se uzimati u obzir cilj održivog razvoja i uz

neprekidnu edukaciju ljudi o važnosti zaštite okoliša, u budućnosti će se moći održati kvalitetan život za sve bez straha od nestanka resursa ili ekstremnih klimatskih promjena.

Izvori

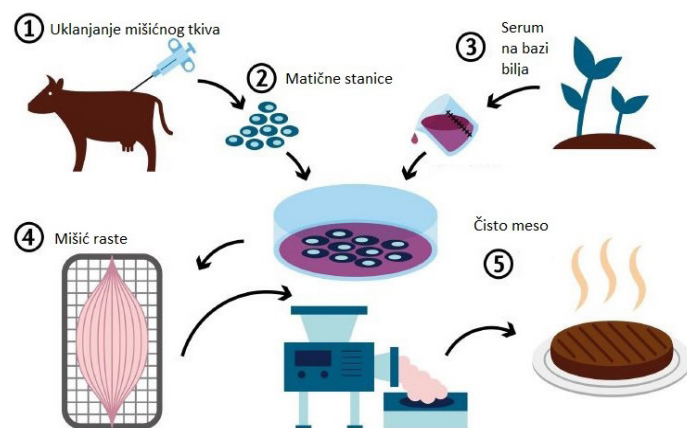
1. <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/population/index.html> (pristup 30.11.2019.)
2. Keith D.W., Holmes G., St. Angelo D., Heidel K., A Process for Capturing CO₂ from the Atmosphere, Joule, 2018.
3. Europski revizorski sud, Tematsko izvješće: Demonstriranje hvatanja i skladištenja ugljika te inovativnih obnovljivih izvora energije na komercijalnoj razini u EU-u: tijekom posljednjeg desetljeća nije ostvaren predviđeni napredak, 24 (2018), 11-12
4. <http://www.ccsassociation.org/what-is-ccs/> (pristup 30.11.2019.)
5. <https://www.ctc-n.org/technologies/co2-capture-technologies> (pristup 1.12.2019.)
6. <http://www.europe.hr/vijesti-iz-eu-i-rh/newsflash-from-europe/norways-latest-ccs-revival-attempt-meets-lukewarm-eu-response/> (pristup 30.11.2019.)
7. <https://www.nationalgeographic.com/news/2018/06/carbon-engineering-liquid-fuel-carbon-capture-neutral-science/> (pristup 30.11.2019.)

Laboratorijski uzgoj mesa

Samanta Tomičić

Opće je poznato da različite vrste prehrane imaju drugačiji utjecaj na okoliš i zdravlje. Iako se gastronomska kultura temelji na životinjskim produktima, trenutačna globalna proizvodnja i potrošnja mesa nije održiva. Stoka znatno doprinosi globalnom zatopljenju emitirajući staklenički plin metan koji ima 20 do 30 puta veći utjecaj na zatopljenje od ugljikova dioksida. Oko 14,5 % antropogene emisije stakleničkih plinova stvara stoka što je više od svih automobila i aviona zajedno. Organizacija za prehranu i poljoprivredu UN-a predviđa da će se do 2050. godine potreba za mesom povećati za 70 %.¹ Stručnjaci su tih podataka itekako svjesni pa se sve više istraživanja provodi u smjeru razvoja održive hrane.

„Inženjerstvo tkiva“ je tehnologija koja omogućuje proizvodnju mesa u kulturi stanica. Glavna ideja spomenutog inženjerstva je proizvesti meso za konzumaciju, ali bez iskorištavanja životinja. Takav način proizvodnje životinjskih produkata ne bi imao samo zdravstvene i financijske dobrobiti nego bi se spriječili i brojni negativni utjecaji na okoliš. Prvi korak metode uzgoja mesa u laboratoriju je uzeti takozvan starter stanice živih životinja. Starter stanice bezbolno se uzimaju iz životinja biopsijom pod anestezijom. Nakon što se stanice stave na hranjivu podlogu, počinju se razmnožavati i rasti. Bitno je znati koje vrste stanica izolirati. Potrebno je koristiti stanice koje se dijele zadovoljavajućom brzinom i koje su istodobno odgovarajuće diferencirane od drugih tipova stanica, npr. stanice mioblasta. Hranjivi medij ne smije sadržavati komponente životinjskog podrijetla,



Slika 1 – Proces laboratorijskog uzgoja mesa

a istodobno treba opskrbiti stanice svim hranjivim tvarima potrebnim za rast. Još jedan od uvjeta je nosač. Nosač služi da se stanice za njega uhvate i na njemu rastu. Nosač periodički mijenja svoj položaj što rezultira pomicanjem stanica i stimulaciju istezanja mišićnog tkiva kao kod životinje u pokretu. Na taj način dobiva se trodimenzionalno meso.

U idealnom slučaju, nosač je jestiv pa se ne mora na kraju procesa izdvajati iz produkta. Proces zahtijeva nikakve izmjene u genetskom materijalu stanica odnosno genetsku manipulaciju, a odvija se u bioreaktoru. U bioreaktoru podešavaju se određeni uvjeti, kao što je temperatura, koji pogoduju razvoju stanica.² U trenutku kada se proces želi zaustaviti, stanice se prestanu opskrbljivati hranjivim tvarima te se prirodno diferenciraju u mišićne stanice. Krajnji produkt se tretira raznim uobičajenim tehnikama kao što je drobilica u slučaju mljevenog mesa. Potrebno je da laboratorijski uzgojeno meso sadrži mišićna vlakna, vezivna tkiva



hrana	3	kilograma hrane za životinje	
voda	200	litara vode za piće i zaljevanje usjeva	
zemlja	6,9	kvadratnih metara za pašu i uzgoj hrane za životinje	
fosilna goriva	0,3	kilovat sati za transport hrane i životinja	

Slika 2 – Utrošak resursa za proizvodnju 120 g mljevenog mesa

i masna tkiva koja doprinose okusu proizvoda. Proizvodnja laboratorijskog mesa za prerađene mesne proizvode relativno je jednostavna, dok je za uzgoj vrlo

strukturiranog mesa proces kompliciraniji. Strukturirano meso sastoji se od mišićnog tkiva prožetim kapilarama koje vode krv i ostale hranjive tvari do stanica. Takve strukture teže je proizvesti nego spomenuto prerađeno meso koje zahtjeva male nakupine stanica koje narastu čineći veće nakupine odnosno „in-vitro“ meso.³

Primarni stav mnogih ljudi o laboratorijski uzgojenom mesu jest da je ono neprirodno. Takvo razmišljanje daleko je od istine jer se stanice u reaktoru dijele na isti, prirodan način kao i u životinji. Nadalje, globalni uzgoj mesa također je daleko od prirodnog jer se za potrebe svjetskih razmjera životinjama daju antibiotici i hormoni rasta. S obzirom da u svijetu trenutačno gladuje 815 milijuna ljudi, a hranu svakoga dana dobiva 70 milijardi uzgojenih životinja, da se zaključiti da bi laboratorijski uzgoj mesa mogao riješiti i probleme vezne za glad u svijetu.⁴

Izvori

1. nationalgeographic.com/culture/food/the-plate/2016/11/seaweed-may-be-the-solution-for-burping- (pristup: prosinac 2019.)
2. https://www.futurefood.org/in-vitro-meat/index_hr.php
3. https://static1.squarespace.com/static/5a1e69bdd7bdce95bf1ec33b/t/5bb37ada0d9297b14b2eb5a9/1538489051403/FAQ_MM+website_Oct18.pdf (pristup: prosinac 2019.)
4. https://www.ciwf.org.uk/media/3640540/ciwf_strategic_plan_20132017.pdf (pristup: prosinac 2019.)

Goriva budućnosti: metanol i etanol

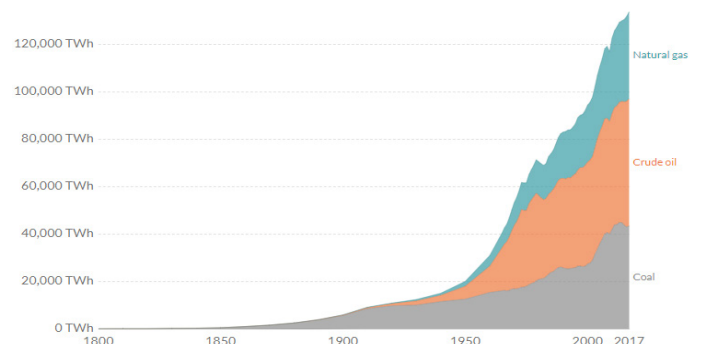
Leo Bolješić

U duhu ideja okrenutih razvoju novih i održivih tehnologija, mnogi kemijski inženjeri i znanstvenici pažnju pridaju jednom od najvećih ekoloških, ali i ekonomskih te gospodarskih pitanja 21. stoljeća: gorivima.

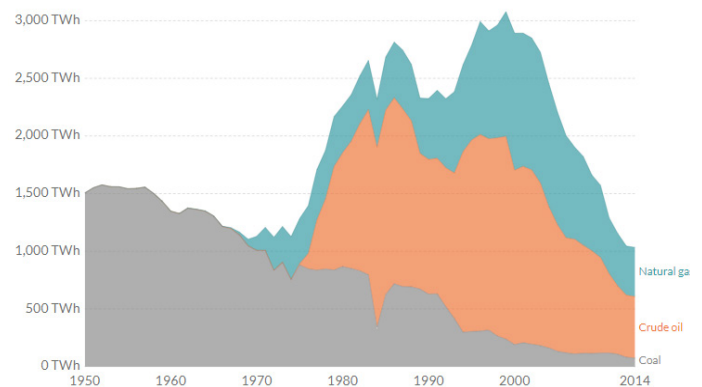
Zašto gorivima? Upravo zato što se radi o neobnovljivim izvorima energije koji su danas u širokoj uporabi u gotovo cijelom svijetu. Rabi ih se u preradi, u pomorskom i zračnom prometu te u raznim industrijama. Međutim, njihova najveća potrošnja odvija se unutar naših svakodnevnica. Problem je u tome što se još uvijek sa sigurnošću ne zna koliko još goriva imamo, a sudeći po stručnoj procjeni na temelju trenutačne stope proizvodnje: oko 53 godine nafte, 54 godine zemnog plina i 110 godina ugljena. Stotine milijuna godina da bi nastali naprema 100 godina koje prema trenutačnim procjenama imamo – izaziva potrebu za okretanju novim tehnologijama i izvorima energije.

Na slikama 1 i 2 može se vidjeti i razlog navedenoj statistici. Naime, potrošnja je prema budućnosti sve veća, a proizvodnja sve manja.¹

Svjetske velesile u proizvodnji goriva u zadnjih 100 godina doživljavale su mnoge krize. Kao primjer može se



Slika 1 – Potrošnja ugljena (sivo), nafte (narančasto) i zemnog plina (plavo) od 1800. do 2017. ukazuje na trend rasta



Slika 2 – Proizvodnja ugljena (sivo), nafte (narančasto) i zemnog plina (plavo) od 1950. do 2014. ukazuju na porast proizvodnje od 1970. do 2000. i pad prema 2014.

uzeti dobro poznata Saudijska Arabija. Naime, građanski rat u Jemenu izravno je izazvao problem u cijelom svijetu. Jemenski su pobunjenici u rujnu 2019. droneovima napali dva ključna Saudijska postrojenja koja procesiraju veliku većinu nafte i iznimno su bitna za njezin izvoz. Time su oštetili polovinu Saudijske opskrbe naftom, odnosno 5 % opskrbe na globalnoj razini što je izravno utjecalo i na porast cijene nafte u cijelom svijetu, pogotovo jer zalihe u Saudijskoj Arabiji čine 18 % ukupne svjetske zalihe nafte.²



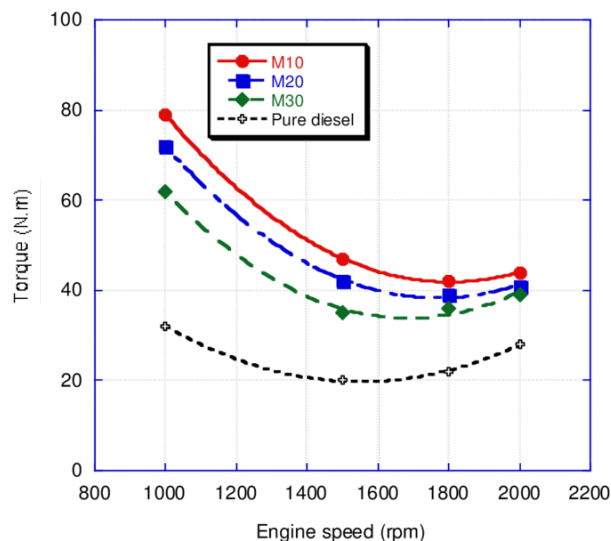
Slika 3 – Napad na Saudijska postrojenja, rujna 2019.

Nadalje, daljnji problem stvara i globalno zagrijavanje. Naime, fosilna goriva, osim što su neobnovljiv izvor energije, izgaranjem u atmosferu ispuštaju CO_2 i ostale plinove koji „zarobljuju“ toplinu u atmosferi. Njihova daljnja uporaba povećava efekt staklenika i svaka alternativa zapravo nudi promjenu. U prvom redu misli se na obnovljive izvore energije, kao što su solarna svijetlost, voda i vjetar. Osim navedenih obnovljivih izvora, nastoji se poboljšati i efikasnost goriva kako bi se smanjila njegova potrošnja.

Alkohol je već dugo na udaru različitih istraživanja, pogotovo prva 4 alkohola: metanol, etanol, propanol i butanol. Alkoholsene upotrebljava kao zasebno gorivo, već kao smjesa s dizelom ili nekim drugim fosilnim gorivom. Metanol je poželjan odabir kao transportno gorivo zbog njegova dobrog sagorijevanja i velike dostupnosti u cijelom svijetu. Metanol kao gorivo dobio je pažnju u cijelom svijetu zbog većeg oktanskog broja. Međutim, ne može se pretjerano miješati s dizelom jer uz prisutnost najmanje količine vode nastaje dvofazni sustav dizel-otopina metanola. Etanol je biorazgradljiva bezbojna transparentna tekućina koja se proizvodi fermentacijom šećera. Etanol je polarna molekula i njegova topljivost u dizelu pod utjecajem je temperature i sadržaja vode. Velik udio etanola u odnosu na dizel iznimno je teško za postići, pogotovo na niskim temperaturama (ispod 10°C). Upravo zato su isprobane razne prigodne metode za ugradnju etanola u dizelski motor. Sam po sebi etanol ima niski cetanski broj, a kada se pomiješa s dizelom on je još manji. Cetanskim brojem izražava se kvaliteta dizela, dok se oktanskim izražava kvaliteta benzina. Što je jedan veći, drugi je manji. To je jedan od razloga zašto se dizel ne smije stavljati u benzinski motor i obrnuto. S obzirom na to da je etanol polaran i dobro topljiv u vodi, uz prisutnost malih količina vode dolazi do separacije faza slične kao i kod metanola.

Metanol se može upotrebljavati u 5 % udjelu u biodizel-dizel mješavini bez ikakvih aditiva. Ako

je udio veći, bitno je dodati oleinsku kiselinu kao aditiv za prevenciju separacije faza. Dodekanol u 1 % udjelu također se upotrebljava kako bi se spriječila separacija faza. U motorima se najviše primjenjuju dvije metode: nadimljavanje i metanol-dizel mješavina. U nadimljavanju, metanol je injektiran u usisni razvodnik stvarajući homogenu mješavinu sa zrakom, dok je dizel injektiran u motorni cilindar. Jednom kad dizel krene sagorijevati, „eksplozija“ se sastoji od prethodno smiješane kombinacije zrak/metanol i dizela. Zbog malog energetskeg sastava metanola, postoji povećana tendencija porasta potrošnje goriva u odnosu na proizvedenu energiju (BSFC) s porastom udjela metanola. Istraživanjima je pokazano da je najbolji omjer odnosno omjer pri kojem je najniža temperatura ispuha 10 : 90 metanol-dizel. Najniži BSFC dobiven je kod omjera 30 : 70. Unatoč svemu tome, BTE (*brake thermal efficiency* – prikazuje koliko dobro motor toplinu goriva pretvara u mehaničku energiju) je u svim omjerima metanol-dizel bio bolji u odnosu na sam dizel. Kao najbolji omjeri uzeti su 10 – 30 % metanola u odnosu na 90 – 70 % dizela. U tim je omjerima BSFC u porastu, dok su emisije NO_x , CO, ugljikovodika i čestica sve manje. U svim omjerima ukazalo je na smanjenu emisiju dušikovih oksida, čak i u miješanju s drugim gorivima. Nadimljavanje metanola pokazalo se kao bolja opcija u odnosu na izravno miješanje s dizelom uz dodatke emulgatora. Zakretni moment motora kod mješavina metanola i dizela manji je s većim udjelom metanola, te je i to jedan od razloga zašto je između 10 i 30 % metanola najučinkovitije.³

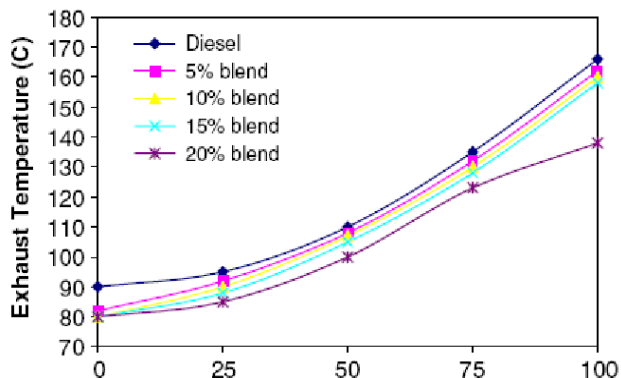


Slika 4 – Odnos zakretnog momenta motora i brzine motora (okretaja) kod čistog dizela i kod mješavina s metanolom (M)

Kad je u pitanju etanol kao polarna molekula, važan je najveći omjer 30 : 70 s dizelom kako bi se spriječila separacija faza koja se lakše postiže kod etanola zbog njegove polarnosti. Miješanjem s etanolom postignut je manji BSFC i BTE, uz manju emisiju NO_x i veću emisiju CO i ugljikovodika pri većim udjelima etanola. Ispitivane su i kombinacije biodizel-dizel-etanol. Pri određenim udjelima etanola dolazi do separacije faza. Ta separacija smanjuje se dodatkom biodizela koji je dobro mješljiv i s dizelom i s etanolom. Biodizel u tom slučaju služi i kao emulgator. Kao i kod metanola, bolje miješanje dobiveno je nadimljavanjem u odnosu na emuliranje. Uporaba

biodizela znatno je efikasnija jer je jeftinija u odnosu na uporabu skupih emulgatora. Istraživanja su pokazala da biodizel-dizel-etanol kombinacija znatno reducira emisiju NO_x , a malo povećava emisiju CO, ugljikovodika i čestica.³

Sve navedene stavke ovise o vrsti motora. U pravilu je uvijek prisutan trend smanjenja emisije NO_x , dok su emisije CO, ugljikovodika i čestica kod pojedinih vrsta motora u porastu odnosno padu.



Slika 5 – Temperatura ispuha u ovisnosti o udjelu etanola u dizelu

Smanjenje uporabe fosilnih goriva njihovim miješanjem s pojedinim vrstama alkohola, u prvom redu s metanolom i etanolom, pokazalo se efikasnim, pogotovo u zemljama s velikom industrijom fermentacije šećera (npr. Brazil) zbog velike dostupnosti etanola. Uz slične ili poboljšane performanse i znatno manje emisije dušikovih oksida te uz zanemarivo veće emisije CO, ugljikovodika i čestica (ovisno o vrsti motora, u pojedinim motorima dolazi i do smanjenja) takva goriva predstavljaju prednost više nego nedostatak. Prelazak na alternativne oblike goriva nužan je upravo zbog njihove sve manje dostupnosti kako bi tih 50 do 100 godina prešlo u nekoliko stotina i omogućilo održivost tih neobnovljivih izvora energije kako bi ih i nadolazeće generacije mogle koristiti.

Izvori

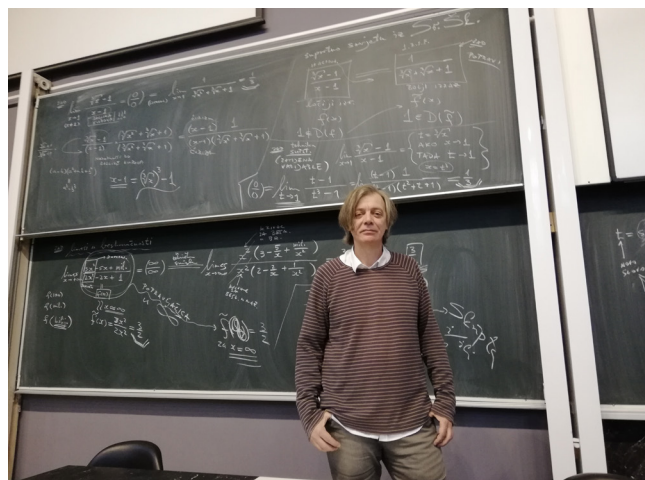
- <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>
- <https://www.bbc.com/news/business-49708220>
- Yusri, I. M., Mamat, R., Najafi, G., Razman, A., Awad, O. I., Azmi, W. H., ... Shaiful, A. I. M. (2017). Alcohol based automotive fuels from first four alcohol family in compression and spark ignition engine: A review on engine performance and exhaust emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 169–181.

Na kavi sa stručnim suradnikom FKIT-a, mr. sc. Lukom Lasićem

Aleksandra Brenko

Otkud dolazite i kako ste došli u poziciju stručnog suradnika na FKIT-u?

Rođen sam u Konavlima, 18. ožujka 1863. godine. Dakle, u 19. stoljeću. Svima to pokušavam reći, ali nitko mi ne vjeruje pa mi u svim osobnim dokumentima piše 1963. Put me nanio u Zagreb početkom osamdesetih na Prirodoslovno-matematički fakultet, na studij matematike. Još kao dijete u Konavlima znao sam da ću jednog dana dati neki doprinos ovome svijetu u smislu matematike, i ta me ideja još nije napustila. Na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije zaposlio sam se 1988. i do danas radim na njemu. Oko 1990. upisao sam poslijediplomski studij, ali nisam položio mnogo ispita. Tri godine kasnije trebao sam otići s fakulteta jer nisam magistrirao, ali onda su mi majstorski smjestili poziciju stručnog suradnika u kojoj sam ostao do dana današnjeg. Oko 2005. godine napisao sam zamolbu Prirodoslovno-matematičkom fakultetu. Rekao sam im da sam jako dugo spavao i da sam se tek sada probudio i da bih sada volio magistrirati. I to su mi omogućili. 4 – 5 godina kasnije magistrirao sam na temu „Visine u diofantskoj geometriji i posljedice abc-slutnje“. To je bilo sjajno, makar djelomično prepisano. 2012. sam krenuo s doktoratom, ali to se na neki čudan način izjalovilo. Možda su se



Slika 1 – Mr. sc. Luka Lasić

umiješale neke više sile, ne znam, u svakom slučaju nisam uspio doktorirati. Onda su mi 2013., u sklopu novog sustava, dopustili da upišem zadnju godinu doktorskog studija i položim neke ispite. I te ispite, naravno, nisam položio, iako sam mogao. I to sad tako stoji i čeka sljedeću seriju. Bit će to u sljedećih 20 godina.

Kako ste se odlučili za matematiku?

Odlučio sam se u vrlo mladoj dobi, potpuno nesvjesno. Bio sam neka vrsta matematičkog genija, barem u tom svojem malom selu, a opet dovoljno glup da ne uvažavam cijeli svijet nego da tjeram nešto svoje.

Volim svojom glavom ući u to što me zanima i riješiti problem i to me stanje drži cijeli život. Gotovo da nema problema koji ne mogu riješiti. Ima, naravno, nekih slavnih problema kao što je na primjer ovaj kojim se

bavam. Ali svaki drugi matematički zadatak u nekom pristojnom vremenu rješavam, u posljednje vrijeme čak i napamet. Drži me ta ljubav i strast cijeli život. Ali nikad nisam bio knjiški čovjek. Ja nisam čak ni na matematičkom fakultetu ništa učio. Baš ništa. Došao bi na usmeni i razgovarao s profesorom i tvrdio da ću uz njegovu pomoć dokazati sve što treba.

Čime se trenutačno bavite u znanstvenom radu?

Ono čemu sam u posljednjih 30 godina praktički posvetio život zove se Riemannova hipoteza, po čuvenom matematičaru Georgu Friedrichu Bernhardu Riemannu. On se rodio 1826., iste godine kada i djed mojega djeda, koji se zvao Luka Lasić, kao i moj djed, kao i ja. Taj što se rodio 1826. godine sigurno je bio upleten u izgradnju Riemannove hipoteze, na svoj seljački način ali baš stopostotno, jer cijeli ovaj svijet je nekako fluidno umrežen... I tu sam nekako uletio i ja i evo sad već 30-ak godina rješavam tu čuvenu hipotezu, naravno s prekidima. To je bilo sve sirovo do prije 5 – 6 godina kada sam našao odličnu tehniku, baš krasnu ideju i sve je postalo relativno jezgrovito i simplificirano. Ali ne mogu nikako napraviti taj zadnji misaoni skok. Postoji li on ili ne postoji, ne znam. Ja se nadam da postoji i da se ta hipoteza može razriješiti u afirmativnom smislu, odnosno da je točno ono što je Riemann tvrdio. Mislim da to nije neka vrsta paradoksa koji nema suvislog odgovora i nadam se da sam na dobrom putu da je riješim. Unutar godinu dana moram objaviti to što imam ili odustati. A na kraju krajeva, i ako ne uspijem, proveo sam jedan divan život u smislu uživanja u procesu.

Biste li savjetovali nekome da ide vašim stopama?

Što se tiče Riemannove hipoteze, ne, to ne bih nikome preporučio. To je dopušteno samo hrvatskim junacima, a takvih nema baš previše. Ja sam jedan od njih. Preporučio bih ljudima da ljube žene, uzgajaju djecu i idu u crkvu i mole se Bogu. Ljudima koji imaju kliker za to bih preporučio da se bave matematikom. To je čudo. Možda je bahato reći, ali matematika je jedina prava umjetnost.

Vjerujete li u Boga?

Čuveni fizičar Werner Heisenberg rekao je: „Prvi gutljaj iz čaše zvane prirodne znanosti učinit će te ateistom, ali dragi moj, znaj da te na dnu te iste čaše čeka gospodin Bog.“ U tom smislu sam vjernik. A u crkvu ne idem. Sve više vjerujem u nastavak života i očekujem sudnji dan i nije me strah. Mislim da bi to moglo biti uskoro, to jest nikada.

Postoji li nešto u što ste prije vjerovali, a da više ne vjerujete?

Ja sam već kao malo dijete znao kako izgleda ovaj svijet i još uvijek vjerujem u to. Izgleda nešto kao ruske babuške. Sve je uloženo jedno u drugo i sve je na kraju opet spojeno i na mikro i makro razini sve je posloženo.

Nama je dostupan samo jedan dio tog svijeta i vrlo malo vidimo s naših pet osjetila. Ne bi me uopće začudilo da se nalazimo u jednoj mikro stanici u tijelu neke kokoši.

Postoje li teorije u fizici za koje još nije otkriven matematički jezik?

Službena verzija je da matematika ide 200 godina unaprijed. Matematika se enormno razvila, pogotovo u 20. stoljeću. Kada bismo skupili sve relevantne matematičke knjige i časopise, prekrili bismo cijeli Zagreb. Na prvi pogled čini se kao da je matematika sve već predvidjela ali ja svejedno mislim da je ta veza dvostrana. Konkretno sa suvremenom fizikom postoji stalna interakcija. Mislim da fizičari mogu prvi uočiti neki neobičan fenomen u prirodi i pretočiti ga u simbole, i eto nove matematičke ideje.

Kakva je atmosfera na Vašem zavodu?

Šaljiva. To su stvarno bogati unutarnji svjetovi. Evo već 30 godina sam tu, a nikad nije bilo nekih konflikata. Svatko se bavi svojim poslom. Znali smo se jedino prepirati uz rakiju. Osim toga, nirvana. Posebni su ljudi matematičari.

Biste li poticali FKIT-ovce da se prijave na matematički zavod za izradu završnog rada?

Apsolutno. Ljudi sa zavoda vrlo su blagi, prijemčljivi, dobrodušni i poticajni i zbilja bih to preporučio. Teme su pristupačne i ne bi bilo nikakvih problema.

Kakva je Vaša šahovska karijera?

Sve moje partije izgledaju isto. Traju 4 – 5 sati i izgledaju kao velike lekcije iz šaha. Podučim suparnika svakakvim trikovima i to bude nešto najljepše. I na kraju me to djetešce pobijedi. Jedan sam od najslavnijih zagrebačkih šahista upravo po tome. Klinci mi se jako vesele jer znaju da će me smazati. Prije to nije baš bilo tako. U šahu imam titulu FIDE majstora (FIDE – Internacionalna šahovska federacija). Titule koje su iznad moje još su međunarodni majstor i velemajstor.

Kada biste imali dva teleportacijska uređaja, gdje biste ih stavili?

Trebala bi mi tri takva uređaja. Jedan je u mojoj duši, a drugi je negdje u 19. stoljeću u blizini Paula Morphija, čuvenog američkog šahista, da s njim odigram partiju šaha. A treći, isto u 19. stoljeću, da popijem jedno pivo s Bernhardom Riemannom ili nekim njegovim prijateljem matematičarom. To mi je jedina želja, ovaj suvremeni svijet mi se ne sviđa. Druga polovica 19. stoljeća je bilo doba ideja u zapadnoj Europi. I samo bih volio tamo sjesti i podružiti se s tim ljudima.

Za kraj, hoćete li nam ispričati vic?

Ovo sve što sam ispričao, to je jedan veliki vic. Ali ispričat ću vam još jedan, jedini vic koji znam. Kaže bakica svojoj prijateljici: „Sva su moja djeca na M. Moj Milojko, moj Marko, moja Marta.... Jedino je moj Mišo na Š.“



Akademski zbor Vladimir Prelog, Marulićev trg 20, 10000 Zagreb

http://www.amaciz.hr/category/akademski_zbor/

POZIV NOVIM ČLANOVIMA

Pozivamo sve zainteresirane za pjevanje u ovom renomiranom amaterskom zboru da se jave na probe zбора, gdje će ih dočekati dirigentica Iva Juras, pročelnik zborа Branko Kobas i pedesetak članova.

Primanjem novih članova Zbor bi želio pomladiti svoje članstvo, podići kvalitetu muziciranja na još višu razinu i nastaviti svoje djelovanje među najkvalitetnijim amaterskim zborovima Grada Zagreba.

Program zborа obuhvaća uglavnom *a capella* djela domaćih i svjetskih skladatelja, kao i obrade domaćih i inozemnih folklornih skladbi. Posebno mjesto u repertoaru zborа zauzima program "Black Music Tribute", s djelima afričkih i afro-američkih crnaca.

Zbor upravo priprema jedno veće djelo: *Requiem* od Gabriela Fauréa, koje ćemo izvesti 27.3.2020. u crkvi sv. Blaža u Zagrebu. Sada je prava prilika za nove pjevače, jer svi startamo praktički od početka.

Probe se održavaju na FKIT-u, Marulićev trg 20, velika kemijska predavaonica, s početkom u 19 sati.

Dobrodošli u Akademski zbor Vladimir Prelog!

Dirigentica i umjetnička voditeljica:

Iva Juras

098 928 6911

Pročelnik zborа:

Branko Kobas

098 283 793



AZ V. Prelog na pozornici Hrvatskog glazbenog zavoda, ožujak 2019.



STAND-UP KEMIČAR

Anegdote iz svijeta znanosti

Leo Bolješić

Najmanje impresivna Nobelova nagrada

1912. Nobelova nagrada za fiziku bila je dodijeljena Nilsu Gustaf Dalénu za njegovo istraživanje automatizacije paljenja lampe na svjetioniku. To se smatra najmanje impresivnom nagradom u bilo kojoj znanstvenoj kategoriji. Nekoliko godina kasnije se otkrilo da je Nobelova nagrada bila ponuđena Nikoli Tesli i Thomasu Edisonu za njihov zajednički doprinos razvijanju struje, ali je Tesla odbio dijeliti čast s Edisonom, navodno ogorčen zbog nekih finansijskih razmirica. U to vrijeme, komisija je bilo podijeljena između znatno impresivnijih kandidata poput Maxa Planck i ostalih velikana te ere, pa je nagrada na kraju dodijeljena čovjeku koji je osmislio bolji svjetionik.

What's the use?

Prilikom održavanja demonstracije na kojoj je prikazivao fenomen inducirane struje na Kraljevskoj Akademiji u Londonu, Michael Faraday je susreo premijera Ujedinjenog Kraljevstva. Nakon demonstracije, premijer ga je pitao: "Ali koja je korist?" na što je ovaj odgovorio: "Pa koja je korist novorođenog djeteta? Uskoro ćete na tome moći ubirati porez."



Nepoznavanje fizike

Studentu fizike na Sveučilištu u Kopenhagenu postavljeno je sljedeće ispitno pitanje:

"Kako se može odrediti visina nebodera pomoću barometra?" Njegov odgovor je bio: "Možemo zavezati barometar na dugačko uže i spustiti ga s krova zgrade. Visina zgrade je jednaka duljini užeta plus visina barometra."

Ispitivač ga je htio odmah srušiti, ali student se požalio i zatražio drugo mišljenje. Dogovorili su se da će dopustiti studentu da izloži svoje rješenje usmeno u 5 minuta. "Imam nekoliko odgovora, ali ne mogu se odlučiti koji iskoristiti.

Kao prvo, mogli bismo baciti barometer s vrha zgrade i izmjeriti vrijeme koje mu je potrebno da padne na zemlju, ali bila bi šteta barometra.

Ako je dan, mogli bismo izmjeriti visinu barometra, postaviti ga na pod i izmjeriti mu duljinu sjene. Potom bismo izmjerili duljinu sjene nebodera pa bi nam bilo jednostavno izračunati visinu zgrade na temelju jednostavnog aritmetičkog odnosa.

Ako bismo baš htjeli biti znanstveni, mogli bismo zavezati barometer za konopčić i zanjihati ga kao pendulum, prvo na razini zemlje, potom na krovu. Visina zgrade se može izračunati iz razlike perioda njihanja.

I naravno, ako bismo htjeli biti stvarno dosadni, mogli bismo upotrijebiti barometer da očitamo talk na dnu i na vrhu zgrade i izrazimo razliku kao visinu zraka."

Navodno je taj student bio Niels Bohr.

Objašnjenje teorije relativnosti

Na društvenom okupljanju domaćica je zamolila Alberta Einsteina da objasni svoju teoriju relativnosti. Na što je on odgovorio:

“Gospodo, jednog toplog dana hodao sam prirodom sa svojim slijepim prijateljem, i rekao sam kako bi mi sada dobro sjela čaša mlijeka.”

“Mlijeka?” Rekao je on. “Znam što je čaša, ali što je mlijeko?”

“Bijela tekućina.” Odgovorio sam.

“Znam što je tekućina, ali što je bijelo?”

“Boja labudeg perja.”

“Znam što je pero, ali što je labud?”

“Velika ptica sa savijenim vratom.”

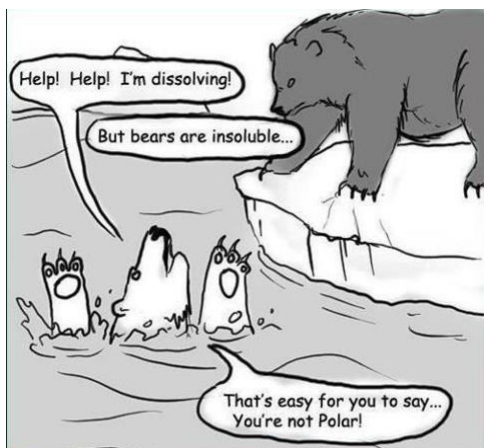
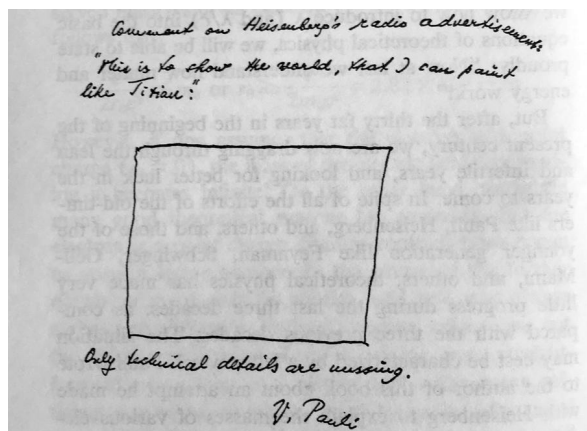
“Znam što je vrat, ali što je savijeno?”

U tom trenutku izgubio sam strpljenje i zgrabio ga za ruku. “Ovo je ravno,” Rekao sam i ispružio mu ruku. “A ovo je savijeno.” Rekao sam i savio mu ruku na laktu.

“Ahaaaa, sada razumijem što je mlijeko!”

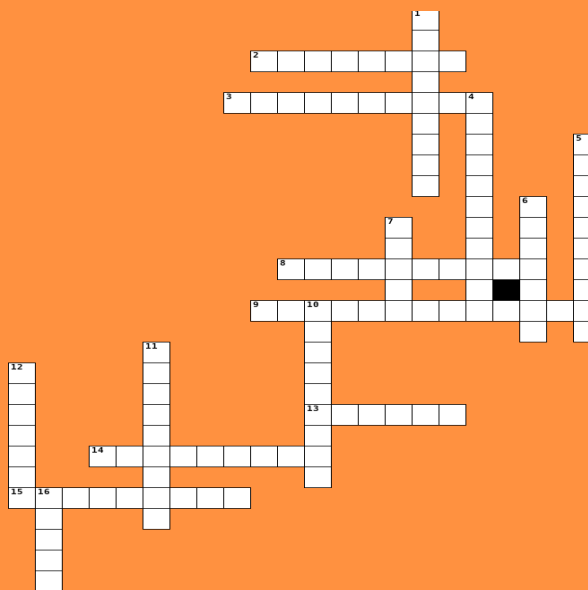
Slikar

Wolfgang Pauli je u pismu kolegi 1958. poslao crtež na kojemu je bio samo jedan prazan kvadrat. “Ovo je da pokažem svijetu da znam crtati kao Tizian. Nedostaje samo nekoliko tehničkih detalja.” Crtež je bilo namijenjen kao komentar na Heisenbergovu radijsku izjavu o unificiranoj teoriji toga vremena.



Nagradni zadatak

Za osvajanje nagrade potrebno je točno riješiti zadanu križaljku. Svoje odgovore pošaljite na e-mail adresu: leo.boljesic17@outlook.com te osvojite poklon paket urednika.



Horizontalno

- _____ gibanje; nasumično, stohastičko gibanje molekula ili čestica
- trenje nastalo uslijed strujanja fluida, jedinica Pa s
- prijenos topline molekularnim mehanizmom, direktnim kontaktom
- sp,sp2,sp3 _____
- Michaelis-Menten model opisuje kinetiku _____
- najpoznatije hladilo, često kod destilacije
- Svante _____

Vertikalno

- Le Chatelierov princip objašnjava pomak _____
- dio kemije koji se bavi mjerenjem i izračunom oslobođene ili utrošene topline u kemijskoj reakciji
- anionski nastavak SCN-
- konfiguracija [Kr]4d10
- plin ili kapljevine
- _____ lijevak, koristi se kod filtracije
- _____ tvar može se ponašati kao baza i kao kiselina
- mjerna jedinica svjetlosne jakosti (SI- sustav)
- element Rh

SADRŽAJ
vol. 4, br. 2

KEMIJSKA POSLA

Vozila budućnosti?	1
Umjetna inteligencija – dijagnosticiranje raka	4
Enzimi – bioinovatori u pranju odjeće	5
Farmakogeomika i personalizirana medicina	6
Što nakon FKIT-a?	7
SPICE IT UP!	8
Zlatna medalja na INOVI	8

ZNANSTVENIK

Hladna plazma kao nova tehnologija u obradi hrane	10
Nanoroboti – budućnost medicine	12
Antivodik	13
Bakterija koja jede plastiku – mit ili stvarnost?	15
Budućnost i izazovi organske kemije	16

BOJE INŽENJERSTVA

Učinkovitost i održivost obnovljivih izvora energije, vol. 2: hidroenergija	19
Problem svemirskog otpada	21
Materijali koji bi mogli zamijeniti plastiku	23
Tehnologije hvatanja ugljika	24
Laboratorijski uzgoj mesa	25
Goriva budućnosti: metanol i etanol	26
Na kavi sa stručnim suradnikom FKIT-a, mr. sc. Lukom Lasićem	28

STAND-UP KEMIČAR

Anegdote iz svijeta znanosti	31
Objašnjenje teorije relativnosti	32
Slikar	32
Nagradni zadatak.....	32

