

reaktor IDEJA 8

službeno glasilo Studentske Sekcije HDKI-ja | vol 3
svibanj 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 uspijeha koja je privukla njihovu pozornost u svoj posao, pomogli su im različitim izumima, učini Aristotel je bio genijalac se biologijom, zoolo znanje u različitim tekstova sačuvar normu za daljn tek u zajedni znanstvenika koji su se pobili u teoriji i u praksi. Bavio se običnim, praktičnim problemima, koji su bili primjenjivani na mnogim

RAZGOVOR S MATKOM MEŠTROVIĆEM

STR. 4

REAKTOR BROJ 4- RBMK-1000

STR. 14

reaktor, čija je površinu zakone poluge, tak za podizanje bolemičar vičan oštro kritizirali. cine, Galileo je instrumentarij esečevih kratera tričnog sustava, je ideju principa njia astronomije i omašnoj obitelji pa gova najveća otkrića samo neke. Izumio je nomopolarni motor i otkrio elektromagnetsku indukciju. Dokazao je da mijenjanjem magnetskog polja dobijemo električno polje (Faradayev zakon). Konstruirao je i električni dinamo, je preteča modernog generatora. Njemu u čast, fizička jedinica za kapacitet nazvan izumitelj i tehničar. Tesla na usavršavanju telegrafski aparat, kvad izum je i žarulja s niti od životnog vijeka američko bila je poljska kemičarka, p svojom marljivošću i radnim zajedničkom radu sa svojim zvali i majkom atomske bom ratištu tijekom Prvog svjetsko je od trovanja radijacijom. Lo kao znanost i dokazao je da ve riješio problem koji je zbunjivao v vinskome talogu, dolazi do čudnog et

SPIRO SPOJEVI I NJIHOVA SVOJSTVA

STR. 13

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

ISSN 2584-6884
e-ISSN 2459-9247
Zagreb

HDKI
STUDENTSKA
SEKCIJA
HRVATSKO DRUŠTVO
KEMIJSKIH INŽENJERA I
TEHNOLOGA



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
(mislav.matic00@gmail.com)

Urednici rubrika:

Mislav Matić
Irena Milardović
Leo Bolješić

Grafička priprema:

Ines Topalović
Mislav Matić
Irena Milardović

ISSN 2584-6884

e-ISSN 2459-9247

Vol. 3 Br. 8, Str. 1–26

Izlazi mjesečno (kroz akademsku godinu)

Časopis sufinancira Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Republike Hrvatske, Zagreb

Zagreb,

svibanj 2019.

SADRŽAJ

Kemijska posla	1
Znanstvenik	9
Boje inženjerstva	18
Stand-up kemičar	22

Dragi čitatelji,

predstavljamo Vam osmi i posljednji broj *Reaktora ideja* u akademskoj godini 2018./2019.

Ovaj broj posvetili smo vrlo različitim temama, od umjetnosti do nuklearnih reaktora. Istaknuli bi razgovor s Matkom Meštovićem, studentom fotografije, čiji radovi krasi ovaj broj *Reaktora ideja*.

Netom prije završetka ove akademske godine, *Reaktor ideja* nagrađen je Rektorovom nagradom. Ovim putem, zahvaljujemo svima koji su doprinijeli i pomogli radu *Reaktora ideja* na bilo koji način.

Od iduće akademske godine, *Reaktor ideja* radit će u drugačijem sastavu, kao i vodstvo Studentske sekcije HDKI-ja. Irena Milardović, urednica rubrike Znanstvenik postala je predsjednica Sekcije te naslijedila našu dragu Ines Topalović. Mjesto urednice *Znanstvenika* preuzet će Karla Ribičić, studentica diplomskog studija Primijenjene kemije. *Boje inženjerstva* uređivat će Aleksandra Brenko, studentica preddiplomskog studija Ekoinženjerstvo.

Idući broj *Reaktora ideja* izaći će u listopadu 2019. te time zakoračiti u svoju četvrtu godinu izlaženja.

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

S poštovanjem,

Mislav Matić,
Glavni urednik





KEMIJSKA POSLA

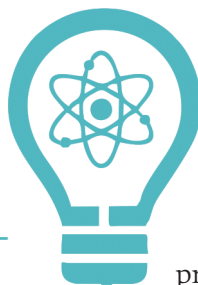
Razgovor s Irenom Milardović

Mislav Matić

Irena Milardović studentica je druge godine preddiplomskog studija Primijenjena kemija. 5. lipnja. Godine 2019. **izabrana je za novu predsjednicu Studentske sekcije Hrvatskoga društva kemijskih inženjera i tehnologa.** Od 2017. godine aktivna je članica Sekcije te je sudjelovala u organizaciji nekoliko projekata od kojih se posebno ističe nedavno održan projekt *CSI: FKIT*. Od listopada 2018. godine urednica je rubrike *Znanstvenik*.

Zašto si postala dio Studentske sekcije?

To je bila dosta nagla odluka, priključila sam se u ljetnom semestru prve godine studija, tek kada se osnovala sekcija. Sjećam se da sam bila sva izgubljena jer sam bila najmlađa tamo, tada su svi bili stariji studenti s diplomskog studija. Ubrzo su počeli dolaziti novi članovi, a ja sam se zainteresirala za rad, počela pisati članke za *Reaktor ideja* i shvatila da ovdje mogu mnogo naučiti o onome što me zanima te uvijek mogu dobiti dobar savjet od nekoga tko je prolazio kroz isto što i ja.



Koji bi projekt istaknula kao najdraži?

Teško je izabrati samo jedan, najdraži su mi projekti gdje sam imala prilike naučiti nešto novo, poput *CSI: FKIT*-a i *Sajma ideja*. Međutim, uvijek se rado sjetim Božićne priče na *FKIT*-u iz razloga jer smo okupili studente i pomogli svojim humanitarnim donacijama onima kojima je to bilo najpotrebnije.

Imaš li koji novi projekt/projekte na umu?

Itekako! Sljedeća akademska godina bit će puna zanimljivih predavanja, projekata i radionica koji će, nadam se, zainteresirati studente kao i prijašnjih godina. Jednom projektu se posebno veselim, dogovorili smo ga kolega glavni urednik Mislav Matić i ja, bit će to nešto novo, svježe i poučno što *FKIT* još nije imao prilike vidjeti.

Kako je bilo biti urednica Znanstvenika?

Biti studentica druge godine preddiplomskog studija i urednica *Znanstvenika* za mene je predstavljalo pravi izazov. Neprospavane noći, kolokviji, ostale aktivnosti izvan fakulteta te lagane egzistencijalne krize „što je meni ovo trebalo“ nije baš san svakog studenta. Ipak, nije bilo sretnije

osobe od mene svaki put kada sam poslala Znanstvenik u prijelom, svaki put kada je izašao iz tiska i svaki put kada bih čula neku pohvalu. Zaista sam se trudila članke učiniti što zanimljivijima i dostupnima svima i nadam se da sam u tome uspjela. Na kraju se sve isplati, što se može vidjeti i u Rektorovoj nagradi koju je Reaktor ideja osvojio ove godine i na koju smo jako ponosni, baš iz razloga jer znamo koliko smo se trudili. Nema ljepšeg osjećaja od nagrade za nešto u što si puno uložio.

Što za tebe znači Studentska sekcija?

Prije svega prijateljstvo. U Studentskoj sekciji sam upoznala fantastične ljude s kojima se družim i privatno. Ovdje se pomaže, motivira, slave se uspjesi, uvijek smo tu jedni za druge, a što je najvažnije po meni, napreduješ kao osoba.

Čime ćeš se kao predsjednica najviše pozabaviti?

Odnosima unutar sekcije i novim projektima. Želim da članovi dobiju priliku raditi na svojim projektima, da izađu iz svoje komfortne zone i postave si jasne ciljeve koje će na kraju krajeva i ostvariti.



Što si naučila u Studentskoj sekciji?

1. Pogreške su najnormalnija stvar na svijetu i one su najbolji način da se nešto nauči.
2. Podrška je ključ svega; podržavaj i bit ćeš podržan.
3. Uvijek imaš vremena za pivu u Krivom.



Razina koncentracije CO₂ dostigla vrhunac

Dubravka Tavra

Tema o kojoj se zasigurno mnogo pisalo i pričalo prije par tjedana bila je najviše izmjerena koncentracija CO₂ ikada. Izašao je podatak opservatorija Mauna Loa na Havajima kako je koncentracija CO₂ u atmosferi dostigla 415 ppm i znanstvenici tvrde da je to najviše u zadnjih 800 000 godina.

Najviše CO₂ u atmosferi dolazi zbog procesa deforestacije i izgaranja fosilnih goriva, a posljedice su ogromne. S obzirom na to da je CO₂ staklenički plin dolazi do porasta temperature na Zemlji.

Prema procjenama 70 klimatskih studija, u svijetu koji je 2 stupnja Celzijeva topliji, bit će 25 % više vrućih dana i toplinskih valova – koji sa sobom nose velike zdravstvene rizike i rizike od požara. Širom svijeta, 37 % stanovništva bit će izloženo barem jednom ozbiljnom toplotnom udaru svakih pet godina, a prosječna dužina suša povećat će se za četiri mjeseca, izlažući oko 388 milijuna ljudi oskudici vode, te 194,5 milijuna za ozbiljne suše. Poplave i ekstremni vremenski uvjeti poput ciklona i tajfuna će se povećati, a požari će se češće pojavljivati i prinosi usjeva će pasti. Životinjski će život biti uništen, a oko milijun vrsta bit će izloženo opasnosti od izumiranja.



Slika 1 – Emisija CO₂ iz elektrane na ugljen²

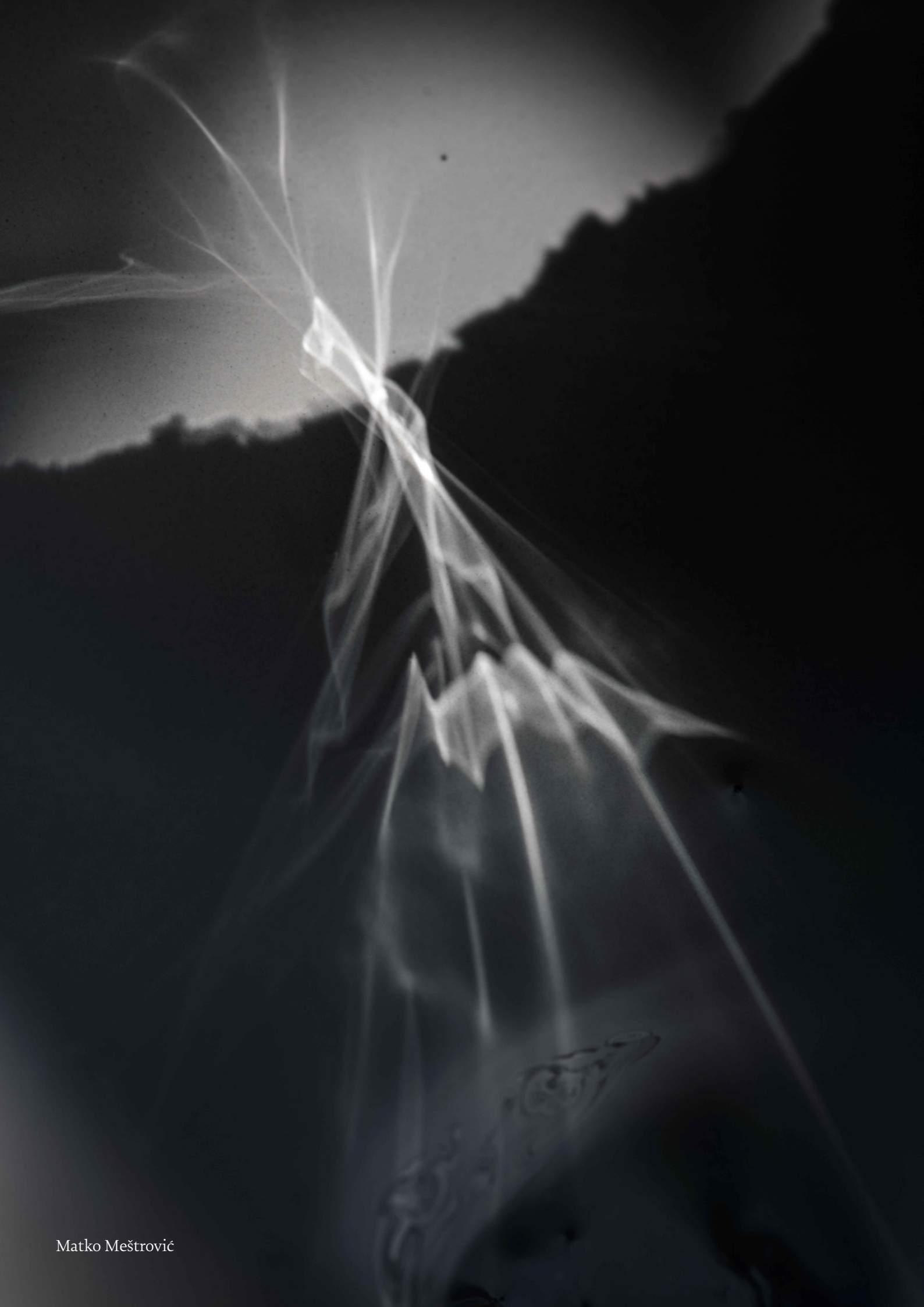
Međutim, populacija komaraca će rasti, što znači da će daljnjih 27 % planeta biti izloženo riziku od malarije i drugih bolesti koje se prenose komarcima.¹

Poraste li temperatura za 3 ili više stupnjeva, neki dijelovi Zemlje postat će nenastanjeni.

Kako to spriječiti? Postoji mnogo znanstvenih odgovora i rješenja, a dobra vijest je da već od sutra i mi možemo početi koristiti javni prijevoz ili vlastiti bicikl i tako doprinijeti smanjenju emisije CO₂ u atmosferu.

Reference

1. <https://edition.cnn.com/>
2. <https://www.straitstimes.com/global>



Razgovor s Matkom Meštrovićem

Mislav Matic

Matko Meštrović student je fotografije na Sveučilištu u Ljubljani. U sklopu Otvorenog dana Kemijskog odsjeka Prirodoslovo-matematičkog fakulteta i 2. *Business week-a* na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu održana je izložba njegovih radova. Za Reaktor ideja govori o crticama iz svojega života, inspiracijama te razmišljanjima o umjetnosti (i znanosti).

Za početak, reci nam nešto o sebi – gdje si rođen, čime se baviš, ukratko o svojem školovanju.

Rođen sam u Bjelovaru, gradu nastalom na zahtjev Marije Terezije, kao vojno uporište. Sagrađen je planski, svaka ulica stoji pod pravim kutom, dok sami grad okružuju močvarni tereni. Tako sam i ja na tim pravokutnim ulicama započeo svoje osnovno školovanje u I. Osnovnoj školi u Bjelovaru. Nastavljajući pravocrtno, ne napuštajući močvarnu okolinu, zaputio sam se u Bjelovarsku gimnaziju. Ne mogu reći da me previše zanimalo grijanje stolice, nisam vidio kreativnost u tome, sve te stvari sam mogao pročitati u knjigama. Stoga sam se više posvetio stvarima u školi koje od mene nisu zahtijevale odbijanje jeke znanja. Koristio sam svoje vrijeme radeći na školskim projektima koji su od mene zahtijevali praktično znanje i kreativnost. Stoga bih se i ovim putem želio zahvaliti svim organizacijama, udrugama, institucijama, a i ljudima koji omogućuju svim učenicima drugačije pristupe ka znanju. Nakon srednje pregacao sam močvaru, krenuo prema Savi, prateći je nisam zastao u Zagrebu, pratio sam je još više uzvodno, preko granice sve do Ljubljane, gdje sam se i utaborio upisavši Akademiju za Likovnu Umetnost in Oblikovanje (ALUO) smjer fotografiju.

Kada si se prvi put susreo s fotografijom i zašto te privukla?

Teško je reci kada sam se prvi put susreo sa fotografijom. Više je to bila potraga. Kao mali, prošao sam mnoštvo hobija i izvanškolskih aktivnosti. Od atletike, taekwondao, košarke, rukometa i streljaštva pa do glazbene škole. Tražio sam se, i beskrajno sam zahvalan roditeljima što su mi to mogli pružiti. Sve je to bilo prolazno, držalo me je par godina i onda lagano popustilo, ali fotografija je ostala. S fotografijom sam počeo početkom šestog razreda kada su moji roditelji pitali našu susjedu Zlatu Medak, voditeljicu Fotokluba „Bjelovar“, mogu li postati član. Pristala je. Njezin rad bio je poprilično drugačiji od ostalih fotoklubova, ako se smijem tako izraziti. Fotoaparat nisam primio prvih pola godine, već smo se bavili gledanjem, proučavanjem svjetla, naš fotoaparat bio je *camera obscura*. Uz *cameru obscuru*, radeći kemograme, fotograme, nakit i figurice od fimo-mase te filcane vune, naša kreativnost rapidno je rasla. Sjećam se kao da je bilo jučer, moj prvi odlazak

na teren čija je svrha bila fotografiranje susreta hrvatskih Mađara i na kojem se odvijale razne aktivnosti. U velikom blatnjavom dvorištu odvija se kolinje, na desetak stolova radile su se stometarske kobasice, u jednom kutu čvrle se čvarci dok se ljudi gube u dimu mirisa i okusa, psi trče naokolo nadajući se ugrabiti fragment tih mirisa pod svojim zubima. Iza dvorišta kroz štalu kao da se pojavljuje novi svijet, kao da je dvorište ostalo utopljeno u maglu i da ga je sakrilo sunce, dok ovaj svijet grmi bojom, zlatna livada prepuna je lonaca u kojima se krčkao paprikaš, dok su ljudi u nošnjama plesali, djeca su letjela između prepunih štandova domaćih proizvoda, a ja kao da sam ispao iz azijskog busa, nije bilo mjesta na kojem nisam napravio škljoc, nije bilo predmeta koji nije bio zabilježen, ali niti jedna fotografija nije bila dobra. Pokazivala je to što je bilo na njoj, ali na njima se nije vidio niti trag bilo kakvog mirisa, emocija, a bome niti života. Fotografirao sam kao turist, drugačije nisam znao, svaki put kada bi se susreo sa fotoaparatom vidio sam da se ljudi služe s njime tako, rafalno okidaju i pokazu da su bili tu i tu, tako sam i ja, sve dok postepeno nisam shvatio da to nije jedini način. Postoji i onaj vlastitog izraza, tim izrazom projiciramo vlastita iskustva i osjećaje, na neki način on je lišen razmišljanja, fotoaparat nam služi samo kao ljuštura koju punimo životom svojeg viđenja svijeta.

Odakle ti dolazi inspiracija za fotografije? Postoji li osoba čiji je rad/djelovanje utjecao na tebe?

Kada bi morao govoriti o inspiraciji za fotografiranje mislim da nikako ne mogu naći samo jedan izvor inspiracije, prije bih rekao da je inspiracija više kao more. Nekako gledam inspiraciju poput mreže ispletene od raznih uzora. Pod njima smatram sve od samih osjećaja, pročitanih knjiga, upoznatih ljudi, glazbe, prirode, obitelji itd. Mislim da bi se ovaj intervju pretvorio u trilogiju kada bih krenuo dublje razglabati. Cijeli život pletem mreže, dopuštam da me struja života nosi sve dok jednom ne osjetim da mrežu mogu spustiti u more ne bih li nešto uhvatio. Nekada se dogodi i da mreža pukne, da se ništa ne uhvati, nekada je to samo jedna ribica, nekad cijelo jato, morski pas, a nekad mi plijen otme i rastrga cijelu mrežu. No to je život. Na meni je da nastavim plesti i bacati dok plovim morem života jer nikada se ne mogu vratiti, struje su prejake. Da ne ostanem na tome. Na trenutnom putu trenutno su mi inspiracija fotografi Bernd i Hilda Becher. Njemački fotografi koji su preko četrdeset godina fotografirali nestajuću industrijsku arhitekturu po Europi i sjevernoj Americi. Njihov pristup fotografiji je poput pristupa botaničara koji katalogizira svoju floru i faunu. Još jedan od fotografa je Alec Soth. Njegov pristup mi se izrazito sviđa, pogotovo njegova serija fotografija „Broken manual“ u kojoj prikazuje ljude koji su pobjegli od društva, daleko od svih u pustinje, šume, napuštena mjesta. No jedna od trenutnih najvećih inspiracija mi je noć. Ako idemo još preciznije onda period od jedan do tri sata ujutro, dok sve staje, svi podražaji su svedeni na minimum, ne čuje se pjev ptica, grad spava, a ono što ostaje poprima novo svjetlo. To je vrijeme kada se osjeti duh mjesta, tada možeš oslušnuti kako mjesto diše.



Što je za tebe fotografija?

Fotografija je za mene bila ulaz u svijet umjetnosti, u maloj sredini nisam imao previše izbora birati medij s kojim bih se mogao izraziti, ali na svu sreću tu je bila fotografija i mentorica koja mi je otvorila vrata prema njoj. S fotoklubom Bjelovar sam dobio mogućnost da proputujem razne dijelove Hrvatske, bilježeći razne kulturne i baštinske događaje, netaknute prirode prepune endemskih vrsta. Kroz ta putovanja rasla je ljubav prema našoj prirodi, a osobito ljubav prema Gorskom Kotaru koju gajim još i danas. Fotografija mi je u tom periodu života otvorila nove horizonte i nove ljubavi, bila je karta s kojom sam mogao upoznati svijet. No kako sam odrastao imao sam potrebu da fotografijom krenem iznositi svoje stavove, razmišljanja, ideje, osjećaje, sve ono što je u meni i što bih na neki način želio iznijeti van. Zbog manjka samopouzdanja nisam imao dovoljno hrabrosti pokazivati svoje radove u Fotoklubu sve dok nisam došao na akademiju. To je bila jedna od prekretnica, trenutak kada sam shvatio da trebamo biti zahvalni svojim mentorima na svemu što su nam pružili, to je neosporivo, ali kako se razvijamo pogledi nam se mijenjaju, ne možemo biti kopije svojih mentora i slijepo se držati njihovih principa jer ćemo izgubiti sebe. Stoga sam došao do zaključka da je umjetnost stvorena za svakoga, ne treba nam diploma da bismo izrazili sebe i rekli nešto.

Kako je tehnologija, posebice društvene mreže, utjecala na fotografiju?

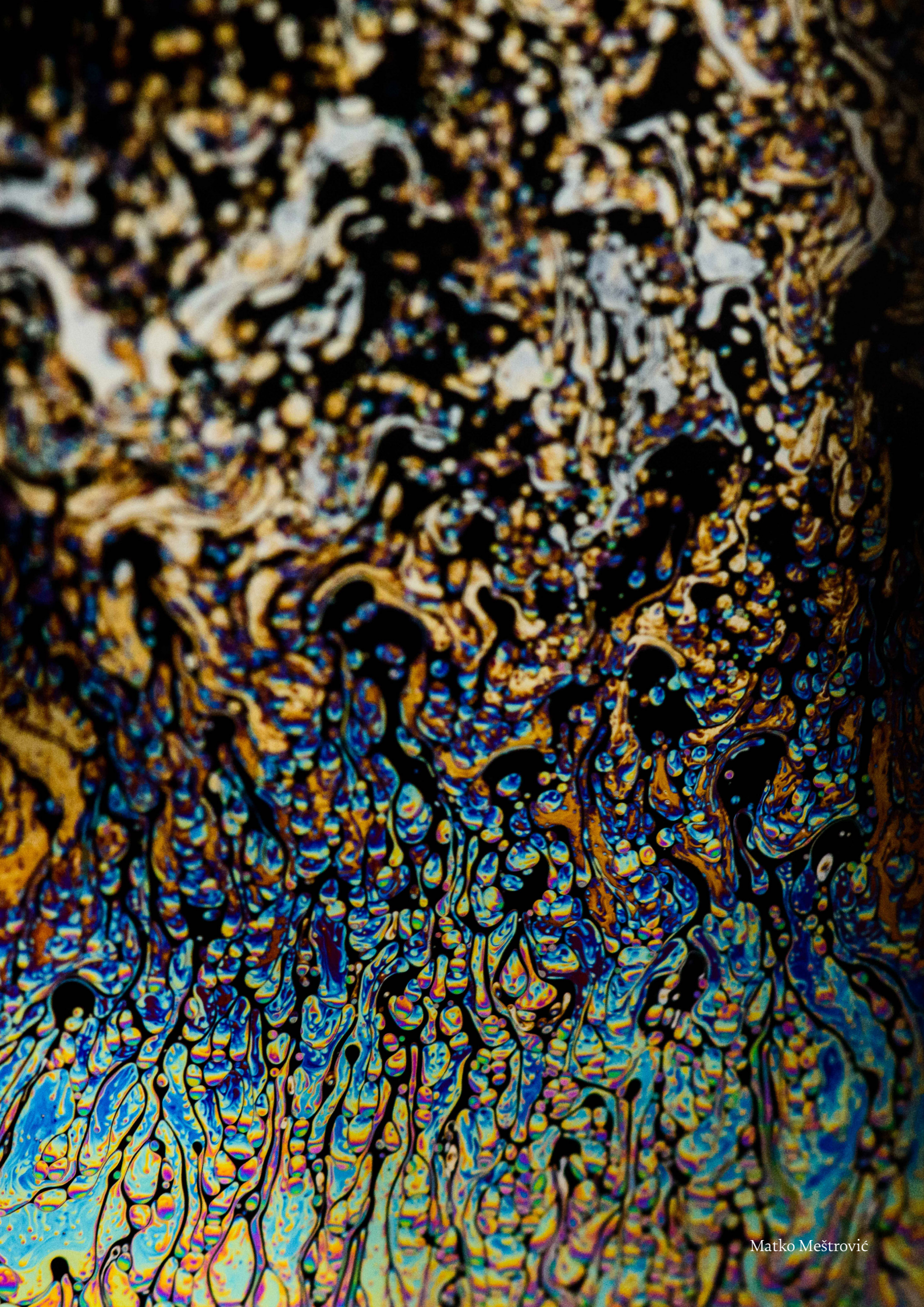
Kada se postavi to pitanje uvijek imam gorčinu u ustima jer ne vidim niti jednu svijetlu točku u našem „napretku“ razvitkom *selfie* kulture. Jedino što smo od nje dobili je to da smo svi posebni, ostavimo Galilea da se vrti na lomači, vratimo se geocentrizmu. Postanimo svi te savršene individue sa savršenim smiješkom, licem, tijelom, putovanjima, savršenim obrocima. Zaboravi individualnu ljepotu, prati šablonu i bit češ sretan, ispunjen do kraja života, odbaci sebe, postani živuća reklama. Hajdemo svi koračati ulicom kulture sreće, jedan do drugoga, razlike nema, digni mobitel i zabilježi ovaj savršen trenutak. Ne gledaj na one koji ne mogu to održati, ionako su stvoreni za autodestrukciju. Brojevi samoubojstva, anoreksije i depresije simultano rastu sa našim *lajkovima*. Kao što bi Robert Torre rekao: „najbolje da svi kolektivno odemo živjeti u lunapark sa šakom droge, tamo ćemo bez problema pratiti kulturu sreće i svi ćemo se dobro osjećati.“ Što se tiče fotografije kao fotografije, mislim da je najveći problem što ljudi više ne znaju napraviti spontano i iskreno lice na fotografijama. Sve su to dobro istrenirane fasade koje kada stanu pred fotoaparata točno znaju kako treba reagirati. No sve te fotografije su prazne, ne govore ništa o nama, možemo uzeti bilo koje lice i staviti ga u taj kontekst i teško da će se vidjeti neka razlika tko je na toj fotografiji.

Nedavno su održane izložbe tvojih fotografija na PMF-u i FKIT-u. Što za tebe znače izložbe i jesi li imao već imao izložbe vlastitih radova ili sudjelovao u izložbama?

Izložbe su za mene mjesta na kojima mogu ostvariti kontakt s ljudima, pokušati im prenijeti svoju viziju. Nije nužno da oni vide ono što sam i ja vidio, već da u njima izazovem osjećaj, da ih potaknem na razmišljanje, debatu. Uspijem li prenijeti neki trzaj na barem jednog gledatelja, da izađe iz prostora i sjeti se nekog mog rada, znam da je za mene izložba uspjela. Sudjelovao sam u dvadesetak izložbi Hrvatskog fotosaveza, pet godina za redom sam izlagao na IHPE (International Heritage Photographic Experience) gdje su fotografije putovale po Europi, u Češkoj na natječaju Ruža lidice. U zadnjih godinu sam imao tri skupne izložbe u Ljubljani (Different World, Send nudes i Open Knowledge Day) te na Bienallu hrvatske mlade fotografije u Zadru s kojima u sklopu natječaja radim u prosincu samostalnu izložbu svojih radova u Zadru.

Zašto si se odlučio na studij u Ljubljani? Koja je razlika u studiranju u Sloveniji i Hrvatskoj?

Nakon završene srednje škole, bio sam u kolotečini, od svih događanja u mom životu, želio sam odmor, malo predahnuti, ponovo sastaviti svoj život. Tu je moj otac napravio veliki korak, vidio je moju nezainteresiranost prema studiranju i uzeo stvari u svoje ruke, bez ikakvog pritiska svaki dan bi dolazio s novim idejama što bih mogao studirati, uvijek je govorio probaj, nemaš što izgubiti. Bilo je zanimljivih ponuda, ali najviše od svega me zaintrigirala fotografija, ona me pratila skoro cijeli život. Sad je bio red na meni, uzeo sam par dana kako bih prošao kroz tisuće i tisuće svojih fotografija i napravio portfolio za prijemni. Pri odabiru sam se konzultirao i sa raznim profesionalnim fotografima i studentima koji studiraju Kameru na Akademiji dramskih umjetnosti u Zagrebu, ali prekretna točka je bila kada sam otišao na otvorene dane na akademiju u Ljubljani. Tamo sam si posložio misli i točno znao što želim, napravio sam izbor fotografija ne uzimajući više u obzir ničije sugestije o tome koje fotografije bih trebao poslati. Dok je portfolio bio gotov poslao sam isti odabir fotografija u Zagreb i Ljubljani. U Zagrebu sam bio pri dnu ljestvice, dok sam u Ljubljani dobio pohvalu od profesora za izvrstan portfolio. Uvijek komentiram kako mi je žao što u Hrvatskoj ne postoji umjetnički pravac fotografije, već je fotografija samo predmet u sklopu kamere na dramskoj, a kako mi se čini oni točno znaju kakve studente žele, jer dok sam gledao radove studenata dosta su, po mom mišljenju, bili sterilni, savršeno tehnički odrađeni, ali bez imalo slobode. S druge strane u Ljubljani se više cijeni sloboda i korištenje fotografije kao medija koji izražava osjećaje. Teško mi je govoriti o razlikama o studiranju u Sloveniji i Hrvatskoj jer nisam studirao u Hrvatskoj,





a i ujedno teško mi se staviti u kontekst zagrebačkih fakulteta jer je naša akademija smještena u bivšoj tvornici. Nemojte me krivo shvatiti, ne bih mijenjao lokaciju naše akademije ni za koji karat zlata. Taj osjećaj da nemaš jasno raspoređene učionice u jednom nizu, ti mirisi koji odaju da se tu nekada talio metal, to da se održavaju akademska druženja sa raznih smjerova gdje zajedno sa profesorima kuhamo grah u našem dvorištu. Neprocjenjivo. Što se tiče samog Sveučilišta, mislim da je uređeniji nego u Hrvatskoj. Uvijek volim napomenuti koliko im je stalo da se studenti zdravo hrane, nemamo menze kao menze, već bonove koje možemo koristiti u više od sto restorana po Ljubljani, od toga u nekima možemo jesti bez nadoplate a u onim malo boljima cijene se dižu do maksimalno 30 kuna.

Trebaju li umjetnici (fotografi) biti ujedno, na neki način, i poduzetnici?

Smatram da trebaju. Zamislite da radite za galeriju, i jednog dana stigne narudžba prema kojoj treba načiniti umjetničko djelo koje će biti izloženo u galeriji. Teško da će napraviti nešto s čime ćete biti zadovoljni. Sa svojim djelima treba izlaziti kada osjećajte da su spremni. Stoga je po mome mišljenju bolje ostaviti umjetnički dio za sebe, a raditi komercijalno kako bismo mogli uzdržavati svoj umjetnički izričaj.

Gdje se vidiš u budućnosti?

Trenutno ne mogu dati neki konkretan odgovor. Imam jedan glavni cilj kojemu težim, uvijek si govorim bolje ciljaj prema Marsu nego prema mjesecu, možda nećeš nikada stići do Marsa, ali barem znam da sam prešao dulji put od mjeseca. Kako vrijeme prolazi sve više i više razmišljam da fotografija neće biti jedini mediji s kojim se želim izražavati, sve više i više težim instalacijama, jedan od snova koje želim provesti u realnost je prostor u kojem će šuma rasti sa stropa prema tlu, svjestan sam da je to ogroman poduhvat, možda čak i nemoguć, ali vrijedi pokušati. Pokušajte samo zamisliti kakav bi osjećaj

bio hodati ispod vrhova krošnji. Još jedna ideja mi se također konstantno vrti mislima, ali tu ideju će ostaviti u mraku sve dok se jednog dana ne pojavi na Venecijskom biennealu.

Postoji uvriježeno razmišljanje da su znanost i umjetnost dvije krajnosti koje nemaju doticaja jedna s drugom. Je li to točno? Postoji li znanost u umjetnosti?

Mislim da to razmišljanje treba sasjeci do korijena. Uzmimo samo za primjer Leonarda da Vincia. Kako bi samo mogao naslikati Mona Lisu da nije poznavao znanost anatomije tijela. Uvijek se spominje tvrdnja da umjetnost ima emocionalni pristup svijetu, dok znanost ima racionalni, znanost je objektivna, umjetnost je subjektivna. Einstein je rekao da je najljepša stvar koju možemo iskusiti tajanstvenost. Predivna stvar umjetnosti i znanosti je da su one izvori svih tajanstvenosti. Umovi znanstvenika i umjetnika su zadnji laboratoriji prave kreativnosti u našem svijetu vođenih medijima, u svijetu u kojem razmišljamo što drugi misle ili još gore ono što drugi žele da mislimo. Nisu li umjetnici i znanstvenici tragači istine? Možemo i jako površno govoriti o toj temi i doći ćemo do istog zaključka, uzmimo samo fotografiju za primjer. Je li moguće stvoriti fotografiju bez znanosti? Otkako sam došao na akademiju počeo sam koristiti analogne aparate. Kako bismo mogli napraviti fotografiju nije dovoljno samo stisnuti okidač na fotoaparatu, to je tek početak, ono što slijedi je ako tako želite u potpunosti znanstveni pristup zasnovan na metodologiji i eksperimentiranju. Koji odnos kemikalija ću pomiješati, koje kemikalije ću staviti, koliko ću dugo razvijati film, s kojom kemikalijom ću dobiti veći kontrast, mogu li prestupiti granice i dobiti nešto drugačije i zanimljivo, samo su neka od pitanja koja se pojavljuju nakon pritiska okidača na aparatu. Ne radimo razliku između znanosti i umjetnosti jer one su jedine discipline koje mogu promijeniti svijet.

Dragi Matko, hvala ti puno na izdvojenom vremenu!





ZNANSTVENIK

Emisija SO_x u atmosferu i utjecaj na okoliš

Dubravka Tavra (FKIT)

Onečišćenje zraka jedan je od najaktualnijih problema u svijetu koji ubija preko 7 milijuna ljudi godišnje. O tome se problemu često sluša i govori, ne samo na fakultetu i u znanstvenim krugovima, nego i na ulici, u razgovoru. Isto tako, mediji konstantno prenose vijesti o onečišćenju zraka u svijetu i u Hrvatskoj pa tako često možemo naići na obavijesti o alarmantno visokim koncentracijama sumporovih oksida u susjednoj Zenici, o lošoj kvaliteti zraka u Slavonskom Brodu ili pak o smogu u Zagrebu i Sarajevu.

SO_x plinovi odnose se na sumporov (IV) oksid i sumporov (VI) oksid. Od njihovih kemijskih i fizikalnih svojstava bitno je naglasiti da su ovi oksidi stabilni zbog više rezonantnih struktura, ali lako reagiraju s vodom pri tome stvarajući sulfitnu i sulfatnu kiselinu, što i je glavni proces u atmosferi vezan uz sumporove okside u kojem se stvaraju kisele kiše.

Izvori onečišćenja zraka mogu biti antropogenog i prirodnog podrijetla. Jedan od najvećih izvora SO₂ i SO₃ prirodnog podrijetla jesu vulkani, tj. erupcije vulkana. Prilikom njihovih erupcija uz magmu u okoliš dospijevaju i teški metali te različiti plinovi, kao što su npr. CO₂, CH₄, H₂, CO, SO₂. Danas je na Zemlji



aktivno oko 500 vulkana koji su potencijalna prijetnja za preko pola milijarde ljudi, a svake se godine događa 10 do 40 njihovih erupcija.¹ Također, SO_x plinovi u atmosferu dospijevaju i iz izvora antropogenog podrijetla. Među njima možemo istaknuti nekoliko najvećih: tvornice, automobili i brodovi. Tvornice cementa ispuštaju velike količine NO_x i SO_x plinova u atmosferu, a izgaranjem otpada količine SO_x plinova dodatno se povećavaju. Izašao je i podatak iz analize koju su u Bruxellesu predstavile sljedeće organizacije: Savez za zdravlje i životnu sredinu (HEAL), Sandbag, Europska mreža za klimatsku akciju (CAN Europe), Mreža za nadzor javnih financijskih institucija u središnjoj i istočnoj Europi (CEE Bankwatch) i Europa bez ugljena (Europe Beyond Coal). Podatak tvrdi da Termoelektrana Ugljevik (BiH) uzrokuje najveće onečišćenje sumporovim (IV) oksidom na području zapadnog Balkana.²

Izgaranjem fosilnih goriva u automobilima, a posebice u brodovima oslobađaju se velike količine sumporovih oksida u atmosferu. Napravljene su usporedbe koje kažu da 15 najvećih brodova na svijetu emitira jednaku količinu SO_x plinova kao i svi automobili na svijetu.³ Također, dva krizera u Hrvatskoj emitiraju jednaku količinu SO_x plinova kao i svi automobili u Hrvatskoj.⁴ Još jedna u nizu ovih alarmantnih činjenica je ta da će onečišćenje brodova sumporovim oksidima iz 2016. godine pridonijeti 570 000 preranih smrti u svijetu između 2020. i 2025. godine, prema Odboru za zaštitu morskog okoliša (MEPC) Međunarodne pomorske organizacije (IMO).⁵



Slika 1 – Posljedice erupcije vulkana na živi svijet⁸



Slika 2 – Ispuštanje plinova iz brodova nastalo izgaranjem fosilnih goriva⁹

Kada govorimo o erupcijama vulkana treba uzeti u obzir da se onečišćenje zraka mijenja s nadmorskom visinom tako da koncentracija smoga raste do nadmorske visine od 183 m, a iznad te visine koncentracija smoga ponovno se smanjuje. Oblaci pepela i SO_2 smanjuju dopijevanje sunčevih zraka na Zemlju i uzrokuju globalno zahlađenje, a osim toga uništavaju i ozonsku ovojnicu. Vulkanici svojim raznim aktivnostima mogu uništiti ili modificirati obližnju vegetaciju. Nestaju pojedine vrste koje su osjetljivije na varijacije pojedinih sastojaka tla, a tokovi lave onemogućuju rast biljaka. Kisele kiše koje nastaju u atmosferi miješanjem vulkanskog dima s atmosferskim plinovima zakiseljavaju lokalno tlo što opet dovodi do nemogućnosti razvoja većine biljaka.¹ Naravno, pri tome stradavaju i ljudi izloženi erupciji što se najčešće manifestira respiratornim smetnjama i bolestima.

Automobili i brodovi doprinose mnogim preranim smrtima zbog izgaranja fosilnih goriva. Problem brodova je taj što imaju velik postotak sumpora u njihovim gorivima koji iznosi oko 3,5 %.⁶ Jedan od primjera utjecaja sumporovih oksida koji u atmosferu dopijevaju izgaranjem fosilnih goriva je zakiseljenje tla u kontinentalnim dijelovima Europe gdje je 1983. vjetar odnio oblake kisele kiše iz Velike Britanije. U Nizozemskoj je primijećeno da je postotak ptica koja legu jaja s deformiranom ljuskom u godini 1983.–84. iznosio 10 %, a u godini 1987.–88. 40 %. Defektna jaja imala su tanku i vrlo poroznu ljusku s nemogućnošću izlijevanja mladih jer je ljuska prijevremeno pucala i otpadala. Rezultat je bio velik broj praznih gnijezda i napuštenih legla. Primijećeno je da se ta mjesta preklapaju s područjima kiselih kiša gdje izostaju i puževi. Puževi opstaju na tlu gdje je razina kalcija dovoljna za izgradnju njihovih kućica. S mnogo CaCO_3 u tlu na području kiselih kiša puževi ne mogu preživjeti.⁷



Slika 3 – Pomor riba kao posljedica padanja kiselih kiša¹⁰

Jedno od rješenja za gorivo u brodovima je smanjenje količine sumpora s dosadašnjih 3,5 % na 0,5 % i taj prijedlog je usvojila Međunarodna pomorska organizacija (IMO). Na temelju toga amandman o količini sumpora u nafti za pogon brodova bit će na snazi od 1. siječnja 2020. godine. U određenim će područjima kontrole emisija (ECA) granica ostati još niža, 0,10 %. Postoji želja da Sredozemno more postane taj tzv. ECA prostor kao posebno osjetljiva zona. No, to još nije sigurno.⁶ Još neka od rješenja koja se nude su zamjena klasičnih automobila s električnim i vožnja na biogorivo. No, ta oba rješenja imaju i svoje negativne strane jer električni automobili sadrže određene metale kojih ima vrlo malo na Zemlji i njihova proizvodnja je poprilično energetska intenzivna, dok biogorivo ima problem s ispuštanjem NO_x plinova što opet dovodi do pitanja jesu li to dovoljno dobra rješenja.

U svakom slučaju, ono što svi možemo učiniti za smanjenje onečišćenja zraka je voziti se javnim prijevozom ili biciklom. Pridonijeti ćemo čistijem okolišu, a i boljoj fizičkoj spremi i boljem zdravlju kada govorimo o vožnji biciklima.

Literatura

1. Žuškin E., Mustajbegović J., Doko Jelinić J., Pucarini-Cvetković J., Milošević M., Učinci vulkanskih erupcija na okoliš i zdravlje, Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet, Zagreb, 2007.
2. <http://www.poslovni.hr/svijet-i-regija/te-ugljevik-emitira-so2-koliko-sve-njemacke-elektrane-zajedno-350309> (pristup 24. ožujka 2019.)
3. <https://medium.com/shone-blog/the-shipping-industry-is-now-tackling-its-emission-problem-head-on-c0d03105e09f> (pristup 24. ožujka 2019.)
4. <https://www.dulist.hr/nova-istrazivanja-dva-cruisera-zagaduju-vise-nego-svi-automobili-u-hrvatskoj/422438/> (pristup 23. ožujka 2019.)
5. International Maritime Organization, Air pollution and energy efficiency - Study on effects of the entry into force of the global 0.5% fuel oil sulphur content limit on human health, 2016.
6. <http://www.energetika-net.com/vijesti/energetsko-gospodarstvo/imo-odlucan-oko-smanjivanja-sumpora-u-gorivima-za-pomorski-prijevoz-27626> (pristup 23. ožujka 2019.)
7. <http://www.bioinstitut.hr/blog/stetne-tvari-povrsinskom-sloju-tla-16/> (pristup 24. ožujka 2019.)
8. <https://news.nationalgeographic.com/news/2010/10/101027-indonesia-tsunami-volcano-eruption-mount-merapi-world-science/> (pristup 24. ožujka 2019.)
9. <https://www.sciencenews.org/article/cargo-ships-must-cut-their-emissions-half-2050> (pristup 24. ožujka 2019.)
10. <https://acidraintoxicity.weebly.com/effects-of-acid-rain.html> (pristup 23. ožujka 2019.)

Što učiniti s otpadom iz poljoprivredne proizvodnje?

Zvonimir Jukić (KTF Split)

Poljoprivreda kao jedna od gospodarskih grana uz proizvodnju hrane generira i proizvodnju značajnih količina otpada te značajno utječe na onečišćenje okoliša. Kada bi ispravno gospodarili otpadom, u velikoj mjeri bi doprinijeli kvalitetnom prikupljanju, zbrinjavanju i uporabi otpada nastalog u poljoprivredi čime bi utjecaj poljoprivredne proizvodnje na okoliš sveli na minimum. Prilikom obrade i pripreme tla za sjetvu, prihrane biljaka, servisno-preventivnog održavanja strojeva i alata, uzgoja domaćih životinja i dr. stvara se široki spektar otpada, primjerice ostaci rezidbe i košnje, ambalaža zaštitnih sredstava i gnojiva, motornog ulja te ostali potrošni dijelovi koji, umjesto da se odlože na primjereno mjesto, redovito završavaju u obližnjim šikarama, kanalima ili čak rijekama iz kojih se poljoprivredne površine navodnjavaju.

Količina otpada u poljoprivredi vrlo je značajna i iznosi 6,4 milijuna tona godišnje.¹ Iz navedenog slijedi da se otpad poljoprivredne proizvodnje može podijeliti na primarni i sekundarni poljoprivredni otpad. Primarni poljoprivredni otpad obuhvaća ostatke biomase jednogodišnjih kultura i otpadaka od usjeva (slama, kukuruzovina, stabljike biljaka, ljuške, koštice, ostaci rezidbe) kao i neiskorišteni ostaci hrane domaćih životinja te stajnjak kao nusproizvod.² U sekundarni poljoprivredni otpad ubraja se otpad nastao kao posljedica uporabe zaštitnih sredstava, gnojiva, mehanizacije (motorna ulja, gorivo), i to najviše ambalaža navedenih proizvoda, kontejneri i čašice za proizvodnju rasada, karton, papir i pepeo. Unutar sekundarnog poljoprivrednog otpada pojedine komponente se tretiraju kao opasan otpad, primjerice fitofarmaceutska sredstva, ulje, tekućine od kočnica, olovne baterije i fluorescentne cijevi.³



Slika 1 – Primarni poljoprivredni otpad

S obzirom na široki spektar otpada nastalog tijekom poljoprivredne proizvodnje, te učincima na okoliš kroz različite stupnjeve proizvodnje, fokus ćemo zadržati na upravljanju i postupcima uporabe organske komponente otpada.

Postupci i tehnologije uporabe primarnog poljoprivrednog otpada mogu se podijeliti na reciklažne i energetske. Reciklažne tehnologije uporabe koje se koriste su briketiranje i kompostiranje. Briketiranje i peletiranje vrši se s ciljem dobivanja pogodnijeg oblika za upotrebu, transport i skladištenje. Proces briketiranja se temelji na usitnjavanju sirovine do određene granulacije, sušenju sirovine do određene vlažnosti i prešanja u prešama za briketiranje.⁴ Briketiranje je način da se ostaci slabe biomase prebace u guste, čvrste komade koji se mogu koristiti kao gorivo. Osnovni problem u briketiranju poljoprivrednog otpada je velika vlaga, a nedostatak je mala energetska vrijednost po jedinici mase. Proizvodnjom briketa kao jednim od reciklažnih tehnologija i njegovim korištenjem u energetske svrhe dolazi do daleko manjeg zagađenja pri sagorijevanju. Kompostiranje je prirodan proces razgradnje biomase čije su koristi višestruke: biljkama se omogućuje kvalitetniji rast jer se poboljšava kvaliteta tla, a vrtni kompost polako oslobađa hranjive sastojke te omogućava ravnomjernu opskrbu biljaka hranjivim tvarima.⁵



Slika 2 – Kružni tok biootpada

Kompostiranje se odvija uz prisustvo kisika pri čemu nastaju ugljikov dioksid, voda i konačni proizvod humus, uz oslobađanje određene količine energije. Osim što obogaćuje tlo, kompostiranjem štitimo okoliš. Ne zahtijeva puno truda, a kvaliteta samog komposta ovisi o vlažnosti, prozračnosti, temperaturi koju

dostiže i vrsti organskog materijala koji je korišten. Kompostiranjem smanjujemo količinu otpada za 30 %. Kompostiranje se može provoditi aerobno i anaerobno. Većina procesa kompostiranja se provodi aerobno uz prisustvo odgovarajućih mikroorganizama i u tom slučaju je primarni produkt kompost. Anaerobnim kompostiranjem uz primarni produkt kompost dobivamo i sekundarni produkt bioplina – metan, a dobiveni kompost sadrži više dušika nego onaj dobiven aerobnom razgradnjom. Dušik u ovom kompostu se nalazi u mineraliziranom (amonijačnom) obliku koje biljke mogu brže usvojiti nego organski dušik.

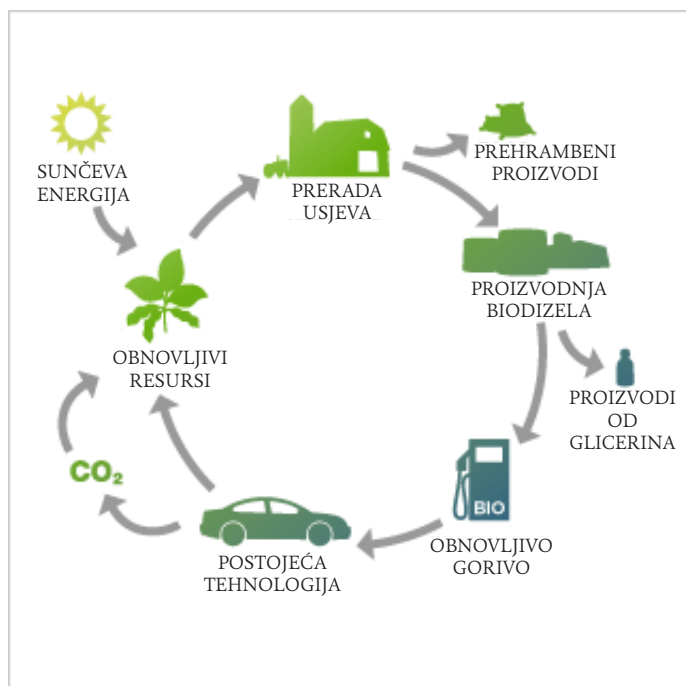
U energetske tehnologije uporabe poljoprivrednog otpada koje se najviše koriste ubrajaju se fermentacija biomase i esterifikacija. Fermentacija biomase u alkohol je zasad najrazvijenija metoda kemijske konverzije biomase. Takav se postupak najopsežnije razvija u Brazilu, gdje se godišnje dobiva više od milijun tona etanola za pogon vozila. Osim čistog etanola kao goriva, koristi se i 20 % -tna smjesa s benzinom. Primjerice, u SAD-u etanol čini oko 9 % ukupne godišnje prodaje benzina. Primjer dobre prakse možemo pronaći i u Hrvatskoj, u Vukovaru gdje tvrtka Biodizel Vukovar d.o.o. kao članica slovačke grupacije Envien godišnje proizvode oko 35000 t biodizela.

Fermentacijom poljoprivrednog otpada nastaje bioplina. Sastoji se od približno 60 % metana, 35 % ugljikova dioksida te 5 % smjese vodika, dušika,

amonijaka, sumporovodika, ugljikova monoksida, kisika i vodene pare.⁶ Rabi se kao gorivo, a kalorična vrijednost bioplina razmjerna je količini metana. Može se koristiti i za dobivanje električne energije, grijanje vode i prostora te u industrijskim procesima. Ako se komprimira, može zamijeniti prirodni plin koji se koristi u automobilima s motorima na unutarnje izgaranje. Esterifikacija je kemijska reakcija koja se odvija između kiselina i alkohola uslijed čega nastaju esteri. Upravo je esterifikacija način dobivanja biodizela od uljane repice, suncokreta, soje i palme. Točnije, biodizel nastaje esterifikacijom biljnih ulja s alkoholom, kao i iz otpadnih ulja i masti, procesom trans-esterifikacije uz prisustvo katalizatora.⁷ Ovako dobiveni biodizel može se upotrebljavati u dizelskim motorima ili u mješavini s dizelom dobivenim rafinacijom sirove nafte i to u bilo kojem odnosu. U ovisnosti o udjelu biodizela u mješavini, biodizel se naziva B100 (čisti 100 % -tni biodizel), B20 (20 % biodizela u mješavini), itd.

Neki primjeri i zanimljivosti:

- U Austriji samo u 2008. godini bile su instalirane 294 tvornice za proizvodnju bioplina koje su bile smještene u blizini izvora stočne hrane radi smanjenja troškova transporta.
- Danska ima jednu elektranu koja radi isključivo na slamu.
- Finska pokriva preko 25 % svih potreba za energijom putem biomase.
- Italija je vodeća zemlja Europe po broju instaliranih pelet peći – preko milijun.
- U Švedskoj se 25 % proizvedenog bioplina koristi za pogon 17000 vozila.
- Biomasa čini 85 % obnovljive energije Velike Britanije.



Slika 3 – Kružni proces proizvodnje biodizela

Literatura

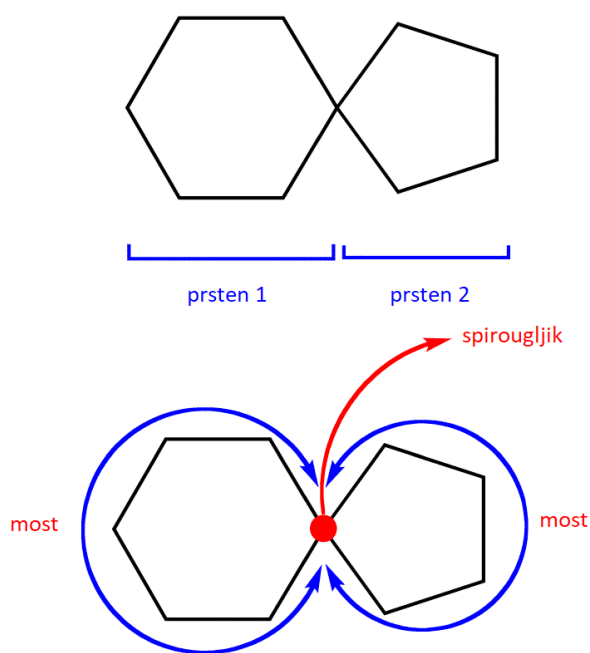
1. Petar Bosak – Gospodarenje otpadom u „VUPIK-u“ d.d. Vukovar, završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
2. Nemanja Vučić – Reciklaža poljoprivrednog otpada
3. Upravljanje otpadom u poljoprivredi – Istraživanje u području Nacionalnog parka Una i primjena dobre prakse
4. <https://drvotehnika.info/clanci/briketiranje>
5. Valerija Pokos Nemeč – Kompostiranje i biljna gnojiva, Glasnik Zaštite Bilja, Vol. 34 No. 5, 2011., str. 22-30
6. <https://tehn-dom.hr/energija-biomase/>
7. Green Partnerships, Local Partnerships for Greener Cities and Regions - Biomasa

Spiro spojevi i njihova svojstva

Karla Ribičić (FKIT)

Godine 1900. Baeyer je sintetizirao prvi spiro spoj opisan kao biciklički ugljikovodik povezan samo jednim ugljikom. Spiro spoj je organski spoj u kojem su dva biciklička prstena vezana jednim atomom. U prirodi, strukture prstenova mogu biti u osnovi iste ili različite, a atom koji povezuje dva prstena naziva se spiroatom ili spiralni atom.

Najčešći spiralni atom je kvaterni ugljik, a može također biti silicij, fosfor ili arsen. Imenuju se stavljanjem oznake *spiro-*, *dispiro-*, ...*polispiro-* ispred imena acikličkog sustava koji ima isti broj ugljikovih atoma. Broj atoma ugljika u pojedinom prstenu piše se u uglatim zagradaama. Kod jednostavnih spojeva prvo se navede broj atoma u malom prstenu, zatim u velikom i odvoje se točkom (slika 1). Zbog tetraedarske prirode spiro ugljika, ravnine prstena su skoro okomite jedna na drugu. Prikladno supstituirani spiro spojevi su kiralni i mogu se razlučiti u optičke izomere.^{1,2,3}

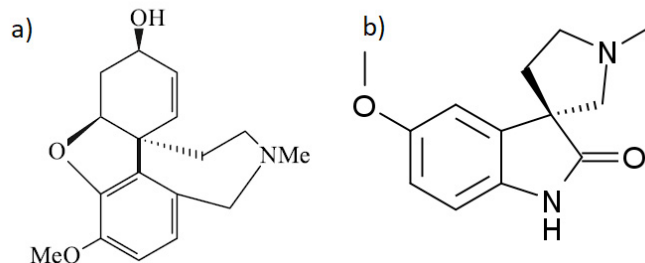


Slika 1 – Prikaz jednostavnog spiro spoja spiro[4.5]dekana

Spiro spojevi koji imaju cikličke strukture spojene na središnjem ugljiku nedavno su postali zanimljivi zbog njihovih konformacijskih značajki i njihovih strukturalnih implikacija na biološke sustave. Asimetrična karakteristika molekule zbog kiralnog spiro ugljika jedan je od važnih kriterija bioloških aktivnosti. Prisutnost sterički ograničene strukture u različitim prirodnim spojevima također doprinosi interesu za istraživanje spiro

spojeva. Upravo zbog velike rasprostranjenosti u prirodi i izražene biološke aktivnosti, spiro spojevi predstavljaju važnu skupinu molekula.

Spiro funkcionalnost dugo je poznata u fitokemikalijama poput alkaloida, laktona ili terpenoida. Osim toga, ovi spojevi čine spirokelatne podjedinice mnogih prirodno prisutnih tvari biološkog interesa kao što su feromoni insekata, antifeedanti i polieterski antibiotici koji su izolirani iz okrunjene tratinčice. U prirodne spojeve spadaju i derivati spiro-oksindola koji nalaze vrlo široku biološku primjenu kao antimikrobna, antitumorska i antibiotska sredstva, te inhibitori humanog NK-1 receptora. Jedan od spiro-oksindolnih derivata je alkaloid Horsfilin izoliran iz drveta *Horsfieldia superba* (slika 2a). Drugi alkaloid zvan galantamin sadrži osnovni spirotriklični fragment, a izoliran je iz visibabe. On spada među neke od najčešće korištenih i najučinkovitijih eksperimentalnih lijekova u liječenju Alzheimerove bolesti zbog njegovih snažne



Slika 2 – a) biljka visibaba (*Galanthus woronowii*) i lijek galantamin; b) biljka *Horsfieldia superba* i analgetik horsfilin

acetilkolinsterazne aktivnosti (slika 2b).³

Osim što su biološki aktivni, spiro spojevi pokazuju i fotokromatska svojstva zbog svoje uravnotežene cikličke i acikličke strukture. Fotokromizam utječe na optičke memorijske sustave uključujući molekularnu memoriju. Takvi sustavi temelje se na kombinaciji dvaju tipova reverzibilnih procesa, odnosno fotokemijske *cis/trans* izomerizacije i elektrokemijske oksidacije i redukcije, pri čemu je jedan oblik obojen, a drugi ne. To nudi mogućnost očitavanja i zapisivanja informacija u optičkim ili električnim putem.

Najznačajniji i najčešće proučavani fotokromni spojevi su spiropirani zbog intenzivne apsorpcije

vidljivog svijetla kada se nalaze u obojenom obliku. To je od velike važnosti za praktičnu primjenu spiropirana u zaslonima i memorijskim sustavima. Spiro spojevi pokazuju fotokromizam kada su ozračeni fotonima. Ove karakteristike su iskorištene za proučavanje tekućih kristala, stoga su spojevi koji pokazuju ta svojstva nazvani kvazi-tekućim kristalima. Superohlađeni filmovi ovih spojeva formiraju plave merocijaninske molekule obasjavanjem UV zračenjem, koji se spontano vraćaju u neobojeni spiro-oksazinski oblik u mraku.³

Bailey i suradnici 1972. godine razvili su niz spiro spojeva i utvrdili da su ovi spojevi polimerizirani, što im daje još jedno bitno svojstvo. Neizbježan problem polimerizacije je smanjenje volumena polimera uzrokovano van der Waalsovom silama između molekula monomera u tekućem stanju ili neusklađenih dugolančanih molekula. Poznato je da skupljanje ponekad može biti fatalno za polimer, kao što je uzrokovanje ubrzanog starenja polimera, deformacija i smanjena ukupna učinkovitost.

Problem je upravo riješen otkrićem polimeriziranih spiro spojeva sačinjenih od proširenih monomernih jedinica, što znači da ne dolazi do smanjenja volumena, nego ekspanzije. Otkriće proširenih monomera privuklo je zanimanje mnogih znanstvenika i provedeno je mnogo istraživanja. Prošireni monomeri postali su vrlo aktivni polimerni materijali. Strukturirani spojevi kao što su spiro ortoester i spiro ortokarbonat korišteni su za pripremu kompozita visoke čvrstoće, veziva visokih performansi, biorazgradivih polimernih materijala i medicinskih polimernih materijala.²

Literatura

1. Hellwich, K.-H., Erweiterung und Revision der Nomenklatur der Spiroverbindungen, *Angewandte Chemie*, 114 (2002) 4073–4089
2. <https://hr.apicmo.com/introduction-to-spiro-compounds/#> (pristup 24. lipnja 2019.)
3. Pradhan, R., Patra, M., Behera, A. K., Mishra, B. K., Behera, R. K., A synthon approach to spiro compounds, *Tetrahedron*, 62 (2006) 779–828



Reaktor broj 4 – RBMK-1000

Leo Bolješić (FKIT)

Ekološke katastrofe oduvijek su zauzimale posebno mjesto među interesima svjetske javnosti, a ona koja se dogodila 1986. na bjelorusko-ukrajinskoj granici, tada sjeveru Sovjetske Ukrajine ostavila je neizbrisiv trag koji se vuče i do današnjeg dana. To je nuklearna katastrofa koja je početke imala u černobilskoj nuklearnoj elektrani.

Godine 1986. grafitom moderirani, 3140-megavatni nuklearni reaktor broj 4 RBMK-1000, koji je tada već oko 3 godine bio u pogonu unutar nuklearne elektrane, doživio je katastrofalan kraj. Reaktor je sadržavao 172 550 kilograma uranija obogaćenog do 2,1 % ²³⁵-U. Iznimno jak strujni udar reaktor je doživio tokom eksperimenta u travnju 1986. Nad reaktorom je izgubljena kontrola i došlo je do neadekvatnog toka rashladne vode. Zbog nastanka plinovitog vodika u ranim jutarnjim satima došlo je do serija eksplozija. Te serije eksplozija probile su izolaciju i raspršile radioaktivne čestice u okolinu elektrane. Topljenje jezgre nuklearnog reaktora, eksplozija i desetodnevni grafitni požar u najkraćim crtama opisuje ovu katastrofu, koja je ujedno i najveća nuklearna katastrofa u povijesti.

Inicijalna eksplozija vodika uništila je spremnik goriva i emitirala oko 6000 kilograma čestica nuklearnog goriva i grafita na put intenzivne radijacije. Elementi goriva zaostali u otopljenju jezgri resuspendirali su se u atmosferu. Nakon prvog dana, nagomilavanje topline u okolini izloženoj reaktorskoj jezgri bila je dovoljna

da aerosole i oksidirane hlapljive elemente kao što su ¹³⁴-i ¹³⁷-Cs, ¹³¹-I i ¹³⁵-Xe potakne na kretanju visoko u atmosferu. Ovi hlapljivi nuklidi bili su raspršeni preko vrlo široke geografske površine, primarno utječući na Bjelorusiju, Ukrajinu, Rusiju i Skandinaviju.



Slika 1 – RBMK-100 reaktor broj 4 u Černobilu

Ukupna radioaktivnost oslobođena nesrećom bila je između $3,7$ i $5,5 \cdot 10^{18}$ Becquerela (Bq). Od same eksplozije umrla je 31 osoba, a 64 osobe imale su dijagnosticiran sindrom akutne radijacije. Toliko intenzivnom učinku ove nesreće pripomogla je i činjenica da nije postojala sekundarna izolacija u RBMK-1000 reaktorskom objektu. Gorivne šipke koje su bile pri kraju njihovog gorivnog ciklusa tokom tri godine akumulirale su gotovo 100 različitih radionuklida kao posljedica nuklearne fisije i neutronske aktivacije. Kontakt s okolišem razlog je zbog

kojeg je ova nesreća doživjela toliko širenje, za razliku od npr. Fukushima, gdje je primarna i sekundarna izolacija spriječila širenje opasnih čestica.

Istraživanje provedeno s ciljem provjere uvjeta jezgre reaktora provedeno bušenjem rupa dalo je iznenađujuće rezultate. Naime, u reaktoru jesu nedostajale grafitne naslage i gorivo, ali su betonske strukture ostale čitave u donjim područjima reaktorskog objekta. Iznenađujuća činjenica bila je upravo ta da se tamo nije osjetio učinak iznimno visokih temperatura. Nakon podizanja reaktorske snage na 10000 %, započelo je ispravljanje dijela goriva i uništavanje cirkonskih visokotlačnih cijevi. Neki izvori navode da se jugozapadni sektor ponašao kao „neoptimizirani raketni motor“ koji je oštetio potporne strukture i uvjetovao prisutstvo tzv. lava masa, koje su sadržavale oko 10 % uranija iz reaktora. Visoki tlak pare i plina unutar grafitnih naslaga uništili su čelični oklop reaktora, koji je dizajniran da podnese razbijanje samo jedne cirkonske visokotlačne cijevi. Uslijed tlačnog sudara, grafitne naslage su zajedno s ostatkom goriva izletile iz podzemnog betonskog spremnika. Uslijed tog izletavanja jezgra je izgubila svu vodu, te su se stvorili spori neutroni. Odvojeni od brzih neutrona pri snazi od gotovo 47000 % izazvali su isparavanje svog goriva i grafita iz reaktora, te nakon toga ništa esencijalno nije ostalo za gorenje. Zatim su odlomljeni komadi betona iz razdjelnika pali u spremnik, praćeni metalnom strukturom koja je pala na rub spremnika.

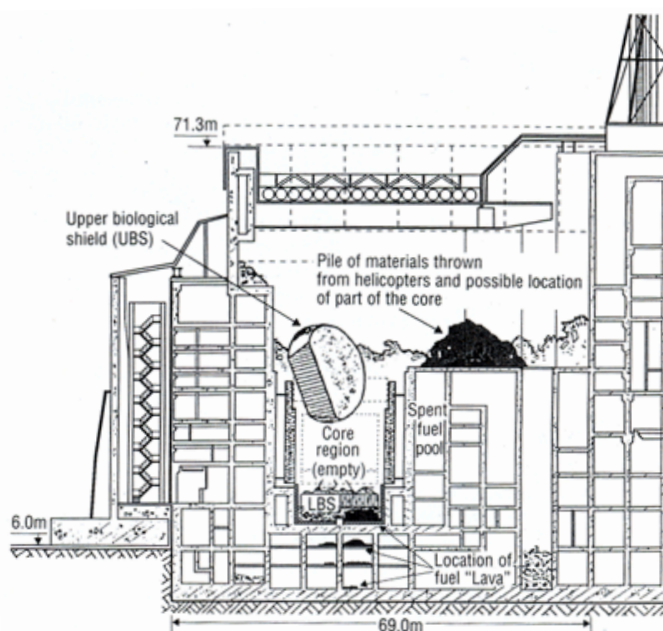


Slika 2 – Lava koja je curila na dno spremnika (sadrži 10 % radioaktivnog uranija)

Jedan od mogućih objašnjenja bio je da je sustav razvijen za reaktore tipa VVER-440 koji ima zatvorene pumpe s malom vrijednošću pražnjenja. To je bio razlog opasnosti od pregrijavanja elemenata goriva uslijed potpunog neutraliziranja glavne cirkulacijske pumpe (MCP). Upitno je smije li se uopće takav sustav primijeniti na reaktore tipa RBMK-1000, upravo jer takvi reaktori rade na prirodnoj konvekciji i snazi do 40 %. Međutim, to nije bio uzrok ove katastrofe, iako je to mogao biti da je samo nekoliko stvari pošlo krivim putem.

Činjenica jest da je više stvari kod černobilskog reaktora moglo krenuti krivo te su to dokazala i brojna

istraživanja. Međutim, kemizam nuklearnih reakcija je ono što je najviše pošlo u krivom smjeru i izazvalo toliko širenje onečišćenja. Nestabilnost neutronskog fluksa u velikim reaktorima postignuta je činjenicom da se dogodila voluminozna eksplozija mješavine zraka, vodika i ugljikova monoksida. Raspad ksenona, kojim je reaktor „otrovan“ u prethodnom eksperimentu, i joda rezultiralo je u fisijijskoj lančanoj reakciji, čija je toplina iskorištena za redukciju uranijevog oksida i oksida plutonija te ostalih produkata fisije. Doseg snage reaktora u propadanju bio je 80 MW te je rastao do 110 MW, što je u konačnici dovelo do jakih radioaktivnih efekata i dan nakon eksplozije. U posljednjoj fazi reaktor je radio kao neoptimizirana visoka peć, reducirajući okside uranija, plutonija i produkata fisije do metala. Metalni uranij bio je prisutan na dnu vodoopskrbnog spremnika reaktora, dok je plutonij sublimirao te onečistio zonu od oko 30 km od izvora onečišćenja. Tokom razvijanja nesreće svi produkti s vrelištem nižim od 2000 °C napustili su reaktor, dok su preostali produkti zaostali u reaktoru i nisu predstavljali opasnost.



Slika 3 – Skica nesreće

Što se tiče ove katastrofe, mnogo se stvari moglo odvititi drugačije te je širenje radijacije moglo biti smanjeno ili čak anulirano da su nadležne vlasti tadašnjeg Sovjetskog saveza pravodobno reagirale. Međutim, to se nije dogodilo i dugo vremena sama nesreća držana je u tajnosti.

Nuklearni reaktori kao izvor energije iznimno su dobri, s vrlo malo otpada i velikom količinom generirane energije te su uz kvalitetno i automatizirano održavanje jedan od najboljih i najviše ekološki prihvatljivijih izvora energije.

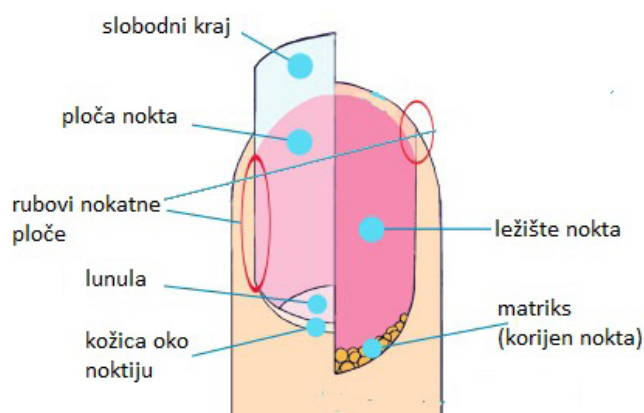
Literatura

1. Chesser, R. K., & Rodgers, B. E. (2014). Chernobyl. Encyclopedia of Toxicology, 822–829
2. E.I. Grishanin, Physics of Atomic Nuclei, 2010, Vol. 73, No. 14, pp. 2296–2300

Kako pH noktiju utječe na dugotrajnost laka

Karla Ribičić (FKIT)

Jedinica za nokte sastoji se od nokatne ploče (koja se obično naziva nokat), ležišta nokta, matriksa, kožice oko noktiju i rubova nokatne ploče. Matriks stvara ploču noktiju koja prekriva ležište, a uokvirena je kožicom i rubovima ploče (slika 1). Ploča nokta sastoji se od tri različita paralelna sloja: tankog tvrdog dorzalnog, srednjeg i trbušnog. Izgrađena je od 80 do 90 slojeva mrtvih, keratiniziranih stanica okruženih međustaničnim „cementom“ od proteina i polisaharida. Glavni sastojak ploče je keratin, zatim voda s udjelom od 5 % do 30 % te manje od 5 % lipida poput kolesterola sulfata, ceramida, slobodnih sterola, slobodnih masnih kiselina, triglicerida, sterola i estera voska i skvalena. Također sadrži anorganske elemente kao što su kalcij, magnezij, natrij, kalij, željezo, bakar, cink, aluminij i klor. Vrijednost pH je definirana kao negativni logaritam aktiviteta slobodnih vodikovih iona u otopini. Iako se ta definicija ne može direktno primijeniti na okolinu koja okružuje ploču nokta, pH je uspješno izmjeren pomoću hidratizirane planarne staklene elektrode. Dobivena vrijednost pH ploče nokta iznosila je oko 5, s time da nokti na nožnim prstima pokazuju značajno veću vrijednost. Nakon pranja ruku, povećava se od $5,1 \pm 0,4$ do $5,3 \pm 0,5$.¹

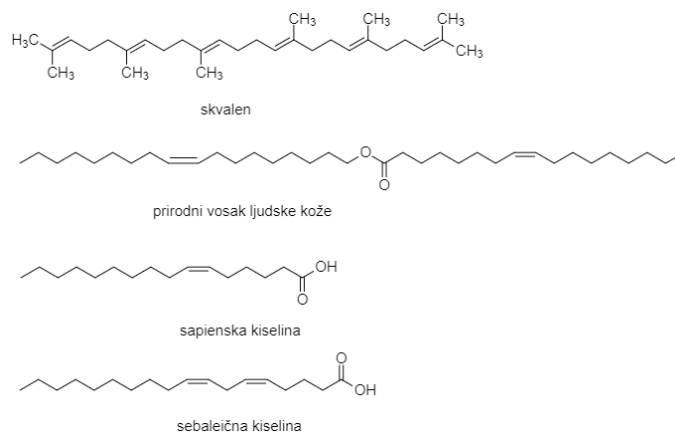


Slika 1 – Osnovni dijelovi nokta

Razlog zašto nokti moraju biti blago kiseli je sprečavanje nastajanja masnoća na njihovoj površini. Ako se pH malo pomakne u područje viših, alkalnih vrijednosti, ležišta noktiju počet će stvarati više ulja. Upravo taj višak stvorenog ulja potiče odljepljivanje nanesenog laka za nokte. Lakovi za nokte ne mogu se u potpunosti primiti za nokte ako na površini ima previše ulja.²

Pomak pH prema bazičnim vrijednostima može dovesti do hidrolize nekolicine organskih tvari kao što su esteri i amidi koji čine ključne biomolekule unutar stanica, pa tako i kože koja okružuje nokte. Ta pojava se događa kod prečestog pranja ruku sapunom koji je po kemijskom sastavu natrijeva sol jedne više masne kiseline, a pH iznosi 8 – 10. Vrijednost pH vode je neutralna, što znači da je koncentracija hidroksilnih

i oksonijevih iona jednaka. Više masne kiseline su slabe kiseline, pa će njihovi anioni iz sapuna reagirati s malom količinom slobodnih oksonijevih iona iz vode, a preostat će hidroksidni ioni. Oni napadaju esterske veze triglicerida, a kao produkti hidrolize oslobađaju se dva lanca masnih kiselina iz molekule glicerola. Kako bi tijelo nadoknadilo uništene trigliceride, pojačano je njihovo lučenje i zbog toga ruke postaju premasne.

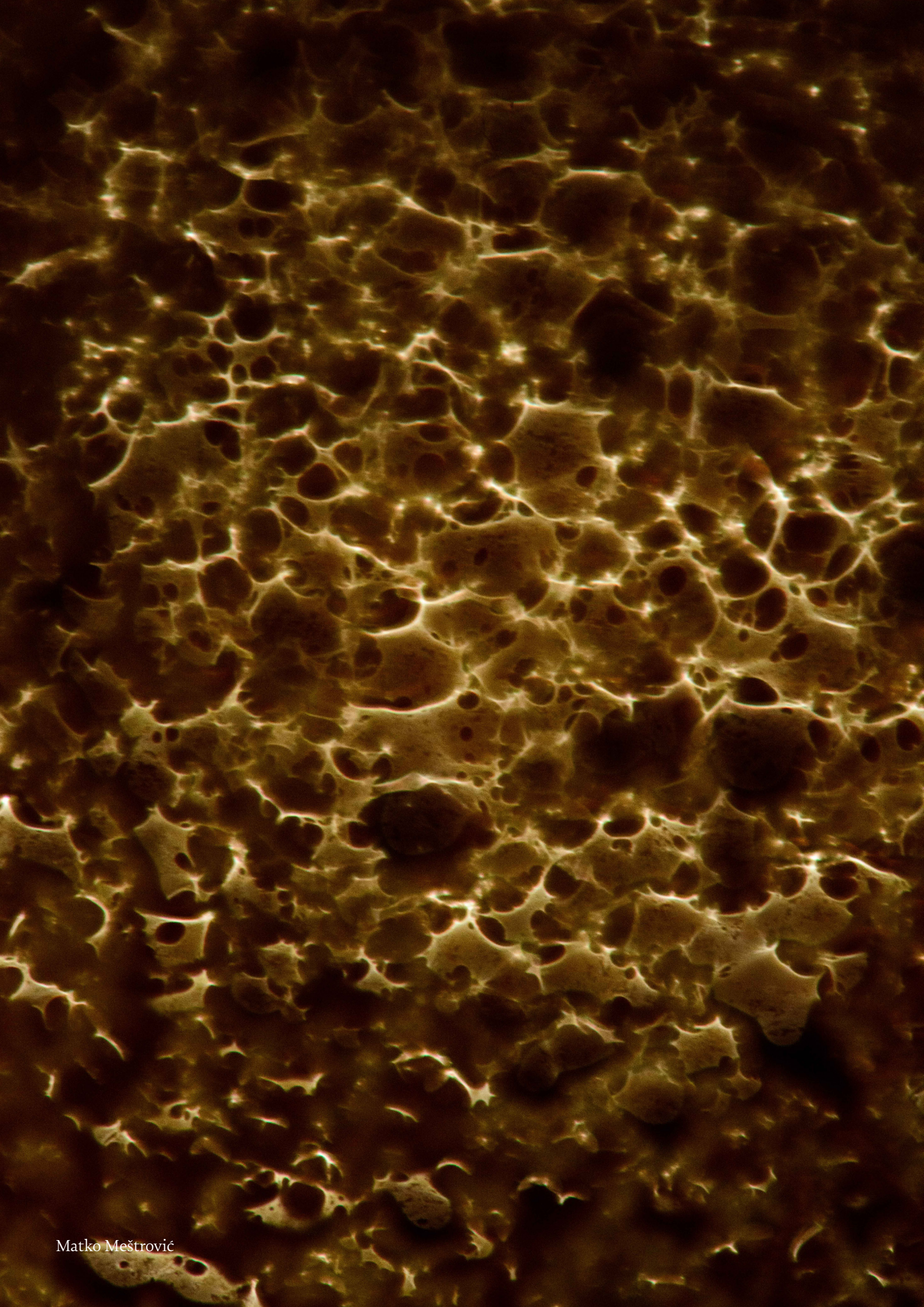


Slika 2 – Molekule lojnih lipida koje čine sebum

Povećanje bazičnosti utječe na površinske lipide jer prvi dolaze u kontakt s bazičnim okruženjem. Dvije su glavne skupine lipida na površini epiderma: lipidi u lojnicama i epidermalni lipidi. Lipidi u lojnicama produkti su holokrinske sekrecije iz lojnih žlijezda, blisko povezani s folikulima dlaka. Oni se izlučuju na površini kože i primarno su nepolarni lipidi poput triglicerida, estera voska i skvalena (slika 2), a zajedno čine sebum. Suprotno tome, epidermalni lipidi pune praznine između stanica i sastoje se od mješavine ceramida, slobodnih masnih kiselina i kolesterola. Budući da su lojni lipidi u više od 70 % primjera po kemijskom sastavu esteri triglicerida i esteri voska, hidroliza ometa ovu prvu liniju mehaničke barijere. Kako se lojnice uništavaju, okolina postaje polarnija te u krajnjem slučaju može doći do prodiranja hidroksidnih iona među epidermalne lipide.³ Kako bi se podesio pH noktiju, može se koristiti otopina koja vraća pH u početnu ravnotežu. Ovaj postupak postao je trend u svijetu njege kože jer pomaže u rješavanju nekoliko problema poput crvenila kože i akni. Može se utvrditi je li pH noktiju izvan ravnoteže ako dolazi do pucanja i odljepljivanja laka na noktima bez obzira na provedene aktivnosti. Druga bitna pojava koja upućuje na povišeni pH je pretjeran sjaj noktiju kada na njima nema laka. Važno je napomenuti da neuravnotežen pH nije znak zdravstvenog problema s noktima, nego je samo manji problem koji može biti estetski nezgodan. Otopina za vraćanje pH u ravnotežu i dehidrator isušuju višak ulja na noktima, tako da lak može bez problema prionuti uz nokat. On se jednostavno nanosi prije nego što se stavi temeljni sloj i pusti da se potpuno osuši, a zatim nastavi s daljnjom manikurom.²

Literatura

1. Murdan, S., An Assessment of the Human Nail Plate pH, Skin pharmacology and physiology, 24 (2011) 175-81
2. <https://www.thetalko.com/ph-balancing-nail-treatments-for-lasting-manicure/> (pristup 19. lipnja 2019.)
3. Greenwood, J. E., Tan, J. L., Ming, J. C. T., Abell, A. D., Alkalis and Skin, Journal of Burn Care & Research, 27 (2016) 135-141





BOJE INŽENJERSTVA

Pomalo o baterijama

Aleksandra Brenko

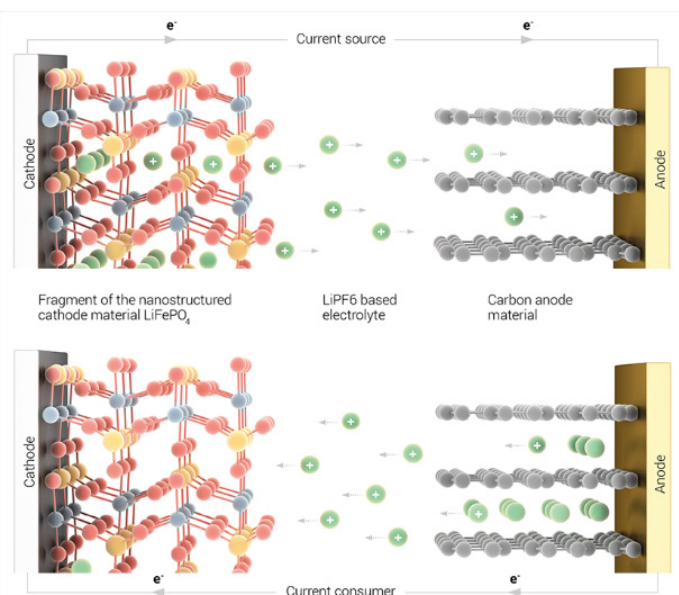


Sigurno, efikasno i jeftino skladištenje električne energije ključni je problem koji treba riješiti prije nego što se možemo u potpunosti osloniti na, inače nestabilne i nepredvidljive, obnovljive izvore energije. Kako pohraniti višak energije prikupljen solarnim panelima tijekom dana ili vjetroelektranama tijekom nevremena i kako razviti električne automobile sposobne za duga putovanja na jednom punjenju. Odgovor su baterije.

Prve sekundarne ili punjive (rechargeable) baterije pojavile su se u 19. stoljeću u obliku olovnih akumulatora. Baterija je punjiva ako je kemijska reakcija koja uzrokuje pokretanje elektrona (struju) reverzibilna. U upotrebi danas su najčešće litijske baterije, odnosno baterije koje koriste litij za ionsku izmjenu. Dok elektroni putuju u jednom smjeru, pozitivni ioni litija putuju u drugom, čime se omogućuje stalna razlika potencijala (napon) baterije. Litij je savršen metal za takvu izmjenu zbog svoje male težine (atomski broj 3) i jake

elektropozitivnosti (tendencije da otpusti elektron). Prve na tržištu su se pojavile baterije ionskog metala koje su se sastojale od potpuno litijske katode i koje su imale znatno veći kapacitet pohrane energije (*storage capacity*) od današnjih baterija. Problem su predstavljali dendriti, odnosno izbočine litijevih iona koje bi se stvarale prilikom prijelaza litijevih iona natrag u strukturu katode. Kada bi se se dendriti dovoljno proširili, došli bi u doticaj s anodom i čime bi se zatvorio strujni krug i došlo bi do kratkog spoja. Naglo zagrijavanje uslijed povećanja brzine reakcije u kombinaciji s hlapljivim i zapaljivim elektrolitom ima burne i često katastrofalne posljedice.

Zato su se litijske metalne katode zamijenile takozvanim litij-ionskim katodama u kojima je katoda sačinjena od nereaktivne rešetke koja omogućava izlazak i ulazak litijevih iona. Baterije koje se danas koriste u električnim vozilima, industriji koja najviše ulaže u to područje istraživanja, empirijske su formule $\text{LiNi}_{0,33}\text{Mn}_{0,33}\text{Co}_{0,33}\text{O}_2$.

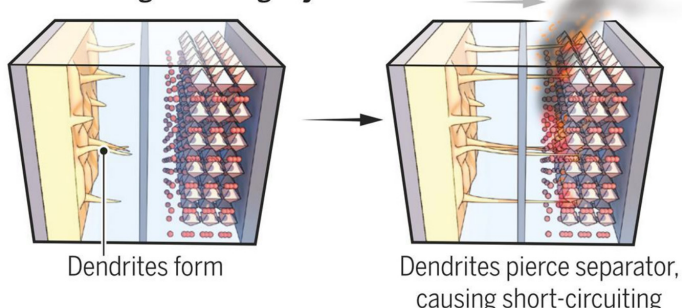


Slika 1 – Princip rada litijske baterije – punjenje (gore); pražnjenje (dolje)

Nikal omogućava veći kapacitet, ali komplicira proces proizvodnje. Kobaltov oksid koristi se još od početka 70-ih godina i ključan je u postizanju zadovoljavajuće brzine reakcije, ali miniranje kobalta donosi sa sobom čitav niz okolišnih i zdravstvenih problema kao i povećanje cijene same baterije. Mangan pruža stabilnu strukturu katode, ali se zato povećanjem udjela mangana žrtvuje kapacitet baterije. Kapacitet takve baterije daleko je manji u usporedbi s baterijama s punim litijevim katodama, a i dalje predstavlja opasnost zbog reaktivnog tekućeg elektrolita.

Taj problem pokušali su riješiti znanstvenici sa Sheffieldskog sveučilišta ugradnjom polimera, polietilen-oksida (PEO), koji bi bio sposoban prenositi pozitivne ione pomoću ugrađenih kalijevih i natrijevih soli, ali je sam po sebi inertan. Čvrsti polimer također onemogućava stvaranje dendrita, što znači da je moguć povratak na katodu punog litijskog metala bez mogućnosti spontanog

Normal charge-discharge cycles



Slika 2 – Nastajanje dendrita

kratkog spoja. Dakle, kapacitet i sigurnost baterije su u tom slučaju poboljšani. Ta tehnologija pokazala se izazovnom pri izvedbi zbog toga što kombinira kemiju polimera (organskih tvari) i anorgansku kemiju čvrstog stanja te je teško predvidjeti koja će konkretno struktura nastati pri određenim uvjetima. Nadalje, optimum rada tog tipa baterija je između 40 i 80 stupnjeva Celzijusa, što ih čini neprimjenjivima za industriju prijenosne elektronike, ali se ta temperatura vrlo lako može postići unutar električnih automobila.

Postoje i opcije za akumuliranje energije u obliku potencijalne ili rotacijske energije. Određene tvrtke bave se proizvodnjom masivnih rotirajućih metalnih diskova koji čuvaju energiju u obliku kružnog momenta. Diskovi se rotiraju pod vakuumom, u uvjetima minimalnog trenja i dodatno su olakšani magnetom koju djeluje kako bi minimizirao gubitak energije uzrokovan silom gravitacije. Jedan takav disk može se kretati brzinom do 50 000 okretaja po minuti i sačuvati rotacijski moment i do 24 sata.

U Kaliforniji se nalazi hidroakumulacijski sustav povezan s električnom mrežom koji koristi višak električne energije koji se ne potroši tijekom noći kako bi dizao vodu iz doline u umjetno jezero na njezinom vrhu. Kasnije se, kada se za to ukaže potreba, energija može ponovo pretvoriti u električnu slobodnim padom mlaza vode na rotirajuće turbine na dnu.

Naravno, takvi sustavi nisu primjenjivi na naše drage *gadgets* ali pružaju jednu perspektivu koja otvara horizonte što se tiče budućnosti energetike. Danas je potreba za masovnom proizvodnjom baterija urodila gigatvornicama moćnih tvrtki poput Tesle i Panasonic koja mogu izbacivati čak 3,5 milijardi baterija godišnje. Iako je proizvodnja maksimalno automatizirana i centralizirana, neće ni približno udovoljavati potrebama tržišta ako se ozbiljno razmišljamo baciti na alternative. Zanimljiva je činjenica da se u vrijeme pojave prvih automobila odvijala bitka za tržište između električnih i vozila s motorom na unutarnje izgaranje. Motori na unutarnje izgaranje prevladali su konkurenciju iz jednostavnog razloga što je u ruralnim područjima nafta bila dostupnija, a time i jeftinija, od električne energije. Da su tadašnji najbolji inženjeri radili na električnim baterijama, uštedjeli bismo si mnogo problema.

Izvori

1. www.batteryuniversity.com
2. www.sciencedirect.com/topics/chemistry/polymer-electrolyte
3. https://authors.library.caltech.edu/5456/1/hrst.mit.edu/hrs/materials/public/Polymer_electrolytes.htm







STAND-UP KEMIČAR

| Vicevi

pripremio Leo Bolješić

Možda izgleda kao da ništa ne radim, ali vjerujte, na staničnoj razini vrlo sam zauzet!

U čemu je problem kada su biologija i fizika u vezi?
-Nema kemije

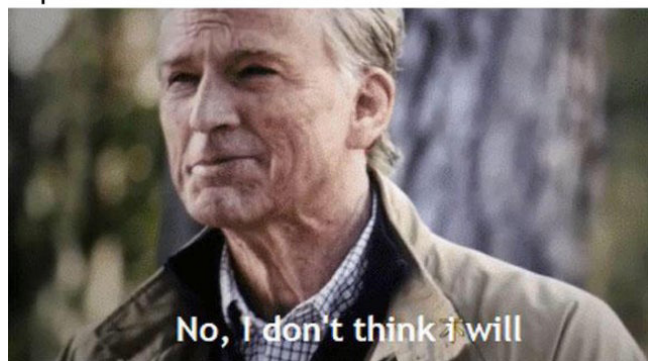
Što se dogodi kada se udruže Silver Surfer i Iron man?
-Postanu instant legure

Jesi li čuo za mikrobiologa koji je proputovao 20 zemalja i priča 6 jezika?
- Da, to je čovjek od kultura



drops a little bit of strong acid in a buffer solution hoping for the pH to change

pH of the buffer solution :



SCHRÖDINGER'S COOKIES



THEY EXIST AS BOTH COOKIES
AND SEWING SUPPLIES, UNTIL
YOU OPEN THE CAN

EATLIVER.COM



Scientist: So you are exactly there and go exactly in this direction. Right?

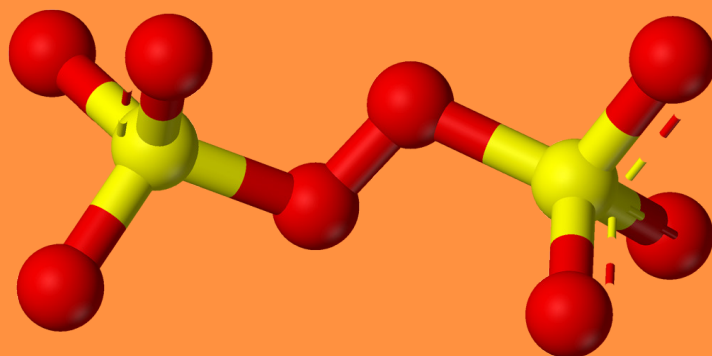
Quantum:



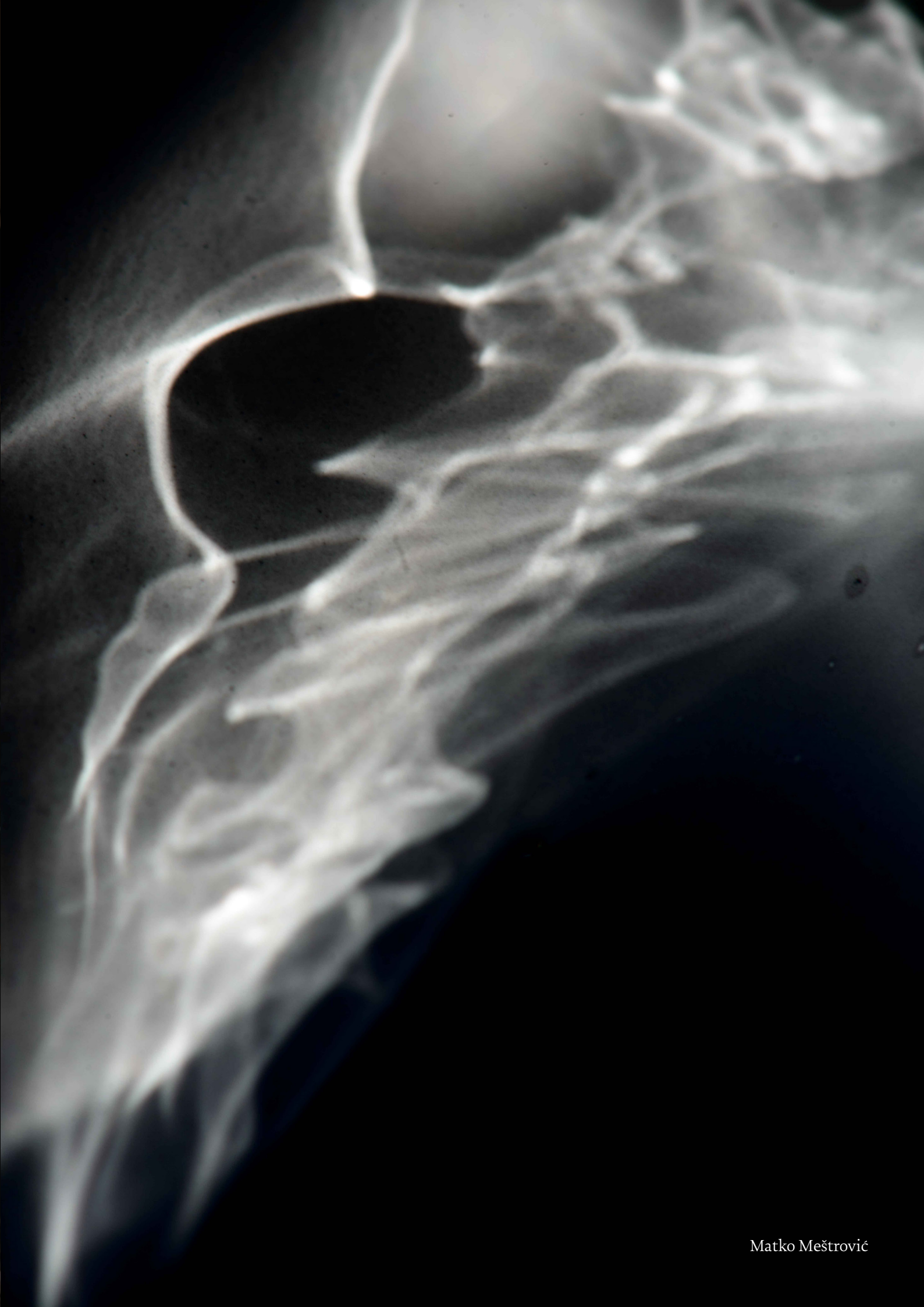
Nagradni zadatak

Za osvajanje nagrade potrebno je točno odgovoriti na sva zadana pitanja.
Svoje odgovore pošaljite na e-mail adresu: mislav.matic00@gmail.com.

Imenuj navedeni ion:









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



SADRŽAJ
vol. 3, br. 8

KEMIJSKA POSLA

Razgovor s Irenom Milardović	1
Razina CO ₂ dostigla vrhunac.....	2
Razgovor s Matkom Meštovićem	4

ZNANSTVENIK

Emisija SO _x u atmosferu i utjecaj na okoliš	9
Što učiniti s otpadom iz poljoprivredne proizvodnje?	11
Spiro spojevi i njihova svojstva	13
Reaktor broj 4 – RBMK-1000	14
Kako pH noktiju utječe na dugotrajnost laka	16

BOJE INŽENJERSTVA

Pomalo o baterijama.....	18
--------------------------	----

STAND-UP KEMIČAR

Vicevi.....	22
Nagradni zadatak.....	24

