

**Hrvatsko fizikalno društvo  
Sekcija za primijenjenu i industrijsku fiziku**



**KNJIGA SAŽETAKA**

**III radionica Sekcije za  
primijenjenu i industrijsku fiziku  
Hrvatskog fizikalnog društva**



Urednici: Davro Gracin, Krunoslav Juraić

Institut za fiziku  
Zagreb, 30 listopada 2012.

Izdavač: Institut Ruđer Bošković  
ISBN: 978-953-6690-96-1

## **Oranizacijski odbor**

- Ivica Aviani, IFS
- Zlatko Vučić, IFS
- Božidar Etlinger, IRB
- Krunoslav Juračić, IRB
- Daniel Meljanac, IRB

## **Programski odbor**

- Igor Đerđ, IRB
- Andreja Gajović, IRB
- Davor Gracin, IRB
- Milko Jakšić, IRB
- Slobodan Milošević, IFS

## Uvodna riječ

Svrha radionice je doprinos afirmaciji fizike u primjeni, a očekuje se sudjelovanje kolega iz znanstvene, nastavne djelatnosti, predstavnika industrije i drugih organizacija u kojima rade fizičari ili su im poslovi tematski povezani sa fizikom. Poseban naglasak ovogodišnje radionice je fizika u domeni brige o zdravlju, zaštiti okoliša i korištenju obnovljivih izvora energije. Okrugli stol je posvećen mogućnosti apliciranja na EU fondove.

Organizator radionice je sekcija za primijenjenu i industrijsku fiziku Hrvatskog fizikalnog društva, PIF-HFD-a, kojoj je osnovna zadaća poticanje suradnje znanstvenika sa instituta sa industrijom, popularizacija primijenjene fizike. PIF nastoji inicirati bolje vrednovanje primijenjenih istraživanja u znanstvenim institutima i sveučilištu, pokušava osigurati više prostora aplikativnom radu fizičara akademskih i neakademskih sredina u medijima.

Dr. Davor Gracin, voditelj PIF-HFD-a

## Program skupa

30. listopada 2012, dvorana Mladen Paić, Institut za fiziku, Bijenička c. 46, Zagreb

<b>09:00 – 09:05</b>		<b>Uvodna riječ</b>
Moderator: Andreja Gajović		
09:05	Bogomil Obelić	Ugljikovi izotopi u prirodi i primjena $^{14}\text{C}$ datiranja
09:30	Dinko Babić	Spektrometrijske i brojačke metode u radioekologiji i zaštiti od zračenja
09:55	Ivica Prlić	Zaštita od zračenja u sklopu mješovitih onečišćenja; fizikalne osnove (pr)ocjene rizika
10:20	Krešimir Šega	Lebdeće čestice u okolišu
<b>10:45 – 11:00</b>		<b>Stanka za kavu</b>
Moderator: Krešimir Šega		
11:00	Hrvoje Hršak	Gamma Knife stereotaktička radiokirurgija mozga
11:25	Maja Dutour Sikirić	Istraživanje taloženja kalcijevih fosfata u prisutnosti titanatnih nanocjevčica za potencijalnu primjenu u regeneraciji koštanog tkiva
11:50	Zrinka Tarle	Prosudba novih bioaktivnih materijala i postupaka u restaurativnoj dentalnoj medicini
12:15	Ivica Prilić	Izloženost rendgenskom zračenju za vrijeme integriranih carinskih pregleda vozila i tereta; uporaba novih medicinskih slikovnih tehnologija pri provedbi sigurnosnih postupaka
<b>12:40 – 13:40</b>		<b>Ručak</b>
Moderator: Bogomil Obelić		
13:40	Martina Skenderović Božićević	Ramanova spektroskopija krivotvorenih novčanica
14:05	Jasmina Obhodaš	Analiza ugljika u tlu upotrebom neutronske aktivacije a pridruženom alfa česticom
14:30	Stevče. Arsoski	SOELA - Solarni električni automobil
14:55	Antonije Dulčić	Bezkontaktni luminiscentni termometar
<b>15:20 – 15:35</b>		<b>Stanka za kavu</b>
Moderator: Božidar Etlinger		
15:35	Mladen Prester	AC susceptibilnost magnetskih nanočestica: relaksacije, razvoj mjernih uređaja i primjene u biomedicini
16:00	Davor Gracin	Solarne fotonaponske ćelije u energetici
16:25	Slobodan Milošević	Bioplazma
<b>16:45 – 17:30</b>		<b>Okrugli stol</b>
16:45	Vanja Komljenović Lončar	Mogućnosti apliciranja za EU fondove

# Sažeci izlaganja

## Ugljikovi izotopi u prirodi i primjena $^{14}\text{C}$ datiranja

Bogomil Obelić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut Ruđer Bošković, Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska*

Ugljik je četvrti element po svojoj rasprostranjenosti u svemiru. Iako ga na Zemlji ima samo 0,32%, broj poznatih spojeva ugljika je preko 10 puta veći od poznatih spojeva svih ostalih elemenata. Svi metabolički procesi, uključujući životni procesi disanja i fotosinteze, bazirani su na ugljikovim spojevima, pa je njegov spektar primjene vrlo širok. U prirodi postoje dva stabilna izotopa ugljika,  $^{12}\text{C}$  i  $^{13}\text{C}$ , od koji je prvi najzastupljeniji, te  $^{14}\text{C}$  koji je nestabilan (radioaktivan), i svi oni su sastavni dijelovi geokemijskog i biološkog ciklusa ugljika. Prirodne varijacije dva stabilna izotopa koriste se kod proučavanja prehrambenog lanca u biosferi i kruženja ugljika u ekosustavima. Izotop  $^{14}\text{C}$  je kozmogeni izotop koji je, zbog istovremenog stvaranja u višim slojevima atmosfere i radioaktivnog raspada, približno jednoliko raspodijeljen u atmosferi i biosferi. Nakon prestanka nadoknađivanja ovog izotopa (smrt organizma), njegova koncentracija se počinje smanjivati prema zakonu radioaktivnog raspada, što omogućuje njegovu najširu i najpoznatiju primjenu -- određivanje starosti organskog materijala. Prirodna ravnotežna specifična aktivnost  $^{14}\text{C}$  narušena je tijekom posljednjih 150 godina različitim ljudskim aktivnostima (uporaba fosilnih goriva, atmosferski nuklearni pokusi, nuklearna postrojenja), što je omogućilo i primjenu  $^{14}\text{C}$  u istraživanju okoliša i prirodnog ciklusa ugljika. Suradnici Laboratorija za mjerenje niskih radioaktivnosti Instituta "Ruđer Bošković" se već desetljećima bave datiranjem pomoću  $^{14}\text{C}$ , u koju svrhu su razvili nekoliko tehnika priprema i mjerenja uzoraka, uključujući i pripremu miligramskih količina materijala za mjerenje pomoću akceleratorске masene spektrometrije (AMS). U predavanju će biti predstavljene primjene analiza ugljikovih izotopa s posebnim naglaskom na datiranje metodom  $^{14}\text{C}$  u arheologiji, paleontologiji, paleoklimatologiji,

geokronologiji krša, monitoringu  $^{14}\text{C}$  u atmosferi i okolišu. a spomenut će se i najnovije primjene u biomedicini, biokemiji, farmakologiji i forenzici.

## **Spektrometrijske i brojačke metode u radioekologiji i zaštiti od zračenja**

Dinko Babić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Hrvatska*

Visokoenergijske čestice (alfa, beta, neutroni) i fotoni (rendgenske i gama zrake) ioniziraju svu materiju, pa i biološku tvar, što predstavlja ekološki i zdravstveni problem. Ta činjenica postavlja potrebu za proučavanje izvora i intenziteta ionizirajućeg zračenja u okolišu (radioekologija) te zaštite od istog (zaštita od zračenja). Okosnica tog pristupa su metode za kvantifikaciju zračenja, što uključuje detekciju interakcije zračenja i materije (brojanje) i identifikaciju izvora zračenja (spektrometrija). Osvrnut ću se na osnovne postavke radioekologije i zaštite od zračenja, te na principe na osnovi kojih se provode brojačka i spektrometrijska mjerenja u tom području. Izlaganje će se bazirati na iskustvima iz Jedinice za zaštitu od zračenja Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada u Zagrebu, koja kontinuirano provodi spomenute aktivnosti te je ujedno i akreditirani laboratorij za gama spektrometrijska istraživanja te vrste.

## **Zaštita od zračenja u sklopu mješovitih onečišćenja; fizikalne osnove (pr)ocjene rizika**

Ivica Prlić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, HR 10000 Zagreb, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Hrvatska*

Nagla i napredna industrijalizacija i stalno povećanje gustoće stanovništva doveli su do stanja u kojem su i ljudi i njihov životni okoliš izloženi mnoštvu mogućih zagađivača - stresora. Često je malo ili gotovo ništa znano o srednje i dugoročnim zdravstvenim i ekološkim posljedicama tih stresora, pogotovo kada se pojavljuju kao mješavina. Razmatranje kroničnih izlaganja vrlo niskim dozama mješovitih zagađivača predstavlja značajan istraživački izazov i zahtjeva dodatno promišljanje o mjernim metodologijama i interpretaciji podataka. Zagađivači mogu u mješavini utjecati na mobilnost, apsorpciju, raspodjelu, spremanje, biotransformaciju, eliminaciju i evoluciju toksičnih efekata svakog pojedinog zagađivača. Da bi u potpunosti razumjeli učinke i efekte mješovitih zagađivača (stresora) na zdravlje i okoliš, rast, reprodukciju i preživljavanje vrsta potrebna su nova eksperimentalna multidisciplinarna istraživanja. Radionuklidi se nikada ne pojavljuju sami. Uvijek su u sinergiji s teškim metalima, metaloidima, organskim spojevima itd. Gotovo sva izlaganja zračenju jesu u stvarnosti izlaganja utjecaju mješavine stresora. Potrebno je pojačati sakupljanje znanja o transferu zagađivača između pojedinih odjeljaka okoliša i o kumulativnim učincima mješavine zagađivača-stresora, uključujući i samo kemijske mješavine zagađivača. Valja razviti alate i napredne tehnike procjena, nove modele i metode u cilju smanjenja nesigurnosti postojećih metoda procjena rizika koje su osnova za oblikovanje sigurnosnih referentnih vrijednosti. To će olakšati praćenje zdravlja ljudi i zdravlja ekosistema omogućavajući cjelovitije povezivanje podataka o stanju kvalitete zraka, voda, tala i građevinskog okoliša u kojem živimo s zagađivačima koje sami proizvodimo.



## Lebdeće čestice u okolišu

Krešimir Šega<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb, Hrvatska*

Lebdeće čestice su uvijek prisutno onečišćenje zraka okoliša, širokog raspona veličina i koncentracija te složenog, vrlo raznolikog sastava. One nastale iz prirodnih izvora također smatramo onečišćenjem zraka ukoliko se pojavljuju u koncentracijama i sastavu koji nisu uobičajeni za određenu lokaciju. Antropogene čestice nastaju uporabom fosilnih goriva za grijanje prostora, pripremu hrane, pogonskog goriva prometalna te industrijskom ili poljoprivrednom djelatnošću. Zbog utjecaja na zdravlje ljudi i životinja, biljke, materijale koji se koriste pri građevinarstvu i izvođenju infrastrukturnih sustava, vidljivost itd. njihov sastav i koncentracije se redovito prate u svrhu predlaganja i poduzimanja mjera kojima bi se ti utjecaji smanjili ili dokinuli.

## **Gamma Knife stereotaktička radiokirurgija mozga**

Hrvoje Hršak<sup>1</sup>, Zdravko Heinrich<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Klinika za onkologiju i radioterapiju, Klinika za neurokirurgiju, KBC Zagreb, Kišpatićeva 12, Zagreb, Hrvatska*

Leksell Gamma Knife stereotaktička radiokirurgija (LGK SRS) koristi se za precizno jednokratno ozračivanje malih lezija u mozgu (do minimalnog volumena od 0.05 cm<sup>3</sup>) visokom dozom ionizirajućeg zračenja (do 140 Gy). Ovakav oblik radiokirurgije učinkovit je uglavnom za arteriovenske malformacije, određene dobroćudne i zloćudne tipove tumora mozga i neuralgiju živca trigeminusa. Visoka konformalnost i strmi gradijent absorbirane doze u mozgu pacijenta postiže se 201 uskim fotonskim snopom (pencil-shaped beams) čiji izvori su 201 radioaktivni izotop Co-60 raspoređeni u polusferični prsten. Usmjerenost fotonskih snopova ostvaruje se dvostrukom kolimacijom (primarni i zamjenjivi sekundarni kolimator) koja u izocentru daje promjer snopa 4, 8, 14 i 18 mm. Snopovi se u izocentru sijeku i daju približno sferičnu raspodjelu absorbirane doze. Udaljenost izvora od izocentra iznosi 40 cm. Preciznost namještanja izocentra fotonskih snopova u određeno područje mozga postiže se pridjeljivanjem Kartezijevog koordinatnog sustava mozgu i to postavljanjem tzv. Leksell-ovog stereotaktičkog okvira pomoću četiri vijka na glavu pacijenta. S tako postavljenim okvirom pacijent se upućuje na oslikavanje mozga nuklearnom magnetskom rezonancom (MRI - magnetic resonance imaging), kompjutoriziranom tomografijom (CT) ili digitalnom substrakcijskom angiografijom (DSA) kako bi se u koordinatnom prostoru mozga lokalizirao ciljani volumen - tumor. Dobiveni tomografski i projekcijski prikazi mozga koriste se zatim za planiranje radiokirurškog postupka. Za zadani skup prikaza dobivenih pomoću MRI, CT-a ili DSA posebnim 3D software-om (Leksell GammaPlan – LGP) određuje se položaj i veličina fotonskih snopova u mozgu pacijenta, broj izocentara (maksimalno do 50) i visina apsorbirane doze zračenja koja se želi postići u zadanom ciljnom volumenu. Nakon što je planiranje radiokirurškog postupka završeno, u LGP-u se generira protokol

koji sadržava informacije o koordinatama i broju izocentara u mozgu pacijenta, vrstama kolimatora, zadanoj dozi zračenja i vremenu trajanja ozračivanja i prema tom protokolu izvrši se zatim ozračivanje pacijenta u Gamma Knife uređaju. Gamma Knife radiokirurgija primjer je kompleksne medicinske metode koja zahtjeva multidisciplinarni pristup i suradnju stručnjaka koji dolaze iz različitih područja medicine, prirodnih i tehničkih znanosti. Stoga radiokirurški tim čine neurokirurg, medicinski fizičar, neuroradiolog i onkolog. Zadatak medicinskog fizičara je planiranje radiokirurškog postupka (u suradnji s ostalim članovima tima), kalibracija Gamma Knife uređaja i dozimetrija, te provođenje postupaka osiguranja kakvoće radiokirurškog postupka (Quality Assurance – QA). Obzirom da se u mozak pacijenta isporučuje vrlo visoka absorbirana doza zračenja, geometrijska preciznost postupka mora biti visoka i stabilna (dozvoljena je pogreška u pozicioniranju izocentra do maksimalno 0,5 mm).

## Istraživanje taloženja kalcijevih fosfata u prisutnosti titanatnih nanocjevčica za potencijalnu primjenu u regeneraciji koštanog tkiva

A. Gajović<sup>1</sup>, I. Jerčinović<sup>1,2</sup>, I. Bosak<sup>1,2</sup>, V. Babić Ivančić<sup>1</sup>, D. Iveković<sup>3</sup>, M. Wilinger<sup>4</sup>,  
M. Dutour Sikirić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut Ruđer Bošković, Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska*

<sup>2</sup> *preddiplomski student Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu*

<sup>3</sup> *Prehrambeno biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagreb, Hrvatska*

<sup>4</sup> *Fritz-Haber-Institute of the Max Planck Society, Department of Inorganic Chemistry, Berlin, Njemačka*

Kalcijevi fosfati (CaP) su, zbog svoje dobre biokompatibilnosti, jedan od najčešće korištenih biomaterijala za regeneraciju čvrstih tkiva (kosti i zubi). Glavni problem koji se susreće u primjeni CaP su njihova loša mehanička svojstva. U novije vrijeme taj problem se nastoji riješiti pripremom kompozita kalcijevih fosfata i nanocjevčica, ugljikovih i TiO<sub>2</sub>. Obje te vrste nanocjevčica potrebno je dodatno obraditi prije nanošenja kalcijevih fosfata. U ovom radu istražena je mogućnost direktnog korištenja titanatnih nanocjevčica (H<sub>2</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>7</sub>) za pripremu kompozitnih materijala s kalcijevim fosfatima. Sposobnost titanatnih nanocjevčica da iniciraju taloženje kalcijevih fosfata testirana je u metastabilnoj otopini. Istražen je utjecaj različitih koncentracija titanatnih nanocjevčica na brzinu kristalizacije amornog kalcijevog fosfata i faznih prijelaza među kristalnim fazama, te na sastav i morfologiju nastalih kristalnih faza. Veličina i elektrokinetički,  $\zeta$ -potencijal titanatnih nanocjevčica u suspenziji određeni su dinamičkim raspršenjem svjetla i elektroforezom. Potenciometrijska mjerenja su korištena za kvalitativnu procjenu brzine reakcije i određivanje vremena indukcije, infracrvena i Ramanova spektroskopija za određivanje sastava a transmisijska elektronska mikroskopija (TEM) za određivanje morfologije nastalog taloga. Rezultati su pokazali da titanatne nanocjevčice mogu inicirati nastajanje kalcijevih fosfata iz metastabilnih otopina i da ubrzavaju

transformaciju amorfnog kalcijevog fosfata (ACP) u oktakalcijev fosfat (OCP). Ubrzanje transformacije OCP u najstabilniju kristalnu fazu, hidroksiapatit (HAP), objašnjena je u odnosu na koncentraciju nanocjevčica u otopini. Dobiveni rezultati pokazuju da se titanatne nanocjevčice mogu koristiti za pripravu kompozita s kalcijevim fosfatima za regeneraciju čvrstih tkiva i to bez prethodne obrade i upotrebe instrumentalnih metoda priprave.

## **Prosudba novih bioaktivnih materijala i postupaka u restaurativnoj dentalnoj medicini**

Zrinka Tarle<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Stomatološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Gundulićeva 5, 10000 Zagreb, Hrvatska*

U okviru ovog programa ispitala bi se svojstva i moguća poboljšanja materijala i postupaka u restaurativnoj dentalnoj medicini te bi se dale smjernice za poboljšanje postojećih i uvođenje novih kliničkih materijala i postupaka. Istraživanja bi se izvodila u laboratorijima Instituta za fiziku i Instituta Ruđer Bošković. Temelj istraživanja su ispitivanja svojstava kompozitnih materijala, novih kompozitnih materijala s amorfnim kalcijevim fosfatom, silorana, stakleno ionomernih cemenata i giomera te izvora svjetlosti za njihovu fotopolimerizaciju. Za dobre kliničke rezultate nužno je imati materijal koji podliježe minimalnom polimerizacijskom stresu. Skupljanje, kao popratna pojava polimerizacije materijala, uzrokuje pojavu stresa unutar materijala i na mjestu veze materijala za tvrda zubna tkiva, čime se narušava marginalni integritet ispuna. Posljednjih se godina u kliničku uporabu uvode novi niskoskupljajući monomerni sustavi kako bi se doprinijelo neutralizaciji utjecaja polimerizacijskog skupljanja. Postupkom laserske interferometrije uspoređivati će se promjena volumena (širenje i skupljanje) materijala tijekom i nakon polimerizacije. Optički mikroskop i Vickersovu piramidu upotrijebit ćemo za mjerenje mikrotvrdoće polimeriziranog materijala i, uz postavljanje digitalnog holografskog mikroskopa, za ispitivanje homogenosti materijala. Ključni dio istraživanja odnosi se na ispitivanja kompozitnih materijala na bazi amorfnog kalcijevog fosfata (ACP). Planira se dalji razvoj bioaktivnih kompozitnih materijala koji promjenom uvjeta u mikrookolišu karijesne lezije dovode do njene remineralizacije. Njihova aktivna komponenta je ACP, direktni prekursor kristala hidroksilapatita, osnovnog građivnog kristala zuba. U sklopu ovog programa planira se testiranje njihove homogenosti i poroznosti impedancijskom spektroskopijom (IS) na Institutu Ruđer Bošković, što će dati teorijsku podlogu objašnjenju promjena tih materijala nastalih žvačnim opterećenjem.

Apsorpcija vode, nužna za kemijsku pretvorbu ACP-a u apatit, također je odgovorna za degradaciju materijala tijekom vremena. IS i termički stimulirana struja (TSC) su postupci kojima se nadopunjuju istraživanja stabilnosti smolastih materijala u vodenom okruženju ispitujući ovisnost električnih/dielektričnih svojstava o promjenama u nano/mikrostrukтури dentalnih materijala.

## **Izloženost rendgenskom zračenju za vrijeme integriranih carinskih pregleda vozila i tereta; uporaba novih medicinskih slikovnih tehnologija pri provedbi sigurnosnih postupaka**

Ivica Prlić<sup>1</sup>, Marija Surić Mihić<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Jedinica za dozimetriju zračenja i radiobiologiju, Ksaverska cesta 2, HR 10000 Zagreb, Hrvatska*

Najmodernija tehnologija dijagnostičkih slikovnih prikaza u medicini, zajedno s tehnologijom ozračivanja vrlo malih dijelova ljudskog oboljelog tkiva otvorila je i neslućene mogućnosti upotrebe te iste tehnologije i u nemedicinske svrhe. LINAC (Linearni akcelerator) postaje važan tehnološki alat u industriji i koristi se za nerazorna ispitivanja materijala. Razvoj digitalnih sustava pohrane podataka i informatičke tehnologije koja je u stanju vrlo brzo obraditi velike količine podataka omogućio je slikovnu dijagnostičku revoluciju u medicini. Ta se iskustva prenose na druge ljudske djelatnosti. Kontrola trgovine, carinski protokoli kontrole robe i putnika, posebno na graničnim prijelazima od posebnog trgovačkog interesa (vanjske granice Europske Unije) zajedno s političkim sigurnosnim zahtjevima pojedinih zemalja potaknuli su streloviti razvoj tehnike nerazornih ispitivanja u realnom vremenu. LINAC se sada koristi za kontrolu tereta i vozila radi carinskih protokola i zahtjeva i dodatno, radi sigurnosnih, antiterorističkih protokola zaštite integriteta državne granice. I RH posjeduje tu vrhunsku tehnologiju. Prikazati će se procedure uporabe pulsno rendgenskog zračenja prilikom kontrole kamionskog tereta i vozila s posebnim naglaskom na moguću izloženost svih sudionika tog procesa, a posebno vozača kamiona, raspršenom rendgenskom zračenju vrlo visokih energija. Nove namjene prikazane tehnologije jesu istraživački izazov u području zaštite od zračenja. Prikazano jesu rezultati prvog, međunarodnog pilot istraživačkog projekta koji su autori proveli na zahtjev međunarodnih organizacija IRU, ILO, WHO i IAEA na većem broju graničnih prijelaza EU.



## Ramanova spektroskopija krivotvorenih novčanica

Martina Skenderović Božičević<sup>1</sup>, Andreja Gajović<sup>2</sup>, Igor Zjakić<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Hrvatska narodna banka, Direkcija trezora, Odjel nacionalnih centara za borbu protiv krivotvorenja i analizu novčanica i kovanog novca, Trg hrvatskih velikana 3, p.p. 603, 10002 Zagreb, Hrvatska*

<sup>2</sup> *Institut Ruđer Bošković, Laboratorij za molekulsku fiziku, Zavod za fiziku materijala, Bijenička cesta 54, Zagreb, Hrvatska*

<sup>3</sup> *Grafički fakultet, Katedra za tisak, Getaldićeva 2, 10000 Zagreb, Hrvatska*

Tema istraživanja jest mogućnost primjene mikro-Ramanove spektroskopije kao nedestruktivne metode analize krivotvorina izrađenih na papirnim podlogama različitim tehnikama reprodukcije. U postupcima vještačenja krivotvorina izrađenih na papirnim podlogama kao osnovne metode vještačenja najčešće se koriste vizualne metode analize i uspoređivanja. Navedene metode koriste se kako za utvrđivanje tehnika reprodukcije tako i za analizu imitacija pojedinih zaštitnih obilježja te utvrđivanje sličnosti među različitim primjercima krivotvorina. Iako su navedene metode pouzdane i u većini slučajeva dostatne za utvrđivanje povezanosti između, manje ili više vizualno različitih primjeraka, poželjno bi bilo u postupak vještačenja novčanica uvesti metodu analize koja će biti utemeljena na znanstvenim postupcima i kojom bi se moglo potvrditi stručno mišljenje vještaka, naime potvrditi istovjetnost svojstava tonera, tinte ili tiskarske boje na primjercima krivotvorina za koje je vizualnim metodama analize i uspoređivanja utvrđeno da dolaze iz istog izvora. Kako je osnovni uvjet prilikom provođenja vještačenja novčanica očuvanje primjerka kakav jest, između postojećih metoda u obzir dolaze samo nedestruktivne metode analize. Prvi cilj istraživanja jest doznati da li je mikro-Ramanova spektroskopija pogodna metoda za analizu krivotvorenih novčanica, koje su ispisane tonerom ili tintom ili otisnute ofsetnim tiskarskim bojama. Drugi je cilj doznati može li se mikro-Ramanova spektroskopija pouzdano koristiti kao metoda za dokazivanje povezanosti između različitih primjeraka krivotvorina, za koje se vizualnom analizom i usporedbom može zaključiti da dolaze iz istog izvora, i to na temelju analize tonera, tinte

ili ofsetne tiskarske boje kao osnovnih tehnika reprodukcije krivotvorina. Za potrebe istraživanja ispitivani su uzorci tonera, tinti i ofsetnih tiskarskih boja reproducirani na različitim vrstama papira. Primijenjen je ramanski sistem Jobin Yvon T64000 te je korišten objektiv sa povećanjem 100 puta, a kao izvor pobudnog zračenja korišten je laser valne duljine 514.5 nm (Coherent, Innova 400). Na svakom uzorku informacije reproducirane plavozelenom (cyan), purpurnom (magenta) i žutom (yellow) bojom analizirane su pojedinačno. Rezultati istraživanja pokazuju da se mikro-Raman spektroskopija može koristiti kao metoda za analizu krivotvorina reproduciranih tonerom, tintom ili ofsetnim tiskarskim bojama izrađenih na papirnim podlogama. Međutim, uspješnost prikupljanja Ramanskog spektra pojedine boje ovisi o tehnici reprodukcije uzorka kao i valnoj duljini pobudnog laserskog snopa. Rezultati istraživanja pokazuju da se mikro-Raman spektroskopija može koristiti kao metoda za analizu krivotvorina reproduciranih tonerom na papirnim podlogama s ciljem usporedbe odnosno utvrđivanja istovjetnosti ili različitosti informacija reproduciranih na krivotvorinama. Istraživanja da li se mikro-Raman spektroskopija može koristiti kao metoda za analizu krivotvorina reproduciranih tintom ili ofsetnim tiskarskim bojama na papirnim podlogama s ciljem usporedbe odnosno utvrđivanja istovjetnosti ili različitosti informacija reproduciranih na krivotvorinama još uvijek je u tijeku.

Ključne riječi: Raman, spektroskopija, krivotvorina, nedestruktivna metoda

## **Analiza ugljika u tlu upotrebom neutronske aktivacije a pridruženom alfa česticom**

Jasmina Obhodaš<sup>1</sup>, Davorin Sudac<sup>1</sup>, Lidija Matjačić<sup>1</sup>, Vladivoj Valković<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Hrvatska*

<sup>2</sup> *A.C.T.d.o.o. Prilesje 4, 10000 Zagreb, Hrvatska*

Prognoze o masivnim i brzim globalnim klimatskim promjenama uslijed djelovanja stakleničkih plinova svakim danom postaju sve evidentnije. Kao odgovor na te klimatske promjene, u svijetu je relativno nedavno uveden novi koncept globalnog tržišta ugljikom što između ostaloga iziskuje i točnu procjenu sadržaja ugljika u tlu i mapiranje koncentracija ugljika u tlu na regionalnoj skali. Čuvanjem vegetativnog pokrova i uvođenjem relativno malih i jednostavnih promjena u ciklusima obrade zemljišta i upotrebi gnojiva može se ostvariti zadržavanje većih količina ugljika u tlu. Količina ugljika koja se zadrži u tlu uslijed poduzetih mjera u poljoprivrednim aktivnostima, obično izražena kao ekvivalent ugljičnog dioksida uklonjenog iz atmosfere u tonama, može se pretvoriti u tzv. "carbon credit", što je pravna imovina s kojom zemljoradnik može trgovati na tržištu ugljika. Ovdje prikazujemo metodu koju smo razvili kao odgovor na te nove zahtjeve tržišta za brzom i učinkovitom procjenom koncentracija ugljika u tlu. Metoda se temelji na neutronske aktivacije upotrebom 14 MeV neutrona s pridruženom alfa česticom. Ta se tehnologija može koristiti za mnogobrojna precizna terenska mjerenja ugljika u tlu kako bi se procijenile početne količine ugljika u tlu na regionalnoj skali kao i količine pohranjene uslijed primijenjenih mjera radi ublažavanja globalnih klimatskih promjena.

## **SOELA - Solarni električni automobil**

Stevče Arsoski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Tehnička škola Sisak, Marijana Cvetkovića 2, Sisak, Hrvatska*

Projekt SOEL-solarni električni automobil je vrlo specifičan, jedinstven i inovativan jer se njegovom realizacijom želi podići razina kompetencija nastavnika i učenika u tehničkim i strukovnim školama. Posebno se to odnosi na podizanje kvalitete stručne prakse kao osnovnog temelja postojeće ali i buduće proizvodnje u gospodarstvu Republike Hrvatske. Projekt se financira sredstvima Europske unije iz IPA 4 programa "Razvoj ljudskih resursa" u iznosu od cca 190.000 eura. Kroz redovni nastavni program pet škola partnera / Tehnička škola Sisak-nositelj, Tehnička škola Kutina, Srednja strukovna škola Velika Gorica, Elektrotehnička i prometna škola Osijek, Strukovna škola Vice Vlatkovića Zadar/ imaju zadatak napraviti stvarni solarni električni automobil od istih zadanih tehničkih komponenti. Učenici zajedno sa mentorima u okviru redovnog nastavnog procesa trebaju projektirati oblik solarnog automobila i ugraditi zadanu opremu. Na kraju ciklusa / 13. - 15. 9 2013. / organizira se prva utrka 5 solarnih automobila u Sisku i Lonjskom polju. Utrka solarnih električnih automobila će biti jedina takove vrste u Europskoj uniji. U konačnici cijeli projekt će možda biti temelj potpuno novom zanimanju koji bi se možda mogao zvati "tehničar za solarna vozila", a u pripremi je i prijedlog kurikuluma za to novo zanimanje. To drugim riječima znači da bi i nova industrijska grana "solarna vozila" mogla naći svoje mjesto u ukupnom gospodarstvu Republike Hrvatske. Na razvoju i pripremi projekta su kao stručni suradnici radili naši poznati stručnjaci: prof.dr.sc. Marinko Stojkov / Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu /, doc.dr.sc. Ljubomir Majdandžić / Veleučilište Karlovac /, Igor Jurić / poznati dizajner naseg prvog elektricnog automobila /, Maja Maratović M.Sc.E.E. i Vikica Lukić, dipl.ing. / Tehnička škola Slavonski Brod i OPM koncept / Na izradi natječajne dokumentacije veliku pomoć je pružila Sisačko-moslavačka županija / Tatjana Puškarić, prof. i Snježana Tomašević, prof. / Autor i voditelj projekta: Arsoski Stevče, ing.el.

## **Bezkontaktni luminiscentni termometar**

Antonije Dulčić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska*

Mjerenje temperature na pojedinim mjestima u generatorima električne energije i transformatorima velikih snaga predstavlja poseban izazov zbog snažnih električnih i magnetskih polja koja su tu prisutna. Klasični otporni termometar nije prihvatljiv zbog indukcije u dovodnim žicama, a može predstavljati i opasnost za proboj od visokog napona na niskonaponski krug. Na predavanju će biti izložena ideja bezkontaktnog luminiscentnog termometra. Fizikalna osnova leži u promjeni karakterističnog vremena luminiscencije s temperaturom tvari koja čini senzor. Ispitivanja bi morala pokazati koliko je senzor stabilan i pouzdan za rad u elektroenergetskim uređajima.

## **AC susceptibilnost magnetskih nanočestica: relaksacije, razvoj mjernih uređaja i primjene u biomedicini**

Mladen Prester<sup>1</sup>, Đuro Drobac<sup>1</sup> i Željko Marohnić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut za fiziku, Bijenička cesta 46, Zagreb, Hrvatska*

AC susceptibilnost je široko rasprostranjena metoda za istraživanje fenomena magnetizma, svojstava magnetskih materijala i magnetskih efekata vezanih uz supravodljivost. U novije vrijeme usredotočili smo se na istraživanje nerezonantne kolektivne relaksacije magnetskih nanočestica tom metodom. Glavni fokus tih istraživanja su magnetske nanočestice s primjenom u biomedicini, poput onih namijenjenih magnetskoj hipertermiji i krvnim pripravcima za regulaciju deficijencije željeza u krvi. Za detaljan uvid u mehanizme i zakonitosti relaksacija potrebno je istraživati realnu i imaginarnu komponentu susceptibilnosti u temperaturnoj i frekventnoj domeni. Nadograđujući naše veliko iskustvo u istraživanjima u temperaturnoj domeni, za potrebe mjerenja u frekventnoj domeni izradili smo prototip novog mjernog uređaja za mjerenja u širokom rasponu frekvencija te uz primjenu relativno snažnog magnetskog AC polja.

U ovom saopćenju ukazat ćemo prvo na opće fizikalne aspekte problema magnetskih relaksacija nanočestica, napose u mjerenjima tehnikom AC susceptibilnosti, a potom prikazati početne rezultate naših istraživanja kao i trenutni status primijenjenih i komercijalnih aktivnosti, poduzetih kroz djelovanje spin-off inicijative Instituta za fiziku (CryoBIND).

## **Solarne fotonaponske ćelije u energetici**

Davor Gracin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut Ruđer Bošković, Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska*

Energija proizvedena konvencionalnim izvorima baziranim na fosilnim gorivima je popraćena znatnom emisijom stakleničkih plinova koja uzrokuje negativne klimatske promijene i prijeti ozbiljnim smanjenjem kvalitete života na Zemlji. Zbog toga je u posljednjih dvadesetak godina pokrenut čitav niz inicijativa koje bi trebale smanjiti emisiju štetnih plinova na svjetskoj razini. U Europskoj Uniji se očekuje da zemlje članice osiguraju oko 20% ukupno proizvedene energije iz obnovljivih izvora a uz znatan udio fotonaponskih solarnih ćelija.

Proizvodnja fotonaponskih solarnih ćelija je relativno mlada industrija koja u posljednjih 10 godina bilježi 40-50% godišnji rast. Predviđanja europske agencije za industriju fotonaponskih ćelija (European Photovoltaic Industry Association, EPIA) pokazuju nastavak ovakvog rasta i u slijedećim godinama sa očekivanim ciljem od 300 GWp godišnjeg instaliranog kapaciteta do 2020., što je oko 10 puta veći obim proizvodnje i ugradnje od današnje. Unatoč znatnoj proizvodnji, razvoj solarnih ćelija je još uvijek vrlo intenzivan zbog činjenice da je cijena današnje „solarne električne energije“ još uvijek 5-10 puta veća od one iz konvencionalnih izvora.

Na predavanju će se diskutirati u koje su posljedice rasta upotrebe fotonaponskih ćelija u energetici i dat će se kratki pregled trenutnih napora u domeni “istraživanje i razvoj”.

## **Bioplazma**

Slobodan Milošević<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut za fiziku, Bijenička c. 46, Zagreb, Hrvatska*

Bioplazma je jedna od novih COST akcija (MPNS MP1101 - 2011-2015) u području biomedicinskih primjena tehnologija atmosferskih plazmi. Fokus akcije je na primjenama nisko-temperaturne (hladne) neravnotežne atmosferske plazme u područjima kao što su tretman površina biomedicinskih uređaja, sterilizacija i terapijske tehnike kao što su sterilizacije rana ili tretmani tumora. To je izrazito interdisciplinarna mreža koja okuplja medicinare, biologe, kemičare, fizičare i poduzetnike (industrijalce) koji su spremni za korištenje dobivenih rezultata.

Općeniti cilj COST akcija je umrežavanje nacionalno financiranih istraživanja na europskoj razini i one igraju važnu ulogu u stvaranju europskog istraživačkog prostora kao prekursor novih projekata i začetnik veza istraživanja i industrije.

Prikazat ću prva iskustva u djelovanju Bioplazme i raspraviti ih u kontekstu ove radionice.



## Indeks sudionika radionice

IME	INSTITUCIJA	KONTAKT
<b>Stevče Arsoski</b>	Tehnička škola Sisak Marijana Cvetkovića 2, Sisak, Hrvatska	+385 99 6819625 stevece.arsoski@sk.hnet.hr
<b>Dinko Babić</b>	Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Ksaverska cesta 2, Zagreb, Hrvatska	dbabic@imi.hr
<b>Ines Cigula</b>	Institut Ruđer Bošković Ured za projekte i međunarodnu suradnju Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska	+385 1 4571299 ines.cigula@irb.hr
<b>Antonije Dulčić</b>	Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno matematički fakultet Bijenička c. 32, Zagreb, Hrvatska	+385 98 1887619 adulcic@phy.hr
<b>Maja Dutour Sikirić</b>	Institut Ruđer Bošković Zavod za fizičku kemiju Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska	sikiric@irb.hr
<b>Andreja Gajović</b>	Institut Ruđer Bošković Zavod za fiziku materijala Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska	+385 1 4561106 gajovic@irb.hr <a href="http://www.irb.hr/Ljudi/Andreja-Gajovic">http://www.irb.hr/Ljudi/Andreja-Gajovic</a>
<b>Davor Gracin</b>	Institut Ruđer Bošković Zavod za fiziku materijala Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska	+385 98 9139770 gracin@irb.hr <a href="http://www.irb.hr/Ljudi/Davor-Gracin">http://www.irb.hr/Ljudi/Davor-Gracin</a>
<b>Hrvoje Hršak</b>	KBC Zagreb Klinika za onkologiju i radioterapiju Kišpatićeva 12, Zagreb, Hrvatska	+385 98 9144644 hhrsak@kbc-zagreb.hr hrvoje.hrsak@gmail.com
<b>Marijana Klasnić Kožar</b>	Institut Ruđer Bošković Ured za projekte i međunarodnu suradnju Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska	+385 1 4571342 Marijana.Klasnic.Kozar@irb.hr
<b>Vanja Komljenović Lončar</b>	Institut Ruđer Bošković Ured za projekte i međunarodnu suradnju Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska	Vanja.Komljenovic.Loncar@irb.hr
<b>Slobodan Milošević</b>	Institut za fiziku Bijenička c. 46, Zagreb, Hrvatska	slobodan@ifs.hr
<b>Bogomil Obelić</b>	Institut Ruđer Bošković Zavod za eksperimentalnu fiziku Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska	+385 91 5638991 obelic@irb.hr <a href="http://www.irb.hr/Ljudi/Bogomil-Obelic">http://www.irb.hr/Ljudi/Bogomil-Obelic</a>

---

### III radionica sekcije za primijenjenu i industrijsku fiziku HFD-a

---

<b>Jasmina Obhodaš</b>	Institut Ruđer Bošković Zavod za eksperimentalnu fiziku Bijenička c. 54, Zagreb, Hrvatska	+385 1 4561161 jobhodas@irb.hr <a href="http://www.irb.hr/Ljudi/Jasmina-Obhodas">http://www.irb.hr/Ljudi/Jasmina-Obhodas</a>
<b>IME</b>	<b>INSTITUCIJA</b>	<b>KONTAKT</b>
<b>Mladen Prester</b>	Institut za fiziku Bijenička c. 46, Zagreb, Hrvatska	+385 1 4698848 prester@ifs.hr
<b>Ivica Prlić</b>	Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Jedinica za dozimetriju zračenja i radiobiologiju Ksaverska cesta 2. HR 10000 Zagreb, Hrvatska	+3859 1 4673152 iprlic@imi.hr <a href="http://www.imi.hr">http://www.imi.hr</a>
<b>Martina Skenderović Božičević</b>	Hrvatska narodna banka, Direkcija trezora, Odjel nacionalnih centara za borbu protiv krivotvorenja i analizu novčanica i kovanog novca, Trg hrvatskih velikana 3, p.p. 603, 10002 Zagreb, Hrvatska	<a href="mailto:martina.bozicevic@hnb.hr">martina.bozicevic@hnb.hr</a>
<b>Krešimir Šega</b>	Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Jedinica za higijenu okoline Ksaverska cesta 2, 10000 Zagreb, Hrvatska	+385 1 4682589 ksega@imi.hr
<b>Zrinka Tarle</b>	Stomatološki fakultet, Zagreb Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju Gundulićeva 5, Zagreb, Hrvatska	+385 98 770 652 tarle@sfzg.hr

---