

**HRVATSKO FIZIKALNO DRUŠVO  
SEKCIJA ZA PRIMIJENJENU I INDUSTRIJSKU  
FIZIKU**

**KNJIGA SAŽETAKA**

**II RADIONICA SEKCIJE ZA  
PRIMIENJENU I INDUSTRIJSKU  
FIZIKU HRVATSKOG FIZIKALNOG  
DRUŠTVA**

**ZAGREB, 26. veljače 2010.**

## **II radionica Sekcije za primijenjenu i industrijsku fiziku Hrvatskog fizikalnog društva**

**Zagreb, 26. veljače 2010.**

### **Organizacijski odbor**

Ivica Aviani  
Božidar Etlinger  
Krunoslav Jurać  
Zlatko Vučić  
Nedeljko Zorić

### **Programski odbor**

Igor Đerđ  
Andreja Gajović  
Davor Gracin  
Milko Jakšić  
Slobodan Milošević  
Goran Pichler

ISBN: 978-953-7178-14-7

Urednici: Davor Gracin i Krunoslav Jurać  
Hrvatsko fizikalno društvo  
Zagreb, veljača 2010.

---

## Sadržaj

Uvodno slovo	4
Program skupa	5
Sažeci	8
Indeks svih autora	22



## Uvodno slovo

Osnovne aktivnosti sekcije za primijenjenu i industrijsku fiziku Hrvatskog fizikalnog društva, PIF-HFD-a, su poticanje suradnje znanstvenika sa instituta sa industrijom, popularizacija primijenjene fizike kao izbora dodiplomskog i post diplomskog studija; PIF nastoji inicirati bolje vrednovanje primjenjenih istraživanja u znanstvenim institutima i sveučilištu, pokušava osigurati više prostora aplikativnom radu fizičara akademskih i neakademskih sredina u medijima.

U okviru navedenih smjernica, II radionica PIF-HFD-a daje određeni doprinos afirmaciji primjenjene i industrijske fizike uz sudjelovanje kolega iz znanstvene i nastavne djelatnosti, studenata, predstavnika industrije i drugih organizacija u kojima rade fizičari ili su im poslovi tematski povezani sa fizikom.

Osim tema pogodnih za suradnju znanstvenih i neznastvenih sredina, na II radionici se diskutiralo i o institucionalnim potporama primjenjivim projektima te uvjetima rada izvan akademskih institucija.

Diskusija na okruglom stolu je bio posvećena problemima koji prate zaštitu intelektualnog vlasništva.

Dr. Davor Gracin, voditelj PIF-HFD-a

---

## Program skupa

26. velječe 2010, dvorana Mladen Paić, Institut za fiziku, Bijenička c. 46, Zagreb

**09:15 - 09:30**      **Uvodna slovo**      D.Gracin PIF HFD, S. Tomić,  
predsjednica HFD-a, P. Per-  
van, ravnatelj IF-a

---

	<b>Predsjeda:</b>	<b>Branko šantić</b>
09:30	Slobodan Milošević (IF)	Laseri u primjeni
09:45	Jasmina Obhodaš (IRB)	Primjena nuklearnih analitičkih metoda u sigurnosti i zaštiti ljudi i okoliša
10:00	Ines Krajcar Bronić (IRB)	Primjene $^{14}\text{C}$
10:15	Iva Bogdanović Radović (IRB)	Nuklearne analitičke metode za anal- izu tankih filmova: TOF-ERDA i koin- cidentno elastično raspršenje

---

**10:30 -10:45**      **Stanka za kavu**

---

	<b>Predsjed:</b>	<b>Goran Pichler</b>
10:45	Andrea Gajović (IRB)	Sinteza bizmut ferita – multiferoični materijal za MERAM (Magnetoelectric Random Access Memory)
11:00	Aleksandra Turković (IRB)	SAXS TiO <sub>2</sub> za bojom senzitivirane solarne ćelije
11:15	Božidar Etlinger (IRB)	Novi pristup u dizajnu solarnih (fotovoltaičnih) ćelija
11:30	Davor Gracin (IRB)	Razvoj elemenata tankoslojne silicijeve solarne ćelije
11:45	Igor Đerđ (IRB)	Nanočestice neodimij dioksid karbonata kao aktivni sloj u sensorima CO <sub>2</sub>
12:00	Zorić Nedeljko (IRB-LipikGlass)	Fizika u proizvodnji stakla

---

**12:15-13:15 Štrukli**


---

	<b>Predsjed:</b>	<b>Slobodan Milošević</b>
13:15	Goran Pichler (IF)	Tehnologija izvora svjetlosti
13:30	Branko Šantić (IRB)	Primjena nitridnih poluvodiča i nove metode za optičku karakterizaciju
13:45	Mario Stipčević (IRB)	Projekt “Detektor fotona”, gradnja jednog inovativnog detektora
14:00	Katica Biljaković (IF)	Sustav za predviđanje širenja požara raslinja
14:15	Ivica Prlić (IMI)	Radium Girls - rođenje zaštite od zračenja

---

**14:30 -14:45 Stanka za kavu**


---

	<b>Predsjed:</b>	<b>Davor Gracin</b>
14:45	Nina Kovačić (INA)	Istraživanje nafte i plina pomoću seizmičke refleksije
15:00	Hrvoje Prpić (MEDIKOL)	Proizvodnja radiofarmaceutika za potrebe zdravstva
15:15	Hrvoje Zorc (IRB)	Sustav IRB-a koji prati inovativan rad
15:30	Davor Aničić (Ruđer inovacije)	Iz aktivnosti Ruđer inovacija – transfer tehnol

---

**15:45 -17:00 Okrugli stol**


---

## Sažeci

---

## **Laseri u primjeni**

Slobodan Milošević

*Institut za fiziku, Bijenička cesta 46, 10000 Zagreb*

U godini 2010. obilježava se pedesetgodina razvoja lasera, uređaja koji po svojoj važnosti i rasprostranjenosti u svakodnevnom životu ide uz bok tranzistoru. U izlaganju će biti prikazan trenutni potencijal laserskih uređaja na Institutu za fiziku u Zagrebu koji se koriste u bazičnim i primjenjenim istraživanjima. Bit će prikazano nekoliko primjera primjene nanosekundnih pulsnih lasera u obradi materijala, neparavanju tankih filmova i proizvodnji nanočestica. Bit će dotaknuto i pitanje daljeg razvoja laserskog istraživačkog potencijala i mogućnosti primjena.

## **Primjena nuklearnih analitičkih metoda u sigurnosti i zaštiti ljudi i okoliša**

Jasmina Obhodaš

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb*

U izlaganju će se ukratko predstaviti rezultati razvoja neutronske sustava za inspekciju brodskih kontejnera EURITRACK, te sustava za podvodnu detekciju UNCOSS kao i projekt izrade Geokemijskog atlasa sedimenata hrvatskog dijela Jadranskog mora.

---



## Primjene $^{14}\text{C}$

Ines Krajcar Bronić

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb*

Radioaktivni izotop ugljika,  $^{14}\text{C}$ , je kozmogeni izotop približno jednoliko raspodijeljen u atmosferi i biosferi i sastavni je dio geokemijskog i biološkog ciklusa ugljika. Takva raspodjela omogućuje njegovu najširu i najpoznatiju primjenu – određivanje starosti organskog materijala (radiocarbon dating). Prirodna ravnotežna specifična aktivnost  $^{14}\text{C}$  narušena je različitim ljudskim aktivnostima (uporaba fosilnih goriva, atmosferski nuklearni pokusi, nuklearna postrojenja) tijekom posljednjih 150 godina, što je omogućilo i primjenu  $^{14}\text{C}$  u istraživanju okoliša i prirodnog ciklusa ugljika. U izlaganju će na primjerima iz Laboratorija za mjerenje niskih radioaktivnosti Instituta "Ruđer Bošković" biti predstavljeno nekoliko najznačajnijih područja u kojima se koriste podaci o izmjerenoj specifičnoj aktivnosti  $^{14}\text{C}$ : arheologija, geokronologija krša, monitoring  $^{14}\text{C}$  u atmosferi i okolišu. Razvojem akceleratorске masene spektrometrije (AMS) omogućeno je mjerenje specifične aktivnosti  $^{14}\text{C}$  u vrlo malim uzorcima (1 mg), čime se moguća primjena  $^{14}\text{C}$  proširila kako u već ranije spomenutim područjima (paleoklimatologija, oceanologija, povijest umjetnosti), tako i na mnoga nova područja, kao što su biomedicina i biokemija, farmakologija, forenzika.

---

# **Nuklearne analitičke metode za analizu tankih filmova: TOF-ERDA i koincidentno elastično raspršenje**

Ivančica Bogdanović Radović

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, 10000 Zagreb*

U Laboratoriju za interakcije ionskih snopova na Institutu Ruđer Bošković od nedavno su operabilne dvije nove nuklearne analitičke metode koje su namijenjene za dubinsko profiliranje i kvantitativnu analizu lakih elemenata u tankim filmovima. Spektroskopija unaprijed elastično izbijenih iona mjerenjem vremena proleta (TOF ERDA) je metoda u kojoj se teški upadni ioni koriste da bi se iz uzorka izbili laki ioni. Metodom se istovremeno mogu dubinski profilirati svi laki elementi u prvih nekoliko stotina nanometara uzorka. Uz to valja napomenuti da je dubinska razlučljivost pri površini uzorka svega nekoliko nanometara. U predavanju će biti prikazani neki primjeri analize višeslojnih uzoraka te uzoraka koji sadrže vodik. Druga metoda razvijena je za dubinsko profiliranje vrlo malih koncentracija lakih elemenata u težim matricama a bazira se na koincidentnom elastičnom raspršenju. U toj metodi ioni izbijeni iz uzorka pomoću teškog upadnog iona detektiraju se u koincidenciji zajedno s raspršenim ionima iz primarnog snopa u dva detektora koji se nalaze simetrično oko smjera snopa pod  $45^\circ$ . Metoda se koristi za tanke transmisijske mete maksimalne debljine nekoliko desetaka mikrometara. Karakteristike metode s obzirom na dubinsku razlučljivost i osjetljivost biti će pokazane na primjeru 3D analize ugljika u takoj aluminijskoj foliji.

---

# Sinteza bizmut ferita – multiferoični materijal za MERAM (Magnetoelectric Random Access Memory)

Andreja Gajović

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, 10000 Zagreb*

Bizmut ferit,  $\text{BiFeO}_3$  (BFO), je na sobnoj temperaturi multiferoik koji pokazuje vezanje feroelektričnih i magnetskih svojstava. Stoga je BFO potencijalni aktivni materijal za novu generaciju feroelektričnih memorija. Većina primijenjenih istraživanja na BFO su usmjerena na upotrebu za magnetoelektrične i spinotroničke naprave, koje bi omogućavale zapis primjenom električnog polja a čitanje primjenom magnetskog polja [1]. Mi smo sintetizirali BFO hidrotermalnom kemijskom metodom i to u dva bitno različita okruženja; lužnatom i kiselom. Struktura dobivenog materijala istražena je rendgenskom difrakcijom, transmisijskom i skenirajućom elektronskom mikroskopijom (TEM i SEM), energijski raspršenom rendgenskom spektroskopijom (EDXS) i Ramanovom spektroskopijom. Iz literature je poznato da se  $\text{BiFeO}_3$  kemijskim postupcima najčešće dobiva u smjesi s bizmut-željeznim oksidima drugih stehiometrija te bizmutovim i željeznim oksidima, te je potrebno dodatno pročišćavanje produkata reakcije. Biti će pokazani uvjeti sinteze koji su omogućili direktnu sintezu čistog  $\text{BiFeO}_3$ , morfologija i struktura dobivenog materijala, te njegova dielektrična svojstva. Diskutirat će se moguća optimizacija reakcije koja bi dala bizmut ferit nanostrukturnih morfoloških oblika poželjnih za primjenu u memorijskim napravama, te će se objasniti potreba za daljnjim istraživanjem BFO, te dopiranog Bi-Fe-O sistema.

[1] G. Catalan, J. F. Scot, Physics and Applications of Bismuth Ferrite, Adv. Mater. 21 (2009) 1–23.

## **SAXS TiO<sub>2</sub> za bojom senzitivirane solarne ćelije**

Aleksandra Turković

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb*

Prošlih par desetljeća označeno je istraživanjima novih materijala na mezoskopskoj skali (2 do 50 nm) kao što su deponirani slojevi, višeslojne strukture i najnovije grozdovi i nanostrukturni, nanofazni materijali. Nanostrukturni materijali su hijerarhijski strukturirani na različitim skalama dužina prema atomskim razinama ili nano veličinama. Istraživanja takvih struktura zahtijevaju nove eksperimentalne tehnike da bi se razumjela struktura na svim nivoima organizacije. U tom smislu razvijene su prikladne tehnike za mjerenje strukture na atomskoj skali i skali srednjeg dosega. Među njima je vrlo uspješna SAXS (small-angle X-ray scattering) (raspršenje rentgenskih zraka pri malom kutu) tehnika mjerenja nanostrukturnih materijala. Puni doprinos te tehnike dolazi do izražaja upotrebom sinkrotronskog izvora te kada se spektri zapisuju dvodimenzionalnim detektorima. Nanofazni TiO<sub>2</sub> filmovi igraju značajnu ulogu u novoj generaciji fotokemijskih solarnih ćelija. Bojom senzitivirane solarne ćelije razlikuju se od poluvodičkih uređaja jer odvajaju funkcije apsorpcije svjetlosti od transporta nosilaca naboja. Ta ćelija je napravljena od relativno nečistog materijala sa jeftinom procedurom pripreme i efikasnostima pretvorbe energije od 7 do 12%. Takva solarna ćelija oponaša fotosintezu u lišću pomoću klorofila.

---

## **Novi pristup u dizajnu solarnih (fotovoltaičnih) ćelija**

Božidar Etlinger, Davor Gracin, Krunoslav Juraić

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, 10000 Zagreb*

Sve manje rezerve fosilnih goriva i sve veće zagađenje uvjetovalo je u zadnjih 20-tak godina eksponencijalni rast proizvodnje fotovoltaičnih (PV) solarnih ćelija u svijetu. Paralelno sa povećanjem proizvodnje i dalje raste broj i vrsta istraživanja za poboljšanje postojećih, te stvaranje novih ponekad i egzotičnih načina iskorištavanja energije sunca i njezino pretvaranje u električnu energiju. Pored klasičnih solarnih ćelija od mono-kristala, poli-kristala i amornog silicija, binarnih (CdTe), ternarnih (CuInSe), razvijaju se i istražuju načini koji omogućuju povećanje efikasnih PV kroz nove materijale, nove dizajne, korištenjem i ugradnjom tzv. "intermediata-banda" (IB) i "kvantnih točaka" (QD), te time i proširenje pojasa apsorpcije. Također se koriste tehnike razne tehnike kao što su na pr.: imitiranje procesa koji se odvijaju kod fotosinteze, uporaba nano dimenzija kod kojih više ne vrijedi Planck-ov zakon (tzv. termofotovoltaične ćelije), kao i pokušaji pretvorbe u električnu energiju putem "klasične antene" u infracrvenom i vidljivom dijelu spektra. Navedena istraživanja usporediti će se sa vlastitim načinima poboljšanja solarnih ćelija iz amornog silicija uvođenjem, nanokristalita novom tehnikom (metoda je u postupku patentiranja), a koja omogućuje kontroliranje broja i veličine nan-okristalita silicija unutar amorfne matrice.

D.Gracin i sur., Vacuum, 84 (2010) 243 - 246

---

## **Razvoj elemenata tankoslojne silicijeve solarne ćelije**

Davor Gracin, Krunoslav Jurać  
*Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, 10000 Zagreb*

Ukratko će se prezentirati neki od važnijih rezultata rada u zadnjih 10-tak godina na razvoju tankoslojnih solarnih ćelija na bazi silicija koji su realiziran unutar znanstvenih projekata financiranih od Ministarstva znanosti i aplikativnih projekata financiranih iz različitih izvora, od privatnih do EU-FP6. Najveći dio vremena bit će posvećen nano-kristalnom siliciju, povezanosti nano-strukture i svojstava te potencijalima ovakvog materijala za upotrebu u solarnim ćelijama treće generacije. Također, bit će iznesene neke ideje o mogućnostima uključivanja hrvatskih potencijala u masovniju proizvodnju i upotrebu ovakvih solarnih ćelija.

## **Nanočestice neodimij dioksid karbonata kao aktivni sloj u sensorima CO<sub>2</sub>**

Igor Đerđ  
*Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb*

Pomoću bezvodne sol-gel metode kemijske sinteze pripravljene su nanočestice Nd(OH)<sub>3</sub> koje su naknadnom termičkom transformacijom postale neodimij dioksid karbonat. Tako dobiveni materijal je električki testiran na plin CO<sub>2</sub> pri različitim uvjetima temperature i vlage. Pokazalo se da tako dizajnirani senzor pokazuje značajnu osjetljivost na CO<sub>2</sub>, što je dobar znak ovih preliminarnih rezultata da su istraživanja plinskih senzora na bazi oksida rijetkih zemalja pravi put prema mogućem komercijalnom razvoju senzora.

---

## Fizika u proizvodnji stakla

Nedeljko Zorić

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb*

Silikatno staklo je materijal poznat niz godina i postoje brojna istraživanja njegovih svojstava u korelaciji sa sastavom i detaljima proizvodnog procesa. U novije se vrijeme za karakterizaciju na atomskoj i nano-metarskoj skali koriste metode koje su se razvile zahvaljujući poboljšanju mjernih tehnika. Sastav stakla može se odrediti XRF, PIXE, RBS i ERDA spektroskopijom, molekulske veze mogu se ispitivati Ramanskom spektroskopijom, dok se električna vodljivost i aktivacijska energija može odrediti IS spektroskopijom.

## Tehnologija izvora svjetlosti

Goran Pichler

*Institut za fiziku, Bijenička cesta 46, 10000 Zagreb*

U današnje vrijeme došlo je do značajnih i vrlo zanimljivih promjena u razvoju novih izvora svjetlosti. S jedne strane pojavile su se svjetleće diode s intenzivnom plavom svjetlošću, a zatim i bijele boje, zahvaljujući luminoforu ubačenom u enkapsulirani prostor. S druge strane pojačali su se napor da se svjetlosni izvori na bazi električne plazme toliko poprave da će u neposrednoj budućnosti biti vrlo zanimljivo promatrati ovo natjecanje. Žižak od alumine (polukristaliničnog safira) izdržava radne temperature od oko 1300 oC, pa se u njega mogu ubacivati razni alkalijski elementi [1], ali i metalni jodidi, što otvara neslućene mogućnosti krojenja spektra i popravak reprodukcije boja. Mi ćemo dati kratki pregled dosadašnjih postignuća s posebnim osvrtom na tehnologiju izrade žiška od alumina. Ukazat ćemo i na problem gubitaka uslijed zračenja u infracrvenom području spektra.

[1]. G. Pichler, V. Živčec, R. Beuc, Z. Mrzljak, T. Ban, H. Skenderović, K. Günther, J. Liu, UV, Visible and IR Spectrum of the Cs High Pressure Lamp, *Physica Scripta* Vol. T105, 98 (2003).

---

## **Primjena nitridnih poluvodiča i nove metode za optičku karakterizaciju**

Branko Šantić

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, 10000 Zagreb*

U prvom dijelu predavanja biti će opisana osnovna svojstva tzv. nitridnih poluvodiča (AlN, GaN, InN). Ti materijali nalaze ogromnu primjenu u električkim i optoelektričkim komponentama, a naročito dominiraju u generiranju fotona u vidljivom području. Npr., svaki mobilni telefon sadrži niz nitridnih svjetlećih dioda (LED). U drugom dijelu, biti će skicirane nove optičke metode, a koje su razvijene tokom istraživanja tih poluvodiča. Te metode služe za jednostavno i pouzdano određivanje osnovnih optičkih parametara: indeksa loma i debljine filma. Metode su neosjetljive na raznolike nesavršenosti uzoraka, kao i na nepoznate parametre. Nadalje, moguće je karakterizirati i tekućine. Metode su primjenjive za karakterizaciju najrazličitijih transparentnih materijala.

## **”Detektor fotona”, gradnja jednog inovativnog detektora**

Mario Stipčević

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, 10000 Zagreb*

Detektori pojedinačnih fotona (ili ”brojači fotona”) koriste se u najosjetljivijoj instrumentaciji: spektrometrima običnim i vremenski razlučenim, spektrofotometrima, fokalnim mikroskopima, mjeračima niskih koncentracija tvari, detektorima prašine i bakterija, kao i u mnogim znanstvenim istraživanjima napose fizici čestica, atomskoj fizici i novijoj kvantnoj fizici. U ovom predavanju predstaviti ćemo put konstrukcije jednog novog detektora fotona od polazne ideje i sirovih električnih komponenti pa sve do gotovog uređaja spremnog za uporabu i prodaju.

---



## **Sustav za predviđanje širenja požara raslinja**

Katica Biljaković

*Institut za fiziku, Bijenička cesta 46, 10000 Zagreb*

Od 2008. postoji inicijativa pri Državnoj upravi za zaštitu i spašavanje (DUZS) za unapređenje i uvođenje u operativnu uporabu sustava za predviđanje širenja požara raslinja od strane znanstvenika koji su svoju kompetentnost dokazali kroz rezultate više fokusiranih znanstvenih i tehnologijskih projekata, i koji su se sami međusobno organizirali u konzorcij koji čine DHMZ, Geodetski fakultet u Zagrebu, Fakultet elektronike, strojarstva i brodogradnje u Splitu i Institut za fiziku u Zagrebu. Postavljanje i operativna uporaba takvog sustava smisljena je jedino na razini čitave RH. Time bi se razvijao kompletni sustav za praćenje, predviđanje i smanjenje rizika i posljedica katastrofa, prirodno smješten u okviru državne institucije kao što je DUZS i poticao razvoj centra izvrsnosti s vlastitim jakim referencama. Da li će to ostati samo na deklarativnoj razini ili će MZOŠ kao središnje tijelo državne uprave za taj resor tražiti posebnu podršku u Vladi u vidu predlaganja posebnih mjera i stimuliranja uključivanja kompetentnih institucija u program uspostave Sustava pri DUZS-u i dalje je otvoreno pitanje!

---

## **Radium Girls - rođenje zaštite od zračenja**

Ivica Prlić, Marija Surić Mihić, Tomislav Meštrović

*Institut za medicinska istraživanja I medicinu rada, Ksaverska  
cesta 2, 10000 Zagreb*

Radioaktivnost je odmah nakon otkrića postala pomodna. Elksiri koji sadrže radionuklide postali su modna pomama ne samo u nadriliječništvu već i u priznatoj medicinskoj praksi. Nevidljivost zračenja svrstala ga je u domenu duhovnosti. Nevjerojatni naponi i vrlo niski troškovi pri proizvodnji izotopa svrstali su radioaktivnost u financijski vrlo lukrativnu djelatnost. Pogled u unutrašnjost ljudskog tijela bila je toliko fascinantna da su ljudi bez razmišljanja prihvaćali svekoliku tehnologiju zasnovanu na radioaktivnosti sve do jednog trenutka kada je smrt iznjedrila primjenjenu granu fizike – zaštitu od zračenja. Kroz jednostoljetnu povijest radioaktivnosti provlači se jedan, definitivno smrtonosan, fascinant i sasvim prirodan element, 88. po rednom broju u periodnom sustavu elemenata,  $^{226}\text{Ra}$ . Na tom prirodnom elementu suvremena fizika zaštite od zračenja zasniva jednu od vrlo važnih metoda i model procjene rizika po zdravlje ljudske populacije.

---

## **Istraživanje nafte i plina pomoću seizmičke refleksije**

Nina Kovačić

*INA d.d., Šubićeva 29, 10000 Zagreb*

Jedna od najvažnijih geofizičkih metoda pri istraživanju ugljikovodika je seizmika, metoda koja se temelji na snimanju seizmičkih valova umjetno izazvanih izvorima kao što su eksploziv, vibratori ili zračni topovi. Mjeri se vrijeme nailaska seizmičkih valova reflektiranih na kontaktu formacija različite gustoće i/ili refraktiranih na kontaktu s formacijom veće brzine. Postoje tri aspekta seizmičkog procesa: snimanje, obrada i interpretacija seizmičkih profila u 2 dimenzije s odzivom energije po liniji profila, odnosno 3 dimenzije s prostornim odzivom energije. Obrada seizmičkih podataka je proces kojim se pomoću računalnih programa obrađuju podaci dobiveni snimanjem 2D ili 3D seizmike, radi poboljšanja korisnih podataka (signal) i stišavanja nekorisnih (šum) sa ciljem dobivanja što jasnije i točnije slike podzemlja. Seizmička obrada i interpretacija predstavljaju jedne od temeljnih istraživačkih i razradnih metoda kojima se definiraju oblici i granice potencijalnih ležišta.

---

## Proizvodnja radiofarmaceutika za potrebe zdravstva

Hrvoje Prpić

*Ruđer Medikol Ciklotron d.o.o., Bijenička cesta 54, 10000  
Zagreb*

Suvremena medicina koristi niz radionuklida i radiofarmaceutika u dijagnostici i liječenju raznih bolesti. Posebnu grupu čine pozitronski emiteri čija je komercijalna primjena započela u drugoj polovini 80-tih godina prošlog stoljeća. Sinteza fluorodeoksiglukoze (FDG), koja u sebi nosi radioaktivni pozitronski emiter fluor, predstavlja revoluciju u dijagnostici onkoloških bolesti. Razlog tome je u činjenici da se upotrebom fluorodeoksiglukoze prikazuje metabolička aktivnost tumorskih stanica, temeljem čega ih je moguće slikovno prikazati. Jedinstveno svojstvo radiofarmaceutika omogućuje nuklearno-medicinskim pretragama da dijagnosticiraju i liječe bolesti na osnovi funkcije organa, a ne njihove morfološke građe, što je upravo specifično za druge dijagnostičke postupke. Za dijagnostiku onkoloških, kardioloških i neuroloških bolesti, uz upotrebu radiofarmaceutika FDG, koriste se pozitronske emisijske tomografske kamere (PET), a za još točniju projekciju uočenih promjena ova se metoda nadopunjuje kompjutoriziranom tomografijom (CT). Krajem 2007. godine Poliklinika Medikol je započela s pružanjem usluga PET/CT dijagnostike u Hrvatskoj i time omogućila osiguranicima hrvatskog zdravstvenog osiguranja obavljanje ove važne pretrage u Hrvatskoj. S obzirom na ciklotronsko postrojenje koje je bilo u upotrebi na Institutu Ruđer Bošković predložena je suradnja na realizaciji obnavljanja ciklotronske proizvodnje, temeljem čega su Institut Ruđer Bošković, Medikol d.o.o. i Ruđer Inovacije d.o.o. potpisali Ugovor o zajedničkom poslovnom pothvatu i osnovali tvrtku Ruđer Medikol Ciklotron d.o.o. U posebno izgrađenu i zaštićenu dvoranu smješten je ciklotron belgijske tvrtke IBA, Cyclone 18/9 HC. Proizvodnja radioizotopa odvija se „bombardiranjem“ protonskim zrakama molekule obogaćene vode ( $H_2^{18}O$ ), rezultat čega je radionuklid  $^{18}F$ , koji se koristi u procesima kemijske sinteze u svrhu proizvodnje radiofarmaceutika. Proizvedeni radionuklid  $^{18}F$  transportira se sustavom cjevčica do tzv. „vruće ćelije“ u kojoj se

---

obavlja kemijska sinteza. Vruća ćelija je posebno konstruirana i izgrađena od 9 cm debelih olovnih stijenki kako bi u potpunosti zaštitila osoblje tijekom rada od visokih doza zračenja. Unutar ćelije se nalaze Synthera® moduli za sintezu, u sklopu kojih se odvija potpuno automatiziran proces. Nukleofilnom supstitucijom i bazno kataliziranom hidrolizom dolazi do zamjene kisika na ugljikovom atomu s F-18, rezultat čega je radiofarmaceutik FDG (fluorodeoksiglukoza). Nakon završene sinteze FDG je potrebno dozirati u manje bočice prema potrebama dnevne dijagnostike PET/CT centara. Za potrebe doziranja radiofarmaceutika koristi se najsuvremeniji robotski sustav Theodorico, unutar kojeg se odvaja i pakira naručena aktivnost FDG-a. Upravljanje cijelim sustavom je potpuno automatizirano i temelji se na zahtjevima PET/CT centara. Gotov proizvod se oprema u olovne kontejnere i posebna zaštitna kućišta u kojima se dostavlja do konačnog odredišta. Svakodnevna proizvodnja radiofarmaceutika zahtijeva trenutnu kontrolu kvalitete gotovog proizvoda, koja mora biti obavljena prije nego li započne primjena u dijagnostičke svrhe. Za potrebe dokazivanja kvalitete FDG-a tvrtka Ruđer Medikal Ciklotron d.o.o. opremljena je najsuvremenijim laboratorijem. U sklopu laboratorija nalaze se instrumenti: HPLC, TLC, plinski kromatograf, osmometar, pH metar, gama spektrometar, kalibrator doza i uređaj za gel-clot analizu na endotoksine.

## Sustav IRB-a koji prati inovativan rad

Hrvoje Zorc

*Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, 10000 Zagreb*

U Institutu "Ruđer Bošković" u tijeku je rad na povezivanju postojećih i izgradnji novih dijelova inovacijskog sustava. Rad je započeo održavanjem tečajeva o intelektualnom vlasništvu te će se nastaviti preko izrade inovacijske strategije sve do formiranja baze znanja. Predstojeće aktivnosti od velikog su značaja za Institut i gospodarstvo Hrvatske i šire regije jer će doprinijeti uspješnijem prijenosu znanja i pružiti bolji uvid u raspoložive kapacitete Instituta.

---

## **Iz aktivnosti Ruđer inovacija – transfer tehnologije u praksi**

Davor Aničić

*Ruđer inovacije d.o.o. , Bijenička 113, 10000 Zagreb*

Ruđer inovacije su tvrtka kći Instituta Ruđer Bošković u funkciji Ureda za transfer tehnologije. Ruđer inovacije rade na zaštiti i komercijalizaciji inovacija te povezivanju Instituta i poslovnog sektora. Uz predstavljanje osnovnih usluga koje pružaju u izlaganju će se predstaviti Ruđer inovacije u brojkama. Na kraju će se, na primjeru stvarnog projekta iz područja fizike, objasniti što je uloga Ruđer inovacija na konkretnom projektu.

## Indeks svih autora

Davor Aničić, 22

Katica Biljaković, 17

Ivančica Bogdanović Radović, 10

Igor Đerđ, 14

Božidar Etlinger, 13

Andreja Gajović, 11

Davor Gracin, 14

Nina Kovačić, 19

Ines Krajcar Bronić, 9

Slobodan Milošević, 8

Jasmina Obhodaš, 8

Goran Pichler, 15

Ivica Prlić, 18

Hrvoje Prpić, 20

Mario Stipčević, 16

Branko Šantić, 16

Aleksandra Turković, 12

Hrvoje Zorc, 21

Nedeljko Zorić, 15

---