

# Otvoreni dani

## INSTITUTA RUĐER BOŠKOVIĆ

Već dugi niz godina naš najveći znanstveni institut, Institut »Ruđer Bošković«, otvara vrata svima koji u njega žele doći. Tako se zbilo i ove godine. U tri dana kroz »Ruđer« je prošlo 4200 ljudi: učenika, studenata, građana... Što su tamo vidjeli, saznat ćete kad pročitate ovaj članak koji je napisao naš novi član uredništva dr. sc. Tomislav Portada, zaposlen upravo u tom institutu.

dr. sc. Tomislav PORTADA, Zagreb

U četvrtak, petak i subotu, od 24. do 26. travnja ove godine, na Institutu »Ruđer Bošković« (IRB) vladala je neobična živost. Treći puta u zadnjih nekoliko godina Institut je otvorio svoja vrata pruživši priliku svim zainteresiranim građanima da tijekom trajanja Otvorenih dana IRB-a obiđu zgrade i laboratorije, razgledaju pribor i uređaje kojima



Slika 1. Meštrovićev spomenik Ruđeru Boškoviću postavljen u institutskom parku idealno je mjesto za skupno fotografiranje. Foto: Josip Uhr.

se znanstvenici služe u svom svakodnevnom poslu, porazgovaraju s djelatnicima Instituta te saznaju kako Institut izgleda i funkcionira iznutra.

Institut »Ruđer Bošković« najveći je hrvatski istraživački institut u području prirodnih znanosti i biomedicine. U njemu je zaposleno petstotinjak znanstvenika – fizičara, kemičara, biologa, medicinara, informatičara..., a tome treba pribrojiti još i tehničko, pomoćno i upravno osoblje. Institut »Ruđer Bošković« prije svega je znanstveno-istraživačka ustanova, no Ruđerovi znanstvenici sudjeluju i u obrazovanju na dodiplomskoj i poslijediplomskoj razini. Na »Ruđeru« trenutno dvjestotinjak znanstvenih novaka, potpomognutih sredstvima Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa, marljivo radi na izradi svojih doktorskih disertacija. Institut također nastoji, gdje je to moguće, i komercijalno iskoristiti rezultate svojih znanstvenih istraživanja. U tom kontekstu valja spomenuti nedavno osnovanu tvrtku Ruđer Inovacije, kojoj je zadaća zaštita i komercijalizacija rezultata istraživanja na Institutu i izvan njega, te visokotehnološku tvrtku Chirallica

d.o.o., koja se u potpunosti temelji na znanju do kojega se došlo istraživanjima na Institutu.

Pogledajmo, dakle, kako je izgledao posjet građana Institutu tijekom Otvorenih dana.

### Četiri staze, šesnaest točaka

Većinu posjetitelja činile su organizirane grupe učenika i nastavnika iz osamdesetak osnovnih škola i gimnazija iz čitave Hrvatske te dvije iz Bosne i Hercegovine (sl. 1.). Autobusi s učenicima smjenjivali su se jedan za drugim (sl. 2.).

Osim školaraca, među posjetiteljima je bilo i organiziranih grupa studenata s triju fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Kineziološki fakultet, Prehrambeno-biotehnološki fakultet i Prirodoslovno-matematički fakultet, smjer fizika) te studenata Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci i Fakulteta prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije u Splitu. Institut su, nadalje, posjetili članovi sedam diplomatskih



Slika 2. Autobus iskrcava učenike pred ulazom u Institut. Foto: Josip Uhr.

predstavništava – Indonezije, Irana, Japana, Rusije, Sjedinjenih Država i Slovačke, zatim predstavnici gospodarstva, medija, zagrebačkoga gradskog poglavarstva, na čelu s gradonačelnikom Milanom Bandićem, saborskog Odbora za pravosuđe, državni tajnik za znanost (i uz to ruđerovac!) prof. dr. sc. Dražen Vikić-Topić, savjetnik za znanost predsjednika Republike prof. dr. sc. Izet Aganović te velik broj samostalnih posjetitelja.

Odmah uz sam ulaz u Institut postavljen je stol (sl. 3.) na kojemu je svaki posjetitelj dobio prigodni bilten i brošuru, plakat, nešto promidžbenoga materijala (kemijske olovke) i bočicu vode ili napitka za što su se pobrinuli naši sponzori: Agrokor, Coca-Cola, Jamnica, Pan Pek i Studena. Na stolu je bila postavljena i knjiga dojmova u koju su se posjetitelji mogli upisati na odlasku s posjeta Institutu. Atmosfera na prostoru oko ulaza mogla je površnom promatraču djelovati kaotično, no ipak je svaka grupa posjetitelja imala svog vodiča, u pravilu mlađeg Ruđerovog zaposlenika, koji joj je pomagao da se snađe u mnoštvu ljudi (sl. 4.).



**Slika 3.** Glavna organizatorica Otvorenih dana IRB-a prof. dr. sc. Greta Pifat-Mrzljak dočekuje posjetitelje. Foto: Josip Uhlr.



**Slika 4.** Dio atmosfere koja je tijekom Otvorenih dana vladala na ulazu u Institut. Foto: Josip Uhlr.

## Jedan šator, dvije predavaonice

Odmah nakon ulaska posjetitelji su upućivani prema dvama šatorima koji su prigodno postavljeni u institutskom parku (sl. 5.). U jednome od šatora (lijevom) prikazivao se film o Zavodu za istraživanje mora u Rovinju koji također pripada Institutu »Ruđer Bošković«. Šatori su poslužili za kraće zadržavanje ljudi u trenucima veće navale posjetitelja, a također i kao dobar zaklon od sunca u četvrtak i petak te od kratkotrajnog pljaska u subotu poslijepodne. Iz šatora su mladi Ruđerovi novaci odvodili posjetitelje u jednu od dviju predavaonica u kojima je naizmjenice svakih pola sata iznova započinjalo predavanje o Institutu. Za one koji ne znaju treba reći da na Institutu »Ruđer Bošković« postoje dvije velike predavaonice, od kojih svaka ima po sedamdesetak mjesta za sjedenje. To su predavaonica trećeg krila, popularno zvana Plava dvorana (sl. 6.), i predavaonica prvog krila (sl. 7.).

Plava dvorana opremljena je najsuvremenijim tehničkim pomagalicama za predavanja i video-konferencije, dok dvorana



**Slika 5.** Grupa posjetitelja kreće se iz šatora prema predavaonici prvog krila. Foto: Josip Uhlr.



**Slika 6.** Posjetitelji u Plavoj dvorani očekuju početak predavanja. Foto: Josip Uhlr.



**Slika 7.** Dr. sc. Karlo Hock u predavaonici prvog krila govori o povijesti Instituta. Foto: Josip Uhrli.

prvog krila, iako opremljena pločom, računalom, projektorom i projekcijskim platnom, ipak tehnički zaostaje za Plavom dvoranom.

Nakon što bi odslušali polusatno predavanje o Institutu, posjetitelji su dijeljeni u grupe od desetak ljudi; tipično je bilo pet do osam grupa. Svakoj je grupi dodijeljen vodič koji ih je vodio u obilazak Instituta (sl. 8.). U predavaonici prvog krila predavanje je započinjalo svaki puni sat (10:00, 11:00, 12:00...), a nakon predavanja posjetitelji su mogli birati između tzv. zelene staze (ili staze A) i žute staze (ili staze B), dok su predavanja u Plavoj dvorani započinjala svaki polusat (09:30, 10:30, 11:30...), a posjetitelji su se nakon odslušanoga predavanja mogli odlučiti između crvene staze (staza C) i plave staze (staza D). Na svaku su stazu upućivane po jedna do četiri grupe posjetitelja i svaka je grupa svoje razgledavanje započinjala od različite točke. U daljnjem prikazu pratit ćemo četiri grupe, po jednu za svaku stazu, koje su svoje razgledavanje započele od prve točke u svojoj stazi, tj. od točaka A1, B1, C1 i D1.



**Slika 8.** Dr. sc. Vibor Roje vodi grupu posjetitelja iz Plave dvorane u obilazak po crvenoj stazi. Foto: Josip Uhrli.

Tablica 1. Točke na zelenoj, žutoj, crvenoj i plavoj stazi

<p><b>Zelena staza (staza A)</b></p> <p><b>A1</b> Moderni krojači materijala</p> <p><b>A2</b> Pretražni elektronski mikroskop – pogled u nevidljivi svijet</p> <p><b>A3</b> Kako svijetle nanokristali?</p> <p><b>A4</b> Putovanje u prošlost</p>	<p><b>Žuta staza (staza B)</b></p> <p><b>B1</b> Organska kemija u svakodnevnoj upotrebi</p> <p><b>B2</b> Jezgre atoma – mali magneti</p> <p><b>B3</b> Morski nanosvijet</p> <p><b>B4</b> Upoznajte bakteriju otpornu na zračenje!</p>	<p><b>Crvena staza (staza C)</b></p> <p><b>C1</b> Spektroskopija – od ekologije do forenzike</p> <p><b>C2</b> Čudesni svijet molekula i kristala</p> <p><b>C3</b> Pozor! Kozmičke zrake Vas bombardiraju!</p> <p><b>C4</b> Kako se čita DNA?</p>	<p><b>Plava staza (staza D)</b></p> <p><b>D1</b> Alisa u Zemlji informacija</p> <p><b>D2</b> Imate li Vi i Vaš kućni ljubimac kamence istog sastava?</p> <p><b>D3</b> Nuklearna fizika i akceleratori – od atomskih jezgri do zvijezda</p> <p><b>D4</b> Slaganje mozaika bolesti – novi pristupi u liječenju</p>
---	---	--	--

## Zelena staza

Posjetitelji koji su prošetalili zelenom stazom posjetili su najprije Laboratorij za tanke filmove. Tamo su čuli priču o magnetronskom raspršivanju, suvremenoj metodi pripreme novih materijala. Uređajem CMS-18, koji je u Laboratoriju nabavljen i postavljen 2004. godine (sl. 9.), moguće je odabrati četiri različita materijala koja se četirima magnetronima raspršuju u atome te

zatim nanose na prikladne podloge. Istodobnim nanošenjem iz više magnetrona pripravlja se slitine u širokom rasponu sastava i faza. Tim se postupkom mogu pripremiti uzorci slojevite strukture s točno definiranim debljinama pojedinih slojeva. Uređaj omogućuje dodatak reaktivnih plinova (vodika, kisika...) u snop raspršenih atoma, pri čemu dolazi do kemijskih reakcija te se na taj način može tijekom nanošenja (depozi-



Slika 9. Aleksa Pavlešin pokazuje uređaj za magnetronsko raspršivanje. Foto: Josip Uhl.



**Slika 10.** Dr. sc. Marijan Gotić posjetiteljima tumači princip rada pretražnog elektronskog mikroskopa. Foto: Josip Uhlr.

cije) varirati kemijski sastav pripravljanog materijala. Podloga za nanošenje može se zagrijati do 800 °C, čime možemo regulirati fazni sastav. Budući da je magnetronsko raspršenje termodinamički neravnotežan proces, njime možemo pripravljati i slitine materijala koji se ne mogu miješati pa su tako, primjerice, pripravljene slitine srebra i volframa iako se srebro i volfram u normalnim uvjetima ne miješaju.

U Zavodu za kemiju materijala, na točki A2, posjetitelji su imali prilike vidjeti pretražni elektronski mikroskop s emisijom polja (engl. *Field Emission scanning Electron Microscope*), model JSM-7000F, Jeol, Japan, i čuti nešto o principu njegova rada (sl. 10.). Za razliku od običnoga, optičkog mikroskopa, elektronski se mikroskop umjesto zrakama vidljive svjetlosti koristi snopom elektrona, a njime se postižu povećanja i do 500 000



**Slika 11.** Dr. sc. Mile Ivanda: »Snažan laserski snop fokusiran mikroskopom Ramanovog spektrometra zavibrira različite nanokristale koji uzvraćaju zračenjem svjetlosti otkrivajući vlastita svojstva.« Foto: Josip Uhlr.

puta! Konstrukcija elektronskog mikroskopa tehnički je dosta složena. Posebno su bile zanimljive slike nanočestica različitih metalnih oksida pripremljenih u Laboratoriju za sintezu novih materijala.

## Nanokristali i ugljik-14

U Laboratoriju za molekulska fiziku IRB-a moglo se čuti o istraživanjima optičkih i strukturnih svojstava različitih nanokristala, što će reći kristala nanometarskih dimenzija (sl. 11.). U tom je laboratoriju prošle godine instaliran novi Ramanov spektrometar. Ramanova spektroskopija je spektroskopska metoda koja se temelji na neelastičnom raspršenju svjetlosti na uzorku. Nazvana je u čast indijskom znanstveniku C. V. Ramanu koji je za otkriće neelastičnog raspršenja nagrađen Nobelovom nagradom 1930.

Zadnja točka na zelenoj stazi vodi nas u daleku prošlost. U Laboratoriju za mjerenje niskih aktivnosti već se četrdeset godina primjenjuje metoda određivanja starosti arheoloških i geoloških uzoraka metodom  $^{14}\text{C}$ . Metoda se temelji na činjenici da prirodni ugljik što kruži u biosferi sadrži malen, ali konstantan udio izotopa  $^{14}\text{C}$ . Nakon smrti biljke, životinje ili čovjeka, udio izotopa  $^{14}\text{C}$  u preostalom materijalu počne se smanjivati prema točno poznatom pravilu (tzv. eksponencijalni zakon radioaktivnog raspada), pa tako mjerenjem aktivnosti preostalog izotopa  $^{14}\text{C}$  možemo s priličnom točnošću odrediti starost uzorka.

Posjetitelji su imali prilike razgledati dio Laboratorija u kojemu se obavlja kemijska priprema uzoraka (sl. 12.). Uređaji za mjerenje aktivnosti  $^{14}\text{C}$  nalaze se u podrumskim prostorijama kako



**Slika 12.** Dr. sc. Bogomil Obelić u razgovoru s diplomatskim predstavnicima Republike Indonezije u Laboratoriju za mjerenje niskih aktivnosti. U pozadini stoji dr. sc. Damir Kralj. Foto: Josip Uhlr.



**Slika 13.** Otvoreni dani bili su prilika za obiteljski posjet radnom mjestu. Mama, ruđerovka dr. sc. Lidija-Marija Tumir, tata, bivši ruđerovac dipl. ing. Hrvoje Tumir te njihova djeca Paula, Daniel i Ana u laboratoriju CATBIO. Foto: Tomislav Portada

bi se što više smanjio utjecaj kozmičkoga zračenja i povećala preciznost mjerenja. Za određivanje starosti dovoljno je svega nekoliko miligrama uzorka.

### Žuta staza

Prva točka žute staze, točka B1, nalazila se u Laboratoriju za stereoselektivnu katalizu i biokatalizu (CATBIO). To je jedna od dviju točaka kojima se predstavio Zavod za organsku kemiju i biokemiju IRB-a, i ujedno točka na kojoj sam bio jedan od predavatelja. Posjetiteljima smo ukratko ispričali čemu sve služi organska kemija u svakodnevnom životu. Polimerni materijali (plastika), kozmetika, lijekovi i LCD-zaslone samo su neki od svakodnevnih primjera uporabe organske kemije. Zatim smo opisali postupak pripreme, izolacije i identifikacije organskih spojeva te pribor i uređaje kojima se u tom poslu služimo. Najveće zanimanje mlađih posjetitelja pobudila je magnetska miješalica, uređaj koji magnetskim poljem okreće dugoljasti magnetič zarobljen u teflonskoj ovojnici, i time miješa reakcijsku smjesu u staklenoj tikvici (sl. 13.).

Sljedeća točka žute staze bila je smještena u Centru za nuklearnu magnetsku rezonanciju (NMR). Centar posjeduje dva spektrometra za spektroskopiju NMR u otopinama: Bruker Advance 300 MHz i Bruker Advance 600 MHz. Spektroskopija NMR osniva se na činjenici da se jezgre atoma u molekulama ponašaju kao mali magneti, a način njihova ponašanja ovisi o načinu na koji su povezani s drugim atomima, pa proučavanjem njihova ponašanja u jakim magnetskim poljima možemo izvesti zaključke o strukturi promatrane molekule. O važnosti te metode dovoljno govori činjenica da se danas broj i vrsta spektrometara NMR koje posjeduje akademska zajednica

neke zemlje uzima kao mjerilo znanstvene i tehnološke razvijenosti te države, a kao sintetski organski kemičar mogu dodati da bi mi bilo nezamislivo raditi svoj posao bez pomoći kolega iz Centra za NMR.

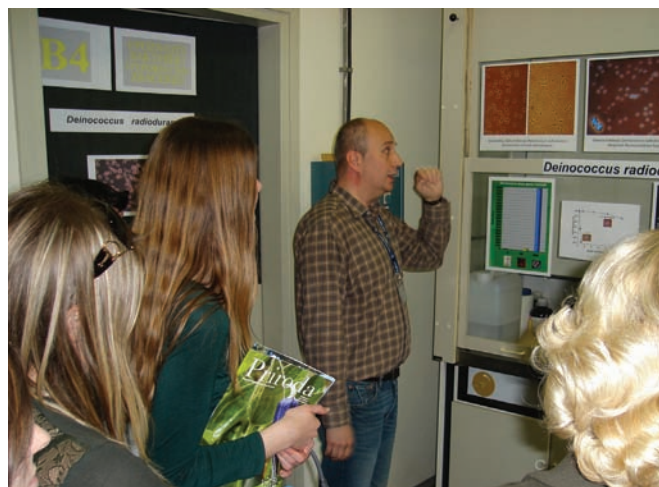
### Živi svijet u kapljici mora

U nastavku obilaska posjetitelji su pomoću nanoskopa – mikroskopa atomskih sila (AFM, od engl. *Atomic Force Microscope*) – zavirili u sićušan svijet skriven u kapljici mora. Osim živih organizama, kap mora sakriva i različite strukture nežive organske tvari, kakav je primjerice gel koji nastaje u prirodnoj pojavi cvjetanja mora u sjevernome Jadranu (sl. 14.).

Obilazak žutom stazom završio je pričom o ekstremofilima, organizmima koji su se prilagodili životu u ekstremnim uvjetima. Jedan takav ekstremofil je gram-pozitivna, crveno pigmenti-



**Slika 14.** Prethodna se grupa zadržala malo dulje nego što je predviđeno, što je bila dobra prilika za kratki predah između dviju točaka. Foto: Josip Uhrl.



**Slika 15.** Čitatelji *Prirode* slušaju izlaganje dr. sc. Davora Zahradke o bakteriji *Deinococcus radiodurans*. Foto: Josip Uhrl.

rana aerobna bakterija *Deinococcus radiodurans* promjera 12 mikrometra koja je izuzetno otporna na ionizirajuće zračenje, UV-zračenje, isušivanje te na mutagene kemijske spojeve (sl. 15.). Bakterija *D. radiodurans* može podnijeti dozu ionizirajućeg zračenja 3000 puta veću od one koja bi ubila čovjeka!

Laboratorij za molekularnu mikrobiologiju IRB-a sudjelovao je u rasvjetljavanju mehanizma popravka DNA koje omogućava brzo i precizno sklapanje kromosoma bakterije *D. radiodurans* nakon oštećenja zračenjem.

### Crvena staza

Početna točka crvene staze bila je smještena u Laboratoriju za molekularnu spektroskopiju IRB-a. To je ujedno bila i druga od dviju točaka kojima se predstavio zavod u kojemu radim – Zavod za organsku kemiju i biokemiju. Spektroskopija je znanstvena disciplina koja se temelji na međudjelovanju zračenja i materije. Posjetitelji su imali prilike vidjeti suvremeni uređaj

za infracrvenu spektrometriju (FTIR) te čuti o spektroskopiji općenito, kao i o njezinim primjenama u analitici, identifikaciji, u objašnjavanju pojava u ekologiji (globalno zatopljenje, plava boja mora) i rješavanju slučajeva u forenzici.

Nakon Laboratorija za molekularnu spektroskopiju, posjetitelji su obišli Laboratorij za kemijsku i biološku kristalografiju (točka C2). Znanstvenici zaposleni u tom laboratoriju bave se rendgenskom strukturnom analizom, metodom kojom pomoću rendgenskih zraka mogu rekonstruirati pravilni raspored atoma i molekula u kristalima. Osim rendgenske strukturne analize, u istraživanjima se služe i metodama molekuskog modeliranja (MM). Pomoću računalnih programa za modeliranje proučavaju oblik i dinamiku molekula te način njihova vezanja za druge molekule, npr. nukleinske kiseline i proteine (sl. 16.). Znatna dio istraživanja odnosi se na biljne hormone, auksine, i njihove receptore.

U predzadnjoj točki crvene staze posjetitelji su saznali da kroz svakoga od nas svake sekunde proleti 600 bilijuna ( $6 \cdot 10^{14}$ ) neutrina,



**Slika 16.** Dr. sc. Sanja Tomić tumači učenicima zagrebačke V. gimnazije kako se auksin veže u aktivno mjesto auksinskog receptora. Foto: Josip Uhl.



najbrojnijih čestica kozmičkoga zračenja (sl. 17.). Sva je sreća što neutrim slabo međudjeluju s tvari kroz koju prolaze jer u suprotnome ne bi nam se dobro pisalo! Međutim, kozmičko se zračenje sastoji i od drugih čestica, a ne samo od neutrina. Tu su još protoni, alfa-čestice, pa i pokoja zalutala gama-zraka, no sve one u pravilu ne dopiru do Zemljine površine jer se već u visokim slojevima atmosfere sudaraju s drugim česticama, pri čemu nastaju kratkoživući pioni koji se dalje raspadaju u mione. Ni mioni nisu duga vijeka (traju nekoliko mikrosekundi), ali ipak žive dovoljno dugo da ih možemo opaziti i izmjeriti. Proučavajući kozmičke zrake, možemo mnogo naučiti o postanku i sudbini svemira.

### Uređaj za čitanje gena

Zadnja točka crvene staze bila je smještena u Zavodu za molekularnu biologiju. Tamo je posjetiteljima predstavljen uređaj za »čitanje« molekule deoksiribonukleinske kiseline (DNA) – sekvenator DNA. Molekulu DNA možemo zamisliti kao magnetofonsku vrpcu na koju su snimljene informacije, s tom razlikom što su na magnetofonskoj vrpici informacije zabilježene

u obliku razlike u magnetizaciji pojedinih odsječaka vrpce, dok su u molekuli DNA informacije zabilježene variranjem slijeda nukleobaza – adenina (A), gvanina (G), citozina (C) i timina (T). Metode određivanja slijeda nukleotida u molekuli DNA razvijale su se sredinom 1970-ih godina zajedno s drugim metodama tehnologije rekombinantne DNA. Najpoznatija je i najučinkovitija dideoksi-metoda što ju je razvio Fred Sanger sa suradnicima 1977. godine (i za nju, zajedno s Walterom Gilbertom, dobio Nobelovu nagradu za kemiju 1980.). Ona se temelji na zaustavljanju enzimske sinteze lanca DNA ugradnjom nukleotidnog analoga, pa se još naziva i enzimskom metodom. Na tom se načelu, uz manje preinake i usavršavanje, temelje i današnji automatski sekvenatori DNA. Enzimu koji umnožava lanac DNA stalno se »podmeću« lažni, fluorescentnim bojama obilježeni supstrati, što dovodi do nastajanja fragmenata koji se razlikuju po duljini za samo jedan nukleotid, a boja im je određena završnim nukleotidom. Nakon toga, fragmenti se odjeljuju elektroforezom u matrici, a detekcija se provodi laserskim čitačem. Signali se računalno pohranjuju i obrađuju. Sekvenatorom je moguće dnevno očitati više od 25 000 baza.



Slika 17. Dr. sc. Igor Gašparić: »Neutrini neprestano proljeću kroz nas!« Foto: Josip Uhrl.

## Plava staza

Plava staza započinjala je na prvi pogled neobičnom točkom – institutskom knjižnicom. Točka je neobična po tome što se njome nije predstavljao nijedan laboratorij. Pa ipak, postojanje dobro opremljene i uvijek dostupne knjižnice nužan je uvjet kvalitetnog znanstveno-istraživačkog rada. Nagli razvoj informacijskih tehnologija 1990-ih godina preko noći je izmijenio izgled i način rada knjižnice. Djelatnici knjižnice pomažu svojim korisnicima da se ne izgube i ne zalutaju u pronalaženju traženih informacija. Na prezentaciji knjižnice (sl. 18.) posjetiteljima su predstavljene mrežne sadržaji zanimljivi različitim grupama korisnika – počevši od pomoći u svakodnevnom životu, preko učenja na daljinu (engl. *e-learning*; dobar primjer za to je e-škola, projekt Hrvatskoga prirodoslovnog društva), pa sve do novih trendova u znanstvenoj komunikaciji.

Tema druge točke na plavoj stazi bili su mokraćni kamenčići. Analiza kemijskog sastava mokraćnog kamenca važna je dijagnostička metoda. Poznavanjem sastava kamenca liječnik će moći zaključiti o mehanizmima koji su doveli do njegova

nastanka te propisati daljnju terapiju i način prehrane radi sprječavanja njegova ponovnog stvaranja. Analize kamenaca provode se na IRB-u od 1963., u početku metodom renegenske difrakcije, a nešto kasnije – i sve do danas – infracrvenom spektroskopijom (sl. 19.). U Laboratoriju za analitičku kemiju



**Slika 19.** Tonko Dražić, dipl. ing., odgovara na pitanja o mokraćnim kamenčićima. Foto: Josip Uhr.



**Slika 18.** Marina Mayer, dipl. knjižničarka, tumači kako se snaći u zamršenom svijetu informacija. Foto: Josip Uhr.



Slika 20. Dr. sc. Ivančica Bogdanović-Radović uključuje model Van den Graaffova generatora. Foto: Josip Uhrli.

IRB-a do danas je načinjeno 17 500 analiza. Neki od uzoraka bili su impozantnih dimenzija, pa je tako posjetiteljima pokazan kamen nepravilna oblika kojemu najveća dimenzija doseže gotovo 6 cm!

Posjetitelji su zatim u točki D3 imali prilike vidjeti golemi elektrostatski tandemski Van den Graaffov akcelerator čestica kojim se snopovi iona usmjeravaju na mete u posebnim komorama za mjerenje (sl. 20.). Rezultati takvih istraživanja mogu pomoći u razumijevanju procesa koji se odvijaju tijekom evolucije zvijezda i eksplozije supernova, u kojima nastaju jezgre teških elemenata. Osim toga, ta se istraživanja mogu primijeniti i u nuklearnoj energetici, medicinskoj dijagnostici i liječenju, istraživanju i proizvodnji novih materijala te u čitavom nizu drugih područja. Neki od tih novih sustava razvijaju se i primjenjuju i na IRB-u.

Obilazak Instituta plavom stazom završava točkom D4 i pričom o novim dijagnostičkim metodama u molekularnoj medicini. Nanošenjem biološkog uzorka na tzv. *DNA chip*, pločicu koja sadrži pravilno raspoređene specifične oligonukleotide (krat-

ke odsječke molekule DNA), moguće je istodobno pratiti aktivnost velikog broja (više od 30 000) gena u uzorku. Tom se metodom mogu, na osnovi razlike u aktivnosti pojedinih gena, razlikovati zdrava tkiva od bolesnih te na taj način pronaći moguće biljege (biomarkere) za pojedinu bolest. Primjenom drugih metoda, kao što je npr. kvantitativna lančana reakcija polimeraze (qPCR), može se još više suziti krug biomolekula odgovornih za nastanak ili razvoj bolesti.

Drugi, donekle sličan pristup, jest proučavanje i usporedba proteina prisutnih u stanicama bolesnog i zdravog tkiva. Danas već postoje metode kojima možemo istodobno analizirati sve proteine koji se nalaze u nekom tkivu, što dovodi do napretka u razumijevanju uloge proteina u fiziološkim procesima. Tim se metodama nastoji postići rano otkrivanje bolesti i ciljano liječenje oboljelih.

### Kraj razgledavanja ili tek početak novoga?

Iako je programom razgledavanja Instituta bilo predviđeno da svaki posjetitelj na Institutu provede pola sata slušajući pre-



**Slika 21.** Povratak s obilaska Instituta po zelenoj stazi. Za jedne kraj razgledavanja, a za druge tek početak novoga. Foto: Josip Uhrli.

davanja, i potom sat vremena u obilasku jedne (i samo jedne) staze te tako razgleda tek četiri točke od mogućih šesnaest, bio je nemali broj onih koji su se nakon prolaska jednom stazom, oduševljeni viđenim, odlučili za drugu, pa treću, a neki i za sve četiri! Pojedini su posjetitelji čak dolazili dva dana za redom kako bi razgledali ono što prethodnoga dana nisu stigli vidjeti (sl. 21.).

Procjenjuje se da je tijekom Otvorenih dana Institut posjetilo oko 4200 ljudi. O Otvorenim danima IRB-a bilo je riječi na svim većim radijskim i televizijskim postajama te u većini dnevnih i tjednih informativnih novina. Vjerujem da je predstavljanje Instituta kroz Otvorene dane potaklo školarce da razmisle o bavljenju prirodnim znanostima, biotehnologijom ili informatikom kao životnom pozivu, studente da razmisle o Institutu kao mjestu izrade svoga diplomskog rada, doktorske disertacije i zaposlenja, gospodarstvenike da razmisle o Institutu kao mogućem poslovnom partneru, a političare da shvate kako je jedino redovitim i stalnim ulaganjima u znanost moguće ostvariti razvoj društva i visokoškolskog obrazovanja na dobrobit svih naših građana.

Na kraju želim reći da je ovaj članak, koliko god se možda na prvi pogled činio opširnim, ipak tek letimičan pregled svega onoga što se na Institutu događalo tijekom Otvorenih dana, kao što su i sami Otvoreni dani tek letimičan pregled svega onoga čime se zaposlenici IRB-a bave. O tome bi se moglo napisati još mnogo zanimljivog teksta pa ovim putem pozivam i svoje kolege ruderoce neka napišu pokoji članak za *Prirodu* o svome radnom mjestu, svojim najbližim suradnicima i o poslu kojim se bave.

## Literatura

1. Glasilo Instituta »Ruđer Bošković« povodom Otvorenih dana 2008. (glavni urednik: dr. sc. Ivanka Jerić).
2. Prof. dr. sc. Greta Pifat-Mrzljak: Izvještaj o pripremama za održavanje Otvorenih dana IRB-a od 24. do 26. 4. 2008., Zagreb, 30. travnja 2008.