



# NOVICE IJS

Interno glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Številka 137, maj 2008

*Vemo, kaj smo, toda ne vemo  
kaj bi lahko bili.*

*Shakespeare*

**Dan odprtih vrat ~ Podelitev priznanj zlati znak Jožefa Stefana ~ Prispevka nagrajencev ~ Obisk na Antarktiki ~ Poročila s sej UO in ZS IJS ~ Odprtje razstave Martina Avsenika**

<b>Prispevki.....</b>	<b>3</b>
Zadnja sobota v marcu – "Dan odprtih vrat" .....	3
Obisk učencev 4. b OŠ Bičevje .....	4
Podpora podjetništvu pred vašimi vrati .....	4
Dogodek o raziskovalnih izzivih prihodnosti interneta .....	6
Podelitev priznanj zlati znak Jožefa Stefana .....	7
Elektroni v nanostrukturah in fizika kvantnih nečistoč.....	10
Fotorazgradnja organskih onesnaževal v vodnih raztopinah z imobiliziranim titanovim dioksidom: novi načini za doseganje višje učinkovitosti .....	13
Obisk ukrajinske postaje na Antarktiki.....	16
<b>Sporočili so nam.....</b>	<b>17</b>
Varnostniki na IJS in Rektorskem centru v Podgorici stavkali za višje plače .....	17
Poročila z 68. seje UIO IJS ter s 147. in 148. seje ZS IJS.....	18
Prišli - odšli .....	19
Obiski po odsekih.....	20
<b>Kulturno dogajanje na IJS .....</b>	<b>21</b>
Odprtje razstave Martina Avsenika.....	21

## Centri odličnosti

V začetku aprila smo vsi, ki smo sodelovali v Centru odličnosti Nanoznanosti in nanotehnologije 2004–2007, prejeli od Tamare Matevc in prof. Mihailovića prijazno e-pismo, v katerem sta nas pozvala, naj odgovorimo na nekatera vprašanja, ki se tičejo organizacije. Seveda sem se z zamudo podala na splet, kar pa ne pomeni, da o vprašanih nisem razmišljala. Ob tem pa so mi na misel prišli naslednji verzi iz Ježkove pesmi »Sreča stanuje v sedmem nadstropju«.

*Sreča stanuje v sedmem nadstropju.  
Lift je pokvarjen, moram peš.  
Koliko hoje, koliko muje,  
koliko teh enoličnih stopnic.*

Muja in enolične stopnice se vsekakor nanašajo na obilje birokracije in podvajanja dela, ki smo ga bili deležni. Držim pesti, da bi številne komentarje, ki so se zbrali na spletu, v prihodnjem centru upoštevali. To pa z Ježkovimi besedami pomeni, da »bo lift delal in da bo tudi sreča doma, ko bomo potrkali na njena vrata«. Da ne pozabim, Tamara in Maja ter vsi tisti, ki ste nam pomagali pri zbiranju računov, opozarjanju na roke,... brez vas bi bilo veliko težje.

Polona Umek

## Novice IJS, glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Urednika: dr. Polona Umek in Marjan Verč, univ. dipl. inž. el.

Lektor: dr. Jože Gasperič

Naslovnica: Pri raziskovanju reakcij halogeniranja, ki bi čim manj obremenjevale okolje, nadomestimo molekularne halogene z njihovo tvorbo v reakcijski zmesi z uporabo oksidanta. Najboljši oksidant je vsekakor zrak, v tem primeru ujet v balon, ki hkrati prinese malo barvitosti v digestorij. Avtor slike je doc. dr. Jernej Iskra, K-3.

Fotografije: Marjan Smerke in avtorji prispevkov

<http://www-novice.ijs.si>, e-pošta: [novice@ijs.si](mailto:novice@ijs.si). Tisk: Grafika M, fotoliti: Fotolito Dolenc

Ponatis vsebine je dovoljen z opombo, da gre za prispevek iz Novic IJS.

Članke, predloge in pripombe lahko pošljete po e-pošti: [novice@ijs.si](mailto:novice@ijs.si).

Za vsebino strokovnih in (poljudno)znanstvenih člankov odgovarjajo avtorji.

ISSN 1581-2715

## ZADNJA SOBOTA V MARCU – "DAN ODPRTIH VRAT"

dr. Špela Stres, IJS

Izkušnje zadnjega dneva odprtih vrat, 29. 3. 2008, ki je potekal koordinirano na Jamovi in Reaktorskem centru Brinje, so pozitivne. Po dolgih letih smo imeli dan odprtih vrat spet na soboto in odziv je bil daleč nad pričakovanji: na Jamovi si je prostore Instituta ogledalo več kot 700, Reaktor pa več kot 400 ljudi.

Obiskovalce smo povabili, da se ob polni uri med 10. in 14. uro zberejo pri vratarju na Jamovi ter si izberejo enouren ogled laboratorijev Instituta. Na voljo je bilo devet različnih predstavitvenih ogledov znotraj treh programov – 1. program: Snov, robotika; 2. program: Bio-kemo-fiz ter 3. program: Znanje, sistemi, materiali in okolje. Ob 11h in 12h je bil z Jamove organiziran prevoz na enoto Instituta v Podgorici; zaradi velikega zanimanja obiskovalcev pa sta od 11h naprej avtobus in minibus vozila nepretrgoma. Na Reaktorju so si obiskovalci lahko ogledali laboratorije v predstavitev štirih programov: 1. program: Okolje: Hg laboratorij – geokemija – pospeševalnik; 2. program: Jedrska tehnologija – reaktor TRIGA; 3. program: Okolje: radiološki del – vroča celica in 4. program: Jedrski odpadki (ARAO).



**Obisk razstave na ICJT (foto: R. Istenič)**

Zavedali smo se omejitev pri številu obiskovalcev. Zaradi velikosti laboratorijev je bil predviden ogled Instituta v skupinah po največ 15 obiskovalcev. Naenkrat bi tako brez težav lahko v 9 različnih enournih programih sprejeli 135 obiskovalcev. Glede na obisk prejšnjih let se je to zdela smiselna ocena. Vendar se je ob 10h na Institutu naenkrat znašlo več kot 250 obiskovalcev in obisk skoraj do konca dneva ni upadel. Odziv je bil predvsem zelo velik zaradi osnovnih in srednjih šol, ki smo jih obvestili preko

ministrstva za šolstvo. Kljub prošnji, naj se šole na obisk najavijo, pa se je vnaprej najavila le približno polovica šol.



**Obisk Mikroanalitskega centra (foto: R. Istenič)**

Vsem koordinatorjem se želim najlepše zahvaliti za trud, za izjemno dobro voljo, ki so jo izkazovali ves dan, ter za vso pripravljenost za sodelovanje. Dan je minil ne samo brez zapletov, ampak tudi prijetno! Ker je sijalo sonce, smo se koordinatorji z veseljem zadrževali pri vratarnici – izkoristili smo priložnost za sončenje na delovnem mestu, saj je nimamo pogosto.

Upam, da bomo dogodek drugo leto ponovili ravno tako uspešno – več ljudi bi pravzaprav že težko sprejeli; lahko pa se potrudimo za še boljše kvaliteto predstavitev. Zdaj imamo izkušnjo več in upam, da jo bomo naslednje leto zadnjo soboto v marcu dobro uporabili.

## OBISK UČENCEV 4. B OŠ BIČEVJE

V začetku marca so nas obiskali učenci 4. b razreda OŠ Bičevje. Z dr. Danijelo Kuščer iz K5 so opazovali različne »življenjske« materiale (kot npr. papir, nit, volno, las, muho, cvetni prah) z elektronskim mikroskopom, med delom so opazovali steklopihalca Pera Kolobariča, medtem ko jim je mag. Tomaž Ogrin iz K1 prikazal kemijske poskuse s tekočim dušikom. Iz

zahvalnega pisma, ki so ga poslali, je razvidno, da so bili nad obiskom zelo navdušeni. Ob zahvalnem pismu so priložili še slike, ki so sedaj razstavljene na oglasni deski K5. Nam vsem pa naj bo to še dodatna spodbuda oziroma motivacija za nadaljnje delo.

*Tina Ručigaj, K5*

## PODPORA PODJETNIŠTVU PRED VAŠIMI VRATI

dr. Špela Stres, U9

V sredo, 7. 2. 2008, je podpredsednik Evropske komisije, Günter Verheugen, na pot slovesno pospremil nov vseevropski projekt in mrežo za podporo podjetništvu v Evropi. Cilj mreže je pomagati predvsem majhnim in srednje velikim podjetjem (SME-jem) pri razvoju inovativnosti in širitvi na evropski trg. Evropska podjetniška mreža bo tako v letih 2008–2013 povezovala več kot 500 kontaktnih točk za evropske podjetnike, kjer bo na področju Evrope z željo po nadaljnji širitvi vsakemu podjetju omogočen dostop do podpornih dejavnosti.



### Logo nove mreže Enterprise Europe Network

Slovesnemu začetku projekta so prisostvovali tudi Janez Potočnik, evropski komisar za znanost in raziskave, slovenski minister za gospodarstvo Andrej Vizjak, predsednik Odbora regij, Luc Van den Brande, in drugi pomembni evropski politiki ter predsedniki različnih gospodarskih družb in SME-jev.

Kot je rekel podpredsednik Evropske komisije, odgovoren za podjetništvo in industrijo, Verheugen, je "nova Evropska podjetniška mreža mejnik v celostni politiki komisije, ki promovira podjetništvo in rast podjetij v Evropi" ter pozval podjetnike v EU in zunaj nje, da jo uporabljajo po svojih najboljših močeh.

Predsednik Evropskega socialno-ekonomskega sveta, Dimitris Dimitriadis, pa je dodal, da je "podjetništvo ključnega pomena za Evropo, ki se bo zmoгла soočiti z izzivi globalizacije tudi z inovativnostjo in tako, da bo ustvarjala nova delovna mesta".

### Evropska podjetniška mreža

Mreža združuje moči predhodnih Euro Info Centrov (EIC) – v Sloveniji so v letih 2003–2008 delovali trije, po eden v Ljubljani, Mariboru in Kopru – z mrežo IRC, katere koordinator je bil v letih 2004–2008 Institut "Jožef Stefan", sodelujoča organizacija pa je bil še Center za interdisciplinarne in multidisciplinarne raziskave in študije Univerze v Mariboru. EIC-ji so v Evropi delovali od leta 1987, v Sloveniji pa od leta 1994 v Ljubljani in od leta 2000 v Mariboru ter Kopru, IRC pa je svoja vrata odprl leta 1997.

Z novo mrežo bo podjetjem pomoč za njihovo delovanje dostopnejša, kar sporoča tudi geslo »Business support at your doorstep/ Poslovni nasvet pred vašimi vrati«. Poslovanje mreže in vsakega njenega partnerja naj bi uresničevalo moto, da "ne morete trkati na napačna vrata". Vsakemu SME-ju bo na voljo prav zanj prilagojeno svetovanje, najnovije tehnologije in vsaka od organizacij nove Evropske podjetniške mreže. V Sloveniji so pod koordinatorstvom Instituta »Jožef Stefan« v mreži povezane naslednje organizacije: Obrtno-podjetniška zbornica, Gospodarska zbornica Slovenije, Center za interdisciplinarne in multidisciplinarne raziskave in študije Univerze v Mariboru, Mariborska razvojna agencija in Znanstveno-raziskovalno središče Univerze na Primorskem.

Evropska komisija – Generalni direktorat za podjetništvo in industrijo ter Generalni direktorat za gospodarstvo in finančne zadeve sta v Ljubljani v

petek, 28. marca, organizirala "EU finance day for SMEs". To je bil prvi izmed 27 dogodkov, ki jih bo Komisija organizirala v vseh prestolnicah EU letos in naslednje leto. Ker je bil dogodek v Ljubljani prvi in v času slovenskega predsedovanja Uniji, so na njem uradno najavili tudi delovanje slovenskega dela nove Evropske podjetniške mreže.

### Naloga Evropske podjetniške mreže

Nova podjetniška mreža je del celostne politike evropske komisije za promocijo podjetništva in rast podjetij v Evropi. Podprla bo SME-je iz vseh sektorjev, da bi izkoristili priložnost, ki jo ponuja enoten evropski trg.

#### 1. Pomoč podjetjem pri internacionalizaciji v EU

Okrog milijon evropskih SME-jev bi se lahko povežalo v poslovanje in investicije znotraj evropskih meja. Mreža bo razvila povezovanje med podjetji in potencialnimi partnerji. Omogočeno bo povezovanje posameznih podjetij, da bi vzpostavili sodelovanje, ki temelji na zaupanju.

Graditi je treba tudi tehnološka partnerstva na osnovi prenosa inovativnosti med SME-ji. Cilj je



Stavba Evropske komisije v Bruslju z napisom, ki promovira mrežo

pomagati SME-jem, da identificirajo partnerje in se pogodbeno povežejo z njimi.

#### 2. Inovacije, novi produkti in izkoriščanje možnosti enotnega evropskega trga

Majhnim podjetjem bo dostopna pomoč pri tehničnih problemih, kot so pravice intelektualne lastnine, standardi in EU-zakonodaja, saj je lahko majhnim podjetjem poslovanje zaradi nenehnega spreminjanja zakonodajnih principov oteženo.

V okviru mreže bo mogoče promovirati inovacije – spodbujati majhna podjetja, da bi postala bolj inovativna in se povezala z mrežami, ki združujejo inovacijske aktivnosti. Z dostopom do inovativnih tehnologij bodo SME-ji lažje kos tekmovalnosti globalizacije.



Dr. Boris Pukl, pomočnik direktorja za splošne zadeve Instituta "Jožef Stefan", podpisuje dogovor o sodelovanju med partnerji slovenskega konzorcija pri projektu Evropska podjetniška mreža.

#### 3. Dostop do EU-projektov in financiranja

Premostiti je treba vrzel v poznavanju različnega EU-financiranja in omogočiti podjetjem, da se bodo zavedala različnih možnosti financiranja, ter jih spodbuditi, naj sodelujejo pri raziskovalnih programih.

#### 4. Vzpostavljanje povezave s Evropsko komisijo

Evropska podjetniška mreža bo omogočila Komisiji pridobiti podatke o potrebah majhnih in srednje velikih podjetij ter tako zagotovila, da bodo iniciative Komisije skladne s potrebami SME-jev, ne da bi pomenile dodatno administrativno breme.

## DOGODEK O RAZISKOVALNIH IZZIVIH PRIHODNOSTI INTERNETA

Tomaž Klančnik, univ. dipl. inž. el., E-5

Internet, kot ga poznamo danes, je bil od svojega začetka izpostavljen mnogim pomembnim in temeljitim spremembam in tako postal kritična komunikacijska infrastruktura, na kateri temelji učinek naše ekonomije in socialnega varstva. Z več kot milijardo uporabnikov po celem svetu je internet postal infrastruktura, dostopna povsod in vedno. S prihodnjim razvojem brezžičnih tehnologij se v nekaj letih pričakuje rast števila uporabnikov interneta do štirih milijard.



**Udeleženci prireditve**

Internet se neprestano širi in ponuja storitve vedno večji populaciji uporabnikov, vedno več pa je tudi t. i. pametnih naprav, in s tem se razvijajo inovativne storitve, ki prispevajo k nadaljnjemu razvoju okolja inovacij, h kreativnosti in k ekonomske rasti. Tak razvoj je Evropska unija ocenila pozitivno v svojem okvirnem programu i2010, ki ponovno potrjuje podporo odprtosti, vzajemnemu sodelovanju in načelom "end-to-end"-komunikacije, ki zadevajo internet. Obenem se da slutiti, da internet, kot ga poznamo danes, dolgoročno morda ne bo v celoti zmožen podpirati vedno večjega obsega uporabe. Zato vprašanje prihodnosti interneta močno pridobiva na veljavi, in druge regije v svetu so že začele stratežkorazvojne iniciative na tem področju (npr. GENI in FIND v ZDA).

Tako je na pobudo komisije EU in v sodelovanju z Internet Society Slovenia ter s projektom »Evolved Internet Future for European Leadership« (EIFFEL), (<http://www.future-internet.eu>), katerega član je, Laboratorij za odprte sisteme in mreže Instituta »Jožef Stefan« (E5) organiziral prireditev Internet v prihodnosti, ki se je odvijala od 31. marca do 2. aprila na Bledu (<http://www.fi-bled.eu>).

Prireditve, ki se je udeležilo 350 ljudi, je bila uvrščena med spremljevalne dogodke predsedovanja Slovenije Svetu EU in je bila zato v prvem svojem delu 31. marca odprta za javnost. Drugi del prireditve je bil namenjen 65 povabljenim zastopnikom projektov s tega področja, ki so na podlagi izbranih tehničnih vprašanj vzpostavili skupine za skupno in koordinirano delovanje. Med tehničnimi vprašanji so obravnavali novo arhitekturo, nove omrežne medije (IPTV), evropske eksperimentalne kapacitete v internet povezanih predmetov in naprav, internetno povezana podjetja, zaupanje, varnost in povezanost/odvisnost naprav in sistemov ipd. Zbrani raziskovalci, zastopniki povabljenih projektov iz 7. okvirnega programa, so določili skupne mednarodne povezave in sodelovanje z organizacijami za standardizacijo (IETF, ETSI).



**Uvodno predavanje prof. dr. Borke Jerman Blažič**

Eden izmed najvažnejših rezultatov prireditve je t. i. Bleska deklaracija ([http://www.fi-bled.eu/Bled\\_declaration.pdf](http://www.fi-bled.eu/Bled_declaration.pdf)), ki jo je podpisalo prav vseh 65 zastopnikov povabljenih projektov. Deklaracija definira evropsko pot nadaljnega razvoja interneta v prihodnosti in vsebuje prošnjo vsem državam članicam EU za okrepitev in koordinacijo nacionalnih projektov in iniciativ za razvoj interneta. Evropska komisija si mora prizadevati za razvojne projekte na tem področju s ciljem pripeljati Evropo na čelo razvoja in sprememb interneta v prihodnosti.



**Eldina Knez, Služba Vlade RS za razvoj, Mario Campolargo, direktor Direktorata za nove tehnologije in infrastrukturo Evropske komisije, dr. Joao da Silva, direktor Direktorata za konvergenčna omrežja in storitve Evropske komisije, in prof. dr. Borka Jerman Blažič, vodja Laboratorija za odprte sisteme in mreže IJS**

Pojavlja se mnogo vprašanj o tem, kako se bo internet razvijal v prihodnje. Jasno je bilo izraženo, da mora internet napredovati in da mora biti ta napredek revolucionaren. Ko bomo natančneje dorekli, kakšne spremembe so potrebne, lahko začnemo delati za to, kako se seliti s sedanjega interneta na internet prihodnosti oz. v omreženo družbo prihodnosti.

Pri pripravi prireditve in programa je imel projekt EIFFEL in s tem naš odsek poseben status, ker je bil namen delovnega programa opraviti raziskave z uporabo interakcij in videnj članov možganskega trusta EIFFEL – vabljenih znanstvenikov evropskih in ameriških univerz. Srečanja in strokovne izmenjave znanstvenikov naj bi zagotovili ciljne razvojne strategije načrtovanja tehnologij prihodnjega interneta. Zato je konzorcij projekta EIFFEL sestavljen iz ustreznega števila univerzitetnih znanstvenikov in raziskovalcev močne evropske telekomunikacijske industrije.

## PODELITEV PRIZNANJ ZLATI ZNAK JOŽEFA STEFANA

Institut »Jožef Stefan« je letos že šestnajstič podelil zlati znak Jožefa Stefana, s katerim želi spodbuditi mlade ljudi k še večji zavzetosti na znanstvenoraziskovalnem področju, kar je tudi svojevrsten poziv odgovornim ljudem v gospodarstvu, da to znanje čim učinkoviteje uporabijo. Priznanja so prejeli: dr. Rok Žitko s Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, doc. dr. Peter Korošec z Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana in dr. Urh Černigoj z Univerze v Novi Gorici. Zlati znak pa so podelili prof. dr. Jadran Lenarčič, prof. dr. Marija Kosec in prof. dr. Julijana Kristl. V nadaljevanju objavljamo utemeljitve.

### DR. ROK ŽITKO

Zlati znak Jožefa Stefana št. 44 prejme dr. Rok Žitko za uspešnost in odmevnost doktorskega dela »Večdelčni pojavi pri resonančnem tuneliranju elektronov skozi nanostrukture« na predlog prof. dr. Janeza Bonče in prof. dr. Igorja Muševiča.

Doktorsko disertacijo je Rok Žitko uspešno zagovarjal 18. maja 2007 na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani. Disertacija spada na področje teorije transportnih lastnosti nanostruktur. Rok Žitko je v svojem doktorskem delu obravnaval elektronske lastnosti sklopljenih kvantnih pik, ki

bodo osnovni gradniki prihodnjih elektronskih vezij na atomski skali. V ta namen je razvil metodo numerične renormalizacijske grupe, ki jo je uporabil



pri obravnavi omenjenih sistemov. Uporaba renormalizacijske grupe omogoča opis fizikalnih sistemov na različnih energijskih skalah. Modeli kvantnih nečistoč namreč pogosto kažejo univerzalno vedenje, ki ga lahko opišemo z majhnim številom parametrov. Rok Žitko je raziskal različne možne simetrije omenjenih sistemov ter napovedal nenavadno vedenje sklopljenih nečistoč v primeru visoke simetrije. Najbolj odmeven rezultat njegovih raziskav je napoved nenavadnih nizkotemperaturnih lastnosti v sistemu treh sklopljenih kvantnih pik. Posebej velja omeniti prispevek Roka Žitka pri razvoju nizkotemperaturnega tunelskega mikroskopa, s katerim so bile v juliju mesecu 2007 na IJS prvič uspešno izvedene manipulacije posameznih atomov. S tem se je tudi po zaslugi Roka Žitka Slovenija uvrstila v krog držav z razvito nanotehnologijo. Rezultat doktorskega dela je tudi računalniška implementacija metode za reševanje sistemov sklopljenih nečistoč, ki je opremljena s podrobnimi navodili ter dostopna širšemu krogu potencialnih uporabnikov.

Rok Žitko je rezultate doktorske disertacije skupaj s sodelavci objavil v sedmih znanstvenih delih. Eno je izšlo v reviji *Physical Review Letters*, vsi drugi pa v *Physical Review B*. Dela so bila do sedaj citirana 22-krat. Svoje delo je tudi predstavil na vabljenem predavanju na mednarodnem srečanju.

#### DOC. DR. PETER KOROŠEC

Zlati znak Jožefa Stefana št. 45 prejme za uspešnost in odmevnost doktorskega dela »Stigmergy as an Approach to Metaheuristic Optimization (slov. Stigmergija kot način metahevristične optimizacije)« na predlog doc. dr. Jurija Šilca. Doktorsko disertacijo je uspešno zagovarjal 8. 12. 2006 na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana. Disertacija spada na področje računalništva in informatike, bolj natančno na področje računalniške optimizacije, njeni rezultati pa so uporabni na raznih področjih tehnike.

Vsebina doktorske disertacije doc. dr. Petra Korošca je vezana na področje naprednih optimizacijskih postopkov, zasnovanih po vzorih iz narave. V disertaciji so bile predlagane tri originalne optimizacijske metode, temelječe na metahevristici s kolonijami mravelj. Predlagane metode so se izkazale za primerljive ali boljše v primerjavi z drugimi uveljavljenimi optimizacijskimi algoritmi. Kandidat je v svoji disertaciji nadgradil metodologijo računalniškega optimiranja s kolonijami mravelj tako, da ta omogoča tudi učinkovito reševanje numeričnih

optimizacijskih nalog. To je dosegel s tremi ključnimi prijemi: z večnivojskim preiskovanjem prostora rešitev, s prevedbo večparametrskega optimizacijskega problema v problem iskanja najcenejše poti v grafu in z uporabo diferencialne metode obravnavanja spremenljivk, ki omogoča iskanje rešitev z veliko natančnostjo. Algoritme, ki jih je tako razvil, je preizkusil na testnih problemih iz literature in predvsem na inženirskih problemih iz industrijske prakse, kot so načrtovanje elektromotorjev z minimalnimi izgubami, razvoj turbokompresorskih vetrnic s povečano aerodinamično močjo, oblikovanje lupinastih ploskovnih konstrukcij z zmanjšano debelino in optimiranje procesnih parametrov pri kontinuirnem ulivanju jekla. S svojimi izračuni je izboljšal dosedanje rezultate v pogledu kakovosti rešitev in hitrosti reševanja, kar daje rezultatom doktorskega dela še posebno uporabnost v praksi.



Kandidatova bibliografija objav, povezanih z doktorskim delom, obsega 16 izvirnih znanstvenih člankov (od tega jih je devet v revijah, ki jih indeksira SCI Expanded, med njimi so trije še v tisku), en kratki znanstveni prispevek, 16 objavljenih znanstvenih prispevkov na konferencah, tri objavljene povzetke znanstvenega prispevka na konferencah in



eno poglavje v monografski publikaciji. Pri večini člankov je dr. Korošec prvi avtor. Dela dr. Korošca so bila doslej 26-krat citirana (brez samocitatov), od tega petkrat v bazi Web of Science. Disertaciji daje posebno težo izkazana uporabnost v praksi in možnost nadaljnje uporabe razvitih postopkov v računalniško podprtem konstruiranju, optimiranju virov in procesov, reševanju logističnih problemov in na sorodnih področjih. Rezultati doktorskega dela doc. dr. Petra Korošca so bili koristno uporabljeni pri treh razvojnih projektih v podjetju Domel, d. d., iz Železnikov. Uporabnost doktorskega dela so opazili tudi v podjetju Trimmo, d. d., kjer so kandidatu v letu 2007 podelili tudi Trimovo raziskovalno nagrado.

### DR. URH ČERNIGOJ

Zlati znak Jožefa Stefana št. 46 prejme za uspešnost in odmevnost doktorskega dela z naslovom »Fotorazgradnja organskih onesnaževal v vodnih raztopinah, katalizirana z imobiliziranim titanovim dioksidom: novi načini za doseganje višje učinkovitosti« na predlog doc. Urške Lavrenčič Štangar, prof. Polonce Trebše in prof. Danila Zavrtnika.

Doktorsko disertacijo je uspešno zagovarjal 30. 8. 2007 na Podiplomski šoli Univerze v Novi Gorici, in sicer na področju varstva okolja. Širše gledano spada tematika dela dr. Černigoja na področje, ki se ukvarja z enim od danes najbolj perečih problemov ved o življenju. V ožjem smislu se dr. Černigoj v svoji raziskavi ukvarja s preučevanjem razgradnje organskih onesnaževal v okolju z uporabo tankih plasti titanovega dioksida in ultravijoličnega sevanja, kar je pionirsko delo v Sloveniji na področju uporabe fotokatalize.

Cilji doktorata so bili vezani na iskanje rešitev za slabosti fotokatalize s  $TiO_2$  pri čiščenju organskih molekul v vodnih raztopinah. V okviru štirih dobro definiranih ciljev je skušal po eni strani preučiti delovanje  $TiO_2$  v fotokatalitskih aktivnostih, po drugi pa tudi že uporabiti pridobljeno znanje pri izdelavi novega laboratorijskega fotokatalitskega reaktorja, ki bi lahko deloval tudi s sončno energijo. Izdelal je poseben pretočni fotoreaktor, v katerem je »in situ« določeval fotokatalitske aktivnosti pripravljenih vzorcev z razgradnjo azo-barvila Plasmocorintha B. Kot vir UV-sevanja je uporabil Xe-svetilko s 355-nanometrskim zapornim filtrom, ki je tako prepuščal



del UVA-sevanja in vidno svetlobo, kar ustreza spektru sončne svetlobe, ki pade na zemeljsko površino. Da se je pri tem dokopal do neposredno uporabnega znanja, je razvidno iz pogodbe s podjetjem Helios, katerega razvojniki so ta reaktor uporabili za spremljanje fotokatalitske učinkovitosti različnih vzorcev samočistilnih fasadnih barv.

Nadpovprečno talentiranost in nagnjenost k raziskovalnemu delu je devetindvajsetletni nagradjenec pokazal že z nadpovprečno oceno pri dodiplomskem študiju in s fakultetno Prešernovo nagrado za svoje diplomsko delo na FKKT Univerze v Ljubljani. Pri izdelavi svoje doktorske disertacije je pokazal veliko inovativnost in sposobnost samostojnega raziskovalnega dela, njegov doktorat pa je pohvalil tudi profesor s francoske univerze, na kateri se je nagradjenec izpopolnjeval dva meseca v l. 2006. Svoje delo je doslej predstavil v 7 originalnih člankih. Ti so po podatkih zbirke Web of Science do 1. 2. 2008 zbrali skupno 23 citatov, od tega 9 čistih in 14 avtocitatov. V njegovi bibliografiji je tudi patentna prijava. Kot asistent na UNG pa svoje znanje že prenaša na mlajše kolege.

## ELEKTRONI V NANOSTRUKTURAH IN FIZIKA KVANTNIH NEČISTOČ

dr. Rok Žitko, F5

Preučevanje polprevodniških lastnosti čedalje manjših osnovnih gradnikov elektronskih naprav je postalo eno izmed osrednjih področij današnje nanoznanosti. Po eni strani je to naravna posledica težnje po nadaljnji miniaturizaciji naprav, saj polprevodniška industrija že išče možne naslednike silicijevih rezin. Novi temelj bodo morda nekoč posamezne molekule, nanocevice, nanostrukture iz kvantnih pik ali pa drobni lističi grafena. Po drugi strani pa nanostrukture vzbujaajo radovednost tudi zaradi svojih izjemno zanimivih, pogosto nepričakovanih temeljnih lastnosti. V majhna področja ujeti elektroni imajo prav posebne lastnosti, saj postanejo kvantni učinki bolj zaznavni. Nasprotno od večjih, klasičnih polprevodniških naprav, pri katerih je pomembna le povprečna gostota nosilcev naboja, postane na velikostni skali nanometrov odločilno vedenje posameznih elektronov. V najmanjših napravah, kjer je ujetih le nekaj elektronov, postane gibanje vsakega elektrona močno odvisno od položajev preostalih elektronov, in opravlja imamo s pravim problemom več teles, pri katerem moramo upoštevati tudi vse zakonitosti kvantne mehanike.

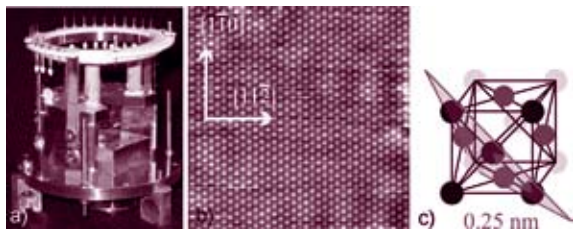
Skrajni primer tovrstne »naprave« je seveda kar posamezni atom. Z vrstičnim tunelskim mikroskopom (scanning tunneling microscope, STM) lahko pomerimo električni tok skozi atom, adsorbiran na površino prevodne podlage, v odvisnosti od napetosti med konico mikroskopa in podlago. Na tok ključno vpliva pojav resonančnega tuneliranja: električni tok je ojačan, kadar leži energija katere izmed atomskih orbital atoma med kemijskima potencialoma konice in podlage. Pri atomih nekaterih elementov, predvsem magnetnih kovin, je vedenje še bolj kompleksno. Ti atomi so nosilci magnetnega momenta in ob sipanju elektronov se lahko obrne spin. Pri nizkih temperaturah prevodniški elektroni iz kovinske podlage povsem zasenčijo magnetni moment adsorbiranega atoma (Kondov pojav), kar močno vpliva na transportne lastnosti in vodi k anomalijam v spektru prevodnosti. Kondov pojav magnetnega senčenja, odkrit v 30-ih letih in pojasnjen v 60-ih letih prejšnjega stoletja, lahko šele danes z vrstičnim tunelskim mikroskopom prvič raziskujemo na ravni posameznih magnetnih nečistoč.

Podobno kot atomi se vedejo tudi kvantne pike. To so elektronske naprave, ki jih z litografskimi postopki izdelamo iz polprevodniških heterostruktur. Obravnavati jih smemo kot umetne atome, katerih lastnosti lahko zvezno spreminjamo z napetostjo na zunanjih krmilnih elektrodah, saj je povprečno število v kvantno piko ujetih elektronov v preprostem približku kar sorazmerno z napetostjo. To je tako, kot da bi se z uporabo drsnika selili po periodnem sistemu! Tudi pri kvantnih pikah lahko vodi pri nizkih temperaturah Kondov pojav k anomalijam v prevodnosti skozi nanostrukturo. Do tega pride, denimo, kadar je v piko ujeta liho število elektronov, ki se sklopijo v stanje s spinom  $1/2$ . Tedaj se namreč kvantna pika vede kot magnetni atom.

S teoretičnega vidika sta problem magnetne nečistoče na površini ali v notranjosti kovine in problem kvantne pike v stiku s priključki zelo sorodna. Oba spadata med tako imenovane probleme kvantnih nečistoč, med katere prištevamo, denimo, še problem dvonivojskega sistema v stiku z okolico, ki povzroča dekoherenco, ter efektivne probleme nečistoč, ki jih je treba samousklajeno reševati v teoriji dinamičnega povprečnega polja (DMFT) za močno korelirane elektronske sisteme. Samostalnik »nečistoča« v besedni zvezi »kvantna nečistoča« pomeni, da je kontinuum elektronskih stanj (prevodniški elektroni v kovinskem vzorcu) sklopljen z diskretnim stanjem sipalca (magnetni atom), ki premeša stanja kontinuumu. Pridevnik »kvantna« pa pomeni, da ima sipalec notranje prostostne stopnje (denimo spin). Zaradi notranjih prostostnih stopenj nečistoče postanejo sipalni dogodki, odvisni od vseh preteklih sipalnih dogodkov, zato je osnovno stanje sistema kompleksno večdelčno stanje, v katerem so vsi elektroni v sistemu kvantno prepleteni. Problemi kvantnih nečistoč so z matematičnega vidika izjemno zahtevni. Le v najbolj preprostih primerih jih lahko obravnavamo analitično, v splošnem pa so potrebni zahtevni numerični načini, kot je numerična renormalizacijska grupa.

Litografski postopki so v zadnjih letih napredovali do te mere, da lahko danes brez težav izdelamo nanostrukture, v katerih je večje število kvantnih pik sklopljenih med seboj, poleg tega pa še z zunanjimi priključki. Tudi tehnika manipuliranja posameznih atomov z vrstičnimi tunelskimi mikroskopi je do-

zorela. Možno je pomeriti tunelske spektre skupkov magnetnih atomov v odvisnosti od njihovih medsebojnih oddaljenosti. Pri tem isti instrument (STM) uporabimo za sestavljanje nanostrukture in za njeno spektroskopsko karakterizacijo, kar je posebna odlika tega načina.

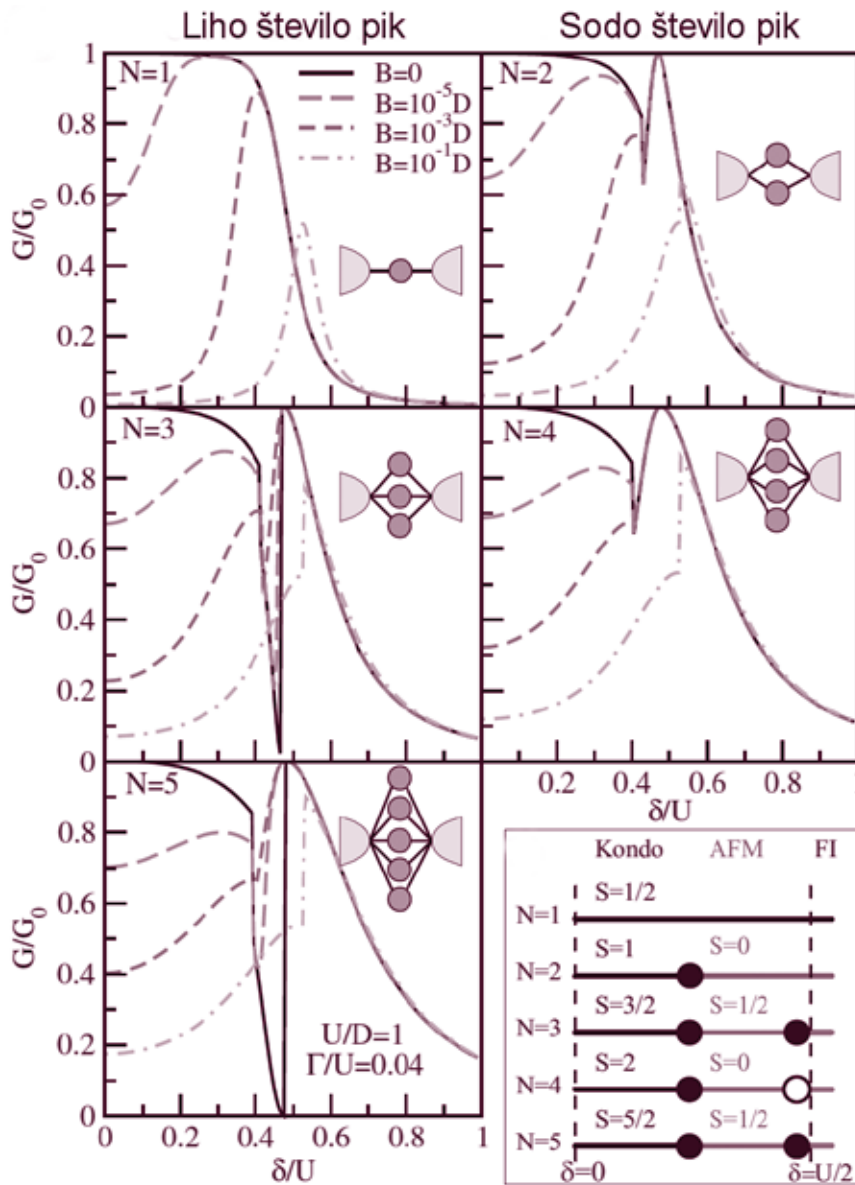


**Slika 1:** a) Merilna glava nizekotemperaturnega vrstičnega tunelskega mikroskopa, b) ena izmed prvih slik z atomsko ločljivostjo, dobljenih z mikroskopom. Prikazano je območje velikosti  $7,7 \text{ nm} \times 7,7 \text{ nm}$  površine bakra Cu(111). c) Ravnilina (111) v ploskovno centrirani kubični mreži kristala bakra.

V preteklih letih sem na odseku F5 sodeloval pri projektu gradnje nizekotemperaturnega vrstičnega tunelskega mikroskopa, primernega za poizkuse s posameznimi atomi in molekulami. V projekt so bili vključeni še Erik Zupanič, prof. Albert Prodan, Ivan Kvasič ter prof. Igor Mušević v vlogi mojega inštitutskega mentorja. Instrument je bil sestavljen kot dodatek k obstoječemu vakuumskemu sistemu za površinske analize, katerega del je tudi starejši vrstični mikroskop, ki deluje pri sobni temperaturi. Pri novem mikroskopu je bilo treba usposobiti kriostat na kopel iz tekočega helija, sestaviti merilno glavo mikroskopa (slika 1), vse skupaj primerno ožičiti in poskrbeti za kar se le da majhen prenos tresljajev iz hrupne okolice do stika med konico mikroskopa in vzorcem, kjer mora vladati skrajna tišina. Mikroskop je namreč zelo (eksponentno) občutljiv za odmike konice od površine, zato je mehanska stabilnost ključnega pomena za uspešno delovanje. Ugotovili smo, da je stabilnost našega instrumenta v navpični smeri pičlih nekaj pikometrov! Kot zelo zahtevna se je izkazala tudi gradnja mehanizmov za prenos vzorcev iz pripravljalne komore v mikroskop, saj morajo ti zanesljivo delovati v okolju ultravisokega vakuumu; pri tem zaradi odsotnosti kisika povzročajo velike težave vsakršno trenje med kovinskimi površinami. Naslednja večja etapa je bila namenjena pripravi površine vzorca, ki mora biti kar se da ravna in čista, ter konice mikroskopa. Ob drobnih izboljšavah merilne glave so nato sledili prvi uspehi: slike z atomsko

ločljivostjo pri nizkih temperaturah (slika 1) ter prva premikanja atomov leta 2006, nadzorovano premikanje atomov in sestavljanje nanostruktur iz posameznih atomov leta 2007, pred kratkim pa so uspele tudi že prve spektroskopske meritve.

Še iz obdobja dodiplomskega študija in priprave diplomskega dela so me zanimali tudi povsem teoretični vidiki elektronskega transporta skozi nanostrukture, predvsem vpliv interakcij med pari elektronov in pojav coulombske blokade. Pri tem sem sodeloval z raziskovalci z odseka F1, predvsem s prof. Janezom Bončo kot fakultetnim mentorjem, ter prof. Antonom Ramšakom, Jernejem Mravljetom in dr. Tomažem Rejcem. Zaradi potrebe po močnem in fleksibilnem orodju sem se leta 2005 zelo intenzivno lotil razvoja nove izvedbe metode numerične renormalizacijske grupe (NRG). Gre za postopek, ki ga je že leta 1975 razvil Kenneth G. Wilson in z njim kot prvi uspešno numerično rešil Kondov problem. NRG temelji na zelo premetenem načinu diskretizacije kontinuuma stanj prevodniških elektronov z logaritemsko energijsko ločljivostjo v okolici Fermijeve energije in na iterativni diagonalizaciji zaporedja Hamiltonovih operatorjev. V bolj zapletenih problemih kvantnih nečistoč, kjer nastopa večje število nečistoč (denimo modeli za sisteme sklopljenih kvantnih pik) in večje število kontinuov prevodniških stanj (denimo dve ali več elektrod, s katerimi merimo prevodnost skozi nanostrukturo), je ključnega pomena v kar se da veliki meri upoštevati simetrije problema. Tu gre lahko, na primer, za simetrijo, povezano z ohranitvijo naboja, izotropnost v spinskem prostoru, simetrijo med delci in vrzeli, zrcalno simetrijo in za različne kombinacije tovrstnih simetrijskih elementov. Upoštevanje simetrij lahko znatno premakne mejo med praktično rešljivimi in nerešljivimi problemi. Za vsak tip simetrije je treba izpeljati ustrezna pravila za transformacije matričnih elementov, ki nastopajo med iterativno diagonalizacijo, a je »pešč« – s papirjem in svinčnikom – možno v doglednem času izpeljati pravila le v najbolj preprostih primerih. Poglavitna novost nove implementacije NRG je v tem, da so vse potrebne izpeljave v zakulisju opravljene samodejno z metodami simboličnega računanja. V ta namen je bil razvit paket »sneg« za računalniški algebrski sistem Mathematica. Paket omogoča računanje z nekomutirajočimi (fermionskimi, bozonskimi, spinskimi) operatorji in je tudi širše uporaben, vendar z občutnim poudarkom na problemih s področja fizike trdne snovi in atomske fizike. Tako paket



Slika 2: Napoved prevodnosti sistemov vzporedno vezanih kvantnih pik v odvisnosti od napetosti na elektrodah za različne jakosti magnetnega polja. Nezveznosti v krivuljah prevodnosti so posledica kvantnih faznih prehodov med različnimi osnovnimi stanji.

denimo, vpliv magnetnih nečistoč na superprevodnike: pri navadnih superprevodnikih magnetne nečistoče vedno rušijo superprevodno ureditev, kar pa morda ne velja za visokotemperaturne superprevodnike. Spektroskopske meritve s tunelskimi mikroskopi v spregi z metodami, kot je numerična renormalizacijska grupa, so sedaj gotovo najmočnejše orodje na tem področju.

»sneg« kot tudi celotna implementacija metode NRG sta prosto dostopna (<http://nrgljublana.ijs.si/>).

Z opisanimi računskimi pripomočki smo raziskali termodinamske in transportne lastnosti skupkov magnetnih nečistoč kot modelov za sisteme sklopljenih kvantnih pik. Termodinamske lastnosti tovrstnih nanostruktur sicer niso merljive, nam pa dajejo vpogled v vedenje sistema pri različnih temperaturah, kar je nadvse pomembno pri interpretaciji rezultatov za transportne lastnosti. Med pomembnejše dosežke spadata napoved kvantnih faznih prehodov v sistemih vzporedno sklopljenih kvantnih pik, ki jih lahko dosežemo s spreminjanjem napetosti na zunanjih elektrodah in pri katerih se močno spremeni prevodnost skozi pike (slika 2), ter napoved zelo nenavadnega (>non-Fermi liquid«) vedenja v zaporednih kvantnih pikah pri končnih temperaturah.

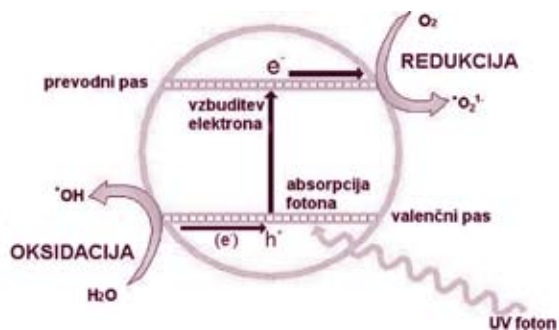
Kljub dolgi zgodovini je na področju fizike kvantnih nečistoč še veliko odprtih vprašanj. Presenetljiv je,

# FOTORAZGRADNJA ORGANSKIH ONESNAŽEVAL V VODNIH RAZTOPINAH Z IMOBILIZIRANIM TITANOVIM DIOKSIDOM: NOVI NAČINI ZA DOSEGANJE VIŠJE UČINKOVITOSTI

dr. Urh Černigoj

Hiter industrijski in ekonomski razvoj v zadnjih 200 letih in zanemarjanje njegovih negativnih vplivov na okolje je med drugim povzročilo tudi onesnaženje površinskih vod z različnimi organskimi in anorganskimi onesnaževali. Zato se v zadnjih desetletjih pojavlja vse večja potreba po čiščenju odpadnih in pitnih vod, pri čemer navadne metode čiščenja ne morejo odstraniti onesnaževal do te mere, da bi očiščena voda lahko ustrezala vse strožjim evropskim standardom glede svoje čistosti. Napredne oksidacijske metode (NOM) so skupina tehnik, ki lahko razgradijo sicer kemijsko in mikrobiološko stabilne organske molekule. Namen teh metod je oksidacija in mineralizacija onesnaževal v  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , mineralne kisline in anorganske soli.  $\text{TiO}_2$ -fotokataliza spada v skupino NOM in je predmet intenzivnega raziskovanja v zadnjih 20 letih.  $\text{TiO}_2$  je polprevodniški material s širino energijske špranje 3,2 eV. Ko delec  $\text{TiO}_2$  (polprevodnik) absorbira foton primerne energije (v primeru  $\text{TiO}_2$  pod 390 nm), pride do vzbujanja elektrona iz valenčnega pasu v prevodni pas polprevodnika (Slika 1). Nastale vrzeli in elektroni potujejo proti površini delca. Vrzal ima velik oksidacijski potencial in zato na površini delca reagira z adsorbirano vodo, pri čemer nastane zelo reaktivni hidroksilni radikal. Le-ta reagira z organsko molekulo, pri čemer jo destabilizira in sproži njen nadaljnji razpad. Poleg fotonastalih vrzeli pa ima svojo funkcijo v fotokatalitskem procesu tudi fotonastali elektron, ki je sicer manj reaktiven od vrzeli. Na površini delca  $\text{TiO}_2$  reagira z molekulo adsorbiranega kisika, pri čemer nastane superoksidni radikal anion, ki se tudi vključuje v oksidativno razgradnjo organskih spojin. Glavni problem v zvezi z učinkovitostjo fotokatalize je rekombinacija fotovzbujenih elektronov in vrzeli. Po navadi se več kot 90 % elektronov in vrzeli rekombinira, torej je kvantni izkoristek nastanka hidroksilnih radikalov nižji od 10 %. V primerjavi z drugimi NOM-mi ima nekaj očitnih prednosti (nizka cena in visoka kemijska stabilnost  $\text{TiO}_2$ , možnost izrabe sončne energije kot vira UV-fotonov...), na drugi strani pa njene slabosti (počasna celotna mineralizacija organske snovi; problem ločitve suspendiranih delcev  $\text{TiO}_2$  od oči-

ščene vode; slabo razvito fotokatalitsko inženirstvo; pomanjkanje standardnih postopkov določevanja fotokatalitske aktivnosti na novo pripravljenih materialov...) otežujejo prenos tehnologije iz laboratorija na industrijski nivo. Cilji mojega doktorata so bili vezani na iskanje rešitev slabosti  $\text{TiO}_2$ -fotokatalize pri čiščenju organskih molekul v vodnih raztopinah: (1) priprava mezoporoznih tankih plasti iz  $\text{TiO}_2$  in karakterizacija njihovih fotokatalitskih aktivnosti v primerjavi s standardnim  $\text{TiO}_2$ ; (2) predlog metode za določanje kvantnega izkoristka imobiliziranega  $\text{TiO}_2$ ; (3) razvoj in izdelava novega laboratorijskega fotokatalitskega reaktorja za imobiliziran  $\text{TiO}_2$ , ki bi lahko deloval tudi s sončno energijo; (4) povezava  $\text{TiO}_2$ -fotokatalize z ozonacijo in preučevanje vpliva ozona na hitrost fotokatalitske razgradnje.



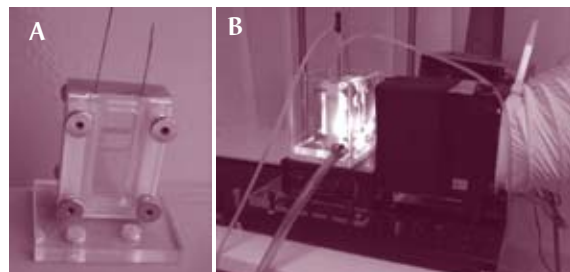
**Slika 1: Shematski prikaz delovanja fotokatalizatorja. Delec  $\text{TiO}_2$  absorbira foton ultravijolične svetlobe, pri čemer pride do prehoda elektrona v prevodni pas. Nastala vrzel ( $h^+$ ) in elektron ( $e^-$ ) reagirata na površini delca s kisikom in z vodo, pri čemer nastanejo zelo reaktivni oksidanti, ki naprej razgrajujejo organske molekule.**

Če želimo doseči učinkovito fotokatalitsko razgradnjo z imobiliziranim katalizatorjem, je treba pripraviti tanke plasti z veliko sposobnostjo absorpcije UV-fotonov in hkrati z veliko površino in poroznostjo, s čimer povečamo hitrost reakcije med fotonastalimi reaktivnimi intermediati na površini katalizatorja in organskimi molekulami. Tanke prevleke  $\text{TiO}_2$  sem pripravil s sol-gel-metodo iz solov, ki so vsebovali titanov tetraizopropoksid kot prekurzor. Z dodajanjem raznih neionskih površinsko aktivnih snovi (Brij 56, Pluronic F-127) in kontrolirano termično obdelavo

vzorcev sem želel ustvariti mezoporozno strukturo v nastalem materialu. Iz vseh uporabljenih solov sem pripravil homogene, nerazpokane in prosojne prevleke TiO<sub>2</sub>, debeline med 80 nm in 1000 nm. Z različnimi tehnikami smo preučevali strukturne in morfološke značilnosti pripravljenih vzorcev. Anatazna kristalna struktura je glavna kristalinična faza v vseh termično obdelanih končnih vzorcih. Boljše absorpcijske lastnosti TiO<sub>2</sub> v UVA-območju sem dosegel z večanjem debeline tankih plasti, to je z dodajanjem površinsko aktivne snovi v sol, ali s ponavljanjem ciklov nanašanja in žganja tankih plasti TiO<sub>2</sub>. Prisotnost površinsko aktivne snovi v solu vpliva tudi na končno površinsko morfologijo vzorcev. Posnetki, dobljeni z mikroskopom na atomsko silo, so nedvoumno potrdili, da je površina tankih plasti, pripravljenih brez dodanih površinsko aktivnih snovi, bolj ravna in slabše strukturirana kot tista, pripravljena s površinsko aktivnimi snovmi, pri katerih je površina bolj strukturirana z jasno izraženimi razmiki med posameznimi nanodelci. Sol-gel-postopek, kjer je vključena tudi uporaba površinsko aktivnih snovi, upočasnuje kristalizacijo anatazne kristalinične faze, kar se izraža tudi z manjšimi velikostmi osnovnih nanodelcev (vse do 10 nm) in posledično verjetno tudi z večjo površino vzorca. Posledica dodajanja Plurona F-127 v sol je tudi 14-krat večja BET-površina v primerjavi s površino vzorcev, pripravljenih brez površinsko aktivne snovi.

Fotokatalitsko aktivnost tankih plasti TiO<sub>2</sub> sem določeval v posebej za to konstruiranem pretočnem fotoreaktorju, napolnjenem z vodno raztopino azobarvila Plazmokerint B (Slika 2). Za razgradnjo sem uporabil UVA-sevanje, to je del sevanja, ki se nahaja tudi v sončnem spektru. Prevleke sem potopil v obarvano raztopino in "in-situ" spremljal razbarvanje barvila s spektrofotometrom. Treba je poudariti, da se je ta reaktor pokazal kot zelo priročen in zanesljiv sistem za hitro ugotavljanje fotokatalitske aktivnosti na novo pripravljenih tankih prevlek in ga sedaj poleg Univerze v Novi Gorici uporabljajo tudi raziskovalci v drugih slovenskih podjetjih (Helios, d. d.) in raziskovalnih inštitucijah (Univerza v Ljubljani). V zvezi s svojimi vzorci sem ugotovil, da je fotokatalitska učinkovitost pripravljenih prevlek odvisna od uporabe in tipa površinsko aktivne snovi, debeline nanosene plasti in od vrste podlage. Pri primerjavi fotokatalitske aktivnosti na enoto mase nanosene katalizatorja nisem ugotovil nobene razlike med prevlekami, pripravljenimi z dodano površinsko aktivno snovjo ali brez nje v sol. To, da je masa TiO<sub>2</sub>

najpomembnejši parameter, ki določa fotokatalitsko aktivnost tankih plasti, je nelogičen rezultat glede na vse dobljene razlike tako v BET-površini kot v drugih fizikalno-kemijskih lastnostih. Dobljeni rezultati potrjujejo pomembnost natančnih in poglobljenih analiz novo pripravljenih fotokatalitskih materialov, ker prehitro sklepanje prepogosto vodi do zavajajočih informacij, kar je, še posebej v znanosti, zelo škodljivo.

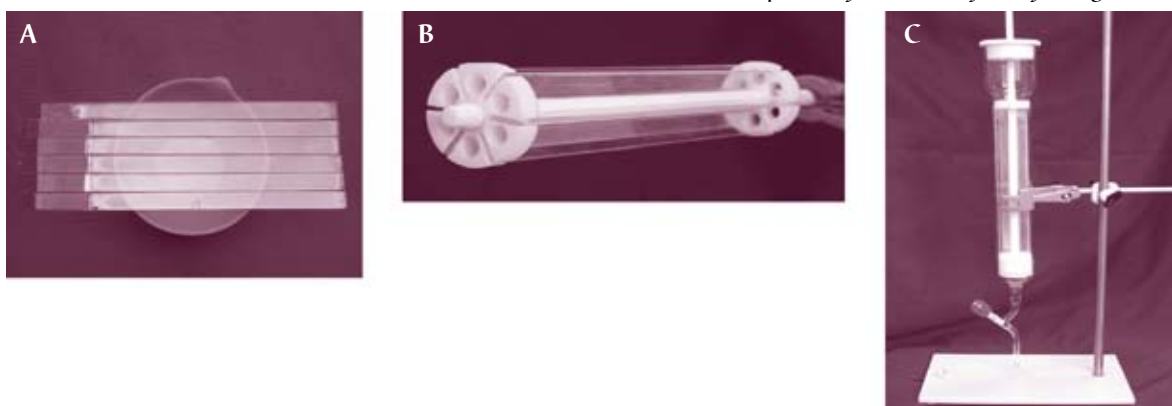


**Slika 2:** A) Pretočna fotokatalitska celica s prednje strani. Na zadnji steni je pritrjeno objektno stekelce z imobilizirano plastjo TiO<sub>2</sub>. B) Pretočni fotoreaktor med delovanje; celica s slike A je vstavljena v hlajeno posodo in obsevana s prednje strani.

Evropski standardi za določevanje fotokatalitskih lastnosti materialov sedaj še ne obstajajo, in tudi to je eden izmed razlogov, ki upočasnuje prenos znanja iz laboratorijev v industrijsko uporabo. Zato so raziskave in sveže ideje na področju standardizacije v fotokatalizi zelo pomembne. Predložil sem metodo določevanja fotokatalitske aktivnosti imobiliziranih fotokatalizatorjev, ki temelji na merjenju fluorescence 7-hidroksikumarina, molekule, ki je eden od produktov reakcije med kumarinom in hidroksilnim radikalom.

Glavna slabost fotokatalitskih reaktorjev, ki temeljijo na uporabi suspenzije TiO<sub>2</sub>, je končno ločevanje suspendiranih delcev iz sistema. Če je katalizator imobiliziran na trdno podlago v obliki tanke plasti, se omenjeni težavi izognemo. Ker pa reakcije v fotokatalizi potekajo na mejni površini med trdnim katalizatorjem in raztopino in ker je ta površina v sistemih z imobiliziranim katalizatorjem precej manjša kot v suspenzijah, je celotna hitrost razgradnje po navadi mnogo nižja v reaktorjih z imobiliziranim katalizatorjem. Moj cilj je bil načrtovanje in izdelava laboratorijskega šaržnega reaktorja, ki bi združeval prednosti obeh tipov reaktorjev: (1) veliko razmerje med osvetljeno površino imobiliziranega katalizatorja in volumnom tekočine v reaktorju; (2) visoka stopnja mešanja (turbulentne razmere); (3)

možnost vgradnje reaktorja v posebne zbiralnike sončnega sevanja (sestavljani parabolični kolektorji). Takim merilom zadošča steklena cev, v kateri je vgrajen vrteč nosilec, na katerem je okrog osrednje osi radialno postavljenih do 12 steklenih ploščic z imobiliziranim katalizatorjem (Slika 3). Za ovrednotenje reaktorja sem spremljal razgradnjo vodnih raztopin 4-klorofenola s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti. Ugotovil sem, da je hitrost razgradnje pri konfiguraciji novega reaktorja z 12 uporabljenimi ploščicami 3,8-krat višja v primerjavi s konfiguracijo z dvema imobiliziranimi ploščicama, pri čemer je v obeh primerih površinska gostota imobiliziranega  $\text{TiO}_2$  primerljiva med seboj. Učinkovitost reaktorja s suspendiranim  $\text{TiO}_2$  v primerjavi z reaktorjem z 12 ploščicami imobiliziranega  $\text{TiO}_2$  je le 1,8-krat boljša, kar je zelo spodbuden rezultat. Po ovrednotenju reaktorja sem uspešno preizkusil njegovo uporabnost tudi za razgradnjo različnih vrst antibiotikov, fungicidov in pesticidov.



**Slika 3: A) Tanke plasti  $\text{TiO}_2$ , nanesene na stekleno površino; B) nosilec z radialno pritrjenimi tankimi plastmi katalizatorja; C) celica z vstavljenim nosilcem s slike B**

Čeprav so bile določene študije vpliva pH-ja in doze ozona na  $\text{TiO}_2$ -fotokatalizo že objavljene v znanstveni literaturi, celovita raziskava in pojasnitev vpliva obeh parametrov na učinkovitost fotokatalitske ozonacije (združena fotokataliza in ozonacija) še ni bila opravljena. Kot modelni spojini pri teh raziskavah sem izbral dva predstavnikona neonicotinoidnih pesticidov, to je imidakloprid in tiakloprid, ker oba pomenita grožnjo za vodne ekosisteme in zato je učinkovita metoda razgradnje omenjenih spojin pomembna. Za oceno primernosti različnih postopkov razgradnje in mineralizacije tiakloprida v vodi pri različnih

vrednostih pH-ja in različnih pretokih ozona sem izvedel štiri različne tipe eksperimentov: ozonacijo in tri fotokemijske NOM-e (ozonacijo pod vplivom UV-sevanja, fotokatalitsko ozonacijo in fotokatalizo). Pri vseh fotokemijskih eksperimentih sem uporabil vir svetlobe, ki oddaja večinoma UVA-fotone. Fotokatalitska ozonacija se je od vseh izvajanih eksperimentov pokazala kot najučinkovitejša metoda za razgradnjo tiakloprida, ne glede na vrednost pH-ja. Z nanašanjem konstant hitrosti razgradenj tiakloprida pri fotokatalitski ozonaciji in ozonaciji pod vplivom UV-sevanja v odvisnosti od pretoka ozona sem nedvoumno dokazal sinergijski učinek ozona. Naklon linearne prilagajanja krivulje eksperimentalnim podatkom v primeru fotokatalitske ozonacije je bil 1,5-krat večji od naklona v primeru navadne ozonacije pod vplivom UV-sevanja, do česar ne bi prišlo brez sinergije.

V doktorski disertaciji sem predstavil in opisal svoje raziskave na področju odstranjevanja organskih

molekul iz vode in nekaj načinov doseganja večjih učinkovitosti razgradnje molekul z uporabo  $\text{TiO}_2$ -fotokatalize. Tu pa se raziskave ne smejo ustaviti, in vse opravljeno delo med izvajanjem podiplomskega študija bo dobilo pravo veljavo šele, ko bo pridobljeno znanje preneseno iz laboratorija v praktično uporabo. Zato sem po zaključenem doktorskem študiju že začel razvijati pilotne čistilne naprave, ki bodo za svoje delovanje izkoriščale potencial sonca in titanov dioksid.

## OBISK UKRAJINSKE POSTAJE NA ANTARKTIKI

dr. Radojko Jaćimović, O2

Od 3. februarja do 3. marca 2008 sem na povabilo direktorja Ukrajinskega nacionalnega znanstvenega antarktičnega centra (Ukrainian National Antarctic Centre - UNAC) iz Kijeva, dr. V. A. Litvinova, in prof. dr. Volodymyrja Pavlovycha (Institute for Nuclear Research, Kiev) kot član njihove odprave obiskal raziskovalno postajo »Academic Vernadsky Station« na Antarktiki, ki se nahaja na koordinatah 65°15' S in 64°16' W. Postajo je Ukrajina pred 13 leti odkupila od Angležev za potrebe geofizikalnih raziskav. Na njej lahko biva približno 20 ljudi, po potrebi pa tudi več, še posebej v poletnih mesecih (v našem koledarskem letu je to zima), ko je do tja možen lažji dostop. Ukrajinski raziskovalci in tehnično osebje na njej bivajo preko celega leta, tudi v zelo ekstremnih zimskih razmerah.



**Ekspedicija na ukrajinski postaji Vernadsky**

Izhodiščno mesto za odhod na postajo je bilo Punta Arenas, pristaniško in ribiško mesto na jugu Čile, ki ima okoli 120 000 prebivalcev. Tu smo se vkrcali na čilsko vojaško ladjo, ki poleg prevoza obiskovalcev oskrbuje postajo Vernadsky tudi s hrano, gorivom in vsem potrebnim za življenje ljudi na njej. Plovba z ladjo, odvisno od vremenskih razmer, ki so lahko zelo ekstremne in se hitro spreminjajo, traja 3–4 dni. Potovanje se neskončno vleče, še posebej, če je morje razburkano in s tem oteženo uživanje hrane in pijače, pa tudi spanje ni najboljše. Ladja ne more pristati ob sami postaji zaradi plitvega morja, zato se pot do obrežja, približno 5 km, nadaljuje z gumijastimi čolni – zodiaki. Ta pot je včasih tudi zelo »mokra«, ker valovi zalijejo čoln. To sem na lastni koži, ob vrnitvi, izkusil tudi sam, saj ob izkrcanju nisem imel niti kosa suhega oblčila.

V poletnih mesecih postajo vsak dan obišče veliko turistov iz celega sveta. Njihov obisk je nepozabno doživetje, za kar med drugim poskrbijo ukrajinski gostitelji. Ne manjka niti njihove tradicionalne vodke, ki jo kuhajo kar na sami postaji. Kot dokazilo o obisku jim v potni list natisnejo žig ukrajinske postaje.

Na postaji veljajo stroga pravila o ločevanju odpadkov, ki jih skladiščijo v kovinske sode. Te odpeljejo čilske vojaške ladje nazaj v Čile. Osebo sem bil presenečen, da toaletnega papirja ne mečejo v stranišče, pač pa ga ločujejo in ga vračajo v recikliranje. Kljub veliki ekološki skrbi, se ne morejo povsem izogniti onesnaženju, saj za potrebe proizvodnje električne energije in ogrevanja uporabljajo nafto.



**Skupina pingvinov in plavajoči kosi ledenika**

Moj prvi obisk na tej postaji je nadaljevanje sodelovanja, ki je potekalo v okviru bilateralnega projekta z naslovom "Uporaba jedrskih metod za geofizikalne raziskave na različnih področjih Zemlje" ter sporazuma med UNAC in IJS o znanstvenem sodelovanju



na različnih področjih. Prve stike s sodelavci UNAC-a, prof. V. Pavlovychem in prof. V. Rusovom iz Nacionalne politehniške univerze iz Odese, je navezal pokojni prof. Radomir Ilić z raziskavami Rn in detektorji sledov elementarnih delcev. Kasneje se je sodelovanje razširilo na raziskave aerosolov na različnih območjih Zemlje, tudi na Antarktiki. Za elementno sestavo aerosolov smo pričeli uporabljati nevtronsko aktivacijsko analizo oz. reaktor TRIGA v Podgorici in reaktor WWR-M (10 MW) v Kijevu. Vzorčenje aerosolov smo izvajali z vzorčevalnikom Gent SFU, ki ločuje aerosole na dve frakciji, grobo (8  $\mu\text{m}$ ) in

fino (0,45  $\mu\text{m}$ ). Glavni namen mojega tokratnega obiska je bil vzorčenje aerosolov, diskusija o naših predhodnih raziskavah, ogled drugih dejavnosti postaje ter razgovori o možnosti dodatne razširitve sodelovanja na študije onesnaženosti Antarktike z živim srebrom in drugimi polutanti. Te raziskave so še posebej pomembne, saj je Antarktika z vsakim dnem bolj ogrožena zaradi globalnega onesnaževanja. To se izraža z večanjem taljenja ledenikov, kar lahko ogroža tam živeče živali, pingvine in druge ptice ter morske sesalce.

## SPOROČILI SO NAM

## VARNOSTNIKI NA IJS IN REKTORSKEM CENTRU V PODGORICI STAVKALI ZA VIŠJE PLAČE

V sredo, 12. marca 2008, je potekala splošna opozorilna stavka zasebnega sektorja, saj sindikatom in delodajalcem po dolgotrajnih pogajanjih ni uspelo doseči dogovora o uskladitvi plač zaradi visoke inflacije. Stavki se je po podatkih sindikatov v različnih oblikah pridružilo vsaj 162 000 zaposlenih.



Po podatkih Zveze svobodnih sindikatov Slovenije je v splošni opozorilni stavki na različne načine sodelovalo 145 000 njihovih članov.

Stavka je zajela kemično, papirno, tekstilno in živilsko industrijo, promet in zveze ter varovanje. Med slednjimi so se stavki pridružili tudi v podjetju Varnost Vič, d. o. o., saj so želeli s stavko izraziti nezadovoljstvo s svojimi plačami.

Varnostniki podjetja Varnost Vič, ki imajo delovna mesta na Institutu »Jožef Stefan« in v rektorskem centru v Podgorici, so na dan stavke svoje delo opravljali normalno, brezhibno, saj naročnik, IJS, nikakor ni bil oškodovan. Zato je njihova želja poudariti problematiko nizkih plač. Zadovoljni so tako z naročnikom kot tudi s svojim delom, vendar zaradi 5-letne pogodbe, ki bi se jo gotovo dalo spremeniti, in na račun nelojalne konkurence nekaterih varovalnih podjetij, ne dosega jo cen, za katere menijo, da bi jih morali in so do njih upravičeni. Želijo tudi, da bi naročnik v prihodnje bolj upošteval kakovost, ki jo gotovo zagotavljajo, in se ne bi oziral le na ceno.

Ker varnostniki na Institutu »Jožef Stefan« in v rektorskem centru v Podgorici zelo profesionalno opravljajo svoje delo, varujejo zaposlene in lastnino ter premoženje naročnika, si gotovo zaslužijo višjo plačo kot le 356 € neto na mesec.

*Jože Markič  
predsedstvo sindikata Varnosti Vič*

## POROČILA Z 68. SEJE UO IJS TER S 147. IN 148. SEJE ZS IJS

Marta Slokan Butina, univ. dipl. prav., U-2

Na 68. seji Upravnega odbora Instituta, ki je potekala 25. 3. 2008, so člani potrdili zapisnik 67. seje Upravnega odbora Instituta.

Nadalje je Upravni odbor Instituta obravnaval informacije in obvestila direktorja Instituta; med drugim je Institut obiskal rektor Univerze na Primorskem prof. dr. Rado Bohinc, organizirano je bilo srečanje z družbo Danfoss, predviden je bil razgovor z ministrom Karlom Erjavcem, v času Stefanovih dni od 25. 3. do 29. 3. 2008 so bila predvidena številna predavanja, podelitev nagrad zlati znak Jožefa Stefana, podelitev priznanj mladim raziskovalcem in dan odprtih vrat Instituta.

V nadaljevanju so se člani Upravnega odbora Instituta seznanili z letnim poročilom za leto 2007, ki ga bodo sprejeli, ko bo revidiran, sprejeli pa so program dela in finančni načrt Instituta za leto 2008. Pri pregledu ustanoviteljskih obveznosti Instituta je Upravni odbor Instituta ugotovil, da je pokritje stroškov iz naslova ustanoviteljskih obveznosti vsako leto manjše, kar povzroča težave pri izvajanju raziskovalnega dela. Upravni odbor Instituta je podal soglasje k ustanovitvi novega odseka, Odseka za sintezo materialov, K-8.

Upravni odbor Instituta je obravnaval in podal soglasje k Pravilniku o spremembah in dopolnitvah Pravil o delovnih mestih na Institutu "Jožef Stefan" ter podal soglasje k imenovanju prof. dr. Matjaža Gamsa za vodjo Odseka za inteligentne sisteme (E-9) za naslednji 4-letni mandat in dal soglasje k imenovanju doc. dr. Mateja Lipoglavška za vodjo Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2) za naslednji 4-letni mandat.

V uvodu 147. seje Znanstvenega sveta Instituta, ki je bila 28. 2. 2008, se je predstavil kandidat za vodjo

Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2) doc. dr. Matej Lipoglavšek. Znanstveni svet Instituta je podal soglasje k imenovanju doc. dr. Mateja Lipoglavška za vodjo Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij za naslednji 4-letni mandat.

Znanstveni svet Instituta je obravnaval Letno poročilo in zaključni račun za leto 2007 ter Program dela Instituta za leto 2008.

Nadalje so člani Znanstvenega sveta Instituta podali soglasje k ustanovitvi novega raziskovalnega odseka, Odsek za sintezo materialov, K-8.

Direktor je člane seznanil s pomembnejšimi informacijami, med drugim, da bo v okviru 100-letnice rojstva Antona Peterlina organiziran simpozij na temo evropske znanosti in tehnologije in da bo ob tej priložnosti izdana knjiga o Antonu Peterlinu in njegovih delih; v oktobru 2008 bo EARTO, združenje evropskih inštitutov, v Ljubljani bo organiziralo sestanek izvršnega odbora, ki se ga bodo udeležili predsedniki najpomembnejših evropskih inštitutov, in da je bil ustanovljen Poslovni odbor Instituta.

Na 148. seji Znanstvenega sveta Instituta, ki je bila 20. 3. 2008, so člani potrdili zapisnik 146. seje z dne 14. 2. 2008 in 147. seje z dne 28. 2. 2008.

Znanstveni svet je izvolil sodelavce v znanstvene nazive ter imenoval referente, ki bodo podali mnenje za izvolitve raziskovalcev v znanstvene in raziskovalno-razvojne nazive IJS.

V nadaljevanju so člani Znanstvenega sveta prejeli poročilo o evalvaciji Instituta za leto 2004–2007.

Člani Znanstvenega sveta Instituta so se seznanili s poročilom o novih mladih raziskovalcih na IJS v letu 2007.

## PRIŠLI-ODŠLI (26. 2. – 15. 4. 2008)

## Prišli:

4. 2. 2008 Primož Fajdiga, dipl. inž. el., strokovni sodelavec v E-2
1. 3. 2008 dr. Matjaž Aleš Korun, znanstveni svetnik v F-2
1. 3. 2008 Petra Kaferle, tehničarica v B-2
1. 3. 2008 Andrej Rapoša, vzdrževalec v CPO
1. 3. 2008 Brigita Kužnik, dipl. inž. kem. teh., strokovna sodelavka v K-5
1. 3. 2008 Damjana Nikovski, dipl. org. menedž., višja tajnica pripravnica v O-2
10. 3. 2008 Karmen Pavlovič, univ. dipl. ekon., strokovna sodelavka pripravnica v U-3
15. 3. 2008 Janja Tratnik, univ. dipl. biolog., asistentka začetnica pripravnica v O-2
1. 4. 2008 dr. Osor Slaven Barišič, asistent z doktoratom v F-1
1. 4. 2008 Sandra Dobnikar, tehničarica v tehničnih servisih
1. 4. 2008 dr. Marko Udovič, asistent z doktoratom v K-9
1. 4. 2008 dr. Matjaž Kristl, asistent z doktoratom v K-8
14. 4. 2008 Andrej Kavčič, univ. dipl. fizik, strokovni sodelavec v ICJT

***Vsem novim sodelavcem želimo prijetno počutje na delovnem mestu!***

## Odšli:

29. 2. 2008 Sabina Zelinšček, dipl. gosp. inž., strokovna sodelavka v U-3
29. 2. 2008 dr. Iztok Dogša, asistent v F-5
29. 2. 2008 dr. Darija Gibičar, asistentka v O-2
29. 2. 2008 dr. Damjan Dvoršek, asistent z doktoratom v F-7
29. 2. 2008 dr. Mark Pleško, znanstveni sod. v F-2
31. 3. 2008 Boris Budja, rezkalec v delavnicah
31. 3. 2008 Vanja Novak, univ. dipl. kom., strokovna sodelavka v U-1
31. 3. 2008 Rožle Jakopič, univ. dipl. kem., asistent v O-2
31. 3. 2008 Janez Gale, univ. dipl. inž. grad., asistent v R-4
31. 3. 2008 mag. Daniel Wolowske, asistent z magisterijem v E-1
31. 3. 2008 prof. dr. Matjaž Veselko, znanstveni sodelavec v E-6
31. 3. 2008 dr. Marijan Maček, vodilni strokovni sodelavec v F-3
2. 4. 2008 Rožica Dunja Medvešček, likvidatorica v U-3 – upokojitev
8. 4. 2008 dr. Zrinka Abramović, asistentka v F-5
14. 4. 2008 Mihael-Matjaž Zemljič, univ. dipl. fizik, asistent v F-1

*Marjetka Purkat, sekretariat IJS*

## OBISKI PO ODSEKIH (26. 2. – 14. 4. 2008)

## Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2)

Od 1. 4. do 4. 4. 2008 je bil na delovnem obisku prof. dr. Zdeněk Hermana, J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic, Praga, Češka republika. V okviru obiska je imel gost odsečni seminar.

## Odsek za fiziko trdne snovi (F-5)

Med 31. 3. in 5. 4. 2008 je bil na obisku prof. dr. Daniele Finotello, Kent State University, Kent, Ohio, ZDA. Namen obiska je bilo sodelovanje pri skupnih NMR raziskavah fotoizomerizacije v omejenih tekočih kristalih in tekočokristalnih elastomerih. Obisk spada v okvir večletnega sodelovanja med Kent State University, IJS in FMF.

Od 16. 3. do 20. 3. 2008 je bila na obisku Jelena Buha, Universität Potsdam, Math.- Nat. Fakultät, Golm, Nemčija. Obisk je bil namenjen pripravi skupnega članka »Co doped HfO<sub>2</sub>« in dogovor o skupni prijavi na evropski razpis Marie Curie.

## Odsek za kompleksne snovi (F-7)

Med 15. 3. in 22. 3. 2008 je bil na obisku prof. dr. Romano A. Rupp, Fakulteta za fiziko Univerze na Dunaju, Dunaj, Avstrija. Obisk je bil namenjen pogovorom o rezultatih pri skupnem bilateralnem projektu.

## Odsek za inženirsko keramiko (K-6)

Dne 19. 3. 2008 je bil na obisku dr. Shen Zhijian, Univerza v Stockholmu, Stockholm, Švedska. Namen obiska so bili pogovori o možnem sodelovanju na področju biokeramike in ogled laboratorijev.

## Odsek za znanosti o okolju (O-2)

Od 27. 3. do 28. 3. 2008 je bila na obisku dr. Andriana D. Hulsmann, KIWA Water research, Nieuweigen, Nizozemska. Obisk je potekal v okviru sodelovanja v evropski tehnološki platformi za vode (Water Supply and Sanitation Technology Platform) in

**V Novicah IJS objavljamo le tiste obiske, ki so vneseni v bazo podatkov (<http://www.ijs.si/ijs/obiski>). S tem lahko zagotavljamo večjo ažurnost, pravilnost in zanesljivost objav.**

pripravi mednarodne mreže: EuroEnviron Water. S KIWA Water Research načrtujemo tudi sodelovanje v okviru projekta RESTORE v 7. okvirnem programu EU. Kot gostujoča profesorica je gostja predavala študentom programa Ekotehnologija na mednarodni podiplomski šoli JS.

Med 13. 3. in 16. 3. 2008 je bil na obisku prof. dr. Hiroki Tamura, Graduate School of Engineering, Hokkaido University, Sapporo, Japonska. Obisk je bil namenjen pogovorom o skupnem projektu. V okviru obiska je imel gost odsečno predavanje z naslovom *Modeling of ion-exchange equilibria-activity of species in interphases*.

Od 17. 3. do 18. 3. 2008 je bil na obisku dr. Martin Murin, Ecotoxycological Institute, Brno, Slovaška. Obisk je bil namenjen pogovorom o skupnem projektu in sestankom o bionadzoru.

Med 2. 3. in 3. 4. 2008 je bila na obisku Mirjana Čolović, Nuklearni inštitut Vinča, Beograd, Srbija. Obisk je potekal v okviru usposabljanja IAEA projekta št. SRB/ 08-001 pod mentorskim vodstvom doc. dr. Nives Ogrinc.

Od 28. 3. do 4. 4. 2008 je bila na obisku dr. Nada Miljević, Nuklearni inštitut Vinča, Beograd, Srbija. Obisk je potekal v okviru slovensko-srbskega bilateralnega projekta (BI- RS/ 08-09-016: Uporaba stabilnih izotopov pri raziskavah rečnih sistemov v Sloveniji in Srbiji).

## Odsek za komunikacijske sisteme (E-6)

Dne 10. 4. 2008 sta bila na obisku prof. dr. Vejan Tosić in prof. dr. Veljko Milutinović, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Beogradu, Beograd, Srbija. Obisk je bil namenjen delovnemu sestanku v okviru projekta ProSense (FP7).

## ODPRTJE RAZSTAVE MARTINA AVSENIKA

PONEDELJEK, 21. JANUARJA 2008, OB 18.00 URI V GALERIJ IJS

## SLIKE KOT SVETLOBNI OBJEKTI, VIRTUALNA GALERIJA IN PREVZEMAJOČA GLASBA

Vse od začetka svoje ustvarjalne poti je akademski slikar Martin Avsenik za slikanje uporabljal posebno metodo, ki jo je sam razvijal in izpopolnjeval, dokler se ni odločil za slikanje z najsodobnejšim orodjem, z računalnikom. Kot je v vseh zgodnjih ciklih slik kompozicije ustvarjal z nanašanjem plasti, tako gradi tudi nove računalniške podobe, ki jih gledamo v njegovi virtualni galeriji. Razstava je nastajala dolgo, ker Martin Avsenik ni ustvarjalec, ki bi bil zadovoljen



s povprečnim ali nedokončanim izdelkom. Vrsto let je z natančnostjo in potrpežljivostjo sledil svoji viziji. Ideja in popolna izvedba sta zanj tako dragoceni, da ima slikar za vsak premik, ki soustvarja podobo, načrt za zgodbo, sliko, glasbo. Iskanje prave tehnologije in eksperimentiranje mu je omogočilo projekcijo fiktivnega prostora, da v njem kar se da nazorno približa svoje ustvarjanje uporabniku. Vendar mu ni bilo dovolj, da je virtualni prostor samo približal uporabniku, celo več, uporabnika je pripeljal vanj in ga vključil v svojo likovno pripoved. Dovolil mu je, da se svobodno giblje skozenj in da v njem tudi interaktivno sodeluje. Tako spodbujeno uresničenje različnih doživetij in energij je vsekakor velik izziv.

Je slikar, ki slika z drugačnim orodjem kot po končanem študiju, čeprav ima do slikarskega platna poseben odnos in zato klasičnega slikanja ne želi opustiti. Slike kot objekti in posebej oblikovane instalacije niso neosebno računalniško naključne dekoracije prostora, temveč so nastale kot podobe umetnikovega duševnega razpoloženja: linije in

oblike slikar premišljeno vodi v dvodimenzionalni prostor iz ozadja osvetljenih slik. Pri razstavljenih slikah – objektih, ki so nadaljevanje cikla Utopične slike v nizu svetlobnih teles (1995), je pomemben razvoj novega transparentnega nosilca, ki omogoča kar najbolj neposreden prenos podob, ustvarjenih v digitalni tehniki. Te nastajajo z uporabo sodobnih programov za vizualno upodabljanje in se prenesejo na nosilec, ki je lahko svetlobni objekt v prostoru. Pri tem je pomembno primerno presevanje svetlobe: zaradi transparentnosti in osvetlitve slikar doseže, da barva ni več materialna, temveč učinkuje z različnimi barvnimi svetlobami kot nesnovno likovno sredstvo. Mistično valovanje barv kaže slikarjevo predanost barvi in glasbi. Pred dobrim desetletjem je bila njegova osnovna ideja pri nastajanju računalniških slik – kako doseči žarenje barve, kakršno omogoča vitražno slikarstvo. Z novim, v ta namen projektiranim nosilcem je to postalo možno: nanj je lahko zelo natančno prenesel podobe, ki so pred tem nastale z uporabo računalniške grafike. Na prvi pogled se zdi ritmični ornament stkan iz svetlobe in barv, ki dajejo domišljiji krila. So izziv za vizijsko še bolj radikalne spremembe, čeprav hkrati ne izničujejo sočasne Avsenikove naklonjenosti klasičnemu slikanju. Do slikarskega platna ima še vedno poseben odnos, še vedno spoštuje dvodimenzionalno slikovno površino, na katero nanaša barvne plasti, s katerimi gradi sliko. Takšen odnos ohranja od podobe Altamirskih bikov



do slike Prekrasna Dafne, predvsem pa v Podobah prvinske narave, ciklu slik, za katerega slikar pravi, da (po več kot petnajstih letih) še ni končan.

Danes je vedno več stvari predstavljenih z računalniki. Tudi v umetnosti. Slikar Martin Avsenik na razstavi z naslovom IOS omogoča premikanje po

tridimenzionalnem prostoru, pregledovanje slik, ki so nastajale zadnja leta, ter ob tem poslušanje glasbe. Tako ustvarjene slike predstavljajo slikarjeve notranje pokrajine, v katerih odsevajo njegova različna doživetja, zato ima cel cikel podnaslov Podobe duše. Avsenikova ideja virtualne galerije je zastavljena drugače kot klasična, čeprav imamo občutek, da na krožnih stenah, ob katerih se v objemu fantastične glasbe gibljemo, visijo slike. Lokacija ni običajna, postavljena je v imaginarno, vseh kričavih reklam in motečih elementov sodobnega komunikacijskega sveta očiščeno pokrajino, v kateri obstaja edino umetnost. Resnična ali virtualna? Razmišljanje o resničnem in virtualnem ni novo, le da danes drugače razmišljamo, kot so to počeli nekoč. Če dobro pomislimo, pa ni niti nujno, da so današnje ugotovitve bližje resnici, kot so bile pred nekaj tisočletji. Že Platon je veliko razmišljal o pojmih, kot so true reality in virtual reality – po njem se življenje



odvija v navidezni resničnosti (virtual reality), ki smo je že tako vajeni, da je postala za nas edina prava in sprejemljiva resničnost. Pravi resnični svet (true reality) je prostor, h kateremu težimo in ki ga iščemo, je projekcija naših idej v čisti obliki in edina možna oblika resničnosti same. Kam nas torej vabi slikar? Po galerijskih hodnikih se svobodno premikamo, opazujemo slike na stenah, sicer abstraktne, a na oko prijetne, skladne: v trenutku dogajanja za nas (gledalce) to ni fiktivni svet, ampak svet, ki ga podzavestno v resnici doživljamo.

V animirani sliki pa se nam ponuja možnost identifikacije z avtorjevim ustvarjanjem, saj se zdi, kot da skupaj z njim podoživljamo nastajanje slik. Detajl za detajlom se izrisujejo elementi vsake posamezne podobe: barve, linije, poteze s namišljenim čopičem... Vsaka odločitev med potezo in ne-potezo pomeni nov korak pri gradnji kompozicije, ki se oblikuje sproti, z neprestanim iskanjem ravnotežja med načrtovanim in naključnim. Avtor nam prizore notranjega dogajanja podaja kot povsem naravne,

navadno zleknjene v svoji spokojnosti oziroma razpotegnjene v razorožujoče, čudežne kretnje, ki jih vodi nevidna roka iz izsanjanih globin. Najmanjše možnosti ni, da bi podvomili v verjetnost vsakega posameznega prizora. Vse je brezpogojno domišljeno, dosledno, celo stvarno: strukture, luči, prostor, uročena navzočnost duše.



Slikarjeva navezanost na lepoto podobe, neločljivo povezano z glasbo kot njenim enakovrednim izpovednim sporočilom, je osnova njegovega projekta IOS – podobe duše. Potovanje po sistemu galerijskih sten (ki spominja na vzpenjanje po osrednjem hodniku newyorške galerije Guggenheim) je koncentrirano na dojemanje slik in hkrati vseh smeri virtualnega prostora. Za slikarja je to prostor, kjer pušča svoje najintimnejše sledi duše. Likovni zapisi izražajo avtorjeva notranja videnja in čutenja ter spojena z navdihujočo glasbo tudi glorificirana doživetja.



Vsakemu novemu gibu sledijo akordi, ki plemenitijo celostno podobo. Poglavitni slikarjev namen ni le ustvarjanje slike kot oblike notranjega zvona, temveč niza samostojnih slik na stenah kot slik v virtualni galeriji, ki govorijo skupaj z glasbo. V virtualno resničnost zapisane zamisli avtor namenja – z (danes) najsodobnejšo računalniško tehnologijo – trajanju.



## MARTIN AVSENIK

Akademski slikar Martin Avsenik je bil rojen 20. novembra 1962 v Ljubljani. Po končanem šolanju na bežigrasjski gimnaziji v Ljubljani je študiral na Akademiji za likovno umetnost v Ljubljani, kjer je leta 1987 s temo „Pozni Picasso ter njegov vpliv“ na oddelku za slikarstvo diplomiral pri prof. Janezu Berniku. Po razstavah študentov ALU v ljubljanski Mestni galeriji (1982–85) je svoje slike velikih formatov hkrati z gorenjskimi likovniki leta 1989 najprej razstavil v Radovljici in na Bledu, med pomembnejše skupinske razstave pa spadajo: razstava „3 × 5« s petnajstimi predstavniki iz Avstrije, Italije in Slovenije (Galerie an der Stadtmauer, Beljak, 1994), potujoča razstava tradicionalne likovne delavnice društva Kočevski narodni park »Misel in korenine 94« (Kočevje, Ljubljana, Sežana, Novo mesto, Begunje na Gorenjskem, 1995) in skupna predstavitev na mednarodnem likovnem sejmu v Ženevi (maj 1996). V Mestni galeriji Nova Gorica se je leta 2007 prvič predstavil s projektom IOS. Živi in ustvarja v Ljubljani.

Virtualna galerija in slike na stenah (kot likovna, glasbena in čisto osebna, intimna izpoved) so slikarjev avtorski zapis za prihodnost. Namen takega ustvarjanja pa je predvsem izraz njegove nuje, da se hkrati z uresničenjem projekta, ki združuje likovno in glasbeno umetnost v eno, osvobaja. Žarilna moč njegovega (s svetlobo iz ozadja ožarjenega) cikla slik na stenah pa je predvsem v tem, da jih gledalcu omogoči čutiti in doumeti v smislu lastnih zamisli.

Tatjana Pregl Kobe

## GORSKI KOSMATINEC (*Pulsatilla montana*)

V času okoli velike noči pri nas zacvetijo nižinske vrste iz rodu kosmatinec. Eden od njih se celo imenuje velikonočnica, vendar pa ta živi le na nekaterih krajih v severovzhodni Sloveniji. Ime jim odlično pristaja. Vsi kosmatinci, ki uspevajo v Sloveniji, z izjemo alpskega, so namreč bolj ali manj dolgo in gosto dlakavi. Enako velja za gorski kosmatinec, ki živi na kraških, pustih in suhih, travnikih.



Pritlični listi gorskega kosmatinca ne prezimijo. Vsako leto pa se najprej razvijejo cvetovi, ki so ves čas cvetenja kimasti. Na koncih nekoliko navzven zavihani temno vijolični listi cvetnega odevala (perigon) so okoli dvakrat tako dolgi kot številni rumeni prašniki. Perigonovi listi so na zunanji strani gosto dlakavi, znotraj pa bolj ali manj goli. Na videz mu je zelo podoben navadni kosmatinec (*Pulsatilla nigricans*), ki pa uspeva v notranjosti Slovenije in ga v submediteranskem delu Slovenije ne najdemo (in nasprotno).

Barva cvetnih listov je tako izrazita, da so jih v preteklosti ponekod upo-

rabljali za barvanje pirhov. Dandanes pa je tako početje neprimerno, saj so, predvsem zaradi izginjanja ustreznih rastišč, vse vrste kosmatincev v Sloveniji ogrožene in tudi zavarovane. Rastlina pa je tudi strupena. V preteklosti so kmetom celo svetovali, da kosmatince zaradi pašne živine odstranijo s travnikov. Vendar pa živini kosmatinec ne škodi.

Goste bele dlake kosmatincu pravzaprav pomagajo preživeti v težkih okoljskih razmerah. Živi na pustih in suhih travnikih, kjer je varčevanje z vodo zelo pomembno. Dlake ustavijo veter ob rastlini in tako omejijo izhlapevanje in s tem porabo vode. Obenem pa odbijajo svetlobo in tako preprečujejo pregrevanje rastline, ki bi vodilo k večji porabi vode za hlajenje.



*Jošt Stergaršek*

Viri:

**Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands**, Haeupler, Henning in Thomas Muer, Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2000

**Gradivo za Atlas flore Slovenije**, Nejc Jogan, ur., CKFF, Miklavž na Dravskem polju, 2001

**Flora Helvetica**, Konrad Lauber in Gerhart Wagner, Verlag Paul Haupt, Bern, 1998

**Mala flora Slovenije**, Andrej Martinčič, et al., Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2007

**Narava na dlani: Zavarovane rastline Slovenije**, Peter Skoberne, Mladinska knjiga, Ljubljana, 2007