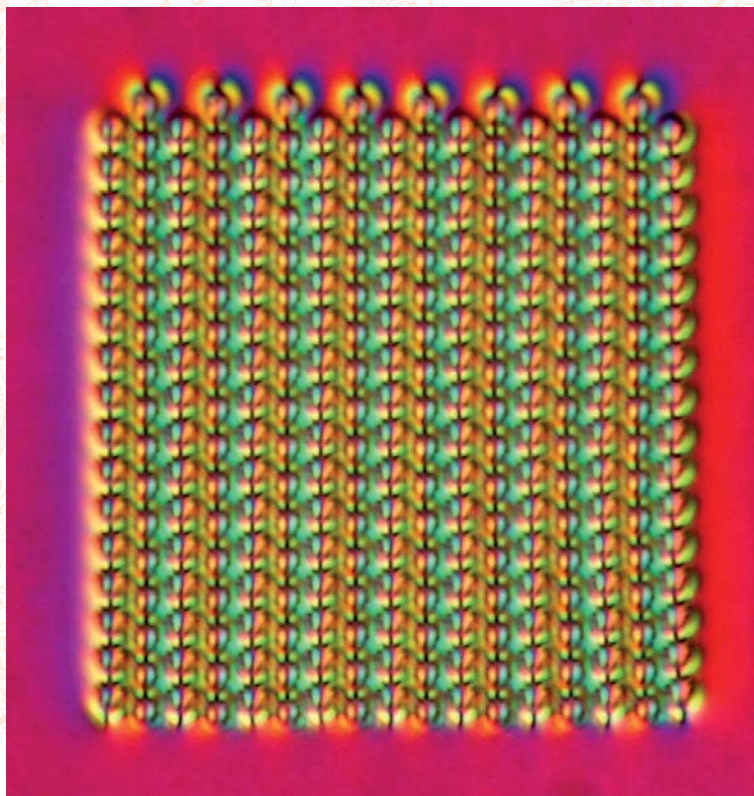




# NOVICE IJS

Interno glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Številka 129, januar 2007



*Resnične besede niso nikdar prijetne,  
prijetne besede niso nikoli resnične.*

*(Lev Nikolajevič Tolstoj)*

*Božično-novoletna prireditve ~ Nagrade in priznanja sodelavcem IJS ~ Mehanske lastnosti nanopasov na osnovi TiO<sub>2</sub> ~ Spontano urejanje gvanozina v vodnih raztopinah ~ Vzporedni računalniki in molekulska dinamika ~ Dogajanje na IJS ~ Odprtje razstave umetniške skupine BridA*

## KAZALO

<b>Božično-novoletna prireditve</b> .....	<b>3</b>
Govor prof. dr. Jadrana Lenarčiča na božično-novoletni prireditvi .....	3
Utrinki z božično-novoletne predstave in zabave .....	5
<b>Nagrade in priznanja</b> .....	<b>7</b>
Zoisove nagrade in priznanja za leto 2006 .....	6
Nagrada Sofje Kovalevskaje .....	7
Podelitev posebnih priznanj Univerze v Ljubljani .....	8
Zlata plaketa Generalštaba Slovenske vojske .....	8
Futurum – nagrada odličnosti s pogledom v prihodnost .....	9
Nagrade Maksa Samca .....	9
<b>Prispevki</b> .....	<b>10</b>
Mehanske lastnosti nanopasov na osnovi TiO <sub>2</sub> .....	10
Spontano urejanje gvanozina v vodnih raztopinah .....	12
Vzporedni računalniki in molekulska dinamika .....	15
<b>Dogajanje na IJS</b> .....	<b>18</b>
Poročilo s 60. seje IJO in 131. seje ZS IJS .....	18
Pridobitev certifikata »Družini prijazno podjetje« .....	19
Delavnica »Smeri razvoja e-izobraževanja« .....	19
Petnajsta obletnica Šole eksperimentalne kemije .....	20
Rekorderja po številu diplomskih nalog, magistrirjev in doktoratov .....	22
<b>Prišli - odšli</b> .....	<b>22</b>
<b>Obiski na IJS</b> .....	<b>24</b>
<b>Odprtje razstave umetniške skupine BridA</b> .....	<b>25</b>

### ALEGORIJA

V roki svinčnik, list pred mano.  
Luna, zvezde, mrak in mir.  
In neslišno, kakor misli,  
leze muha čez papir . . .

Leze, leze čez vrstice,  
leze leno preko njih;  
kruha išče – kaj jo briga  
iz srca napisan stih!

*Janez Menart*

Takole, kot je muha v pesmi zbudla Janeza Menarta, sem se počutila, ko sem prejela ocene za projekt, katerega prijava na jesenskem razpisu ARRS-a ni bila uspešna. Prav gotovo se marsikdo, ki je v enaki situaciji kot jaz, počuti podobno, saj opisne ocene ne povedo prav nič. Nas, osmoljence, že v februarju čaka nov razpis. Dober ulov!

*Polona Umek*

Novice IJS, glasilo Instituta "Jožef Stefan"

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

Sodelavka: Polona Strnad, univ. dipl. nov. Lektor: dr. Jože Gasperič

Naslovnica: Silikatne kroglice v nematskem tekočem kristalu tvorijo pravilno strukturo. Slika je bila posneta s polarizacijskim mikroskopom in objavljena v članku Two-Dimensional Nematic Colloidal Crystals Self-Assembled by topological Defects v reviji Science 313 (2006), 954. Sliko je posnel dr. Miha Škarabot, F5.

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

## GOVOR PROF. DR. JADRANA LENARČIČA NA BOŽIČNO-NOVOLETNI PRIREDITVI

### *Spoštovane sodelavke, spoštovani sodelavci!*

Doslej mi še nobeno leto ni tako hitro odletelo. Ob tej priložnosti bom povedal nekaj stvari, ki sem jih sicer že večkrat v zadnjih dneh. Pa to vseeno naredim z velikim ponosom, ker je Institut tudi v letu 2006 izjemno dobro deloval in dosegal odlične rezultate.

Tako je bilo leto 2006, poslovno gledano, za Institut »Jožef Stefan« izjemno uspešno. Sodeč po prvih desetih mesecih, smo pridobili več kot 14 odstotkov sredstev, praktično z enakim številom ljudi. Največji prirastek smo dosegli pri evropskih projektih, kar 87-odstoten, pri izvozu v tujino je bil prirastek 50-odstoten, in če pomislite, da smo lansko leto izvedli podoben, 48-odstotni preobrat, kar se tiče dela v izvozu, pomeni, da Institut izjemno dobro dela in se vse bolj obrača v Evropo.

Število zaposlenih smo povečali za 15, s 799 na 814, kar je natančno toliko, kot smo načrtovali, niti eden več niti eden manj.

Družba je vredna toliko, kot je njen odnos do znanja, znanje in znanost sta vredna toliko, kot je njun odnos do družbe. Naša naloga torej ni samo to, da znanje kreiramo, da sedimo v laboratorijih ali beremo knjige, ampak da to znanje in tehnologije, ki jih razvijamo, prenašamo v gospodarstvo, zlasti tistim, ki nas plačujejo.

Zato je bilo leto 2006 namenjeno predvsem temu, da se povežemo z gospodarstvom oz. še okrepimo naše sodelovanje z njim. Tako smo vpeljali projekt, ki mu pravimo Odprta vrata za gospodarstvo: vsako podjetje, ki si želi ogledati Institut in sodelovati z nami, ima to možnost vsak dan. Pogovarjali smo se s podjetjem Kolektor, ki nas je povabilo, da se vključimo v njihov strateški svet, kar je zelo pomembno. S podjetjema Trimo in Poteza smo imeli takšno srečanje, z Nuklearno elektrarno Krško, s Krko, z direktorjem Gorenja tudi že imamo pogovore, podpisali smo tudi dogovor z Obrtno zbornico Slovenije, s katero formalno sodelovanje že poteka. Skorajda ni pomembnejšega podjetja v Sloveniji, s katerim danes ne bi sodelovali, ob tem pa sem prepričan, da so resnične priložnosti šele pred nami.

V času Stefanovih dni smo organizirali srečanje »Institut in priložnosti«, prišlo je več kot 100

predsednikov gospodarskih družb in direktorjev, tudi nekdanji minister Jože P. Damijan in minister Zupan. To je bilo že drugo takšno srečanje. V oktobru smo organizirali srečanje »Institut, okolje in prostor«, in spet je bila pri nas cela vrsta pomembnih uporabnikov naših raziskovalnih rezultatov, tudi vladni predstavniki – ministri Bručan, Podobnik in Zupan. Še nekaj takih srečanj bomo organizirali v kratkem, in sicer smo dogovorjeni z ministrom Podobnikom za srečanje »Institut in jedrska energija«, z ministrom Zverom sva se dogovorila za srečanje »Institut in šolstvo«, pa tudi za srečanje »Znanost in kultura« sva že dogovorjena z ministrom Simonitijem.

Z mediji se dogovarjamo, da bi Institut čim bolj prispeval k popularizaciji znanosti, da začne naša družba razumevati, da je znanje potrebno. Posneli smo tudi televizijsko oddajo, ki se bo v štirih delih zvrstila na nacionalni televiziji z začetkom v januarju, danes smo se pogovarjali z novinarko Kanala A, ki bo kot posebno področje obsegal tudi znanost. Pogovarjamo se s Financami za sodelovanje pri vodenju projekta najpodjetniške ideje.

Lansko leto smo prvič predstavili naš projekt, ki se imenuje Center za nove tehnologije IJS; glavni namen tega sistema zgradb, kjer bi bili prototipni laboratoriji, je, da povežemo institutske ljudi z gospodarstvom v skupne projektne time pri razvoju novih tehnologij. Ta projekt je bil sprejet v državno resolucijo za obdobje od 2007–2013; če nam bo uspelo projekt izpeljati do konca, bo to zelo pomembno za Institut in vso slovensko znanost, saj gre za obseg približno 7 milijard slovenskih tolarjev.

Tudi na področju visokega šolstva Institut uspešno deluje. Kot veste, je IJS ustanovil Politehniko v Novi Gorici. S tem ko je Politehnika v letu 2006 postala četrta slovenska univerza, kar nas resnično veseli, smo tako postali tudi ustanovitelji univerze. Pred časom smo ustanovili tudi Mednarodno podiplomsko šolo Jožefa Stefana, s katero smo letos prvič skupaj prijavi študijski program. Spremenil se je namreč zakon, ki je omogočil, da lahko raziskovalni inštitut, kot je naš, sodeluje tudi v univerzitetnih programih, kar doslej ni bilo možno. Tudi zaradi tega smo prvič v zgodovini podpisali

dogovor z ljubljansko in s primorsko univerzo, kar dokazuje, da pokrivamo skoraj ves slovenski prostor na tem področju. Kar je pomembno pri tem, je t. i. diseminacija znanja, kajti mi nismo dolžni skrbeti samo za lastni razvoj, mi moramo razvijati celotno okolje. Ali če povem drugače: če želimo zgraditi velik kup, moramo začeti dovolj široko (ne preširoko, ker v tem primeru lahko zmanjka materiala za priti v višino). Potrebujemo širino; lažje je biti Mount Everest v Himalaji kot v Panonski nižini.

Tudi s Kliničnim centrom smo začeli formalno sodelovanje, saj smo skupaj ustanovili Znanstvenoraziskovalni svet, skupaj smo organizirali tudi srečanje, ki se je nanašalo na okolje in prostor. Institut je izredno uspešen na mednarodnem področju, pri mednarodnih projektih stalno povečujemo obseg, poudariti pa moram tudi, da so naši raziskovalci v najvišjih organih Evropske skupnosti. Po moji oceni je najmanj 25 odstotkov aktivnosti celotnega Instituta, to je vseh nas, vključno z administracijo in podpornimi službami, vezanih na evropske projekte. Pomembno je tudi to, da smo v lanskem letu podpisali dogovor z avstrijskim inštitutom Joanneum Research, ki je osrednji tehnološki inštitut v Avstriji; z njimi smo imeli že več srečanj in delavnic, skupaj pripravljamo srečanje na ministrskem nivoju.

Med najpomembnejšimi dogodki v lanskem letu pa je bil prav gotovo obisk predsednika vlade 20. septembra 2006. Obisk ni bil le vsebinsko pomemben, ampak je bil tudi zgodovinski, saj je bila takrat na našem Institutu cela vlada RS, in obisk je zelo odmeval v javnosti, njegovo sporočilo pa je bilo jasno.

Naši raziskovalci so dosegali izvrstne rezultate povsod in prejeli tudi priznanja za svoje raziskovalno delo. Tako smo tudi v letu 2006 imeli Zoisovega nagrajenca za vrhunske znanstvene dosežke oz. nagrajenko, to je dr. Marija Kosec. Dobili smo tudi Zoisovo priznanje, prejel ga je dr. Zdravko Kutnjak, dr. Boris Žemva pa je prejel pomembno priznanje American Chemical Society.

Bili so seveda tudi težki trenutki; morda je čas, da tudi to povem. Če človek ne spi zaradi tega, ker ga priganja delo, je to nekaj prijetnega. Težko je, kadar te preganjajo misli na ljudi, ki izživljajo na Institutu ali pa tudi zunaj Instituta svojo ignoranco in koristoljubje. In če zaradi tega ne moreš spati, je zelo neprijetno.

Želim si, da bi se na Institutu ne nehali kregati. Želim si, da bi se na Institutu čim bolj kregali. Ampak o tem, kdo bo komu kaj dal, ne pa, kdo bo komu kaj vzela, da se kregamo, kdo bo kaj naredil, in ne, kdo česa ne bo naredil.

Po neki uredbi Vlade naj bi število zaposlenih v prihodnjem letu zmanjšali za 0,5 odstotka in čez eno leto še 0,5 odstotka. Ali naj to naredimo tako, da odpustimo mlade, delovne, prodorne raziskovalce, ali naj to naredimo tako, da odpustimo tiste, ki vedno čakajo, ki jim vedno nekaj manjka, ki čakajo, da jih nadrejeni nagovori, kaj morajo delati, pa spet čakajo, ker ni materiala, čakajo, da jim nekdo pove, kako, čakajo na pokojnino? Odgovor je jassen. Jaz sem svojim sodelavcem in študentom zmeraj govoril: »Ne sekirajte se, če se jezim na vas, sekirajte se, kadar se za vas več ne menim.«

Izredno lepo je delati z mladimi, in največ, kar jim lahko damo – tako smo se odločili na Institutu –, je samostojnost. Mi smo zato lani s podporo komisije za izvolitve začeli dosledneje izvajati zahtevo po izpopolnjevanju v tujini, danes praktično ne more nihče napredovati v višji naziv, naziv znanstvenega sodelavca, če ne gre na izpopolnjevanje v tujino. Hkrati pa smo popravili pravilnik, tako da tem ljudem, ki odhajajo v tujino, ne znižujemo plač, tako kot je bilo po starem pravilniku za mlade raziskovalce in tudi za podoktorske raziskovalce, ki so bili v tujino napoteni in niso dobili štipendije. Še več: pred tremi tedni smo tukaj imeli mag. Andreja Širclja, državnega sekretarja na Ministrstvu za finance, ki je pojasnil novo davčno zakonodajo. Prepričali smo ga, kot kaže, da bo spremenil pravilnike tako, da naši mladi raziskovalci, ki odhajajo v tujino, ne bodo kaznovani z visoko dohodnino.

Mi seveda na Institutu verjamemo, da Slovenija zmora in mora izpeljati tehnološki razvoj, in to lahko naredi samo z nami. V Sloveniji nimamo še enega inštituta, ki bi to naredil namesto nas. Slovenec nima še enega Slovenca, ki bi to naredil namesto njega. Torej smo to mi. Nekoč so me vprašali na televiziji, ali verjamem v to, in sem dejal, da seveda verjamem. Pri našem delu je veliko magičnega, ampak magičnost je in obstaja takrat, kadar vanjo verjameš. In na Institutu se razlikujemo od mnogih drugih inštitucij, tako v Sloveniji kot drugje, ker v to, kar delamo, verjamemo.

Ko mi je pred nedavnim dejal minister Zver, češ da je naš institut slovenska blagovna znamka, sem mu

## BOŽIČNO-NOVOLETNA PRIREDITEV

odgovoril, da si želimo, da bi Slovenija postala evropska blagovna znamka z našo pomočjo.

V veliko veselje in čast mi je bilo tudi letos delati z Vami, vsem Vam in vašim družinam želim uspešno novo leto. In še nekaj. V življenju je čudež to, da

Kirchoffovi zakoni ne veljajo. Kirchoffov prvi zakon namreč pravi, da toliko toka odteče iz vozlišča, kolikor ga priteče. V življenju pa je tako, da če si prvi, ki daješ tok od sebe, ga boš zmeraj več dobil nazaj.





NAGRADE IN PRIZNANJA

## ZOISOVE NAGRADE IN PRIZNANJA ZA LETO 2006

Konec novembra so v Cankarjevem domu podelili najvišje državne nagrade za področji znanstvenoraziskovalne in razvojne dejavnosti: Zoisove nagrade, Zoisova priznanja, priznanje ambasador znanosti Republike Slovenije in Puhovo priznanje za leto 2006.

Slavnostni govornik na podelitvi je bil predsednik vlade Republike Slovenije Janez Janša. Tokrat je podelitev nagrad neposredno prvič prenašala tudi televizija Slovenije.

Med dobitniki Zoisovih nagrad in Zoisovih priznanj so bili tudi sodelavci Instituta.

**Prof. dr. Marija Kosec, vodja Odseka za elektronsko keramiko, je prejela Zoisovo nagrado za raziskave keramičnih materialov in njihovih lastnosti.**



**Prof. dr. Marija Kosec**

## NAGRADE IN PRIZNANJA

**Zoisovi priznanji sta prejela: izr. prof. dr. Iztok Arčon iz Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij ter doc. dr. Zdravko Kutnjak iz Odseka za fiziko trdne snovi.**

Ožje področje raziskav izr. prof. dr. Iztoka Arčona so strukturne analize novih materialov z rentgensko absorpcijsko spektroskopijo s sinhrotronsko svetlobo.



Izr. prof. dr. Iztok Arčon

Doc. dr. Zdravko Kutnjak se ukvarja z raziskavami, povezanimi s strukturnim neredom ter vplivom površin majhnih dimenzij na fizikalne lastnosti kondenziranih snovi.



Doc. dr. Zdravko Kutnjak

**Nagrajencem iskreno čestitamo!**

## NAGRADA SOFJE KOVALEVSKAJE V ROKE DOC. DR. JURETU DEMŠARJU

Nagrado Sofje Kovaljevskaje, ki jo je osnovalo nemško ministrstvo za izobraževanje in raziskave, je za leto 2006 prejel tudi dr. Jure Demšar iz Odseka za kompleksno snov IJS. Ta prestižna nagrada je namenjena mlajšim znanstvenikom z doktoratom, ki pa ne prihajajo le iz Nemčije. Namen nagrade, ki je za vsakega nagrajenca kar 1,6 milijona evrov, je, da nagrajencem omogoči inovativne raziskave na najvišjem nivoju v Nemčiji brez administrativnih omejitev. To pomeni, da si nagrajenci sami izberejo znanstveno institucijo v Nemčiji, na kateri bodo naslednja štiri leta raziskovali. Prav tako pa si bodo sami izbrali svojo ekipo. Poleg doc. dr. Jureta Demšarja je nagrado prejelo še 11 mladih doktorjev znanosti s celega sveta.

**Čestitamo!**

Več o sami nagradi, podelitvi in drugih nagrajencih najdete na [http://www.humboldt-foundation.de/en/aktuelles/presse/pn\\_archiv\\_2006/2006\\_27a.htm](http://www.humboldt-foundation.de/en/aktuelles/presse/pn_archiv_2006/2006_27a.htm) in <http://www.humboldt-foundation.de/en/programme/preise/index.htm>



**Doc. dr. Jure Demšar med nemško ministrico za Znanost in izobraževanje dr. Annette Schavan in predsednikom fundacije Alexander von Humboldt prof. dr. Wolfgangom Frühwaldom**

*Polona Umek*

## PODELITEV POSEBNIH PRIZNANJ UNIVERZE V LJUBLJANI

Na slavnostni seji Senata Univerze v Ljubljani so bila 5. decembra podeljena tudi priznanja univerze za leto 2006.



Zlato plaketo univerza namenja posameznikom za izjemne zasluge pri razvijanju znanstvenega, pedagoškega ali umetniškega ustvarjanja Univerze v Ljubljani in za krepitev njenega ugleda.

Za postavitev in uspešno vodenje podiplomskega študija Jedrska tehnika na Fakulteti za matematiko in fiziko je zlato plaketo Univerze v Ljubljani za leto 2006 prejel iz rok rektorice prof. dr. Andreje Kocijančič tudi prof. dr. Borut Mavko, vodja tega študija in vodja Odseka za reaktorsko tehniko na Institutu "Jožef Stefan".

V največji meri je uspeh in ugled te šole, ki je lani obeležila 20-letnico delovanja, zasluga prof. Boruta Mavka, ki je duša tega študija. S svojimi znanstvenimi in pedagoškimi stiki v Evropi in svetu neprestano skrbi tudi za redne obiske in predavanja eminentnih profesorjev, znanstvenikov in strokovnjakov. Študij jedrske tehnike nas je popeljal tudi v asociacijo ENEN - European Nuclear Engineering Education Network, združenje, ki so ga leta 2003 ustanovile najuglednejše evropske univerze in raziskovalni inštituti za skupno izvajanje visokošolskega izobraževanja na področju jedrske tehnike.

**Prof. Mavko, iskrene čestitke!**

## ZLATA PLAKETA GENERALŠTABA SLOVENSKE VOJSKE DR. RAJMUNDU KRIVCU

Na slovesnosti Generalštaba Slovenske vojske Ministrstva za obrambo Republike Slovenije, ki je bila dne 21. decembra 2006, je sodelavec našega Instituta dr. Rajmund Krivec prejel zlato plaketo za izjemne zasluge pri preiskavi letalske nesreče letala Pilatus L9-52. Dr. Krivec je v okviru Laboratorija za visokozmogljivo računalništvo in simulacije Odseka za teoretično fiziko izdelal ekspertizo o nesreči Pilatusa 3. marca 2004. V ta namen je napisal računalniški program za model letala ter s fizikalnimi prijemi rekonstruiral letalne karakteristike Pilatusa PC-9, tudi v primeru poškodb na letalu. Model je kasneje odobril tudi proizvajalec letala na predstavitvi v Stansu (Švica). Na osnovi modela je dr. Krivec izvedel simulacijo trajektorije poškodovanega letala. Računalniški program je dovolj optimiziran, da je sposoben teči tudi v načinu realnega časa in v grafičnem okolju OpenGL s prezentacijo terena pri več kot 100 sličicah na sekundo. Simulacija je nastala na osnovi izkušenj, ki jih je dr. Krivec pridobil v okviru raziskovalnega programa Teorija osnovnih delcev, jedra in polj, ki

ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, ter kot upravljalec sistema računskih strežnikov in delovnih postaj Odseka za teoretično fiziko IJS.



**Zlata plaketa, ki jo je dr. Krivcu podelil Generalštab Slovenske vojske.**



## FUTURUM – NAGRADA ODLIČNOSTI S POGLEDOM V PRIHODNOST

Javni sklad *Ad future* je konec lanskega leta prvič podelil nagrado *Futurum*. Nagrado je prejelo 10 mladih doktorjev znanosti s področja naravoslovja, tehnike in medicine, ki so v zadnjih treh letih uspešno zagovarjali svoja doktorska dela. Eden izmed nagrajencev je tudi **dr. Andrej Zorko** z Odseka za fiziko trdne snovi IJS. Doktorsko delo z naslovom *Študij eno- in dvodimenzionalnih magnetnih sistemov s spinskim singletnim osnovnim stanjem* je naredil pod mentorstvom prof. dr. Janeza Dolinška in doc. dr. Denisa Arčona.

Bistvo nagrade Futurum pa je, da je le-ta tudi denarna. Vsak od nagrajencev bo prejel štiri milijone tolarjev, ki pa jih bo lahko porabil za podoktorsko usposabljanje v tujini. To bo nagrajencem omogočilo podoktorsko usposabljanje na najboljših tujih institucijah. **Čestitamo!**



Več o sami nagradi, drugih nagrajencih in kratki predstavitvi nagrajenih doktorskih del si lahko preberete na spletnem naslovu <http://www.futurum.si/index.cgi?k=26&d=1>.

Polona Umek

## NAGRADE MAKSA SAMCA

V decembru 2006 so v dvorani Univerze v Ljubljani prvič podelili nagrade in priznanja Maksa Samca. Prof. Samec je bil ustanovitelj študija kemije na ljubljanski univerzi in v njegov spomin so na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani ustanovili nagrade z njegovim imenom. Nagrado za leto 2006 sta prejela tudi dva mlada raziskovalca, dr. Jernej Šribar in dr. Daniel Vrbanič, ki sta svojo pot začela na Institutu »Jožef Stefan«. Slavnostni govornik na podelitvi je bil minister za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo prof. dr. Jure Zupan.

Dr. Jerneju Šribarju je bila nagrada podeljena za najboljši doktorat s področja **biokemije**. **Doktorsko delo z naslovom** *Znotrajcelični vezavni proteini za amoditoksin in njihova možna vloga v procesu nevrotoksičnosti* je opravil na Odseku za biokemijo in molekularno biologijo pod mentorstvom prof. dr. Igorja Križaja.

Dr. Danielu Vrbaniču je bila nagrada podeljena za najboljši doktorat s področja **kemijskega inženirstva in kemijske tehnologije**. **Doktorsko delo z naslovom** *Sinteza, karakterizacija in raziskave lastnosti nizkodimenzionalnih materialov na osnovi halogenidov prehodnih kovin in ogljika* je opravil pod mentorstvom prof. dr. Staneta Pejovnika. Kot mladi raziskovalec je bil dr. Vrbanič zaposlen na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo, eksperimentalno delo za doktorsko disertacijo pa je opravil v

laboratoriju prof. dr. Dragana Mihailovića na Odseku za kompleksno snov.



**Trije nagrajenci za najboljša doktorska dela za leto 2006. Z leve proti desni: dr. Daniel Vrbanič, dr. Jernej Šribar in dr. David Bevk. Slednji je nagrado prejel za najboljše doktorsko delo s področja kemije.**

**Čestitamo!**

Več o drugih nagrajencih in utemeljitvah ter tudi o tem, kdo je bil prof. Maks Samec, pa najdete na spletni strani <http://www.fkkt.uni-lj.si/si/?1045>.

Polona Umek

## MEHANSKE LASTNOSTI NANOPASOV NA OSNOVI $\text{TiO}_2$

Matjaž Humar, Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in F5

Multifunkcijski materiali postajajo vse bolj pomembni. Ugodne so kombinacije raznolikih lastnosti, kot so posebne električne, magnetne, kemične in mehanske lastnosti. Tak primer so ogljikove nanocevke, ki imajo vse te lastnosti.

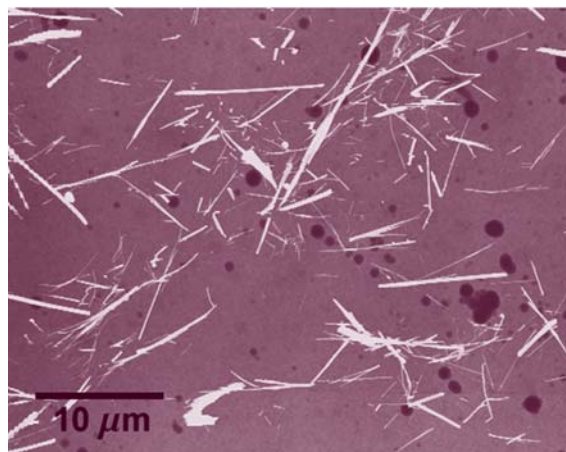
V nekaj zadnjih letih so nanocevke izdelali iz različnih anorganskih materialov, kot so na primer  $\text{MoS}_2$ , borov nitrid ali titanati. Tako kot za ogljikove nanocevke pričakujemo, da bodo ti materiali zaradi svoje multifunktionalnosti zelo uporabni na različnih področjih. V tem pogledu so titanatne nanocevke in nanopasovi še posebno zanimivi, ker je titanov dioksid ( $\text{TiO}_2$ ) zelo pomemben material v industriji. Titanate je namreč mogoče kemijsko spremeniti v  $\text{TiO}_2$ . Uporabo nanodelcev  $\text{TiO}_2$  za različne aplikacije intenzivno preučujejo. Uporabni so pri katalizi, fotokatalizi, pigmentih, v optiki, sončnih celicah, senzorjih plinov, na antibakterijskih površinah in še pri mnogih drugih aplikacijah. Nanodelce  $\text{TiO}_2$  po navadi vmešamo v polimer, pri čemer dobimo kompozitni material. V tem primeru želimo, da nanodelci  $\text{TiO}_2$  ohranijo svojo multifunktionalnost, hkrati pa ojačajo polimer. Žal velikost nanodelcev bistveno vpliva na njihovo mehansko trdnost, kar nam omejuje njihovo uporabo v kompozitnih materialih. Težavo lahko rešimo, če namesto navadnih nanodelcev  $\text{TiO}_2$  uporabimo nanocevke ali nanopasove na osnovi  $\text{TiO}_2$ , če le imajo dovolj dobre mehanske lastnosti. To je bil povod, da smo začeli raziskovati te njihove lastnosti. Nanocevke in nanopasovi imajo tudi precej večjo aktivno površino kot navadni nanodelci, zato so uporabni tudi za detekcijo, absorpcijo in katalizo strupenih plinov, kot je na primer  $\text{NO}_x$ .

Nanocevke in nanopasove na osnovi  $\text{TiO}_2$  lahko sintetiziramo z zelo enostavnim, učinkovitim in poceni postopkom, ki je primeren tudi za večje količine snovi.  $\text{TiO}_2$  v prahu zmešamo z raztopino natrijevega hidroksida in pri povišanem tlaku segrevamo več ur. V odvisnosti od temperature nastanejo nanocevke ali nanopasovi. Učinkovitost pretvorbe v nanocevke ali nanopasove je skoraj stoo odstotna. Nanocevke so sestavljene iz plasti, ki so zvite v zvitek. Zunanji premer je 8–11 nm, notranji 4–7 nm, dolžina pa nekaj 100 nm. Nanopasovi so sestavljeni iz ravnih plasti in imajo pravokotni prerez.

Tipična prečna dimenzija je 20–30 nm, dolžina pa do nekaj mikrometrov.

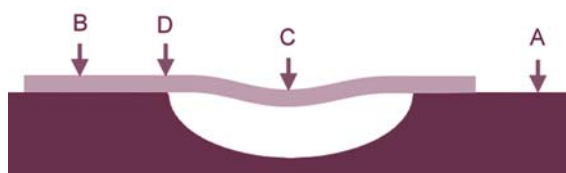
Za določitev mehanskih lastnosti nanopasov smo uporabili mikroskop na atomsko silo (AFM). S konico AFM pritiskamo na nanopas, ki je položen prek luknje, in merimo njegov upogib v odvisnosti od sile. S kontaktnim načinom še posnamemo sliko nanopasu in tako določimo njegove dimenzije – dolžino, širino in debelino. Iz vseh teh podatkov lahko izračunamo Youngov modul nanopasu.

Kot podlago smo uporabili polimer CR-39, ki je bil obsevan s hitrimi ioni in nato jedkan. S tem smo dobili ravno površino in globoke luknje tipičnega premera 500–800 nm. Nanopasove smo zmešali z metanolom in v ultrazvočni kopeli dispergirali.



Slika 1: Nanopasovi na osnovi  $\text{TiO}_2$ , raztreseni po podlagi, ki ima luknje

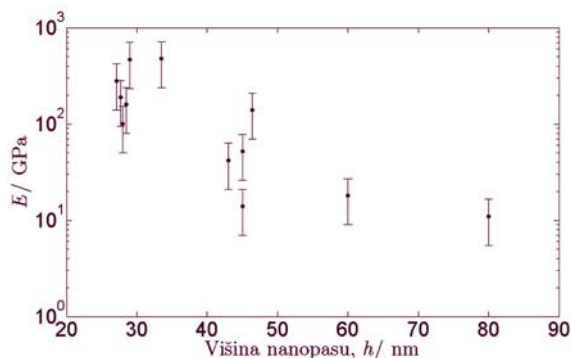
Disperzijo smo kapnili na podlago, da je metanol izhlapel. Tako smo dobili nanopasove, enakomerno raztresene po površini (Slika 1). Nekateri nanopasovi so ležali prek lukenj in so bili primerni za meritev upogiba. Tega smo merili na več točkah vzdolž nanopasu, da smo lahko izmerili in nato odšteli ugreznanje podlage (Slika 2).



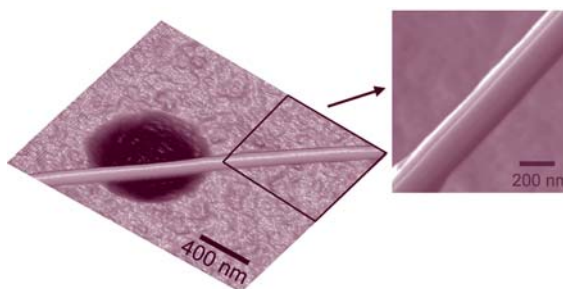
Slika 2: Točke vzdolž nanopasu, kjer smo merili upogib v odvisnosti od sile

Izmerjen Youngov modul nanopasov na osnovi  $\text{TiO}_2$  je  $260 \text{ GPa} \pm 60 \text{ GPa}$ . Velika napaka meritve je posledica več dejavnikov, kot so nenatančnost meritve širine, višine in dolžine nanopasu, napaka pri meritvi upogiba, napaka konstante vzmeti igle in ugrezanje podlage. Izmerjen Youngov modul je zelo podoben Youngovemu modulu keramike  $\text{TiO}_2$  ( $280 \text{ GPa}$ ). Iz meritev je razvidno, da se Youngov modul nanopasov manjša s povečevanjem debeline nanopasov (Slika 3). Razlog je v tem, da so nanopasovi sestavljeni iz manjših pasov debeline 15–20 nm (Slika 4). Ti drsijo med seboj in tako zmanjšajo efektivni Youngov modul.

Da bi določili pravi modul, bi morali izmeriti upogib na pasovih debeline, manjše od 20 nm. To pa ni bilo mogoče, ker so se pasovi, tanjši od 30 nm, zaradi

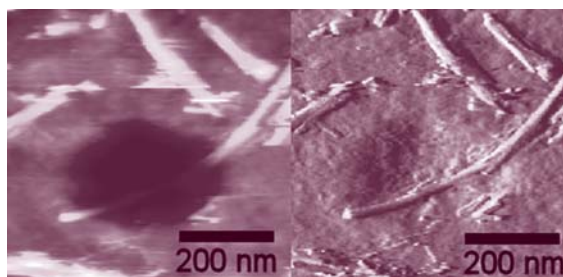


**Slika 3: Youngov modul nanopasov v odvisnosti od njihove debeline. Opazimo, da imajo debelejši nanopasovi manjši modul.**



**Slika 4: Če si bliže pogledamo nanopasove, opazimo, da so sestavljeni iz več tankih pasov.**

kapilarnih sil pri izhlapevanju metanola sami od sebe upognili v luknjo. Isto se je zgodilo z nanocevkami (Slika 5).



**Slika 5: Primer nanocevke, ki se je upognila v luknjo. Zaradi tega ni bilo mogoče opraviti meritev na nanocevkah.**

Iz navedenega lahko ugotovimo, da imajo nanopasovi na osnovi  $\text{TiO}_2$  dovolj velik Youngov modul, da jih lahko vmešamo v polimer, ne da bi le-ta izgubil svojo mehansko trdnost oziroma bi jo lahko še povečal.

## SPONTANO UREJANJE GVANOZINA V VODNIH RAZTOPINAH

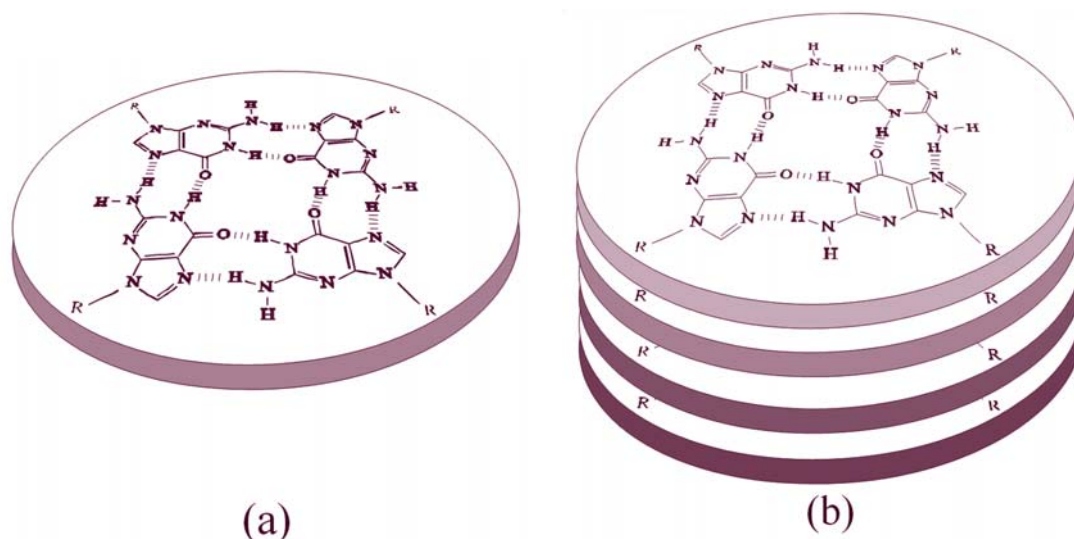
doc. dr. Lea Spindler, F7

Spontano urejanje imenujemo urejanje molekul v visoko organizirane, kompleksne strukture brez tvorbe kemijskih vezi. Osnova urejanja so šibke interakcije, kot npr. vodikova vez ali van der Waalsova sila. Prednost takšnih sistemov je velika občutljivost za spremembe zunanjih parametrov, kot so temperatura, dodatek ionov, kislost ali bazičnost raztopine. Že z majhnimi spremembami naštetih parametrov lahko znatno spremenimo in prilagodimo fizikalne lastnosti materiala, ne da bi morali uporabiti novo kemijsko spojino, kar ima vrsto aplikativnih prednosti.

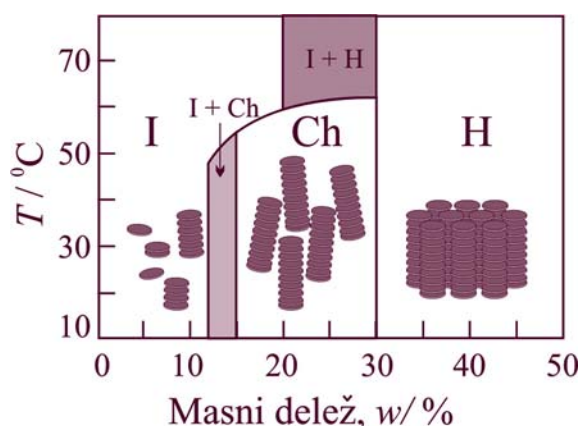
Med molekule z zelo zanimivim spontanim urejanjem spadajo gvanozin in njegovi derivati. Gvanozin sestavlja centralni aromatski del (baza gvanin, ena izmed štirih baz DNK), na katerega je vezan sladkor s fosfatno skupino. Idealna lega akceptorskih in donorskih mest omogoča, da se štiri molekule z vodikovimi vezmi povežejo v tako imenovan G-kvartet (slika 1a). Naslednji korak v procesu urejanja je vertikalno nalaganje kvartetov v paličaste skupke (slika 1b). Nalaganje povzročijo privlačne sile med aromatskimi obroči, dodatno pa ga stabilizirajo kationi, predvsem kalij in amonij, ki se vežejo v centralno votlino med dva naložena G-kvarteta. Stopnja nalaganja, in s tem dolžina nastalega skupka, je močno odvisna od vrste in koncentracije kationov v raztopini, od temperature

ter vrednosti pH. Zadnja stopnja v urejanju gvanozina je orientacijsko urejanje paličastih skupkov v zgoščenih raztopinah, kar vodi do nastanka liotropnih tekočokristalnih faz (slika 2 in naslovnica IJS Novic, december 2006) [pregled v 1–2]. Pri svojem delu smo se osredotočili na izotropne vodne raztopine in molekulo deoksiganozin 5'-monofosfat v obliki di-amonijeve soli. Zanimalo nas je, kdaj se prične spontano urejanje in kaj vpliva nanj, kako dolgi skupki nastanejo in kakšno je njihovo vedenje v vodnih raztopinah. Da bi dobili čim bolj popolno sliko, smo uporabili dve komplementarni metodi: jedrsko magnetno resonanco (NMR) za mikroskopsko sliko in dinamično sipanje svetlobe za informacije o strukturnih spremembah na mezoskopski skali.

Z NMR-spektroskopijo smo sledili jedrom fosforja  $^{31}\text{P}$ , ki se nahajajo v fosfatni skupini na skrajnem koncu molekule. V zelo razredčenih raztopinah smo opazili samo eno močno resonančno črto (slika 3a) z intenziteto  $I_1$ , ki ustreza posameznim molekulam (in morda G-kvartetom). Pri nekem kritičnem masnem deležu,  $w = 4\%$ , se pojavi nova resonančna črta, ki jo povezujemo s pričetkom nalaganja G-kvartetov v paličaste skupke [3]. Intenziteta te, druge resonančne črte,  $I_2$ , narašča s koncentracijo raztopine, dokler nam pojavi tretje, široke črte ne nakaže prehoda v tekočokristalno fazo. Ker je v vsaki



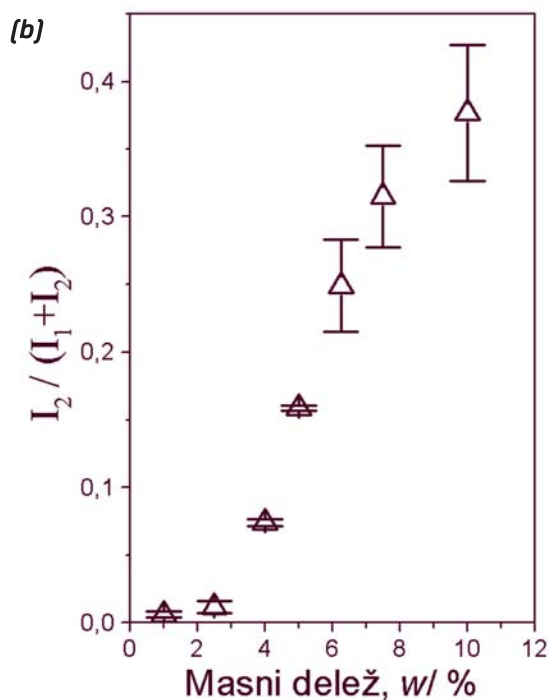
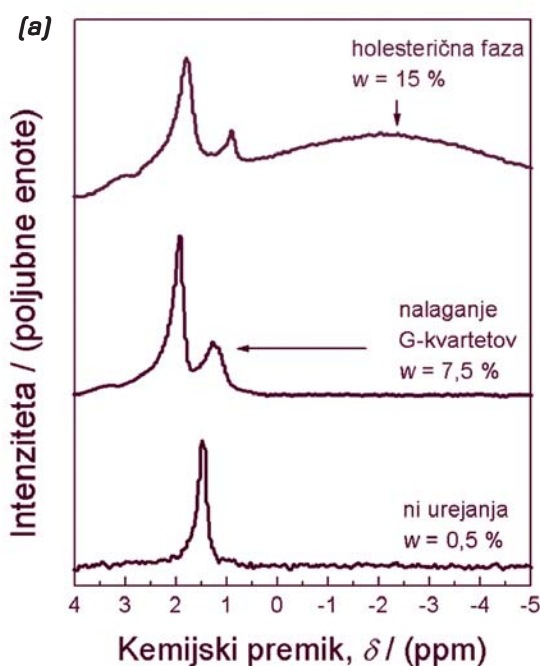
Slika 1: Spontano urejanje gvanozina: tvorba G-kvarteta (a) in vertikalno nalaganje kvartetov v paličaste skupke (b). Premer kvartetov je 2,5 nm, njihova medsebojna razdalja pa 0,34 nm.



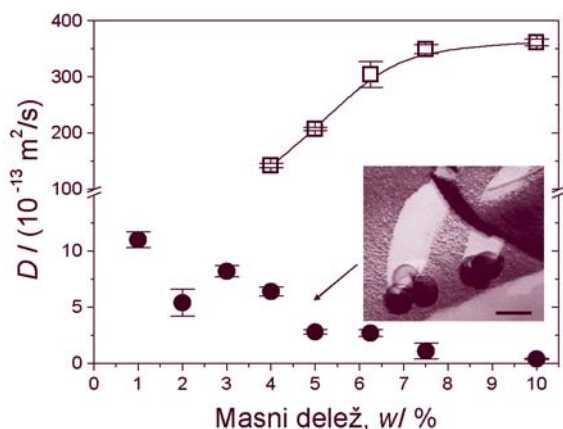
**Slika 2:** Fazni diagram za deoksigvanozin 5'-monofosfat v obliki amonijeve soli. Spontano urejanje se prične že v izotropnih raztopinah. Pri višjih masnih deležih vodi orientacijsko urejanje paličastih skupkov do nastanka holesterične (kiralno nematske) in heksagonalne tekočerkristalne faze.

molekuli gvanozina natanko eno fosforjevo jedro, je intenziteta druge NMR-črte sorazmerna s številom molekul, naloženih v paličaste skupke. Delež spontano urejenih molekul je tako sorazmeren z relativno intenziteto druge črte,  $I_2/(I_1 + I_2)$ , in narašča s koncentracijo raztopine do vrednosti  $\approx 40\%$  na prehodu v tekočerkristalno fazo (slika 3b).

Da bi dobili več podatkov o procesu urejanja, predvsem o dolžini nastalih paličastih skupkov, smo uporabili metodo dinamičnega sipanja svetlobe. S to metodo dobimo informacijo o dinamiki sipajočih delcev v raztopini (npr. o difuziji molekul) v obliki difuzijskega koeficienta  $D$ . Manjše molekule se gibljejo hitreje kot veliki skupki, zato je njihov difuzijski koeficient večji. V raztopinah gvanozina opazimo dva dinamična procesa, ki ustrezata difuziji delcev dveh različnih velikostnih redov (slika 4). Hitrejša dinamika se pojavi pri kritičnem masnem deležu  $w = 4\%$  in se sklada s pojavom druge resonančne črte v  $^{31}\text{P}$  NMR-spektrih, zato jo povezujemo s translacijskim gibanjem G-kvartetov, naloženih v paličaste skupke. Za najnižji masni delež (4%) je število paličastih skupkov tako majhno, da lahko zanemarimo interakcije med njimi in jih obravnavamo kot neskončno razredčeno raztopino. Z ustreznim hidrodinamskim modelom za paličaste sipalce lahko iz znanega difuzijskega koeficienta ocenimo dolžino skupkov na  $\approx 45$  nm. Ta vrednost ustreza 133 naloženim G-kvartetom, kar je relativno veliko za spontano urejanje tako majhnih molekul. Zanimivo je, da so paličasti skupki že takoj ob nastanku tako dolgi in da je porazdelitev njihove dolžine skoraj monodisperzna [3–5].



**Slika 3:** V  $^{31}\text{P}$  NMR-spektrih nam pojav druge resonančne črte nakazuje nalaganje G-kvartetov (kemijski premik je podan kot relativni premik resonančne frekvence glede na frekvenco  $^{31}\text{P}$  jedra v fosforjevi kislini) (a). Iz relativne intenzitete te črte določimo delež v skupke naloženih molekul (b).



**Slika 4:** Z dinamičnim sipanjem svetlobe opazimo dve različni vrsti sipalcev: hitrejša dinamika pripada difuziji v skupke naloženih G-kvartetov, počasnejša dinamika pa ohlapno vezanim, globularnim agregatom, kot jih opazimo z elektronsko mikroskopijo (vključek, oznaka ustreza 100 nm).

Z večanjem koncentracije raztopine postaja dinamika paličastih skupkov vse hitrejša, difuzijski koeficient narašča (slika 4). To vedenje si lahko razložimo, če upoštevamo polielektrolitsko naravo naloženih skupkov. Iz lege glavne NMR-črte izhaja, da je fosfatna skupina monoprotinirana, zaradi česar ima vsaka molekula  $-1e_0$  električni naboj [6]. Z nalaganjem G-kvartetov dobimo tako izjemno električno nabit polion s štirimi negativnimi naboji na vsakih 0,34 nm (razdalja med dvema kvartetoma). Dinamika polielektrolitov v vodnih raztopinah se močno razlikuje od dinamike električno nevtralnih delcev. Zanimuje jo sklopitev med dinamiko poliona in gibanjem disociiranih kationov, kar z večanjem koncentracije raztopine vodi k vedno hitrejši difuziji, dokler ni dosežen nivo nasičenja v zgoščenih raztopinah. Takšno vedenje je tipično za polielektrolite in je opaženo za različne močno nabite sisteme, skupaj z molekulo DNK [7].

Medtem ko je pojav dinamike paličastih skupkov v gvanozinskih raztopinah pričakovan, pa je povsem nepričakovana, v vseh raztopinah prisotna, še dodatna, počasna dinamika. Njen pojav ni povezan s spontanim urejanjem in tvorbo G-kvartetov, saj jo opazimo tudi v najbolj razredčenih raztopinah. Počasno dinamiko lahko povežemo z difuzijo velikih, ohlapno povezanih, globularnih agregatov, kot smo jih opazili z elektronsko mikroskopijo (slika 4, vključek). Globule imajo povprečno debelino 100 nm in kažejo tendenco k lepljenju v večje grozde. Difuzija

globularnih agregatov je za dva velikostna reda počasnejša od difuzije spontano urejenih G-kvartetov in se še upočasnjuje z višanjem koncentracije. Podobne ohlapne globularne tvorbe so bile opažene tudi v drugih polielektrolitskih raztopinah, in zaenkrat ni pojasnjen ne vzrok njihovega nastanka ne notranja struktura.

Spontano urejanje gvanozina je zelo kompleksen proces, ki poteka v več zaporednih korakih. Naše meritve kažejo, da se proces urejanja začne že precej pred pojavom tekočokristalnih faz. Nalaganje G-kvartetov se prične pri dobro definirani kritični koncentraciji, kar opazimo kot pojav nove resonančne črte v  $^{31}\text{P}$  NMR-spektrih in kot pojav hitre difuzijske dinamike pri sipanju svetlobe. Dolžina spontano urejenih paličastih skupkov je 45 nm in ustreza 133 naloženim G-kvartetom. Dinamika teh skupkov v vodnih raztopinah kaže značilno polielektrolitsko vedenje.

Delo je bilo opravljeno v okviru doktorske disertacije pod mentorstvom izr. prof. dr. Irene Drevenšek-Olenik. Z nadaljnjimi raziskavami sedaj preučujemo vpliv in medsebojno tekmovanje različnih kationov pri urejanju v raztopinah. Zanimajo nas parametri, kot npr. temperatura, s katerimi lahko vplivamo na proces spontanega urejanja. Pomembno področje naših raziskav pa je tudi površinsko urejanje gvanozina na trdnih podlagah in njegova potencialna uporaba v molekularni elektroniki.

#### LITERATURA

- [1] G. Gottarelli, G. P. Spada, P. Mariani v *Crystallography of Supramolecular Compounds: The self-assembly of guanosine derivatives and folic acid*, (G. Tsoucaris ed., Kluwer Academic, Dordrecht, 1996)
- [2] J. T. Davis, *Angew. Chem. Int. Ed.* 43 (2004), 668–698
- [3] L. Spindler, I. Drevenšek-Olenik, M. Čopič, R. Romih, J. Cerar, J. Škerjanc, P. Mariani, *Eur. Phys. J. E* 7 (2002), 95–102
- [4] L. Spindler, I. Drevenšek-Olenik, M. Čopič, J. Cerar, J. Škerjanc, P. Mariani, *Eur. Phys. J. E* 13 (2004), 27–33
- [5] A. Wong, R. Ida, L. Spindler, G. Wu, *J. Am. Chem. Soc.* 127 (2005), 6990–6998
- [6] D. G. Gorenstein, *Phosphorus-31 NMR, principles and applications* (Academic Press, Orlando 1984)
- [7] K. S. Schmitz, *An Introduction to Dynamic Light Scattering by Macromolecules* (Academic Press, San Diego, 1990)

## VZPOREDNI RAČUNALNIKI IN MOLEKULSKA DINAMIKA

dr. Roman Trobec, E-6

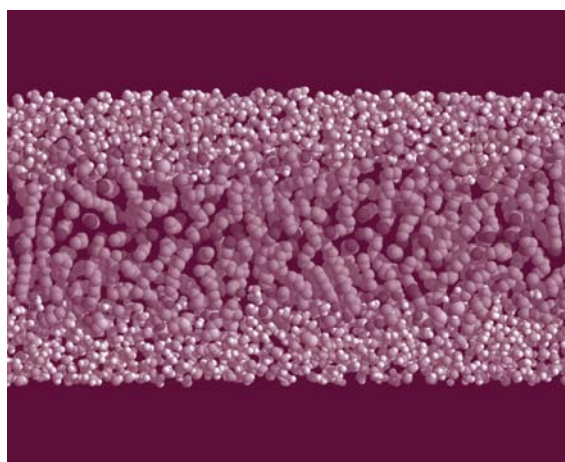
dr. Dušanka Janežič, Kemijski inštitut

Metode računalniške simulacije, ki temeljijo na kvantni in statistični mehaniki, dopolnjujejo teorijo in eksperimente pri študiju in raziskavah strukture in dinamike molekul. Izvedba simulacijskih metod zahteva veliko računalniško moč, ki ni dosegljiva z navadnimi enoprosesorskimi računalniki. Tudi numerične postopke za izračun simulacij je možno še izboljšati bodisi z novimi matematičnimi prijemi, ki omogočajo hitrejše računanje, bodisi s prilagoditvami, ki omogočajo učinkovito izvajanje na vzporednih računalnikih. Glede na način opisa molekul delimo metode računalniške simulacije molekulskih sistemov na kvantnomehanske in klasične metode.

Kvantnomehanske metode, s katerimi izračunamo porazdelitev elektronov v molekulah, so zelo natančne, vendar časovno zahtevne in jih lahko uporabimo le za obravnavo molekulskih sistemov z majhnim številom atomov. Nasprotno pa so klasične metode, ki so zaradi preprostejših modelov molekul manj natančne, veliko hitrejše in jih zato lahko uporabimo tudi v sistemih z večjim številom atomov. V klasičnih simulacijah privzamemo veljavnost Born-Oppenheimerjevega približka v ločitvi elektronskih in jedrskih prostostnih stopenj, pri čemer elektronske prostostne stopnje zanemarimo. Molekule modeliramo kot skupke točkastih mas – atomov, ki so med seboj povezane z vzmetmi.

Pri klasični simulaciji molekulske dinamike (MD) navadno rešujemo Hamiltonove gibalne enačbe za vsak atom v sistemu in za zaporedne časovne korake. Ker Hamiltonove gibalne enačbe za kompleksne molekulske sisteme niso analitično rešljive, je bila predložena vrsta numeričnih integracijskih algoritmov za izračun numerične rešitve. Časovni korak mora biti dovolj majhen, da zagotovi stabilnost simulacije in ustrezno natančnost rezultatov. V vsakem časovnem koraku je potreben izračun sil dolgega doseg, ki je računsko najzahtevnejši del algoritma, saj zahteva izračun medsebojnih sil za vse delce  $N$  s skupno asimptotično računsko zahtevnostjo  $O(N^2)$ . Rezultat simulacije so trajektorije gibanja delcev, ki predstavljajo mikroskopski časovni razvoj sistema ob ohranjeni konstantni celotni energiji. Simulacija MD zato

omogoča boljše razumevanje povezave med mikroskopskimi in makroskopskimi lastnostmi molekulskega sistema. Iz simuliranih trajektorij delcev lahko s časovnim povprečenjem izračunamo statične in dinamične lastnosti sistema. Rezultate lahko primerjamo z eksperimentalnimi podatki ali s teoretičnimi napovedmi, simuliramo pa lahko tudi molekulske sisteme, ki jih še nismo eksperimentalno izmerili.



**Slika 1: Simulirana struktura lipidnega dvosloja, ki tvori celično ovojnico (membrano). Položaji atomov so prikazani z barvnimi kroglicami.**

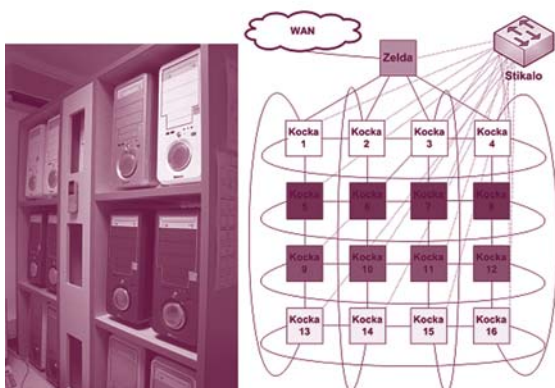
Glavna ovira pri nadaljnjem razvoju učinkovitih numeričnih algoritmov za simulacijo molekulskih sistemov pa tiči v dejstvu, da je dinamika molekule sestavljena tako iz hitrih kot počasnih prostostnih stopenj. Hitre prostostne stopnje zahtevajo kratek integracijski korak, kar omejuje simulacijo daljših časovnih obdobij, kljub naraščajoči moči računalnikov. Reševanja tega problema smo se lotili na dva načina. Razvili smo vzporedne postopke za računanje MD, ki so izhajali iz klasičnih numeričnih postopkov za enoprosesorske računalnike. Drugi način, ki smo ga uporabili, pa je posegal v razvoj novih numeričnih metod za simulacijo MD, ki dovoljujejo uporabo daljših integracijskih časovnih korakov kot obstoječe metode, predvsem zaradi vpeljave analitičnega izračuna visokofrekvenčnih gibanj. Poglejmo si podrobneje oba omenjena načina.

### Uporaba vzporednih računalnikov

Simulacijo MD so do nedavnega izvajali na navadnih enoprosesorskih računalnikih. Novi vzporedni

postopki za računanje MD temeljijo na porazdelitvi molekularnih delcev na posamezne računalnike in vzporeden izračun interakcij med delci. Pospešitve, ki smo jih dosegli s predlaganimi vzporednimi postopki, so sorazmerne številu procesorjev, če je le število delcev dovolj veliko. Pokazali smo tudi, da obstaja za vsako število delcev optimalno število procesorjev, ki se jih splača uporabiti v MD-simulaciji. Za 10.000 delcev je na primer smotrno uporabljati do 400 procesorjev. Če bi jih uporabili več, ne bi skrajšali časa izvajanja – zaradi neugodnega razmerja med časom, potrebnim za računanje in za komunikacijo.

Na Institutu »Jožef Stefan« na odseku E-6 deluje vzporeden računalnik, sestavljen iz sedemnajstih dvoprocorskih vozlišč, povezanih z gigabitnimi povezavami. Arhitekturo sistema in namestitve programske opreme smo zasnovali in izvedli sodelavci raziskovalne programske skupine "Vzporedni in porazdeljeni sistemi". Vsako računalniško vozlišče vsebuje dva 64-bitna procesorja AMD Opteron 244, RAM 1 GB, trdi disk 160 GB, šest komunikacijskih priključkov Gigabit Ethernet ter dodaten priključek Fast Ethernet. Šestnajst vozlišč vzporednega računalnika, od Kocka1 do Kocka16, je povezanih preko mrežnih kartic v toroidno 4-mrežo, ki je prikazana na sliki. Sedemnajsto, nadzorno vozlišče Zelda, je povezano s prvimi štirimi vozlišči in z omrežjem WAN. Vsa vozlišča so povezana še na gigabitno omrežno stikalo, predvsem za izvajanje skupinske komunikacije. Z opisano komunikacijsko mrežo je možno sestaviti različne konfiguracije vzporednega računalniškega skupka, na primer obroč, pravilno mrežo s štirimi sosedi ali hiperkocko. V Centru za molekularno modeliranje na Kemijskem inštitutu smo za izvajanje računalniških simulacij



**Slika 2:** Računalniški skupek na Institutu »Jožef Stefan«: fotografija (levo) in shematski prikaz povezovalne mreže (desno)

molekulske dinamike razvili več topološko različnih vzporednih računalnikov VRANA (vzporedni računalnik za akceleracijo numeričnih algoritmov). Načrtovali in sestavili smo jih sodelavci programske skupine "Računalniško modeliranje strukture in dinamike molekul". Poleg izvajanja simulacij molekulske dinamike na njih izvajamo tudi druge simulacije molekulskega modeliranja, druge računske naloge v sodelovanju z zunanjimi programskimi in projektnimi skupinami ter projekte, ki so plod sodelovanja s farmacevtskima tovarnama LEK in KRKA. Sodelujemo z vodilnimi strokovnjaki iz ZDA in Japonske, s katerimi razvijamo nove oblike strojne in programske opreme, ki ju uspešno uvajamo v Sloveniji. Tako s širokim mednarodnim sodelovanjem tudi slovenskim raziskovalcem omogočamo dostopnost vrhunske strojne in programske opreme. Kemijski inštitut, Center za molekularno modeliranje, in RIKEN Yokohama Institute, High Performance Molecular Simulation Team, Japonska, sta podpisala triletni sporazum o znanstvenoraziskovalnem sodelovanju (Collaborative Research Agreement) na področju razvoja namenske strojne in programske opreme za izvajanje simulacij molekulske dinamike bioloških makromolekul.

Vzporedni računalnik VRANA-7, ki je prikazan na sliki, tvori 64 dvoprocorskih računalnikov AMD Athlon MP-2200. Povezani so s topologijo hierarhične hiperkocke, v kateri nastopajo tri vrste povezav: vodilo med dvema procesorjema, točkovna Gigabit Ethernet-povezava med dvema



**Slika 3:** VRANA-7, eden od vzporednih računalnikov na Kemijskem inštitutu (levo), in shematski prikaz povezav med procesorji (CPU) ter namensko strojno opremo (MDG2) (desno) računalnikoma ter skupno stikalo Gigabit Ethernet, preko katerega so povezani vsi računalniki. Vsakemu od dvoprocorskih vozlišč je dodana kartica MD-GRAPE II, namenski procesor za hitro računanje sil dolgega dosega pri simulaciji molekulske dinamike, kar pospeši računanje nizkofrekvenčnega dela Hamiltonove funkcije. S tem se odlično dopolnjuje



z integracijsko metodo SISM, opisano v nadaljevanju, ki pospeši izračun visokofrekvenčnega dela Hamiltonove funkcije. Ta edinstvena kombinacija namenske strojne opreme in novega vzporednega algoritma omogoča simulacijo molekulske dinamike v znatno daljših časovnih obdobjih kot doslej. Novejše izvedbe računalnikov, VRANA-8, 9 in 10, so podobne po zgradbi in številu vozlišč, toda uporabljajo zmogljivejšo strojno opremo ter so prilagojene novim računskim postopkom v simulaciji molekulske dinamike.

Na vseh opisanih vzporednih računalnikih je nameščen operacijski sistem Linux. Za programiranje vzporednih aplikacij uporabljamo programski komunikacijski knjižnici MPICH in LAM/MPI. Dostop do vzporednega računalnika in poganjanje aplikacij na njem je mogoče tudi na daljavo. Na vzporednih računalnikih raziskujemo in razvijamo nove postopke in nove načine povezav, ki bi omogočili hitrejšo izvajanje simulacij molekulske dinamike. Za računanje MD smo razvili nova vzporedna postopka, ki se izvajata na topologiji obroča in na arhitekturi z dodatnimi namenski procesorji za računanje sil. Nakup opreme je sofinanciralo Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo. Vzporedne računalnike uporabljamo za raziskovalno in pedagoško delo. Na njih smo na primer poleg MD-simulacij simulirali različne načine ohlajanja srca med kirurško operacijo, preizkusili zmogljivosti usmerjevalnih postopkov v d-mrežah, preizkušali njihovo delovanje v okviru sistemov GRID in podobno. Študentje in mladi raziskovalci računalnike uporabljajo pri izračunih, potrebnih za izdelavo diplom, magistrstev in doktoratov. Naši vzporedni računalniki so na voljo tudi drugim raziskovalcem, ki za raziskovalne namene potrebujejo računalnike z večjo računsko močjo.

### **Nova integracijska metoda SISM**

Kot smo že omenili, lahko simulacijo MD pospešimo tudi z novimi algoritmi, ki dopuščajo uporabo daljšega integracijskega časovnega koraka, pri tem pa ohranijo numerično stabilnost in hkrati bistveno ne povečajo računske zahtevnosti. Le tako lahko dosežemo pospešitev računanja pri simulacijah MD. Z uporabo daljših časovnih korakov poslabšamo natančnost opisa trajektorij. Povečanje natančnosti s povečanjem reda metode ne bi bilo smiselno, ker bi zahtevalo več izračunov sil v vsakem integracijskem koraku. Upoštevati je treba tudi, da zaradi nelinearnosti gibalnih enačb in vedno prisotnih

numeričnih napak integracijski MD-algoritmi tako in tako ne morejo podati natančne trajektorije sistema. To navadno ni kritično, saj lastnosti molekulskega sistema računamo iz časovnih povprečij, pri čemer je pomembno le, da se med simulacijo ohranja celotna energija molekulskega sistema. Zato mora dober algoritem omogočati uporabo dolgih integracijskih časovnih korakov, pri tem pa zagotavljati ohranitev energije.

Pri uporabi metod za simulacijo molekulske dinamike se soočamo s problemom velikega razpona karakterističnih časov različnih vrst gibanja. Numerični algoritmi, ki se v večini uporabljajo pri metodah molekulske dinamike, so nestabilni, če ni časovni korak dovolj majhen. Predložili smo novo integracijsko metodo SISM (Split Integration Symplectic Method), ki hkrati uporablja analitično rešitev visokofrekvenčnega harmonskega dela Hamiltonove funkcije in numerično rešitev preostalega dela v posplošeni shemi »leap-frog«. Visokofrekvenčne vibracije atomov v molekulah analitično opišemo z normalnimi koordinatami, ki jih določimo z analizo po lastnih načinih nihanja. V opis z normalnimi koordinatami vključimo tudi rotacijo in translacijo molekul. Analizo po lastnih načinih nihanja izvedemo samo enkrat, na začetku računanja. Ker visokofrekvenčne vibracijske prostostne stopnje molekul obravnavamo analitično, tj. neodvisno od dolžine integracijskega časovnega koraka, metoda SISM dovoljuje uporabo za velikostni razred daljših integracijskih časovnih korakov kot standardne metode istega reda in zahtevnosti, pri tem pa ostaja stabilna in ekonomična za računanje. Metoda SISM se od drugih metod, ki uporabljajo razcepitvene sheme, razlikuje po uvedbi analitične obravnave visokofrekvenčnih nihanj. S tem načinom dosežemo uporabo znatno večjega integracijskega koraka in večjo natančnost računanja kot z drugimi metodami istega reda.

Opisano raziskovalno področje združuje znanje iz kemije in računalništva. Rezultati računalniških simulacij so uporabni pri teoretskem delu, saj z njimi lahko potrdimo ali ovržemo različne raziskovalne hipoteze. Uporabni pa so tudi pri eksperimentalnem delu, ker omogočajo simulacijo dogajanj, ki jih ni mogoče izvesti z resničnimi poskusi. Nove raziskovalne rezultate z obeh opisanih področij predstavljamo na strokovnih srečanjih in predavanjih doma in v tujini. Najpomembnejše med njimi uspešno objavljamo v uglednih mednarodnih znanstvenih revijah.

## POROČILO S 60. SEJE UPRAVNEGA ODBORA

*Marta Slokan Butina, univ. dipl. prav., sekretarka*

Na 60. seji Upravnega odbora Instituta, ki je potekala 8. 12. 2006, so člani potrdili zapisnik 59. seje Upravnega odbora Instituta z dne 12. 9. 2006. Nadalje je Upravni odbor Instituta obravnaval informacije in obvestila direktorja Instituta: Institut je 20. 9. 2006 obiskal predsednik Vlade Republike Slovenije g. Janez Janša, ob tej priložnosti pa je bil na Institutu tudi posvet Vlade RS, odzivi so bili zelo pozitivni; 2. 10. 2006 je potekalo srečanje "Institut, okolje in zdravje", ki so se ga udeležili minister za okolje in prostor Janez Podobnik, dr. med., minister za zdravje mag. Andrej Bručan in minister za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo dr. Jure Zupan; začele se bodo odvijati aktivnosti za organizacijo podobnega srečanja na temo jedrske energije; v decembru 2006 bodo podeljena priznanja častna listina Instituta »Jožef Stefan« gospodarskim družbam; na Institutu je imel predavanje mag. Andrej Šircelj, državni sekretar na Ministrstvu za finance, na temo obdavčitve dohodkov, ustvarjenih v tujini, in na temo davčnih olajšav za podjetja, ki investirajo v znanost.

Direktor je Upravni odbor Instituta seznanil s predlogom delitve Odseka za biokemijo in

molekularno biologijo (B). Po razpravi so člani Upravnega odbora Instituta sprejeli sklep, da soglašajo, da se s 1. 1. 2007 Odsek za biokemijo in molekularno biologijo (B) razdeli na tri nove odseke: Odsek za biokemijo, molekularno in strukturno biologijo (B-1), Odsek za molekularne in biomedicinske znanosti (B-2) in Odsek za biotehnologijo (B-3).

Upravni odbor Instituta je sprejel Poslovnik o svojem delu in Spremembe in dopolnitve pravil o priznanjih in nagradah Instituta »Jožef Stefan«.

V nadaljevanju je Upravni odbor Instituta sprejel sklepe, s katerimi je podal soglasja k imenovanju prof. dr. Svetlane Fajfer za vodjo Odseka za teoretično fiziko (F-1), prof. dr. Marije Kosec za vodjo Odseka za elektronsko keramiko (K-5), prof. dr. Tomaža Kosmača za vodjo Odseka za inženirsko keramiko (K-6), prof. dr. Franca Novaka za vodjo Odseka za računalniške sisteme (E-7) in prof. dr. Igorja Jenčiča za vodjo Izobraževalnega centra za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča, vsem za 4-letni mandat.

Člani Upravnega odbora Instituta čestitajo dobitnici Zoisove nagrade za vrhunske dosežke prof. dr. Mariji Kosec, vodji Odseka za elektronsko keramiko.

## POROČILO S 131. SEJE ZNANSTVENEGA SVETA

Člani Znanstvenega sveta Instituta so na svoji 131. seji 19. 12. 2006 po predstavitvi programa kandidata za vodjo Odseka za sisteme in vodenje (E-2) prof. dr. Stanka Strmčnika podali soglasje k njegovemu imenovanju za vodjo odseka za naslednji 4-letni mandat. Nadalje so člani Znanstvenega sveta Instituta potrdili zapisnik 130. seje z dne 16. 11. 2006 in zapisnika korespondenčnih sej z dne 27. 11. 2006 in 4. 12. 2006. Direktor je pri obvestilih seznanil navzoče o sestanku z ministrom za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo dr. Juretom Zupanom, na katerem je bil predstavljen 7. OP; organiziran je bil sestanek z ministrom za šolstvo in šport dr. Milanom Zverom na temo znanosti in izobraževanja za srednje šole; tema srečanja med predstavniki Instituta in ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo je bila Možnosti mednarodnih projektov za spodbujanje sodelovanja z zahodnim Balkanom; izjava o rezultatih oz. problematiki ocenjevanja ARRS

dela raziskovalcev in o metodologiji ocenjevanja mentorjev in mladih raziskovalcev je bila poslana ministru za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo dr. Juretu Zupanu in direktorju ARRS dr. Franciju Demšarju; po izvedenem kandidacijskem postopku za člane Znanstvenega sveta Instituta so bili potrjeni naslednji člani: prof. dr. Dragan Mihailović, prof. dr. Igor Mušević, prof. dr. Peter Prelovšek, prof. dr. Milena Horvat, dr. Ingrid Milošev, prof. dr. Matjaž Gams in prof. dr. Nada Lavrač, koordinator Kolokvijev na IJS bo po novem doc. dr. Denis Arčon.

Nadalje se je Znanstveni svet Instituta seznanil s trenutno finančno situacijo, sprejel sklep o imenovanju prof. dr. Janeza Dolinška, akademika prof. dr. Petra Fajfarja in prof. dr. Zorana Grubiča za člane Odbora za podelitev »Zlatega znaka Jožefa Stefana« za 2-letni mandat. Znanstveni svet Instituta je izvolil nekaj sodelavcev v znanstvene nazive.

## PRIDOBITEV CERTIFIKATA »DRUŽINI PRIJAZNO PODJETJE«

*Maja Rebolj, sekretariat U2*

Na Institutu »Jožef Stefan« je bila v začetku novembra 2006 sprejeta odločitev, da se vključimo v projekt za pridobitev certifikata »Družini prijazno podjetje«.

Projekt evropskega programa EQUAL sofinancirata Evropska komisija in Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve.

Podlaga za implementacijo certifikata »Družini prijazno podjetje« v Slovenijo je sistem »European work & family audit«, ki ga je razvila nemška organizacija Berufundfamilie. Razvojno partnerstvo, pod okriljem katerega bo projekt »Družini prijazno podjetje« prerasel v stalno nacionalno prakso, tesno sodeluje z Ministrstvom za delo, družino in socialne zadeve.

Pridobitev certifikata je revizorski postopek, ki ima funkcijo ocenjevanja in svetovanja delodajalcem, katera orodja je treba uporabljati za boljše upravljanje človeških virov v kontekstu usklajevanja poklicnega in družinskega življenja zaposlenih.

Na Institutu bomo izbrali skupino zaposlenih, ki bo po ugotovitvi obstoječega stanja v sodelovanju z zunanjimi svetovalci določila nabor ukrepov, ki bodo Institutu pomagali, da razvije takšno politiko zaposlovanja in upravljanja človeških virov, ki bo

zaposlenim omogočala lažje usklajevanje družine in dela. Po pozitivni oceni analize (dejansko stanje/želeno stanje) zunanjega revizorja dobi podjetje osnovni certifikat »Družini prijazno podjetje«.

Skupaj z razvojnim partnerstvom in zavodom Ekvilib bomo nabor predvidenih ukrepov poizkušali čim prej implementirati v prakso.

Na mednarodni dan družine, 15. maja 2007, bodo pod okriljem Ministrstva za delo, družino in socialne zadeve v Sloveniji prvič slovesno podeljeni prvi certifikati »Družini prijazno podjetje«.

S pridobitvijo certifikata, ki ga nameravamo obnavljati vsaka 3 leta, se želimo pridružiti tistim slovenskim organizacijam, ki v okviru svoje politike do zaposlenih ravnajo na način, ki zaposlenim omogoča lažje usklajevanja materinstva, očetovstva oz. starševstva s službenimi obveznostmi.

Za konec še povabilo, da se v projekt vključite vsi zaposleni na Institutu »Jožef Stefan«. Vse, ki želite sodelovati pri projektu oz. tiste, ki imate kakršnekoli ideje, pripombe, želje in predloge, prosim, da mi jih posredujete. Vse predloge bomo obravnavali v delovni skupini in jih v primeru, da jih bomo ocenili kot pozitivne, poizkušali vpeljati v prakso.

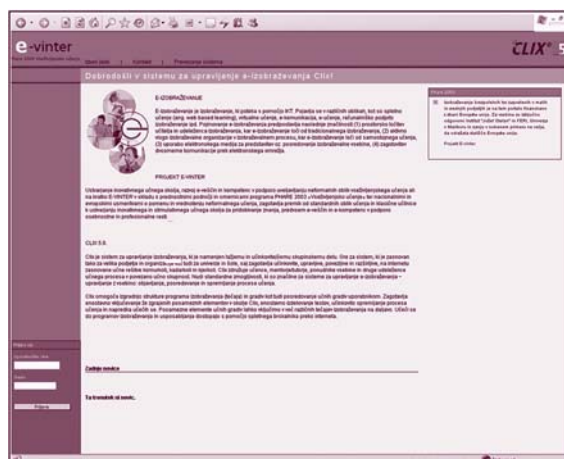
## DELAVNICA »SMERI RAZVOJA E-IZOBRAŽEVANJA«

*Matija Pipan, univ. dipl. ekon., E5*

Dne 13. in 14. novembra 2006 sta Laboratorij za odprte sisteme in mreže (E5) obiskala predstavnika podjetja IMC AG – »Advanced Learning Solutions« dr. Volker Zimmermann in dr. Tilman Kuechler. Podjetje IMC AG, s katerim že vrsto let uspešno sodelujemo pri različnih evropskih projektih, ima sedež v Saarbruecknu, Nemčija. Je vodilno evropsko podjetje na področju razvoja in uvajanja e-izobraževalnih tehnologij in storitev. Njihova najbolj poznana produkta sta sistem za upravljanje e-izobraževanja (*Learning Management System*) CLIX in orodje za pripravo multimedijskih učnih gradiv LECTURNITY, ki ju dandanes uporablja vrsta največjih korporacij ter univerz po vsem svetu. Gosta

sta si ogledala naš odsek, kjer smo jima predstavili tudi druga področja raziskovanja laboratorija. Glavni namen njunega obiska je bilo sodelovanje na delavnici z naslovom *Smeri razvoja e-izobraževanja*, ki smo jo skupaj pripravili s Pedagoškim centrom Ekonomske fakultete. Namen delavnice, ki je potekala 14. novembra v prostorih CISEF-a Ekonomske fakultete v Ljubljani, je bil predstaviti aktualne smeri na področju razvoja e-izobraževanja. Dr. Zimmermann in dr. Kuechler sta v prvem delu delavnice predstavila strateško načrtovanje, snovanje in oblikovanje razvoja e-izobraževanja v izobraževalnih ustanovah ter opisala sedanje stanje e-izobraževanja na nekaterih najbolj

poznanih evropskih univerzah s poudarkom na dobrih praksah v Nemčiji. Drugi del delavnice je bil osredinjen na praktično delo, kjer sta gosta predstavila glavne funkcionalnosti sistema CLIX 6.1 ter z uporabo orodja LECTURNITY izdelala primerek multimedijskega učnega gradiva. Na koncu delavnice sva avtor prispevka in mag. Tanja Arh slušateljem predstavila še svoje izkušnje z uporabo sistema za upravljanje e-izobraževanja CLIX v okviru projekta PHARE E-VINTER. Na podlagi odziva udeležencev, ki so prišli iz različnih visokošolskih ustanov in podjetij, ki se ukvarjajo z izobraževanjem, je bila delavnica zelo uspešna in je nakazala nekatere smernice, ki jim bi bilo dobro slediti.



Domača stran sistema za upravljanje e-izobraževanja CLIX pri projektu PHARE E-VINTER

## PETNAJSTA OBLETNICA ŠOLE EKSPERIMENTALNE KEMIJE

*prof. dr. Andrej Šmalc in dr. Melita Tramšek, K1*

Šola eksperimentalne kemije deluje na Odseku za anorgansko kemijo in tehnologijo Instituta »Jožef Stefan« že petnajst let. Ob tej priložnosti je bila 21. novembra na Institutu slovesnost, na kateri so po krajših nagovorih direktorja IJS prof. dr. Jadrana Lenarčiča in vodje Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo dr. Tomaža Skapina delovanje šole predstavili še prof. dr. Boris Žemva, prof. dr. Andrej Šmalc in mag. Tomaž Ogrin. Slovesnost so z atraktivnimi poskusi popestrili študentje kemije Aleš Štefančič, Matic Lozinšek in Kristian Radan.

Razlogi za ustanovitev Šole eksperimentalne kemije so bili predvsem v tem, da je kemija veljala in še velja na splošno za pust in težak predmet, zato je bila in je najbrž še vedno pri velikem številu učencev temu primerno nepriljubljena. Eden poglavitnih vzrokov za tako sprejemanje kemije je njena navidezna odmaknjenost od vsakdanjega življenja oziroma nekakšna eksotičnost, da ne govorimo o kemijskih formulah in enačbah, kaj šele o kemijskem računanju – stehiometriji. Vse to zbuja pri mnogih učencih vtis, da se tega ne da naučiti ali pa kvečjemu na pamet. Če srednješolsko kemijo primerjamo s fiziko, ki jo učenci lažje sprejemajo, lahko ugotovimo, da ta sicer ni nič lažja od kemije, vendar pa je snov, ki se obravnava v srednji šoli, bolj oprta za vsakdanje pojave in zato lažje dojemljiva. Pa še nekaj – pouk fizike v srednji šoli je v večji meri podprt s poskusi kot pa pouk kemije. Prav kemijski poskusi pa so tisto,

s čimer je mogoče pouk kemije bistveno popestriti, ga narediti zanimivega in privlačnega ter, ne nazadnje, pokazati, da nas kemija v vsakdanjem življenju spremlja tako rekoč na vsakem koraku.

Po drugi strani pa so prav kemijski poskusi tudi jedro težav pri šolskem pouku kemije. V materialnem pogledu so namreč precej bolj zahtevni kot fizikalni, saj so, če nič drugega, za njihovo izvajanje potrebni posebej za to urejeni prostori, ki jih mnoge šole še vedno nimajo. Zato se marsikje pri pouku kemije navadno izvajajo le nekateri preprostejši poskusi, pa



Slika 1: Prikaz razpada  $H_2O_2$

še ti po večini kot demonstracijski, medtem ko so možnosti za individualno eksperimentalno delo učencev še vedno dokaj omejene.



**Slika 2: »Dušikova fontana«**

To so bili glavni razlogi, zaradi katerih smo na Institutu »Jožef Stefan« spomladi 1992 ustanovili Šolo eksperimentalne kemije. Namenjena je predvsem učencem, ki jih kemija bolj zanima, njen glavni smoter pa je v tem, da učenci poskuse, ki jih sicer pri pouku kemije ne bi imeli priložnosti videti, ne samo vidijo, temveč jih tudi sami izvajajo. Poskusi so zasnovani tako, da so po eni strani kar se da privlačni in zanimivi, včasih tudi zabavni, po drugi strani pa učence navajajo k razmišljanju. Mnogi se zato opirajo na pojave iz vsakdanjega življenja, s katerimi se sicer dostikrat srečujemo, a gremo nekako mimo njih in jih sprejemamo kot dejstva, ne da bi o njih kaj dosti razmišljali.

Šola je zasnovana v obliki enotedenskih tečajev v skupnem trajanju 32 šolskih ur, ki potekajo v posebej za to urejenem laboratoriju. Posamezna skupina šteje praviloma od šest do največ osem udeležencev, tečaj pa vodi mentor. Pred poskusom dobi vsak učenec delovni list, ki obsega seznam potrebščin in kemikalij, podrobno navodilo za izvedbo poskusa, morebitna opozorila za varno delo in kratko razlago poskusa, ki jo mentor v pogovoru z učenci še dopolni. Ob posameznih kemikalijah so, kjer je to potrebno, navedeni mednarodni opozorilni simboli, na koncu vsakega poskusa pa je še navodilo za ekološko odlaganje odpadkov. Zbirka delovnih listov obsega zaenkrat okrog 160 poskusov, tako da se lahko za vsak tečaj v dogovoru s predmetnim učiteljem

izbere in pripravi »menu«, ki po njegovi presoji najbolj ustreza predznanju učencev in vključuje zlasti poskuse, ki jih v šoli ni bilo mogoče izvesti.

Med tečajem si učenci pridobijo osnovne eksperimentalne veščine, obenem pa spoznajo ukrepe za varno delo. Tečaj vključuje tudi ogled laboratorijev Odseka za anorgansko kemijo in tehnologijo, tako da se učenci seznanijo tudi z dejansko uporabo nekaterih metod pri raziskovalnem delu, katerih osnove so spoznali pri poskusih, ki so jih sami izvedli.

Glavni namen šole je torej približati kemijo učencem in pokazati na njeno široko uporabo v vsakdanjem življenju ter s tem prispevati k njeni popularizaciji. Hkrati s tem pa naj bi šola tistim učencem, ki čutijo večje nagnjenje do naravoslovja, ustvarila željo po študiju kemije in morda tudi po raziskovalnem delu na tem področju.

Šola eksperimentalne kemije je danes skupen naziv za več aktivnosti oziroma program, ki omogoča udeležencem spoznavanje naravnih pojavov, predvsem iz kemije pa tudi s področij fizike in biologije. Program v grobem delimo po izobraževalnih nivojih na srednješolski, osnovnošolski in učiteljski nivo. Organizacijsko pa program delimo na Kemijske poskuse I, Kemijske poskuse II, Anorganske sinteze in Kemijo za okolje. Posebno pozornost posvečamo medpredmetnemu povezovanju učne snovi, saj naravni pojavi ne



**Slika 3: Priznanji Šoli eksperimentalne kemije**

poznajo delitev po predmetih. Povezovanje se v praksi izkazuje kot posebno pomemben vidik obravnave naravnih pojavov, ki mu je v šoli namenjeno premalo poudarka in je zato kompleksno razumevanje pri posameznikih bolj izjemna.

Pomemben del aktivnosti šole je povezan s promocijo znanosti, predvsem na vsakoletnih festivalih znanosti in z atraktivnimi demonstracijskimi nastopi na šolah in različnih prireditvah. Šola je v okolju izredno pozitivno sprejeta in uveljavljena. Ob svoji 15. obletnici je prejela priznanje Gimnazije Bežigrad in Slovenske

znanstvene fundacije. Uspehi in priznanja nas utrjujejo v prepričanju, da je treba delo šole nadaljevati tudi v prihodnje. Za nemoteno in dovolj kvalitetno delo šole je treba zagotoviti predvsem stabilnejše pogoje financiranja. Pri tem računamo na razumevanje in podporo ustreznih ministrstev.

## REKORDERJA PO ŠTEVILU DIPLOMSKIH NALOG, MAGISTERIJEV IN DOKTORATOV

Se vam že kaj dozdeva o kom bom pisala danes? Verjetno ne! Predstavila bom razmnoževalnico ali, po domače, »fotokopirnico«. Nada Tratnik in Jože Per sta tista, ki hranita tri kopirne stroje, ki se nahajajo v kleti južnega prizidka. Pravita, da je delo v razmnoževalnici zelo raznoliko, od strojnega (kopiranje, zgibanje, vezava) pa do ročnega (zlaganje, rezanje, spenjanje, montaža itd). Kopirni stroji so nenasitni v obdobju tako imenovanih »institutskih rukerjev«, to je po navadi okoli rokov za oddajo projektov, poročil ali seminarjev. Takrat se delo večkrat zavleče pozno v noč. Posebno v časih pri obeh je »superstroj« za vezavo. Ta je na institut prišel že v »odrasli dobi« daljnega leta 1967, a še vedno brezhibno deluje. Na njem naredita več kot 6000 vezav na leto.

Vsako leto trije kopirni stroji pojedjo 1700 zavitkov papirja in popijejo 30 kartuš črnila. Na leto tako



**Nada Tratnik za »superstrojem«, ki je še vedno v izvrstni kondiciji**

naredita kar 840.000 kopij ali na mesec skoraj 70.000. Od tega pride slaba tretjina (265.000 kopij) na knjige. Kot vidite, Nada in Jože nista »od muh«, saj na mesec »proizvedeta« kar 55 knjig. V enem letu naredita za 69 932 evrov prihodka, kar je v tolarjih slabih 17



**Marija Trampuž, tajnica odseka E-1, in Jože Per. »Marija, kot vidiš, so vse strani na svojem mestu!«**

milijonov. Dobro polovico te vsote, to je 35 412 evrov (8 498 805 SIT), prinesejo fotokopije formata A4, medtem ko fotokopiranje iz knjige na ta format prinese za 22 095 evrov (5 302 829 SIT) prihodka.

Za to delo pa moraš biti kar močan, oba skupaj na leto preložita 4420 kg papirnate hrane. To je 340 škatel papirja. Ali pa pri kopiranju malček bolj okroglolične knjige, torej take, pri katerih se tehnica ustavi pri 5 kg (1500 strani), v šestih urah, kot v povprečju porabita za njeno prelistavanje, mimogrede dvigneta nič manj kot 7,5 tone.

Drugače pa se Nada in Jože rada pošalita. V šali pravita, da na Institutu naredita največ diplomskih nalog, magisterijev in doktoratov. Čeprav trdno držita ta rekord v rokah, pa ostajata na trdnih tleh.

*Polona Ulmek*

## OPRAVIČILO

V prejšnji številki mi je pri predstavitvi Skladišča zagodel tiskarski škrat. Boris se piše Bašnec, in ne Bašnjec, kot se mi je po pomoti zapisalo. Z Borisom Bašnecem sva nato ugotovila, da njegov priimek ni kaj pogost, saj se tako piše le 62 oseb v Sloveniji, in od tega jih kar 10 živi na istem naslovu.

*Polona Umek*

## PRIŠLI - ODŠLI

**Prišli s 1. 11. 2006 kot asistenti začetniki - MR:**

Petra Avanzo, univ. dipl. biol. v B  
 Tadej Debevec, prof. šp. vzg. v E-1  
 Miha Devetak, univ. dipl. fiz. v F-7  
 Nataša Drnovšek, univ. dipl. inž. kem. inž. v K-7  
 Matjaž Finšgar, univ. dipl. kem. v K-3  
 Gams Petrišič Marinka, univ. dipl. kem. v O-2  
 Matej Gašperin, univ. dipl. inž. el. v E-2  
 Borut Jerman, univ. dipl. mikr. v B  
 Ita Junkar, univ. dipl. inž. kem. inž. v F-4  
 Boštjan Maček, univ. dipl. fiz. v F-9  
 Aljoša Maglica, univ. dipl. inž. kem. inž. v K-6  
 Jure Strle, univ. dipl. fiz. v F-7  
 Dejan Suban, univ. dipl. inž. živ. teh. v B  
 Aleš Špes, univ. dipl. inž. živ. teh. v B  
 Marko Štrok, univ. dipl. inž. kem. tehnol. v O-2  
 Martina Šturm, univ. dipl. inž. geol. v O-2  
 Mitja Vahčič, univ. dipl. kem. v O-2  
 Jernej Vidmar, dr. med. v F-5  
 Kristina Žagar, univ. dipl. kem. v K-7  
 25. 10.06 Simon Krek, dipl. inž., asistent v E-8  
 1. 11. 06 dipl. ing. dr. Christoph Gadermaier, znanstveni sodelavec v F-7  
 6. 11. 06 M. Med. Sc. Daniel Wolowske, asistent z magisterijem v E-1

6. 11. 06 David Jezeršek, univ. dipl. inž. mat. in met., strokovni sodelavec v K-7  
 13. 11. 06 Renata Turnšek, inž. tekst. teh., komercialistka v U-3  
 13. 11. 06 dr. Jenny Julie Tellier, asistentka z doktoratom v K-5  
 13. 11. 06 dr. Fabien Wilfried Remondiere, asistent z doktoratom v K-5  
 13. 11. 06 dr. Valentina Domenici, znanstvena sodelavka v F-5  
 27. 11. 06 Martina Fujan, samostojna knjigovodkinja v U-4  
 1. 12. 06 mag. Damjan Kovač, asistent z magisterijem v E-6 - MR

**Odšli:**

29. 10. 06 dr. Mira Mandeljč, asistentka z magisterijem v K-5  
 29. 10. 06 Bojan Močnik, inž. rač., inženir v E-6 - umrl  
 31. 10. 06 Jurij Novak, rezkalec v delavnicah  
 27. 11. 06 dr. Veljko Dmitrašinović, višji znanstveni sodelavec v F-1  
 30. 11. 06 Krešimir Jadronja, univ. dipl. inž. tehnol. prom., strokovni sodelavec v E-5  
 30. 11. 06 Primož Baucon, univ. dipl. pravnik, pravni svetovalec v U-2

**Vsem novim sodelavcem želimo prijetno počutje na novem delovnem mestu.**

*Marjetka Purkart, sekretariat IJS*

## OBISKI PO ODSEKIH (21. 10. -22. 12. 2006)

**Odsek za teoretično fiziko (F-1)**

Od 5. 12. do 21. 12. 2006 je bil na obisku prof. dr. Damir Bećirević, Laboratoire de Physique Théorique, Université Paris Sud, Centre d'Orsay, Orsay, Francija. Obisk je bil namenjen dokončanju članka o neperturbacijskih prispevkih v sistemih mezonov B. Poleg tega bomo začeli delo za določitev radiacijskih prispevkov v šibkih semileptonskih prehodih mezonov B v mezone D.

Na dvodnevem delovnem obisku je bil med 6. 12. in 7. 12. 2006 dr. Josip Trampetić, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvaška. Obisk je potekal v okviru mednarodnega slovensko-hrvaškega projekta. Med obiskom je imel gost odsečno predavanje z naslovom *Noncommutative SM based on Seiberg-Witten map: Construction, properties and phenomenology*.

Od 23. 11. do 26. 11. 2006 je bil na delovnem obisku dr. Goran Djordjević, Univerza v Nišu, Niš, Srbija. Gost je imel tudi predavanje z naslovom *P-Adic Quantum Physics - 20 years later*.

Med 3. 12. in 10. 12. 2006 je bil na obisku prof. dr. Valentin S. Vikhnin, Ioffe institut v Sankt Petersburgu, Sankt Petersburg, Rusija. Obisk je potekal v okviru nemško-slovensko-ruskega projekta NATO CLG 980378. Med obiskom se je gost ukvarjal z raziskavami feroelektrikov, pri katerih sodelujeta odseka F-1 in F5.

Od 17. 11. do 19. 11. 2006 je bil na obisku prof. dr. Hans Henniig von Gruenberg, University of Graz, Gradec, Avstrija. Obisk je potekal v okviru sodelovanja pri projektih, povezanih s fiziko koloidov. Med obiskom je imel gost tudi odsečni seminar z naslovom *Non-Central Forces in Crystals of charged Colloids*.

Med 13. 11. in 17. 11. 2006 je bil na obisku prof. dr. Albert Diaz-Guilera, University of Barcelona, Barcelona, Španija. Obisk je potekal v okviru projekta COST P10 in je bil namenjen raziskavam kompleksnih omrežij. Gost je imel predavanje z naslovom *Synchronization reveals topological scales in complex networks*.

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

Od 24. 11. do 29. 11. 2006 je bil na obisku v okviru bilateralnega sodelovanja dr. Karoly Tökési, ATOMKI, Debrecen, Madžarska.

Med 15. 11. in 18. 1. 2006 je bila na obisku prof. dr. Lidija Andrić, Laboratoire de chimie physique - matiere et rayonnement na UPMC, Pariz, Francija.

Od 18. 11. do 23. 11. 2006 sta bila v okviru bilateralnega sodelovanja na obisku dr. Caroline Rapsaet in dr. Hicham Khodja, Laboratoire Pierre Sue, CEA-Saclay, Francija.

**Odsek za kompleksne snovi (F-7)**

Na krajšem obisku je bil med 4. 12. in 6. 12. 2006 na obisku dr. Antonio Bianconi, Università di Roma La Sapienza, Rim, Italija. Med obiskom je imel gost odsečni seminar z naslovom *Multiple phase separations in the phase diagram of the cuprate families*.

Od 25. 10. do 29. 10. 2006 je bil na obisku dr. Hans Sawade, Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung, Berlin, Nemčija. Med obiskom je imel gost odsečni seminar z naslovom *Nematic fluorescent dyes as an example of a Fraunhofer research project*.

**Odsek za reaktorsko fiziko (F-8)**

Med 3. 12. in 16. 12. 2006 je bil na obisku prof. dr. Roman Schrittwieser, Institut za ionsko fiziko Univerze v Innsbrucku, Innsbruck, Avstrija. Obisk je potekal v okviru programa CMEPIUS.

**Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo (K-1)**

Od 4. 11. do 9. 11. 2006 je bila na obisku doc. dr. Maja Radetić, Fakulteta za tehnologijo in metalurgijo, Beograd, Srbija. Obisk je potekal v okviru bilateralnega srbsko-slovenskega projekta »Raziskave procesov polimerizacije v plazmi«. Obisk je bil namenjen eksperimentalnemu delu in pogovorih o nadaljnjem sodelovanju. Gostja je imela odsečno predavanje z naslovom *Recycled wool-based nonwoven material for removal of metal ions, dyes and oil from water*.

Med 4. 11. in 9. 11. 2006 je bil na obisku prof. dr. Zoran Petrović, Institut za fiziko, Zemun, Beograd, Srbija. Obisk je potekal v okviru bilateralnega srbsko-slovenskega projekta »Raziskave procesov polimerizacije v plazmi«. Obisk je bil namenjen eksperimentalnemu delu in pogovorom o nadaljnjem sodelovanju. Gost je imel odsečni seminar z naslovom *Primena plazme u nanotehnologijama*.



**Odsek za fizikalno in organsko kemijo (K-3)**

Na enomesečnem delovnem obisku je bila med 3. 11. in 3. 12. 2006 Zoi Salta, univ. dipl. kem., University of Ioannina, Ioannina, Grčija. Obisk je potekal v okviru slovensko-grškega projekta na področju fizikalno kemijskih lastnosti polutantov v atmosferi.

Od 27. 11. do 20. 12. 2006 je bila na obisku Malgorzata Figurska, univ. dipl. biol., Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Varšava, Poljska. Obisk je bil namenjen raziskavam s področja umetnih sklepov.

**Odsek za nanostrukturne materiale (K-7)**

Med 5. 11. in 8. 11. 2006 so bili na obisku dr. Wilfried Sigle in g. Reiner Hoeschen, Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, Nemčija ter g. Christiana Dietla iz Karl Zeiss, Oberkochen, Nemčija. Obisk je potekal v okviru novega evropskega projekta »Enabling science and technology for european electron microscopy – ESTEEM«, pri katerem je partner tudi Odsek za nanostrukturne materiale. Z gosti sta se pogovarjala doc. dr. Miran Čeh in dr. Sašo Šturm.

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

Med 27. 11. in 3. 12. 2006 je bila na obisku Maria Angela Menezes, CDTN/CNEN, Belo Horizonte, Brazilija. Obisk je bil namenjen usposabljanju za

**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.**

najnovejšo različico k0-IAEA (verzija 3. 10. 2006) nevtronske aktivacijske analize.

Dne 3. 11. 2006 sta bila na obisku prof. dr. Paolo Zatta in dr. Pamela Zambenedetti, Univerza Padova, Padova, Italija. Obisk je potekal v okviru sodelovanja na področju nevrotoksičnosti aluminija in njegovih spojin.

Od 28. 10. do 28. 11. 2006 je bil na obisku prof. dr. Mark Hines s sodelavci, University of Massachusetts, Lowell, ZDA. Obisk je potekal v okviru slovensko-ameriškega sodelovanja pri projektu »Mikrobne in bio-geokemijske transformacije Hg v porečju Idrijce«.

Dne 21. 11. 2006 je bil na obisku dr. Stephan J. Koehler, Joanneum Research, Gradec, Avstrija.

Med 4. 12. in 8. 12. 2006 je bil na obisku prof. dr. Gaetane Lespes, Univerza Pau, Pau, Francija. Obisk je potekal v okviru slovensko-francoskega projekta in je bil namenjen pogovorom o nadaljnjem sodelovanju v letu 2007 in pripravi osnutka skupnega članka.

**ODPRTJE RAZSTAVE UMETNIŠKE SKUPINE BRIDA**

**PONEDELJEK, 23. OKTOBRA 2006, OB 15.00 URI V GALERIJ IJS**

Projekt MODUX je rezultat triletnega raziskovanja na področju vizualne umetnosti.

V temelju gre za analizo procesa nastajanja umetniškega dela od osnovne informacije skozi obdelavo in interpretacijo te informacije do končnega izdelka.

Projekt je BridA razvijala v več fazah, pri čemer je šlo tako za razvoj samega procesa kot tudi koncepta projekta. Pri zidni poslikavi v Tarcentu (2004) je šlo za pretvorbo digitalnega zapisa podobe do tako nizke gostote pikslov, da je postala mreža barvnih kvadratov izrazito čitljiva, prvotna podoba pa nerazpoznavna. Ta slikovni zapis je bil potem pretvorjen v zvočna navodila za barvanje kvadratnih polj, tako da je nastala v mrežo ujeta podoba. Povsem

eksperimentalni izdelek je kasneje BridA konceptualno razvila v projektu »Naredi sam / Do it yourself« (2005), v katerem je bil zvočni zapis z navodili za izdelavo slike dejanski umetniški produkt, medtem ko je dejanski končni izdelek (slika iz mreže kvadratov, ki predstavlja digitalizirano podobo) z uporabo zvočnih navodil lahko izdelal vsak sam. BridA je pri tem projektu prvič vključila naključne obiskovalce z možnostjo, da sami ustvarijo umetniški produkt.

Modux je nastal kot nadaljevanje in obenem povsem nov projekt, v katerem nastajajo podatkovne podobe označenih lokacij z uporabo izmerjenih parametrov ter izbranih podatkov, pretvorjenih v grafični in zvočni zapis.

Projekt zajema dva postopka. V prvi fazi gre za zbiranje informacij o lokaciji na empirični način, z merjenjem zvoka, svetlobe, gibanja,... Vsi ti podatki so potem predelani v standardizirane digitalne



**Delo v nastanku, temple Bar Gallery & Studios, Dublin 2006**

zapise, ki se uporabljajo za nastanek likovnega dela. Te informacije so povsem očiščene vsake subjektivne interpretacije in zožene na gola dejstva, izražena v številkah oziroma v formalno poenotenem digitalnem zapisu.

Sledi nanašanje teh podatkov na platno, ustvarjanje grafične podobe, slikanje. Digitalni zapis v obliki kvadratne mreže se s projektorjem prenese na platno in se ga na podlagi projicirane sheme naslika. Slika tako nastane kot rezultat nanašanja različnih podatkovnih zapisov ene lokacije na isto platno, pri čemer različni zapisi niso naneseni v celoti in niso vsi v istih velikostnih enotah. Končni rezultat je platno, na katerem je skupek v digitalnem zapisu podanih merjenih podatkov: MODULov, ki ustvarjajo novo podobo, neznanko X. Ta neznanka, ki temelji na izmerjenih parametrih, je mogoče najbolj realističen prikaz izbrane lokacije.

Projekt MODUX ni dvojen le zaradi dveh različnih faz nastajanja, ampak izraža dvojno vsebino tudi končni izdelek, platno, ki je skupek podatkov o neki lokaciji, rezultat merjenja in računalniških procesov in obenem likovno delo, ki govori s svojim lastnim likovnim jezikom. Mehansko prerisovanje podatkovnih elementov na platnu postane sistem barvno bogatih, napol prosojnih plasti, ki so povsem čitljive in prepoznavne, a vendar vpete v celoto prelivajočih se barv. Gre za slikanje v plasteh, ki so med seboj povezane in dajejo enotno informacijo.

Večplastna kompozicija ustvarja globino prostora v vzporednih ravninah.

V projektu Modux se BridA dotika več vprašanj sodobne družbe, povezane s tehnologijo in umetnostjo. Proces nastanka slik je povezan z empiričnim pogledom na svet, v katerem temelji zahodna znanost in v katerem je edini pravi verodostojni dokaz izmerjena vrednost. Izmerjeni informaciji vsi verjamemo in jo sprejemamo kot resnico. Tudi sodobni mediji nas zasipajo z obilico resnic, katere nam dokazujejo z dokumentarnim gradivom. BridA pri nastanku slik povsem subjektivno izbere segment posamezne informacije, in navidezna znanstvena objektivnost se sprevrže v povsem subjektivno umetniško interpretacijo, ravno tako kot nam medijski svet servira izbrane dogodke v izbrani kombinaciji.

Proces nastanka slik spominja na znanstveni projekt. V želji pokazati svet čim bolj realistično in verodostojno so tudi renesančni in kasnejši umetniki uporabljali takrat sodobna znanstvena dognanja s področja geometrije z uporabo perspektivnega risanja in različne optične priprave kot sta camera obscura in camera lucida. Umetnost in znanost sta se tako v različnih obdobjih pogosto tesno prepletali, v sodobni umetnosti pa je tehnologija, posebej digitalna fotografija, v nekaterih segmentih prisotna



**Video instalacija modux ver. 1.0, Maribor 2006**

do te mere, da se večkrat postavlja vprašanje o bistvu umetnosti oziroma o vlogi umetnika kot ustvarjalca.

BridA uporablja sodobno tehnologijo kot osnovni ustvarjalni proces in s tem postavlja zrcalo oziroma komentar sodobni znanosti in njenim principom. Končni izdelek je po končanem procesu digitaliziranja in filtriranja toliko izkrivljena in

objektivizirana podoba prvotnega materiala, kot je znanstvena teorija v končni fazi odvisna od družbe, politike in gospodarstva, ki so ji dajali zagon.

V naslednji stopnji projekta (MODUX ver. 1.0, Umetnostna galerija Maribor, julij/avgust 2006) je BridA naredila korak v smeri konceptualnega razvoja, in sicer v razgradnjo sodobne digitalne tehnologije na osnovno formo – kvadrat, ki je spet postal zgolj lik, kateremu dodamo vsebino.

Skupina je ponovno zbirala podatke na lokaciji, v tem primeru so bili to statistični podatki o mestnem



**Delo v nastanku, temple Bar Gallery & Studios, Dublin 2006**

prebivalstvu. V projekt je tokrat bila vpletena publika tako, da so mimoidoči na ulici izbirali med posameznimi podatki, jih prebrali in po lastni interpretaciji izbrali med pobarvanimi kvadrati različnih dimenzij. Posnetki so bili nato montirani v dinamično kompozicijo, ki je bila s svojo formo v mrežo ujetih barvnih kvadratov videti kot digitalni zapis. Postavitve so spremljali zvočni posnetki prebranih statističnih podatkov.

Takšna »veduta izbranega prostora« vključuje nov element: to so reakcije in asociacije mimoidočih. Kot v primeru projekta »Naredi sam« je tu BridA dala naključnim osebam možnost, da soustvarjajo izdelek, ki pa tudi sedaj ostaja v svoji končni formi trdno v rokah umetnikov. Ti so v vlogi tistega, ki ima nad informacijo kontrolo in jo pripravi za javnost, toda BridA ob tem projektu pravi, da: »... (umetniški) produkt ni zaznaven element v prostoru



**BridA na odprtju razstave na IJS. Od leve proti desni: Tom Kerševan, Klemen Brun, Sendi Mango in Jurij Pavlica**

in času, temveč misel, ki jo obiskovalec odnese s seboj«. Izdelek je torej dejansko le pol-produkt, ki zaživi svoje polno življenje šele, ko ga obiskovalec absorbira kot informacijo, ko postane del širšega miselnega sveta. S tem je umetnina objekt s svojim lastnim življenjem, ki se spreminja glede na kraj, čas in okoliščine, v katerih živi, je le fizična podoba, katere pomen je relativen in spremenljiv.

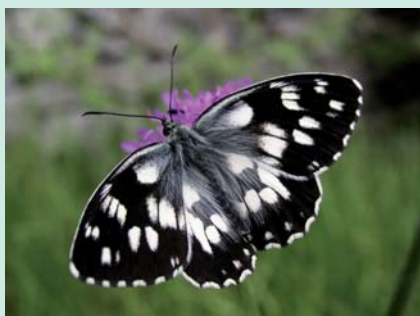
V predhodni fazi projekta je BridA ustvarila digitalni zapis dejansko iz merjenih podatkov in tega je potem prenesla na platno, kjer so ti podatki postali neprepoznavni. V tem primeru pa je ostal le kvadrat kot forma, ki je sama po sebi prazna. Ta je z izborom sodelujočega dobil specifično vsebino.

Gre torej za popolnoma obrnjeno predstavo o sodobno podani informaciji. V digitalnem zapisu je podatek izhodišče, iz njega pa izhaja kvadrat kot njegova slika. Tu gre za nasproten proces: najprej je tu forma, ki šele potem dobi vsebino, končna informacija pa je povsem analogno postavljen digitalni zapis, takšen, kot bi ga sestavila računalniško nepismena oseba. S preobračanjem pomena forme, ki naj bi predstavljala vsebino, in vsebine, ki se ponazori s formo, se postavlja vprašanje o temeljnem odnosu med tema dvema gradnikoma vizualne umetnosti. To je podano v jeziku, ki je najbližji sodobni digitalizirani družbi in je tako slika sveta s preobilico informacij, pri katerih le težko določimo dejansko vrednost in pomen.

*Tina Jazbec*

### **Lisar (*Melanargia galathea* L.)**

To je metulj srednje velikosti, ki čez krila meri okoli štiri centimetre. Zaradi opaznega in nezmotljivo prepoznavnega vzorca na njegovih krilih, ki spominja na šahovnico, lisarja težko spregledamo. Na zgornji strani kril so večje in manjše bele lise posejane po temni, skoraj črni podlagi. Na spodnji strani pa je ravno nasprotno: prevladuje bela do blede rumenkasta barva, na njej pa so temnejše lise temno čokoladne barve, ki izgledajo posute z belim prahom. Spodaj so z enako temno barvo izrazito poudarjene žile. Na zadnjih krilih, prav tako na spodnji strani, je v določenem zaporedju nanizanih šest, bolj ali manj dobro vidnih lis v obliki oči, od teh sta dve manjši, medtem ko sta risbi očesc na spodnji strani sprednjih kril majhni in manj izraziti. Temno telo tega metulja je precej kosmato. Pokrito je z dolgimi belimi do sivimi dlakami, ki dajejo lisarju videz »starejšega gospoda«. Lisarji različnih območij se lahko v obarvanosti razlikujejo, takrat govorimo o različnih rasah ali oblikah (latinsko: forma oz. f.). Če se zanesemo na ugotovitve T. Tolmana (glej vire), je oblika, pri kateri je zgoraj več temnega (slika), bele lise pa so manjše, imenovana *M. galathea* f. *procida*, vendar pa se s tem ukvarjajo le specialisti. Poleg njegove podobe naredi lisarja opaznega tudi njegova številčnost. Je namreč eden pogostejših metuljev, ki poleti frfotajo po naših travnikih.



Lisar je univoltin, saj se odrasli iz bub praviloma izlegajo enkrat na leto, preobrazba iz gosenice v odraslega metulja pa se dogaja v poletnih mesecih, med junijem in septembrom. Gosenice se zabubijo na tleh ali v njih. Odrasle metulje privablja nektar in verjetno tudi barva socvetij iz družin nebinovk (fam. Asteraceae) in ščetičevk (fam. Dipsacaceae). Poseda na primer na glavincih, osatih in bodakih (vsi iz fam. Asteraceae), pa na grabljiščih in grintavcih (fam. Dipsacaceae). Po parjenju samica kar med letom odlaga jajca v bližino hranilnih rastlin. Gosenice se hranijo z različnimi vrstami iz družine trav (fam. Poaceae), torej niso izbirčne.

Lisar je razširjen v zahodni (z izjemo Pirenejskega polotoka), srednji, južni in vzhodni Evropi, na severu Evrope pa ga ne najdemo.

Enako kot malega koprivarja tudi lisarja uvrščajo v družino pisančkov (Nymphalidae), vendar ta, zaradi svojih značilnosti, spada v poddružino okarjev (Satyrinae). Na sliki sta s strani vidna le dva para hodilnih nog, kar je značilnost vseh pisančkov. Slikana sta lisarja s Krasa.

*Jošt Stergaršek*

Viri:

**Živalstvo Slovenije**, Boris Sket et al., Tehniška založba Slovenije, 2003

**Butterflies of Britain and Europe**, Tom Tolman, Harper Collins Publishers, 1997

**Beskralješnjaci – Biologija viših avvertebrata**, I. Matoničkin, et. al., Školska knjiga, Zagreb, 1999

**BLV Naturfuehrer Schmetterlinge**, Wolfgang Dierl, BLV Verlagsgesellschaft, 1981