

NOVICE IJS

Interno glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Številka 155, junij 2011

Predstavitev prejemnikov zlatega znaka 2011 ter njihovih nagrajenih del ~ Jih poznamo: Friderik Pregl ~ Povezovanje mladih raziskovalcev z gospodarstvom ~ Kulturno dogajanje na IJS

<i>Prejemniki zlatega znaka 2011</i>	3
<i>Dr. Mitja Nemec</i>	3
<i>Dr. Petra Kocbek</i>	3
<i>Dr. Miha Ravnik</i>	4
<i>Dan odprtih vrat</i>	5
<i>Več kot tisoč radovednežev na IJS</i>	5
<i>Dan odprtih vrat IJS 2011 malo drugače</i>	6
<i>Prispevki dobitnikov zlatega znaka</i>	7
<i>Dr. Mitja Nemec: Prediktivne regulacije pri trifaznih razsmerniških sistemih</i>	7
<i>Dr. Petra Kocbek: Nanotehnologija na področju dostave zdravil</i>	11
<i>Dr. Miha Ravnik: Koloidne strukture v ograjenih nematskih tekočih kristalih</i>	14
<i>Jih poznamo: Friderik Pregl</i>	16
<i>Dogajanje na IJS</i>	18
<i>Povezovanje mladih raziskovalcev z gospodarstvom</i>	18
<i>Prišli–odšli</i>	18
<i>Obiski po odsekih</i>	19
<i>Kulturno dogajanje na IJS</i>	21
<i>Hommage à Zoran Kržišnik - odprtje razstave slovenskih grafikov</i>	21
<i>Odprtje razstave Mojce Zlokarnik</i>	23
<i>Odprtje razstave Dragice Čadež</i>	25

*Svet je zrcalo,
v katerem vsakdo vidi svoj obraz.*

*Kdor gleda vanj kisto,
vidi kisel obraz,
kdor se vanj smeje,
najde vedrega sopotnika.*

Te verze sem prebrala v reviji, njenega naslova se sicer ne spomnim več, a verzi sami so se mi vtisnili v spomin in jih sedaj predajam naprej.

Lepo preživite dopust!

Polona Umek

Novice IJS, glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Urednika: dr. Polona Umek in mag. Marjan Verč

Lektor: dr. Jože Gasperič Sodelavki: Polona Strnad, univ. dipl. nov., in dr. Špela Stres

Foto: Marjan Smerke, inž. in avtorji prispevkov

Naslovnica: Slika je nastala z brizgalnim tiskanjem nanodelcev TiO₂ na podlago Si/SiO_x. Velikost kroglice je 30 mikrometrov. Sliko je posnel Gregor Trefalt, univ. dipl. kem., K5.

<http://www-novice.ijs.si>, e-pošta: 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.

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

ISSN 1581-2715

ZLATI ZNAK JOŽEFA STEFANA ZA LETO 2011 so prejeli dr. Mitja Nemec, dr. Petra Kocbek in dr. Miha Ravnik. V nadaljevanju objavljamo utemeljitve.

DR. MITJA NEMEC

je prejel zlati znak Jožefa Stefana št. 53 za pomembnost in odmevnost doktorskega dela »Prediktivne metode pri reguliranih trifaznih pretvorniških sistemih« na predlog prof. dr. Vanje Ambrožiča. Doktorsko disertacijo je uspešno zagovarjal 18. 3. 2008 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Disertacija spada na področje tehniških ved, v ožje strokovno področje Električne naprave / Pretvorniki močnostne elektronike.

V svoji doktorski disertaciji se je dr. Mitja Nemec ukvarjal s prediktivnimi metodami krmiljenja močnostnega pretvorniškega vezja, ki se uporablja za napajanje različnih naprav (aktivnega močnostnega filtra, elektromotorskih pogonov itn.). Pri tem je nadgradil ideje, ki so nastale v matičnem laboratoriju in predlagal nove načine za izboljšanje delovanja prediktivnih algoritmov. Delo na tem področju je navedeno kot eden izmed mejnikov na področju prediktivnih metod v močnostni elektroniki (Linder et al.: Model-based predictive control of electric drives, Cuvillier Verlag, Göttingen). Poleg tega je razvil enostaven postopek za diagnosticiranje prekinitev rotorskih palic asinhronskega motorja, ki je sledil iz praktične realizacije prediktivne metode. Dr. Nemec je postavljene hipoteze verificiral na različnih modelih pretvorniško napajanih porabnikov. Pri tem je sam izdelal aparaturno opremo za napajanje (pretvorniško vezje) in njeno krmiljenje (mikroprocesorski sistem).

Znanstvena in inženirska odličnost nagrajenčevega dela se kaže predvsem v inovativnosti pri reševanju težav ter iskanju novih idej in konkretnih rešitev, v izrednem poznanju specifičnega strokovnega področja, viziji nadaljnega razvoja ter kritičnosti do doseženih rezultatov. Poleg prispevka k razvoju znanstvenega področja imajo izsledki doktorske disertacije tudi uporabno vrednost, saj ponujajo preprosto a učinkovito krmiljenje sistemov močnostne elektronike z izredno visoko dinamiko ob sočasnem zmanjšanju preklopnih izgub. Po drugi strani pa predlagana metoda za detekcijo zloma rotorskih palic, kot ene izmed tipičnih okvar asinhronskega motorja, omogoča zelo enostavno, cenovno dostopno diagnostiko in detekcijo tega stanja.

Pomembnost doktorske disertacije je potrdila tudi svetovna javnost, saj so bili njeni dosežki predstavljeni v obliki osmih člankov v domačih in tujih revijah ter v 22 konferenčnih prispevkih doma in po svetu. Posebej je treba poudariti objavo štirih člankov v reviji z najvišjim faktorjem vpliva na področju »Automation & Control Systems«, IEEE Transactions on Industrial Electronics. Članki iz te revije so bili citirani osemnajstkrat (čisti citati – podatki iz WoS). Njegovo nadarjenost je prepoznalo tudi vodilno podjetje na področju digitalnih signalnih procesorjev in mikrokontrolerov Texas Instruments, ki je leta 2008 prispevek s tematiko iz doktorske naloge nagradilo s priznanjem »The Excellence in Signal Processing«.

Pomen, odmevnost in uporabnost rezultatov raziskovalnega dela dr. Nemca je prepoznala tudi slovenska industrija, ki na področju električnih naprav in elektromotorskih pogonov spada v svetovni vrh. Izsledke svojih rezultatov je kolega Nemec apliciral pri projektih za Iskro Avtoelektriko, AET ter Kolektor ETRO.

DR. PETRA KOCBEK

je prejela zlati znak Jožefa Stefana št. 54 za uspešnost in odmevnost doktorskega dela z naslovom »Razvoj nanosistemov za povečano hitrost raztapljanja težko topnih učinkovin in aktivno ciljanje tumorskih celic« na predlog prof. dr. Julijane Kristl.

Doktorsko disertacijo, ki spada na področje farmacevtske nanotehnologije, je nagrajenka uspešno zagovarjala 14. aprila 2008 na Fakulteti za farmacijo Univerze v Ljubljani. Doktorsko delo dr. Petre Kocbek obravnava tehnološke izboljšave pri vnosu težko topnih nizko-molekulskih zdravilnih učinkovin v organizem kot tudi problematiko ciljane dostave proteinskih



učinkovin v tumorske celice. Nagrajenka je razvila nov postopek za pripravo stabilnih nanosuspenzij z uporabo metode emulgiranja taline. Izdelala je nanosuspenzijo težko topne učinkovine ibuprofena ter dokazala, da se ustrezni delci nanometrskih velikosti raztapljajo signifikantno hitreje kot delci mikrometrskih velikosti. V nadaljevanju je pokazala, da lahko povečamo biološko učinkovitost težko topne učinkovine tudi z njenim vgrajevanjem v ustrezno načrtovane polimerne nanodelce. Obsežen del njene doktorske disertacije pa je bil posvečen načrtovanju, izdelavi in vrednotenju nanodelcev za aktivno ciljanje tumorskih celic. Izdelala je nanodelce iz kopolimera mlečne in glikolne kisline, vanje vgradila modelno proteinsko učinkovino ter specifično spremenila njihovo površino, ki najprej pride v stik s celicami in je ključnega pomena za njihovo nadaljnje delovanje. Dokazala je sposobnost izdelanih imunonanelcev, da prepoznajo in selektivno vstopijo le v rakave celice, kjer se proteinska učinkovina sprosti in sproži biološki učinek. Tako je dr. Petra Kocbek potrdila uspešnost koncepta aktivnega ciljanja, ki v okolju *in vivo* obeta zmanjšanje obsega ali popolno eliminacijo stranskih učinkov, ki so posledica neselektivne dostave učinkovin.

Rezultati doktorskega dela dr. Petre Kocbek imajo velik potencial v razvoju zdravil s sintezniimi nizkomolekulskimi in sodobnimi biološkimi učinkovinami. Njihovo uporabnost dokazujejo projekti z industrijo, pri katerih je nagrajenka sodelovala med doktorskim študijem in sodeluje še vedno. Nagrajenka izsledke svojega doktorskega dela neposredno uporablja tudi v okviru evropskega projekta Nanophoto, pri katerem je udeležena. Mednarodni pomen njenega doktorskega dela se kaže tudi v zainteresiranosti številnih raziskovalnih skupin po svetu, kar se izraža v visoki citiranosti objavljenih del in njihovi odmevnosti. Članke, ki so rezultat njenega doktorskega dela, so drugi avtorji do zdaj citirali več kot devetdesetkrat. Tudi vsebina citiranja neizpodbitno kaže na velik prispevek objavljenih rezultatov k razvoju znanstvenega področja, na katerem dr. Petra Kocbek dela.

DR. MIHA RAVNIK

je prejel zlati znak Jožefa Stefana št. 55 za pomembnost in odmevnost doktorskega dela. Navajamo nekaj odlomkov iz obširne ocene disertacije dr. Miha Ravnika, ki jo je napisal doc. dr. Primož Zihler: »Strukture, ki jih tvorijo koloidni delci, razpršeni v tekočerkristalni matriki, so eno izmed najzanimivejših področij sodobne fizike mehke snovi. Razlogi za to so v isti

sapi fundamentalne in aplikativne narave. Interakcije, ki jih posreduje tekočerkristalna matrika, so namreč povsem drugačne kot tiste v navadnejših koloidnih disperzijah, katerih kontinuumska faza je izotropna kapljevina. To vodi do zelo specifičnih načinov tvorbe urejenih skupkov. Miha Ravnik se je v svojem doktorskem delu teoretično lotil študija zgradbe vse kompleksnejših skupkov koloidov v nematski matriki in se pri tem dokopal do številnih presenetljivih spoznanj.

Teoretično izhodišče disertacije je uveljavljeni kontinuumski Landau-de Gennesov opis tekočerkristalne reda. Ta zapleten formalni okvir omogoča modeliranje deformiranega nematika vključno z linijskimi in točkastimi defekti, katerih vloga pri posredovanju interakcije med koloidi mikrometrskih velikosti je bistvena. Kandidat je ravnovesne strukture izbranih sistemov koloidov poiskal z numerično minimizacijo proste energije, kar je zaradi razmeroma velikega razpona značilnih dolžin precej zahtevno. Pravi numerični način je pri tovrstnih problemih zelo pomemben, in kandidatu je pri tem uspelo razviti učinkovito metodo.«

»Izrazita značilnost doktorskega dela Miha Ravnika je, da je potekalo v tesnem sodelovanju z eksperimentalnimi skupinami, ki so njegove teoretične napovedi potrdile. Učinkovit spoj teoretičnih in eksperimentalnih študij, ki postavi Ravnikova dognanja v pravo perspektivo in jim da pravo težo, jasno razberemo šele iz številnih člankov, izhajajočih iz disertacije. Ravnik je s sodelavci napisal kar osem člankov s področja, ki ga obravnava njegova disertacija. Ni mogoče spregledati, da so vsi po vrsti objavljeni v najuglednejši znanstveni periodiki – med drugim eden v reviji Science in trije v Physical review letters. To prepričljivo opozarja na velik pomen rezultatov, o katerih Ravnik poroča v svojem doktorskem delu.«



VEČ KOT TISOČ RADOVEDNEŽEV NA IJS

Tanja Zdolšek, Center za prenos tehnologij in inovacij

V prizadevanju, da bi Institut »Jožef Stefan« aktivno sodeloval pri vzpostavljanju učeče se družbe ter da bi spodbudili sodelovanje med Institutom in gospodarstvom, smo v sklopu dejavnosti Centra za prenos tehnologij in inovacij (CTT) že petič organizirali Dan odprtih vrat po sistemu obiskov, ki smo ga uvedli



jeseni leta 2007. Gospodarstvenike, raziskovalce, okoliške prebivalce, študente, dijake in šolarje smo povabili, da nas obiščejo ob Dnevu odprtih vrat, ki je potekal v soboto, 26. 3. 2011. Za potrebe obiskovalcev



iz osnovnih in srednjih šol ter druge organizirane skupine smo Dan odprtih vrat razširili na Teden odprtih vrat v času Stefanovih dni, od 21. 3. do 26. 3. 2011. Tako je bilo na Institutu ves teden živo in veselo, saj se je povsod razlegala otroška radost. Tako kot lani je bil na Dan odprtih vrat organiziran brezplačen avtobusni prevoz, ki je obiskovalce vozil iz Jamove ceste na Reaktorski center v Podgorici in nazaj.

V želji po še večji obiskanosti Instituta smo se sodelavci Centra za prenos tehnologij in inovacij letos še bolj potrudili in z dobro organiziranim delom na Institut v Tednu odprtih vrat privabili skupaj okoli 1500 radovednežev, ki so izvedeli več o delu in sestavi Instituta ter dejavnostih posameznih laboratorijev.



Na enoti na Jamovi cest so si obiskovalci lahko ogledali tri različne programe predstavitve: 1. program: Snov, robotika (odseki F3, F1, F5, F2, CEM, F4, K9, E5, E1), 2. program: Bio-kemo-fiz (odseki K3, K1, B2, F9, K7, B1, K6, F7, B3), 3. program: Znanje, sistemi, materiali in okolje (odseki K8, E9, E2, CT3, K5, E6, O2, E7, E8). V enoti v Podgorici so bili na voljo za ogled prav tako trije programi: 1. program: Okolje, Hg laboratorij, geokemika, 2. program: Jedrska tehnologija in 3. program: Okolje-radiološki del, vroča celica.

Kljub našemu trudu pa nam dobro izpeljan Teden odprtih vrat ne bi uspel, če ne bi bilo t. i. odsečnih koordinatorjev, ki svoje odseke obiskovalcem ne predstavljajo le ob Dnevu odprtih vrat, temveč vse leto. Na tem mestu bi se želeli zahvaliti odsečnim koordinatorjem za ves njihov trud, saj smo le z njihovo pripravljenostjo za sodelovanje lahko uresničili željo in v tednu dni sprejeli več kot tisoč obiskovalcev. Ob tem gre zahvala za razumevanje tudi vsem vodjem odsekov in drugim zaposlenim na IJS, ki so kakor koli pripomogli k uspešni izpeljavi Tedna odprtih vrat.

DAN ODPRTIH VRAT IJS 2011 MALO DRUGAČE

Pred obiski ...

»Ime mi je **Martin** in sem študent elektrotehnike. Za dan odprtih vrat sem zvedel na internetu. Zanimajo me predvsem robotika, matematika in računalništvo. Če bo možnost, bi me zanimalo tudi nadaljevanje kariere na Institutu.«



„Sem **Zdenka**, prihajam iz Maribora. Zaposlena sem na Mestni občini Maribor. Novico o dnevu odprtih vrat sem prebrala v Delu, na straneh, ki govorijo o znanosti in raziskavah. Tukaj sem bila že pred 25 leti, danes pa sem prišla z družino. Starejši sin je študent, rad bi videl, kako je videti delo na področju znanosti, mlajši pa je še v šoli. Bomo izvedeli kaj novega?«



Seku, novinar RTV Slovenija: »Za dogajanje na Institutu vem že dober mesec, odkar smo dobili vabilo in program, kaj se bo dogajalo v tem tednu. Tukaj sem zato, da posnamem prispevek za Dnevnik nacionalne televizije. Ne znam pa še točno povedati, kaj si bomo ogledali. Bomo naivni opazovalci in kamor nas bo zaneslo oziroma kamor nas bodo odpeljali, tja bomo šli. Še ne poznamo delovanja Instituta in se bomo poskušali zlit z okolico.«

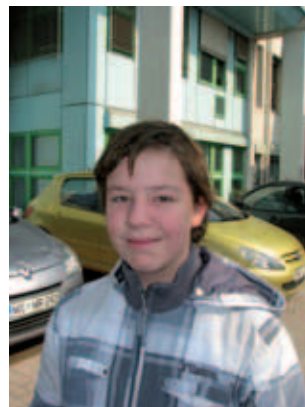


Med obiski ...

»Sem **Karolina** in prihajam iz Kopra. Na Institutu smo prišli s šolo. Videli smo veliko zanimivih stvari, za zdaj smo si ogledali odsek za telekomunikacije in keramiko.« Pa te tudi sicer zanima znanost? »Ma, niti ne toliko ...«



»Sem **Domen** in prihajam iz Osnovne šole Log-Drageomer. Zanimajo me fizika, kemija in biologija, zato sem si prišel ogledat Institut, za dan odprtih vrat sem pa slišal v šoli. Ravno kar smo si ogledali dva poskusa s tekočim dušikom, ki sta mi bila zelo všeč. Ko bom velik, bom mogoče šel študirat nekaj v tej smeri.«



Nastja, študentka fizike: »Za dan odprtih vrat sem slišala na fakulteti. Najprej smo si ogledali Odsek za tanke plasti, kjer so nam povedali, kako zaščitijo svetre in druga orodja za uporabo v industriji. Potem smo si ogledali Odsek za teoretično fiziko, kjer so nam razložili, kaj delajo, kako razmišljajo in kako poskušajo pojasniti različne naravne pojave. Ravno kar smo si pa ogledali velik magnet za slikanje z jedrsko magnetno resonanco.«

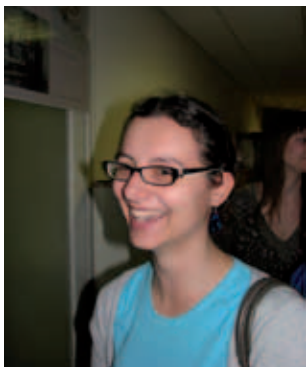


Vladimir: »Mislim, da je funkcija Instituta nedvomno koristna za človeštvo. Ogledal sem si že tri odseke, med drugim sem videl mikroskop na atomsko



silo. Všeč so mi laboratoriji, so lepi in dobro opremljeni. Za dan oprtih vrat sem slišal po radiu in televiziji, pa tudi v časopisu sem zasledil novico.«

Marijana: »S prijateljicami smo prišle iz Zagreba. Za dan odprtih vrat sem izvedela po internetu, pa tudi od kolegice, ki tu dela. Ogledale smo si odseka za okolje in za računalništvo, zdaj pa si gremo ogledat robotiko.«



Po obiskih ...

Janez, dijak: »Za dan odprtih vrat sem slišal od prijateljev in smo prišli pogledat, kaj se tukaj dogaja. Ogleдали smo si odseka za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev in za nano-



strukture, bilo je zelo zanimivo. Sicer grem študirat psihologijo, vendar me zelo zanima tudi znanost.«

Nina in Simon, koordinatorja na F5: »Letos je kar precej zanimanja, mogoče še več kot prejšnja leta, skupine so polne. Se vidi, da smo delali reklamo tudi prek Facebooka. Obiskovalci so prišli tudi iz tujine. Ljudem je težko razložiti pomen bazičnih raziskav, vsi se sprašujejo samo o koristi – kdo to naroča, kdo to plačuje ... Ampak vseeno smo se potrudili gostom razložiti, da so tudi bazične raziskave pomembne za razvoj človeštva.«



PRISPEVKI DOBITNIKOV ZLATEGA ZNAKA

PREDIKTIVNE REGULACIJE PRI TRIFAZNIH RAZSMERNIŠKIH SISTEMIH

Mitja Nemeč, Laboratorij za regulacijsko tehniko in močnostno elektroniko, Fakulteta za elektrotehniko [mitja.nemec@fe.uni-lj.si]

1 Uvod

Skupaj z razvojem mikroprocesorskih vezij in komponent močnostne elektronike se razvijajo tudi novi regulacijski algoritmi. Eno izmed najbolj pogostih vezij v močnostni elektroniki je napetostno napajanje trifazni mostični pretvornik (slika 1). Z njim pretvarjamo enosmerno napetost na eni strani v izmenično trifazno na drugi strani. Uporablja se na številnih področjih, med katerimi naj naštejemo najbolj pogoste:

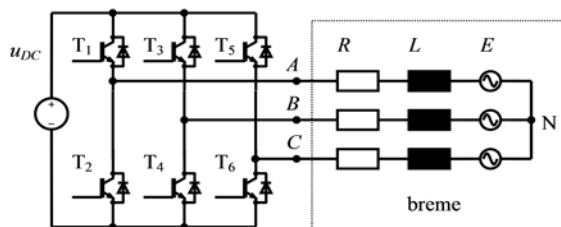
- napajanje izmeničnih motorjev,
- brezprekinitveni napajalni sistemi,
- aktivna usmerniška vezja,
- aktivni močnostni filtri.

Konkretna aplikacija določa način krmiljenja ali regulacije pretvornika. V najbolj preprostih aplikacijah krmilimo srednjo vrednost amplitude izhodne napetosti, pri čemer se lahko frekvenca spreminja (u/f -krmiljenje izmeničnih motorjev, otočno obratovanje izmeničnih napetostnih virov). Regulirani pretvorniški sistemi se ločijo med seboj po tipu izhodne veličine. Te so lahko napetost, tok in v zadnjem času tudi veličine, ki jih določimo na podlagi modela, kot sta na primer statorski magnetni sklep in elektromagnetni navor. Pri reguliranih pretvornikih je smiselno obravnavati sistem pretvornik-breme skupaj, saj je potek regulirane veličine odvisen tudi od bremenskih parametrov.

Ne glede na tip regulirane izhodne veličine od celotnega sistema regulator-pretvornik-breme pričakujemo:

- visoko dinamiko,
- čim manjše izgube,
- čim manjšo valovitost izhodne veličine.

Regulacija izhodne veličine se je v preteklosti izvajala z analognimi elektronskimi vezji. Najpogosteje uporabljana načina regulacije sta bila histerezna regulacija ter klasična regulacija z uporabo PID-regulatorja, ki uporablja pulznoširinsko modulacijo.



Slika 1: Shema trifaznega tranzistorskega pretvornika z bremenom

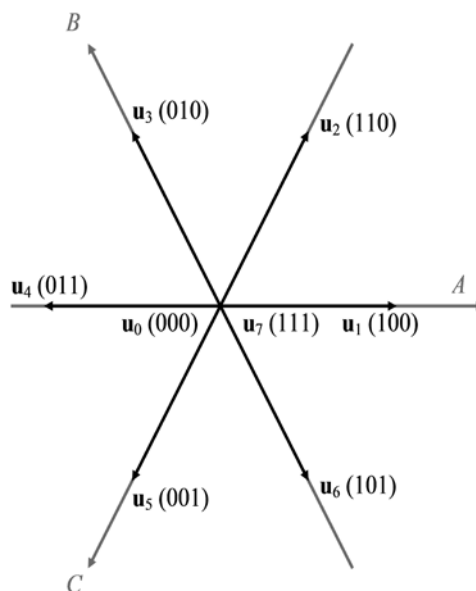
Razvoj mikrokrmilnikov, namenjenih uporabi v močnostni elektrotehniko, je odprl novo področje regulacij močnostnih stikalnih pretvornikov. Z vgrajenimi enotami za zajem merjenih veličin (analogno-digitalni pretvornik, vmesnik za povezavo z inkrementalnim dajalnikom ...) je omogočeno izvajanje celotnega regulacijskega algoritma v mikrokrmilniški enoti. Napredne enote za krmiljenje tranzistorjev v trifaznem mostiču pa omogočajo uporabo bolj kompleksnih modulacijskih algoritmov.

2 Delovanje trifaznega mostiča

Tako kot večina naprav na področju močnostne elektrotehniko, tudi napetostno napajani trifazni mostični pretvornik deluje v stikalnem načinu. To pomeni, da so tranzistorska stikala v pretvorniku popolnoma odprta ali popolnoma zaprta. Pri komplementarnem proženju stikal v posamezni veji imamo na voljo osem različnih kombinacij. Te so določene s stanji zgornjih tranzistorjev (T1, T3 in T5) v posamezni veji. Z danimi kombinacijami lahko generiramo šest napetostnih vektorjev na bremenu z dolžino $2/3 u_{DC}$ in dva napetostna vektorja z dolžino 0 (slika 2). V nadaljevanju bom prvih šest vektorjev poimenoval kot aktivne napetostne vektorje, dva vektorja z dolžino 0 pa kot ničelna vektorja.

S hitrim preklapljanjem (modulacijo) med različnimi stanji pretvornika lahko dosežemo, da je vektor sre-

dnje vrednosti izhodne napetosti poljubne dolžine in smeri.



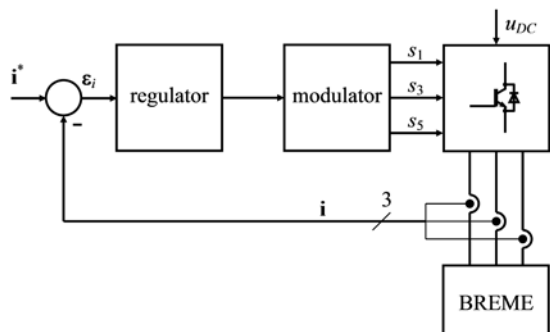
Slika 2: Vektorski prikaz izhodnih napetosti trifaznega mostiča

Breme na sliki 1 predstavlja splošno vezje, ki se pojavlja pri pretvorniških sistemih. V primeru motorskih pogonov sta upornost R in induktivnost L parametra statorskega navitja, protinapetost E pa je posledica vrtečega se rotorja. Pri sistemih, ki so priključeni na omrežje (aktivni močnostni filtri, aktivna usmerniška vezja, brezprekinitveni napajalni sistemi ...), sta upornost in induktivnost parametra dušilk, preko katerih je pretvornik priključen na omrežje, in omejujeta strmino toka, napetost omrežja pa je protinapetost E . Razmere v mostiču v splošnem opisuje naslednja enačba:

$$\mathbf{u} = L \frac{d\mathbf{i}}{dt} + R\mathbf{i} + \mathbf{E}$$

Pri klasičnih regulacijskih rešitvah na področju močnostne elektrotehniko sta regulator in modulator izhodne napetosti ločena (slika 3), kar omogoča izbiro ustreznega modulatorja glede na želene lastnosti izhodne veličine (harmonska vsebina, izkoristek napetosti enosmerne tokokroga ...). Ne glede na izbrani modulacijski princip (modulacija s prostorskim vektorjem, trikotna modulacija ...) ima tak način več pomanjkljivosti. Zaradi stikalnega delovanja pretvornika je v regulirani veličini valovitost, ki moti delovanje regulatorja. Neobčutljivost za valovitost dosežemo z zmanjšanjem frekvenčne pasovne širine regulacijske zanke. Prav tako moramo določiti

parametre regulatorja, ki so odvisni od napetosti enosmernega tokokroga ter parametrov bremena, zadnje omenjeni pa se lahko med obratovanjem spreminjajo.



Slika 3: Shema klasičnega regulacijskega kroga v trifaznem močnostnem pretvorniku

3 Prediktivna regulacija

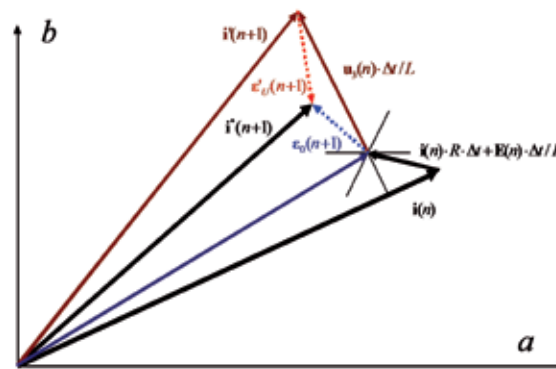
Večina prediktivnih regulacijskih metod je razvita za uporabo v časovno diskretnem prostoru s konstantno periodo vzorčenja Δt . Osnovni princip delovanja prediktivnih metod je naslednji. Na začetku vzorčnega intervala na podlagi izmerjenih veličin ter poznanja parametrov bremena ali na osnovi sledenja signalu metode predvidijo pogrešek regulirane veličine ob koncu vzorčnega intervala. Na njegovi osnovi izberejo tak napetostni vektor oziroma kombinacijo napetostnih vektorjev, da bo pogrešek ob koncu vzorčnega intervala najmanjši. V večini primerov je treba opraviti toliko predikcij, kolikor različnih stanj lahko zavzame močnostni pretvornik (v našem primeru sedem – šest za vsak aktivni vektor in eno za ničelni vektor).

Pri vseh prediktivnih metodah je še posebej problematičen časovni zamik med vzorčenjem in spremembo stanja stikal v močnostnem pretvorniku. Zamik nastane zaradi končnega časa zajemanja, analogno digitalne pretvorbe merjenih vrednosti in izvršitve regulacijskega algoritma.

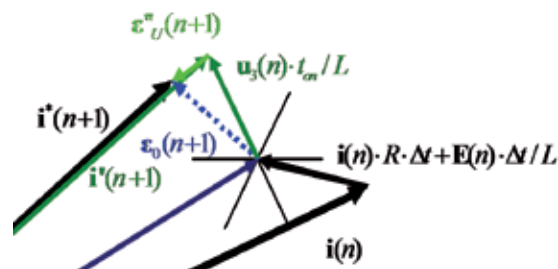
Tako je pri prediktivnih metodah regulacije še veliko prostora za nadaljnje izboljšave predvsem v smeri enostavnejše izvedbe ter obratovanja pri višjih vzorčnih frekvencah. Prav tako nikjer v literaturi nisem našel enotnega principa, ki bi bil uporabljen v različnih aplikacijah. Zato v delu predlagam nov princip prediktivne regulacije, ki je z majhnimi spremembami uporaben v aktivnem močnostnem filtru, v asinhronskem in sinhronskem pogonu.

Princip delovanja predlagane prediktivne regulacije si lahko razložimo s sliko 4. V danem vzorčnem intervalu se bo kazalec toka $\hat{i}(n)$ zaradi padca na upornosti bremena ter bremenske napetosti premaknil ne glede na to, katero stanje zavzamejo stikala v mostiču. Če je v danem vzorčnem intervalu izbran ničelni napetostni vektor, bo ob koncu intervala pogrešek $\epsilon_0(n+1)$. Izkaže se, da nam smer te napake določa optimalno izbiro aktivnega vektorja, s katerim lahko pogrešek še zmanjšamo. Vendar se lahko v določenih primerih (primer na sliki 4) pogrešek ob koncu vzorčnega intervala ob izbiri aktivnega napetostnega vektorja poveča $\epsilon''_0(n+1)$. Tako za pravilno odločitev ali izbrati aktivni vektor ali ne, načeloma potrebujemo predikciji dveh pogreškov. S preurejanjem enačb pa lahko pridemo do kriterija, pri katerem potrebujemo samo eno predikcijo, to pa je bistveno manj od sedmih, ki jih potrebujejo primerljive metode.

Dejansko vrednost lahko želimo še bolj približamo, če znotraj enega vzorčnega intervala moduliramo aktivni in ničelni napetostni vektor (slika 5), kjer je napaka ob koncu vzorčnega intervala enaka $\epsilon''_0(n+1)$. Tako lahko zmanjšamo valovitost regulirane veličine na račun preklopne frekvence stikal.



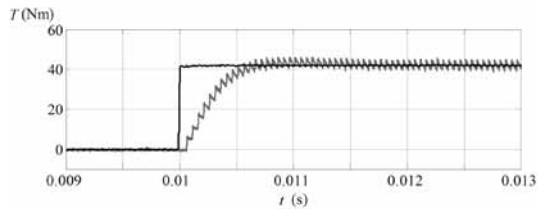
Slika 4: Kazalčni diagram za primer regulacije toka



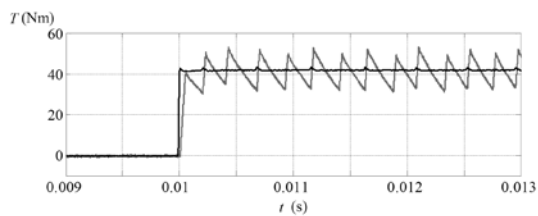
Slika 5: Kazalčni diagram v primeru modulacije aktivnega napetostnega vektorja

4 Primer(i) uporabe

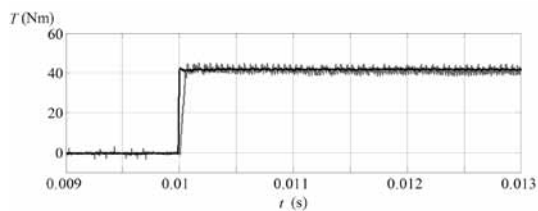
Prednosti prediktivne regulacije se hitro pokažejo pri regulaciji navora sinhronskega motorja. Kot je razvidno s slik 6, 7 in 8, s prediktivnim regulacijskim principom dosegamo bistveno hitrejši odziv na skočno spremembo želene vrednosti. Poleg tega imamo pri prediktivni regulaciji na voljo dve različici, pri čemer je prva bolj uporabna za višje moči, saj z zmanjšano preklopno frekvenco tudi znižamo izgube v mostiču.



Slika 6: Odziv na skočno spremembo z uporabo PID-regulatorja



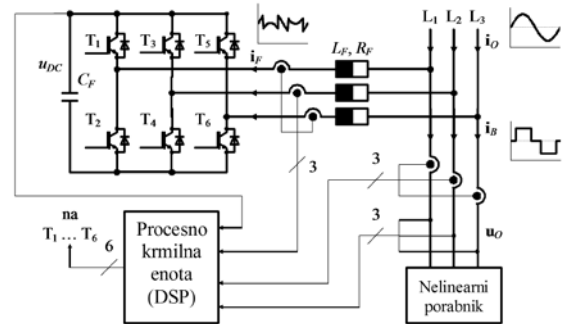
Slika 7: Odziv na skočno spremembo z uporabo prve različice prediktivne regulacije



Slika 8: Odziv na skočno spremembo z uporabo druge različice prediktivne regulacije

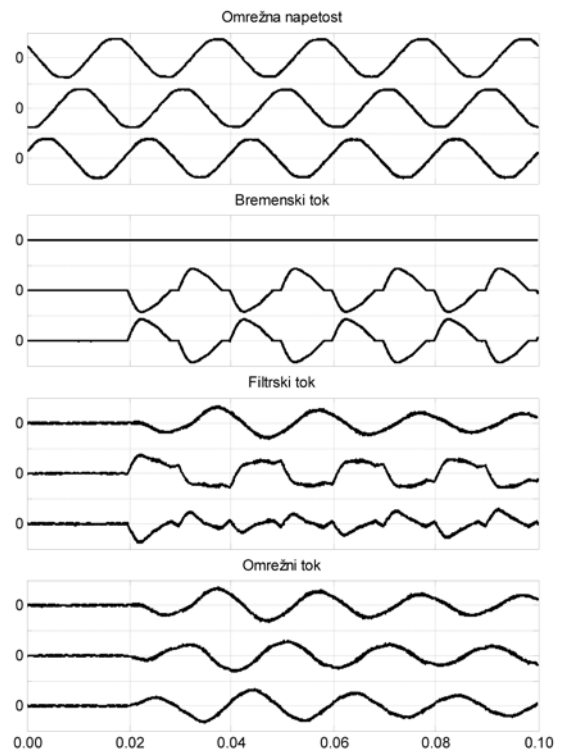
Dobra dinamika prediktivne regulacije pride še posebej v poštev pri aktivnem močnostnem filtru. Aktivni močnostni filter (slika 9) je naprava, priključena med omrežje in nelinearno breme, ki ob ustreznem krmiljenju filtrskih tokov kompenzira osnovno jalovo komponento moči in tudi višje harmonske komponente moči. V primeru nesimetričnega bremena lahko uravnava tudi pretoke moči tako, da omrežje čuti simetrično obremenitev. Omrežje je z vključitvijo aktivnega močnostnega filtra tako obremenjeno samo z delovno močjo, saj se vsa jalova energija pretaka le med bremenom in filtrom. Za

čim boljše delovanje aktivnega močnostnega filtra je želeno, da dejanska vrednost filtrskega toka sledi željeni vrednosti z minimalno zakasnitvijo.



Slika 9: Aktivni močnostni filter

Poteke omrežnih napetosti, bremenskih tokov, filtrskih tokov in omrežnih tokov pri uporabi aktivnega močnostnega filtra prikazuje slika 10. Kot je razvidno, je bremenski tok močno nelinearen ter nesimetričen,



Slika 10: Potek veličin pri vklopu nelinearnega bremena

saj je prva faza popolnoma neobremenjena. Aktivni močnostni filter ob vklopu takega bremena hipno reagira in z ustreznim potekom filtrskega toka poskrbi, da ima omrežni tok sinusni potek – tako so vse faze hkrati enakomerno obremenjene.

5 Sklep

Princip prediktivne regulacije trifaznega mostičnega pretvornika, predstavljen v tem delu, je mogoče uporabiti za različne aplikacije. Glavna lastnost neposredne regulacije je visoka dinamika odziva brez prenihajev. Enačbe, na katerih temelji neposredna regulacija, so preproste ter nezahtevne za obdelavo v sodobnih digitalnih signalnih procesorjih. Razviti

sta bili dve metodi, ki se razlikujeta samo v modulatorskem principu. Zato imamo možnost izbrati metodo, ki je primernejša za dano aplikacijo, kar je v večini primerov odvisno od želene višine preklopne frekvence in dopustne valovitosti regulirane veličine.

NANOTEHNOLOGIJA NA PODROČJU DOSTAVE ZDRAVIL

Petra Kocbek, Katedra za farmacevtsko tehnologijo, UL, Fakulteta za farmacijo

Hiter napredek na področju celične in molekularne biologije nam omogoča vse boljše razumevanje patofiziologije številnih bolezni, hkrati pa razkriva vrsto novih potencialnih tarčnih mest za delovanje učinkovin na celičnem in molekulskem nivoju. Na drugi strani je povezava visoko zmogljivih tehnik s kombinatorno kemijo in biotehnologijo prinesla skokovito rast števila novih potencialnih učinkovin, ki delujejo na novo odkrita tarčna mesta. Ob vseh teh odkritjih in napredku se postavlja vprašanje, zakaj tržišče ni preplavljeno z novimi, bolj učinkovitimi, naprednimi zdravili. Pogosto so velike ovire njihova zapletena struktura in/ali majhna vodotopnost ter težka dostopnost tarčnih mest v organizmu. Prav premagovanje omenjenih ovir je velik izziv za razvoj novih dostavnih sistemov za učinkovit vnos takšnih zdravilnih učinkovin v organizem in doseganje zelenega terapevtskega učinka. Danes so številne raziskave usmerjene v razvoj nanosistemov, ki omogočajo vnos tako klasičnih nizkomolekulskih učinkovin kot tudi sodobnih biomakromolekul, kot so peptidi, proteini in geni. Nanodostavni sistemi so koloidno disperzni sistemi velikosti manjše od 1 μm , ki se med seboj razlikujejo po sestavi, zgradbi, lastnostih in namenu uporabe. V literaturi jih najdemo pod splošnim izrazom nanodelci, čeprav v ožjem pomenu izraz »nanodelci« pomeni trdne delce nanometrskih velikosti, ki so zgrajeni iz nosilnega ogrodja in učinkovine, ki je vključena v ogrodje ali vezana na površino delcev. Nosilno ogrodje so naravni ali sintezni polimeri ali trdni lipidi. Poleg nanodelcev spadajo med koloidne dostavne sisteme tudi liposomi, nanosuspenzije, polimerni miceli, mikroemulzije, dendrimeri, fulereni, ogljikove nanocevke itd. Nanodostavni sistemi so primerni za vse poti vnosa v organizem: peroralno, parenteralno, dermalno, okularno, oralno idr. Z njimi

lahko dosežemo povečanje biološke uporabnosti in prirejeno sproščanje učinkovin, povečanje stabilnosti in zmanjšanje njihove imunogenosti, ciljan vnos učinkovin, odzivanje sistema na fiziološke dražljaje in združevanje spojin za diagnosticiranje in zdravljenje v enem sistemu itd. Izbira ustreznega nanosistema je odvisna od mesta delovanja vgrajene učinkovine, mesta vnosa ter od lastnosti učinkovine in nosilca.

Nanosuspenzije

Majhna vodotopnost je že od nekdaj velik problem pri razvoju zdravil, saj pomembno vpliva na njihov biološki učinek, ki je odvisen od koncentracije raztopljenih učinkovin. Tako pomeni povečanje vodotopnosti in hitrosti raztapljanja težko topnih učinkovin velik izziv pri razvoju novih farmacevtskih oblik, saj so številne znane in večina na novo sintetiziranih učinkovin v vodi težko topne, zato jih pogosto opustijo ali zavržejo že v zgodnjih fazah razvoja. Oblikovanje nanosuspenzij je sodoben način za povečevanje topnosti in hitrosti raztapljanja takšnih učinkovin. Nanosuspenzije so koloidne disperzije delcev učinkovine nanometrskih velikosti v tekočem mediju. Znanih je več metod izdelave nanosuspenzij, med njimi je tudi metoda emulgiranja taline učinkovine v vodno raztopino emulgatorja, ki smo jo sami razvili (1). Metoda je primerna za učinkovine s tališčem nižjim od vrelišča vode (npr. ibuprofen), saj učinkovino v postopku izdelave raztalimo in pripravimo emulzijo, kjer je voda disperzni medij, talina učinkovine pa dispergirana faza. Prednost metode je predvsem odsotnost organskih topil pri postopku izdelave. Dandanes nanosuspenzije niso le zelo aktualno področje raziskav, ampak njihov velik uporabni potencial dokazujejo tudi zdravila, izdelana z nanosuspenzijami, ki so že dostopna na

trgu (npr. Emend[®], Tricor[®], Megace ES[®], Rapamune[®], Triglide[®], Invega[®]).

Polimerni nanodelci za znotrajcelični vnos učinkovin in aktivno ciljanje tumorskih celic

Biološki učinek težko topnih učinkovin lahko povečamo tudi z vgrajevanjem v ustrezne polimerne nanodelce. Tak način je primeren zlasti za učinkovine, ki so poleg slabe topnosti tudi nestabilne v vodnem mediju ali občutljive za druge dejavnike okolja, ki so jim izpostavljene na poti do mesta delovanja. Nanodostavni sistemi lahko zaradi svoje velikosti vstopajo v interakcije z biomolekulami na celični površini in v celicah ter omogočajo znotrajcelični vnos zdravilnih učinkovin. Tako lahko z vgradnjo učinkovine v nosilni polimer le-to zaščitimo, nanodelec kot celota pa omogoči vnos učinkovine v celico, kjer se le-ta sprosti in sproži biološki učinek (slika 1). V naše raziskave smo vključili dve novi, težko topni spojini, ki sta inhibitorja encima 17 β -hidroksisteroid dehidrogenaze tipa 1 in tako potencialni učinkovini za zdravljenje raka. Povečana aktivnost omenjenega encima povzroči povečano proliferacijo celic dojke, kar povzroči nastanek in napredovanje raka. Sami učinkovini v raztopini oz. suspenziji pri preizkusih *in vitro* nista izkazovali biološkega učinka; poleg tega je bila stabilnost učinkovin v vodnem mediju majhna. Po vgrajevanju učinkovin v nanodelce iz biorazgradljivega polimera poli(ϵ -kapolaktone) in preizkusu na celični liniji raka dojke T-47D, ki izraža tarčni encim (slika 2) smo ugotovili zmanjšano proliferacijo in spremenjeno morfologijo celic, kar je bil odsev biološkega učinka vgrajenih inhibitorjev. Ti rezultati kažejo, da se z vgrajevanjem v nanodelce stabilnost učinkovin poveča, kar omogoča pripravo terapevtsko uporabne farmacevtske oblike za vnos težko topne učinkovine, ki sama v dovolj veliki koncentraciji ne doseže mesta delovanja in zato ne sproži farmakološkega učinka (2).

Nanodostavni sistemi dajejo tudi možnost ciljanega zdravljenja, kar je zlasti aktualno pri zdravljenju raka. Nanometrski velikost tem sistemom omogoča, da se nalagajo v tumorjih, saj je prepustnost tumorskega žilja večja, zato lahko izstopajo iz krvnih žil v intersticij tumorja. Hkrati je v območju tumorja okrnjena limfna drenaža, kar ojača učinek zadrževanja v tumorju. Tak način ciljanja, ki izkorišča fizikalno-kemijske, anatomske ali patofiziološke dejavnike za nalaganje učinkovine ali dostavnega sistema na tarčno mesto, imenujemo pasivno ciljanje. Sam nanodostavni sistem v tem primeru ne loči

med tarčnimi in netarčnimi celicami, kar pa lahko dosežemo z vezavo specifičnih ligandov na površino dostavnega sistema. V tem primeru govorimo o aktivnem ciljanju, ki temelji na vezavi specifičnega liganda, ki selektivno prepozna in se veže na tarčne celice, tkiva ali organe v telesu, na površino dostavnega sistema. Vezava takšnih ligandov na površino nanodostavnega sistema poveča verjetnost interakcij s tarčnim mestom in s tem terapevtsko učinkovitost. Aktivno ciljana dostava učinkovin na/v specifične celice izkorišča prisotnost različnih antigenov (proteinov, sladkorjev, lipidov) na površini tarčnih celic. Ti antigeni so lahko selektivno izraženi le na obolenih celicah ali pa je njihovo izražanje različno na obolenih in zdravih celicah. Kot ligandi za ciljanje se v raziskavah pogosto uporabljajo folna kislina, transferin, lektini, sladkorji, peptidi, protitelesa in njihovi fragmenti ter aptameri. Ligand je lahko na površino vezan nekovalentno ali kovalentno, njegova orientacija na površini dostavnega sistema pa mora biti takšna, da omogoča vezavo na tarčno mesto (slika 3). Pri naših raziskavah smo izdelali nanodelce iz biokompatibilnega in biorazgradljivega kopolimera mlečne in glikolne kisline (PLGA) in vanje vgradili kokošji cistatin, ki je inhibitor cisteinskih proteaz in tako potencialna protitumorna učinkovina. Na površino nanodelcev smo z adsorpcijo vezali monoklonsko protitelo CDI 315, ki prepozna specifični antigen na površini celic raka dojke. Ugotovili smo, da je bila tehnologija izdelave nanodelcev ustrezna, saj je vgrajeni protein ohranil biološko aktivnost, protitelo pa sposobnost prepoznavanja in vezave na tarčni antigen. V kokulturi celic raka dojke MCF-10A neoT s celicami Caco-2 ali z diferenciranimi celicami U-937 so imunonanelci selektivno vstopili le v tarčne celice raka dojke in povzročili inhibicijo znotrajcelične proteolizne aktivnosti. S temi rezultati smo *in vitro* dokazali uspešnost aktivnega ciljanja tumorskih celic in selektivnega vnosa biološko aktivne proteinske učinkovine z imunonanelci (3, 4).

Nanodelci za aktivno ciljanje so sposobni razlikovati med tarčnimi in netarčnimi celicami, kar poveča učinkovitost zdravljenja in zmanjša stranske učinke. Težave pri načrtovanju ciljanega vnosa učinkovin v tumorske celice pa so povezane predvsem s podobnostjo med tumorskimi in zdravimi celicami, kar otežuje izbiro specifičnih ligandov in tarčnih mest; na drugi strani je težava lahko tudi velika heterogenost v sami populaciji tumorskih celic. Z odkrivanjem novih tumorsko specifičnih antigenov in potencialnih ligandov pa se odpirajo nove možno-

sti za večjo uspešnost aktivnega ciljanja in tako tudi bolj spodbudno prognozo zdravljenja raka.

Na podlagi vsega zapisanega lahko sklenem, da nanotehnologija prinaša velike in nepredvidljive spremembe na področje oblikovanja in dostave zdravilnih učinkovin v smislu povečanja njihove učinkovitosti in specifičnosti, hkrati pa odpira vrsto vprašanj o varnosti, ki je prvi pogoj za njihovo uspešno implementacijo.

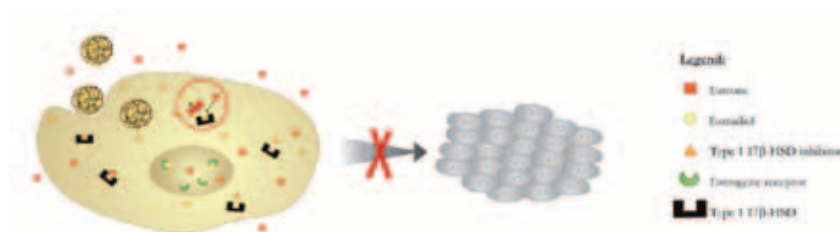
LITERATURA

1. Kocbek, P., Baumgartner, S., Kristl, J. Preparation and evaluation of nanosuspensions for enhancing the dissolution of poorly soluble drugs. *International Journal of Pharmaceutics*, 312 (2006), 179–186

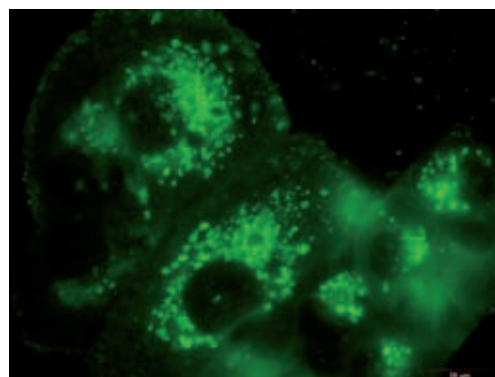
2. Kocbek, P., Teskač, K., Brožič, P., Lanišnik-Rižner, T., Gobec, S., Kristl, J. Effect of free and in poly(ϵ -caprolactone) nanoparticles incorporated new type 1 17β -hydroxysteroid dehydrogenase inhibitors on cancer cells. *Current Nanoscience*, 6 (2010), 69–76

3. Kocbek, P., Obermajer, N., Cegnar, M., Kos, J., Kristl, J. Targeting cancer cells using PLGA nanoparticles surface modified with monoclonal antibody. *Journal of Controlled Release*, 120 (2007), 18–26

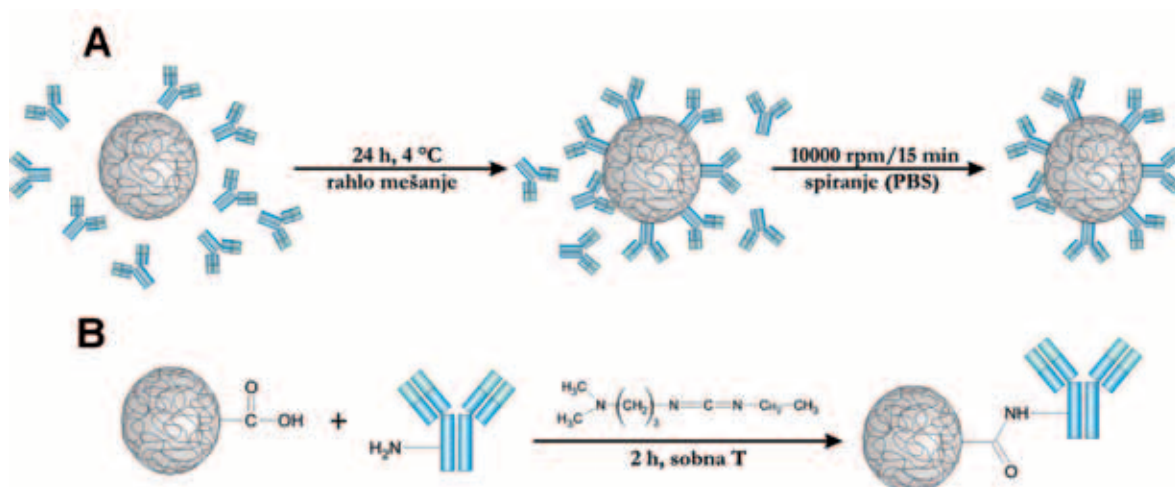
4. Obermajer, N., Kocbek, P., Repnik, U., Kužnik, A., Cegnar, M., Kristl, J., Kos, J. Immunonanoparticles - an effective tool to impair harmful proteolysis in invasive breast tumor cells. *FEBS Journal*, 274 (2007), 4416–4427



Slika 1: Shema inhibicije proliferacije rakavih celic kot posledica znotrajcelične dostave inhibitorja 17β -hidroksisteroid dehidrogenaze tipa 1 v nanodelcih



Slika 2: Polimerni nanodelci z vgrajenim kumarinom v celicah raka dojke T47 D



Slika 3: Adsorpcija (A) in kovalentna vezava (B) liganda za ciljanje na površino izdelanih nanodelcev

KOLOIDNE STRUKTURE V OGRAJENIH NEMATSKIH TEKOČIH KRISTALIH

Miha Ravnik, Rudolf Peierls Centre for Theoretical Physics, University of Oxford, Oxford, United Kingdom, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
[m.ravnik1@physics.ox.ac.uk]

Uvod in motivacija

Ali znamo s pametno kombinacijo in inženirskimi tehnikami ustvariti nove materiale, ki bodo imeli zanimive in neprimerljive mehanske, optične ali termodinamske lastnosti? Kje in kako bi take materiale lahko izdelali in za kaj so lahko uporabni? Koloidne mešanice v tekočih kristalih se kažejo kot ena od skupin takih materialov.

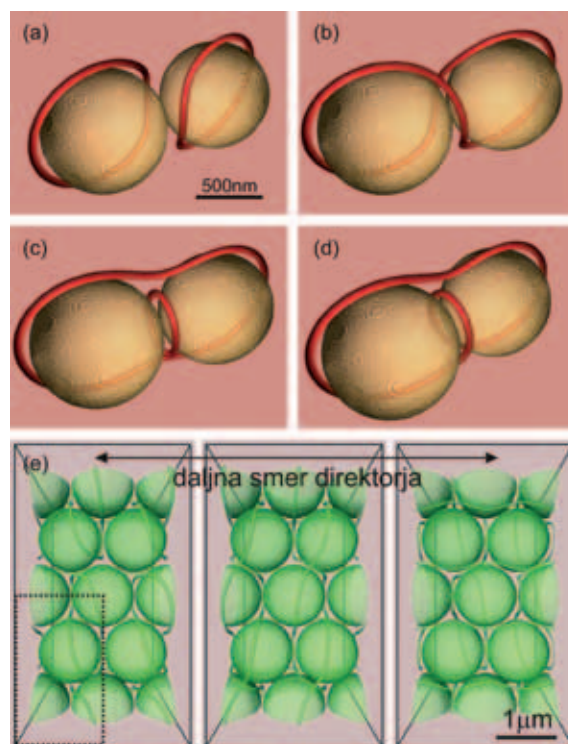
Tekočerkristalni koloidi so oljnate tekočine, ki jih dobimo tako, da v tekoči kristal primešane mikroskopske delce [1, 2]. Tekoči kristali so tista tekočina, ki se skriva v naših LCD-jih – zaslonih telefonov, računalnikov in televizij – in ki ob pomoči pametne elektronike ustvarja sliko. Če tekočim kristalom torej primešamo mikroskopske delce (in res so lahko to delci najrazličnejših oblik, velikosti in materialov), potem bi najbrž pričakovali, da bo slika, ki jo ustvarijo tekočerkristalni koloidi drugačna in mogoče nenavadna. In res je tako. Tak koloidni material ni več uporaben za zaslone, ampak v resnici zmore več, predvsem pa drugače. Uporaben je lahko kot optični filter, optično vlakno ali celo optični tranzistor, kar vse so optični elementi, ki danes že imajo svoje mesto v optičnem prenosu podatkov, v nastavljivih barvilih in lokaliziranih virih svetlobe. Tekoče kristale se tipično pridobiva s pametno predelavo nafte oziroma z organsko sintezo, primešani delci pa so po navadi drobno, a natančno mlet kremen, steklo, polimerne kapljice ali pa kapljice druge netopne tekočine.

Tekočerkristalni koloidi niso čisto navadne tekočine, saj se, čeprav tečejo kot voda ali kuhinjsko olje, vedejo makroskopsko kot efektivno elastičen material [3], torej kot nekakšna »tekoča guma«. Elastičnost je posledica mikroskopskega orientacijskega urejanja tekočerkristalnih molekul, ki si jih za veliko tipičnih materialov lahko predstavljamo kot orientacijsko urejene toge palčke (značilna dolžina ≈ 1 nm); smer urejanja imenujemo direktor. Koloidni delci v takem elastičnem materialu ustvarjajo elastične napetosti v orientacijskem urejanju tekočerkristalnih molekul, kar se izrazi v t. i. termodinamskih strukturnih silah med delci. In prav nadziranje in nastavljanje teh sil

se izkaže kot ključ do novih koloidnih struktur v tekočih kristalih.

Metoda

Za napoved in opis tekočerkristalnih koloidov se izkaže kot zelo uporabna metoda numerične minimizacije Landau-de Gennesove proste energije. Prosta energija je termodinamska funkcija, matematično t. i. funkcional, katere minimum ustreza ravnovesju



Slika 1: Prepleteni nematski tekočerkristalni koloidi. (a) Nепrepletena struktura dveh ločenih defektnih obročkov. (b) Prepletena struktura para delcev z defektno zanko (v rdečem) v obliki osmice, (c) v obliki črke theta Θ in (d) v obliki črke omega Ω . (e) Primeri prepletenih 2D koloidnih kristalov, kjer defektne linije (zelene cevke) ponovno povežejo delce v nova topološka stanja.

sistema. V našem primeru minimum proste energije ustreza določeni ravnovesni strukturi koloidnih delcev v tekočem kristalu. Iskanje minimuma proste energije je računsko zapleten in obsežen mate-

matičen problem, ki smo ga rešili z računalniškim modeliranjem. Tipično izračun ene stabilne koloidne strukture zahteva teden dni računskega časa računalniške gruče več deset procesorjev.

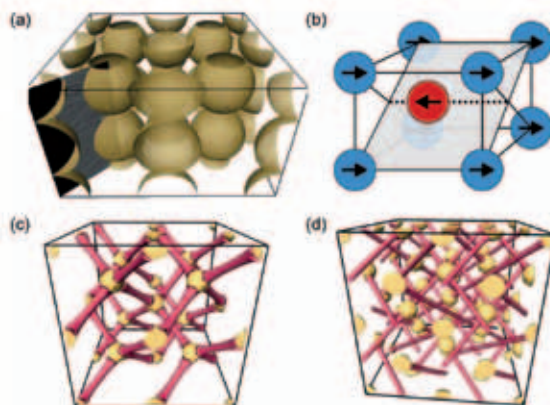
Rezultati koloidnih struktur

Moje doktorsko delo obravnava različne pojave in strukture v nematskih tekočerkristalnih koloidih in je zainteresiranemu bralcu v celoti in z vsemi referencami dostopno na spletu [4]. To delo obravnava meddelčne interakcijske potenciale, stabilnost in metastabilnost koloidnih struktur, vpliv inducirane nereda na defekte v koloidnih strukturah, možnost stabilizacije periodičnih struktur delcev, vpliv zunanjskih polj, hierarhično urejanje in na koncu urejanje delcev v tridimenzionalne koloidne kristale. Delo je teoretično, vendar je bilo stalno povezano z eksperimenti, tako da je komplement ali razlaga mnogih eksperimentov s področja nematskega koloidnega sestavljanja. V nadaljevanju sta kot primera koloidnih struktur opisana dva glavna rezultata napovedi struktur; prvi je eksperimentalno že realiziran.

(i) Glavni del doktorskega dela uvaja prepletene koloidne strukture, ki so nov način stabilizacije struktur delcev (slika 1) [5]. Koloidni delci so vezani z delokaliziranimi defektnimi linijami – območji zlomljenega orientacijskega direktorskega reda tekočega kristala – v neločljivo povezane topološke objekte z zanimivimi lastnostmi, kot so spontan zlom simetrije, kiralnost in strunast potencial. Take lastnosti ponujajo zanimive možnosti za uporabo, kot so npr. kiralne koloidne elektrode. Teoretična obravnava prepletenih struktur se izkaže kot posebej primerne, saj lahko preišče veliko možnih materialnih in strukturnih parametrov, kar je ključno pri iskanju in optimiziranju teh koloidnih struktur.

(ii) Pomemben del doktorskega dela pa je tudi teoretična napoved dveh načinov gradnje tridimenzionalnih koloidnih kristalov. Ti so ključna stopnja pri razvoju nematskih koloidov kot fotonjskih materialov, njihovo sestavljanje pa je eksperimentalno zahtevno zaradi zapletene tridimenzionalne manipulacije delcev. Prvi način gradnje napove stabilne tridimenzionalne nematske koloidne kristale, sestavljene iz t. i. elastičnih dipolov (slika 2a, b). Efektivno je taka struktura sestavljena iz dipolnih verig, kjer ima vsaka veriga za najbližje sosedje štiri verige z nasprotno smerjo dipolov. Drugi način gradnje 3D koloidnih kristalov pa za stabilizacijo kristala predlaga defektno mrežo tekočerkristalnih modrih faz (slika 2c, d) [6]. Za tekočerkristalne modre faze je značilna kristalna

simetrija orientacijskega direktorskega reda molekul – čeprav so to tekočine –, kar ustvari 3D periodično mrežo lovilnih mest za delce, podobno kot 3D optični holografski vzorci.



Slika 2: Tridimenzionalni koloidni kristali. (a) 3D nematski dipolni koloidni kristal. Sive črte prikazujejo direktor. Defektni obročki so značilni defekti. (b) Shema 3D periodične osnovne celice 3D dipolnega koloidnega kristala, ki je sestavljen iz dipolnih verig z nasprotno smerjo elastičnih dipolov (puščice). (c, d) 3D koloidni kristal na osnovi defektne mreže (c) modre faze II in (d) modre faze I.

V modri fazi II je stabilna telesno centrirana kubična (BCC) osnovna celica koloidnih delcev, v modri fazi I pa ploskovno centrirana kubična osnovna celica (FCC). Z rdečo barvo sta prikazani značilni defektni mreži v modri fazi I in II, ki lovita delce in stabilizirata kristale. Prikazane so osnovne celice $2 \times 2 \times 2$.

Sklep

Nematski tekočerkristalni koloidi so novi kompleksni materiali z izredno zanimivimi in obetavnimi materialnimi lastnostmi. Meddelčni potenciali so močni ($\approx 100\text{--}10\,000\text{ kT}$ za delce s premerom $1\ \mu\text{m}$), mehanizem sestavljanja je neodvisen od materiala delcev, ni omejitve za miniaturizacijo materialov proti nanosistemom, materiali omogočajo hierarhično sestavljanje in navsezadnje optične lastnosti tekočih kristalov naredijo optični odziv tekočerkristalnih koloidov neprimerljiv z drugimi materiali.

[1] P. Poulin, H. Stark, T. C. Lubensky, D. A. Weitz, *Science*, 275 (1997), 1770

[2] H. Stark, *Phys. Rep.*, 351 (2001), 387

[3] P. G. de Gennes, J. Prost, *The Physics of Liquid Crystals*, 2nd Ed, Oxford Science Publications, Oxford, 1993

- [4] M. Ravnik, Doktorska disertacija, <http://miha.ravnik.si>
- [5] M. Ravnik, M. Škarabot, S. Žumer, U. Tkalec, I. Poberaj, D. Babič, N. Osterman, and I. Muševič, *Phys. Rev. Lett.*, 99 (2007), 247801
- [6] M. Ravnik, G. P. Alexander, J. M. Yeomans, and S. Žumer, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 108 (2011), 5188

O avtorju: Miha Ravnik je sedaj podoktorski raziskovalec (štípendist Marie Curie) v Rudolf Peierlsovem centru za teoretično fiziko Univerze v Oxfordu, dela pa hkrati tudi s skupino za fiziko mehke in delno urejene snovi na Fakulteti za matematiko in fiziko

Univerze v Ljubljani (FMF UL). Kot soavtor je objavil 23 znanstvenih člankov, med njimi v *Science*, *Nature Photonics*, *PNAS*, petkrat v *Phys. Rev. Lett.*, ki so bili v zadnjih petih letih skupno citirani pribl. 350-krat (WoS).

Opisano in nagrajeno doktorsko delo, ki je povod za ta članek, je nastalo na FMF UL pod mentorstvom prof. Slobodana Žumra ob hkratnem tesnem sodelovanju z eksperimentalno skupino prof. Igorja Muševiča z odseka F5 Instituta »Jožef Stefan«. Na tem mestu zato vsem kolegom in sodelavcem iskrena hvala!

JIH POZNAMO

FRIDERIK PREGL

V tokratni številki *Novic IJS* bomo spoznali Friderika Pregla, edinega Nobelovega nagrajenca slovenskega rodu do zdaj. Pregl se je rodil v Ljubljani očetu Slovencu in materi Nemki. Po maturi na ljubljanski klasični gimnaziji je odšel študirat medicino v Gradec in bil tam leta 1894 promoviran za »doktorja vsega zdravilstva«. Po nekaj letih dela na Univerzi v Gradcu je Pregl odšel na postdoktorsko izobraževanje v Prago in v Nemčijo, kjer se je med drugim učil pri Wilhelmu Ostwaldu v Leipzigu in Emilu Fischerju v Berlinu, obema tudi Nobelovima nagrajencema za kemijo. Prvi je na Pregla vplival z natančnimi merskimi metodami pri fizikalni kemiji, drugi pa s temeljnimi spoznanji v organski kemiji.

V naslednjih letih je Pregl delal na univerzah v Innsbrucku ter v Gradcu, kjer je med drugim opravljal funkcijo dekana medicinske fakultete ter prorektorja univerze. Čeprav je Pregl najprej raziskoval na področju fiziologije in fiziološke kemije, se je kmalu osredinil na razvoj metod kvantitativne organske mikroanalize. Konec 19. in začetek 20. stoletja je bilo obdobje bliskovitega razvoja organske kemije. Za kvantitativno elementno analizo organskih spojin so v Preglovi časi uporabljali takrat že skoraj 80 let staro metodo, ki sta jo razvila pionirja na tem področju, nemški kemik Justus von Liebig in francoski kemik Jean Baptiste André Dumas. Pri Liebig-Dumasovi metodi so vzorec sežgali in prestregli nastale produkte: iz ogljikovega dioksida so določili vsebnost ogljika, iz vode pa vsebnost vodika. Na podoben način se tako določi tudi vsebnost dušika, potem pa še druge elemente, kot so žveplo in halogeni.

Že pri prvih raziskavah žolčne kisline se je Pregl srečal s problemom, da se za analizo porabi prevelika količina snovi, za posamezno elementno analizo jo je potreboval 200–300 mg. Problem se je pokazal še bolj izrazito pri vitaminih in hormonih, ki so jih znanstveniki lahko izolirali, a le v izredno majhnih količinah. Pregl se je odločil izboljšati pripomočke za analizo. V ta namen si je nabiral praktične izkušnje pri mizarju, ključavničarju in steklopahaču, tako je lahko sam sestavljal nove aparature. Glavna pomanjkljivost je bila premalo natančna analitska tehtnica, in Pregl si je za cilj postavil izpopolniti tehtnico do take mere, da bi pri masi 20 g lahko zaznala odmike do milijoninke grama natančno. Kot je to predstavil laikom, je to enako, kot če bi pri vozu z dvema vpreženima konjema lahko zaznali maso vžigalične škatlice. Tako natančno tehtnico je Pregl razvil s pomočjo podjetja Kuhlmann iz Hamburga. Tehtnico so postavili na najbolj miren prostor v inštitutski zgradbi, jo položili na marmorno ploščo za zmanjšanje treslajev in jo obložili s svincem, da bi preprečili vsak premik. Poleg tega je moral imeti prostor s tehtnico konstantno temperaturo, simetrično osvetlitev ter biti vedno sterilno čist. Tudi osebe, ki so upravljale s tehtnico, so se morale držati strogih predpisov. S tako tehtnico je Pregl za analizo potreboval le okrog 10 mg snovi, kar je bilo tudi do



Friderik Pregl se je rodil 3. septembra 1869 v Ljubljani in umrl 13. decembra 1930 v Gradcu v Avstriji. Pregl, zdravnik in kemik, je leta 1923 za prispevek na področju mikroanalize prejel Nobelovo nagrado za kemijo. Danes se po njem imenuje Institut za medicinsko kemijo in Preglov laboratorij na Univerzi v Gradcu, njegovi matični univerzi. Poleg tega je po Preglu poimenovanih več ulic in trgov v Sloveniji in Avstriji, slovenski osnovnošolci in srednješolci tekmujejo za Preglova priznanja iz znanja kemije, Kemijski inštitut v Ljubljani pa vsako leto podeljuje Preglove nagrade za izjemne dosežke na področju kemije. Že od leta 1931 nagrado Fritza Pregla za dosežke na področju mikrokemije podeljuje Avstrijska akademija znanosti.

stokrat manj kot s prejšnjimi metodami. Svojo metodo je kasneje še izpopolnil, tako da je bilo za analizo dovolj že 3–5 mg snovi. Poleg tehtnice je Pregl razvil še vrsto metod za določanje posameznih atomskih skupin ter vrsto eksperimentalnih pripomočkov. Dodatna prednost novih metod je bila tudi ta, da so bistveno skrajšale čas, potreben za analizo – s treh ur na manj kot uro. Na Preglovem predavanju na kongresu naravoslovcev na Dunaju leta 1913 so Preglovi sodelavci kar med predstavitvijo določili količino vodika, ogljika in dušika v neki spojini ter njeno molekulsko maso. Od takrat naprej so se k Preglu na inštitut prihajali učiti novih metod znanstveniki z vsega sveta.

Nove Preglove metode so odprle pot raziskavam na področjih, na katerih delo zaradi majhnih količin ni bilo mogoče. Lep primer je delo Adolfa Butenandta, ki si je za raziskave spolnih hormonov leta 1939 delil Nobelovo nagrado za kemijo. Za izolacijo 15 mg čistega hormona je Butenandt potreboval kar 15 000 litrov urina, 15 mg pa bi bilo ob uporabi starih metod odločno premalo za analizo. Preglove metode so hitro začeli uporabljati po vsem svetu in raziskovalci, ki so prejeli Nobelove nagrade za kemijo v letih 1927, 1928

in 1929, so vsi uporabljali Preglova spoznanja. Šlo je sicer za raziskave žolčnih kislin (Wielad, 1927), steroidov in vitaminov (Windaus, 1928) ter fermentacije sladkorjev in s tem povezanih encimov (Harden in Euler-Chelpin, 1929).

Na začetku raziskav se je Pregl izogibal objavljanju poročil o svojih eksperimentih. Šele ko se je prepričal, da njegove metode delujejo tudi v drugih laboratorijih, se je odločil svoja spoznanja zbrati v monografiji *Die quantitative Microanalyse* (Kvantitativna mikroanaliza), ki je prvič izšla leta 1917, kasneje pa še v več ponatisih in bila prevedena tudi v angleščino in francoščino.

Za svoje dosežke je bil Pregl večkrat nagrajen. Leta 1904 je prejel nagrado Justusa Liebiga na Akademiji znanosti na Dunaju ter leto kasneje postal član te akademije. Prejel je tudi častni doktorat Univerze v Göttingenu in postal častni občan mesta Gradec. Največje priznanje Preglovemu raziskovalnemu delu pa je gotovo Nobelova nagrada za kemijo, ki mu jo je Švedska akademija znanosti podelila leta 1923. V utemeljitvi nagrade je takratni predsednik Nobelove komisije O. Hammarstein navedel, da Pregl ni dobil nagrade za izum novih, temveč za izboljšanje obstoječih metod. Večji del denarne nagrade je Pregl namenil graški univerzi za gradnjo laboratorijev. Malo pred smrtjo je Pregl dunajski akademiji znanosti podaril večjo vsoto denarja, ki jo je namenil za promocijo raziskav na področju mikroanalize; iz tega sklada se še danes podeljuje nagrada Fritza Pregla za dosežke na tem področju. Od leta 2007 Preglove nagrade za izjemne dosežke na področju kemije podeljuje tudi Kemijski inštitut v Ljubljani.

Vira:

1. Biografija na Nobelprize.org
2. Zvonka Zupanič - Slavec: Zdravnik Friderik Pregl, Nobelov nagrajenec slovenskega rodu, Zdravniški vestnik (2001)

POVEZOVANJE MLADIH RAZISKOVALCEV Z GOSPODARSTVOM

V Centru za prenos tehnologij in inovacij poskušamo pomagati pri nadgradnji povezovanja znanosti z gospodarstvom. Ena izmed aktivnosti, ki jo izvajamo



Mladi raziskovalci v podjetju Talum, Kidričevo

v ta namen, je organizacija in vodenje strokovnih ekskurzij za mlade raziskovalce IJS. Prvo ekskurzijo smo organizirali konec decembra 2010, ko smo obiskali podjetji ETI Elektroelement, d. d., in Talum, Tovarna aluminija, d. d.



Mladi raziskovalci v podjetju Eti, Elektroelement, Izlake

Odziv mladih raziskovalcev je bil dober, zato smo se v Izlake in Kidričevo odpravili kar z velikim avtobusom. Dober odziv in pohvale so razlog, da smo se odločili ekskurzije za mlade raziskovalce organizirati bolj pogosto. Mesečni obiski zaradi potrebnih financ ter obsega dela z organizacijo ne bodo mogoči, potrudili pa se bomo, da bo tovrstnih ekskurzij čim več.

Tako smo do danes organizirali tri ekskurzije. Po prvi, v decembru 2010, še ekskurzijo v Nuklerano elektrarno Krško (NEK), ki je bila 11. januarja 2011, ter ekskurzijo v Trimco, d. d., in podjetje Akrapovič, d. d., 31. marca 2011. Vse tri izvedene ekskurzije



Mladi raziskovalci v podjetju Trimco (prva skupina)

so bile dobro sprejete in obiskane, naslednja pa je načrtovana za mesec september. Upamo, da bodo o konkretnih situacijah v gospodarstvu bolj ozaveščeni mladi raziskovalci lažje pripomogli k nadaljnjemu razvoju slovenske znanosti in gospodarstva.

*Tanja Zdolšek
Center za prenos tehnologij in inovacij*

PRIŠLI - ODŠLI

PRIŠLI - ODŠLI (24. 2. - 18. 5. 2011)

Prišli:

- | | | | |
|------------|--|-------------|--|
| 1. 3. 2011 | prof. dr. John Stewart Shawe - Taylor, znanstveni svetnik, E3, | 7. 3. 2011 | Petra Šutar, strokovna sodelavka, F7 |
| 1. 3. 2011 | mag. Ljerka Ožbolt, samostojna strokovna sodelavka, O2 | 8. 3. 2011 | Borut Bezljaj, projektni sodelavec, delavnice |
| 1. 3. 2011 | Jasna Škrbec, strokovna sodelavka, E3 | 28. 3. 2011 | Tilen Kogej, finančnik, U4 |
| 1. 3. 2011 | Tanja Zdolšek, strokovna sodelavka, CPTI | 14. 3. 2011 | Borut Grošičar, samostojni strokovni sodelavec, F9 |
| 1. 3. 2011 | dr. Elena Chernyshova, znanstvena sodelavka, K5 | 1. 4. 2011 | David Schiebener, strokovni sodelavec, E1 |

15. 4. 2011 dr. Janez Ivan Pavlič, asistent z doktoratom, E6
18. 4. 2011 Juan Saez Pons, strokovni sodelavec, E1
1. 5. 2011 Gorazd Kurent, projektni sodelavec, delavnice
1. 5. 2011 dr. Gregor Kosec, asistent z doktoratom, E6
1. 5. 2011 Janez Kranjc, asistent, E8
1. 5. 2011 dr. Gregor Leban, strokovni raziskovalni sodelavec, E3
16. 5. 2011 dr. Andrej Muhič, asistent z doktoratom, E3
16. 5. 2011 Martina Lorenzetti, mlajša raziskovalka, K7
- Vsem novim sodelavcem želimo prijetno počutje na delovnem mestu!**
- Odšli:**
28. 2. 2011 dr. Sabrina Guettes, strokovna svetnica, E3
31. 3. 2011 Milan Simončič, vodilni inž. V, CEU, upokojitev
31. 3. 2011 dr. Ilija Bizjak, znanstveni sodelavec, F9
31. 3. 2011 dr. Matevž Tadel, asistent z doktoratom, F9
31. 3. 2011 dr. Damjan Demšar, samostojni strokovni sodelavec, E8
31. 3. 2011 Špela Markič Dakskobler, asistentka, F5
15. 4. 2011 Melita Lenošek Kavčič, vodilna strokovna sodelavka, ICJT
30. 4. 2011 dr. Martin Tomšič, asistent z doktoratom, E1
30. 4. 2011 Petra Avanzo Caglič, mlada raziskovalka, B3
15. 5. 2011 Anže Peršin, strokovni sodelavec, ICJT
16. 5. 2011 dr. Giovanna Canu, asistentka z doktoratom, K5

Barbara Gorjanc

OBISKI PO ODSEKIH (24. 2. – 18. 5. 2011)

Odsek za molekularne in biomedicinske znanosti (B-2)

Od 4. 4. do 4. 7. 2011 bo na podoktorskem usposabljanju dr. Kristina Radošević, Prehrambeno biotehnološki fakultet, Laboratorij za tehnologiju i primjenu stanica i biotransformacije, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvaška.

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

Od 28. 3. do 1. 4. 2011 sta bila na obisku dr. Suzana Petrović in dr. Davor Peruška, Institute of nuclear sciences »Vinča«, Beograd, Srbija. Obisk, ki je potekal v okviru projekta SPIRIT, je bil namenjen meritvam na tankoplastnih strukturah, obdelanih z laserskimi žarki.

Odsek za fiziko trdne snovi (F-5)

Od 2. 5. do 14. 5. 2011 je bil na obisku prof. dr. Valentyn Laguta, Fizikalni inštitut Češke akademije znanosti, Praga, Češka. Gost je s prof. dr. Robertom Blicem in prof. dr. Boštjanom Zalarjem sodeloval pri raziskavah vpliva električnega polja na polarno ureditev perovskitnih relaksorjev PMN in PMN-PT z metodo jedrske magnetne resonance.

Od 10. 4. do 10. 5. 2011 je bil na obisku prof. dr. Arcady Levanyuk, Departamento de Fisica Materia Condensada, Facultad de Ciencias, Campus de Cantoblanco, Madrid, Španija. Obisk je bil namenjen raziskavam relaksorjev in tolmačenju nekaterih eksperimentalnih rezultatov s področja orjaškega elektrokaličnega efekta in orjaškega elektromehanskega odziva v bližini kritične točke pri relaksorjih ter pripravi osnutka predloga za nov evropski projekt.

Od 1. 3. do 31. 3. 2011 je bila na obisku dr. Mirta Herak, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvaška. Obisk je bil namenjen raziskavam na področju raziskav kvantnega antiferomagnetnega sistema CuSe_2O_5 .

Od 21. 3. do 24. 3. 2011 je bil na obisku prof. dr. Horst Beige, Martin Luther Universitaet, Halle, Nemčija. Obisk je bil namenjen raziskavam elektromehanskih lastnosti relaksorjev brez vsebnosti svinca.

Od 17. 3. do 18. 3. 2011 je bil na obisku dr. Marco Bonora, Univerza v Pavii, Italija. Namen obiska je dogovor o sodelovanju; dr. Bonora se namreč zanima za podoktorsko izpopolnjevanje na IJS. V okviru tega izpopolnjevanja bi razvijal visokofrekvenčni

EPR ter študiral odziv titanatnih nanostruktur na UV-obsevanje.

Odsek za kompleksne snovi (F-7)

Od 7. 3. do 11. 3. 2011 sta bila na delavnem obisku dr. Dean R. Evans in dr. Gary Cook, Air Force Research Laboratory, Ohio, ZDA.

Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev (F-9)

Od 23. 3. do 25. 3. 2011 je bil na obisku Phillipp Weigell, univ. dipl. fiz., Institut Max Planck, München, Nemčija. Obisk je bil namenjen meritvam z obsevanimi silicijevimi detektorji.

Od 2. 3. do 5. 3. 2011 je bil na obisku Adachi Ichiro, KEK, Tsukuba, Japonska. Obisk je bil namenjen programiranju in preizkušanju vezij.

Odsek za elektronsko keramiko (K-5)

Dne 15. 4. sta bila na obisku prof. dr. Klaus Reichmann in prof. dr. Angelika Reichamn, Graz University of Technology, Gradec, Avstrija. Med enodnevnim obiskom je imela gostja predavanje z naslovom *Orientation contrast images of different ceramic materials with the SEM*.

Odsek za nanostrukturne materiale (K-7)

Dne 23. 5. 2011 sta bila na obisku dr. Maxime Feraille, ataše za znanost in visoko šolstvo Ambassade Republike Francije v Ljubljani in prof. dr. Janez Kranjc iz Pravne fakultete Univerze v Ljubljani. Obiskala sta Odsek za nanostrukturne materiale in Odsek za fiziko trdne snovi, kjer sta si ogledala laboratorije in se seznanila z raziskavami, ki potekajo na obeh odsekih.

Odsek za znanosti o okolju (O-2)

Od 25. 3. do 2. 4. 2011 so bili na obisku dr. Eliana Knupp, dr. Maria Eleonora Carneiro, dr. Lucia Maria Auler in dr. Maria Angela Menezes, CDTN/CNEN, Belo Horizonte, Brazilija. Namen obiska je delo v okviru slovensko-brazilskega bilateralnega sodelovanja BI-BR/10-12-002 z naslovom *Ocena rezistence rastlin na As z območja Sante Barbare, Iron Quadrangle, Brazilija, z uporabo nevtronske aktivacijske analize*. Nosilec projekta s slovenske strani je dr. Radojko Jačimović.

Od 14. 3. do 1. 4. 2011 je bil na obisku dr. Sergio Ribiero Guevaro, Centro Atomico Bariloche, Comision Nacional de Energia Atomica, Bariloche, Argentina. Obisk je potekal v okviru projekta EU Marie Curie. Gost je skupaj z raziskovalci na odseku izpeljal še zadnji poskus z uporabo radioaktivnega izotopa ^{197}Hg za ugotavljanje pretvorb Hg v morskem okolju.

Od 28. 2. do 11. 3. 2011 je bil na obisku Michal Emilian Miotk, Institute of Oceanology PAS, Sopot, Poljska. Obisk je bil namenjen usposabljanju za analize Hg.

Od 6. 3. do 10. 3. 2011 so bili na obisku dr. Zora Žunić, prof. dr. Ivan Aničin, prof. dr. Jovana Puzović in dr. Vladimir Udovičić, Institut za nuklearne nauke »Vinča«, Fizički fakultet Univerziteteta u Beogradu, Srbija. Obisk je bil namenjen pregledu in dopolnitvi zadnjih rezultatov za objavo, kot tudi pripravi prijave za bilateralno sodelovanje. Dr. Žunićeva bo sodelovala tudi v naši naslednji raziskavi radioaktivnih in neradioaktivnih aerosolov v slovenskih stanovanjih, ki se izvajajo v okviru projekta SCOPES). Prof. dr. Ivan Aničin, prof. dr. Jovan Puzović in prof. dr. Vladimir Udovičić so se v okviru obiska seznanili z raziskavami Centra za radon, merilno opremo za raziskave radioaktivnih in neradioaktivnih aerosolov. Obisk je bil namenjen tudi pogovorom o možnostih sodelovanja.

Od 31. 3. do 1. 4. 2011 so bili na obisku dr. Micha Horacek, dr. Stefan Wyhlidal in Andrea Watzinger, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Seibersdorf, Avstrija. Obisk je potekal v okviru slovensko-avstrijskega sodelovanja BI-AT/11-12-008 z naslovom projekta *Uporaba naprednih metod pri določanju geografskega porekla vina: primerjava avstrijskih in slovenskih vin*. Nosilka projekta s slovenske strani je prof. dr. Nives Ogrinec.

Od 25. 4. do 28. 4. 2011 je bila na obisku dr. Martina Rožmarić Mačefat, Institut Rudjer Bošković, Zagreb, Hrvaška. Obisk je potekal v okviru slovensko-hrvaškega sodelovanja BI-HR/10-11-007 z naslovom projekta *Radiokemične metode za določanje radionuklidov v vzorcih vode*. Nosilka projekta s slovenske strani je doc. dr. Ljudmila Benedik.

Od 7. 5. do 12. 5. 2011 sta bila na obisku dr. Yan Haiyu in dr. Liu Bian, Institute of Geochemistry, Guiyang, Kitajska. Obisk je bil namenjen delu v okviru slovensko-kitajskega sodelovanja BI-CH/09-11-007 z naslovom projekta *Markerji izpostavljenosti in vpliva pri občutljivi populaciji na kontaminiranih območjih in udeležbi mednarodne delavnice Mercury in the marine environment: a global metrology challenge v Piranu*. (Nosilka projekta s slovenske strani je prof. dr. Milena Horvat)

Od 1. 2. do 30. 4. 2011 je bila na obisku dr. Marijana Zanoški, Univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška. Obisk je potekal v okviru podoktorskega usposabljanja.

Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko sisteme (E-1)

Od 19. 4. do 22. 4. 2011 je bil na obisku dr. Kai Salminen, Tampere University of Technology, Finska. Obisk je bil namenjen skupni pripravi EU-projekta.

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.

HOMMAGE À ZORAN KRŽIŠNIK - ODPRTJE RAZSTAVE SLOVENSКИH GRAFIKOV

SREDA, 26. JANUAR 2011, OB 18. URI

Razstava v spomin Zoranu Kržišniku je bila v Galerijo IJS prenesena z 8. trienala v Chamalièresu, Francija.

Razstava je bila sestavljena iz štirih delov:

- razstave dvanajstih slovenskih grafikov: Janeza Bernika, Janeza Boljke, Bogdana Borčiča, Jožeta Ciuhe, Andreja Jemca, Borisa Jesiha, Metke Krašovec, Lojzeta Logarja, Vladimirja Makuca, Adriane Maraz, Leopolda Oblaka in Jane Vizjak
- razstave Lojzeta Logarja
- razstave Kamile Volčanšek
- razstave štirih študentov Akademije za likovno umetnost in oblikovanje Univerze v Ljubljani: Štefana Čukulaca, Lenke Đorojević, Mateja Stupice in Tjaše Pogačar Podgornik

Od 9. oktobra do 27. novembra 2010 najdemo Chamalières znova spet v središču kulturne aktualnosti. Osmi Mondial de L'Estampe et de la Gravure Originale



Razstavo je odprl direktor IJS prof. dr. Jadran Lenarčič.

bo v našem mestu odstiral kvintensenco aktualnega ustvarjanja, pa tudi največja imena iz zgodovine grafike. Zahvaliti se moramo zasebnim zbiralcem in muzejem, ki so nam dali na razpolago avtentične umetnine. Pomembna dela, ki so zakoličila zgodovino grafike in zgodovino nasplah.

Upam, da bo ta katalog – ki vrednoti talente: porajajoče se in že priznane –, ki odseva raznolikost dežel,



Lojze Logar

kontinentov, vzpostavlja precizno orodje, s katerim nam bo uspelo skrbno združiti zaljubljenca v umetnosti, amaterje in profesionalce, zgodovinarje grafične umetnosti, spomina vredna sled na 8. triennale grafike malega formata.

Louis Giscard d'Estaing, župan Chamalièresa



Kamila Volčanšek

Osmi triennale grafike malega formata v Chamalièresu je v letu 2010 praznoval četrto stoletje svojega delovanja. Ustanovljen leta 1988, se je v letu 1991 pod umetniškim vodstvom Slobodana Jevtića, Valjevčana po rodu, opredelil za mali format grafike. V tem letu se mu je pridružil Zoran Kržišnik kot član žirije, v letu 2000 in nadaljnjih triletyh pa je prevzel tudi delegacijo za slovensko selekcijo.

V letu 2010 se Triennale lahko pohvali z udeležbo 523 umetnikov iz 86 dežel sveta v tekmovalnem delu, s sodelovanjem 23 mest širše regije, ki so v svojih prominentnih galerijah ali prostorih mestne hiše postavili več kot trideset osebnih in skupinskih razstav.

Posebni poudarek jubilejnega bienala je bila razstava grafik Francisca de Goya v Moderni galeriji.

Razstava, posvečena dr. Zoranu Kržišniku, na začetku velikega sprehoda po Espace Triennalu, je majhen poklon velikemu promotorju slovenske in svetovne grafične umetnosti.

Prof. **Lojze Logar** se je s samostojno razstavo v Font D'Art Moderne et Contemporain v mestu Montluçon od 9. oktobra do 21. novembra 2010 že drugič predstavil v okviru Trienala.

Ko smo soočeni z vrtoglavimi, manj in manj estetskimi spremembami naše okolice in iščemo svoj kredo v lepoti, se zavemo, da nas Lojze Logar opominja z resnicami

našega obstoja na zemlji in istočasno usmerja v prostor nadnaravnega.

dr. Zoran Kržišnik – iz teksta v katalogu



Zbrane je nagovoril ljubljanski župan g. Zoran Jankovič.

Kamila Volčanšek: Brez besede, mapa sedmih sitotiskov

V aprilu leta 2008 je Kamila predstavila svoja velika platna v vseh prostorih Mestne galerije v Ljubljani.

Prof. dr. Zoran Kržišnik je ob njenih razkošnih "Madame" vzkliknil v navdušenju: "**Bile bi krasne v sitotisku.**"

Potrjujoč njegove preroške besede je Kamila Volčanšek, ob pomoči Slavka Pavlina v ateljeju za sitotisk MGLC – Ljubljana, v poletju 2010 ustvarila mapo sedmih grafik "Brez besede".

Mapa je bila prvič razstavljena na 8. trienalu v Chamalièresu.

Na natečaju med študenti ALU v Ljubljani izbrana dela so v Francijo 26. januarja 2010 poslali Štefan Čukulac, Lenka Đorojević, Tjaša Pogačar Podgornik in Matej Stupica.



ODPRTJE RAZSTAVE MOJCE ZLOKARNIK

PONEDELJEK, 21. FEBRUAR 2011, OB 18. URI

Poosebljenje barve

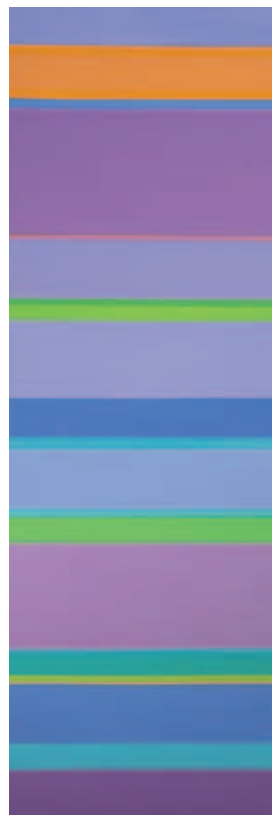
V hinduističnih deželah obstaja praznik barve. Holi je večdnevni religiozni festival, posvečen spominjanju in obujanju hinduističnih mitov, v katerem barva odigra pomembno ritualno vlogo. Kopice močnih barvnih pigmentov, izgrajenih v stožce, polivanje z odisavljeno obarvano vodo in obmetavanje z barvnim prahom so poglobitni elementi verskega ceremoniala, v katerem barva (včasih ob prazniku tradicionalno iztisnjena iz spomladanskih rastlin, danes pa večinoma sintetično pridobljena) prevzame mistično simboliko in vlogo katalizatorja spremenljivih in nepredvidljivih naravnih sil ter materializira razkošje, ki nam ga z zaznavo ponuja svet.



V vsakdanjem življenju ima barva, seveda poleg osebnostnih afinitet, ki se udejanjajo pri vzpostavljanju identitete s slogom oblačenja in z bivanjskim okoljem, predvsem funkcionalno vlogo. Je razpoznavni znak, ki usmerja, vodi, kaže, informira, opozarja in ponazarja (na letališčih, semaforjih, zemljevidih, statistikah, diagramih, reklamnih panojih, v izložbah itd.) in jo v teh kontekstih tudi zaznamo in doživljamo izključno v odnosu do njene uporabne vloge. Barva je v našem dnevnem izkustvu intenzivno prisotna,

vedno svobodneje jo izkoriščajo moda, arhitektura in oblikovanje, toda bolj smo usmerjeni k njenemu dojetanju na ravni 'objekta', videza in površin kot z zapleteno in nepredvidljivo fenomenologijo njenega delovanja. Zdi se, da smo primarnega, neposrednega in živega čudenja nad fenomenom barve nazadnje deležni v otroštvu.

V umetnosti je barvo kot samostojen in izoliran fenomen tematiziralo slikarstvo modernizma, ko jo je poudarilo v nevtralni formi ploskve, kjer je barva lahko v celoti udejanila svoj učinek in izraznost. Slikarstvo barve je na različne načine preverjalo njene spiritualne, emocionalne, arhetipske, simbolne in drugače pomenske potenciale in jo raziskovalo v različnih pojavnih legah. Do danes se je pojmovanje barve v umetnosti bistveno razširilo in prestopilo tradicionalni okvir slikovnega formata: barva se je naselila v instalacije, na zidove, arhitekture ali pa se povsem osvobodila nosilca in s tehnološko podprtimi rešitvami ustvarila sve-



tletobne in barvne ambiente, kjer je optično izkustvo ploskve prevedeno v tridimenzionalno senzorično izkušnjo. Kljub aktualnosti novih tehnologij v produkciji vizualnega pa njihov standardizirani razpon barvnih variacij, kakršen se kaže v enotnosti tiskovin, zamejenosti rastra in v še tako tehnično izpopolnjenih normativih pri digitalni obdelavi barve, še ne more kvalitativno enakovredno nadomestiti barvnega izkustva, ki ga z neposredno materialno obravnavo barve omogoča slikarstvo.

To je tudi eden od razlogov, zakaj Mojca Zlokarnik, ki se problematiki barve intenzivno posveča od študijskih časov, v svojih raziskovanjih barve vztraja pri

sliki. Njene slike, za katere je značilno geometrično postavljanje barvnih pasov, vzbujajo vtis razuma, toda pri njih ne gre za kakršen koli poskus približevanja znanstvenemu načinu obravnave barve ali za 'merjenje' njene intenzitete, krome, svetlosti, nasičenosti itd. Te slike nimajo zaledja v barvni gramatiki, simboliki, konvencionalni asociativnosti, niti v zavestnem umiku v oazo čistega slikarstva, enako kot jih ne zanima (kulturološko) razčlenjevanje teh modernističnih strategij in ideologij. Zlokarnikova ostaja ujetnica barve zaradi njene najbolj primarne narave, ki v resnici ne obstaja kot oprijemljivo dejstvo, ampak je vedno približek, utvara in izmik v temeljni nestabilnosti in spremenljivosti stvari. Vizije, ki ji na sliki slediš, kot pripoveduje avtorica, se ne da opredmetiti, zato lahko zasleduješ samo občutek, ki se na koncu procesa lahko povsem spremeni. Samovoljnost barve



dopušča predvidevanje, a preprečuje gotovost. Njen slikarski problem je v tem podoben Albersovemu: zanima jo »mišljenje v situacijah«, kjer barve v interakciji spreminjajo 'identiteto' in se v različnih okoljih in odnosih vedno drugače vzpostavijo. Toda če je Albersov način matematično natančen, je njen



intuitivnejši: čeprav se zdi, da te slike obvladuje red, je ta nastal kaotično, in ne kot posledica racionalne prakse. Avtoričin postopek onemogoča togo sistematiko, saj izbira barv, odločitve in njihova usklajevanja nastajajo spontano, se prilagajajo obstoječemu in ga

z vsako novo barvno intervencijo drugače modifcira. Zlokarnikovo na barvo vežeta čudežnost njenih metamorfoz in radovednost: kako učinkujeta barvi, ki ju še nisi videl skupaj, kako se toni medsebojno preoblikujejo, kje prekiniti ploskev z barvno cezuro, ki izostri barvni zven, kako se spreminja in relativizira naša zaznava, kako barva sinestetično deluje, kakšna občutja sproža. Uporaba barve je pri njej pogumna, brez strahu pred očitki dekorativnosti, in odprta za eksperimentiranje tako pri iskanju neobičajnih kombinacij kot pri obdelavi barvne snovi.



Odnos do barve je tu afektiven in odvisen od razpoloženskega vzgiba. Barva je čutni material, ki priklicuje, spominja ali ustvarja še ne definirana območja občutij. Prenesenost njenih pomenov tukaj ni kulturni kod, ampak je vkodirana v gledanju. Ni nenavadno, da je avtorica serijo slik poimenovala Personae (Osebe) in jim dvakratno podelila osebni značaj: ne samo z afiniteto in transpozicijo lastnih predstav, ampak z njihovo emancipacijo in posebljenjem. Zanja obstajajo kot samostojne entitete, 'živa bitja', ki so nepredvidljiva, svojska in različna ter zahtevajo stalno asimilacijo, pogajanje, dialog in vzpostavljanje novih sožitij.

Mnoštvo vizualnih informacij je ohromilo našo zavzetost pri opazovanju in ošibilo pozornost pri interpretiranju zaznave. Slike, ki ne napotijo k prepoznavanju, ne motivirajo h konkretnim ciljem in nimajo praktične vloge pri našem ravnanju v svetu, so z razliko, ki jo vzpostavijo do (pri)vajenega pogleda, zmožne ostriti čute. Vstop v barvo ustvari zatopljenost, ki pomeni odtujitev in odmik od vsakdanje stvarnosti, s tem pa tudi približek temeljnemu značaju zaznavanja in razbiranja sveta. Tukaj smo odvisni od majhnih razlik in drobnih pomenskih odtenkov.

Nadja Gmamuš

Mojca Zlokarnik je bila rojena leta 1969 v Ljubljani. Končala je dodiplomski (1993) in podiplomski (1995) študij slikarstva pri prof. Metki Krašovec na ALUO v Ljubljani. Leta 1995 je tri mesece študirala slikarstvo na Akademiji za likovno umetnost v Pragi. V letu 1998 je magistrirala iz grafike pri prof. Lojzetu Logarju na ALUO v Ljubljani. Študijsko se je izpopolnjevala še v New Yorku, Bolgariji, Nemčiji, Parizu in na številnih manj formalnih potovanjih. Razstavljala je na mnogih samostojnih in skupinskih razstavah v Sloveniji in tujini, med drugim v Galeriji Božidar Jakac, Kostanjevica na Krki, z razstavo Žarenje (2009) in Slika: prehajanja v Galeriji sodobne umetnosti Celje (2009–2010). Za svoje delo je prejela več nagrad: leta 1998 v Estoniji odkupno nagrado za grafiko (11th Tallinn Print Triennial), leta 2000 v Chamalièresu v Franciji častno priznanje na 5. svetovnem trienalu male grafike, nagrado Majskega salona (2005), delovno štipendijo Ministrstva za kulturo RS (2007) in rezidenčno udeležbo v Printing Center Helios v Solunu (2010).

Od leta 2001 je odgovorna urednica revije Likovne besede, predava na Univerzi v Novi Gorici in ima status samostojne ustvarjalke na področju kulture.



ODPRTJE RAZSTAVE DRAGICE ČADEŽ

PONEDELJEK, 21. MAREC 2011, OB 14.30

Umetnost, posvečena skrivnosti rojstva, življenja, ljubezni in smrti

Kiparka Dragica Čadež je ena najbolj doslednih predstavnic slovenskega neokonstruktivizma. Sprva se je izražala v betonu, ki ji je posredoval filozofsko navezavo na sodobna gibanja takratne evropske kiparske ustvarjalnosti, a se je že zgodaj odločila za les kot za najbolj topel, živ in sporočilno značilen kiparski material, ki prav zaradi teh lastnosti zahteva od ustvarjalke posebno občutljivost, znanje in izkušnje. Umetnica, ki že dolga desetletja obdeluje les, ga patinira, žge in barva, mu je s postavitvami v zaprte razstavne prostore ali pa v vrtove odprtih prostorov ostala zvesta v vseh obdobjih svojega ustvarjanja. V njenem delu so poudarjena razmišljanja o obliki v prostoru oziroma konstrukciji kiparskih elementov (montaže iz lesenih letev, ki ohranjajo primarnost lesa), o organskih oblikah in geometriji telesa, pa tudi o ambientalni plastiki organskih oblik. Zanima

jo tako notranji prostor kipa kot prostor, ki ga zaseda s svojimi konstruiranimi formami.

Vse njene vsebinsko zaokrožene cikle označuje posebna simbolika, s katero gradi svojo pripoved – od cikla gotsko ekspresivnih figur vrtnih palčkov do mišično stiliziranih figur cikla Prehajanje. Ob njenem



razmišljanju o smrti in prehajanju v onostranstvo je vse bolj navzoča dramatičnost in napetost, stiska in spomin, želja po begu in hrepenenje po izhodu (cikli *Reminiscence*, *Vrata*, *Sarkofagi ...*). Leta 1995 se je kiparka, ki s svojimi cikli vedno znova preseneča, v Equrni predstavila s ciklom gotsko ekspresivnih figur vrtnih palčkov – seveda ne vzorčnih primerkov kiča, saj bi to od umetnice, ki večinoma sledi zahtevam minimalizma, težko pričakovali. Figure cikla *Olese-nele sence*, skupaj s podaljšano in otožno senco ujete v usojen ris, predstavljajo njen resen in razmišljajoč odnos do dogajanja v svetu in do človeškega obstoja nasploh. V ciklu *Prehajanje – zaznamovano*, ki ga kot vse njene vsebinsko zaokrožene cikle označuje posebna simbolika, se odlikujeta dve črni, izrazito vertikalni leseni konstrukciji, iz značilnih pozlačenih



trikotniških elementov pa je sestavljen zračen lesen labirint z navzočnostjo stroge, a hkrati mistično stilizirane figure. Postavitev je kot dramatična kiparska pripoved odziv na newyorški 11. september, ki ga je kiparka občutila z vso umetniško prizadetostjo. Na Čadeževu je namreč newyorška arhitektura s Twin towers naredila močan vtis med njenim obiskom mesta, ki mu je kmalu sledil teroristični napad.

Ko je Čadeževa sodelovala na 10. slovenski kiparski razstavi (na osrednji slovenski kiparski prireditvi) na ljubljanskem magistratu, ki je imela za tematski okvir sublimno ali vzvišeno, je prejela osrednjo tradicionalno županjino nagrado za kompozicijo *Zgodba o*

drevesu, katere sestavni del je bila tudi samostojna razstava v naslednjem letu. Kot profesorica oddelka



za likovno pedagogiko ljubljanske Pedagoške fakultete je s pedagoškim delom izkazala poseben človeški, osebni in ustvarjalni čut. Odkar je sklenila kariero profesorice kiparstva, pa si prizadeva tudi za promocijo ustvarjanja v keramiki – predvsem v okviru Sekcije za keramiko pri Zvezi društev slovenskih likovnih umetnikov. V zadnjem času veliko ustvarja tudi v bronu in keramiki. Kot ena osrednjih slovenskih kipark se je predstavila tudi s pregledno razstavo v celjski Galeriji sodobne umetnosti. Dela na razstavi so bila deloma iz avtoričinega ateljeja, deloma pa so bila sposojena iz njene donacije kostanjeviški Galeriji Božidarja Jakca. Pripravlja se tudi na veliko razstavo v Umetnostni galeriji Maribor, kjer bo retrospektivni pregled kiparskih del obsegal največji prikaz njenega dela doslej.

Pregled več kot štiridesetletnega dela sega prav med začetna študijska leta na ljubljanski Akademiji za likovno umetnost. Prerez njenih dosežkov od leta 1962 se začne s figuralnimi reliefi, z realističnimi poskusi, ko se je kot mlada kiparka posvečala oblikam resničnega videza predmetov. V času, ko je imela tudi prvi stik s tujino, je bilo zanjo pomembno iskanje odnosov med prostorom in kiparsko maso v

minimalistično oblikovanih skulpturah. V Pančevu nagrajena skulptura predstavlja čas, namenjen večjim konstrukcijam, ko se je kiparka kmalu po vstopu na domače likovno prizorišče pridružila znani skupini Neokonstruktivistov (Drago Hrvacki, Tone Lapajne, Slavko Tihec, Dušan Tršar in Vinko Tušek), s katero je konec šestdesetih in v začetku sedemdesetih let prejšnjega stoletja razstavljala. Kristalinične forme še spominjajo na figuralno izhodišče, poudarjena je pomembnost strukture, ki jo kiparka vedno bolj prepušča žagi, hkrati pa prav to neposredno izraznost lesa vse bolj združuje s premišljenim kiparskim delovanjem. V skulpturah iz ciklov Klisure, Vrata, Sarkofagi je navzoča tako dramatičnost in napetost kot stiska, želja po begu in hrepenenju po izhodu. Ti cikli predstavljajo potovanje skozi čas in prostor, v katerem kiparka asociativno obstaja in v soočenjih z njim deluje. Otrplost, zamrznitev, žalovanje, okameneli spomin, tako značilen tudi za cikel Asociacije na Pompeje, pa je kiparka kasneje sprostila v ciklu Olesenelih senc. V mistično stiliziranih figurah cikla Prehajanje je shranjena tudi zgodba kiparkine matere. Skulpture iz vseh ustvarjalnih obdobj – od izrazito primarnih kiparskih oblik do konceptualističnega razmišljanja o umetniškem delu – so vsebinsko in motivno posvečene predvsem skrivnosti rojstva, življenja, ljubezni in smrti. Z njimi je ustvarila svojo zgodbo o drevesu.

V svojih likovnih razmišljanjih, strnjenih v različne cikle, ostaja Dragica Čadež zvesta prepričljivemu obravnavanju prostora kot osrednjega vprašanja kiparstva. Znana je po postavitvi zaključenih ciklov, ki pomensko zaživijo v prostoru. V takšni prostorski postavitvi je prostor aktiven oblikovalec zelenega ozračja in na prostor oblikovane vizualne pripovedi. Tudi tokrat je z izbrano vpetostjo bronastih in keramičnih plastik ter slik v prostor vzpostavila premišljeno prostorsko strukturo, ki uveljavlja medsebojno komunikacijo, dialog in izmenjavo vplivov med razstavljenimi eksponati (umetnostjo) in tokratnim ambientom (znanostjo).

Tatjana Pregl Kobe

Dragica Čadež

Rodila se je 29. aprila 1940 v Ljubljani. Odraščala je v Mariboru, po tamkajšnji gimnaziji se je vpisala na Akademijo za upodabljačo umetnost v Ljubljani,

kjer je leta 1963 diplomirala kot kiparka. Leta 1965 je končala tudi podiplomski študij pri prof. Borisu Kalinu. Leta 1964 je postala članica Društva slovenskih likovnih umetnikov, leta 1967 je dobila status svobodne umetnice, leta 1982 pa naziv docentke za kiparstvo. Zaposlena je bila v različnih ustanovah. Od leta 1991 do 1996 je bila profesorica na Pedagoški fakulteti v Mariboru, leta 1998 je postala redna profesorica za kiparstvo na Pedagoški fakulteti v Ljubljani, kjer je ostala do upokojitve leta 2004. Leta



2003 je prejela Žagarjevo nagrado za življenjsko delo v vzgoji in izobraževanju. Od leta 1963 je sodelovala na številnih razstavah, umetniških delavnicah in kiparskih simpozijih doma in na tujem. Od leta 1967 je imela več kot šestdeset samostojnih razstav. Večkrat je bila nagrajena, leta 1986 je za cikel Asociacije na Pompeje dobila nagrado Prešernovega sklada. Leta 2006 je ustanovila Sekcijo za keramiko pri ZDSLU in spodbudila ustanovitev I. mednarodnega trienala keramike UNICUM 09. Leta 2010 je izšla njena monografija Zgodba o drevesu. Živi v Ljubljani.

Črni teloh (*Helleborus niger*)

Ena prvih rastlin, ki nas vse do aprila, velikokrat pa že pred koncem koledarske zime, razveseljuje s svojimi razkošnimi cvetovi, je črni teloh. V prsti skriva črno koreniko, ki mu je dala ime. Steblo navadno ni razvejeno in praviloma nosi en sam petštevni cvet, ki je širok od 5 cm do 10 cm. Beli cvetni listi so pravzaprav spremenjeni čašni listi, venčni listi pa so preobraženi v svetlo zelene medovnike, ki obkrožajo številne rumene prašnike in nekaj pestičev v njihovi sredi. Ob dozorevanju plodov pa se, prej bela, korolinična čaša obarva zeleno do rožnato. Temno zeleni, usnjati pritlični listi so zimzeleni in značilno oblikovani – stopalasti. Črni teloh je močno strupena rastlina, ki ji pravimo tudi slepica. Je pogosta vrsta bukovih gozdov, gozdnih robov in grmovnatih krajev na karbonatni podlagi. Uspeva po skoraj vsej Sloveniji, izogiba se le Primorski in severovzhodnemu delu Slovenije. Pri nas je zavarovana vrsta, ki je ne smemo prenašati z naravnih rastišč ali je namerno poškodovati; lahko pa jo nabereмо za šopek, vendar ne pretiravajmo, saj slepica v naravi polepša dan tudi drugim obiskovalcem.

Rod telohov obsega okoli dvajset vrst, od teh jih v Sloveniji najdemo pet. Uvrščamo jih v družino zlatičevk (*Ranunculaceae*), med katerimi je največ enoletnih in trajnih zeli, nekaj pa je lesnih ovijalk. Okoli 2000 vrst te družine

v glavnem naseljuje zmerni pas severne poloble, kakih 100 pa jih živi tudi v Sloveniji. Imajo zelo raznolike cvetove, ki so navadno dvospolni; torej z razvitimi pestiči in prašniki v istem cvetu. Cvetovi so prvotno zvezdasti kot pri telohih in zlatih, nekateri rodovi, na primer ostrožniki in orlice, pa imajo dvobočno somerne cvetove. Zaradi vsebnosti alkaloidov so mnogi rodovi zlatičevk strupeni!



Jošt Stergaršek

Viri:

- *Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*, Henning Haeupler in Thomas Muer, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2000
- *Flora Helvetica*, Konrad Lauber in Gerhart Wagner, Verlag Paul Haupt, Bern, 1998
- *Gradivo za Atlas flore Slovenije*, Nejc Jogan (ur.), Center za kartografijo favne in flore Slovenije, Miklavž na Dravskem polju, 2001
- *Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk*, Andrej Martinčič et. al., Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2007
- *Navodila za vaje iz sistematske botanike*, Nejc Jogan, Ljubljana 2000