

ICONSISMUS XI



VAKUUMIST

ČASOPIS ZA VAKUUMSKO ZNANOST, TEHNIKO IN TEHNOLOGIJE, VAKUUMSKO
METALURGIJO, TANKE PLASTI, POVRŠINE IN FIZIKO PLAZME



52 let
DVTS

LJUBLJANA, OKTOBER 2011

ISSN 0351-9716

LETNIK 31, ŠT. 3

UDK 533.5.62:539.2:669-982





TrinosLine Vacuum Chambers

The standard vacuum chamber for the most varied fields of application.
Individually adjustable with quick availability

Advantages at a glance

- Fast delivery time
- Customer specific ports
- Proven, rugged technology

Standard features

- Cubical chamber, 304 SS
- 12" or 20" inner dimension
- Quick-release clamps to pressurize door seal
- Inside and outside surfaces glass bead blasted*
- Stainless steel or acrylic glass door
- FPM/FKM door seal
- Door hinged left or right
- Engineered drawing detailing your final design

*Additional surface ageing optional



Ports are not included in the basic equipment

Options:

- Chamber ports
- Blank flange
- Viewports
- Mounting bracket or support plates



SCAN d.o.o. Preddvor

Breg ob Kokri 7 · SI-4205 Preddvor · Phone +386-4-2750200

Fax +386-4-2750420 · scan@siol.net

Technical data

Chamber type	Stainless steel door	Acrylic glass door
Pressure range	$1 \cdot 10^{-7}$ to 1,000 mbar	$1 \cdot 10^{-5}$ to 1,000 mbar
Seal tightness**	$< 1 \cdot 10^{-8}$ mbar l/s	$< 1 \cdot 10^{-8}$ mbar l/s
Temperature range	-15 to 150°C	0 to 40°C

Order numbers for base body

Nominal width	Stainless steel door	Acrylic glass door
300 mm	820KBH300-S	820KBH300-G
500 mm	820KBH500-S	820KBH500-G

**without permeation through seals or acrylic glass

VAKUUMIST 31/3, oktober 2011

VSEBINA

ČLANKI

Tiskarski materiali za tiskano elektroniko

Maša Žveglič, Marta Klanjšek Gunde 4

Evropski sončni center Font Romeu

Alenka Vesel, Aleksander Drenik, Miran Mozetič 8

Vakuum Osredkarjevih dni

Stanislav Južnič 12

IN MEMORIAM

Vakuumske tehnike pri jedrski magnetni resonanci Roberta Blinca (* 1933; † 2011)

Stanislav Južnič 17

DRUŠTVENE NOVICE

Naše društvo je organiziralo 112. sestanek izvršilnega odbora mednarodne vakuumske zveze IUVSTA

Miran Mozetič 22

4. mednarodna konferenca o naprednih plazemskih tehnologijah

Miran Mozetič 24

VAKUUMIST

Časopis za vakuumsko znanost, tehniko in tehnologije, vakuumsko metalurgijo, tanke plasti, površine in fiziko plazme

Izdajanje Vakuumista sofinancira Javna agencija za knjigo Republike Slovenije

Glavni in odgovorni urednik: doc. dr. Miha Čekada

Uredniški odbor: dr. Matjaž Finšgar, dr. Jože Gasperič, prof. dr. Monika Jenko, dr. Stanislav Južnič, doc. dr. Marta Klanjšek Gunde, doc. dr. Janez Kovač, prof. dr. Urška Lavrenčič Štangar, dr. Peter Panjan, mag. Andrej Pregelj, dr. Drago Resnik, doc. dr. Alenka Vesel, prof. dr. Franc Zupanič

Tehnični urednik: Miro Pečar

Lektor: dr. Jože Gasperič

Korektor: dr. Matjaž Finšgar

Oblikovanje naslovnice: Ignac Kofol

Tisk: Littera picta, d. o. o., Rožna dolina, c. IV/32–36, 1000 Ljubljana

Naklada: 320 izvodov

Vakuumist on-line: <http://www.imt.si/dvts/arhiv.htm>

Letna naročnina: 25 EUR

ISSN 0351-9716

UDK 533.5.62:539.2:669-982

Izdaja Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije

Teslova 30

1000 Ljubljana

Tel. (01) 477 66 00

E-pošta: info@dvts.si

Domača stran društva: <http://www.dvts.si>

Številka transakcijskega računa pri NLB: 02083-0014712647

Uredništvo Vakuumista

doc. dr. Miha Čekada

glavni in odgovorni urednik Vakuumista

Institut »Jožef Stefan«

Jamova 39

1000 Ljubljana

e-pošta: miha.cekada@ijs.si

tel.: (01) 477 37 96

faks.: (01) 251 93 85

TISKARSKI MATERIALI ZA TISKANO ELEKTRONIKO

Maša Žvegljč, Marta Klanjšek Gunde

Kemijski inštitut, Hajdrihova 19, 1000 Ljubljana

ZNANSTVENI ČLANEK

POVZETEK

Tisk elektronike na navadne tiskovne materiale, kot so papir, plastika, tekstil, z uporabo klasičnih tehnologij tiska, kot so sitotisk, fleksotisk, globoki tisk, ofsetni tisk in ink-jet postaja vedno bolj aktualno. Na svetovnem spletu je mogoče najti veliko proizvajalcev tiskarskih materialov, ki navajajo električne lastnosti svojih izdelkov, zlasti električno prevodnost oz. upornost. Obširno poizvedovanje in primerjava teh podatkov je pokazala potencialno uporabnost teh materialov in primerjavo z električnimi lastnostmi drugih skupin materialov, kot so keramika, plastike ali gume. Zbrani podatki za dve izbrani električno funkcionalni tiskarski barvi so bili preverjeni tudi v praksi. Ugotovili smo vpliv parametrov tiska (podlaga, način tiska, čas sušenja) na električno upornost/prevodnost tankih linij, ki so se natisnili z izbranimi prevodnima tiskarskima barvama.

Čprav se veliko tiskarskih barv za uporabo v tiskani elektroniki razvija prav v sedanjem času, so osnovni materiali, ki lahko zadovoljijo potrebe takega tiska, večinoma znani. Zato je bilo mogoče pregledati te materiale tudi z ekološkega stališča, kakor tudi možnosti za recikliranje in ponovno uporabo.

Ključne besede: tiskana elektronika, grafični materiali, električne lastnosti, prevodne tiskarke barve, ekologija.

Printing materials for printed electronics

ABSTRACT

Printing of electronics systems on common substrates such as paper, plastics or textile applying conventional printing methods (screen-, flexo-, gravure-, offset printing) or inkjet is becoming more and more interesting. The world wide web gives information of many producers of electrically functional printing inks that provide also good data for their electrical properties. The most frequently available data are electrical resistivity/conductivity, mostly in the form of sheet resistivity. The internet search of these data was preformed which helped in placing printing inks on the diagram of resistivity spans of groups of other materials such as ceramics, plastics or rubber. Two electrically conductive printing inks were selected and experimentally checked. We obtained the influence of printing parameters (substrate, printing method, drying time) on specific electrical resistivity/conductivity of printed lines. These data are not specified by the manufacturer.

Although most electrically functional printing inks are developed currently, the basic materials involved in them are more or less known. Therefore it is possible to think also about ecological aspects of these inks and about possibility to recycle and reuse the ingredients.

Keywords: printed electronics, graphic materials, electrical properties, conductive printing inks, ecology

1 UVOD

Potrebe po klasičnih tiskanih izdelkih se zaradi elektronskih medijev vztrajno zmanjšujejo, kar povzroča velike težave za to branžo industrije. Zadnje čase prevladuje mnenje, da jih je mogoče rešiti z nadgradnjo sedanjih izdelkov z novimi rešitvami in najsodobnejšimi znanji ali pa uvesti popolnoma nove izdelke. Med izdelki grafične stroke, ki bodo nujno preživeli še tako popolno uvedbo elektronskih storitev,

je embalaža. Ta mora poleg osnovne funkcije (embaliranje izdelka) izpolnjevati tudi vrsto drugih zahtev, kot so dekorativnost, zaščito pred ponarejanjem, označevanje ustreznih razmer skladiščenja in transporta ter elektronsko identifikacijo artiklov [1, 2].

Te zahteve in želje se v sedanjem času hitro povečujejo. Sodobna embalaža naj bi postala komunikativna, dinamična in predvsem s povečanim funkcionalnim značajem. Velika pričakovanja predstavlja zlasti tiskana elektronika v sistemih pametne embalaže oziroma uvedba t. i. pametnih etiket. Željeno je, da tiskamo razmeroma enostavne elektronske strukture na navadne tiskovne materiale (razni papirji, plastične folije, tekstil) z uporabo klasičnih tehnologij tiska (sitotisk, offsetni tisk, fleksotisk), ki omogočajo veliko hitrost tiska v sistemu rola-rola (nekaj metrov na sekundo).

Za tisk elektronskih struktur potrebujemo električno funkcionalne tiskarske barve. Njihova uporabnost ni v barvi, kot velja za navadne tiskarske barve, ampak v električnih lastnostih. Imeti morajo tudi ustrezne reološke lastnosti, ki omogočajo tisk in primerne pogoje sušenja oz. utrjevanja, ki jih prenesejo navadne tiskovne podlage [3–6]. Grafični materiali, ki so uporabni za to, so razne kombinacije materialov z različnimi električnimi lastnostmi, ki omogočajo delovanje elektronskih struktur. Glede na funkcijo v elektronski strukturi morajo biti ali električno prevodni, polprevodni ali pa izolativni (dielektrični).

Poleg električne prevodnosti oziroma upornosti tiskarskih barv je treba upoštevati tudi druge podatke, npr. pogoje sušenja, uporabo topil, primerne podlage in podobno. Pomembni pa so seveda tudi podatki o kemijski sestavi tiskarskih barv in njihovi namembnosti v tisku (ali se uporabljajo za sitotisk, fleksotisk, globoki tisk itd.). Večina konvencionalnih tiskarskih barv so izolatorji – njihova specifična električna upornost je večja od $10^8 \Omega \text{ cm}$. Če v tiskarsko osnovo vmešamo prevodne delce, se upornost take tiskarske barve zelo zmanjša, navadno za nekaj redov velikosti. Velikost efekta je odvisna od lastnosti funkcionalnih delcev in od mikrostrukture, ki jo ti delci tvorijo v utrjeni tiskarski barvi. Najpogosteje se uporablja srebro, baker in grafit.

Pregledali smo podatke za komercialno dostopne tiskarske materiale, ki so namenjeni za tiskano elektroniko. Na svetovnem spletu je mogoče najti veliko proizvajalcev grafičnih materialov, ki navajajo električne lastnosti svojih izdelkov, zlasti električno

prevodnost oz. upornost. Obširno poizvedovanje in primerjava teh podatkov je pokazala potencialno uporabnost teh materialov v praksi. Zbrani podatki so bili preverjeni tudi v praksi. Tako smo ugotovili vpliv parametrov tiska (podlaga, način tiska, čas sušenja) na električno upornost/prevodnost tankih linij, ki so se natisnile z izbranimi prevodnima tiskarskima barvama [7].

Pri pregledu podatkov smo upoštevali tudi ekološki vidik, kakor tudi možnosti za recikliranje in ponovno uporabo. Ti vidiki tiskane elektronike so velikega pomena, saj so elektronski materiali lahko tudi vir dragocenih surovin. Kot primer velja prevodna barva, kjer se za doseganje kar največje prevodnosti uporablja srebro [8]. Podobna težnja zbiranja in ponovne rabe dragocenih surovin imamo zadnja leta na klasičnih elektronskih sistemih, ki temeljijo na mikroelektronski tehnologiji in neorganskih materialih.

2 EKSPERIMENTALNI DEL

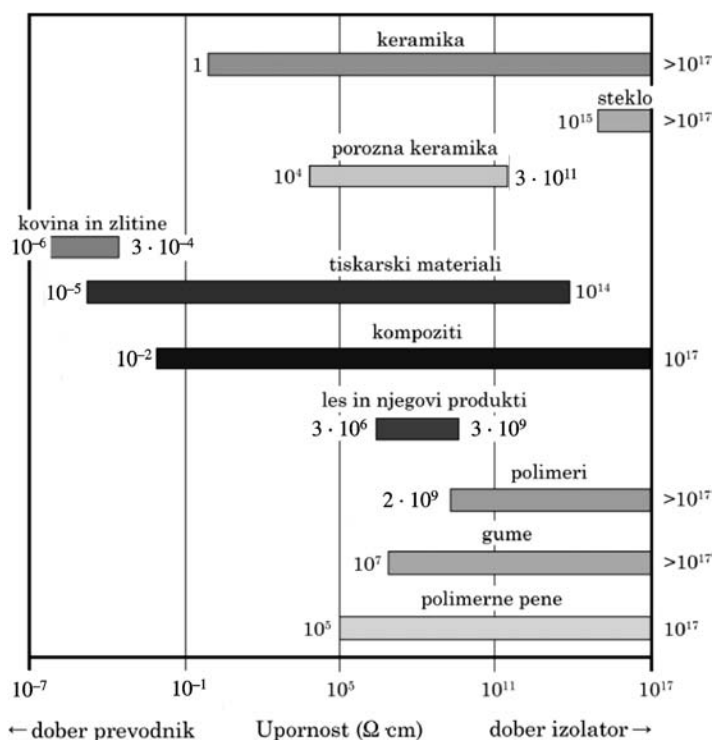
Električno funkcionalne tiskarske barve, ki se pojavljajo na trgu, imajo specifične upornosti med $10^{-5} \Omega \text{ cm}$ in $10^{14} \Omega \text{ cm}$. Ta podatek smo umestili v diagram upornosti materialov (slika 1), ki je znan iz literaturnega vira [1]. Električne lastnosti znanih tiskarskih barv, primernih za tiskano elektroniko, zavzemajo velik razpon med izolatorji in prevodniki.

Z uporabo baze zbranih podatkov tiskarskih materialov sta bili za nadaljnje raziskave izbrani sitotiskarski prevodni barvi Electrodag PM-470 in Electro-

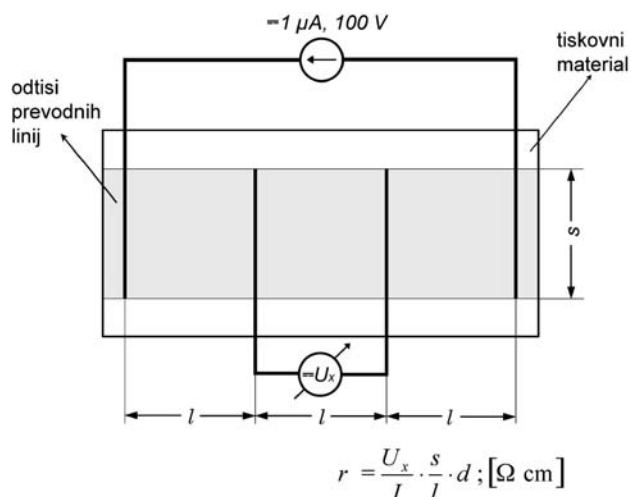
dag 418-SS (Acheson Colloiden B. V., Nizozemska). Obe barvi sta namenjeni za tisk prevodnih linij na fleksibilne materiale. Obe barvi vsebujeta fino porazdeljene srebrne delce v termoplastični smoli. Proizvajalec navaja plastno upornost za 25 μm tanke plasti od 0,008 do 0,015 Ω za PM-470 in manj kot 0,03 Ω za tiskarsko barvo 418-SS.

Barvi sta bili natisnjeni s sitotiskom, in sicer z dvema različnima ravnima mrežicama v platneni vezavi iz visoko modulne monofilamentne poliestrske tkanine. Mrežici imata oznaki 43/80Y in 81/48W; prva številka označuje število niti na 1 cm, druga debelino niti v mikrometrih, Y pomeni rumeno barvo, W pa belo barvo niti. Uporabljene so bile tri tiskovne podlage: matfolija (termično in antistatično obdelana za tansferni tisk), biogloss-papir in PE-folija. Odtisi so bili eno- in dvoplastni (mokra-na-mokra), sušeni pri 120 °C za (1, 4 in 9) min. Natisnili smo linije dimenzije 4 cm \times 1 cm za merjenje plastne upornosti odtisov.

Na vseh odtisnjenih linijah smo izmerili električno prevodnost s štiritočkovno metodo (slika 2) [7]. Za lepljenje kontaktov smo uporabili aluminijeve žice visoke čistosti (Heraeus, Nemčija) in srebrno elektroprevodno lepilo (Bison, Nizozemska). Na kontakte na površini odtisnjenih prevodnih linij smo priključili enosmerni električni tok in z voltmetrom (FLUKE 289, ZDA) izmerili padec napetosti na notranjih kontaktih potiskane linije. Tako izmerimo le upor med notranjimi kontakti odtisnjenih linij. Prevodnost ρ



Slika 1: Diagram upornosti materialov (povzeto po [1])



Slika 2: Skica merjenja električne prevodnosti s štiritočkovno metodo

odtisjenih linij debeline d je bila izračunana z izmerjenim padcem napetosti U_x in znanim tokom I (slika 2).

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

3.1 Električna prevodnost natisnjenih linij

Povprečna upornost vseh vzorcev, natisnjenih s prevodno barvo 418-SS, je bila $1,08 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ (podatek proizvajalca $0,75 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}$). Povprečna upornost vzorcev, natisnjenih s prevodno barvo PM-470, je

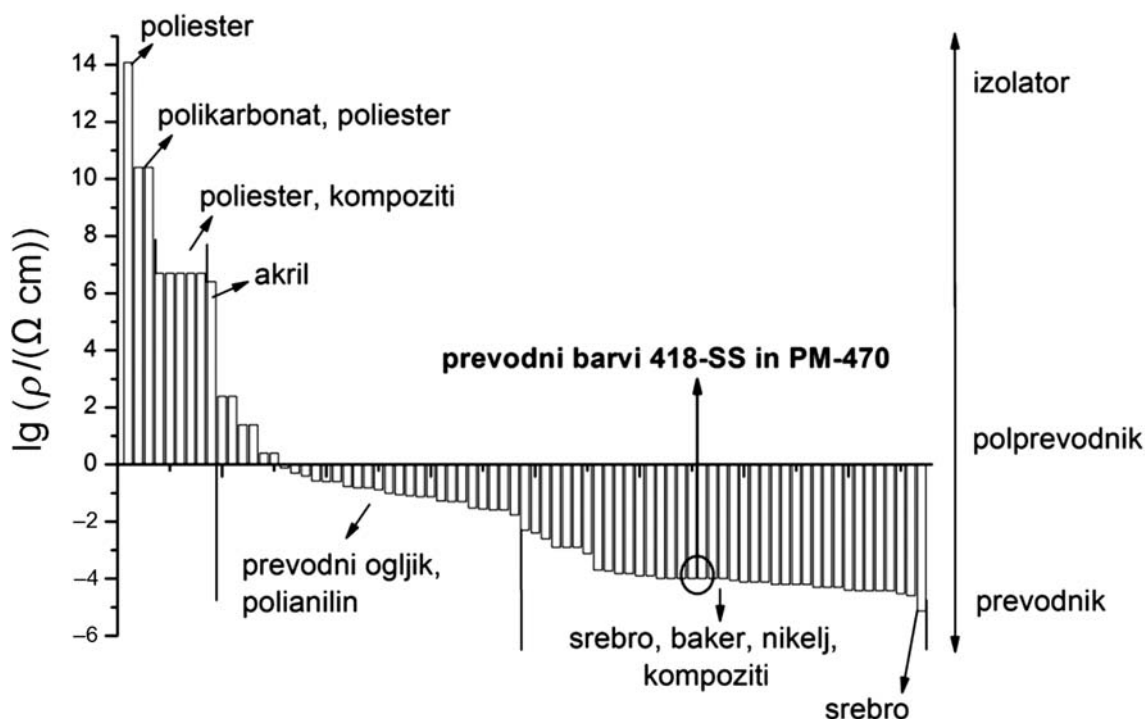
bila $0,94 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ (podatek proizvajalca od $0,02 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ do $0,38 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}$).

Podrobnejša analiza rezultatov kaže, da daljši čas sušenja odtisov daje manjšo električno upornost linij (torej večjo električno prevodnost). Drugi parametri tiska, kot so gostota mrežice sita, število plasti odtisov in tiskovni material, ne vplivajo znatno na prevodnost natisnjenih linij.

Na sliki 3 je prikazana umestitev zbranih podatkov tiskarskih materialov (spletna poizvedba) za tiskano elektroniko v logaritemski diagram upornosti. Označeni so prevladujoči funkcionalni delci in veziva. Iz diagrama upornosti je razvidno, da sta srebrni barvi 418-SS in PM-470 dobro električno prevodni.


3.2 Ekološki pregled materialov za tiskano elektroniko

Tabela 1 prikazuje lastnosti srebrnih prevodnih barv Electrodag 418-SS in PM-470, ki se uporabljata za tiskano elektroniko. Snovi, ki sestavljajo ti dve tiskarski barvi, so dražilne za kožo, oči in dihala, nekatere pa so v večjih količinah tudi zdravju škodljive. Držati se je treba opozorilnih stavkov. Če snov pride v stik z očmi, je treba takoj izpirati z obilo vode ter poiskati zdravniško pomoč. Delovno okolje mora biti dobro prezračeno. Uporabnik, ki je v stiku s temi snovmi, mora nositi primerno zaščitno obleko in rokavice. Potrebno je preprečiti izlitje večjih količin v tla, vodo, vodna zajetja ali kanalizacijo.



Slika 3: Logaritemski diagram upornosti tiskarskih materialov za tiskano elektroniko

Tabela 1: Pregled varnostnih listov prevodnih tiskarskih barv, ki so se uporabili pri preskusu električne prevodnosti

Nevarne lastnosti	Opozorila (R- in S-stavki)	Simbol za nevarnost	Toksikološki podatki	Ekotoksikološki podatki
srebrni barvi Electrodag 418-SS in PM-470	dražilno R36, S26		dražljivo za oči, vsebuje topilo, visoka koncentracija lahko povzroči narkotične posledice, v stiku s kožo lahko barva povzroči draženje	preprečiti izlitje v tla, vodo, vodna zajetja, kanalizacijo

Pri izdelavi tiskane elektronike potrebujemo različne snovi z različnimi funkcijami. Kaže, da se nekaterim nevarnim snovem ne bo mogoče izogniti, saj za zdaj niso znani ustrezni nadomestki. Zato je pomembno, da se take snovi evidentira že v začetni fazi razvoja izdelkov in predvidi najugodnejše rešitve za reciklažo in/ali ustrezno odstranjevanje iz okolja. Problem recikliranja bo izrazito multidisciplinaren, saj snovi zajemajo široko paleto od reaktivnih in hlapnih organskih snovi preko težkih kovin, kovinskih oksidov do nanomaterialov ter polimerov (plastike in umetne mase). Ti materiali so ekološko zelo težko oziroma počasi razgradljivi. Nekateri materiali so novi, kot na primer nanodelci (nanosrebro) ter sintetizirani (pol)prevodni polimeri, in njihovi vplivi na okolje še vedno niso dovolj dobro raziskani.

4 SKLEPI

Natančna analiza natisnjenih prevodnih linij je pomemben faktor za različne aplikacije tiskane elektronike. Raziskava je bila narejena za preverjanje vplivov različnih parametrov na prevodnost linij, odtisnjenih na fleksibilne podlage s sitotiskom. Za merjenje električne prevodnosti smo uporabili štiritočkovno metodo. Rezultati so pokazali, da čas sušenja odtisov vpliva na električno upornost linij. Gostota mrežice za sitotisk, število plasti odtisov in tiskovni material (podlaga) ne kažejo večjega vpliva na prevodnost linij. V tej smeri že poteka natančnejša raziskava.

Pričakujemo, da bo najpomembnejša uporaba tiskane elektronike v pametni embalaži, ki se bo

uporabljala masovno. Prav zato se je treba že sedaj vprašati o možnostih recikliranja te embalaže. Odpadki tiskane elektronike zajemajo večji del elementov periodnega sistema in jih je treba primerno razgraditi in ločevati. Z reciklažo omogočimo ponovno rabo snovi in manj odpada. Celotna tiskana elektronika sestavlja poleg same podlage (papir, karton ali plastika), tudi materiale, ki so dragoceni in se lahko ponovno uporabijo.

Zahvala

Maša Žvegljč se zahvaljuje Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za sofinanciranje usposabljanja mladega raziskovalca.

5 Literatura

- [1] T. Muck, M. Starešinič, M. Klanjšek Gunde, *Grafičar*, 6 (2008), 28–31
- [2] T. Muck, M. Starešinič, M. Klanjšek Gunde, *Grafičar*, 1 (2009), 16–19
- [3] M. Berggren, D. Nielsson, N. D. Robinson, *Nature Materials*, 6 (2007), 3–5
- [4] B. Zhenan, *Nature Materials*, 3 (2004), 137–138
- [5] A. J. Heeger, *Synthetic Met.*, 125 (2002), 23–42
- [6] G. Hübner, W. Till, v: *Advances in printing and media technology* (Ur. N. Enlund, M. Lovreček), Acta Graphica Publisher, Zagreb, 34 (2007), 297–307
- [8] M. Pudas, N. Halonen, P. Granat, J. Vähäkangas, *Prog. Org. Coat.*, 54 (2005), 310–316
- [7] M. Žvegljč, V. Demšar, R. Urbas, N. Hauptman, M. Maček, M. Klanjšek Gunde, *Advances in printing and media technology*, 36 (2009), 421–427

EVROPSKI SONČNI CENTER FONT ROMEU

Alenka Vesel, Aleksander Drenik, Miran Mozetič

Institut »Jožef Stefan«, Jamova 39, 1000 Ljubljana

STROKOVNI ČLANEK

POVZETEK

V tem prispevku je kratko opisano največje evropsko središče za raziskave vedenja materialov pri obsevanju s koncentrirano sončno svetlobo. Sistem za zbiranje sončne svetlobe lahko koncentrira do 1 MW sončne moči na razmeroma majhno površino, tako da je gostota sproščene moči na enoto ploščine več kot 10 MW/m². Tovrstna naprava zagotavlja ogrevanje vzorcev do ekstremno visokih temperatur, odvisno od snovnih lastnosti obdelovanca. Poleg te močnostne naprave razpolaga središče z več manjšimi sistemi, ki so specializirani za specifične namene. Mnogi koncentrirajo sončno svetlobo v vakuumске posode, v katerih je mogoče obdelovati specifične materiale pri ekstremnih razmerah.

Ključne besede: sončni reaktor, koncentrirana sončna svetloba, MW, plazma, visokotemperaturno gretje vzorcev

European solar facilities Font Romeu

ABSTRACT

A brief description of the largest European solar facility is presented. Concentrated solar radiation is predominantly used for treatment of solid materials. The optical system is capable of concentrating up to 1 MW of solar power to a rather small surface, so the released power per unit area exceeds 10 MW/m². Such a solar furnace allows for rapid heating of large materials to extremely high temperature. The temperature depends on properties of particular materials. Apart from the main furnace, the solar facilities include several smaller systems specialized for particular treatments. Many are equipped with vacuum chambers so that the processing of materials by concentrated solar radiation takes place under vacuum or controlled atmosphere.

Keywords: solar reactor, concentrated solar radiation, MW, plasma, high-temperature heating of samples

1 UVOD

Sodobna civilizacija potrebuje vedno več energije. Sedaj so največji vir energije fosilna goriva, biomasa, jedrska energija ter energija vode in vetra. Potrebe po energiji stalno naraščajo, obenem pa zaloge najpomembnejšega energijskega vira – to so fosilna goriva, počasi upadajo. Človeštvo se zaveda omejenosti zalog aktualnih energijskih virov in pospešeno išče alternativne vire.

Največ si obetamo od jedrske fuzije, ki je vir energije za ogrevanje, podobno kot je to na Soncu in drugih zvezdah. Žal so raziskave jedrske fuzije izredno zahtevne in le počasi napredujejo, zaradi česar si masovne proizvodnje energije iz tega vira ne moremo obetati pred letom 2070. Dotelej si moramo pomagati z drugimi viri energije. Notranjost Sonca je po sedanjih ocenah ogreta do temperature okoli 10 milijonov K, kar omogoča popolno ionizacijo vodikovih atomov in zlivanje vodika v težje elemente. Tako sproščena energija ogreva zunanje plasti Sonca. Kot vsako drugo telo, ki je ogreto do visoke tempera-

ture, tudi Sonce seva elektromagnetno valovanje. Ker je temperatura površine Sonca zgolj okoli 5800 K, je večji del sproščene energije na področju vidne svetlobe.

Gostota energijskega toka, ki je na površini Sonca ogromna, pada z oddaljenostjo od Sonca, tako da je na razdalji, kjer je naša Zemlja, le še 1 kW/m². Če upoštevamo prerez naše Zemlje, ki je približno 4 · 10¹³ m², dobimo za energijo, ki jo prejme naša Zemlja v časovni enoti, vrednost $P = A \cdot E = 4 \cdot 10^{17}$ W. Pri tem je A presek Zemlje ($A = \pi r^2$), E pa je energija, ki pade na kvadratni meter površine pri razdalji, ki je enaka tisti med Zemljo in Soncem. Ocenjene sedanje potrebe prebivalstva na Zemlji so okoli 3 · 10¹⁰ W. Naše Sonce nam torej zagotavlja vsaj milijonkrat več energije, kot jo človeštvo potrebuje. Sonce je torej neizčrpen vir energije.

Razlog, zakaj se človeštvo sploh ukvarja z energijskimi viri, je dejstvo, da je sončno energijo zelo težko pretvoriti v take vrste, ki jih uporablja človeštvo. Za poganjanje strojev in naprav namreč potrebujemo koncentrirano energijo, najrajši v obliki elektrike, lahko pa tudi v obliki tekočih energijskih virov. Da bi prebrodili zagato, človeštvo v zadnjem stoletju intenzivno raziskuje postopke za učinkovito in cenovno ugodno pretvorbo sončne energije v električno ali kemijsko. Zato so bila pred mnogimi desetletji zgrajena raziskovalna središča, ki se ukvarjajo s pretvorbo sončne energije, ali bolj splošno, s koristno uporabo sončne energije. Največji sončni center v Evropi in po nekaterih merilih tudi največji na svetu je v vasi Odeillo v bližini mesteca Font Romeu na jugu Francije.

2 ZNAČILNOSTI SONČNEGA CENTRA FONT ROMEU

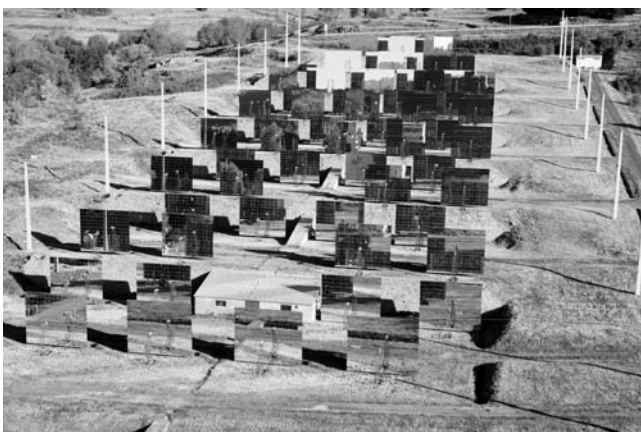
Sončni center Font Romeu (**slika 1**) je bil zgrajen okoli leta 1970, to je v času intenzivnih raziskav osnovnih procesov pri pretvorbi sončne energije. Že nekaj desetletij prej so v bližnjem mestecu Mont Louis zagnali eno izmed prvih sončnih peči na svetu. Razlog za izbiro južne Francije za tovrstne aktivnosti je v klimatskih razmerah. Dolina Cerdanya se razprostira med osrednjo verigo Pirenejev in južnimi grebeni tega gorstva. Specifični relief omogoča izredno sušno podnebje, tako da ima kraj Font Romeu več kot 300 sončnih dni letno.



Slika 1: Pogled na sončni center Font Romeu. Veliko poslopje višine 40 m, ki je prekrito z zrcali, prejema sončno svetlobo, ki jo odbijajo zrcala, nameščena na južnem pobočju.

Sončni center se nahaja na južnem pobočju na nadmorski višini približno 1600 m. Del pobočja je prekrit z velikimi zrcali, ki usmerjajo sončno svetlobo v eno največjih zgradb v tem delu Evrope (**sliki 1 in 2**). Zgradba raziskovalnega središča je visoka 40 m. Nasprotno od drugih sodobnih zgradb je stena poslopja, ki gleda proti zrcalom na pobočju, oblikovana kot parabola. Na parabolo so nameščena približno pol metra velika zrcala, ki odbijajo svetlobo na zelo majhno površino delovne postaje. Sončna svetloba je tako zbrana iz izredno velike površine, potem pa dodatno fokusirana. Tovrstna konstrukcija zagotavlja več svetovnih rekordov. Eden od njih je največja moč sončne peči (1 MW), drugi je največja gostota toka koncentrirane sončne svetlobe na velikih sistemih (10 MW/m^2), tretji pa ogrevanje velikih vzorcev na več kot 3500 K.

Samo poslopje je prevladujoča značilnost doline Cerdanya, saj ga je mogoče opaziti z vseh okoliških gora. Poleg velike sončne peči razpolagajo v solarnem centru tudi z več manjšimi reaktorji, ki značilno delujejo pri moči nekaj kilowatov. Manjši reaktorji so



Slika 2: Ploščata zrcala so gibljiva, kar omogoča sprotne sledenje navideznemu gibanju Sonca.

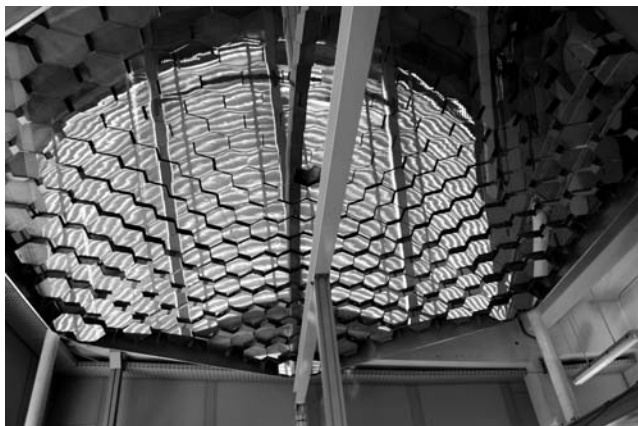


Slika 3: Standardna parabolična zrcala za izredno kakovostno koncentracijo 1 kW sončne svetlobe. S tovrstnimi zrcali dosežejo gostoto sončne moči na površini vzorca več kot 16 MW/m^2 . Nekateri starejši sodelavci centra trdijo, da so bila zrcala izdelana v Nemčiji med drugo svetovno vojno, njihova takratna namembnost pa povsem drugačna kot danes. V Font Romeu imajo na zalogi več 10 tovrstnih zrcal, le peščico pa jih dejansko uporabljajo.

namenjeni za specifične raziskave vzorcev, ki so značilno veliki okoli 1 cm^2 . Manjši sistemi so konstruirani tako, da zagotavljajo maksimalno fleksibilnost. Značilno uporabljajo eno samo ploščato oz. nekoliko ukrivljeno zrcalo, ki odbija sončno svetlobo v natančno izdelano parabolo. Ta koncentrira tako zbrano sončno svetlobo, in v nekaterih sistemih je mogoče doseči maksimalno moč na površinsko enoto do 16 MW/m^2 (**slika 3**). Tovrstni sistemi omogočajo hitro ogrevanje majhnih vzorcev in njihovo taljenje oz. uparjanje (**slika 4**). Mnogi tovrstni reaktorji so opremljeni z vakuumski komorami. Vzorce značilno obdelujejo v srednjem ali visokem vakuumu, da bi preprečili kontaminacijo s plinskimi molekulami. Večina sistemov omogoča kontrolirano vpuščanje različnih plinov, s katerimi je mogoče dodatno vplivati



Slika 4: Velika moč koncentrirane svetlobe omogoča taljenje večine materialov, ki niso prozorni za vidno svetlobo. Na fotografiji je vzorec jeklene pločevine dimenzij $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ po obdelavi z agresivno kisikovo plazmo. Sončna svetloba je bila fokusirana na sredino vzorca.

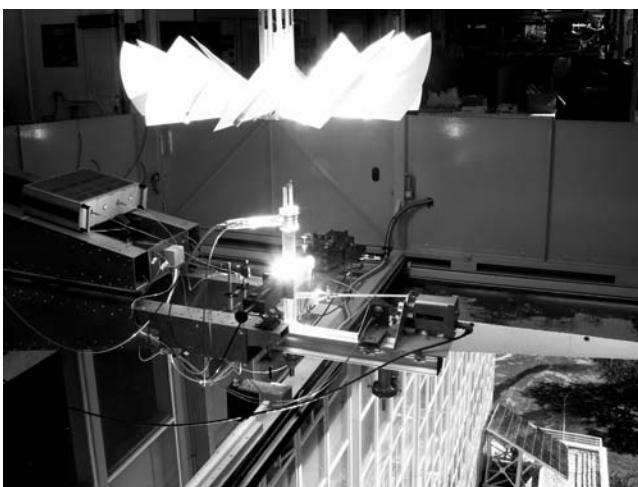


Slika 5: Del parabole manjšega reaktorja MESOX. Množica šestkotnih zrcal koncentrira svetlobo moči 6 kW v središče plazemskega reaktorja.

na spremembe materialov, ki so izpostavljeni koncentrirani sončni svetlobi.

V srednje velikem reaktorju po imenu MESOX imajo poleg vakuumskega sistema na voljo tudi mikrovalovni generator za vzbujanje plazme v različnih plinih. Reaktor MESOX deluje pri koncentrirani sončni svetlobi maksimalne moči 6 kW, medtem ko je maksimalna uporabna moč plazemskega generatorja okoli 1 kW. Naprava omogoča hkratno obdelavo materialov s koncentrirano sončno svetlobo in plinsko plazmo (sliki 5 in 6).

Najpomembnejše raziskave, ki potekajo z uporabo tega reaktorja, so povezane z vesoljskimi programi ameriške in evropske vesoljske agencije NASA in ESA. Znano je, da vesoljska plovila vstopijo v zunanje plasti atmosfere z zelo veliko hitrostjo. Hitrost vesoljskih plovil je krepko večja od hitrosti zvoka v razredčeni atmosferi, zaradi česar se pred vesoljskim plovilom ustvari zgoščina plina, ki se zaradi izredno velike usmerjene hitrosti spremeni v stanje plinske plazme. Zaradi tega in posebej zaradi močnega trenja,



Slika 6: Reaktor MESOX. Nad reaktorjem so delno odprte zaslonke, s katerimi regulirajo gostoto sončne moči.

ki nastopi kot posledica vstopa vesoljskega plovila v atmosfero, se zunanje površine plovila močno segrejejo. Plovilo mora biti torej prevlečeno s plastjo materiala, ki prenese ekstremne razmere – zelo visoko temperaturo in plinsko plazmo. Eden najboljših simulatorjev tovrstnih razmer na svetu je brez dvoma reaktor MESOX. Zaradi tega ne preseneča dejstvo, da raziskave, ki se odvijajo na tem reaktorju, naročajo vse sodobne vesoljske misije, tudi za Mars in Venero (Cosmic Vision 2015–2025).

Reaktor MESOX s pridom uporabljajo za svoje raziskave tudi raziskovalci iz Društva za vakuumsko tehniko Slovenije. Že od leta 2005 redno sodelujejo pri raziskavah vedenja različnih materialov v ekstremnih razmerah.

V vakuumskem sistemu, ki je črpan z dvostopenjskimi rotacijskimi črpalkami, lahko ustvarimo plinsko plazmo v kremenovi cevi, ki je postavljena v mikrovalovni resonator. Slednji je priključen na izvir mikrovalov z nazivno močjo 1000 W, ki deluje pri standardni frekvenci 2,45 GHz. Uskladitveni člen omogoča nastanek stojnega valovanja v resonatorju, s čimer postane jakost električnega polja v tej cevi tako visoka, da se plin ionizira. Ker so mikrovalovi omejeni na razmeroma majhen volumen v valovnem vodniku, je plazma prav tako omejena na majhen volumen. Zaradi velike sproščene moči glede na volumen je mogoče v tovrstnem reaktorju doseči precej gosto plinsko plazmo, ki izredno agresivno deluje na obdelovance, ki so značilno nameščeni v sredini razelektrivene cevi. Konstrukcija sistema omogoča hkratno izpostavo vzorcev koncentrirani sončni svetlobi.

Kot smo že omenili, je največja moč koncentriranega sončnega obsevanja 6 kW. S posebnimi zaslonkami je mogoče to moč poljubno zmanjšati (slika 5). Vzorci, ki so nameščeni v plazemski reaktor, se že zgolj zaradi interakcije s plazemskimi delci ogrejejo do 500 °C. Dodatno ogrevanje omogoča koncentrirana sončna svetloba, tako da je mogoče praktično vsak material segreti do tališča. Tovrstne razmere omogočajo zanimive poskuse, kot so npr. raziskave fuzijsko relevantnih materialov pri ekstremnimi razmerah, sintezo različnih vrst nanomaterialov in tudi vedenje materialov za prevleke vesoljskih vozil.

Plinsko plazmo za obdelavo materialov za vesoljska plovila ustvarimo v plinu, ki prevladuje v atmosferi planetov, kamor so misije namenjene. Za Mars in Venero je to atmosfera ogljikovega dioksida z dodatkom nekaterih drugih plinov. Slovenski raziskovalci so razvili tehniko za karakterizacijo tovrstne plazme, ki se danes uporablja za določanje stopnje reaktivnosti plazme ogljikovega dioksida.

Več delovnih postaj v sončnem centru Font Romeu so zgradili za preučevanja sinteze in modifikacije

nanomaterialov. Znano je, da sinteza nekaterih vrst nanomaterialov poteka pri visoki temperaturi. S tega vidika je sončni center kot nalašč, saj omogoča ogrevanje večjih vzorcev do domala poljubne temperature. Ta značilnost sončne peči omogoča sintezo velikih količin nanomaterialov v razumnem času. Velike količine nanodelcev so na primer potrebne za razvoj nove generacije sončnih celic. To so preproste naprave, ki zagotavljajo neposredno transformacijo vidne svetlobe, ki pride s Sonca, v električno energijo. Pri sintezi materialov za sončne celice smo priča posebni zanimivosti: koncentrirano sončno energijo uporabljamo za sintezo materialov, ki omogočajo uporabo sončne energije za proizvodnjo elektrike.

S tem pa zanimivosti še ni konec. V sončnem središču Font Romeu raziskujejo optimizacijo sončnih celic tako, da namesto navadne sončne svetlobe uporabljajo koncentrirano. Z uporabo koncentrirane sončne svetlobe je namreč mogoča miniaturizacija sončnih celic in s tem bistveno znižanje cene. Jasno je namreč, da je enota površine zrcala, ki zbere sončno energijo, bistveno cenejše od ustrezne površine sončnih celic.

3 VPETOST V EU-PROJEKTE

Kot največje sončno središče v Evropi je raziskovalna organizacija v Font Romeu tradicionalno vpeta v evropske projekte. Že v 6. okvirnem programu je imelo sončno središče Font Romeu poseben status v okviru evropskega raziskovalnega prostora, ki je omogočal zainteresiranim uporabnikom brezplačen dostop do razpoložljivih sončnih reaktorjev. V programu z imenom Solface (High Flux SOLar FACilities for Europe) je v obdobju od leta 2005 do 2010 gostovalo v Font Romeu več raziskovalnih skupin iz različnih evropskih držav, pa tudi iz držav pridruženih članic.

Program mednarodnega znanstvenega sodelovanja je bil nadgrajen v 7. okvirnem programu, tokrat z imenom SFERA (Solar Facilities for the European

Research Area). Pri obeh programih plodno sodelujejo tudi raziskovalci, ki so aktivni člani Društva za vakuumsko tehniko Slovenije. Cilj skupnih raziskav je koncentracija znanja in raziskovalnih kapacitet za opravljanje eksperimentov, ki sicer niso izvedljivi v nobenem drugem laboratoriju. Seznam raziskav, ki so namenjene širjenju znanstvenih spoznanj, je javno dostopen. Poleg tega se uporabniki že pri prijavi projekta skupnih raziskav zavežejo, da bodo rezultate objavili kot znanstvene članke v mednarodno uveljavljenih znanstvenih revijah.

Povsem drugače je z industrijsko ali vojaško orientiranimi raziskavami. V tem primeru se morajo sodelujoči raziskovalci zavezati k molččnosti, saj bi lahko razkritje rezultatov tovrstnih raziskav negativno vplivalo na status naročnika in izvajalca storitev. Zaradi tega ni mogoče oceniti, kolikšen delež raziskav se opravi v Font Romeu za potrebe industrijskega razvoja in razvoja novih naprav in tehnologij za vojaške namene.

4 SKLEP

V prispevku je bilo predstavljeno sončno središče Font Romeu v osrčju vzhodnih Pirenejev. Izredno ugodne klimatske razmere so botrovale gradnji največjih evropskih kapacitet za koncentrirano sončno energijo. To je mogoče uporabiti za procesiranje materialov pri ekstremno visokih temperaturah, kakor tudi kot metodo za dovajanje energije materialom med plazemsko obdelavo. Nabor materialov, ki jih uporabljajo pri raziskavah interakcije koncentrirane svetlobe s trdnimi materiali, je izredno širok, od drobnih ogljikovih nanocevk preko nanomaterialov za fotovoltaike do prevlek za vesoljska plovila in fuzijske reaktorje. Rezultati raziskav so odprli tudi nov pogled na pretvorbo sončne energije v električno – namesto velikih panelov sončnih celic je mogoče uporabiti manjše specialne elemente, ki delujejo na koncentrirano sončno energijo.

VAKUUM OSREDKARJEVIH DNI

Stanislav Južnič

Univerza v Oklahomi, Oddelek za zgodovino znanosti, Norman, Oklahoma, ZDA / Občina Kostel, 1336 Kostel

STROKOVNI ČLANEK

POVZETEK

Milan Osredkar je dober ducat let vodil Institut »Jožef Stefan« v odločilnem času za razvoj ljubljanske tehnologije napršenih zaščitnih plasti, ki jih je prav ob Osredkarjevem prevzemu direktorskega stolčka začel razvijati Boris Navinšek s prvo enostavno »namizno« napravo za ionsko bombardiranje in ionsko jedkanje. Osredkar je magistriral v New Yorku; po ljubljanskem doktoratu se je uveljavil pri dunajski Mednarodni agenciji za atomsko energijo. Med stiki s tujimi strokovnjaki si je pridobil izvrsten pregled nad sodobnimi vakuumskimi tehnikami in možnostmi za njihovo uveljavitev v Ljubljani. Razprava pripoveduje o začetku Osredkarjeve poti iz predvojne elektrotehnike v povojno fiziko, ki je ob Peterlinovi podpori omogočila dotlej nesluten razmah uporabe vakuumskih tehnik na Slovenskem.

Ključne besede: Milan Osredkar, Anton Peterlin, Institut »Jožef Stefan«, vakuumске tehnologije, nuklearne tehnologije, 20. stoletje

Vacuum of Osredkar's Times

ABSTRACT

For dozen years and more Osredkar headed the Jožef Stefan Institute in the crucial era for the development of Ljubljana technology of thin films, which Boris Navinšek began to develop with his first »table« ionic bombardment instrument during the early years of Osredkar's directorship. Osredkar got his Masters degree in New York, and after his Ljubljana dissertation held a position within Viennese International Atomic Energy Agency. Through his connections with foreign experts Osredkar got an excellent overview on contemporary vacuum techniques and possibilities for their use in Ljubljana. The paper discusses early Osredkar's steps from the pre-war electro-technique into post-war physics which enabled previously unthinkable development of vacuum techniques in Slovenia.

Keywords: Milan Osredkar, Anton Peterlin, Jožef Stefan Institute, vacuum techniques, nuclear techniques, 20th Century

1 UVOD

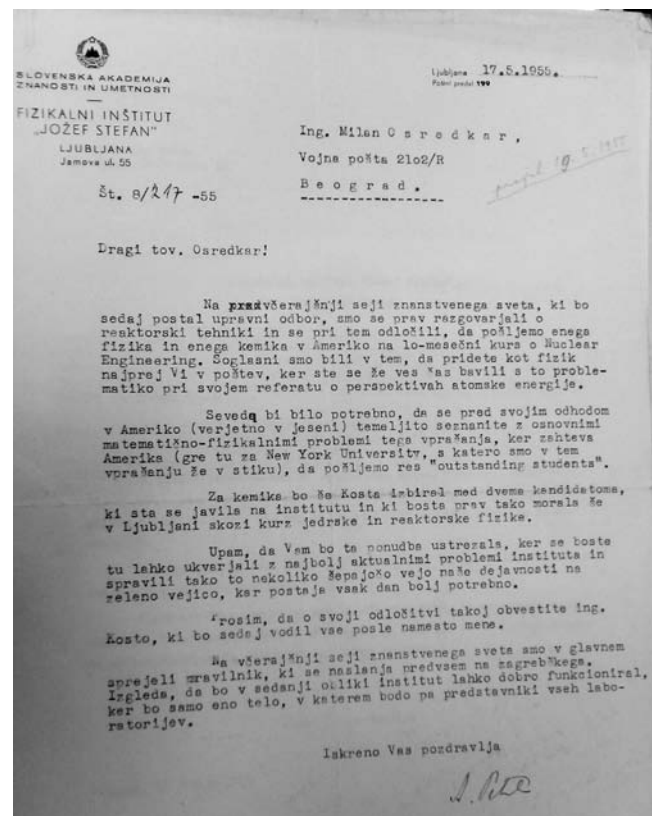
Milan Osredkar (* 19. 10. 1919 Ljubljana; † 8. 4. 2003) je morda med slovenskimi fiziki polpretekle dobe v svojem značaju najbolje družil vrhunsko poznanje vakuumskih in jedrskih tehnologij z zmožnostjo njihovega praktičnega udejanjanja v Sloveniji. Okoli sebe je znal zbrati sposobne strokovnjake, s katerimi je nadgradil Peterlinovo utemeljitev Instituta »Jožef Stefan« na način, ki nas zavezuje še dandanes.

2 OSREDKAR IN PETERLIN

Osredkar je med letoma 1931 in 1938 obiskoval prvo državno realno gimnazijo v Ljubljani. Med letoma 1938–1941 je študiral elektrotehniko; do konca leta 1940 je opravil prvi del pripravljalnih izpitov in sočasno redno študiral na Akademiji za glasbo. Poleti 1941 je študij prekinil zaradi sodelovanja z OF pri radiu Kričač. Nekaj tednov po prenehanju Kričačevih

oddaj so maja 1942 Italijani zajeli Osredkarja in ga po dveh tednih zapora poslali v koncentracijsko taborišče Gonars; tam je srečal fizika Antona Moljka, s katerim sta po vojni v Ljubljani orala ledino vakuumskih merilnih tehnik jedrskega sevanja. Po kapitulaciji Italije je Osredkar odšel k partizanom. Po osvoboditvi je ostal v Jugoslovanski ljudski armadi kot major Udbe; od 1946 do aprila 1948 je služboval v Avstriji. Očeta slovenskih jedrskih reaktorjev Milana Čopiča je rešil zapora takoj po vojni in znova v času informbiroja, ko se Čopič ni prav znašel glede Stalinovega značaja ob vrnitvi s študija v Sovjetski zvezi.

Jeseni 1948 je Osredkar postal poverjenik SUZUP-a (Zvezne uprave za napredek proizvodnje) v Ljubljani, leta 1952 pa je prešel na poznejši IJS kot Peterlinov pomočnik upravnika Instituta. Ob delu je začel leta 1950 znova študirati, to pot tehniško fiziko, ki je v Ljubljani tisti čas ponujala najboljši vpogled v nove dosežke vakuumskih tehnik; diplomiral je 10. 12. 1954 pri Peterlinu na Odseku za fiziko Oddelka za kemijo Tehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Med diplomskim delom je s števcem Čerenkova meril



Slika 1: Peterlin 17. maja 1955 iz ZDA ponuja Ljubljančanu Osredkarju ameriški študij reaktorske tehnike.

Osredkar ing Milan
Ljubljana, Medvedova 12

Fizikalni inštitut "Jožef Stefan",
tov. ing. Lado Kosta

Dragi Lado!

Od prof. Peterlina sem 18. maja dobil pismo, v katerem mi sporoča, da sem bil na seji znanstvenega sveta dolžan za tečaj iz nuklearne inženirije v Ameriki. Prosi me, naj svoje odločitve sporočim Tebi, ki ga zmanjkuš.

Pomada sama po sebi je gotovo zelo ugodna, vendar je v sedanjih okoliščinah žal ne morem sprejeti.

Glade odhoda na ta tečaj sem prosil tudi SENE, da mi sporoči svoje stališče, s kar sem se odločil brez osira na stališče SENE, njenega odgovora ne bom čakal in Ti odločitev kar takoj sporočam.

Lepo T e pozdravlja

Beograd, 15. junija 1955

Slika 2: Osredkar piše Ladu Kosti o svojem razočaranju, ker ga je Peterlin zapostavil pri podelitvah funkcij na Institutu »Jožef Stefan« in naj bi mu zato kot tolažilno nagrado ponudil desetmesečni študij reaktorске tehnike v New Yorku (Arhiv Južnič).

jakosti, časovne in prostorske porazdelitve sevanja gama v vakuumu betatrona. Pavel Aleksejevič Čerenkov (* 1904; † 1990) je dobil tretjino Nobelove nagrade dobra tri leta po Osredkarjevi diplomi, čeprav je modrina zaradi emisije v ustelkneničeni vodi, izpostavljeni radioaktivnemu sevanju, opazil že med delom pri Sergeju Vavilovu leta 1934; v izjemen pojav se je nato poglobil s šestletnim študijem.

Velescenjeni tov, Osredkar i

Detroit, 13.7.1955

Hvala vam za Vaše pismo, ki me je silno presenetilo. 'se bi bil pričakoval prej kot pa da smatrate enoletni študij v Ameriki za težko stvar. Seveda ne poznam Vaših družin in pravice in načeli pogoji odločanja v problemih inštituta, se bo spremenilo, potem bi tudi Osredkar sam ne mogel nič narediti.

8. In vsaka navodena stvar prišli do skupnega zaključka, da ni narobe če gre Osredkar v Ameriko.

Mislil, da se strinjate s vsem navedenim v vašem glavnih točkah. Če se, potem mislim, da morate tudi Ti postaviti svoje odločitve svoje zahteve v točki 5, kar si oar bo izpadlo tudi na Tebe, da Te je Peterlin izigral proti meni. Kmalom je bil to tudi tvoj pogoj, da bi naj bil jaz v UO, če naj Ti sprejema direktorata in mislim, da bi moral iti prav zaradi tega v odstop, kar pa sem prepričan da ne bo treba. To bova gotovo imela še priliko osebno pretrpeti, če pa bi bilo treba med tem kaj urejevati, si in gorjeje poslan o vsem kar je glavnega.

Sprejmite moje iskrene pozdrave

A. Peterlin

Slika 3: Peterlin piše Osredkarju s presenečenjem zaradi Osredkarjeve zavrnitve ponudbe za ameriški študij (Arhiv Južnič).

Detroit, 28.6.55.

.....

4. Veseli me, da ste dobili nekaj novih knjižic. Ali bo kdo od teh po svoji kvalifikaciji prišel vpoštev za kurs iz nuklearnega inženirstva v New Yorku, ga takoj prijavite, saj imate formulare in dovolj informacij, da lahko celo stvar izvedete. Izredno me čudi stališče Osredkarja, ki se zelo malo krije s sliko, ki jo imam o njem kot človeku, ki je v prvi vrsti absolutno predan stvari in se ne da voditi vprašanjem osebne koristi in udobnosti. Kdo naj pa rešuje pri nas vprašanje reaktorkega dela, če ne bomo dobili nobenega fizika, ki bi se temu poslu ves posvetil. Vaško odlašanje je huda izguba časa. Naloga inštituta pa je, da to panogo razvije tako, da ne bo slo nels samo na enem človeku kot doslej, ko je bil Havlišek edini na tej problematiki. O tem je imel tudi Osredkar pogosto dovolj kritike, zato se izredno šudim, da sedaj, ko ima priliko, da v izredno ugodnih razmerah sam doprinese k rešitvi tega vprašanja, da najde polno močno pravnih izgovorov. Ako najdete koga drugega, dajte z njim vso stvar urejiti, seveda časa je še precej malo. Mora pa biti res dober strokovnjak in resen delavec, da sene blamiramo.

.....

A. Peterlin

Slika 4: Osredkar se Peterlinu opravičuje zaradi morebitnih nevednosti in se pri tem premeteno dela, da niti pod razno noče v New York (Arhiv Južnič).

Dobro leto pred Osredkarjevo diplomo je Darko Jamnik (* 16. 7. 1925 Toplice pri Zagorju), profesor podpisanega, prevzel vodstvo betatrona na Institutu, poimenovanem po Jožefu Stefanu na Prešernov dan istega leta 1953. Po kratkem praktičnem usposabljanju v Švici je Jamnik sodeloval pri montaži betatrona vrste Brown-Boveri, ko ga je poleti 1954 kupil Institut

Dragi Karl,

Kar na vas ali Te bom se osebno videl pred odstopom, Ti bom rajši napisal pismo, da Ti razložim kaj sem opravil in kaj mislim o vseh teh stvarih. Vse potrebno za an. vose sem nekaj vložil in ko mi ta stvar je treba, seveda, ob tej priliki sam govoril tudi s Makšičem, Savičom, Savičom pa sam sene razložil, da bi 1. del čas govoriti s njim da bi ne bilo lakšno, in da bo UO kot je bil na sestanku dolžan, zaradi Peterlinovega protesta je bila nato ta stvar odločena in vopostavljen status quo.

2. Čas nase in pol je bil postavljen nov sklop, da se ne odlaga več kot deli komisija. Za direktorja in Osredkarja bo plače uredil Makšič na Peterlinu, v UO in jaz pa sse odviseli v zrak.

3. Kar ni nobene garancije, da tudi v drugih stvarih ne bodo popustili Peterlinu / Osredkarju, da se ne bo odločil, se prav lahko misli, da jaz popolnoma izviram in ostanem iskreno / malo preali drug način lahko steklobi potovanje na študij druge leto.

4. In Situacija okrog steklobi potovanje na študij druge leto. Vam je realna. Istečasno se odloči in postaja vedno bolj aktualna oz. ki ga ne morem / vas / me / vreti in inštituta, menja pa da možnost 5. V Ameriki lahko gre le pod pogojem, da se ni naučila dostojna študentska / okrog UO delj, da se se ki jih osebno postavi v UO, in da se ni reguliraje ne bi dobili v skladu s ostalimi, to je v smislu predloga.

6. Pri Peterlinovem predlogu kajfela za direktorja gre v resnici za inglaviranje sveta i. t. d. / kaj sda in Osredkarja, ki sta snakega misljenja, dobrih medsebojnih odnosov itd., kar ni in ne more biti v interesu nikogar razen Peterlina. Kato bo izpadlo vsako nadaljnje popušanje Peterlinu bodisi v vprašanju UO, kakor v vprašanju do ureditve vprašanj okrog Osredkarja v resnici kot agoditov in ispitovet vseh Peterlinovih novih namer, vključno ta, da se imela Osredkarja na soto poeni naših čin.

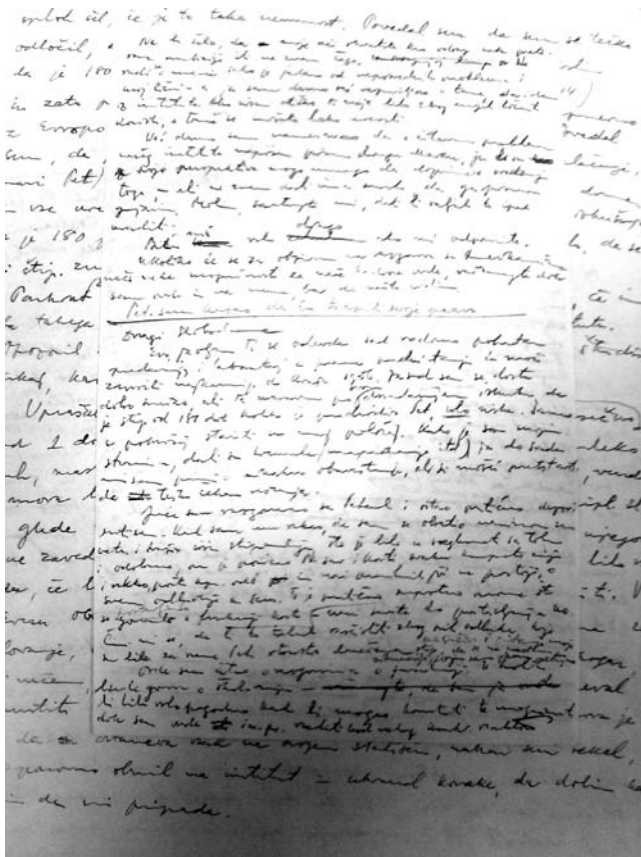
7. Poleg postavitve UO je zelo važno vprašanje, če dolžnost pravilnik in inštituta in kompetenca predsednika UO, ker je treba računati s tem, da se bo Peterlin levil za vsako formalno možnost.

8. Osredkarjeva odločitev s inštituta sicer ne bo morda ugodna, vendar se so se kladi na svežo in če načeli navdajati svojih dolžnosti in pravice in načeli pogoji odločanja v problemih inštituta, se bo situacija tudi brez Osredkarja oboljšala. Če pa se ni še to spremenilo, potem bi tudi Osredkar sam ne mogel nič narediti.

8. In vsaka navodena stvar prišli do skupnega zaključka, da ni narobe če gre Osredkar v Ameriko.

Mislil, da se strinjate s vsem navedenim v vašem glavnih točkah. Če se, potem mislim, da morate tudi Ti postaviti svoje odločitve svoje zahteve v točki 5, kar si oar bo izpadlo tudi na Tebe, da Te je Peterlin izigral proti meni. Kmalom je bil to tudi tvoj pogoj, da bi naj bil jaz v UO, če naj Ti sprejema direktorata in mislim, da bi moral iti prav zaradi tega v odstop, kar pa sem prepričan da ne bo treba. To bova gotovo imela še priliko osebno pretrpeti, če pa bi bilo treba med tem kaj urejevati, si in gorjeje poslan o vsem kar je glavnega.

Slika 5: Leta 1955 Osredkar poroča Ladu Kosti (* 11. 2. 1921 begunsko taborišče Strnišče pri Ptuj; † 1986) o svojih nesoglasjih z Antonom Peterlinom (Arhiv Južnič).



Slika 6: Osredkar iz ZDA poroča o svojih ameriških pogovorih s Peterlinom 5. 11. 1955 (Arhiv Južnič).

»Jožef Stefan«. Osredkar je znal svoje meritve opraviti kar doma; pripomogel je, da se je leta 1956 Jamniku posrečilo pri energiji 20 MeV doseči stabilizacijo betatrona na 5 keV. Tako je postal betatron na IJS v območju energij do 30 MeV tudi s pomočjo Osredkarjevega diplomskega dela najnatančnejša naprava za raziskovanje jedrskega fotoefekta v svetovnem merilu.¹ Delo pri betatronu je bilo prvi odmeven Osredkarjev poseg v sodobno vakuumsko tehniko, ki ga je nato spremljala vse življenje.

Osredkar se je 1. 1. 1955 zaposlil na IJS po ukinitvi SUZUP-a. Njegova vojna nevesta Uči Fajgelj (* 31. 8. 1923, Kred) je prav tedaj leta 1955 diplomirala na fakulteti za kemijo in si pridobila naziv inženirke. Septembra 1955 je po Peterlinovem posredovanju Osredkar odpotoval na oddelek za jedrsko inženirstvo univerze New York; tam se je dodobra seznanil s sodobno vakuumsko in jedrsko tehnologijo, leta 1956 pa je svoj obisk kronal s prestižnim naslovom *Master of Nuclear Engineering*. V raziskavi *The Inside-out Reactor* je obravnaval posebno porazdelitev notranjega reflektorja in absorberjev za povečanje termičnega fluksa v primerjavi s tedaj navadnimi jedrskimi reaktorji. Decembra 1956 je o svojih raziskavah poročal na

srečanju v Bostonu; razpravo je objavil v prestižnem *Journal of Nuclear Energy* skupaj s svojim ameriškim mentorjem in kmalu tudi osebnim prijateljem Richardom (Dickom) Stephensonom. V obdobju 1956–1958 sta družno objavila tri razprave, sam Osredkar pa še eno samostojno.

Osredkar je nato računal razmerje med fluksom in močjo pri realnih reaktorjih, kot jih je nameraval postaviti v Jugoslaviji. Dne 22. 2. 1957 sta ga Peterlin in Moljk predlagala za znanstvenega sodelavca IJS, kjer je bil med letoma 1956–1958 načelnik reaktorske skupine; s svojim ameriškim znanjem in poznanjem sodobnih vakuumskih tehnik je dodobra nadomestil dotlej domala edinega ljubljanskega strokovnjaka za reaktorsko fiziko, Franca I. Havlička (* 3. 12. 1906, Moravska Ostrava).

Osredkar je po vrnitvi s podaljšanega dveletnega bivanja v ZDA in krajšem ogledu švicarskih vakuumskih in jedrskih zmogljivosti doktoriral pri Peterlinu. Dvestoenajst strani dolgo disertacijo, datirano 4. avgusta 1958, je naslovil z *Raziskava možnosti za povečanje termičnega fluksa v reaktorju z moderatorsko votlino* kot nadaljevanje ameriških raziskav, prirejeno za možnosti vakuumске jedrske tehnologije v domačih ljubljanskih logih. Osredkar je doktorat zagovarjal slabih pet mesecev po Antonu Moljku kot eden zadnjih iz časov Peterlinovega vodenja Instituta »Jožef Stefan«. Milan Osredkar je promoviral 27. 6. 1959,² ko se je z družino že preselil na Dunaj. Takoj po oddaji in zagovoru disertacije je Osredkar namreč znova odšel k avstrijskim sosedom. Med septembrom 1958 in letom 1961 je po nalogu ZKNE (Zvezna komisija za nuklearno energijo) delal v dunajskem oddelku za reaktorje IAEA. Tako se je diplomatsko izognil zapletom okoli Peterlinove odstavitve, podobno kot dobro leto starejši Ivan Kuščer (* 17. 6. 1918 Dunaj; † 31. 1. 2000).

3 VRNITEV OSREDKARJA NA KRMILNO INSTITUTA »JOŽEF STEFAN«

Na Fakulteti za rudarstvo, metalurgijo in kemijsko tehnologijo je Osredkar od leta 1961 predaval predmeta Enciklopedija nuklearne tehnike in Nuklearni materiali, potem ko se je z Dunaja kot edini kandidat prijavil za razpis 8. 2. 1960. Dne 8. 9. 1962 je bil izbran za izrednega profesorja v Ljubljani; končal je svoje delo pri projektu jedrske elektrarne in ga predložil dunajski Mednarodni agenciji za atomsko energijo.

Od 1. 1. 1963 do 8. 4. 1975 je bil Osredkar direktor in znanstveni svetnik IJS; izkazal se je za izredno domiselnega in učinkovitega pogajalca s tujimi part-

¹ Kroflič, Dimić, 1989, 19, 20, 22, 23.

² Kokole, 1969, 61.

nerji ob zavidljivem znanju angleščine in nemščine. Takoj leta 1963 je Osredkar kot novi direktor IJS obnovil stike s Peterlinom, ki je nato nadvse rad gostoval s predavanji v Sloveniji, še posebej pa na IJS. Osredkarjevo vodenje IJS je omogočilo preboj v razvoju ljubljanske tehnologije napršenih zaščitnih plasti; prav ob Osredkarjevem prevzemu direktorskega stolčka jih je namreč začel razvijati prof. dr. Boris Navinšek s prvo enostavno »namizno« napravo za ionsko bombardiranje in ionsko jedkanje. V naslednji polovici stoletja je prav tankoplastna vakuumska tehnologija postala paradni konj uporabne znanosti IJS, kar je v marsičem Osredkarjeva zasluga v času, preden je Navinšek zaposlil svojega poznejšega naslednika Petra Panjana.

Po vrnitvi Osredkarja z dunajskega IAEA so decembra 1962 znova oživila dela na slovenskem jedrskem reaktorju. Zemljišče ob Gradaščici nasproti IJS je bilo medtem zasedeno, zato so se pogovarjali za bližnjo lokacijo pri sedanjih zgradbah fakultete za matematiko in fiziko; pozneje je prevladala izbira Podgorice kot statično najbolj zanesljivo gradbeno zemljišče.³ ZKNE je 8. 7. 1959, torej neposredno po Peterlinovem odstopu, zapovedala preučitev potreb za postavitev novega reaktorja. IJS je imenoval posebno komisijo z Moljkom, Šinkovcem, Bremšakom, Kostom, Kladnikom, Lebezom in Kuščerjem: učeni možje so pretresali potrebne okoliščine ob postavitvi reaktorja. Pregled možnih lokacij je v marcu, aprilu in maju 1960 opravila tehniška skupina v sestavi S. Zupan,

Slika 7: Osredkar iz New Yorka piše vodji po Borisu Kidriču imenovanega beograjskega reaktorskega centra v Vinči, Pavlu Saviću (* 1909; † 1994). Savić je svoj čas sodeloval z zakoncem Joliot-Curie pri pariških raziskavah učinkovanja nevtronov težkih elementov. Savića so nominirali za Nobelovo nagrado ob boku Irène Joliot-Curie, med vojno pa se je odlikoval kot Titov šifrant. Med Slovenci ni bil pretirano priljubljen, še zlasti ne po prvi reaktorski nesreči s smrtnim izidom, ki ji je posredno botroval prav v Vinči.

³ Izbira lokacije gradnje reaktorja (Arhiv IJS v Podgorici, škatla 326, mapa 578); Osredkar, 2000, 38–39; Dimic, 2000, 237.

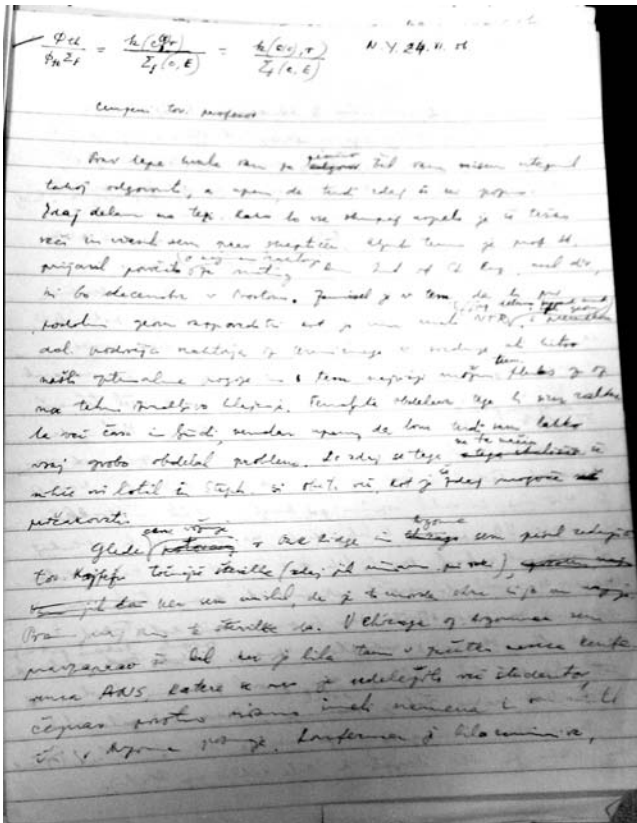
⁴ Osredkar, 2000, 30; sporočilo žal že pokojnega dr. Matjaža Ravnika z dne 10. 1. 2007; Ravnik & Južnič, 2010, 185.

Slika 8: Dne 26. 6. 1956 je Peterlin priporočil Osredkarju čim več potovanj po ZDA v prid mednarodnega uveljavljanja slovenske fizike.

ing. Z. Gabrovšek, ing. N. Bernot in B. Sotošek po primerjavi s podobnimi lokacijami drugod po svetu. Osredkar je tisti čas na Dunaju snoval, kako nadgraditi slovenske zmogljivosti s sodobnimi vakuumskimi tehnikami.

Američani so po dolgotrajnih pogajanjih prek Osredkarjevega IAEA podarili IJS gorivo za reaktor v Podgorici; načrtovali so celo prestavitev celotnega IJS v Podgorico, kar pa je ostalo v oblakih,⁴ pač na žalost ali na srečo. Gradnja reaktorja Triga (*Training, Research, Isotope, General Atomic*) v Podgorici se je začela maja 1963, le nekaj mesecev po Osredkarjevem prevzemu vodstva IJS. Ob koncu Osredkarjevega mandata pri IJS je bil 1. decembra 1974 položen temeljni kamen za Nuklearno elektrarno Krško, februarja 1975 pa so začeli gradbena dela. Takoj nato je Osredkar končal svoje dvanajstletno vodenje IJS kot novi član izvršnega sveta Slovenije; tam je poskrbel, da je NEK pridobila dovoljenje za redno obratovanje januarja 1984.

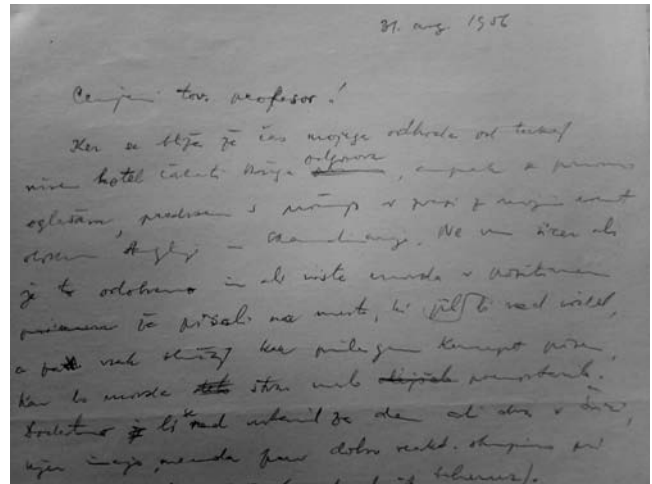
Dne 9. 6. 1967 je starosta zagrebške fizike Ivan Supek podprl Osredkarjevo kandidaturo; le-ta se je pač edini javil za profesorja predmeta Eksperimentalna fizika in Reaktorji na Univerzi v Ljubljani. Supek je pri tem izrazil ponos, da so za mnenje vprašali prav njega; Supek seveda izrecno ni podpiral raziskav jedrskih tehnologij v strahu pred atomskimi bombami, Osredkarja pa je kljub temu očitno nadvse visoko cenil.



Slika 9: Osredkar poroča Peterlinu iz Amerike 24. 6. 1956; vrh osnutka pisma je okrasil z enačbami za pretok v jedrskem reaktorju.

4 SKLEP

Osredkar je dobil spomenico 1941 predvsem za tehniško in napovedovalsko delo pri radiju Kričič. Dne 25. 4. 1946 je dobil odlikovanje za zasluge za narod, 20. 12. 1951 odlikovanje za hrabrost ter odlikovanje bratstva in enotnosti, leta 1965 medaljo za delo z zastavo, z ukazom predsednika 16. 11. 1967 pa je naslednje leto dobil red bratstva in enotnosti z zlatim vencem za uveljavitev radijskega oddajnika Kričič.⁵ Leta 2001 je svojo osemdesetletnico nekoliko zapoznalo praznoval s prejemom zlatega častnega



Slika 10: Osredkar piše Peterlinu tik pred svojo vrnitvijo iz New Yorka 31. 8. 1956.

znaka svobode Republike Slovenije. Bivanje v ZDA in v Avstriji je bilo ključnega pomena za Osredkarjevo svetovljansko znanstveno pot, tesno povezano z uva-
janjem sodobnih vakuumskih tehnik na IJS.

5 Literatura in viri

5.1 Viri in manj znane okrajšave

- Arhiv IJS v Podgorici
- Arhiv Južnič pri Fari
- IAEA – Mednarodna agencija za atomsko energijo s sedežem na Dunaju
- NEK – Nuklearna elektrarna Krško
- SUZUP – Zvezna uprava za napredek proizvodnje
- ZKNE – Zvezna komisija za nuklearno energijo

5.2 Literatura

- Dimic, Viktor. 2000. Obratovanje reaktorja Triga. *Pripovedi o IJS* (ur. Osredkar Milan, Polenec Natalija). Ljubljana: IJS. 236–240.
- Kokole, Jože. 1969. *Bibliografija doktorskih disertacij univerze in drugih visokošolskih in znanstvenih ustanov v Ljubljani 1920–1968*. Ljubljana.
- Kroflič, Marjan; Dimic, Viktor. 1989. Osnovni podatki o Institutu »Jožef Stefan«. Ljubljana: IJS.
- Osredkar, Milan. 2000. Nastanek in prva desetletja IJS. *Pripovedi o IJS* (ur. Osredkar, Milan, Polenec Natalija). Ljubljana: IJS. 19–69.
- Ravnik, Matjaž; Južnič, Stanislav. 2010. Milan Čopič, oče jedrskega reaktorja v dolski občini (ob 20-letnici smrti). *Iz dežele Jurija Vege: Zbornik občine Dol pri Ljubljani* (ur. Omerzu, Stane). Ljubljana: Občina Dol. 2: 183–195.

⁵M. Osredkarjeva personalna mapa (Arhiv IJS v Podgorici).

VAKUUMSKE TEHNIKE PRI JEDRSKI MAGNETNI REZONANCI ROBERTA BLINCA (* 1933; † 2011)

Stanislav Južnič

Univerza v Oklahomi, Oddelek za zgodovino znanosti, Norman, Oklahoma, ZDA / Občina Kostel, 1336 Kostel

POVZETEK

Ob prezgodnji smrti akademika Roberta Blinca opisujemo njegove zasluge pri uvajanju sodobnih vakuumskih tehnik na Slovenskem. Kot vodja Odseka za fiziko trdne snovi na Institutu »Jožef Stefan« je profesor Blinc znal zaposliti vodilne slovenske strokovnjake za vakuumsko tehniko in s tem omogočiti njen napredek.

Ključne besede: Robert Blinc, nekrolog, tekoči kristali, vakuumске tehnike, jedrska magnetna resonanca

The nuclear magnetic resonance vacuum techniques by Robert Blinc (* 1933; † 2011)

ABSTRACT

On occasion of the premature death of the Academician Robert Blinc his contributions for the development of the modern vacuum techniques in Slovenia are put in the limelight. As the head of the Department of solid state physics at the Jožef Stefan Institute Professor Blinc employed the leading experts for vacuum technology and in that way contributed to its development.

Keywords: Robert Blinc, obituary, liquid crystals, vacuum techniques, nuclear magnetic resonance

1 UVOD

Dne 26. septembra 2011 je umrl akademik prof. dr. Robert Blinc, gotovo eden najpomembnejših slovenskih fizikov do sedaj. Svoje prve korake v svet znanosti sem opravil pod njegovim mentorstvom, zato je prav, da se mu ob tej priložnosti oddolžim s kratkim spominskim zapisom. Zdi se, da je prav profesor Blinc na Slovenskem znal združiti novosti eksperimentalne vakuumске tehnike s pronicljivim teorijskim vpogledom v skrivnosti trdne snovi, začinjnim z umetelno uporabo znanstvenih odkritij v industriji. Zato nam je njegovo delo gotovo lahko za zgled.

2 MLADOST IN ŠTUDIJSKA LETA

Robert Blinc je bil rojen 31. 10. 1933 kot vnuk veletrgovca Roberta Kollmana in pravnuk steklarja Franca iz Begunj. Po maturi na ljubljanski klasični gimnaziji je diplomiral leta 1957 pri Antonu Peterlinu z delom *Infrardeči spektri in oblika potencialne funkcije vodikove vezi KH_2PO_4 in KD_2PO_4 v neferoelektrični in feroelektrični fazi*.

Že naslednje leto je Blinc pri Peterlinu sestavil doktorsko disertacijo *Tunelski efekt protona pri feroelektrikih s kratkimi vodikovimi vezmi* na osemdesetih straneh z grafičnimi prikazi. V glavi disertacije je bil naveden Peterlin, ki je morda sodeloval pri obrambi 25. 2. 1959, vsekakor pa ni bil prisoten pri promociji



Robert Blinc (* 1933; † 2011)

dne 10. 3. 1959, saj je bil dan prej, 9. 3. 1959, že v Mainzu. Tako je bil Blinčev mentor ob koncu dela Dušan Hadži, s katerim sta leta 1957 oddala Raziskovalni skupnosti Slovenije poročilo o »Raziskavah vodikove vezi«. Leta 1957 je Blinc objavil dve poročili v *Reports IJS* skupaj z Jožetom Pahorjem oziroma Edom Pirkmajerjem.

Leta 1958 je že začel objavljati v tujini, sprva skupaj s svojo teto Marto Blinc ali s Hadžijem, kmalu pa tudi sam. Že leta 1958 je objavil kratko poročilo o vodikovi vezi v vodilni reviji *Nature* v Londonu, kar je močno pripomoglo k mednarodnemu prestižu slovenskih raziskovalcev. Fazni prehodi so kmalu postali osnovna usmeritev Blinčevih raziskovanj, zato mu je prav zgodnje sodelovanje z vodilnimi slovenskimi kemiki in vpogled v napredek tedanjih vakuumskih tehnik tlakoval pot k izjemnim odkritjem.

3 OBDOBJE SLAVE

Že pred letom 1959 sta fizika Ivan Zupančič in Blinc s sodelavci na IJS zgradila prvo napravo za jedrsko magnetno resonanco (NMR) v tedanji Jugoslaviji, kar je bil izjemen dosežek tedanje vakuumске tehnike. O dosežkih so še istega leta poročali na kongresu v Bologni. Leta 1960 je bil rojen prvi Blinčev sin, ki je postal doktor medicine. Blinc je nato



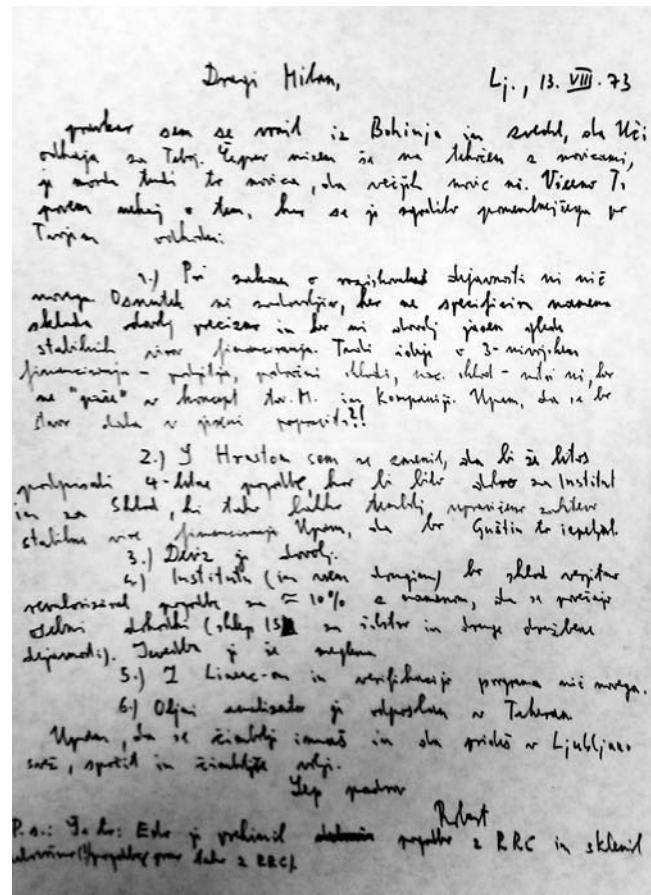
Foto: Marjan Smerke

odšel na postdoktorsko izpopolnjevanje na MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), kjer se je seznanil s tehniko magnetne pulzne resonance. S tunelskim modelom feroelektrikov z vodikovimi vezmi je pojasnil električne lastnosti feroelektrikov in njihove spremembe, ko vodik nadomestimo z devterijem. Leta 1960 je postal docent, leta 1965 izredni in leta 1969 redni profesor. Na drugem sklicu so dne 17. 10. 1964 za predsednika strokovnega oziroma poslovnega odbora IJS po Čopičevem predlogu izvolili Blinca, ki je vodil skupno 16 sej do 1. 9. 1965.¹

Študij faznih prehodov in tekočih kristalov je bil ob svojih začetkih konec 19. stoletja podprt z novimi metodami mikroskopiranja in fotografiranja. Prepoznavni pomen novih odkritij je sredi 20. stoletja zahteval še nove metode raziskovanja. Te so našli predvsem v NMR, ki je bila odkrit takoj po 2. svetovni vojni.

Že Stern in Rabi sta raziskovala magnetna polja jeder v snopih atomov ali molekul plinov. Bloch je na univerzi Stanford razvil metodo za določanje magnetnega polja jeder v kapljevinah in v trdninah. Nekoliko drugačno metodo je istočasno leta 1946

odkril Purcell na MIT, tako da sta si raziskovalca leta 1952 delila Nobelovo nagrado za razvoj NMR. V 60-ih letih so začeli tiskati tudi posebne serijske publikacije, posvečene NMR, med angleško pisanimi predvsem *Advances in Magnetic Resonance* v New Yorku leta 1965 in *NMR Basic Principles and Progress* v Berlinu leta 1969. Kmalu so sledile tudi periodične publikacije in revije, predvsem *Journal of Magnetic Resonance* v New Yorku leta 1969 in *Nuclear Magnetic Resonance Spectrometry Abstracts* v Londonu leta 1971.



Ljubljansko pismo Roberta Blinca z dne 13. 8. 1973, poslano direktorju IJS Milanu Osredkarju. Blinc je poročal o dogajanjih na Institutu »Jožef Stefan«, predvsem o dogovoru z generalnim direktorjem Iskre elektrotehnikom Silvom Hrastom (* 1921 Trst; † 1999) za podpis štiriletne pogodbe med IJS in Skladom, ki naj bi jo izpeljal direktor Litostroja ing. strojništva Božidar Guštin (* 1912; † 1984), član Zvezne komisije za jedrsko energijo leta 1957. Hrast je bil leta 1957 član Kraigherjevega Upravnega odbora IJS. Pod šesto točko navedeni oljni analizador odposlan v Teheran je bil NMR analizador vsebnosti olja v zrnih kmetijskih kultur, predvsem sončnic. V pripisu Blinc poroča o pogodbah, ki jih je fizik dr. Edo Pirkmajer (* 1932) kot glavni tajnik Raziskovalne skupnosti Slovenije in poznejši državni sekretar (1996–2001) sklepal z Republiškim računskim centrom (RRC); le-ta je sprva leta 1968 deloval v okvirju IJS (Arhiv Južnič).

¹ Arhiv Republike Slovenije (ARS), AS 1961 škatla 71, mapa 722; ARS, AS 1961 škatla 72, mapa 723; Osredkar, Polenc, 2000, 314

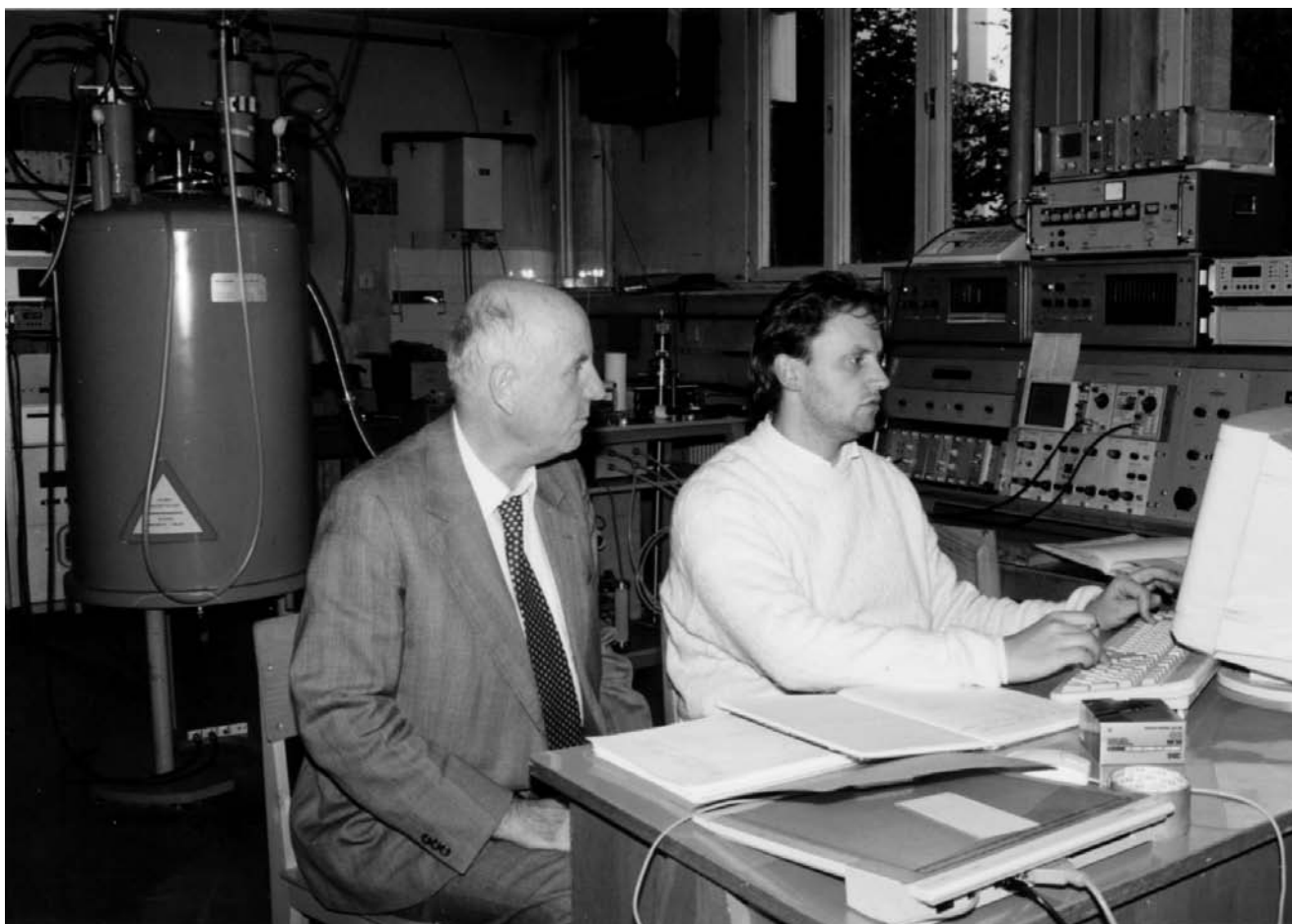
Američan **Edward Mills Purcell** je bil rojen leta 1912 v državi Illinois, umrl pa je leta 1997. Diplomiral je na univerzi Purdue leta 1933. Po izpopolnjevanju v Nemčiji je leta 1938 doktoriral na Harvardu, kjer je postal profesor leta 1948. Med letoma 1940 in 1946 je raziskoval v laboratoriju za sevanje na MIT. Raziskoval je tudi spektroskopijo radijskih valov v astronomiji.

Američan švicarskega rodu **Felix Bloch** je bil rojen leta 1905 v Zürichu, kjer postal diplomirani inženir. Nato se je odpravil v Leipzig, kjer je leta 1928 doktoriral in dobil štiri leta pozneje prvo profesorsko mesto. Vendar je že naslednje leto odšel zaradi Hitlerjevega prevzema oblasti. Leta 1934 se je naselil v ZDA in poučeval na univerzi Stanford, kjer je postal profesor leta 1936. Med letoma 1942 in 1945 je raziskoval v laboratoriju Los Alamos. Leta 1954 in 1955 je bil prvi generalni direktor CERN-a. Umrl je leta 1983 v Zürichu.

Sočasno z uveljavitvijo prvih revij, posvečenih NMR, se je začela tudi uporaba visoko ločljive NMR za študij faznih prehodov na IJS v začetku 60-ih let, ko je Blinc iz ZDA prinesel prve tekoče kristale. Novih prijemov se je v Ljubljani naučil tudi Doane, ki se je leta 1965 zaposlil na državni univerzi v Kentu. Istega leta je ljubljanska skupina dobila svojo drugo Kidričevo nagrado za raziskovanje tekočih kristalov. Leta 1966 so v Ljubljani organizirali mednarodni kongres za magnetno resonanco AMPERE, ki so se ga udeležili vsi tedaj vodilni znanstveniki po svetu. Krepile so se mednarodne povezave, saj je Blinc na ETH v Zürichu sodeloval tudi z R. B. Meyerjem.

Doanova raziskovalna skupina je leta 1986 odkrila polimersko porazdeljene tekoče kristale, pri katerih se je NMR izkazala še posebno uporabno za preučevanje dinamike molekul in faznih prehodov, čeprav ne ločimo med termotropnimi in liotropnimi tekočimi kristali.²

Leta 1974 sta Blinc in Boštjan Žekš objavila odmevno monografijo o feroelektrikih in antifero-



Mentor in njegov učenec pri delu. Foto: Marjan Smerke

²Ding, 1994, VII, 1

elektrikih. Naslednje leto sta Meyer in W. MacMillan objavila teorijo povprečnega polja za smektike. R. B. Meyer je napovedal možnost feroelektričnih tekočih kristalov leta 1974 in naslednje leto sintetiziral feroelektrik DOBAMBC skupaj z Liebertom, Strzeleckim in Kellerjem. Leta 1980 sta N. A. Clark in S. T. Lagerwall odkrila tehnološki pomen hitrih elektrooptičnih stikal iz feroelektričnih tekočih kristalov. Sledile so številne raziskave, ki jih je leta 1989 kronalo odkritje antiferoelektričnih in vmesnih feroelektričnih faz tekočih kristalov Chandanija in sodelavcev. Do leta 1990 so odkrili že 250 feroelektrikov, med njimi 50 tekočih kristalov po letu 1984.

Robert B. Meyer je magistriral in doktoriral leta 1970 na univerzi Harvard. Pozneje pa je vodil raziskovalno skupino na ETH-ju in na Južni pariški univerzi³ ter postal profesor fizike na Univerzi Brandeis, Waltham, Massachusetts.

Leta 2000 je Blinčeva ljubljanska skupina svoje četrto stoletja starejše delo o feroelektrikih in antiferoelektrikih lahko posvetila izključno tekočim kristalom in s tem zaokrožila tri desetletja raziskovanj. Uporaba NMR je omogočila zelo natančno spremljanje sprememb magnetnih polj molekul, predvsem vode, ob zveznih in nezveznih spremembah strukture snovi.⁴

Posebno uspešna je bila v raziskavah Blinčevega Odseka za fiziko trdne snovi pri študiju neurejenih feroelektričnih in antiferoelektričnih kristalov, predvsem inkomenzurabilnih sistemov, v katerih so na IJS odkrili solitone in dokazali obstoj fazonskih eksitacij. Pri inkomenzurabilnem faznem prehodu lahko na daljšem temperaturnem območju opazujemo spreminjanje velikosti osnovne celice, ki se pri navadnem prehodu zgodi v temperaturni točki. Inkomenzurabilnost raztegne fazni prehod od točke na široko temperaturno območje široko celo do 111 °C pri Rb_2ZnCl_4 .⁵ Raztegnitev faznega prehoda daje občutek o obstoju posebnega vmesnega stanja, podobno kot pri tekočih kristalih. Poskus z raztegnjenim faznim prehodom je podoben pogledu skozi mikroskop. Razkrije podrobnosti strukture opazovanega objekta, ki ga pri navadnih prehodih vidimo kot točko, podobno kot mikroskop razkrije sestavine, nevidne s prostim očesom. Na podoben način je Voltovo odkritje pred dvema stoletjema omogočilo daljši čas opazovanja električnih pojavov, ki so se v starejših poskusih s praznjenjem leydenske steklenice zgodili v trenutku.

Odkritelj solitonov, Škot **John Scott Russell** (* 1808; † 1882), je študiral na univerzah v Edinburgu, Glasgowu in Saint Andrews. Leta 1832/33 je prevzel prirodoslovna predavanja na univerzi v Edinburgu po umrlemu Johnu Lesliju (* 1766; † 1832), enemu najvidnejših zagovornikov Boškovičeve fizike. Pozneje je za *Union Canal Company* raziskoval plovbo parnikov po kanalu med Edinburgom in Glasgowom. Tu je leta 1838 prvič opazil soliton, ki ga je opisal šest let pozneje. Pojav je imenoval »val translacije«. Opazil je tudi, da solitona po srečanju preideta drug čez drugega brez posebnih sprememb, kar je ob ponovnem odkritju 130 let pozneje navdušilo raziskovalce. Vendar Russell v svojem času prevlade valovne teorije ni mogel videti podobnosti med solitonom in delcem. Svoja opazovanja je pozneje uporabil pri konstrukciji ladij.

Na evropski celine Russellovo odkritje ni bilo opazeno. Kritizirala sta ga britanska rojaka, astronom George Biddel Eary (* 1801; † 1892) in vodilni britanski hidrodinamik George Gabriel Stokes (* 1819; † 1903), ki ni verjel v obstoj solitona.⁶ Čeprav se je Descartesova teorija vrtincev v 19. stoletju kljub Newtonovi kritiki močno razvila v delih Ampèra, Faradaya, Maxwella in Helmholtza, je bilo na sistematično teorijo nelinearnih nihanj in valov treba počakati vse do teorije solitonov v vakuumu razvite v drugi polovici 20. stoletja.

4 SKLEP

Profesor Blinc je bil dekan Fakultete za naravoslovje in tehnologijo (FNT) in predstojnik Raziskovalne skupnosti Slovenije, dolgoletni podpredsednik SAZU (oktober 1980–6. 5. 1999) in decembra 2007 dobitnik »Zlatega znaka MPŠ« za izredne zasluge pri ustanovitvi, razvoju in delovanju Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana. 24. novembra 2008 je dobil Zoisovo nagrado za življenjsko delo na področju fizike trdne snovi. Akademik Robert Blinc je v svojem znamenitem laboratoriju Odseka za fiziko trdne snovi (F5) na Institutu »Jožef Stefan« vzgojil cele generacije danes vplivnih znanstvenikov.

Imel je izjemen dar za mednarodno sodelovanje: številni tujci, ki so gostovali na F5, se niso mogli načuditi izjemno sodobni laboratorijski opreми, sestavljeni po zadnjih dosežkih vakuumske tehnike. Po drugi strani so občudovali varčnost odseka F5, ki jo je svojevrstno kazila le majhna lepota napaka:

³ Lagerwall, 1999, 1–5, 405; Blinc, Žekš, 1974, 150; Čepič, 1998, 14; Muševič, Blinc, Žekš, 2000, XI, 1

⁴ Blinc, 2000, 143; Doane, 1

⁵ Južnič, 1980, 29; Blinc, Žumer, Rutar, Seliger, Južnič, 1980, 610

⁶ Filippov, 1986, 34, 36–38, 42

električne luči so bile vseskozi prižgane. Profesor Blinc se je vsako jutro sprehodil skozi laboratorije in sodeloval pri tradicionalni čajanki. Njegov sprehod med sodelavci je bil močno podoben ravnanju Ernesta Rutherforda v Cavendishovih laboratorijih. Oba sta znala pokazati vsem sodelavcem, da ju njihovo delo zanima, obenem pa, da pričakujeta čimprejšnje rezultate, torej objave.

Sodobna vakuumaska tehnika laboratorijev F5 je navduševala vse obiskovalce in sodelavce od učenjakov pa vse do snažilok. Tako smo nekoč snažilko Bosiljko opozarjali, da mora svojo zapestno uro spraviti med čiščenjem okoli močnega NMR magnetu v odseku F5, saj bi se sicer ura utegnila namagnetiti in ne bi več kazala prav. Ko smo vrlo dekletu naslednji dan pobarali, ali se je ravnala po naših navodilih, je ponosno zagotovila: »Seveda, uro sem med čiščenjem spravila v žep!«

Literatura

- Blinc, Robert, Žekš, Boštjan. 1974. *Soft Modes in Ferroelectrics and Antiferroelectrics*. Amsterdam: North Holland Publishing Company
- Blinc, Robert; Žumer, Slobodan; Rutar, V; Seliger, J. 1980. ^{87}Rb Spin-Lattice Relaxation in the Incommensurate Phase of Rb_2ZnCl_4 . *Phys. Rev. Letters*, 44/9: 609–612
- Čepič, Mojca. 1998. Polarni smektiki. *Obz. Mat. Fiz.* 45/1: 14–28
- Doane, J. William. www.lci.kent.edu/researchhistory.html. Research History of the Liquid Crystal Institute. 1–3
- Filippov, A. I. 1986. *Mnogolikii soliton*. Moskva: Nauka
- Južnič, Stanislav. 1980. *Študij inkomenzurabilnega faznega prehoda v Rb_2ZnCl_4* . Diplomsko delo na Univerzi v Ljubljani
- Lagerwall, Sven Torbjörn. 1999. *Ferroelectric and Antiferroelectric Liquid Crystals*. Weinheim: Wiley-VCH
- Muševič, Igor, Blinc, Robert, Žekš, Boštjan. 2000. *The Physics of Ferroelectric and Antiferroelectric Liquid Crystals*. Singapore: World Scientific
- Osredkar, Milan; Polnec, Natalija (ur.). 2000. *Prireditve o IJS*. Ljubljana: IJS

KRATKE DRUŠTVENE NOVICE

32. seja izvršnega odbora DVTS, 20. oktober 2011

Izvršni odbor je obravnaval zaključni poročili o organizaciji dveh pomembnih znanstvenih srečanj, in sicer »18th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique«, Bohinj, 2.–3. junija 2011, ter »112th IUVSTA Executive Council Meeting«, združenega s konferenco »4th International Conference on Advanced Plasma Technologies«, Strunjan, 9.–13. september 2011. Ugotovil je, da sta bili obe srečanja vzorno organizirani in na zavidljivem znanstvenem nivoju. Zahvaljujemo se glavnemu sponzorju, Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) za sofinanciranje organizacije obeh srečanj.

V letu 2012 Hrvaško vakuumsko društvo organizira tradicionalno znanstveno srečanje vakuumistov srednje Evrope »14th Joint Vacuum Conference«, ki bo v Dubrovniku, 4.–8. junija 2012, in DVTS vabi člane k čim večji udeležbi. Za vabljenega predavatelja na tem znanstvenem srečanju smo evidentirali prof. dr. Alfreda Juana z Instituta na kovinske materiale in tehnologije in dr. Ito Junkar z Instituta »Jožef Stefan«.

Dogovorili smo se tudi za organizacijo tečaja »Osnove vakuumске tehnike« in pooblastili dolgoletnega člana Bojana Jenka za vodenje in koordiniranje organizacije tega tečaja. DVTS vabi člane, da se udeležijo tega tečaja, ki bo predvidoma marca 2012. Podrobnejše informacije bodo na voljo v naslednji številki Vakuumista, ki izide konec letošnjega leta.

OBVESTILO O TEČAJU OSNOVE VAKUUMSKE TEHNIKE ZA MLADE RAZISKOVALCE

V mesecu februarju ali marcu 2012 bo Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije organiziralo dvodnevni tečaj iz osnov vakuumске tehnike za mlade raziskovalce. Tečaj bo potekal na Institutu »Jožef Stefan« in na Inštitutu za kovinske materiale in tehnologije v Ljubljani. Obsegal bo teoretični in praktični del.

Na tečaj se prijavite doc. dr. Janezu Kovaču na elektronski naslov: janez.kovac@ijs.si.

Vabljeni.

Dr. Janez Kovač, tajnik DVTS
Institut »Jožef Stefan«
Jamova 39, 1000 Ljubljana
tel.: 01 477 3403
e-pošta: janez.kovac@ijs.si

DRUŠTVENE NOVICE

NAŠE DRUŠTVO JE ORGANIZIRALO 112. SESTANEK IZVRŠILNEGA ODBORA MEDNARODNE VAKUUMSKE ZVEZE IUVSTA

Predstavniki mednarodne vakuumske zveze IUVSTA (*International Union for Vacuum Science, Technique and Applications*) se srečujejo vsakega pol leta na rednih sestankih izvršilnega odbora (angl. *Executive Council Meeting*). Kraj in čas sestanka se navadno določita na enem od predhodnih srečanj, značilno leto dni pred aktualnim sestankom. Na 110. sestanku, ki je bil lani konec avgusta v Pekingu na Kitajskem, je za organizacijo letošnjega jesenskega sestanka izvršilnega odbora kandidiralo tudi naše društvo in prejelo precej večje število glasov od konkurenčnih predlogov. Od 9. do 11. septembra 2011 smo tako v Strunjanu gostili udeležence 112. sestanka izvršilnega odbora društva.

Sestanek je potekal po ustaljenem dnevnem redu: v petek in soboto so bili sestanki posameznih društvenih komitejev (angl. *committees*) in znanstvenih odsekov (*divisions*). Mednarodna zveza ima naslednje komiteje (v oklepaju je naveden predsedujoči komiteja za čas mandata med letoma 2010 in 2013): za nagrade in štipendiranje (Xu Chen, Kitajska), za načrtovanje kongresov (Lars Montelius, Švedska), za izobraževanje (Miran Mozetič, Slovenija), za nove članice (Joe Green, ZDA), za finance (François Reniers, Belgija), za dolgoročno načrtovanje aktivnosti (Mariano Anderle, Italija), za publicistično dejavnost (Ivan Petrov, ZDA) in za statusne zadeve (Ron Reid, Velika Britanija).

Znanstvene aktivnosti usmerjajo naslednji odseki: za znanost o površinah (Peter Varga, Avstrija), uporabno znanost o površinah (László Kövér, Madžarska), biološke plasti (Anouk Galtayries, Francija), elektronske materiale (Pascal Doppelt, Francija), nanomaterialie (Hongjun Gao, Kitajska), plazemsko znanost in tehniko (Mark Kushner, ZDA), inženirstvo površin



Slika 1: Predsednik in bivši predsednik zveze IUVSTA, dr. Jean-Jacques Pireaux, profesor na Univerzi v Namurju, Belgija (levo), in dr. Bill Rogers, direktor Centra za raziskave energijskih virov iz Idaha, ZDA (desno)



Slika 2: Funkcionarji mednarodne zveze IUVSTA. Od leve proti desni: Christoph Eisenmenger - Sittner (znanstveni tajnik), dr. Bill Rogers (bivši predsednik), prof. dr. Mariano Anderle (prihodnji predsednik), dr. David Ruzic (predsedujoči direktoratu za znanost in tehnologije), dr. Ron Reid (generalni tajnik), prof. dr. François Reniers (blagajnik), prof. dr. Jean-Jacques Pireaux (sedanji predsednik) in dr. David Sykes (zapisnikar).



Slika 3: Predsednik sekcije za tanke plasti, prof. dr. Alberto Tagliaferro (levo), in predsednik odbora za izobraževanje, prof. dr. Miran Mozetič (desno), pripravljata sodobne oblike spletnega izobraževanja.

(Ivan Petrov, ZDA), tanke plasti (Alberto Tagliaferro, Italija) in vakuumsko znanost (Manfred Leisch, Avstrija). V nedeljo, 11. 9. 2011, pa je bil sestanek zastopnikov nacionalnih vakuumskih društev, ki je najvišje telo mednarodne zveze.

Mednarodna zveza IUVSTA skrbi za razvoj vseh vej vakuumске znanosti in tehnike ter za popularizacijo vakuumistike. Pomembno vlogo igrajo različni kongresi in konference. Največji kongres pod okriljem mednarodne zveze IUVSTA je brez dvoma Mednarodni vakuumski kongres, ki poteka vsaka 3 leta. Navadno kongres zaporedoma organiziramo v Evropi, Aziji in Ameriki. Prihodnji kongres bo poleti 2013 v Parizu, naslednji pa poleti 2016 v mestu Pusan v Koreji. Pod okriljem zveze IUVSTA navadno poteka nekaj konferenc vsako leto. Med konferencami, ki so poznane širšemu krogu bralcev Vakuumista, velja omeniti konference o materialih in tehnologijah, ki jih



Slika 4: Predstavnik Republike Koreje, prof. dr. Jin-Hyo Boo, med razgovorom s predstavnikom Švedske, prof. dr. Ulfom Karlssonom.

vsako leto organizira dolgoletna aktivna članica DVTS Monika Jenko, letos pa smo pod okriljem zveze IUVSTA organizirali tudi 4. mednarodno konferenco o naprednih plazemskih tehnologijah.

IUVSTA moralno in materialno podpira organizacijo specializiranih tematskih delavnic. Za kritje dela stroškov v zvezi z organizacijo tematskih delavnic namenja IUVSTA po 6 000 evrov subvencij za posamezno tematsko delavnico. Navadno zveza subvencionira organizacijo po šestih tematskih delavnicah v posameznem triletnem obdobju. Predlog za organizacijo posamezne tematske delavnice lahko pripravi kateri koli član nacionalnega vakuumskega društva in mora biti usklajen s politiko posameznega znanstvenega odseka. IUVSTA še posebej podpira organizacijo tematske delavnice, katere vsebina je skladna z usmeritvijo dveh znanstvenih odsekov. Tako je na primer v letu 2009 podprla organizacijo tematske delavnice o plazemski sintezi nanomaterialov, ki je plod usklajenega delovanja Odseka za plazemsko znanost in tehniko ter Odseka za nanomateriale. Tematsko delavnico smo organizirali člani DVTS in je imela uradni naziv 62nd International IUVSTA Workshop on Plasma Synthesis and Modification on Nanomaterials (Bohinj, 14.–18. 6. 2010).

Mednarodna zveza IUVSTA ima na voljo tudi precejšen proračun za podporo organizacije tečajev vakuumске tehnike ali tehnologij. Tečaje lahko organizirajo posamezna nacionalna društva v državah s podpovprečnim bruto produktom na prebivalca, tako da Slovenija ne spada med upravičence za črpanje teh sredstev. Značilno se tečaji organizirajo takoj pred kakšno mednarodno konferenco ali po njej, s čimer se zagotovi primerno število slušateljev. Tečaji so namenjeni tako raziskovalcem kot inženirjem, ki pri svojem delu uporabljajo vakuum. Poleg teh tečajev so na voljo tudi sredstva za subvencioniranje organizacije poletnih šol vakuumске tehnike, ki so značilno namenjene



Slika 5: Predsedniki znanstvenih odsekov za biološke plasti, prof. dr. Anouk Galtayries iz Pariza (levo), prof. dr. Alberto Tagliaferro iz Torina (v sredini) in prof. dr. Peter Varga z Dunaja (desno), pripravljajo skupno tematsko delavnico.

dodiplomskim in podiplomskim študentom. Tudi za poletne šole velja, da so značilno organizirane v državah s podpovprečnim družbenim produktom. Odbritev sredstev IUVESTA za organizacijo tečajev in poletnih šol obravnava Komite za izobraževanje, potrdi pa izvršilni odbor društva na svojih rednih polletnih sestankih. Značilni prispevek IUVESTA je okoli 3000 evrov za posamezen tečaj ali šolo.

Zveza IUVESTA ima na voljo tudi sredstva za izmenjavo mlajših raziskovalcev, prednostno so to podoktorski študentje. Tudi tovrstna sredstva so značilno namenjena raziskovalcem, ki prihajajo iz dežel s podpovprečnim bruto družbenim produktom.

Vloge obravnava Komite za nagrade in štipendiranje in potrdi izvršilni odbor mednarodne zveze.

112. sestanek izvršilnega odbora vakuumske zveze v Strunjanu je potekal v prijetnem delovnem ozračju. Srečanje je omogočilo izmenjavo mnenj o aktualnih smernicah razvoja vakuumske znanosti in tehnike in pripravo predlogov za prihodnje aktivnosti. Udeleženci iz več kot 25 držav so se pri nas dobro počutili, za kar gre prvenstveno zahvala lokalnim organizatorjem, katerih vodja je bil dolgoletni član DVTS Uroš Cvelbar.

prof. dr. Miran Mozetič

4. MEDNARODNA KONFERENCA O NAPREDNIH PLAZEMSKIH TEHNOLOGIJAH

Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije je organiziralo konferenco z nazivom »4th International Conference on Advanced Plasma Technologies« (ICAPT – 2011). Konferenca je potekala v hotelu Salinera v Strunjanu med 11. in 13. septembrom 2011. ICAPT-konference obsegajo nova področja uporabe termodinamsko neravnovesne plinske plazme za modifikacijo sodobnih materialov. Letošnja konferenca je bila osredinjena na različne materiale iz ogljika od večplastnih grafenskih struktur do polimernih materialov. Za predavatelje na konferenci vselej izberemo vrhunske mednarodno priznane raziskovalce na svojih področjih. Drugi udeleženci predstavijo svoje dosežke v obliki posterjev. Z omejenim številom predavateljev zagotovimo visok nivo kakovosti in omogočimo dovolj časa za diskusije, tako formalne kot neformalne.

Prvo predavanje na odprtju je imel prof. dr. Jean-Jacques Pireaux z Univerze v Namurju v Belgiji. Kratek življenjepis prof. Pireauxa smo predstavili letošnji številki revije *Vakuumist* (31/1). Tedaj je bil predstavljen kot novi predsednik mednarodne vakuumske zveze IUVESTA, na konferenci ICAPT – 2011 pa je bil povabljen kot vrhunski strokovnjak s področja plazemske modifikacije ogljikovih nanocevk. Sledila so predavanja uglednih strokovnjakov iz Japonske, ZDA, Koreje in držav Evropske unije: Mineu Hiramatsu, Hiroki Kondo, Andreas Hollander, Masaharu Shiratani, Karin Stana – Kleinschek, Xiao Xia Zhong, Masaru Hori, David Ruzic, Richard Clergereaux, Jin Hyo Boo, Mahoko Sekine, Christina Canal, Sung O Kim, Petr Humpolíček in Zoran L. Petrović.

Predavatelje in njihov vrstni red smo izbrali tako, da so zaobsegli najpomembnejše vidike obdelave ogljikovih materialov, kakor tudi najpomembnejše tehnološke prijeme pri pripravi ustrezne plazme in njene karakterizacije. Sedaj je morebiti najbolj vroča tema pri plazemskem inženirstvu ogljikovih materialov sinteza

večplastnih pravokotnih grafenskih struktur, ki na različnih podlagah tvorijo valovito strukturo z izredno natančno določenimi dimenzijami in periodo. Preliminarne teoretične napovedi, ki v precejšnji meri temeljijo na simulacijah raziskovalcev, ki so se udeležili naše konference kot vabljeni predavatelji, namreč nakazujejo zanimive aplikacije tovrstnih materialov v biomedicini in farmaciji. O sintezi tovrstnih materialov so pred nekaj leti prvi na svetu poročali prav udeleženci naše konference z univerze v Nagoji na Japonskem. Čeprav potekajo intenzivne raziskave metod za sintezo tovrstnih materialov v marsikaterem plazemskem laboratoriju po svetu, obstaja sedaj zgolj ena monografija na to temo. Oba avtorja sta se udeležila konference kot vabljeni predavatelja.

Pri raziskavah modifikacije materialov je ključnega pomena uporaba sodobnih plazemskih reaktorjev, ki morajo zagotavljati primerno količino in razporeditev reaktivnih delcev. Nekaj predavanj je bilo zaradi tega posvečenih najnovejšim dosežkom pri razvoju stabilnih plazemskih reaktorjev, ki delujejo pri atmosferskem tlaku. Poseben izziv so mikroskopske razelektritve, ki omogočajo pripravo strogo omejene plazme, primerne za zdravljenje rakastih obolenj *in vivo*. Gre za najnovejše dosežke na področju plazemske biomedicine, ki bodo morebiti v prihodnje vodili k programiranju celične smrti rakastih celic, in so pomembna alternativa razvoju postopkov zdravljenja rakastih obolenj, ki temeljijo na uporabi magnetoliposomov za lokalizirano doziranje kemoterapevtikov. Gre za enega od najnovejših dosežkov slovenskih raziskovalcev z Instituta »Jožef Stefan« pod vodstvom prof. ddr. Borisa Turka.

Določanje gostote reaktivnih plazemskih delcev, ki se nahajajo v metastabilnih vzbujenih stanjih, je bilo vselej svojevrsten izziv za plazemske znanstvenike. Na konferenci je bila predstavljena nova metoda, ki temelji na absorpciji vakuumske ultraviolečne svetlobe in stan-

dardne fluorescence, povzročene z večfotonsko lasersko ekscitacijo. V svetu namreč potekajo intenzivne raziskave interakcije plazme z različnimi materiali in najnovejši rezultati teh raziskav nakazujejo hipotezo, po kateri naj bi intenzivne kemijske reakcije potekale predvsem preko interakcije z metastabilnimi atomi, medtem ko naj bi bile interakcije z atomi v osnovnem elektronskem stanju manj pomembne in v nekaterih primerih celo povsem zanemarljive.

V okviru konference smo organizirali manjšo tematsko delavnico o plazemski modifikaciji polimernih materialov. Gre za ključni tehnološki postopek, ki je predmet obširnih raziskav v okviru centra odličnosti za polimerne materiale – kratko »PoliMaT«. Čeprav se plazemska modifikacija polimerov široko uporablja v različnih industrijskih panogah, natančna razlaga pojava na atomskem nivoju še ni na voljo.

Pri grobih plazemskih obdelavah pomanjkanje razumevanja interakcije med plazemskimi delci in površino polimernih materialov niti ni moteče – tehnološki postopki dajejo dobre rezultate, tako da si nihče posebej ne beli glave z razumevanjem pojavov. Pri delikatnih tehnoloških postopkih za obdelavo organskih tkiv, celic, vlaken in podobnega pa prav pomanjkanje poznanja temeljnih procesov otežuje in v nekaterih primerih celo onemogoča razvoj zanesljivega tehnološkega postopka. Biološki materiali so namreč značilno zelo kompleksni in že majhni odmiki od najbolj verjetne sestave lahko povzročijo bistvene spremembe v njihovem vedenju na površini plazemsko obdelanih polimernih materialov. Posebej muhasti so proteini iz bioloških tekočin, ki v splošnem izkazujejo dobro prilagodljivost na različne funkcionalne skupine, ki jih ustvarimo na površini polimera s plazemsko obdelavo.

Okrogla miza, ki smo jo organizirali v okviru konference, seveda ni mogla razčistiti mnogih paradoksov, s katerimi se srečujejo eksperimentalisti, je pa pomembno prispevala k izmenjavi mnenj in eksperimentalnih izkustev, katerih rezultati se značilno ne omenjajo v znanstvenih člankih.

Udeležba na konferenci je bila odlična priložnost za mlajše raziskovalce, da spremljajo predavanja vrhunskih strokovnjakov in s tem pridobivajo informacije, ki pri formalnem doktorskem študiju značilno niso predmet predavanj. Mlajši raziskovalci so svoje dosežke predstavili v obliki posterjev. Po ustaljeni praksi smo tudi letos podelili priznanje in nagrado za najboljši prispevek. Komisija v sestavi prof. dr. Jean-Jacques Pireaux, doc. dr. Uroš Cvelbar in prof. dr. Mahoko Sakine je natančno pregledala vse posterje. Pri ocenjevanju je poleg znanstvene vsebine plakata in privlačnosti predstavljenega gradiva upoštevala tudi jasnost predstavitve in pravilnost odgovorov avtorja na zastavljena vprašanja članov komisije. Poleg tega nagrade ne more prejeti avtor, ki je že bil nagrajen na eni od prejšnjih konferenc ICAPT. Nekateri prispevki mlajših raziskovalcev so bili dejansko vrhunski, tako da je imela komisija zelo težko delo pri izbiri najboljšega med dobrimi.

Na letošnji konferenci ICAPT je nagrado za najboljši poster prejel František Bílek za delo z naslovom »Preparation of active antibacterial polymer substrate via plasma treatment and grafting of acrylic acid« avtorjev F. Bílek, M. Lehocný, M. Sedlačík, A. Asadinezhad, I. Novák, A. Popelka, M. Števiar in I. Junkar.

prof. dr. Miran Mozetič



Slika 1: Prof. dr. Jean-Jacques Pireaux med predavanjem o plazemski aktivaciji ogljikovih nanocev za boljši oprijem nanoskupkov katalitičnega materiala



Slika 2: Predavanje prof. Pireauxa je vzbudilo obilo zanimanja med občinstvom. Na fotografiji prof. Hori zastavlja vprašanje, levo je prof. Hiramatsu, desno dr. Hollander.



Slika 3: Prof. dr. Mineu Hiramatsu je predstavil plazemsko sintezo večplastnih grafenskih struktur. Pri založbi Springer je pravkar izšla njegova knjiga »Carbon Nanowalls«.



Slika 6: Poslušalce je pritegnilo predavanje dr. Hollanderja.



Slika 4: Prof. dr. Hiroki Kondo z Univerze v Nagoji, Japonska, med predavanjem o usmerjeni rasti grafenskih plasti



Slika 7: Eksperimentalist in teoretik prof. dr. Masaharu Shiratani z Univerze Kyushu v Fukushima, Japonska (levo), in prof. dr. Xiao Xia Zhong z Univerze Jiao Tong v Šanghaju, Kitajska (desno)



Slika 5: Dr. Andreas Hollander, Fraunhoferjev institut iz Potsdama pri Berlinu med predavanjem o plazemski modifikaciji polimernih materialov za boljši oprijem biokompatibilnih prevlek



Slika 8: Prof. dr. Masaru Hori z Univerze v Nagoyi, Japonska, je predaval o metodi za merjenje gostote metastabilno vzbujenih kisikovih atomov, ki jo je razvil v svojih laboratorijih.



Slika 9: Prof. dr. David Ruzic z Univerze Illinois, Urbana – Champaign, ZDA, je energično predaval o razvoju močnostnih naprav za ustvarjanje plazme pri atmosferskem tlaku.



Slika 12: prof. dr. Makoho Sekine med razlaganjem pojava selektivnega plazemskega jedkanja silicijevih materialov za novo generacijo mikroprocesorjev



Slika 10: Prof. dr. Richard Clergereaux z Univerze Paul Sabatier, Toulouse, Francija, je predaval o rasti organskih nanodelcev v mikrovalovni razelektivni, ki izkorišča pojav elektronske ciklotronske resonance.



Slika 13: Prejemnik nagrade za najboljši poster F. Bílek (desno) in predsednik organizacijskega odbora doc. dr. Uroš Cvelbar (levo) med slovesnostjo ob podelitvi nagrade



Slika 11: Prof. dr. Jin Hyo Boo z univerze Sungkwunkwan v mestu Suwon, Koreja, je predaval o plazemski sintezi nanodelcev.



Slika 14: Prof. dr. Zoran Petrović z Instituta za fiziko iz Beograda slovi po svetu kot izredno atraktiven predavatelj. Tokrat je predaval o novi metodi za določanje nanoporoznosti materialov.

Flash&Go™

ARM200F TEM with Cold FEG

GaN [211] HAADF at 200 kV

ABF, HAADF and EELS
Ca₃Co₄O₉ (110)

Data courtesy of Dr. Robert Klie,
University of Illinois at Chicago

Visualization of hydrogen atomic columns in YH₂
by ABF imaging (Y = red, H = green) Data courtesy
of Ryo Ishikawa and Dr. Eiji Abe (The University of Tokyo)

Unrivalled flash speed
Unrivalled raw data

Visit www.jeolusa.com/FlashandGo

Atomic Resolution S/TEM



JEOL

Another
Extreme Imaging
Solution

Global Solutions Provider for Advanced Technology

www.jeol.com

sales@jeol.fr sales@jeol.it

scan

SCAN d.o.o. Preddvor

Breg ob Kokri 7 · SI-4205 Preddvor · Phone +386-4-2750200
Fax +386-4-2750420 · scan@siol.net

