

**INSTITUT ZA FIZIKU
ZAGREB**

**GODIŠNJI IZVJEŠTAJ
ZA 1999. GODINU**

**BIJENIČKA C. 46, P.P. 304, 10000 ZAGREB - REPUBLIKA HRVATSKA
TELEFON: (01)4680-211, TELEFAX:(01)4680-399, 4680-397
<http://www.ifs.hr/>**

Sadržaj

1. STRUKTURA INSTITUTA	2
1.1. ORGANI INSTITUTA	2
1.2. POPIS DJELATNIKA INSTITUTA.....	2
2. IZVJEŠTAJI O RADU NA PROGRAMU TRAJNE ISTRAŽIVAČKE DJELATNOSTI	5
2.1. ATOMSKI SUDARI NISKE ENERGIJE U PLINOVIMA I PLAZMI	6
2.2. LASERSKO VOĐENJE I DIJAGNOSTIKA PROCESA U PARAMA I PLAZMI	9
2.3. NOVI MOLEKULARNI VODIČI	16
2.4. METALNA STAKLA I VISOKOTEMPERATURNI SUPRAVODIČI	22
2.5. ELEKTRONSKA SVOJSTVA LOKALNO KORELIRANIH SISTEMA.....	26
2.6. STRUKTURNE MODULACIJE U NOVIM SINTETIČKIM MATERIJALIMA.....	31
2.7. KOMPLEKSNI MODULIRANI SISTEMI: OSNOVNA STANJA I POBUĐENJA.....	34
2.8. FIZIKA POVRŠINA I ADSORBIRANIH SLOJEVA	42
2.9. TEORIJA KRITIČNIH POJAVA I NISKODIMENZIONALNIH SISTEMA	49
3. OSTALE AKTIVNOSTI INSTITUTA.....	54
3.1. SEMINARI.....	54
3.2. KNJIŽNICA.....	58
3.3. IZVJEŠTAJ O NAPREDOVANJU SURADNIKA.....	59
3.4. SUDJELOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSLIJEDIPLOMSKOJ NASTAVI.....	60
3.5. KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORAVCI U 1999.	61
4. PRILOG: NEKI OSNOVNI POKAZATELJI INSTITUTA ZA FIZIKU.....	i

1. STRUKTURA INSTITUTA

1.1. ORGANI INSTITUTA

Ravnatelj Instituta za fiziku:

Dr.sc. Čedomil Vadla, viši znanstveni suradnik

Upravno vijeće:

Akademik Slaven Barišić,	predsjednik
Dr.sc. Mladen Prester,	član
Prof. dr.sc. Vjera Krstelj,	član

Znanstveno vijeće:

Dr.sc. Katarina Uzelac, predsjednica do 10.05.1999.

Dr.sc. Milorad Milun, predsjednik od 11.05.1999.

1.2. POPIS DJELATNIKA INSTITUTA

Znanstvenici:

Ivica Aviani, dr.sc.	- asistent (viši asistent od 20.12.1999.)
Davorka Azinović, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Ivo Batistić, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Robert Beuc, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Katica Biljaković, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Nazif Demoli, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Đuro Drobac, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Jadranko Gladić, mr.sc.	- asistent (stručni suradnik od 20.12.1999.)
Zvonko Glumac, dr.sc.	- asistent (do 01.02.1999.)
Branko Gumhalter, dr.sc.	- znanstveni savjetnik
Bojana Hamzić, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Berislav Horvatić, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Vlasta Horvatić, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Jovica Ivkov, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Davorin Lovrić, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Jağoda Lukatela, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Željko Marohnić, dr.sc.	- asistent (viši asistent od 20.12.1999.)
Ognjen Milat, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Slobodan Milošević, dr.sc.	- znanstveni savjetnik
Milorad Milun, dr.sc.	- znanstveni savjetnik
Marko Miljak, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Mladen Movre, dr.sc.	- znanstveni savjetnik
Miroslav Očko, dr.sc.	- znanstveni suradnik

Petar Pervan, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Goran Pichler, dr.sc.	- znanstveni savjetnik
Mladen Prester, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Ana Smontara, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Krešimir Šaub, dipl.inž.	- asistent (stručni suradnik od 20.12.1999.)
Silvia Tomić, dr.sc.	- znanstveni savjetnik
Eduard Tutiš, dr.sc.	- znanstveni suradnik
Katarina Uzelac, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Čedomil Vadla, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Damir Veža, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Zlatko Vučić, dr.sc.	- viši znanstveni suradnik
Veljko Zlatić, dr.sc.	- znanstveni savjetnik

Znanstveni novaci:

Ante Aničić, mr.sc.	
Ticijana Ban, dipl.inž.	
Osor Slaven Barišić, dipl.inž.	
Ante Bilušić, mr.sc. od 28.12.1999.	
Nevenko Biškup, dr.sc. - 15.01.1999.	sporazumni raskid ugovora o radu
Marko Kralj, dipl. inž.	
Irena Labazan, dipl.inž.	
Hrvoje Skenderović, dr.sc. od 12.02.1999.	
Damir Starešinić, dipl.inž.	
Antonio Šiber, mr.sc. od 07.10.1999.	
Tomislav Vuletić, dipl.inž.	

Tehničari:

Krešimir Drvodelić,	ostali poslovi II vrste
Branko Kiš,	viši tehničar II vrste
Marjan Marukić,	viši tehničar II vrste
Josip Pogačić,	viši tehničar II vrste
Milan Sertić,	tehničar III vrste
Alan Vojnović,	viši tehničar II vrste
Milan Vukelić,	tehničar III vrste

Opći i zajednički poslovi:

Mladen Bakale,	voditelj III vrste
Ivanka Bakmaz,	namještenica III/4 vrste
Marija Baričević,	tajnički poslovi III vrste
Golubica Begić,	namještenica bez sprema
Marica Fučkar-Marasović, prof.	- bibl.spec.

Željko Kneklin, dipl.oec.
Matilda Kolarić,
Nevenka Kralj,
Gordana Lončarević
Vesna Lončarević,
Darko Oštarčević,
Nataša Pilko
Jadranka Rajić, dipl. pravnik
Željko Rogin,
Draženka Zajec,

- šef računovodstva i nabave
namještenica niže spreme
namještenica III/4 vrste
namještenica niže spreme od 15.02.1999.
namještenica niže spreme
predradnik IV vrste zvanja
namještenica niže spreme od 11.01.1999.
- tajnica Instituta
voditelj odsjeka III vrste
namještenica niže spreme

**2. IZVJEŠTAJI O RADU NA PROGRAMU TRAJNE
ISTRAŽIVAČKE DJELATNOSTI
"Fizika kondenzirane materije, plinova i plazme"
(003501)**

Temeljna znanstvena istraživanja organizirana su po znanstveno-istraživačkim skupinama (temama) financiranim od Ministarstva znanosti i tehnologije RH:

1. **Atomski sudari niske energije u plinovima i plazmi (00350101)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Čedomil Vadla**, znanstveni suradnik
(viši znanstveni suradnik)
2. **Lasersko vođenje i dijagnostika procesa u parama i plazmi (00350102)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Goran Pichler**, znanstveni savjetnik
3. **Novi molekularni vodiči (00350103)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Silvia Tomić**, viši znanstveni suradnik
(znanstveni savjetnik)
4. **Metalna stakla i visokotemperaturni supravodiči (00350104)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Jagoda Lukatela**, znanstveni suradnik
(viši znanstveni suradnik)
5. **Elektronska svojstva lokalno koreliranih sistema (00350105)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Veljko Zlatić**, znanstveni savjetnik
6. **Strukturne modulacije u novim sintetičkim materijalima (00350106)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Zlatko Vučić**, znanstveni suradnik
(viši znanstveni suradnik)
7. **Kompleksni modulirani sistemi: osnovna stanja i pobuđenja (00350107)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Katica Biljaković**, viši znanstveni suradnik
8. **Fizika površina i adsorbiranih slojeva (00350108)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Branko Gumhalter**, znanstveni savjetnik
9. **Teorija kritičnih pojava i niskodimenzionalnih sistema (00350109)**
Glavni istraživač: **dr.sc. Katarina Uzelac**, viši znanstveni suradnik

2.1. ATOMSKI SUDARI NISKE ENERGIJE U PLINOVIMA I PLAZMI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr.sc. Čedomil Vadla, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: dr.sc. Mladen Movre, znanstveni savjetnik
dr.sc. Robert Beuc, znanstveni suradnik
dr.sc. Vlasta Horvatić, znanstveni suradnik

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Sažeti opis istraživanja koja su rezultirala radovima navedenim pod točkama [1] i [6] izložen je u godišnjem izvještaju za 1997., dok se sažetak za rad pod točkom [5] može naći u našem izvještaju za 1998. godinu.

U radu [2] objavljeni su rezultati mjerenja temperaturne ovisnosti udarnog presjeka σ_{4D} za proces *energy pooling* $\text{Na}(3P) + \text{Na}(3P) \rightarrow \text{Na}(4D) + \text{Na}(3S)$. Rezultati drugih autora za $T = 597 \text{ K}$ i $T = 483 \text{ K}$ sugerirali su da taj udarni presjek opada povećanjem temperature, što bi bilo u suprotnosti teoriji i drugim eksperimentima za slične procese. Naša mjerenja udarnog presjeka σ_{4D} za temperature od 567 do 705 K pokrivaju i dosad eksperimentalno neistraženo visokotemperaturno područje. Atomi natrija pobuđivani su u kvaziklasičnom krilu D1 linije koristeći *cw* laser s bojama te je mjerena intenzitet fluorescencije $4D \rightarrow 3P_{3/2}$ linije u odnosu na intenzitet optički tankog kvazistatičkog krila D2 linije. Također su određene prostorna raspodjela gustoće atoma natrija u stanju $3P_{3/2}$ te gustoća atoma u osnovnom stanju. Korištena metoda ima prednost jer je njome u potpunosti izbjegnuta potreba uzimanja u obzir utjecaja zarobljavanja zračenja 3P nivoa, koji je značajan pri eksperimentalnim gustoćama atoma $10^{14} - 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Mjerenja su pokazala da udarni presjek u istraživanom temperaturnom području raste kao $\sim \exp(-\Delta E/kT)$. Iz eksperimenta smo odredili $\Delta E = (608 \pm 95) \text{ cm}^{-1}$, što se izvrsno slaže s energijom defekta (613 cm^{-1}) istraživanog procesa.

Poluklasične metode računanja optičkih spektara dvoatomskih molekula, zasnovane na uniformnoj Airy-aproksimaciji, te metodi *Fast Fourier* transformata, razvijene unutar teme u ranijem razdoblju, pretočene su u numeričke algoritme pogodne za kompjutersku obradu. Navedene metode primijenjene su u analizi čitavog niza spektralnih pojava u vrućim parama cezija: satelitske duge na 543.5 nm, 611.5 nm kao i unutrašnji satelit prvog cezijevog rezonantnog dubleta na 875.2 nm, što je rezultiralo sa dvjema objavljenim publikacijama, [3] i [4] te jednom publikacijom u pripremi. Da bi se usporedile spomenute metode sa kvantno-mehaničkim računom izvršena su preliminarne simulacije spektara LiZn i KZn molekula. Započet je rad na poboljšanju računa Franck-Condonovih integrala prekrivanja (u okvirima poluklasične aproksimacije), pri čemu se bitne karakteristike klasične putanje određuju primjenom Feynmanove teorije *path* integrala.

U izboju u *hot-pipeu*, mjerena je ukupna rata za depopulaciju sudarno miješanog sustava atoma olova u metastabilnim stanjima $6p^2\ ^3P_1$ i $6p^2\ ^3P_2$ u ovisnosti o tlaku argona i helija. Koristeći svjetiljku sa šupljom katodom kao izvor, mjerenjem apsorpcije određena je stacionarna difuzijska raspodjela metastabilnih atoma u zoni izvan izboja. Na temperaturi $T = 880$ K tlak argona mijenjan je od 20 do 90 milibara. Razvijan je i teorijski model pogodan za interpretaciju dobivenih rezultata. Usporedbom eksperimentalnih i teorijskih difuzijskih krivulja određena su efektivna vremena života metastabilnih stanja olova u ovisnosti o koncentraciji atoma argona odnosno helija. Iz tih podataka određeni su udarni presjeci za depopulaciju metastabila olova u sudarima s atomima relevantnih plemenitih plinova.

POPIS RADOVA:

Redovni radovi u časopisima

1. M. Movre, V. Horvatić and Č. Vadla, *Caesium 6P fine-structure mixing and quenching induced by collisions with ground-state caesium atoms and molecules*, J. Phys. B **32** (1999) 4647 - 4667
2. V. Horvatić, M. Movre and Č. Vadla, *The temperature dependence of the cross section for the energy pooling process $Na(3P) + Na(3P) \rightarrow Na(4D) + Na(3S)$* , J. Phys. B **32** (1999) 4957 - 4976
3. T. Ban, S. Ter-Avetisyan, R. Beuc, H. Skenderović and G. Pichler, *Photoassociation of cesium atoms into the double minimum $Cs_2\ 3\ ^1\Sigma_u^+$ state*, Chem. Phys. Lett. **113** (1999) 110 - 114
4. T. Ban, H. Skenderović, R. Beuc, and G. Pichler, *Photoassociation of cesium atoms into $Cs_2\ 3\ ^3\Pi_g$ state at 543.5 nm*, Eur. Phys. Lett. **48** (1999) 378 - 384

Radovi prihvaćeni za tisak

5. J. Franzke, H. D. Wizemann, K. Niemax and Č. Vadla, *Impact broadening and shift rates for the $6p^2\ ^3P_J \rightarrow 7s\ ^3P_J^0$ transitions of lead induced by collisions with argon and helium*, Eur. Phys. J. D (2000)

Radovi poslani na ocjenu

6. M. Movre, Č. Vadla and V. Horvatić, *Mixing and quenching of the $Cs\ 5D_J$ states induced by collisions with caesium ground-state atoms*, J. Phys. B

ZNANSTVENA SURADNJA:**Projekt**

Schwermetallanalytik durch Diodenlaser-Wellenlängen-modulations-spektrometrie in modulierten Niederdruckplasmen (CRO-001-96),

BMBF-Deutsche Forschungsgemeinschaft für Luft-und Raumfahrt i Ministerstvo znanosti i tehnologije RH (Institut für Physik, Universität Hohenheim-Stuttgart i Institut za fiziku, Zagreb).

Voditelji: Prof. Dr Kay Niemax i dr.sc. Čedomil Vadla.

2.2 LASERSKO VOĐENJE I DIJAGNOSTIKA PROCESA U PARAMA I PLAZMI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ:

Dr. sc. Goran Pichler, znanstveni savjetnik

SURADNICI:

Dr. sc. Damir Veža, viši znanstveni suradnik
 Dr. sc. Nazif Demoli, znanstveni suradnik
 Dr. sc. Slobodan Milošević, znanstveni savjetnik
 Dr. sc. Davorka Azinović, znanstveni suradnik
 Dr. sc. Hrvoje Skenderović, znanstveni novak
 Dipl. inž. Ticijana Ban, znanstveni novak
 Dipl. inž. Irena Labazan, znanstveni novak

OPIS ISTRAŽIVANJA:

U radu na ovoj temi sudjeluju suradnici organizirani oko četiri eksperimentalne jedinice u laboratorijima za koherentnu optiku, nanosekundnu lasersku spektroskopiju, niskotemperaturnu plazma fiziku i za laserom vođene izboje. Pored znanstvenog rada fundamentalnog karaktera provode se istraživanja i primijenjenog karaktera, ili u suradnji sa znanstvenicima iz drugih područja znanosti.

Nastavljeno je istraživanje na problemu optičkog implementiranja korelacijskih filtara u realnim sustavima za koreliranje. Numerički model za optimalno mapiranje izračunatih kompleksnih vrijednosti filtara u vrijednosti izvedive dostupnim svjetlosnim modulatorima dodatno je prilagođen novim tehnološki poboljšanim svjetlosnim modulatorima [1]. Načinjena je detaljna interferometrijska analiza panela s tekućim kristalima kao i ostalih optičkih komponenata hibridnog uređaja kako bi se istražio utjecaj faznih distorzija na izlazni signal optičkog korelatora. Za mjerenje faznih distorzija korišten je holografski postav s piezo-pretvaračem za kompenziranje neželjenih pomaka, a podaci su obrađivani pomoću odgovarajućeg sustava za obradu interferograma [12]. Dobiveni su preliminarni rezultati korelacijske analize na problemu raspoznavanja tragova oruđa zabilježenih pomoću skanirajućeg elektronskog mikroskopa. Cijeli postupak može se ukratko opisati u tri koraka: a) odabir značajki primjenom Fourierove analize, b) koreliranje referentnih i nepoznatih uzoraka, c) statistička obrada dobivenih rezultata [13]. Istraživanje pod [1] i [12] izvedeno je u suradnji s Institutom za fiziku Humboldtovog sveučilišta u Berlinu.

U laboratoriju za vremensku lasersku spektroskopiju primjenjena je laserska apsorpcijska spektroskopija pomoću optičkog rezonatora (LASPOR) na istraživanja litijevih i litij-kadmij metalnih para pripremljenih u toplovodnim pećima. Detaljno su istraženi uvjeti primjenjivosti metode u toplovodnim pećima. Opaženi su nelinearni efekti, saturacija profila apsorpcijskih linija usljed jakog laserskog pulsa i smanjenje apsorpcije zbog svojstava optičkog rezonatora.

Dizajniran i konstruiran je uređaj za vremensku masenu spektroskopiju (time-of-flight mass spectrometer) s ciljem analize laserski stvorene plazme i opažanja novih molekula.

U okviru optogalvanske (OG) spektroskopije izboja u neonu pokazano je da širina optogalvanskog signala (i temperatura neutrala) ima značajan porast u određenom području struja izboja što koincidira s oštrim porastom impedancije plazme u istom području struja izboja.

Anomalno širenje atomske linije može se objasniti dominantnim utjecajem disocijativne rekombinacije na stvaranje atoma u $\{2p\}$ i $\{1s\}$ stanjima koji posjeduju veliku kinetičku energiju. U uskom području struja izboja gustoća struje, raspodjela elektrona po energijama, te učestalost pojedinih atomskih i molekularnih procesa su takvi da u stvaranju povećanog broja atoma velike kinetičke energije u $\{2p\}$ i $\{1s\}$ stanjima prevladava utjecaj disocijativne rekombinacije. Pojava singulariteta u impedanciji plazme koju pokazuju neki od istraživanih izboja ukazuju na to da je singularitet impedancije uzrokovan smanjenjem koncentracije elektrona u izboju zbog međusobne konkurencije različitih ionizacijskih i rekombinacijskih procesa.

Ostvarena je modulacijska spektroskopija neonske plazme u kojoj su mogućnosti modulacijske optogalvanske tehnike detekcije uspoređene s laserskom apsorpcijom na primjeru niskotlačne neonske plazme pobuđene u izboju sa supljom katodom te na minijaturnom neoskom izboju. Mjerenja su pokazala da u određenim uvjetima modulacijska tehnika s OG detekcijom može imati višestruko bolji signal-šum omjer od tehnike klasične OG detekcije ili laserske apsorpcije. Pokazano je i kako se njenim baždarenjem na apsorpcijski signal mogle detektirati i mnogo manje količine $1s4$ atoma neona nego što su ovdje izmjerene. Istraživan je i radiofrekventan izboj u minijaturnom izboju u neonu korištenjem slabo ispitivanog optovoltaičkog (OV) efekta. Usporedba OG i OV detekcije pokazala je da prva tehnika daje bolji omjer signal-šum. Modulacijska tehnika primijenjena je za aktivnu stabilizaciju valne duljine diodnog lasera. Tako stabilizirani laser ima barem 5 puta manju efektivnu širinu laserske linije u usporedbi s nestabiliziranim.

U istraživanju visokotlačnog izboja u parama Na-Hg i Na-Cd istražene su osobine spektra korištenjem vremenski razlučive spektroskopske metode.

Nastavljeno je istraživanje izboja u mješavinama argona, para alkalija i rijetkih zemalja (Ar, Hg, Li, Na, Rb, Cs, Dy, Tm) što je od velikog interesa jer za te sisteme nedostaju mnogi temeljni atomski podaci, važni pri modeliranju i optimizaciji visokotlačnih metal-halogenih i/ili alkalijskih svjetiljki, te za predviđanje njihovih optičkih i električnih svojstava. Istraživanje je trenutačno koncentrirano na mjerenje i računanje širenja i pomaka atomskih linija natrija, disprozija i tulija u neutralnim parama i plazmi, što će dati odgovarajuće konstante atomskih međudjelovanja.

Spektroskopska mjerenja tinjavog izboja u toplovodnoj peći s parama litija, helijem i vodikom pokazala su prisustvo molekula litij-hidrida u pobuđenom stanju [16]. Metodom optičke emisijske spektroskopije (OES) određene su rotacijska temperatura LiH molekula u pobuđenom elektronskom $A^1\Sigma^+$ stanju. Usporedbom s kvantno-mehaničkim simulacijama spektra određena je naseljenost po vibracijskim nivoima A stanja u LiH molekuli. Laserskom apsorpcijom pomoću diodnog lasera na 812 nm, određena je koncentracija pobuđenih litijevih atoma u $2p$ stanju.

U tinjavom izboju u litiju opažena je i opisana pojava konstrikcije [5] i dano moguće objašnjenje koje uključuje pretpostavku o nastanku dimernih i trimernih iona.

Uz upotrebu pulsnog dye lasera načinjena su mjerenja s laserom iniciranim i laserom vođenim izbojima u parama litija.

U apsorpcijskim mjerenjima u gustim parama cezija korištena je safirna kiveta koja uslijed svojih izuzetnih svojstava pruža nove mogućnosti u opažanju vezano-vezanih i slobodno-vezanih prijelaza u Cs_2 dimeru i dipolno zabranjenih prijelaza u atomu cezija.

Publicirani radovi o fotoasocijaciji [6,7] koriste najnovije *ab initio* potencijalne krivulje i poluklasični pristup za uspješno objašnjenje opaženih satelita u režimu pregrijanih para. Predložena je primjena u području fotoasocijacije ultrahladnih molekula. Dovršena je interpretacija od ranije poznate satelitske vrpce na 875,2 nm u dalekom krilu rezonantne linije.

Nastavljena je vrlo plodna suradnja s kolegama na Stomatološkom fakultetu u Zagrebu, iz koje proizlaze radovi pod (8, 9, 10, 17). Ispitivana je kvaliteta fotopolimerizacije kompozitnih materijala kada se uzorak obasjava pulsnim plavim laserom ili plavim supersjajnim svjetlećim diodama, a sve je uspoređeno s halogenim izvorima svjetlosti, u kojima se koristi filter za plavo područje spektra u kojem i nastaje fotoinicijacija procesa stvrdnjavanja kompozita.

POPIS RADOVA:

Redovni radovi u časopisima

1. N. Demoli, A. Hirsch, S. Krüger, G. Wernicke, H. Gruber, M. Senoner, Optimization in mapping of correlation filters in a liquid crystal display based frequency plane correlator, *Optical Engineering* **38** (1999) 1058-1064.
2. D. Azinović, S. Milošević, G. Pichler, M. C. van Hemert and R. Dueren, LiAr, LiKr and LiXe excimers: Photochemical formation of the $3^2\Sigma^+ - 1^2\Sigma^+$ bands, *The European Physical Journal D*, **6** (1999) 333-341.
3. I. Labazan, D. Azinović, S. Gogić, and S. Milošević, Temporal evolution of intermetallic diffuse band spectra, *Fizika A (Zagreb)*, **8** (1999) 1-10.
4. R. Polly, S. Dinev, L. Windholz, S. Milošević and A. Hess, Green bands of the CsHg molecule, *J. Chem. Phys.* **110** (1999) 8992-8999.
5. H. Skenderović, T. Ban and G. Pichler, Constriction in lithium glow discharge in a heat-pipe oven, *Optics Comm.* **161** (1999) 217-222.
6. T. Ban, S. Ter-Avetisyan, R. Beuc, H. Skenderović and G. Pichler, Photoassociation of cesium atoms into the double minimum $\text{Cs}_2 3^1\Sigma^+_u$ state, *Chem. Phys. Lett.* **313** (1999) 110-114.
7. T. Ban, H. Skenderović, R. Beuc and G. Pichler, Photoassociation of cesium atoms into $\text{Cs}_2 3^3\Pi_g$ state at 543.5 nm, *Europhys. Lett.* **48** (1999) 378-384
8. A. Meniga, Z. Tarle, J. Šutalo, G. Pichler, M. Ristić, Some properties of composite resins samples cured by excimer laser pumped dye laser at 468 nm, *Acta Stomatologica Croatica*, **33** (1999) 11-23.
9. A. Knežević A. Meniga, Z. Tarle, J. Šutalo, G. Pichler, Measurement of Light-Curing Unit Intensity in Clinical Practice, *Acta Stomatologica Croatica*, **33** (1999) 35-43.

10. A. Knežević, Z. Tarle, A. Meniga, J. Šutalo, G. Pichler, M. Ristić, Polymerization of Composite Materials with Blue Superbright Light Emitting Diodes, *Acta Stomatologica Croatica*, **33** (1999) 337-348.

Radovi objavljeni u zbornicima

11. N. Demoli, G. Wernicke, S. Krüger, H. Gruber, M. Senoner, Interferometric analysis of optical elements in a hybrid frequency plane correlator system *Interferometry '99*, W. P. Jüptner and K. Paturski, Eds., Proc. SPIE, **3745** (1999) 63-69.

12. O. Milat, V. Bermanec, N. Demoli, Toolmarks characterization and identification by SEM image processing 1st Congress of the Croatian Society for EM, Zagreb, May 13-16, Proceedings, 72-73 (1999).

Radovi prihvaćeni za tisak

13. Labazan and S. Milošević, Lithium vapour excitation at 2S-3D two-photon resonance, *The European Physical Journal D*, **8** (2000) 41-47.

14. D. Pavičić and D. Veža: "Optovoltaic spectroscopy of a miniature neon discharge", *FIZIKA A* **8** (1999) pp. xx-yy.

15. H. Skenderović, T. Ban, and G. Pichler, LiH emission spectrum from the glow discharge in the heat-pipe oven, *J. Phys. D: Applied Physics*, **33** (2000) 396-404.

16. A. Knežević, Z. Tarle, A. Meniga, J. Šutalo, G. Pichler, M. Ristić, Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes, accepted to *Journal of Oral Rehabilitation*, (November, 1999).

17. D. Adès, V. Boucard, E. Cloutet, A. Siove, C. Olivero, M. C. Castex and G. Pichler, Photoluminescence of donor-acceptor carbazole-based molecules in amorphous and powder forms, accepted to *Journal of Applied Physics*, (February, 2000).

Pozvana predavanja

1. Goran Pichler, photoassociation into a double minimum state in Cs₂ and other alkali dimers - another case of intermediate long-range molecules, Cold Atomic Collisions Formation of Cold Molecules Workshop 1-5.3.1999 Centre de Physique des Houches, 74310 Les Houches, France.

2. H. Skenderović, I. Labazan, T. Ban, S. Milošević and G. Pichler, Laser igniting, switching and guiding of lithium plasma by quiresonance and two-photon laser excitation XVIII European CARS Workshop CARS and related gas-phase laser diagnostics, C. R. ENEA - Frascati - March, 21-23 1999.

3. G. Pichler, Laser guided discharge and laser switching in dense lithium vapour, International Workshop on ATOMIC INTERACTIONS IN LASER FIELDS I - 3 September 1999 at Nicholas Copernicus University, Toruń, Poland.

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

1. V. Margetić, D. Pavičić i D. Veža: "Laserska spektroskopija niskotlačnih izboja upotrebom diodnih lasera", 6. susret društava za vakuumsku tehniku Slovenije i Hrvatske, Ljubljana, 17. lipnja 1999, usmeno saopćenje.

2. T. Bizjak, V. Vujnović i D. Veža "Spektralna propusnost filtera za promatranje pomrčine Sunca". Konferencija "Prvi rezultati opažanja pomrčine 1999". Konferencija Geofizičkog zavoda PMF-a, Hrvatskog astronomskog društva, Hrvatskog meteorološkog društva i Hrvatskog fizikalnog društva, 23. listopada 1999, usmeno saopćenje.

3. I. Labazan, S. Rudić, S. Milošević, Cavity ringdown spectroscopy in lithium vapour, 31st EGAS, Marseille, 6-9. July 1999, poster.

4. T. Ban, H. Skenderović and G. Pichler
Near Infrared Cs Satellites, 31st EGAS, Marseille, 6.-9. 7.1999, poster.

5. I. Labazan i S. Milošević, Laserska apsorpcijska spektroskopija pomoću optičkog rezonatora, Drugi znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb 1.-3. prosinca 1999. knjiga sažetaka str. 114, poster.

6. T. Ban, H. Skenderović R. Beuc i G. Pichler,
Fotoasocijacija cezijeve atoma, II. Znanstveni sastanak HFD-a, Zagreb 1.-3.12.1999, knjiga sažetaka str. 106, poster.

7. S. Milošević, Stvaranje i spektroskopija novih molekula, Drugi znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb 1.-3. prosinca 1999. knjiga sažetaka str. 46. (usmeno saopćenje).

8. D. Veža: "Laserska spektroskopija niskotlačnog neonskog izboja", 2. znanstveni sastanak HFDa, Zagreb, 1-3. prosinac 1999, knjiga sažetaka str. 48. (usmeno saopćenje).

9. H. Skenderović, I. Labazan, S. Milošević i G. Pichler,
Lasersko paljenje električnih izboja, II. Znanstveni sastanak HFD-a, Zagreb 1.-3.12.1999, knjiga sažetaka str. 47. (usmeno saopćenje).

10. G. Pichler, Sudarni procesi u vrućim parama alkalijskih metala, II. Znanstveni sastanak HFD-a, Zagreb 1.-3.12.1999, knjiga sažetaka str. 45. (usmeno saopćenje).

Studijski boravci i predavanja

N. Demoli 01.12. - 30.12.1999. Studijski boravak na Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, BRD u sklopu bilateralnog projekta KRO-003-98.

Gostovanja vanjskih suradnika i posjetitelja na temi:

1. Dr. Sargis Ter-Avetisyan, Institut za istraživanja u fizici, Ashtarak, Erevan, Armenia, studeni, 1999.
2. Prof. Dr. John Weiner, lipanj, 1999, Toulouse, Francuska.
3. Prof. Dr. Ron Bieniek, lipanj, 1999, Rolla-Missouri, USA
4. Prof. Dr. Yukinori Sato, kolovoz, 1999, Sendai, Japan.

Seminari i predavanja:

1. S. Milošević, Max-Planck-Institute für Strömungsforschung, Göttingen, July 1999, "Nonlinear effects in cavity ringdown spectroscopy"
2. Irena Labazan, Bose-Einsteinova kondenzacija, kolokvij Grupe za teorijsku kemiju, Ruđer Bošković, 60. lipnja 1999.
3. Irena Labazan, Cavity ringdown spektroskopija, Seminar iz molekularnih znanosti LMS, LFOK, GKOK, Institut Ruđer Bošković, 12. listopad 1999.

Diplomski, magistarski, doktorski radovi, mentorstva

1. H. Skenderović, Linearna i nelinearna laserska spektroskopija svjetlosnih izvora, Sveučilište u Zagrebu, 1999. doktorska disertacija, mentor Dr. Goran Pichler.
2. Elinor Dumanić: "Optogalvanska spektroskopija izboja u neonu", PMF-Fizika, ožujak 1999, diplomski rad, mentor Dr. Damir Veža.
3. Domagoj Pavičić: "Modulacijska spektroskopija neonske plazme", PMF-Fizika, studeni 1999, diplomski rad, mentor Dr. Damir Veža.

ZNANSTVENA SURADNJA:

Projekti

- Bilateralni projekt sa SR Njemačkom "Kohärent-optische Filter" (KRO-003-98), Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF, BRD) i Ministarstvo znanosti i tehnologije RH (Institut für Physik, Humboldt-Universität, Berlin i Institut za Fiziku, Zagreb).

Voditelji: Dr. G. Wernicke i dr. N. Demoli.

- US-HR projekt, nastavak u 4 godinu bez dodatnog financiranja, Stwalley-Pichler, Laser Guided discharge in lithium.

NEPOSREDNA SURADNJA:

- Neposredna suradnja između Max-Planck-Institute für Strömungsforschung (MPISF), Göttingen (Prof. Rudolf Dueren) and Institute of Physics (IP), Zagreb (S. Milošević) pod naslovom: LASER SPECTROSCOPY OF MOLECULES AND SMALL PARTICLES PRODUCED IN BEAMS.
- Neposredna suradnja između NIST-a i Instituta za Fiziku.

Sudjelovanje u nastavi dodiplomska nastava:

Goran Pichler:

Eksperimentalne metode atomske fizike, IV godina fizike stručni smjer

Poslijediplomska nastava:

Goran Pichler:

Atomska fizika, PMF

Seminar iz atomske fizike, PMF

Kvantna elektronika, FER

Ostalo

1. Milošević, S., Bose-Einsteinova kondenzacija u razrijeđenim parama: novo makroskopsko stanje materije. // *Matematičko-fizički list*. 195 (1999), 3; 129-134.
2. Milošević, S., Bose-Einsteinova kondenzacija: Atomski laser. Zbornik XV ljetne škole mladih fizičara, Božava, lipanj 1999. str. 1-10.
3. Goran Pichler i Goranka Friganović-Pichler, Pokusi iz optike s diodnim laserima i svjetlećim diodama Četvrti hrvatski simpozij o nastavi fizike, "Uloga pokusa u nastavi fizike", Novi Vinodolski 8-10. 4.1999.

2.3 NOVI MOLEKULARNI VODIČI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: Dr.sc. Silvia Tomić, znanstveni savjetnik

SURADNICI: Dr.sc. B.Hamzić, viši znanstveni suradnik
 Dr.sc.N.Biškup, viši asistent, znanstveni novak* (do 15.1.1999.)
 Dipl.ing. M.Pinterić, znanstveni novak**
 Dipl.ing. T.Vuletić, znanstveni novak*

* financiran od Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske

** financiran od Ministarstva za znanost in tehnologijo Republike Slovenije

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Znanstveno-istraživačka djelatnost na temi u tijeku 1999. godine obuhvatila je eksperimentalna istraživanja organskih materijala u naša dva laboratorija za galvanomagnetska istraživanja i dielektričnu spektroskopiju na Institutu za fiziku te komplementarna istraživanja u laboratoriju prof.A.Hamzić-a (suradnja s grupom prof.A.Hamzić-a, Fizički odsjek, PMF, Sveučilište u Zagrebu) i u laboratoriju dr.D.Jérôme-a (suradnja s grupom dr.D.Jérôme-a, Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud).

Završili smo analizu podataka dobivenih u mjerenjima linearnog i nelinearnog Hall efekta te utjecaja magnetskog polja na nelinearnu vodljivost organskog vodiča $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ u osnovnom stanju vala gustoće spina (VGS). Rezultati su predstavljeni u diplomskom radu Nikole Francetića naslova: Hallov efekt na niskim temperaturama u Bechgaardovoj soli $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ (mentor: dr.sc.B.Hamzić). Posebna je pažnja posvećena razlici u ponašanju na temperaturama iznad i ispod 4K što ukazuje na mogućnost prisustva podfaze u osnovnom VGS stanju. Rezultati su predstavljeni i na međunarodnoj konferenciji "International Workshop on Electronic Crystals" ECRIS99, La Colle-Sur-Loup, Francuska. Utjecaj magnetskog polja na polje praga za proklizavanje VGS-a, te ovisnost pojave nelinearnog Hall efekta na temperaturama iznad 4K analizirano je zajedno sa rezultatima šuma koji prati električni transport u VGS fazi te je napisana publikacija i poslana na recenziju u Fiziku.

Istraživanja ovisnosti anizotropije magnetootpora o temperaturi započeta na organskom vodiču $(\text{TMTSF})_2\text{X}$, $\text{X}=\text{PF}_6$ proširena su i na druge predstavnike familije Bechgaardovih soli: $\text{X}=\text{AsF}_6$ i $\text{X}=\text{ClO}_4$ u relaksiranom i brzo hlađenom stanju. Ova istraživanja su još u tijeku kao i sveukupna analiza rezultata.

U suradnji sa prof. P.M.Chaikin (Princeton University) proširili smo naše stare rezultate istraživanja magnetootpora na visokim (iznad 100K) temperaturama u spoju $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$. Kako smo dobili različite rezultate u dva odvojena laboratorija i ovo je istraživanje još u tijeku.

U suradnji sa prof. D. Mihailovičem iz Instituta "Jožef Štefan" iz Ljubljane izvršili smo mjerenja otpornosti, magnetootpora i frekvencijske ovisnosti vodljivosti na seriji uzoraka Na_xWO_3 sintetiziranih u Ljubljani. Za ove sisteme je nedavno objavljeno da postoji mogućnost nukleacije 2D supravodljive faze na površini WO_3 monokristala dopiranih sa Na^+ . Rezultati naših istraživanja pokazali su da na danim uzorcima dolazi do poluvodič-poluvodič prijelaza ispod 100K, da otpornosti dosežu vrlo velike vrijednosti (i do $10^{11}\Omega$). Nismo ustanovili pojavu supravodljivosti, magnetootpor je zanemariv, a nismo ustanovili niti pojavu nelinearnosti u vodljivosti. Rezultate objavljene u literaturi uspjeli smo reproducirati jedino uz premalu vremensku konstantu korištenu kod mjerenja otpornosti, dakle netočnim mjerenjem. Daljnja mjerenja su svakako potrebna kako bi se rasvijetlilo ovo otvoreno pitanje.

Nastavili smo studiju niskotemperaturne faze materijala baziranih na DCNQI molekuli. U tu svrhu ponovo smo pristupili istraživanju materijala $(\text{DM-DCNQI})_2\text{Li}$ u čijoj niskotemperaturnoj fazi koegzistiraju dva sumjerljiva vala gustoće naboja različitog reda sumjerljivosti $N=2$ i $N=4$ (vidi godišnji izvještaj za 1996. i 1997. godinu). Naime, do sada prikupljeni podaci o dielektričnoj relaksaciji su pokazali vrlo vjerojatno postojanje dva relaksacijska moda. Jedan mod je detaljno eksperimentalno praćen i obrađen, dok je za utvrđivanje drugog moda manjkalo eksperimentalnih podataka. U provedenom istraživanju koristili smo prvi puta elektronički uređaj (kompletiran tijekom 1998. godine) za mjerenje realne i imaginarnе ac vodljivosti uzoraka visoke impedancije u frekventnom području od 10 mHz do 1 MHz. Na taj način smo bili u mogućnosti mjeriti dielektričnu funkciju tog materijala u području temperatura 7 K do 55 K te posebno pratiti odgovor materijala na temperaturama nižim od 25 K gdje dolazi do promjene dominantnog mehanizma dc i ac električnog transporta kondenzata vala gustoće.

Također smo izvršili analogna istraživanja materijala iz iste serije $(\text{DM-DCNQI})_2\text{Cu}$ u kojem postoji sumjerljivi val gustoće naboja reda $N=3$ što je posebno interesantno. Detaljno smo ispitivali jednočestični električni transport u niskotemperaturnoj fazi tog materijala u području temperatura između 4.2 K i 100 K. Studirali smo utjecaj termičkog cikliranja i vremena čekanja (memorija materijala) na stabilizaciju niskotemperaturne faze koja je isfrustrirana između metalnog osnovnog stanja i izolatorskog Mott-Peirls-ovog stanja vala gustoće naboja. Ta ispitivanja ujedno su bila i tema diplomskog rada M.Lončarića. Nadalje smo istraživali nelinearni transport električne struje te dielektričnu relaksaciju u Mott-Peierls-ovom stanju i to u granici kratkodosežnog uređenja te isto tako dugodosežnog uređenja $N=3$ vala gustoće. Izvršena je analiza svih dobivenih podataka i napisana publikacija posvećena dielektričnoj funkciji te poslana na recenziju u European Physical Journal. Istraživanja na materijalima $(\text{DM-DCNQI})_2\text{Li}$ i $(\text{DM-DCNQI})_2\text{Cu}$ izvode se i u okviru projekta sa Sveučilištem u Stuttgartu (HR-Nj bilateralni projekt).

Ukupni rezultati prije izvršenih ispitivanja transportnih svojstava, kako dielektrične funkcije tako i nelinearnog električnog transporta u materijalu $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Cl}$ predstavljeni su na međunarodnoj konferenciji MIDEM'99 u Ljubljani, Slovenija te objavljeni u pripadnom zborniku. Istraživanja su također dio projekta sa Sveučilištem u Stuttgartu (HR-Nj bilateralni projekt).

U suradnji sa prof. K.Maki-em sa University od Southern California, nastavili smo analizom podataka dobivenih u mjerenjima ac susceptibilnosti u okviru istraživanja supravodljive faze 2D organskog supravodiča $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Br}$ koji ima najviši $T_c=11\text{K}$ među organskim supravodičima. Posebnu smo pažnju posvetili ponašanju suprafluidne gustoće koja je povezana sa međuravninskim strujama te smo nastojali upotpuniti naš teorijski model uspoređujući

ga sa drugim mogućim pristupima poznatim u literaturi. Rad je predstavljen ove godine na međunarodnoj konferenciji International Workshop on Electronic Crystals ECRIS99, La Colle-Sur-Loup, Francuska. Istraživanja su također dio projekta sa Sveučilištem u Stuttgartu (HR-Nj bilateralni projekt) i rađena su u suradnji sa dr.sc. M.Presterom i dr.sc. Đ.Drobcom, tema 00350104.

Nadalje smo (T. Vuletić), započeli istraživanja organskog materijala $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ u ekstremnim uvjetima ($300\text{mK} < T < 4.2\text{K}$, vanjski tlak $p=10\text{kbar}$, vanjsko magnetsko polje $< 12\text{T}$) pri kojima se javlja magnetskim poljem inducirani val gustoće spina (FISDW). Istraživanja su rađena u Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud, u suradnji sa grupom dr.D. Jérôme. Prvi nam je interes bio utvrditi parametre koji opisuju nelinearni transport električne struje u tom kolektivnom stanju te smo u tu svrhu prvo trebali upogoniti pulsnu tehniku mjerenja vrlo malih otpora. Dosadašnja istraživanja drugih autora su omogućila stvaranje okvirne slike nelinearnog vođenja električne struje Fröhlichovim mehanizmom u FISDW fazi. Međutim ta istraživanja nisu uspjela razriješiti kontradiktorne rezultate što se tiče ponašanja električnog otpora u funkciji električnog polja u pojedinim subfazama FISDW-a. Pod naslovom "Nonlinear Conductivity in the FISDW states of the Organic Conductor $(\text{TMTSF})_2\text{PF}_6$ " naši preliminarni rezultati predstavljeni su na internoj francuskoj konferenciji GDR'99. Mjerenjem visokokvalitetnih uzoraka nađen je porast otpora s električnim poljem, dok je u mjerenjima uzoraka slabije kvalitete izmjeren pad otpora. Objašnjenje tih rezultata našli smo u činjenici da, ovisno o kvaliteti uzorka, rezidualni otpor u kvantiziranom režimu (kvantni Hall efekt) FISDW faze može biti veći ili manji od otpora u susjednoj visokotemperaturnoj, metalnoj, fazi. Povećanjem jakosti struje kroz uzorak u mjerenjima nelinearnosti dolazi do sloma kvantiziranog režima i uspostavlja se metalna faza. Također smo utvrdili da čak i za visokokvalitetne uzorke otpor i u granici $T=0\text{K}$ ostaje veći od nule. Kako je PF_6 materijal naglašeno anizotropnih svojstava objašnjenje mehanizma uklanjanja kvantiziranog režima zahtijeva mjerenje otpora u smjeru svih triju osi. Tako da je po prvi puta mjerena ovisnost otpora za sve osi u ovisnosti o magnetskom polju i/ili temperaturi. Završno smo izvršili i mjerenja svih komponenata tenzora otpornosti u nelinearnom režimu, koja su potvrdila da je trivijalno objašnjenje nelinearne vodljivosti u PF_6 materijalu slom kvantiziranog režima. Predviđeni ciklus eksperimenata je uspješno izveden i završen, no detaljna interpretacija uočenog je tek slijedeći korak.

POPIS RADOVA:

Redovni radovi u časopisima

1. P.Auban-Senzier, C.Lenoir, P.Batail, D. Jérôme and S.Tomić, *Charge Localization in Organic Conductors $(\text{TM})_2\text{X}$: the Influence of Anion Ordering*, Eur. Phys.Journal **B7** (1999) 529-532.
2. M.Pinterić, M.Miljak, N.Biškup, O.Milat, I.Aviiani, S.Tomić, D.Schweitzer, W.Strunz and I.Heinen, *Magnetic Anisotropy and Low-Frequency Dielectric Response of Weak Ferromagnetic Phase in κ -(BEDT-TTF) $_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Cl}$, where BEDT-TTF is Bis (ethylenedithio) tetrathiafulvalene*, Eur.Phys.J. **B11** (1999) 217-225.

Konferencijski radovi u časopisima

3. B.Korin-Hamzić, M.Basletić, A.Hamzić and K.Bechgaard, *Change of the activation energy in the SDW state of $(TMTSF)_2PF_6$* , Synthetic Metals **103** (1999) 2125-2126.
4. M.Basletić, A.Hamzić, B.Korin-Hamzić and K.Bechgaard, *Angular dependence of magnetoresistance in SDW state of $(TMTSF)_2PF_6$* , Synthetic Metals **103** (1999) 2044-2045.
5. B.Korin-Hamzić, M.Basletić, N.Francetić, A.Hamzić and K.Bechgaard, *Galvanomagnetic properties in the spin-density-wave phase of $(TMTSF)_2PF_6$* , J.Phys.IV France **9**, Pr10, (1999) 247-249.
6. M.Pinterić, M.Prester, S.Tomić, K.Maki, D.Schweitzer, I.Heinen and W.Strunz, *Superconducting State in the Layered Organic Superconductor κ -(BEDT-TTF) $_2$ Cu[N(CN) $_2$]Br*, Synth.Metals **103** (1999) 1869-1872.
7. M.Pinterić, N.Biškup, S.Tomić and J.U.von Schütz, *Non-Ohmic Electrical Transport in the Charge-Density Wave State of $(2,5(OCH_3)_2DCNQI)_2Li$* , Synth.Metals **103** (1999) 2185-2186.
8. N.Biškup, T.Vuletić, D.Herman, S.Tomić, M.Nagasawa and K.Bechgaard, *Low Frequency Dielectric Response in Spin Density Wave Phase of Bechgaard Salts*, Synth.Metals **103** (1999) 2052-2053.
9. S.Tomić, P.Auban-Senzier and D. Jérôme, *Charge Localization in $[(TMTTF)_{0.5}(TMTSF)_{0.5}]_2ReO_4$: a Pressure Study*, Synth.Metals **103** (1999) 2197-2198.
10. S.Tomić, M.Pinterić, K.Maki, M.Prester, Đ.Drobac, O.Milat, D.Schweitzer, I.Heinen and W.Strunz, *Out-of-Plane Superfluid Density of a Layered Organic Superconductor: the Coherent Josephson Tunneling*, Journal de Physique IV (Colloques) **9**, Pr10, (1999) 301-303.
11. T.Vuletić, D.Herman, N.Biškup, M.Pinterić, A.Omerzu, S.Tomić and M.Nagasawa, *Single-Particle and Spin-Density Wave Charge Dynamics in $(TMTSF)_2PF_6$ and $(TMTSF)_2AsF_6$: a Comparative Overview*, Journal de Physique IV (Colloques) **9**, Pr10, (1999) 275-277.

Konferencijski radovi u zbornicima

12. M.Pinterić, N.Biškup, S.Tomić, D.Schweitzer, W.Strunz and I.Heinen, *The Low-Frequency Dielectric Response and Non-Linear Electrical Transport in κ -(BEDT-TTF) $_2$ Cu[N(CN) $_2$]Cl*, Proceedings of 35th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials MIDEEM'99, Ljubljana, Slovenia, October 13-15 (1999), p.83-p.88.

SUDJELOVANJE NA ZNANSTVENIM SKUPOVIMA:

1. B.Korin-Hamzić, *Galvanomagnetic properties in the spin-density-wave phase of $(TMTSF)_2PF_6$* , International Workshop on Electronic Crystals ECRIS99, La Colle-Sur-Loup, Francuska, 31.5.- 5.6.1999.

2. T. Vuletić, *Single-Particle and Spin-Density Wave Charge Dynamics in (TMTSF)₂PF₆ and (TMTSF)₂AsF₆: a Comparative Overview*, International Workshop on Electronic Crystals ECRIS99, La Colle-Sur-Loup, Francuska, 31.5. - 5.6.1999.
3. M. Pinterić, *Določanje magnetne globine prodiranja v monokristalu slojnega organskega superprevodnika*, 6. srečanje strokovnjakov s področja vakuumske znanosti in tehnike iz Slovenije in Hrvatske, Ljubljana, Slovenija, 17.6.1999.
4. M. Pinterić, *The Low-Frequency Dielectric Response and Non-Linear Electrical Transport in κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl*, 35th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials MIDEM'99, Ljubljana, Slovenija, 13.10. - 15.10.1999.
5. S. Tomić, *In-plane and out-of-plane superfluid density of the layered organic superconductor κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br*, 20eme Anniversaire de la decouverte de la supraconductivite organique et GDR 522 "Matériaux Moléculaires: du Magnétisme aux Supraconducteurs Moléculaires " Orsay et Gif sur Yvette, Francuska, 6.12. - 9.12.1999.
6. T. Vuletić, *Nonlinear conductivity in the FISDW states of th organic conductor (TMTSF)₂PF₆*, 20eme Anniversaire de la decouverte de la supraconductivite organique et GDR 522 "Matériaux Moléculaires: du Magnétisme aux Supraconducteurs Moléculaires " Orsay et Gif sur Yvette, Francuska, 6.12. - 9.12.1999.

STUDIJSKI BORAVCI:

1. S. Tomić, studijski boravak u 3. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart, Stuttgart, Njemačka (6.9. - 20.9.1999.).
2. S. Tomić, studijski boravak u Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud, Orsay, Francuska (10.6. - 25.6.1999.).
3. T. Vuletić, studijski boravak u Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud, Orsay, Francuska (10.5.-10.8.1999. i 18. 10. - 31.12.1999.).

PREDAVANJA:

1. Marko Pinterić, *Slaba feromagnetska faza u κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl: niskofrekventni dielektrični odgovor i nelinearni istosmjerni električni transport* Institut za fiziku, Zagreb (rujan 1999).

GOSTOVANJA VANJSKIH SURADNIKA I POSJETITELJA NA TEMI:

1. Prof. K. Maki (lipanj 1999)
University of Southern California, Los Angeles, California, US
seminar: *p-Wave superconductivity in Sr₂RuO₄ and Bechgaard salts*
2. Prof. K. Maki (lipanj 1999)
University of Southern California, Los Angeles, California, US
seminar: *Pauli paramagnetism in d-wave superconductors*

3. Prof.K.Maki (srpanj 1999)

University of Southern California, Los Angeles, California, US

Seminar: *Pseudogap and the c axis optical conductivity in high T_c cuprates*

DIPLOMSKI, MAGISTARSKI, DOKTORSKI RADOVI:

1. Nikola Francetić, *Hallov efekt na niskim temperaturama u Bechgaardovoj soli (TMTSF)₂PF₆*, PMF, Sveučilište u Zagrebu, 1999, diplomski rad (mentor: dr.sc.B.Hamzić).

2.M.Lončarić, *Transportna svojstva vala gustoće na vrlo niskim temperaturama*, eksperimentalni dio diplomskog rada završen, pisanje u tijeku (mentor: dr.sc.S.Tomić).

3.M.Pinterić, *Niskofrekventna dielektrična spektroskopija i nelinearni električni transport vala gustoće spina*, eksperimentalni dio magistarskog rada završen, pisanje u tijeku (mentor: dr.sc.S.Tomić).

4.M.Basletić, *Galvanomagnetska svojstva anizotropnog organskog vodiča (TMTSF)₂PF₆*, eksperimentalni dio doktorskog rada završen, pisanje u tijeku (mentor: dr.sc.B.Hamzić).

ZNANSTVENA SURADNJA:

Projekti

1. projekt u okviru bilateralne suradnje sa Njemačkom

The nature of the low temperature density wave, its pinning and the superconducting ground state in anisotropic radical ion salts

voditelj: S.Tomić (IFS) i D.Schweitzer i J.U.von Schütz (3.Physikalisches Institut, Universität Stuttgart)

NEPOSREDNA SURADNJA:

1. zajednička istraživanja sa prof.A.Hamzić i mr.sc.M.Basletić, Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

2. zajednička istraživanja sa prof.K.Maki, University of Southern California, Los Angeles, California, USA.

3. zajednička istraživanja sa grupom dr.sc.D.Jérome, Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris Sud, Orsay, Francuska

OSTALO:

1. B.Hamzić

član Državnog povjerenstva za samostalne eksperimentalne radove za učenike srednjih škola

2.4. METALNA STAKLA I VISOKOTEMPERATURNI SUPRAVODIČI

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. sc. Jagoda Lukatela, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: dr. sc. Jovica Ivkov, viši znanstveni suradnik
 dr. sc. Mladen Prester, znanstveni suradnik
 dr. sc. Đuro Drobac, znanstveni suradnik
 dr. sc. Željko Marohnić, viši asistent

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Istraživan je utjecaj vodika na spinske fluktuacije i pojavu magnetskih momenata u $(Zr_{68}Fe_{32})_{1-x}H_x$ metalnom staklu mjerenjem magnetizacije u temperaturnom intervalu od 1,7 - 100 K. Za male koncentracije vodika, $x < 0,1$, uzorci su paramagnetski. Njihova je magnetska susceptibilnost gotovo temperaturno neovisna iznad 35 K, dok se na nižim temperaturama primjećuje slab porast. Za veće koncentracije vodika magnetska susceptibilnost postaje jako temperaturno ovisna i pokazuje Curie-Weissovo ponašanje. Vrijednost susceptibilnosti na 100 K raste s porstom koncentracije vodika. To je objašnjeno povećanjem gustoće 3d-stanja željeza na Fermijevom nivou, do kojeg dolazi zbog formiranja Zr-H vezanih stanja, što dovodi do povećanja spinskih fluktuacija i formiranja magnetskih momenata na mjestu atoma željeza za $x > 0,1$. Oblik i veličina opažene temperaturne ovisnosti magnetske susceptibilnosti opisani su sumom Curie-Weissovog doprinosa i kvantnih korekcija susceptibilnosti u difuzionom kanalu (1).

Proučavan je utjecaj vodika na transportna svojstva i temperaturu supravodljivog prijelaza u $(Zr_{30}Fe_{20})_{1-x}H_x$ metalnom staklu dopiranom vodikom. Nađeno je da vodik doprinosi smanjenju elektronske difuzije, a time i zasjenjenja kulonove interakcije što zajedno sa smanjenjem gustoće stanja na Fermijevom nivou dovodi do smanjenja vodljivosti i temperature supravodljivog prijelaza. Smanjenjem Maki-Thompsonove interakcije smanjuje se magnetootpor ovog sistema (2).

Nastavljeno je ispitivanje termičke stabilnosti amorfnih binarnih slitina aluminijska i wolframa (u rasponu sastava od $Al_{82}W_{18}$ do $Al_{50}W_{50}$) mjerenjem promjena električne otpornosti kod izotermnih uvijeta. Prethodnim mjerenjima pri izokronom zagrijavanju određene su dinamičke temperature kristalizacije, koje su ovisne o brzini grijanja, a kod kojih počinje kristalizacije tih slitina (3). Dinamičke temperature kristalizacije navedenih slitina su za brzine grijanja od 1K/min veće od 800K. To ukazuje na veliku stabilnost amorfne strukture AlW slitina. Mjerenja kod izotermnih uvijeta, ispod prethodno određenih temperatura kristalizacije, pokazala su veliku promjenu električne otpornosti sa vremenom aniliranja pri čemu su materijali i dalje ostajali amorfni što je potvrđeno rentgenskom difrakcijom. Nakon dugotrajnog aniliranja mjerenja su bila reproducibilna. Te velike promjene otpornosti ispod temperature kristalizacije tijekom aniliranja mogu se povezati s utjecajem osjetljivosti hibridizacije s-p-d elektrona na male promjene u strukturi. To ujedno znači da promjene otpornosti ispod temperature kristalizacije nisu u kontradikciji s relativno velikom stabilnošću amorfne strukture tih slitina.

Usporedna mjerenja na Al-Ti i Cu-Ti amorfnim filmovima potvrđuju gornju pretpostavku o utjecaju s-p-d hibridizacije (tj. s-elektrona aluminijska) na elektronska transportna svojstva navedenih slitina. Ujedno je ispitana i ovisnost stabilnosti strukture slitina o temperaturi substrata. Kao što je bilo i za očekivati strukturne promjene su prilikom aniliranja bile to manje što je temperatura substrata (do 400°C) bila veća, pri čemu su AlW slitine i dalje bile amorfne. Općenito, amorfne binarne slitine wolframa i aluminijska, te slitina bliskog sastava, u obliku tankih filmova imaju obećavajuću primjenu kao antikorozijske zaštitne prevlake te protudifuzijske barijere na povišenim temperaturama. Ujedno se ispitivanje njihovih električnih transportnih svojstava nadovezuje na ispitivanje svojstava sličnih amorfnih sistema kao što su naprimjer Zr-Co, Zr-Ni, Zr-Cu.

Učinjena su dva unapređenja postojećeg ac susceptometra. Uz pomoć AD konvertera moguće je usrednjavati i digitalizirati inducirane signale, čime je omogućeno mjerenje dinamičkih histereza. Također je omogućeno mjerenje električnog otpora u malim magnetskim poljima. Otkriveno je da takva polja (~ 10 Oe) i u otporu pomiču Hopkinsonov doprinos (koji se inače manifestira velikim raspršenjem derivacije otpora) na niže temperature ostavljajući "čist" kritični doprinos. Oba ova unapređenja će omogućiti preciznije određivanje kritičnih parametara (naročito T_c i područje nelinearne susceptibilnosti) na faznom prijelazu feromagnet - paramagnet u sustavima sa suprostavljenim međudjelovanjem.

Započeto je ispitivanje magnetskih karakteristika teškofermionskih slitina $U_xY_{1-x}Ru_2Si_2$, $U_xCe_{1-x}Ru_2Si_2$ i sustava $Ce_xLa_{1-x}Cu_{2.05}Si_2$. Mjerenjem ac susceptibilnosti potvrđeno je postojanje dugodosežnog antiferomagnetskog uređenja u slitini $U_{0.30}Y_{0.70}Ru_2Si_2$ ranije detektiranog mjerenjem električnog otpora.

Ranija eksperimentalna istraživanja pokazala su relevantnost modela neuređenih veza (*disordered bonds model*) za razumijevanje nastanka i razvoja disipacije u polikristalnim visokotemperaturnim supravodičima. Posebno, visokorazlučivo istraživanje dinamičkog otpora takvih uzoraka (4) omogućilo nam je identificirati i kvantificirati fraktalni disipativni režim unutar kojeg je nositelj disipacije objekt fraktalne geometrije. U cilju potpunijeg uvida u zakonitosti toga režima razvijen je novi postupak za kontrolirano sukcesivno stanjivanje te je primijenjen na nove uzorke. Detaljna statistička analiza rezultata pokazala je konzistentne vrijednosti relevantnih potencijskih eksponenta (*finite-size scaling exponent*), ali također i ukazala da je interpretacija eksponenta karakterističnog za nastanak disipacija kompleksnija od ranije predložene. Započet je također rad na generalnom fenomenološkom modelu tretmana intrinzičnih vibracijskih aspekata (fononi, AF magnoni) neuređenih CuO_2 ravnina supravodljivih monokristalnih kuprata u fraktalnoj granici. Cilj modela je omogućiti novu interpretaciju rezultata mjerenja neelastičnog neutronske raspršenja drugih autora koja će uvažiti dinamičke aspekte prijelaznog (*cross-over*) režima tipa homogeno-fraktalno.

POPIS RADOVA:

Redovni radovi u časopisima

1. I.Kokanović, B.Leontić, J.Lukatela:
Hydrogen-induced changes in magnetic susceptibility of $(Zr_{68}Fe_{32})_{1-x}H_x$ metallic glasses,
Phys. Rev. B **60** (1999) 7440-7444.
2. I.Kokanović, B.Leontić, J.Lukatela, I. Kušević:

- Transport properties of hydrogen-doped $(Zr_{80}Fe_{20})_{1-x}H_x$ metallic glasses,*
 Jour. of Non-Cryst. Solids **250-252** (1999) 759-799.
3. T.Car, N.Radić, J.Ivkov, E.Babić, A.Tonejc:
Crystallization kinetics of amorphous aluminium-tungsten thin films,
 Appl. Phys. **68** (1999) 69-73.
4. M.Prester
Experimental evidence of a fractal dissipative regime in high- T_c superconductors
 Phys.Rev.B **60** (1999) 3100-3103.

Konferencijski radovi časopisima

1. S.Tomić, M.Pinterić, K.Maki, M.Prester, Đ.Drobac, O.Milat, D.Schweitzer,
 I.Heinen and W.Strunz
*Out-of-plane superfluid density of a layered superconductor: The coherent
 Josephson tunneling*
 Proceedings of ECRYS-99 (edited by S.Brazovski and P.Monceau)
 Journal de Physique IV (Colloques) 9, no.10, 301 (1999).

Radovi prihvaćeni za tisak

1. I.Kokanović, B.Leontić, J.Lukatela
*Influence of hydrogen on the superconducting transition temperature in hydrogen-
 doped $Zr_{80}Co_{20}$ metallic glasses*
 Physica B
2. A. Bilušić, A. Smontara, J. C. Lasjaunias, J. Ivkov, and Y. Calvayrac
*Thermal and thermoelectrical properties of icosahedral $Al_{63}Cu_{25}Fe_{12}$ and
 $Al_{62}Cu_{25.5}Fe_{12.5}$,*
 Mater. Sci. and Engineering A
3. I.Kokanović, J.Lukatela:
*Electronic properties of hydrogen-doped $(Zr_{80}3d_{20})_{1-x}H_x$ ($3d = Fe, Co, Ni$) metallic
 glasses*
 Fizika A
4. A. Bilušić, I. Bešlić, J. Ivkov, J. C. Lasjaunias, and A. Smontara
*Electrical conductivity, Hall coefficient and thermoelectric power of icosahedral i -
 $Al_{63}Cu_{25}Fe_{12}$ and i - $Al_{62}Cu_{25.5}Fe_{12.5}$*
 Fizika A

SUDJELOVANJE NA ZNANSTVENIM SKUPOVIMA:

1. I.Kokanović, B.Leontić, J.Lukatela
*Influence of hydrogen on the superconducting transition temperature in
 hydrogen-doped $Zr_{80}Co_{20}$ metallic glasses*
 22nd Low Temperature Conference, Helsinki, Finska, kolovoz, 1999.
2. I.Kokanović, B.Leontić, J.Lukatela, A. Tonejc
*The effect of absorbed hydrogen on the chemical short-range order in $Zr_{68}Fe_{32}$
 metallic glass*
 ISMANAM-99, Dresden, Njemačka, rujan, 1999.

3. A. Bilušić, A. Smontara, J. C. Lasjaunias, J. Ivkov, and Y. Calvayrac
Thermal and thermoelectrical properties of icosahedral $Al_{62}Cu_{25.5}Fe_{12.5}$ quasicrystal
7th International Conference on Quasicrystals", Stuttgart, Njemačka, rujan, 1999.
4. I.Kokanović, B.Leontić, J.Lukatela
Transportna svojstva $(Zr_{80}3d_{20})_{1-x}H_x$ metalnih stakala dopiranih vodikom
Drugi znanstveni sastanak HFD-a, Zagreb, prosinac, 1999.
5. N. Radić, T. Car, J. Ivkov, A. Tonejc, A.M. Tonejc, M. Stubičar, M. Metikoš-Huković
Amorfni tanki filmovi slitina aluminija i volframa
Drugi znanstveni sastanak HFD-a, Zagreb, prosinac, 1999.
6. M.Prester
Fraktalni disipativni režim i dinamika ne-Euklidskih antiferomagneta u problemima visokotemperaturnih supravodiča
Drugi znanstveni sastanak HFD-a, Zagreb, prosinac, 1999.
7. M. Pinterić, S. Tomić, K. Maki, M. Prester, Đ. Drobac, O. Milat, D. Schweitzer, I.Heinen, W. Strunz
Ispitivanje parametara uređenja u 2D organskom supravodiču koristeći tehniku AC magnetske susceptibilnosti
Drugi znanstveni sastanak HFD-a, Zagreb, prosinac, 1999.

DIPLOMSKI, MAGISTARSKI, DOKTORSKI RADOVI:

I. Živković, *Utjecaj geometrijskih efekata na dinamički otpor granularnog supravodiča $GdBa_2Cu_3O_7$* , **diplomski rad**, PMF, Zagreb, svibanj 1999. (voditelj: dr. M. Prester)

Ž. Marohnić, *Određivanje kritičnih struja u masivnim uzorcima zrnatih visokotemperaturnih supravodiča*, **doktorski rad**, PMF, Zagreb, prosinac 1999. (voditelj: prof. dr. E. Babić)

Seminari:

Đ. Drobac, "AC Susceptibilnost nekih razrijeđenih amorfnih feromagnetskih slitina u području faznih prijelaza", Sarajevo, veljača 1999.

2.5 ELEKTRONSKA SVOJSTVA LOKALNO KORELIRANIH SISTEMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr.sc. Veljko Zlatić, znanstveni savjetnik

SURADNICI: dr.sc. Ivica Aviani, viši asistent
 dr.sc. Berislav Horvatić, znanstveni suradnik
 dr.sc. Ognjen Milat, viši znanstveni suradnik
 dr.sc. Marko Miljak, znanstveni suradnik
 dr.sc. Miroslav Očko, znanstveni suradnik

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Nastavljena su dosadašnja istraživanja jako koreliranih elektrona. Rezultati su objavljeni u znanstvenoj periodici ili su otposlani u štampu tokom 1999 g. Neke novije rezultate poslat ćemo na recenziju u časopise tokom ove godine.

Teorijski dio

Nastavljena su istraživanja magnetskih svojstva razrijeđenih Kondo sistema na bazi cerija. Metodom skaliranja analiziran je *Kondo* efekt u prisustvu kristalnog polja i objašnjena su mjerenja magnetske susceptibilnosti na sistemu $Ce_xLa_{1-x}Cu_{2.05}Si_2$ i $Ce_xLa_{1-x}Cu_6$, koja su rađena u našoj grupi. Rezultati su jednim dijelom već objavljeni [1],[5], dijelom su otposlani u štampu [10], a dijelom su objavljeni u disertaciji A. Aviania i u diplomskoj radnji I. Zereca. Nastavljen je rad na teoriji fluktuirajuće valencije u $YbInCu_4$ spojevima [2] i na anharmoničkom elektron-fonon vezanju [8]. Nastavljen je rad na teoriji spektralne reprezentacije jednoelektronskih stanja Hubbardovog modela. I ti su rezultati dijelom objavljeni [4], a dijelom će biti otposlani u štampu tokom ove godine.

Eksperimentalni dio

Primjenom torque-magnetometra detaljno je magnetski karakteriziran organski vodič κ -(BEDT-TTF) $_2$ Cu[N(CN) $_2$]Cl. Utvrđeno je canted-antiferomagnetsko (CAF) uređenje na 22K. Detaljno je obrađena *Dzyaloshinsky-Moria* (DM) interakcija i određen je položaj DM-vektora u kristalu. [3]. Nastavljena su istraživanja (u suradnji s IRB-om) strukturnih svojstava He-, H-, Kr- implantata monokristalnog silicija, i tankih filmova W-C. Korištenjem tehnike rendgenskog raspršenja pod malim kutem (GISAXS) sinhrotrona "Elettra" u Trstu, nađene su korelacije unutrašnjih i površinskih nehomogenosti [9]. Nastavljen je rad na $BaVS_3$ sistemu. Detaljno je karakteriziran mjerenjem magnetske susceptibilnosti i anizotropije. U inače kontroverznoj situaciji kako interpretativnoj tako i eksperimentalnoj, utvrdili smo tri nove reproducibilne eksperimentalne činjenice. Detektirana je histereza na 63K koja ukazuje na postojanje još jednog faznog prelaza.

Na 30K po prvi put je eksperimentalno pokazan fazni prelaz. U kontekstu rasprave o ne magnetskom osnovnom stanju ovog materijala, detekcija nelinearne magnetizacije je značajan rezultat. [11]

Nastavljena su istraživanja (u suradnji s IRB-om) na spojevima sa klusterskim jedinicama tipa $[(\text{Nb}; \text{Ta})_6](\text{Br}; \text{Cl})_{12}$. [12]

Započeta su istraživanja magnetskih svojstava *manganata* (napr. $(\text{Bi}, \text{Sr})\text{MnO}_3$) u kontekstu istraživanja visokotemperaturnih supervodiča. Primjenom preciznih mjerenja magnetske anizotropije nastojimo razviti metodologiju karakterizacije uređenja kao što su orbitalno uređenje, te uređenje naboja.

Nastavljena su istraživanja transportnih svojstava $\text{Ce}_x\text{La}_{1-x}\text{Cu}_{2.05}\text{Si}_2$ sistema slitina [6]. Analiza rezultata mjerenja termostruje $\text{Ce}_{.60}\text{La}_{.40}\text{Cu}_{2.05}\text{Si}_2$ ukazala je na moguću koncentracijsku ovisnost Kondo temperature u izučavanom sistema slitina. U cilju da se utvrdi ova činjenica poduzeli smo istraživanja $\text{Ce}_x\text{Y}_{1-x}\text{Cu}_{2.05}\text{Si}_2$ sistema slitina. Taj sistem slitina još nije istraživani. Konačni rezultati pokazuju, između ostaloga, da Kondo, ili karakteristična temperatura, ovisi eksponencijalno o promjeni volumena rešetke u oba sistema slitina. Takva ovisnost može se opisati teorijskim izrazom za karakterističnu temperaturu, koji proizlazi iz Andersonovog modela, uz pretpostavku da efekt "kemijskog tlaka" uzrokuje promjenu karakteristične temperature. Također je pokazano da je spektar energetskih nivoa Ce^{+3} iona razdvojenih kristalnim poljem neovisan o koncentraciji i isti u oba proučavana sistema slitina. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima mjerenja transportnih svojstava intermetalnih spojeva CeCu_2Si_2 i CeCu_2Ge_2 pod tlakom.

POPIS RADOVA:

Redovni radovi u časopisima

1. V. Zlatić, I. Aviani and M. Miljak
Scaling approach to the magnetic properties of Ce intermetallics
Molecular Physics Reports, **24** (1999) 136-149;
2. S. Zherlitsyn, B. Luthi, B. Wolf, J. L. Sarrao, Z. Fisk, and V. Zlatić
Ultrasonic study of the mixed valence system $\text{YbIn}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Cu}_4$
Phys. Rev. **B 60** (1999) 3148- 3153
3. M. Pinterić, M. Miljak, N. Biškup, O. Milat, I. Aviani, S. Tomić, D. Schweitzer, W. Strunz and I. Heinen
Magnetic anisotropy and low-frequency dielectric response of weak ferromagnetic phase in $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu}(\text{N}(\text{CN})_2)\text{Cl}$, where BEDT-TTF is Bis (ethylenedithio) tetrathiafulvalene
Eur. Phys. J., **B 11** (1999) 217 -225

Konferencijski radovi u časopisima:

4. I. Aviani, M. Miljak, V. Zlatić, B. Buschinger, C. Geibel and F. Steglich
Magnetic properties of $\text{Ce}_x\text{La}_{1-x}\text{Cu}_{2.05}\text{Si}_2$
Physica B **259-261** (1999) 686-687;
5. V. Zlatić, B. Horvatić, S. Grabowski and P. Entel
Destruction of the low-energy spectral weight in 2-D Hubbard model
Physica B **259-261** (1999) 727-728

6. M. Očko, B. Buschinger, C. Geibel and F. Steglich
Behaviour of Thermopower at the Transition from Impurity Kondo towards Heavy Fermion Regime in $Ce_xLa_{1-x}Cu_{2.05}Si_2$
 Physica B, **259-261** (1999) 87-88
7. M. Očko, J.-G. Park and I. Aviani
Competition Between Intrasite and Intersite Interactions in Doped YRu_2Si_2
 Physica B, **259-261** (1999) 260-261

Radovi prihvaćeni za tisak:

8. J. Freericks, V. Zlatić and Mark Jarrell
Approximate scaling relation for the anharmonic electron-phonon problem
 Phys. Rev. B **61**, accepted for Rapid Commun. (2000);
9. P. Dubček, O. Milat, B. Pivac, S. Bernstorff, H. Amenitsch, R. Tonini, F. Corni, and G. Ottaviani
GISAXS study of defects in He implanted silicon
 Mat. Sci. Eng. B (2000), accepted

Radovi poslani na ocjenu:

10. I. Aviani, M. Miljak, M. Očko, V. Zlatić, K.D. Schotte, C. Geibel and F. Steglich,
Kondo effect in $Ce_xLa_{1-x}Cu_{2.05}Si_2$ intermetallics
 - submitted to Phys. Rev. B, (2000);
11. G. Mihaly, I. Kezsmarki, F. Zamborszky, M. Miljak, K. Penc, P. Fazekas, H. Berger and L. Forro
Orbital effects on the metal-insulator transition in $BaVS_3$
 - submitted to Phys. Rev.
12. M. Vojnović, N. Brničević, I. Bašić, R. Trojko, M. Miljak and I.D. Desnica-Franković
Reactions of Niobium and Tantalum Hexanuclear Halide Clusters with Cadmium(II) Halides. Diamagnetic and Paramagnetic Clusters with Semiconducting Properties
 - submitted to Polyhedron

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima:

Hvar'99. U okviru rada na našoj temi organizirali smo od 20. do 30. 9. 1999. međunarodnu školu i konferenciju o fizici koreliranih elektronskih sistema. Naslov skupa: *Concepts in electron correlation*. Predsjedavajući: V. Zlatić

Sudjelovanje na poster sekciji:

I. Aviani, M. Miljak, M. Očko, V. Zlatić, K.D. Schotte, C. Geibel and F. Steglich,
Kondo effect in $Ce_xLa_{1-x}Cu_{2.05}Si_2$ intermetallics

M. Očko, Đ. Drobac, J.-G. Park

Magnetic phase transitions in $U_xY_{1-x}Ru_2Si_2$ heavy fermion alloy system

M. Očko, J.-G. Park

Transport properties of $U_xY_{1-x}Ru_2Si_2$ alloy system for $0.89 \geq x \geq 0.50$:

Is it possible the Kondo behaviour below the antiferromagnetic ordering ?

M. Očko, B. Buschinger, C. Geibel, F. Steglich

Transport properties of $Ce_xLa_{1-x}Cu_{2.05}Si_2$ heavy fermion alloy system

M. Očko, C. Geibel, F. Steglich

Transport properties of the $Ce_xY_{1-x}Cu_{2.05}Si_2$ heavy fermion alloy system

Godišnji sastanak Američkog fizikalnog društva, ožujak 1999,

J. Freericks and V. Zlatić,

Approximate scaling relation for the anharmonic electron-phonon problem

MCEM '99. 4th Multinational Congress on Electron Microscopy, Veszprem (Mađarska) 5-8 rujna 1999.

Pozvano predavanje: O. Milat:

Principles of the Selective Imaging of Crystal Structures

ZNANSTVENA SURADNJA:

Projekti

Effects on nonconstant density of states on the superconductivity

Suradnja s Prof. J. Freericks, Georgetown University, Washington

Projekt financiraju NSF u SAD, i MZT RH.

Electron crystallography of locally correlated systems

Suradnje s G. Calestani, Università di Parma, I-43100 Parma, Italia

Projekt bilateralne suradnje s Italijom financira MZT.RH

Studijski boravci:

1. V. Zlatić, Physics Department, Georgetown University, SAD, siječanj-srpanj 1999, predavanja iz elektrodinamike i optike za studente 3 godine fizike (ljetni semestar).
2. I. Aviani, ILL, Grenoble, Francuska, rujan. 1999. – ožujak 2000.

Doktorski, magistarski i diplomski radovi:

I. Aviani obranio je doktorsku disertaciju na Sveučilištu u Zagrebu

Magnetska svojstva cerijevih metalnih spojeva: elektronske korelacije i kristalno polje

Voditelji V. Zlatić i M. Miljak

I. Zerec izradio je kod nas diplomski rad

Utjecaj kristalnog polja na magnetska svojstva intermetalnih spojeva $Ce_xLa_{1-x}Cu_6$

Voditelj: V. Zlatić

2.6 STRUKTURNE MODULACIJE U NOVIM SINTETIČKIM MATERIJALIMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. sc. Zlatko Vučić, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: dr. sc. Davorin Lovrić, znanstveni suradnik

mr. sc. Jadranko Gladić, asistent

OPIS ISTRAŽIVANJA:

U 1999. godini nastavljena su istraživanja ravnotežnih i kvaziravnotežnih oblika površine (ECS i QECS) monokristala bakar selenida, koji su u ravnotežnom odnosu sa svojom parnom fazom, u cilju boljeg razumijevanja slobodne energije monokristalne površine kao i njene mikroskopske prirode.

S tom svrhom izrastani su monokristali bakar selenida sastava bliskog $\text{Cu}_{1.75}\text{Se}$. To su kuglasti kristali, veličine do 5 mm u promjeru s makroskopskim plohama tipa (111), izrasli na vrhu kapilare vanjskog promjera 300-500 μm . Rast se odvijao u slobodni prostor u okruženju konstantnog tlaka Se para ($p \approx 10^{-2}$ bara) i kod konstantne temperature ($T \approx 800$ K). Generator rasta bila je konstantna razlika kemijskog potencijala za atome bakra ostvarena fiksnim kemijskim potencijalom na oba kraja uzorka. S jedne je strane uzorak bakar selenida u ravnoteži s metalnim bakrom s ulogom izvora-injektora Cu atoma. S druge strane, na dijelu na kojem se odvija kemijska reakcija Cu-Se, odnosno na dijelu koji raste, kemijski potencijal (pa onda i sastav) određen je nezavisno nametnutim tlakom para selena.

U superionskom vodiču bakar selenidu atomi Cu imaju vrlo visoku difuzivnost (reda $10^{-8} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$) pa se ravnotežni oblici ostvaruju u znatno kraćim vremenima u usporedbi s drugim, jedno i dvikomponentnim, materijalima na kojima su promatrane ECS pojave. Stoga je, kao kod kristala helija u ravnoteži sa supratekućinom, moguće izrastati centimetarske kristale bakar selenida i k tome ravnotežnog oblika.

Bakar selenidu superioran je dosad jedino kristal ^4He na kojem su načinjeni najznačajniji prodori kad je riječ o ECS-u. Usprkos gotovo dva reda veličine sporijoj relaksaciji površine brzo se uočavaju određene prednosti superionskih vodiča pri istraživanju ECS-a. Najvažnija je svakako mogućnost kontinuirane i kontrolirane promjene slobodne energije površine odnosno površinske napetosti promjenom površinske gustoće Cu atoma. Bakar selenid, naime, dopušta široki raspon sastava, od Cu_2Se do $\text{Cu}_{1.7}\text{Se}$, jednake strukture, a različite površinske gustoće mobilnog Cu podsistema. Druga prednost jest enormna širina temperaturnog intervala u kojem je moguće istraživati ECS pojave (600 K – 830 K). Nisku donju granicu intervala bakar selenidu omogućuje visoka mobilnost Cu atoma (mobilnog podsistema) dok gornju visoku granicu (temperatura taljenja je približno 1400 K) određuju fizikalni parametri povezani s fiksnim podsistemom, čvrstom rešetkom. Kao što se pokazuje u našem radu otvara se i, do sada, slabo istražena dimenzija istraživanja, kvaziravnotežne pojave, upravo zbog eksperimentalnim uvjetima primjerene vremenske skale na kojoj se odvijaju procesi uravnoteženja.

U protekloj godini posvetili smo se usavršavanju sustava za rast kristala i kontrole vanjskih parametara koji utječu na izobličenje savršenog kugloidnog oblika kristalne površine kao i objekata na površini odnosno ploha.

Pokazalo se naime da je oblik kristala u rastu izrazito osjetljiv na aksijalne i radijalne temperaturne gradijente pa su konstrukcijska poboljšanja kvarcne transparentne peći i kvarcne kivete rađena u svrhu minimiziranja spomenutih gradijenata.

Tijekom rasta kristala (koji traje 10 – 15 dana) u uvjetima konstantnog dotoka atoma Cu, dakle mase, mjereni su in situ sljedeći ECS parametri u ovisnosti o vremenu: radijus kristala $R(t)$, radijus jedne ili više ravnih ploha tipa (111) $L(t)$, te radijvektor položaja (111) plohe $Z(t)$ u odnosu na centar kuglastog kristala. Radijus R je mjera volumena koji predstavlja faktor skaliranja. ECS oblici, ako se ništa drugo ne mijenja ne smiju ovisiti o volumenu kristala. Radijus plohe je mjera odnosa površinske napetosti uz rub plohe i energije za formiranje nove stepenice na plohi. Radijvektor položaja plohe mjeri minimalnu energiju površine za određeni kristalografski smjer. Optički sustav za mjerenje koji uključuje objektiv mikroskopa i CCD kameru na mjestu okulara omogućuje rezoluciju od 5 μm što predstavlja bitno ograničenje za analizu rasta kristala na nivou terasa i stepenica.

Uz eksperimentalno čvrsto utemeljeni konstantni volumni rast u vremenu eksperimentalno je potvrđeno postojanje nepravilnih oscilacija u radijusu plohe za vrijeme kontinuiranog rasta radijusa kristala. Efekt relativnih oscilacija u radijusu plohe doseže do 20 %. Usprkos slaboj rezoluciji u određivanju $Z(t)$ pokazuje se indikativna korelacija oscilacije radijusa plohe $L(t)$ i iznosa radijvektora plohe $Z(t)$.

Naime, interval relativnog povećanja plohe (u odnosu na monotoni rast zbog rasta radijusa kugle) prati interval nepromjenjivosti Z (do na pogrešku od 2%) dok interval relativnog smanjenja L prati pojačani rast Z .

Sličan efekt opažen je kod kristala helija kojem je nametnuta određena mala brzina rasta (do 50 $\mu\text{m/s}$), gdje je mjerena samo vremenska ovisnost relativnog položaja c -plohe (0001). Tamo se ploha neko vrijeme odupire rastu da bi kad nadtlak preraste određenu vrijednost ploha eruptivno narasla za 60-600 nm. Intervali između erupcija su nepravilni.

Naš rezultat, relativne oscilacije veličine plohe, nije do sada opažen ni kod jednog drugog ECS sustava. Smatramo ga izuzetno značajnim za razumijevanje načina rasta kristala to više što ga je, u sprezi s ponašanjem vremenske ovisnosti radijvektora plohe, na kvalitativnoj razini, moguće jednostavno opisati uzevši u obzir anizotropiju površinske napetosti uz rub plohe i diskretnost same površine (terase i stepenice). Disperzijska relacija za pobuđenja kristalnih valova na površini kristala helija pokazala je da se uz rub plohe jako razlikuju vertikalna i horizontalna komponenta krutosti površine. Približavanjem rubu plohe sa strane zakrivljenog dijela kristala vertikalna komponenta divergira dok horizontalna komponenta linearno teži u nulu. Prvi rezultati uobličeni su u publikaciju i poslani u tisak.

U prošloj godini završen je eksperimentalni rad na doktorskoj disertaciji mr. sc. Jadranka Gladića i upravo je pri završetku i pisanje.

Također, započeta je izrada dva diplomatska rada. Prvi, kojeg izrađuje kolega Mirko Milas, odnosi se na većinu navedenih rezultata, a nosi naslov: "Istraživanje rasta monokristala ravnotežnog oblika nestehiometrijskog bakar selenida". U drugom, kojeg izrađuje kolega Slobodan Mitrović, razvija se nova metoda za mjerenje radijvektora plohe (111) kuglastog kristala s nanometarskom rezolucijom u suradnji s laboratorijem za holografiju (dr. sc. Nazif Demoli). Rad nosi naslov "Holografsko-interferometrijska analiza rasta kristala u realnom vremenu".

POPIS RADOVA

Redovni radovi u časopisima:

Z. Vučić and J. Gladić, Growth rate of equilibrium-like-shaped single crystals of superionic conductor cuprous selenide, *Journal of Crystal Growth*, **205** (1999) 136-152.

Radovi poslani na ocjenu:

Z. Vučić and J. Gladić, Shape relaxation during equilibrium-like growth of spherical cuprous selenide single crystals, *Fizika A & B*, prigodni broj posvećen 70. godišnjici života prof. Leontića, 1999.

SUDJELOVANJE NA ZNANSTVENIM SKUPOVIMA:

1. D. Kunstelj, D. Babić, N. Čakić, B. Leontić, F. Mikulić, Z. Vučić and J. Gladić, The Modulations and "Pairing" of Atoms in $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ High-Temperature Superconductor as Revealed by the Fast Fourier Transform and Filtering, First Congress of the Croatian Society for Electron Microscopy, (with international participation), May 13-16, 1999., Zagreb, HR (Hotel "Sheraton").
2. Z. Vučić, J. Gladić, M. Milas and I. Prlić, The oscillating growth rate of (111) facets of partially faceted single crystal of superionic cuprous selenide during the nearly-equilibrium growth at a low constant volume growth rate, 6. srećanje strokovnjakov s područja vakuumske znanosti in tehnike iz Slovenije i Hrvatske, 17. junij 1999., Kemijski inštitut, Ljubljana, Zbornik povzetkov, str. 8.
3. Z. Vučić, J. Gladić, D. Lovrić, M. Milas i S. Mitrović, Rast i formiranje ravnih ploha na na površini kuglastog monokristala bakar selenida pri konstantnom dotoku atoma bakra i stalnom tlaku selenovih para, Drugi znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 1.-3. prosinca 1999. (poster); usmeno predavanje Z. Vučić, Knjiga sažetaka, str. 15.

ZNANSTVENA SURADNJA:

Neposredna suradnja

Nastavak suradnje s Chemical Physics Departement, University of Groningen, Nyenborgh 4, Groningen, The Netherlands.

2. 7. KOMPLEKSNI MODULIRANI SISTEMI: OSNOVNA STANJA I POBUĐENJA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. sc. Katica Biljaković, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: dr. sc. Smontara Ana, znanstveni suradnik
dipl.inž. Starešinić Damir, znanstveni novak
dipl.inž. (mr. sc.) Bilušić Ante, znanstveni novak*

*na odsluženju vojnog roka od 10. veljače do 9. prosinca 1999.

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Uz nastavak proučavanja termodinamike (TD), električnog transporta te dielektričnog odziva sistema s valovima gustoće naboja (VGN), izvedeno postojećim tehnologijama u našem laboratoriju, značajno smo proširili naša istraživanja kroz suradnju s drugim laboratorijima. Naša izvorna saznanja o pobuđenjima VGN, prvotno dobivena u vlastitom laboratoriju, bila su okosnica projekata novih istraživanja novim metodama optičke spektroskopije, magnetske rezonancije te sofisticiranim mjerenjem elastičnih svojstava. Uz to smo nastavili s ispitivanjem TD organskih materijala u raznim osnovnim stanjima poput valova gustoće spina (VGS) ili magnetskog analoga VGN spin-Peierlsa s naglaskom na dinamiku dugoživućih pobuđenja.

Nužno za razumijevanja prirode VGN prijelaza je proučavanje fluktuacija VGN parametra uređenja oko T_p . Uz dio informacija koje smo sakupili ispitivanjem dielektričnog odziva na o-TaS_3 i $(\text{TaSe}_4)_2\text{I}$ (projekt 1.), potpuniju sliku dobili smo mjerenjem toplinskog kapaciteta C_p i posebnom analizom električnog otpora oko T_p . Prvi sistem, za razliku od drugog, nema uočljivu anomaliju na T_p , međutim analiza rezultata u okvirima "scaling" teorije, koju smo napravili u suradnji s J.Souletiem (projekt 2.), pokazuje promjenu u nagibu logaritamske derivacije C_p oko T_p . Kritično područje je veoma široko i proteže se 30-40K iznad T_p . Drugi sistem ima veoma malu anomaliju, oko 0.6%, u kritičnom području širokom oko 60K (diplomski rad: A.Kiš). Tako precizno mjerenje C_p konkurentno je na svjetskoj razini i omogućilo nam je indiciranje dinamičkog "crossovera" u o-TaS_3 na $T_g \sim 50\text{K}$ (primjenom Souletijeve metode), svojstvenog staklastom prijelazu (drugi dokazi su objavljeni u [11], [13,14]).

U suradnji s kolegama s instituta "J.Stefan" u Ljubljani nastavljen je drugi dio ispitivanja VGN pobuđenja u plavoj bronci, sada u uvjetima nelinearnosti, a predviđamo i ispitivanje utjecaja defekata. U međuvremenu su objavljeni rezultati mjerenja opuštanja nuklearne spinske magnetizacije metodom nuklearne magnetske rezonancije (NMR), koja su pokazala važnost termičkih fluktuacija modulacijskog vala [3] (znanstvena suradnja 4), kao i rezultati optičkih ispitivanja tranzijentne reflektivnosti u femtosekundnoj vremenskoj domeni (znanstvena suradnja 5). Dobili smo prvu evidenciju faznih i amplitudnih pobuđenja VGN u realnoj vremenskoj skali. Od posebne važnosti je pronalazak "novih" pobuđenja izazvanih lokaliziranim stanjima [2], koji bi se mogli povezati s nekim modovima opaženim u dielektričnom odzivu.

Nastavak ispitivanja toplinski potaknutog izbijanja potvrdio je naša očekivanja da se tom metodom može direktno ustanoviti smrzavanje primarnog i sekundarnog procesa, detektiranih mjerenjem ac-dielektričnog odziva. Ta metoda se konačno pokazuje veoma učinkovitom u karakterizaciji oba procesa te je u suradnji s vanjskim laboratorijima (projekti 1, 3; znan. sur. 1) započeto ispitivanje utjecaja defekata. Neka

svojstva nisko-temperaturnog dielektričnog odziva ispituju se u suradnji s CRTBT-CNRS u Grenoblu (projekt 2: D. Starešinić u okviru zajedničkog doktorskog studija).

U okviru programa ispitivanja niskotemperaturnih TD svojstava niskodimenzionalnih sistema (projekti 2 i 4) nastavljeno je mjerenje toplinskog kapaciteta nanotuba na puno čistim uzorcima. Posebna pažnja je posvećena objašnjenju veoma spore dinamike opuštanja entalpije u VG sistemima [1,15]. Dobivene su neke prepoznatljive osnovne karakteristike simuliranjem ekvivalentnog električnog sistema, što će znatno pomoći u dekonvoluciji odziva "normalnog" dijela sistema od odziva dugoživućih niskoenergetskih pobuđenja [20].

Nastavljena su ispitivanja vođenja topline i električnog transporta niskodimenzionalnih anorganskih sistema, "tvrdih ugljika" i kvazikristala. Ova istraživanja upotpunili smo mjerenjem Hallovog koeficijenta kvazikristala te strukturnim ispitivanjem "tvrdih ugljika" u suradnji s drugim laboratorijima.

Analize dosadašnjih ispitivanja toplinske vodljivosti i električnog transporta $Nb_4Te_{17}I_4$ te čistog i niobijem dopiranog $(TaSe_4)_2I$ na vrlo niskim temperaturama i u okolini temperature Peierlsovog prijelaza objavljena su u više publikacija (4-8, 16, 17). Nastavljena su ispitivanja dihalogenida $2H-TaSe_2$ mjerenjem magnetske susceptibilnosti i transportnih svojstava na vrlo niskim temperaturama (znan. sur. 2).

U suradnji s drugim laboratorijima nastavljeno je ispitivanje toplinske vodljivosti i električnog transporta (znan. sur. 3), termostruje i Hallovog koeficijenta ikozaedarskih kvazikristala iz obitelji Al-Cu-Fe u širokom temperaturnom području od 80 mK do 340 K. Izmjerena termoelektrična svojstva uklapaju se u dosadašnju sliku kvazikristala. Niskotemperaturno ponašanje električne vodljivosti ispitivanih sistema dobro je objašnjeno u okviru teorija slabe lokalizacije, dok su termoelektrična svojstva na temperaturama višim od 70 K objašnjena modelom dvaju nositelja. Posebno važan doprinos ispitivanja je u tome što rezultati mjerenja toplinske vodljivosti mijenjaju do sada prihvaćenu sliku ponašanja toplinske vodljivosti kvazikristala Al-Cu-Fe. Niskotemperaturna toplinska vodljivost pokazuje temperaturno ponašanje T^{ν} ($\nu \neq 2$ i različitog iznosa za različite koncentracije) što se objašnjava doprinosima i drugih mehanizama vođenja pored raspršenja na granici kvazikristala i na tunelirajućim stanjima. Na višim temperaturama toplinska vodljivost ispitivanih kvazikristala pokazuje zasićenje s pojavom blagog maksimuma koji je posljedica strukturnih raspršenja, a na temperaturama višim od 100 K toplinska vodljivost raste po potencijalnom zakonu različitih eksponenata, zbog doprinosa anharmoničnošću potaknutim preskocima lokaliziranih fononskih stanja (diplomski rad: I. Bešlić, magistarski rad: A. Bilušić, radovi [19, 24] i konferencijski radovi [21, 22]). Ti eksperimentalni rezultati, kao i predložene teorijske interpretacije, predstavljaju vrlo vrijedan doprinos boljem razumijevanju fizike Al-Cu-Fe i kvazikristala općenito.

Nastavljena su ispitivanja toplinske vodljivosti i strukturna analiza "tvrdih ugljika" (C_{60} i C_{70}) (znan. sur. 4). Ona pokazuju da je temperaturno ponašanje toplinske vodljivosti "tvrdih ugljika" sličnije temperaturnom ponašanju amorfni, nego kristalnih sistema.

Na vrlo niskim temperaturama ($T < 10$ K) toplinska vodljivost raste s $T^{1.4}$. Na višim temperaturama dolazi do zasićenja, ali bez pojave "platoa" na $T \sim 10$ K, karakterističnog za amorfne materijale. Međutim, daljnjim povećanjem temperature toplinska vodljivost, kao kod amorfni materijala, raste linearno s temperaturom i njeno se temperaturno ponašanje može opisati u okviru fonon-frakton modela. Slike visokog razlučivanja dobivene transmissionom elektronskim mikroskopom u većem dijelu uzorka pokazuju amorfnu strukturu. U rijetkim dijelovima vidljivo je uređenje kratkog doseg, a još rjeđe nanokristalinična struktura.

Iznimna tvrdoća uzoraka kao i ponašanje toplinske vodljivosti, netipično za uređene strukture, ipak ukazuju da od početnog uzorka nije nastao običan grafit. Relativno velika električna vodljivost ukazuje na ostatke aluminija u uzorku (diplomski rad: S. Gradečak). Daljnja istraživanja usmjerena su prema kvantitativnoj analizi strukture, te mjerenju toplinske vodljivosti na temperaturama višim od sobne.

POPIS RADOVA:

Redovni radovi u časopisima

1. *Low temperature thermodynamical properties of the organic chain conductor (TMTSF)₂AsF₆*
J.C.LASJAUNIAS, K.BILJAKOVIĆ, D.STAREŠINIĆ, P.MONCEAU,
S.TAKASAKI, J.YAMADA, S.-I.NAKATSUJI and H.ANZAI
Eur. Phys. J. B 7 (1999) 541-550
2. *Single particle and collective excitations in the one-dimensional charge density wave solid K_{0.3}MoO₃ probed in real time by femtosecond spectroscopy*
J.DEMŠAR, D.MIHAILOVIĆ and K.BILJAKOVIĆ
Phys. Rev. Lett. 83 (1999) 800-803
3. *Thermal fluctuations of Charge Density Waves studied by NMR*
J.DOLINŠEK, T.APIH and K.BILJAKOVIĆ
Phys. Rev. B 60 (1999) 3982-3988

Konferencijski radovi u časopisima

4. *Role of the Nb impurities on the thermal conductivity of (Ta_{1-x}Nb_xSe₄)₂I alloys in the vicinity of the Peierls transition*
A. SMONTARA, A. BILUŠIĆ, E. TUTIŠ, H. BERGER, F. LEVY
Physica B. 263 (1999) 779-783
5. *Thermal conductivity minimum of Nb₄Te₁₇I₄*
A. BILUŠIĆ, A. SMONTARA, H. BERGER
Physica B. 263 (1999) 752-755
6. *On the phonon Poiseuille flow in quasi-one dimensional crystal*
R. MAYNARD, A. SMONTARA, J. C. LASJAUNIAS
Physica B. 263 (1999) 678-682
7. *Transport properties of the quasi-one-dimensional crystal Nb₄Te₁₇I₄*
A. BILUŠIĆ, A. SMONTARA, H. BERGER
Synthetic Metals. 103 (1999) 2646-2647
8. *Effects of doping on the transport properties of the quasi-1D system (TaSe₄)₂I*
A. SMONTARA, A. BILUŠIĆ, E. TUTIŠ, H. BERGER, F. LEVY
Synthetic Metals. 103 (1999) 2663-2666
9. *Thermodynamical properties of Bechgaard salts*
LASJAUNIAS J.C., BILJAKOVIĆ K., YANG H., MONCEAU P.
Synth. Metals 103 (1999) 2130-2131
10. *Thermally stimulated discharge in CDW systems*
STAREŠINIĆ D., BILJAKOVIĆ K., BAKLANOV N.I., ZAITSEV-ZOTOV S.N.
Synth. Metals 103 (1999) 2610-2611
11. *Glass transition in CDW system o-TaS₃*
BILJAKOVIĆ K., STAREŠINIĆ D., HOSSEINI K., BRUTTING W.
Synth. Metals 103 (1999) 2616-2619

12. *Low-temperature thermodynamical properties of Bechgaard salts: $(TMTSF)_2PF_6$ versus $(TMTSF)_2AsF_6$*
BILJAKOVIĆ K., J.C.LASJAUNIAS, P.MONCEAU
J. Phys. IV France 9 (1999) 27-31
13. *Complex dielectric response of the CDW ground state in $o-TaS_3$*
STAREŠINIĆ D., BILJAKOVIĆ K., BRUTTING W., HOSSEINI K., ZAITSEV-ZOTOV S.N.
J. Phys. IV France 9 (1999) 47-48
14. *Glass-like behaviour in the CDW state of the quasi-one-dimensional conductor $K_{0.3}MoO_3$*
HOSSEINI K., BRUETTING W., SCHWORER M., RIEDEL E., VAN SMAALEN S., BILJAKOVIĆ K., STAREŠINIĆ D.
J. Phys.IV, France 9 (1999) 41-43
15. *Slow dynamics of energy relaxation in the commensurate SDW ground state of $(TMTTF)_2Br$*
J.C.LASJAUNIAS, K.BILJAKOVIĆ, D.STAREŠINIĆ, P.MONCEAU, J.M.FABRE
J. Phys.IV, France 9 (1999) 53-54

Konferencijski radovi objavljeni u zbornicima

16. *Thermal Conductivity of the Quasi-One Dimensional Crystal $Nb_4Te_{17}I_4$*
SMONTARA, A. BILUŠIĆ, H. BERGER
Thermal Conductivity 24, Thermal Expansion 12: 181-189 (ed. P. Gall), Technomic, 1999
17. *Thermal Conductivity of $(Ta_{1-x}Nb_xSe_4)_2I$ alloys*
A. SMONTARA, J. C. LASJAUNIAS, A. BILUŠIĆ, R. MAYNAR
Thermal Conductivity 24, Thermal Expansion 12: 173-181 (ed. P. Gall), Technomic, 1999
18. *Slow dynamics in the disordered ground state of SDW compounds at low temperature*
J.C.LASJAUNIAS, K.BILJAKOVIĆ, D.STAREŠINIĆ, P.MONCEAU
Proceedings of 6th meeting "Disorder in molecular solids" DISMOS-6, 123-124 (1999)

Radovi prihvaćeni za tisak:

19. *Electrical conductivity, Hall coefficient and thermopower of icosahedral $i-Al_{62}Cu_{25.5}Fe_{12.5}$ and $i-Al_{63}Cu_{25}Fe_{12}$ quasicrystals*
A. BILUŠIĆ, I. BEŠLIĆ J. IVKOV, J. C. LASJAUNIAS, Y. CALVAYRAC, A. SMONTARA
Fizika A (2000)
20. *Probation of some alternative models for complex low-energy excitation relaxation in Density wave systems*
KIŠ A., PAVIČIĆ D., STAREŠINIĆ D., BILJAKOVIĆ K., LASJAUNIAS J.C., MONCEAU P.
Fizika A (2000)

21. *Low Temperature Thermal Conductivity of Icosahedral $Al_{63}Cu_{25}Fe_{12}$ and $Al_{62.5}Cu_{25.5}Fe_{12.5}$ quasicrystals*
A. SMONTARA, J. C. LASJAUNIAS, A. BILUŠIĆ, C. PAULSEN
Material Science and Engineering A (2000)
22. *Thermal and Thermoelectrical Properties of Icosahedral $Al_{62.5}Cu_{25.5}Fe_{12.5}$*
A. BILUŠIĆ, A. SMONTARA, J. C. LASJAUNIAS, J. IVKOV, Y. CALVAYRAC
Material Science and Engineering A (2000)
23. *Slow energy relaxation at low temperature in quasi-1D organic conductors*
J.C.LASJAUNIAS, K.BILJAKOVIĆ, P.MONCEAU
J. Phys. IV France (2000)

Radovi poslani na ocjenu:

24. *Low Temperature Thermal Conductivity of Icosahedral $AlCuFe$ quasicrystals*
A. BILUŠIĆ, A. SMONTARA, J. C. LASJAUNIAS
Physica B

Sudjelovanje na znanstvenim skupovima

a) *International Workshop on Electronic Crystals ECRYS-99, 31.svibnja-3. lipnja, 1999., Francuska (Provence)*

1. *Low-temperature thermodynamical properties of Bechgaard salts: $(TMTSF)_2PF_6$ versus $(TMTSF)_2AsF_6$*
BILJAKOVIĆ K., J.C.LASJAUNIAS, P.MONCEAU (izlaganje)
2. *Complex dielectric response of the CDW ground state in $o-TaS_3$*
STAREŠINIĆ D., BILJAKOVIĆ K., BRUTTING W., HOSSEINI K., ZAITSEV-ZOTOV S.N. (poster)
3. *Glass-like behaviour in the CDW state of the quasi-one-dimensional conductor $K_{0.3}MoO_3$*
HOSSEINI K., BRUETTING W., SCHWORER M., RIEDEL E., VAN SMAALEN S., BILJAKOVIĆ K., STAREŠINIĆ D. (poster)
4. *Slow dynamics of energy relaxation in the commensurate SDW ground state of $(TMTTF)_2Br$*
J.C.LASJAUNIAS, K.BILJAKOVIĆ, D.STAREŠINIĆ, P.MONCEAU, J.M.FABRE (poster)

b) *6th meeting "Disorder in molecular solids" DISMOS-6, svibanj 1999, Garchy, Francuska*

1. *Slow dynamics in the disordered ground state of SDW compounds at low temperature*
J.C.LASJAUNIAS, K.BILJAKOVIĆ, D.STAREŠINIĆ, P.MONCEAU (izlaganje)

c) *7th International Conference on Quasicrystals, Stuttgart, Njemačka, 20. – 24. rujna 1999.*

1. *Low Temperature Thermal Conductivity of Icosahedral $Al_{63}Cu_{25}Fe_{12}$ and $Al_{62.5}Cu_{25.5}Fe_{12.5}$ quasicrystals*
A. SMONTARA, J. C. LASJAUNIAS, A. BILUŠIĆ, C. PAULSEN (poster)

2. *Thermal and Thermoelectrical Properties of Icosahedral $Al_{62.5}Cu_{25.5}Fe_{12.5}$*
A. BILUŠIĆ, A. SMONTARA, J. C. LASJAUNIAS, J. IVKOV, Y. CALVAYRAC
(izlaganje)
- d) *Drugi znanstveni sastanak Hrvatskog fizikalnog društva, Zagreb, 1. – 3. prosinca 1999.*
1. *Doprinos lokaliziranih fononskih pobuđenja toplinskoj vodljivosti ikozaedratskih kvazikristala*
A. BILUŠIĆ, I. BEŠLIĆ, A. SMONTARA (izlaganje)
 2. *Toplinska i termoelektrična svojstva nekih kvazi-1D anorganskih sistema, kvazikristala i tvrdih ugljika*
A. BILUŠIĆ, I. BEŠLIĆ, S. GRADEČAK, A. SMONTARA (poster)
 3. *Ispitivanje osnovnog stanja i pobuđenja u sistemima s valovima gustoće naboja*
K. BILJAKOVIĆ, A. KIŠ, D. STAREŠINIĆ (poster)

Studijski boravci

1. K. Biljaković sedmodnevni boravak na Sveučilištu u Bayreuthu u okviru regionalnog projekta, veljača 1999.
2. D. Starešinić, ostatak jednogodišnji boravak u okviru projekta "Formation-recherche", doktorski rad Sveučilišta u Zagrebu i Grenoblu (cotutelle de these), povratak 30. lipanj 1999.
3. K. Biljaković, dvokratni boravak u ukupnom trajanju od 6 tjedana u CRTBT-CNRS, Grenoble u okviru bilateralnog projekta i projekta mreža, svibanj-lipanj i rujanj
4. K. Biljaković, dvotjedni boravak u USA, Sveučilišta u Binghamtonu, Urbani i Lexingtonu, NSF projekt sa Sveučilištem u Kentucky-ju (29. studeni- 12. prosinca)
5. A. Smontara, studijski boravak na CRTBT-CNRS, Grenoble (23. lipnja – 14. srpnja i 5. – 22. prosinca 1999., stipendija Vlade Francuske Republike)
6. A. Smontara, posjeta Ecole Polytechnic Federale de Lausanne, Lausanne, (14. – 15. srpnja 1999.)

1.1 Predavanja

1. A. Smontara, Odjel za fiziku krute tvari Instituta J. Stefan, Ljubljana, Slovenija (17. studenog 1999.)
2. K. Biljaković, State University of New York at Binghamton (1. prosinca 1999.)
3. K. Biljaković, Department of Physics and Astronomy, University of Kentucky, Lexington (6. prosinca 1999.)
4. K. Biljaković, Department of Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign (8. prosinca 1999.)
5. K. Biljaković, Department of Physics and Astronomy, University of Kentucky, Lexington (10. prosinca 1999.)

Diplomski, magistarski, doktorski**a) diplomski rad:**

1. Ivan Bešlić
Toplinska i termoelektrična svojstva $Al_{62}Cu_{25}Fe_{12.5}$ kvazikristala
voditeljica: dr. sc. A. Smontara (obranjen 27. travnja 1999.)
2. Andraš Kiš
Mjerenje toplinskog kapaciteta $(TaSe_4)_2I$ u okolini Peierlsovog prijelaza
voditeljica: dr. sc. K. Biljaković (obranjen u listopadu 1999.)
3. Silvija Gradečak
Ispitivanje toplinske vodljivosti i strukturnih svojstava novog sistema tvrdog ugljika
voditeljica: dr. sc. A. Smontara (obranjen 22. studenog 1999.)

b) magistarski rad:

1. Ante Bilušić
Ispitivanje transportnih svojstava $Al-Cu-Fe$ kvazikristala
voditeljica: dr. sc. A. Smontara (obranjen 28. prosinca 1999.)

ZNANSTVENA SURADNJA:**Projekti**

1. Projekt regionalne suradnje Bavarska-R.Hrvatske
IF (dr. K. Biljaković) - Sveučilište u Bayreuthu (dr. W.Brütting)
Investigation of glassy behaviour of new materials exhibiting charge or spin modulation
2. Projekt-mreža (Ministere de l'enseignement superieur et de la recherche de France)
IF- dr. Biljaković, PMF-prof. Babić, CNRS- dr. Monceau i dr. Pouget
Etudes des propriétés physiques des systemes fortement corrélés
3. NSF projekt
IF- dr. Biljaković, University Kentucky-prof. Brill
Experimental probes of density wave deformations
4. Projekt međunarodne suradnje CRTBT, CNRS, Grenoble (dr. P. Monceau dr. K. Biljaković) *L'origin et la nature de la transition vitreus dans l'état de base des ondes de densite de charge ou de spin*

NEPOSREDNA SURADNJA:

1. zajednička istraživanja IF (dr. sc. A. Smontara) - Institute de génie atomique, EPFL, Lausanne, Švicarska (mr. H. Berger, dr. L. Forró) - CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska (dr. Lasjaunias)
2. zajednička istraživanja IF (dr. sc. A. Smontara)- CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska (dr. Lasjaunias) - Institut J. Stefan, Ljubljana, Slovenija (doc. dr. J. Dolinšek)
3. zajednička istraživanja IF (dr. sc. A. Smontara) - Fizički odsjek, PMF, Zagreb (prof. dr. A. N. Tonejc) - Centre Interdepartemental for Electron Microscopy, EPFL; Lausanne, Švicarska (dipl. inž. S. Gradečak).
4. zajednička istraživanja IF (Dr. K. Biljaković) – IJS, Ljubljana (Dr. J. Dolinšek)
5. zajednička istraživanja IF (Dr. K. Biljaković) – IJS, Ljubljana (Dr. D. Mihailović)

Gostovanja vanjskih suradnika i posjetitelja temi:

1. dr. P.Monceau
CRTBT-CNRS, Grenoble, Francuska
studijski boravak u okviru bilateralne suradnje (1.- 7. ožujka 1999.)
2. Prof. dr. J. Mustfeldt
Department of Chemistry, Binghamton University, Binghamton, NY, SAD
posjeta temi i projektu PMF-a 119204 - Niskodimenzionalni vodljivi sustavi
(17. –22. lipnja 1999.)
3. prof. J.Brill
Sveučilište Kentucky, Lexington, USA
Studijski boravak u okviru NSF projekta (19.- 31. srpnja 1999.)
4. dr. sc. J. Dolinšek
Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija
(14. listopada 1999.)
5. prof. dr. L. Degiorgi
Laboratorium für Festkörperphysik, ETH-Zürich, Švicarska
(8. studenog 1999.)
6. dr. J.C. Lasjaunias
Centre de Recherches sur les Très Basses Températures, CNRS, Grenoble,
Francuska
(11. – 22. studenog 1999., posjeta temi i projektu PMF-a 119204 -
Niskodimenzionalni vodljivi sustavi)
7. dr. sc. D. Pavuna
(1. – 6. prosinca 1999., posjeta temi i programu u svojstvu vanjskog suradnika
Instituta za fiziku)
8. dr.sc. L. Forró
(1.– 6. prosinca 1999., posjeta temi i programu u svojstvu vanjskog suradnika
Instituta za fiziku)

Ostalo:

1. K.BILJAKOVIĆ
mentor/koordinator miniprojekta “Šumski požari” u e-školi HFD
2. A. SMONTARA
voditeljica seminara
3. A. SMONTARA
urednica za fiziku “Matematičko-fizičkog lista”
4. A. BILUŠIĆ i O. BARIŠIĆ
uređuju www stranice seminara

2.8. FIZIKA POVRŠINA I ADSORBIRANIH SLOJEVA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: dr. sc. Branko Gumhalter, znanstveni savjetnik

SURADNICI: dr. sc. Milorad Milun, znanstveni savjetnik
 dr. sc. Petar Pervan, viši znanstveni suradnik
 dipl.inž. Antonio Šiber, znanstveni novak
 dipl.inž. Marko Kralj, znanstveni novak

OPIS ISTRAŽIVANJA:

U istraživačkom radu u 1999. godini nastavljeno je s realizacijom nekoliko pravaca u programu istraživačke teme (00350108) gornjeg naslova u okviru istraživačkog programa Instituta za fiziku "Fizika kondenzirane materije, plinova i plazme" (003501).

Teorijska istraživanja su bazirana na nedavno razvijenoj i neprestano usavršavanoj općoj formulaciji interakcije kvantnih i kvaziklasičnih čestica (atoma i molekula) sa bozonskim pobuđenjima (fononima, fluktuacijama elektronske gustoće, itd.) karakterističnim za metalne površine. Formalizam je posebno razrađen za slučaj neelastičnog raspršenja atoma plemenitih plinova (na pr. helija i argona) na fononima i fluktuacijama elektronske gustoće karakterističnim za površine i proširen na opis istraživanja vibracijskih svojstava adsorbiranih slojeva istom eksperimentalnom metodom (Ref. 1).

Ispitivana su dva prototipna sistema koji se odlikuju specifičnim i relativno jednostavnim vibracijskim svojstvima adsorbiranih slojeva. To su (a) inkomenzurabilni monosloj Xe na Cu(001) površini, i (b) komenzurabilni monosloj Xe na Cu(111) površini (Ref. 2). Zbog razlike u komenzurabilnosti adsorbiranih slojeva ta dva sistema zahtijevaju i zasebne teorijske opise kako jednofononskih tako i višefononskih pobuđenja u raspršenjima snopova atoma He. Nađen je i teorijski obrađen interesantan fenomen dugovalnog procjepa u spektru longitudinalnih vibracija monosloja Xe/Cu(111) što je indikacija njegove komenzurabilne strukture. Za multifononska pobuđenja je nađeno da su neke karakteristike tih sistema vrlo slične (na pr. disperzija vibracijskih modova izuzevši gore spomenuti procjep u longitudinalnoj disperziji) ali neke i znatno različite (na pr. polarizacija vibracijskih modova). Usporedba teorijskih rezultata je dala dobro slaganje s eksperimentom u jednofononskom i višefononskom režimu raspršenja. Ovaj pristup se pokazao posebno uspješnim u pretskazivanju vjerojatnosti neelastičnih raspršenja niskoenergetskih atoma helija na površini bakra i monokristala atoma Xe kondenziranog na površini platine (Ref. 10). Proračun transfera energije sa projektila na metu (površinu) je također izveden za raspršenje u jedno- i multi-fononskom režimu za tri različite površine (Cu(001), Xe/Cu(111) i Xe(111)) čije se vibracijske osobine mogu smatrati tipičnim za veliku većinu kristalnih površina (Ref. 3 i 10). Proračuni pokazuju interesantnu zavisnost totalnog transfera energije o energiji upadne čestice i temperature površine i ilustriraju neadekvatnost klasičnih proračuna za opisane sisteme, posebno za vrijednosti temperatura kod kojih je totalni transfer energije između površine i projektila jednak nuli (Ref. 3).

U svim navedenim slučajevima je nađeno vrlo dobro slaganje teorijskih pretskazivanja s eksperimentalnim rezultatima čime su testirani kako teorija kao takva, tako i razne ulazne veličine koje karakteriziraju model kao na pr. interakcijski potencijali, fononske gustoće stanja i slično.

U kombinaciji sa eksperimentalnim istraživanjima proračunati su udarni presjeci za fotoemisiju iz stanja kvantne jame karakterističnih za tanke slojeve srebra adsorbirane na V(100) površini (Ref.6)

U suradnji sa Hitachi Advanced Research Laboratory (Japan) istraživani su efekti dekoherencije parova elektron-šupljina kreiranih u stanjima zrcalnog potencijala na površini bakra pomoću femtosekundskih laserskih impulsa.

Eksperimentalna istraživanja u 1999 su najvećim dijelom bila orijentirana na istraživanje fizike kvantnih stanja opaženih u ultratankim slojevima srebra na V(100) površini. To je zapravo nastavak istraživanja iz 1998 godine koji je objavljen u ref. 6. Temperaturni utjecaj na oblik spektralnih linija kvantnih stanja studiran je u Brookhaven National Laboratory u sinhrotronskom centru NSLS na liniji U13b u suradnji s grupom Dr. P.D. Johnsona. Dobiveni rezultati pokazuju jake temperaturne efekte na širinu, poziciju i intenzitet spektralnih linija. Pokazalo se da je iz rezultata moguće izvući vrijednosti za konstantu elektron – šupljina vezanje te da ona značajno ovisi o debljini studiranog filma te da ima izraziti maksimum kod 2 ML debelih filmova. To je prvo takvo opažanje. Također se pokazalo da se pozicije spektara pomiču s porastom temperature u suprotnom smjeru od pomaka karakterističnih za površinska stanja, sistema koji su detaljno studirani od raznih autora. Dio rezultata je poslan na recenziju a dio je još u pripremi za objavljivanje. U drugom dijelu godine grupa je provela dva tjedna u sinhrotronskom centru MaxLab u Lundu pokušavajući napraviti mjerenja fotonske ovisnosti nekih kvantnih stanja i rezonancija koje nismo uspjeli napraviti u Daresburyju dvije godine ranije. Eksperiment nije uspio zbog fatalnog kvara završne, mjerne stanice na liniji BL41.

Ove godine je finaliziran i objavljen dio istraživanja fotonske ovisnosti valentne vrpce vanadija u području energija ispod V3p praga pobuđenja. Također je završen i proces objavljivanja rada u kojem su pokazana svojstva ultratankih slojeva bakra na V(110) površini.

Veći dio radne godine eksperimentalni laboratorij nije radio jer se morao preurediti kako bi se prilagodio zahtjevima potrebnim za rad "Scanning Tunneling Microscope" (STM) koji je kao donacija dobiven od Alexander von Humboldt fundacije. Uredjaj je montiran na ultravisoko vakuumsku komoru i testiran u rujnu 1999. Nakon toga počela su mjerenja, dobivena je atomska rezolucija na čistom vanadiju i taj dio je kasnije priredjen za objavljivanje. U okviru bilateralne suradnje sa grupom u Bonnu nastavljen je STM studij ultratankih slojeva srebra na vanadiju. U okviru bilateralne suradnje sa grupom u Ljubljani mjerena su elektronska svojstva Ti valentne vrpce korištenjem XPSa. Također je napravljen pokušaj određivanja kemijskog sastava površine BISCO monokristala kalanog na zraku. Nastavljen je rad na karakterizaciji korozionog sloja na čelicima izloženim umjetnoj, elektrokemijskoj koroziji.

Nastavljena je i suradnja s kolegama na Institutu "Ruđer Bošković" na problemima površinske modifikacije Inconel-600 i određivanju površinskog sastava Ru/Rh slojeva naraslih elektrokemijskim metodama na titanu.

POPIS RADOVA:**Redovni radovi u časopisima:**

1. B. Gumhalter and D.C. Langreth:
Unified model of diffractive and multiphonon He atom scattering from adsorbates: Holstein renormalization of the interactions and the complete Debye-Waller factor
Phys. Rev. B 60 (1999) 2789 - 2809.
2. A. Šiber, B. Gumhalter, J. Braun, A.P. Graham, M.F. Bertino, J.P. Toennies, D. Fuhrmann and Ch. Woell:
Combined He-atom scattering and theoretical study of the low energy vibrations of physisorbed monolayers of Xe on Cu(111) and Cu(001)
Phys. Rev. B 59 (1999) 5898 - 5914.
3. B. Gumhalter, A. Šiber and J.P. Toennies:
Recovery temperature for nonclassical energy transfer in atom-surface scattering
Phys. Rev. Lett. 83 (1999) 1375 - 1378.
4. M. Kralj, P. Pervan and M. Milun,
Growth, structure and properties of ultra-thin copper films on a V(110) surface
Surface Sci. 423 (1999) 24 - 31
5. M. Vuković, D. Marijan, D. Čukman, P. Pervan and M. Milun
Electrocatalytic activity and anodic stability of electrodeposited ruthenium-rhodium coatings on titanium"
J. Mater. Sci. 34 (1999) 869 - 874
6. M. Milun, P. Pervan, B. Gumhalter and D.P. Woodruff,
Photoemission Intensity Oscillations from Quantum Well States in the Ag/V(100) Overlayer System
Phys. Rev. B, 59 (1999) 5170 - 5177
7. M. Milun, P. Pervan and D.P. Woodruff,
Photoemission Intensity Variations from the Quantum Well State in the Ag/V(100) Single Monolayer Overlayer Structure
J. Phys. Condensed Matter. 11 (1999) L105 - L110
8. D. Marijan, M. Vuković, P. Pervan and M. Milun,
Surface modification of stainless steel-304 electrode. 1. Voltammetric, rotating ring- disc electrode and XPS studies
Croat. Chem. Acta 72 (1999) 737 - 750
9. P. Pervan, M. Milun and D.P. Woodruff
Synchrotron radiation study of V(100)
Fizika, 8 (1999) 35 - 44

Konferencijski radovi u časopisima:

10. A. Šiber, B. Gumhalter and J.P. Toennies:
Study of energy transfer in helium atom scattering from surfaces
Vacuum 54 (1999) 315 - 320

Obranjen magistarski rad:

- A. Šiber:
"Theory of thermal energy inert atom scattering from surface vibrations"
Sveučilište u Zagrebu, 7.10.1999.

Sudjelovanje na konferencijama:

- B. Gumhalter, pozvano predavanje:
Quantum model of heat transfer in single- and multi-phonon gas - surface scattering
SURPHON 9, June 2-6, 1999, Charlottesville, Virginia, USA

- B. Gumhalter:
Adriatico Research Conference on Wetting
ICTP, Trieste, 15-18 June 1999.

- B. Gumhalter
First Stig Lundqvist Conference "Quantum Phases in Electron Systems of Low
Dimensions"
ICTP, Trieste, 26-30 July 1999.

- M. Milun, pozvano predavanje
Quantum size effects and the electronic structure of metallic adsorbates
25th IUVESTA Workshop, Seggau, Austria, 26 - 29. 9. 1999

- M. Milun, pozvano predavanje
Quantum size effects and the electronic properties of metallic adsorbates
7th Conference on Materials and Technology, Portorož, Slovenia, 13 - 15. 10. 1999

- M. Milun, M. Kralj, P. Pervan i T. Valla
Ultratanki filmovi bakra na vanadiju i vanadija na bakru
6. Susret vakuumista Slovenije i Hrvatske, Ljubljana, 17. 6. 1999

- M. Kralj, M. Milun, P. Pervan, A. Šiber, P.D. Johnson, T. Valla i D.P. Woodruff
Temperaturni efekti na stanja kvantne jame sistema Ag/V(100)
6. Susret vakuumista Slovenije i Hrvatske, Ljubljana, 17. 6. 1999

- P.Pervan, M.Milun, B.Gumhalter, P.D.Woodruff
Utjecaj kvazi-dvodimenzionalnosti sistema na fotoemisijski intenzitet
6. Susret vakuumista Slovenije i Hrvatske, Ljubljana, 17. 6. 1999

- M. Kralj, A. Šiber, P. Pervan, M. Milun, T. Valla, P.D. Johnson i D.P. Woodruff
Pojačano elektron - fonon vezanje u ultratankim filmovima srebra na V(100) površini
Drugi znanstveni sastanak HFD, Zagreb, prosinac 1999

Sažeci u zbornicima:

B. Gumhalter, A. Šiber and J.P. Toennies:

Quantum model of heat transfer in single- and multi-phonon gas-surface scattering:
Comparison of theory with experiment

SURPHON 9 Book of Abstracts, lipanj 2-6, 1999, Charlottesville, Virginia

Seminari:

B. Gumhalter:

Combined He-atom scattering and theoretical study of the low energy vibrations of physisorbed monolayers of Xe on Cu(111) and Cu(001)

NIST, Washington DC, USA, 1 lipanj 1999.

Combined He-atom scattering and theoretical study of the low energy vibrations of physisorbed monolayers of Xe on Cu(111) and Cu(001)

University of Waterloo, Ontario, Canada, 7 lipanj 1999.

Quantum model of heat transfer in single- and multi-phonon gas-surface scattering:
Comparison of theory with experiment

University of Waterloo, Ontario, Canada, 9 lipanj 1999.

Energy transfer and surface recovery temperature in atom-surface scattering

Universita di Genova, Dipartimento di Fisica, 16 srpanj 1999.

Heat transfer and surface recovery temperature in gas-surface scattering

Universitaet Bochum, studeni. 1999.

Heat transfer and surface recovery temperature in gas-surface scattering

Universitaet Bonn, studeni 1999.

Heat transfer and surface recovery temperture in gas-surface scattering

Max-Planck-Institut fuer Stroemungsforschung, Goettingen, prosinac 1999.

Heat transfer and surface recovery temperture in gas-surface scattering

Technische Universitaet Muenchen, prosinac 1999.

P. Pervan

Spektroskopija valentnih stanja kristala, površina i ultra tankih slojeva,

IF, ožujak 1999

ZNANSTVENA SURADNJA:**Projekti:**

1. National Science Foundation Project JF 133:

Investigations of multiple excitation processes in dynamical interactions of atomic particles and radiation with solid surfaces.

Voditelji projekta: Dr. B. Gumhalter (Institut za fiziku, Zagreb) i Prof. D. C. Langreth (Rutgers University, New Jersey, USA).

2. Bilateralna suradnja sa SR Njemačkom: Dynamik der Wechselwirkungen zwischen Molekuelen und Oberflaechen.
Voditelj: Prof. Ch. Woell (Universitaet Bochum) i Dr. B. Gumhalter (Institut za fiziku, Zagreb).
3. Bilateralna suradnja sa SR Njemačkom (DLR projekt): Ultradünne Metall-Filme- ein Weg zur Mikro-Technologie.
Voditelji: Prof. K. Wandelt (Universität Bonn) i dr. M. Milun (Institut za fiziku).
4. ALIS (Academic Links and Interchange Scheme) Project: Electronic structure of magnetic metals, ultra-thin films and surfaces, financiran od strane British Councila i Ministarstva za znanost i tehnologiju.
Voditelji: Prof. D. P. Woodruff (Warwick University) i dr. P. Pervan (Institut za fiziku).
5. Bilateralna suradnja sa Slovenijom: Ultratanki metalni slojevi na površinama prijelaznih metala. Voditelji: Prof. M. Jenko (IMT, Ljubljana) i Dr. M. Milun (IF).
6. STM projekt financiran od Alexander von Humboldt fundacije iz Bonna, Njemačka: odobren jednokratni iznos od 44000 DM za nabavku STM aparature u suradnji sa Institutom za fizikalnu i teorijsku kemiju u Bonnu. STM instaliran i testiran u rujnu 1999. Voditelj: M. Milun

Studijski boravci suradnika na temi:

B. Gumhalter

Department of Applied Mathematics, University of Waterloo, Ontario, Canada, June 1999.

Universitaet Bochum, Nov. 1999.

Max-Planck-Institut fuer Stroemungsforschung, Nov.-Dec. 1999.

M. Milun, P. Pervan i M. Kralj,

višestruki kraći posjeti Institutu za kovinske materijale in tehnologije u Ljubljani.

NSLS, Brookhaven National Laboratory, 12. 2. – 3. 3. 1999

M. Milun i P. Pervan,

Institut fuer Physikalische und Theoretische Chemie, Bonn, 6. – 12. 9. 1999

Max Lab, Lund University, Lund, 24. 10. – 7. 11. 1999

Gostovanja vanjskih suradnika i posjetitelja temi:

Prof. Ch. Woell, Universitaet Bochum (Njemačka), listopad 1999.

Prof. K. Wandelt, University of Bonn, Njemačka, studeni 1999

Dr. M. Jenko, Institut za metale, Ljubljana, Slovenija,

Dipl. inž. J. Schneider, University of Bonn, Njemačka, rujan 1999

Dr. T. Valla, Brookhaven National Laboratory, USA, studeni 1999

Ostale aktivnosti:

B. Gumhalter

Član Advisory Editorial Board časopisa Surface Science.

P. Pervan

Tajnik Hrvatskog vakuumskog društva

Član međunarodnog programskog odbora 8th Joint Vacuum Conference, Pula, 2000.

Koordinator obrazovnog projekta Hrvatskog fizikalnog društva "e-škola" FIZIKA"

Sudjelovanje na CARNET User Conference CUC'99, Internet Learning, -

prezentacija projekta "e-škola" FIZIKA. (Prva nagrada za najbolju edukativnu web stranicu i najbolji rad na konferenciji)

Predavanje na 15. Ljetnoj školi mladih fizičara "Stanja kvantne jame u ultra tankim metalnim slojevima"

Predavanje za profesore fizike na Državnom natjecanju mladih fizičara Hrvatske "Elektron u kutiji"

M. Milun

Predsjednik 8th Joint Vacuum Conference, Pula 2000.

Član međunarodnog programskog odbora 7th Conference on Materials and Technology, Portorož,

Slovenija, 13. – 15. listopada 1999.

A. Šiber i H. Buljan,

Popularni članak u JIAPS:

Yet another quantum puzzle: Teleportation of a quantum state

2.9. TEORIJA KRITIČNIH POJAVA I NISKODIMENZIONALNIH SISTEMA

GLAVNI ISTRAŽIVAČ: Dr. Katarina Uzelac, viši znanstveni suradnik

SURADNICI: Dr. Ivo Batistić, viši znan. suradnik
Dr. Eduard Tutiš, znanstveni suradnik
Ing. Krešimir Šaub, asistent
Mr. Ante Aničić, asistent
Ing. Osor Barišić, asistent
Dr. Zvonko Glumac, viši asistent

OPIS ISTRAŽIVANJA:

Istraživanja su se odvijala u okviru nekoliko tema.

U okviru modela s dugodosežnim djelovanjima proučavano je nekoliko problema.

Nastavljeno je proučavanje kriterija za određenje granice iz režima prijelaza drugog reda u prijelaz prvog reda u Pottsovom modelu s dugodosežnim međudjelovanjima oblika $1/r^{(1+\sigma)}$ koja ovisi o dugodosežnom parametru σ i broju Pottsovih stanja q . Premda se uspostava prijelaza 1. reda u ovom modelu može očekivati, položaj same granice je ostao intrigantnim pitanjem koje se jednako odupire standardnim analitičkim pristupima zasnovanim na *scalingu* i renormalizacijskoj grupi kao i numeričkim metodama [4]. Objavljen je rad iz numeričkih simulacija izvedenih u okviru grafičke reprezentacije particijske funkcije, što omogućuje proučavanje modela s kontinuiranim brojem stanja, a red prijelaza je određen analizom raspodjele težine grafova [1].

Računato je, nadalje kritično ponašanje dugodosežnih modela u netrivialnom kritičnom području za parametar dosega $0.5 < \sigma < 1$ kombinacijom numeričkih simulacija i *scalinga* konačnih sistema. Pokazano je da se korištenjem kumulativnih vjerojatnosti u okviru Swendsen-Wangovog algoritma može računati statistika spinskih grozdova za vrlo dugačke lance što omogućuje račun temperaturnog kritičnog eksponenta s preciznošću usporedivom ili boljom od dosadašnjih približnih rezultata. Račun je ilustriran na primjeru Isingovog modela [6].

Proučavane su također nule particijske funkcije u kompleksnoj ravnini broja stanja q za dva posebna slučaja dugodosežnog Pottsovog modela: model s jednakim interakcijama (model srednjeg polja) i model s interakcijama tipa $1/r^{1+\sigma}$. Proveden je analitički, odnosno numerički račun nula za ova dva slučaja na sistemima konačnih dimenzija. Dobivene su krivulje položaja nula. Rezultati su diskutirani u usporedbi s postojećim rezultatima za položaj nula ravnini kompleksnih temperatura ili polja [7].

Nastavljen je rad na proučavanju svojstava kontinuiranog faznog prijelaza izazvanog neredom iz prijelaza prvog reda, koji se veže na raniju numeričku studiju faznog prijelaza unutar aerogela. Ovaj novi kontinuirani prijelaz postavlja niz zanimljivih pitanja vezanih uz mehanizam nastanka, ovisnost o karakteristikama

nereda, klasu univerzalnosti s obzirom na kritično ponašanje. Brojne studije su učinjene u dvije dimenzije, dok u 3d gotovo i nema teorijskih rezultata, premda primjeri obiluju na eksperimentalnoj strani [5]. Naš cilj je bio načiniti numeričku studiju na primjeru Pottsovog modela, koji u 3d ima prijelaz 1. reda za $q \geq 3$. Nered je uveden kroz nekorelirano nasumično zamrznuto razrjeđenje. Provedene su opsežne simulacije uz korištenje Swendsen-Wangovog algoritma, te je uz raspodjelu energija proučavana i statistika grozdova na sličan način kao kod dugodosežnog problema [6]. Rezultati simulacija izvedenih na kubičnoj rešetki $L \times L \times L$ dimenzija do $L=30$ uz 300 konfiguracija nereda i razrjeđenje koncentracije $c=0.15$ u pripremi su za objavljivanje [8].

Nastavljeno je izučavanje problema malog polarona unutar Holsteinovog modela. U prethodnom razdoblju nađeni su energija osnovnog stanja, pripadne valne funkcije i efektivna masa za široki spektar vrijednosti parametara modela. U ovom smo se razdoblju usredotočili na istraživanje spektra pobuđenih stanja te na proširivanjem modela uvođenjem anharmoničnosti rešetke. Za razliku od osnovnog stanja, spektar pobuđenih stanja pokazuje neku vrstu faznog prijelaza pri mijenjanju jakosti elektron-fonon vezanja. Tipični energetska spektar Holsteinovog modela sastoji se iz osnovnog stanja izdvojenog od spektra pobuđenih stanja energetskim procijepom po iznosu jednakim fononskoj frekvenciji. Međutim, nađeno je da kada je elektron-fonon vezanje dovoljno jako, iz kontinuuma pobuđenih stanja se izdvaja jedno lokalizirano pobuđeno stanje s energijom manjom od fononske frekvencije - tj. nalazi se unutar energetskog procjepa. Kvalitativno isti rezultati nađeni su i numerički i varijacionim metodama.

Razmatranje polarona koji se giba u anharmoničkom mediju zanimljiv je s nekoliko strana. Na pr., takav se problem može pojaviti prilikom dopiranja CDW sistema koji je dimerizirao zbog Peierlsove nestabilnosti, ili nekim drugim mehanizmom, tako da je dinamika gibanja rešetke opisana anharmoničkim potencijalom. Ekstremna situacija jest slučaj kada je cjelokupni fononski spektar pobuđenja zanemaren osim prvog pobuđenog stanja - tj. problem međudjelovanja elektrona s rešetkom "two-level" sistema. U ovu klasu problema može se ubrojiti i međudjelovanje elektrona s rešetkom antiferomagnetski uređenih spinova, a koja odgovara situaciji koja se pojavljuje u lagano dopiranim high- T_c supravodljivim materijalima (u području u kojem su oni izolatori). Nađeni preliminarni rezultati pokazali su se veoma zanimljivim. Tako npr., ponašanje efektivne mase polarona kao funkcije jačine vezanja, pokazuje postojanje područja u kojem efektivna masa jako ovisna o jačini vezanja, i postojanje područja gdje je njena ovisnost praktički zanemariva. Ovi rezultati, međutim, traže daljnju razradu i provjeru.

Nastavljen je rad na postavljanju cjelovitog teorijskog modela za organske svjetleće diode (*OLED*). Ove diode sastavljene su od polimera ili velikih organskih molekula, a modeliraju se procesi električnog transporta i nastanka svjetlosti. Izrađen je numerički kod za simulaciju kako jednostavnih tako i složenih višeslojnih dioda. Takav kvantitativni pristup je bio nužan radi prisustva velikog broj činioca i procesa koji se međusobno natječu pri radu diode. Usporedba modelnih simulacija i eksperimentalno izvedenih dioda u laboratoriju na EPFL/Lausanne dovela je do unaprjeđenja u razumijevanju tih uređaja. Simulacije su uspješno provedene i za određeni broj konstrukcija diode koje su objavile druge laboratorije. Na osnovi uvida stečenih kroz simulacije teorijski su razrađeni uvjeti za uspješne dvoslojne diode. Pisanje radova u kojima su iznesene ove spoznaje su u tijeku.

POPIS RADOVA**Redovni radovi u časopisima:**

1. Z. Glumac and K. Uzelac
Determination of the order of phase transitions in Potts model by the graph approach
Physica A271 (1999) 147-156
2. Janez Bonča, S.A. Trugman, I. Batistić
The Holstein Polaron
Phys. Rev. B 60 (1999) 1633-1642.
3. E. Tutiš, M.N. Bussac, L. Zuppiroli
Image force effects at contacts in organic light-emitting diodes
Applied Physics Letters 75 (1999) 3880 -3882

Radovi poslani u tisak:

4. K. Uzelac and Z. Glumac,
Comment on "Potts model with long-range interactions in one dimension",
poslano u Phys. Rev. Lett.
5. K. Uzelac, A. Aničić and O. S. Barišić:
Second-order phase transition induced by the quenched random dilution in 3d,
poslano u Fiziku (Zagreb)
6. K. Uzelac, Z. Glumac and A. Aničić:
Critical behaviour of the long-range Ising chain from largest-cluster probability distribution
poslano u Phys. Rev. E
7. Glumac Z., Uzelac, K.:
Complex- q zeros of the partition function of the Potts model
poslano u Physica (Amsterdam)
8. A. Aničić and K. Uzelac,
Numerical study of the critical properties of the 3d 3-state Potts model with quenched random dilution,
u pripremi za Phys. Rev. E

Konferencijski radovi u časopisima:

9. *Role of the Nb impurities on the thermal conductivity of $(Ta_{1-x}Nb_xSe_4)_2I$ alloys in the vicinity of the Peierls transition*
A. SMONTARA, A. BILUŠIĆ, E. TUTIŠ, H. BERGER, F. LEVY
Physica B. 263 (1999) 779-783

10. *Effects of doping on the transport properties of the quasi-1D system (TaSe₄)₂I*
 A. SMONTARA, A. BILUŠIĆ, E. TUTIŠ, H. BERGER, F. LEVY
 Synthetic Metals. **103** (1999) 2663-2666

Znanstveni skupovi:

E. Tutiš

Transport in light emitting diodes

APS Centennial Meeting, Atlanta, USA, ožujak 1999.

O.S. Barišić i I. Batistić:

ID Holstein polaron: Comparison between Variational and Numerical methods,
 radionica "Concepts in electron Correlation", Hvar, rujan 27-29, 1999.

O.S. Barišić:

ID Holsteinov polaron s harmoničkom i anharmoničkom rešetkom,

2. Znanstveni sastanak HFDA, Zagreb, 1-3. prosinca 1999. (usmeno izlaganje)

A. Aničić and K. Uzelac:

Utjecaj nasumičnog razrjeđenja na fazni prijelaz,

2. Znanstveni sastanak HFDA, Zagreb, 1-3. prosinca 1999.

Glumac Z., Uzelac, K.:

Numerički pristup faznim prijelazima u Pottsovom modelu s dugodosežnim međudjelovanjima,

2. Znanstveni sastanak HFDA, Zagreb, 1-3. prosinca 1999. (usmeno izlaganje)

Studijski boravci:

E. Tutiš, (28.05.98. – 06.12.99.) postdoktoralni boravak na EPFL, Lausanne

NEPOSREDNA SURADNJA:

"Kritične pojave i fazni prijelazi u kvantnim sistemima",

koord. K. Uzelac (IFS) - R.Jullien (Université de Montpellier II, Francuska), nastavak bilateralne suradnje s Francuskom u postupku obnove.

Nastava:

I. I. Batistić

Ireverzibilni procesi u fizici

izborni kolegij na 3. godini studija fizike PMF, Zagreb (1998/1999)

O. Barišić:

Seminar iz Ireverzibilnih procesa (vježbe)

izborni kolegij na 3. godini studija fizike PMF, Zagreb

Ostalo:**Ostale stručne aktivnosti:**

I. Batistić:

suradnja na projektu HPDa i HFDa
“E-škole za mlade znanstvenike”

I. Batistić:

Suradnja na pilot projektu MZT
“Hrvatska znanstvena bibliografija”

K. Uzelac

Pridruženi urednik časopisa “Fizika”

Ostale aktivnosti:

I. Batistić i K. Uzelac:

Administriranje i održavanje računskog centra i lokalne mreže,
pripadnih servisa, te koordinacija s Carnetom

3. OSTALE AKTIVNOSTI INSTITUTA

3.1. SEMINARI

VODITELJICA SEMINARA: dr. sc. Ana Smontara

- 25. veljače:** Dr. sc. Paško Županović
Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja,
Sveučilišta u Splitu
STABILNOST I OPTIČKA SVOJSTVA ORGNASKIH
KVAZIJEDNODIMENZINALNIH VODIČA
- 04. ožujka:** Prof. dr. Philippe Nozières
Institute Laue-Langevin, Grenoble, France and College de France, Paris
FROM SEMICONDUCTORS TO SUPERCONDUCTORS:
ANOTHER MECHANISM FOR PSEUDOGAPS?
- 25. ožujka:** Dr. sc. Petar Pervan
Institut za fiziku, Zagreb
SPEKTROSKOPIJA VALENTNIH STANJA KRISTALA, POVRŠINA
I ULTRA-TANKIH SLOJEVA
- 22. travnja:** Dr. sc. Edurad Tutiš
Institut za fiziku, Zagreb
ORGANSKE SVIJETLEĆE DIODE
- 06. svibnja:** Dr. sc. Milko Jakšić
Institut "Ruđer Bošković", Zagreb
MEĐUDJELOVANJE IONA NISKIH ENERGIJA I MATERIJIA
- 02. lipnja:** Prof. dr. Ronald J. Bieniek
University of Missouri-Rolla, USA
JOHANNES KEPLER: WITNESS TO THE COSMIC HARMONY
- 02. lipnja:** Prof. dr. Ronald J. Bieniek
University of Missouri-Rolla, USA
RATIONAL GOD, RATIONAL SCIENCE OR THE COSMIC DANCE
OF SCIENCE AND RELIGION

- 03. lipnja:** Prof. dr. Ronald J. Bieniek
University of Missouri-Rolla, USA
MOLECULAR ENERGY TRANSFER IN SHOCKING non-LTE ENVIRONMENTS
- 18. lipnja:** Prof. dr. Janice L. Musfeldt
Department of Chemistry, Binghamton University, USA
SPECTROSCOPIC STUDIES OF OXIDE-BASED MATERIALS IN HIGH MAGNETIC FIELDS
- 24. lipnja:** Prof. dr. John Weiner
Laboratoire de Physique Quantique, I.R.S.A.M.C., Université Paul Sabatier, Toulouse, France, Francuska
USING OPTICAL FORCES TO CONTROL STRUCTURE AT THE ATOMIC LEVEL
- 29. lipnja:** Prof. dr. Kazumi Maki
University of Southern California, USA
p-WAVE SUPERCONDUCTIVITY IN Sr₂RuO₄ AND BECHGAARD SALTS
- 29. lipnja:** Prof. dr. Kazumi Maki
University of Southern California, USA
PAULI PARAMAGNETISM IN d-WAVE SUPERCONDUCTORS
- 01. srpnja:** Prof. dr. Kazumi Maki
University of Southern California, USA
PSEUDOGAP AND THE c AXIS OPTICAL CONDUCTIVITY IN HIGH T_c CUPRATES
- 22. srpnja:** Prof. dr. Joseph W. Brill
Department of Physics and Astronomy, University of Kentucky, Lexington, USA
THE ELECTROOPTIC EFFECT IN BLUE BRONZE
- 27. kolovoza:** Prof. dr. Yukinori Sato
Research Institute for Scientific Measurements, Tohoku University, Tohoku, Japan
OBSERVATION OF THE WAVEPACKETS TRAVELING THROUGH A TRANSITION REGION OF THE FINE – STRUCTURE CHANGING COLLISIONS OF Hg USING ULTRA-FAST LASERS

- 31. kolovoza:** Prof. dr. Kay Niemax
 Institute für Spectrochemie und Angewandte Spectroskopie,
 Universität Dortmund, Njemačka
 SPECTROCHEMISTRY WITH DIODE LASERS AT ISAS
- 16. rujna:** Dipl.inž. Marko Pinterič
 Fakulteta za Gradbeništvo, Univerza v Mariboru
 SLABA FEROMAGNETSKA FAZA U π -(BEDT-
 TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl: NISKOFREKVENTNI DIELEKTRIČNI
 ODGOVOR I NELINEARNI ISTOSMJERNI ELEKTRIČNI
 TRNASPORT
- 17. rujna:** Prof. dr. Dionys Baeriswyl
 Institut the Physique Theorique, Universit de Fribourg, Fribourg,
 Švicarska
 FREE-ELECTRON MODEL OF METALLIC NANOCONTACTS
- 06. listopada:** Prof. dr. W. Brenig
 Technische Universität München Physics Department, München,
 Njemačka
 ADSORPTION/DESORPTION DYNAMICS OF H₂/Si: A 7- DIMEN-
 SIONAL APPROACH
- 07. listopada:** Prof. dr. Christof Wöll
 Physikalische Chemie I, Ruhr-Universität Bochum, Bochum,
 Njemačka
 THE MICROSCOPIC ORIGINS OF SLIDING FRICTION: A
 SPECTROSCOPIC APPROACH
- 10. listopada:** Prof.dr. J. Dolinšek
 Institut "Jožef Štefan", Ljubljana, Slovenija
 QUASICRYSTALS STUDIED BY NMR
- 28. listopada:** Prof. dr. Vladis Vujnović
 Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb
 POMRČINA SUNCA KAO ASTRONOMSKA POJAVA I NEKE
 NJEZINE FIZIČKE POSLJEDICE
- 08. studeni:** Prof. dr. L. Degiorgi
 Laboratorium für Festkörperphysik, ETH-Zürich, Zürich, Švicarska
 OPTICAL SPECTROSCOPY IN LOW-DIMENSIONAL SYSTEMS
- 16. studeni:** Dr. Tonica Valla
 Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, USA
 KVAZIČESTICE I NE-KVAZIČESTICE U FOTOEMISIJI
 (I) (STUDIJA Bi 2212)

18. studeni: Dr. J.C. Lasjaunias
CRTBT-CNRS, Grenoble, France
LOW-TEMPERATURE THERMODYNAMICAL INVESTIGATIONS
OF QUASICRYSTALS

19. studeni: Dr. Tonica Valla
Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, USA
KVAZIČESTICE I NE-KVAZIČESTICE U FOTOEMISIJI
(II) (STUDIJA OBIČNIH METALA)

09. prosinca: Prof. dr. Klaus Wandelt
Institute of Physical and Theoretical Chemistry, University Bonn,
Bonn, Njemačka
GROWTH AND PROPERTIES OF EPITAXIAL OXIDE LAYERS
ON Ni₃ Al (111)

WWW stranice uređuju: mr. sc. Ante Bilušić
dipl.inž. Osor Slaven Barišić

3.2. KNJIŽNICA

BIBLIOTEKAR: Marica Fučkar Marasović, prof., dipl. bibliotekar

STRUČNI SURADNIK: mr. sc. Jadranko Gladić, asistent

Knjižnica radi od 8.30 do 17 sati. Knjižnica posuđuje knjige na ograničeni rok od 6 mjeseci za korisnike Instituta, a izvan Instituta samo uz međuknjižničnu pozajmicu i to na ograničen rok od mjesec dana. Uvezane časopise posuđuje za korisnike Instituta na rok od mjesec dana, neuvezane časopise na tjedan dana. Korisnicima izvan Instituta posuđuje uvezane časopise na tjedan dana, neuvezane samo za korištenje u knjižnici i za izradu kopija.

Korisnicima knjižnice, kao i za potrebe međuknjižnične suradnje, na raspolaganju je aparat za fotokopiranje.

Knjižnica je tijekom 1999. godine, nastavila svojom aktivnošću.

Kompjutorska obrada monografskih publikacija u bazu LIBRI I periodike u bazu PERI u programu CDS/ISIS 3.7 bliži se kraju. Obradeno je 3600 knjiga, dok je obrada baze periodike gotova. Knjižnica posjeduje 295 naslova časopisa; 83 tekuća naslova, a ostalo su starija godišta onih naslova koji više ne pristižu.

Pretraživanje obiju baza svim je korisnicima dostupno putem mreže <http://www.ifs.hr/ifs/ifs/biblioteka/library-e.html>

FOND KNJIŽNICE:

1. knjige: 4337
2. periodika: 83 tekuća naslova
3. diplomske radnje: 484
4. magistarske radnje: 115
5. disertacije: 86
6. katalozi periodike: 24

Statistika izdanih informacija i posudbe knjižnične građe u 1999.g:

1. Posuđeni časopisi i knjige za izradu kopija: 782
2. Posuđene knjige: 74
3. Čitaonica - izdani časopisi: 530
4. Međuknjižnična posudba
 - a) zahtjevi putem pošte
 - primljenih zahtjeva: 20
 - upućenih zahtjeva: 10
 - b) zahtjevi putem telefona ili osobno
 - primljenih zahtjeva: 60
 - upućenih zahtjeva: 52

Korisnici: Znanstveno-istraživačko osoblje: 44
 Znanstveno-nastavno osoblje: 20
 Studenti: 420
 Ostali: 30
 Ukupno: 514

3.3. IZVJEŠTAJ O NAPREDOVANJU SURADNIKA

Magistarski rad izrađuju:

dipl.inž. Osor Slaven Barišić

dipl.inž. Marko Kralj

dipl.inž. Ticijana Ban

dipl.inž. Irena Labazan

Magistrirali:

mr.sc. Ante Bilušić

mr.sc. Antonio Šiber

Doktorsku disertaciju izrađuju:

mr.sc. Ante Aničić

mr.sc. Jadranko Gladić

dipl.inž. Krešimir Šaub

dipl.inž. Damir Starešinić

Doktorirali:

dr.sc. Ivica Aviani

dr.sc. Željko Marohnić

dr.sc. Hrvoje Skenderović

3.4. SUDJELOVANJE U DODIPLOMSKOJ I POSLIJEDIPLOMSKOJ NASTAVI

Dodiplomska nastava:

G. Pichler,
Eksperimentalne metode atomske fizike, IV godina fizike stručni smjer

I. Batistić,
Ireverzibilni procesi u fizici
izborni kolegij na 3. godini studija fizike PMF, Zagreb
(1998/1999)

G. Pichler
Seminar iz eksperimentalnih metoda atomske fizike 1+0,0+0
PMF,IV god. inž. fiz.

Poslijediplomska nastava:

Z. Glumac,
Teorija faznih prijelaza - vježbe
(postdiplomski studij iz fizike)

G. Pichler,
Atomska fizika, PMF

G. Pichler
Seminar iz atomske fizike, PMF

G. Pichler,
Kvantna elektronika, FER

3.5. KONFERENCIJE, SPECIJALIZACIJE I STUDIJSKI BORAVCI U 1999. GODINI

1. I. Aviani
26.09.99.-30.09.99.- Hvar, sudjelovanje na konferenciji
01.10.99.-01.04.00.- Francuska, studijski boravka
2. T. Ban
04.07.99.-10.07.99.- Francuska, sudjelovanje na konferenciji
3. O.S. Barišić
26.09.99.-30.09.99.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
4. I. Batistić
26.09.99.-30.09.99.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
5. K. Biljaković
14.02.99.-20.02.99.- Njemačka, studijski boravak
03.03.99.-03.03.99.- Slovenija, znanstvena suradnja
10.05.99.-07.06.99.- Francuska, studijski boravak-konferencija
26.07.99.-28.07.99.- Slovenija, znanstveni posjet
30.08.99.-17.09.99.- Francuska, studijski boravak
28.11.99.-12.12.99.- USA, studijski boravak
6. N. Biškup
15.01.98.-15.01.99.- USA, postdoktorska specijalizacija
7. N. Demoli
15.02.99.-15.04.99.- Njemačka, studijski boravak
01.09.99.-31.10.99.- Njemačka, studijski boravak
01.12.99.-30.12.99.- Njemačka, studijski boravak
8. Đ. Drobac
01.02.99.-06.02.99.- BIH, znanstveni posjet
9. J. Gladić
13.01.99.-13.01.99.- Austrija, znanstvena suradnja
08.06.99.-08.06.99.- Austrija, znanstvena suradnja
17.06.99.-17.06.99.- Slovenija, sudjelovanje na sastanku
10. B. Gumhalter
24.03.99.-26.03.99.- Slovenija, znanstveni posjet
31.05.99.-10.06.99.- USA, znanstveni posjet-konferencija
13.06.99.-20.06.99.- Italija, studijski boravak
19.07.99.-31.07.99.- Italija, studijski boravak-seminar
27.09.99.-28.09.99.- Slovenija, znanstveni posjet
04.10.99.-04.10.99.- Austrija, službeni put
28.01.99.-29.10.99.- Italija, znanstveni posjet
13.11.99.-04.12.99.- Njemačka, studijski boravak

11. B. Hamzić
 12.05.99.-15.05.99.- Hrvatska, državno natjecanje iz fizike
 31.05.99.-05.06.99.- Francuska, sudjelovanje na Workshop-u
12. B. Horvatić
 20.09.99.-30.09.99.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
13. M. Kralj
 12.02.99.-03.03.99.- USA, znanstveni posjet
 17.06.99.-17.06.99.- Slovenija, znanstveni posjet
 29.11.99.-29.11.99.- Slovenija, znanstveni posjet
14. I. Labazan
 04.07.99.- 10.07.99.- Francuska, sudjelovanje na konferenciji
15. O. Milat
 08.02.99.-13.02.99.- Italija, znanstvena suradnja
 17.06.99.-19.06.99.- Slovenija, sudjelovanje na sastanku
 12.07.99.-13.07.99.- Mađarska, službeni put
 14.07.99.-21.07.99.- Italija, službeni put
 05.09.99.-08.09.99.- Mađarska, sudjelovanje na kongresu
 09.09.99.-12.09.99.- Italija, službeni put
16. M. Miljak
 01.02.99.-06.02.99.- BIH, znanstveni posjet
 20.09.99.-30.09.99.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
17. S. Milošević
 12.07.99.-19.07.99.- Njemačka, sudjelovanje na seminar
 20.06.99.-23.06.99.- Hrvatska, ljetna škola
18. M. Milun
 12.02.99.-03.03.99.- USA, znanstveni posjet
 06.04.99.-07.04.99.- Hrvatska, konferencija
 17.06.99.-17.06.99.- Slovenija, sudjelovanje na sastanku
 06.09.99.-11.09.99.- Njemačka, znanstveni posjet
 27.09.99.- 29.09.99.- Austrija, sudjelovanje na Workshop-u
 12.10.99.-15.10.99.- Slovenija, sudjelovanje na konferenciji
 23.10.99.-14.11.99.- Švedska, znanstveni posjet
 29.11.99.- 29.11.99.- Slovenija, znanstveni posjet
19. M. Movre
 15.11.99.-15.12.99.- Njemačka, studijski boravak
20. M. Očko
 20.09.99.-30.09.99.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji
21. P. Pervan
 21.01.99.-22.01.99.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 12.02.99.-03.03.99.- USA, znanstveni posjet

- 12.05.99.-15.05.99.- Hrvatska, državno natjecanje iz fizike
 17.06.99.-17.06.99.- Slovenija, sudjelovanje na sastanku
 20.06.99.-26.06.99.- Hrvatska, sudjelovanje na školi mladih fizičara
 06.09.99.-11.09.99.- Njemačka, znanstveni posjet
 23.09.99.-23.09.99.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 01.10.99.-01.10.99.- Hrvatska, znanstvena suradnja
 23.10.99.-14.11.99.- Švedska, znanstveni posjet
 29.11.99.-29.11.99.- Slovenija, znanstveni posjet
22. G. Pichler
 07.01.99.-07.01.99.- Austrija, znanstveni posjet
 15.02.99.-06.03.99.- Francuska, studijski boravak
 19.03.99.-24.03.99.- Italija, sudjelovanje na Workshop-u
 08.04.99.-10.04.99.- Hrvatska, sudjelovanje na simpoziju
 30.04.99.-30.04.99.- Njemačka, znanstvena suradnja
 05.05.99.-06.05.99.- Austrija, znanstvena suradnja
 28.06.99.-28.07.99.- Francuska, studijski boravak
 31.08.99.-05.09.99.- Poljska, studijski boravak
 07.10.99.-10.10.99.- Njemačka, znanstvena suradnja
 25.11.99.-28.11.99.- UK, sudjelovanje na simpoziju
23. M. Prester
 16.06.99.-18.06.99.- Njemačka, službeni put
24. A. Smontara
 07.03.99.-21.03.99.- Francuska, studijski boravak
 08.04.99.-10.04.99.- Hrvatska, sudjelovanje na simpoziju
 07.04.99.-07.04.99.- Austrija, službeni put
 12.05.99.-15.05.99.- Hrvatska, državno natjecanje iz fizike
 04.06.99.-04.06.99.- Austrija, službeni put
 23.06.99.-09.07.99.- Francuska, studijski boravak
 19.09.99.-24.09.99.- Njemačka, sudjelovanje na konferenciji
 17.11.99.-17.11.99.- Slovenija, znanstveni posjet
 05.12.99.-22.12.99.- Francuska, studijski boravak
25. D. Starešinić
 19.07.98.-30.06.99.- Francuska, studijski boravak
26. S. Tomić
 10.06.99.-25.06.99.- Francuska, studijski boravak
 06.09.99.-20.09.98.- Njemačka, studijski boravak
 06.12.99.-14.02.98.- Francuska, sudjelovanje na konferenciji
27. E Tutiš
 28.05.98.-06.12.99.- Švicarska, specijalizacija
28. Č. Vadla
 03.05.99.-03.06.99.- Njemačka, studijski boravak
29. D. Veža
 12.05.99.-15.05.98.- Hrvatska, državno natjecanje iz fizike
 17.06.99.-17.06.99.- Slovenija, sudjelovanje na seminaru

30. T. Vuletić

10.05.99.-10.08.99.- Francuska, studijski boravak-sudjelovanje na konf.

18.10.99.-18.02.00.- Francuska, studijski boravak

31. V. Zlatić

06.01.99.-07.01.99.- Hrvatska, organizacija konferencije

10.01.99.-15.06.99.- USA, studijski boravak

08.07.99.-11.07.99.- Hrvatska, organizacija konferencije

06.09.99.-08.09.99.- Hrvatska, organizacija konferencije

20.09.99.-30.09.99.- Hrvatska, sudjelovanje na konferenciji

25.10.99.-28.10.99.- Hrvatska, znanstveni posjet

15.11.99.-30.11.99.- Njemačka, studijski boravak

INSTITUT ZA FIZIKU

Prilog godišnjem izvještaju za 1999.

Neki osnovni pokazatelji Instituta za fiziku

Sadržaj:

- 1) O zaposlenicima Instituta
- 2) Znanstvena i obrazovna aktivnost
- 3) Financijski pokazatelji
- 4) Institutski program

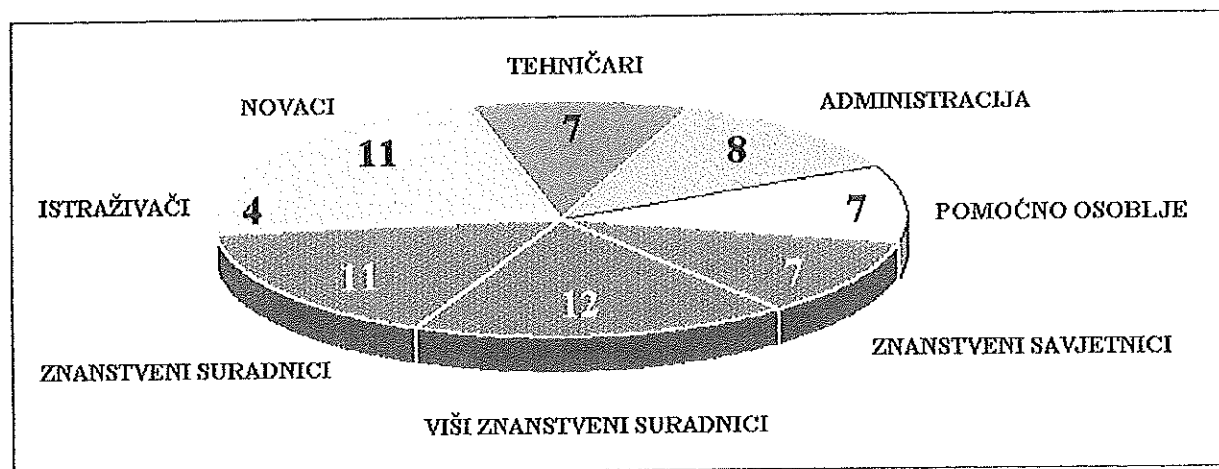
Izvori podataka:

Godišnji radni i financijski izvještaji Instituta za fiziku

Zagreb, ožujak 2000.

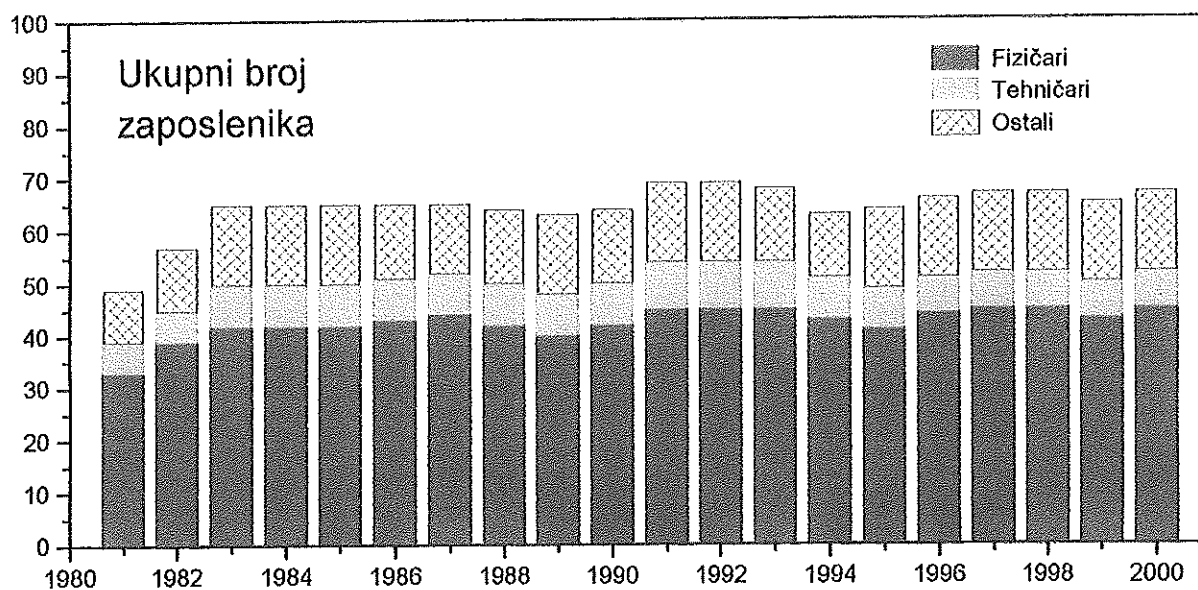
1. O zaposlenicima Instituta

U trenutku sastavljanja ovog godišnjeg izvještaja (početak godine 2000-te), u Institutu za fiziku bilo je zaposleno 67 djelatnika, čija je strukovna struktura prikazana na sl. 1.1.



Sl. 1.1 Strukovna struktura djelatnika Instituta

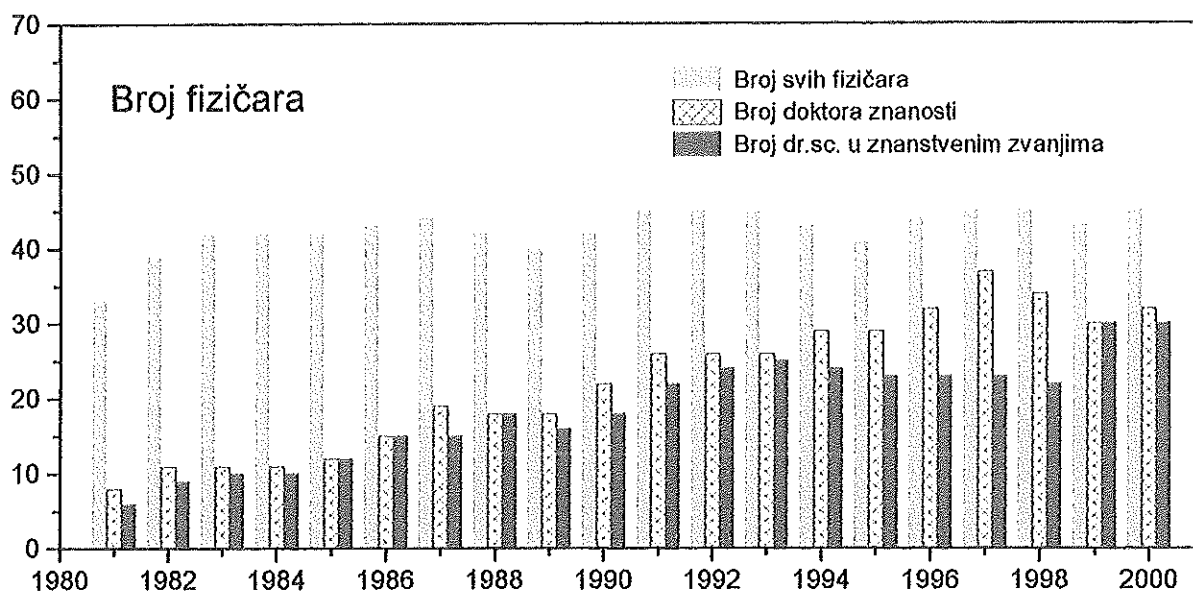
Kretanje broja fizičara, tehničara i ostalih zaposlenika na Institutu za fiziku (do 1993: Institut za fiziku Sveučilišta u Zagrebu) na vremenskoj skali od 1981 do danas, prikazano je na sl. 1.2. Brojke se odnose na stanje početkom svake godine.



Sl. 1.2 Djelatnici Instituta

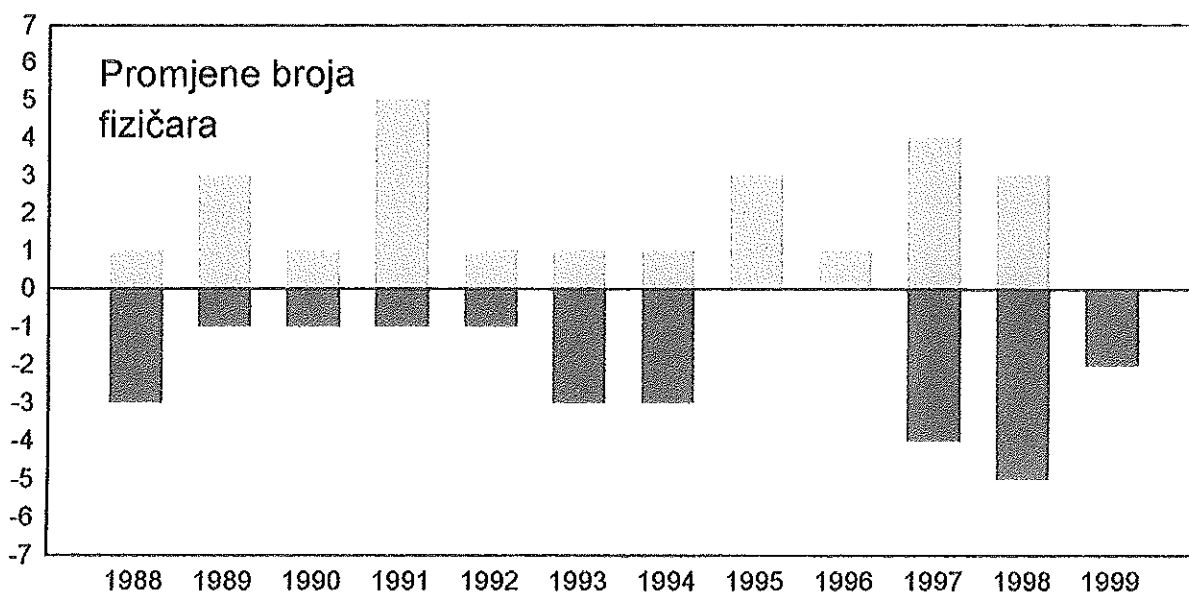
Na sl. 1.3 prikazano je napredovanje fizičara u zvanjima u istom vremenskom razdoblju (1981.-2000.) a brojke se također odnose na stanje početkom godine. Uočljiv je kontinuirani rast broja fizičara koji su postigli stupanj doktora znanosti, pri čemu je sve do 1993. taj rast stalno praćen odgovarajućim brojem fizičara izabranih u neko od znanstvenih zvanja (znanstveni suradnik, viši znanstveni suradnik i znanstveni savjetnik). Od 1993. do 1998. dolazi do vidljivog raskoraka između spomenutih brojeva, što je posljedica stupanja na snagu novog Zakona o

znanstvenoistraživačkoj djelatnosti. S jedne strane, najavljena primjena nekih odredbi tog zakona s odgodom do 1997. godine, ubrzala je u više konkretnih slučajeva postupke stjecanja akademskog stupnja doktora znanosti. S druge pak strane, odredbama istog zakona bilo je sve do 1999. onemogućeno (na našem Institutu kao i na ostalim institutima) svako napredovanje u znanstvena zvanja (iz statusa istraživača u status znanstvenika) te napredovanje unutar znanstvenih zvanja. Dodatno, istim je zakonom reguliran i *numerus clausus* za radna mjesta znanstvenika koji primaju plaću iz državnog proračuna.



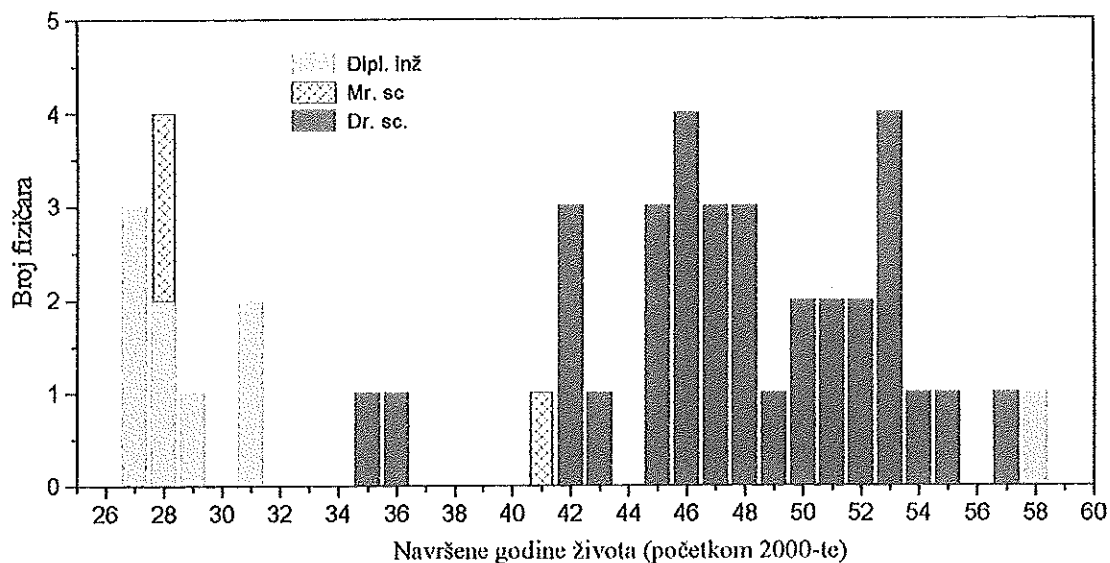
Sl. 1.3 Napredovanje u zvanjima

Ukupni broj fizičara zaposlenih na Institutu je približno konstantan (cca 40) već gotovo dvadeset godina (v. sl 1.1). Međutim, za Institut se može reći da ima relativno veliku protočnost. Primjerice, iz sl. 1.4, koja prikazuje brojeve pridošlih i brojeve otišlih fizičara tijekom svake godine protekle dekade, vidi se da je u tom razdoblju Institut napustio ukupno 21 suradnik, što je popraćeno dolaskom novih 23.



Sl. 1.4 Fluktuacije broja fizičara

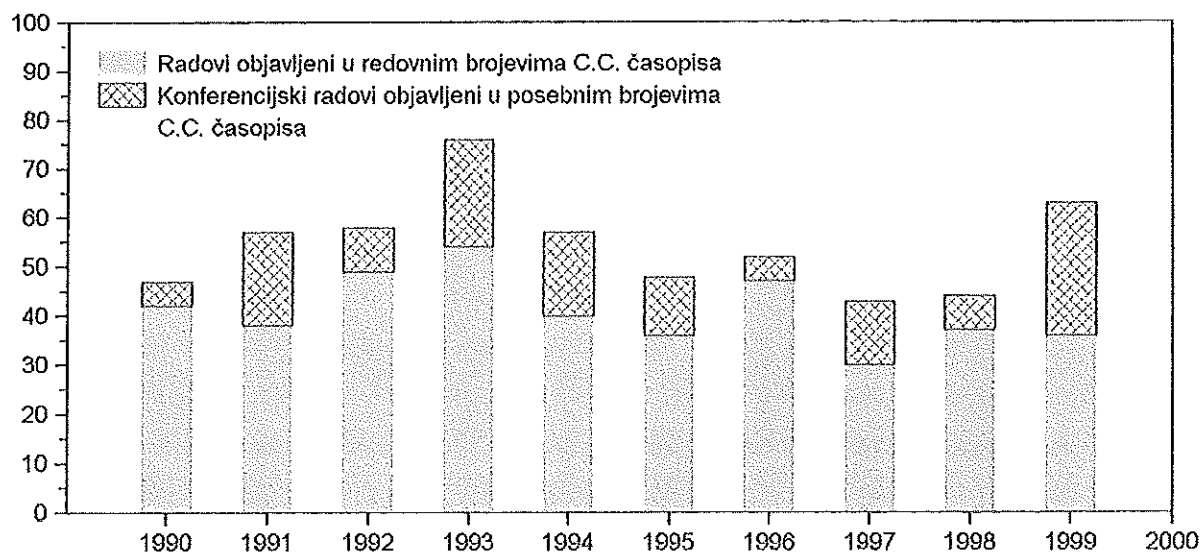
Svojevrsni *curiosum* Instituta za fiziku je generacijska zbijenost doktora znanosti, čija je dob otprilike 50 ± 5 godina. Raspodjela akademskih stupnjeva po navršenim godinama života fizičara (početkom 2000-te) dana je na sl. 1.5.



Sl. 1.5 Raspodjela akademskih stupnjeva po dobi fizičara

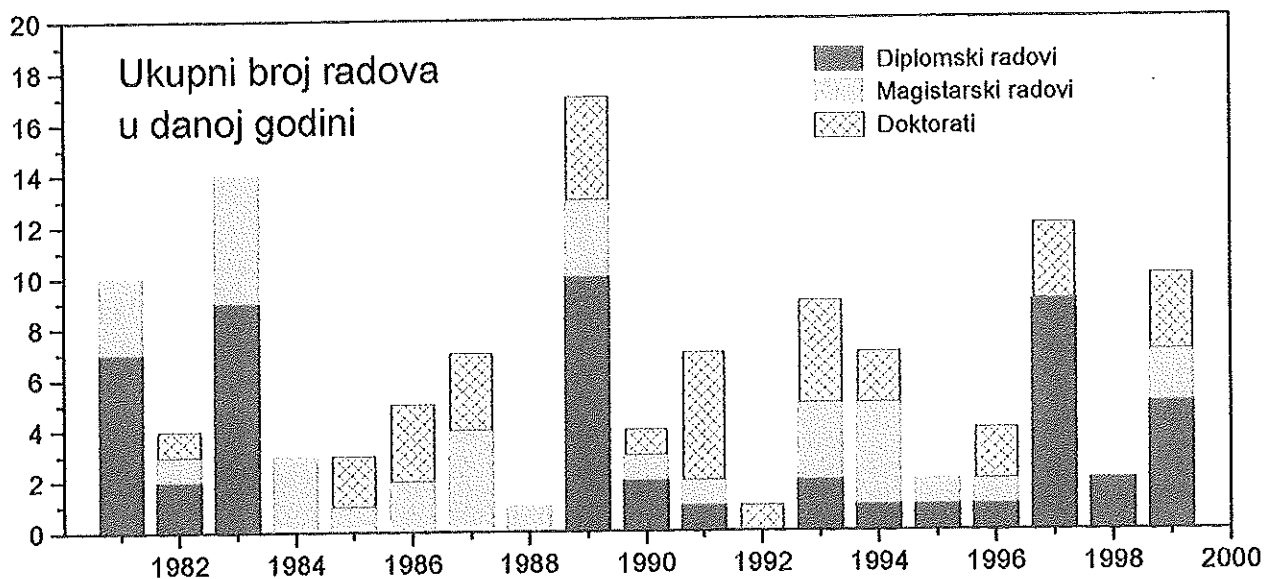
2. Znanstvena i obrazovna aktivnost

Na sl. 2.1 prikazan je broj objavljenih radova što su ih fizičari Instituta za fiziku objavili u časopisima navedenim u Current Contents (u daljnjem tekstu: C.C.-časopisi) u posljednjih deset godina. Za razliku od sličnog grafikona u prilogu godišnjeg izvještaja za 1998. godinu, ovdje je učinjeno osnovno razvrstavanje radova u dvije skupine: radovi u redovnim brojevima C.C. časopisa (INSPEC: Journal papers) i konferencijski radovi (INSPEC: Conference papers) objavljeni u posebnim brojevima C.C. časopisa (special issues, Conference Proceedings). Usporedba s odgovarajućim podacima iz prošlogodišnjeg izvještaja pokazuje izvjesne razlike, koje postoje zbog toga što je pri izradi ovog priloga analiza bila nešto preciznija, tako da su, između ostalog, uočene i neke pogreške u godišnjim izvještajima Instituta.



Sl. 2.1 Radovi objavljeni u časopisima citiranim u C.C.

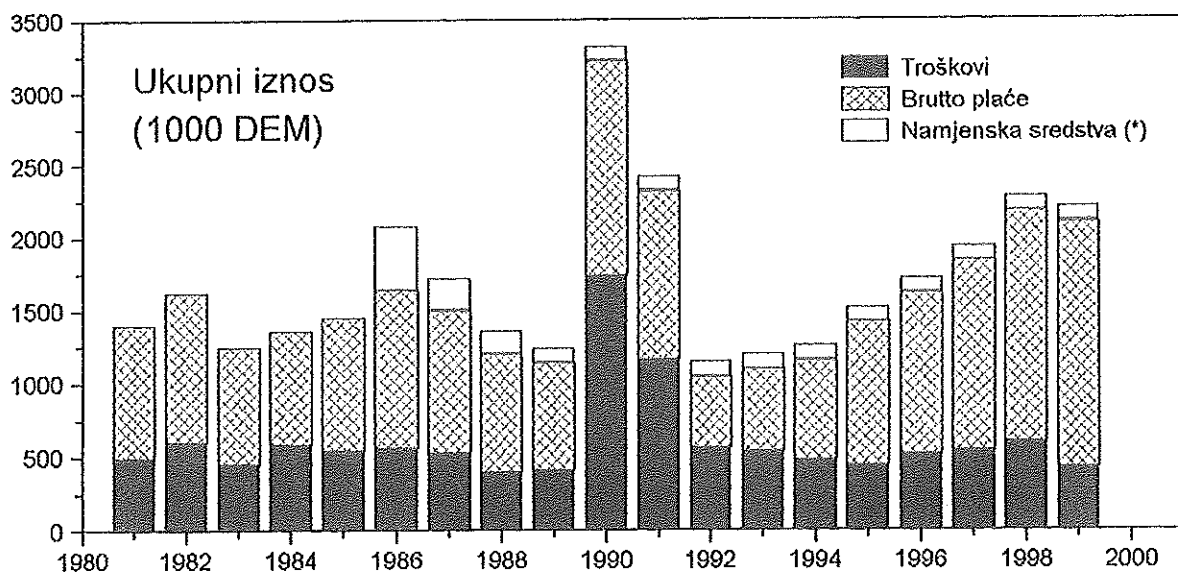
Znanstvenoistraživački rad na Institutu za fiziku prati i odgovarajuća obrazovna aktivnost. Na **sl. 2.2** prikazani su brojevi diplomskih, magistarskih i doktorskih radova koji su izradjeni na Institutu za fiziku u razdoblju 1981. - 1999.



Sl. 2.2 Obrazovna aktivnost

3. Financijski pokazatelji

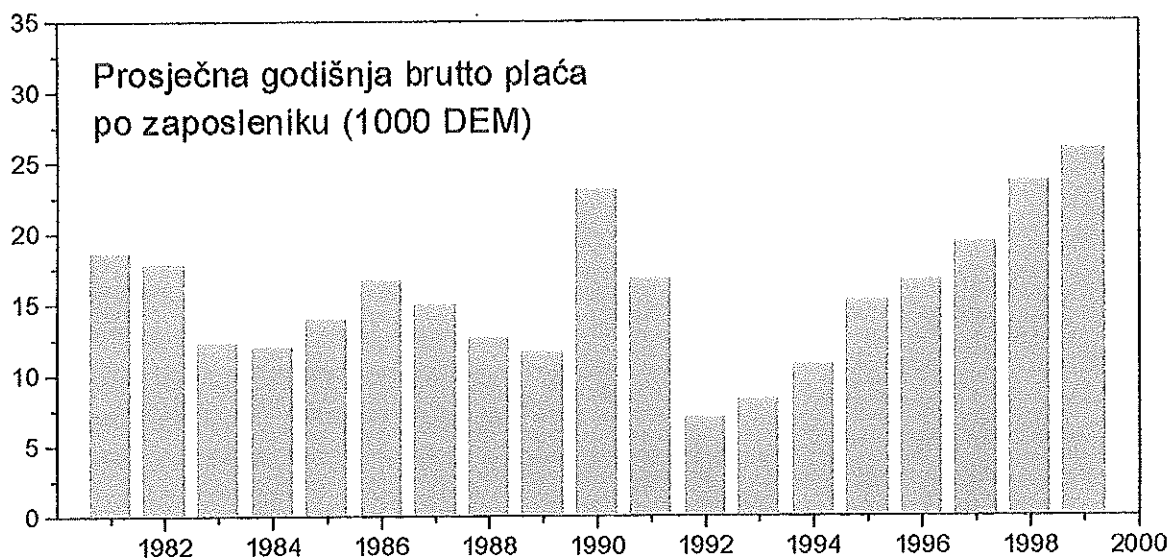
Temeljni financijski pokazatelji poslovanja Instituta za fiziku prikazani su na **sl. 3.1**. Ukupni godišnji iznosi za bruto plaće zaposlenika te za sve ostale troškove dani su u DEM. Za godine stalne (veće ili manje) inflacije (1981. – 1994.) utrošeni iznosi u važećim domaćim sredstvima plaćanja preračunavani su za svako tromjesečje ili polugodište prema srednjem tromjesečnom odnosno polugodišnjem tečaju. Stoga ove podatke treba uzimati samo kao okvirne pokazatelje.



Sl. 3.1 Godišnji prihod Instituta

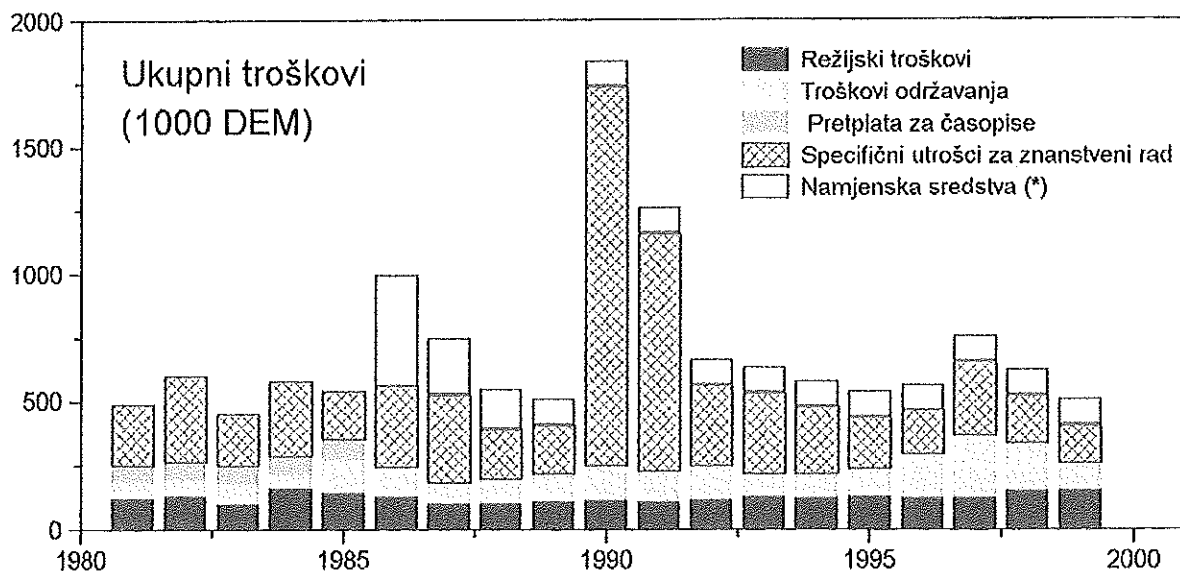
(*) Namjenska sredstva za opremu i knjižnicu koja ne ulaze u računovodstveni prihod.

Na **sl. 3.2** prikazano je kretanje prosječne brutto plaće po zaposleniku.



Sl. 3.2 Prosječna godišnja brutto plaća po zaposleniku

Osnovna struktura materijalnih troškova dana je na **sl. 3.3**. Troškovi su podijeljeni na režijske troškove (grijanje, električna energija, vodoopskrba, telekomunikacijske usluge), troškove održavanja institutske infrastrukture zajedno s ostalim općim troškovima te specifične troškove za znanstveni rad. Uz to, za razdoblje do 1991. istaknuti su zasebno i iznosi utrošeni za pretplatu na časopise institutske biblioteke. Od 1992. pretplatu na časopise obavlja Ministarstvo znanosti i tehnologije, tako da odgovarajući iznosi ne ulaze u institutski račun prihoda i izdataka. Pod specifičnim utrošcima za znanstveni rad podrazumijevaju se sredstva koja su bila izravno na raspolaganju istraživačkim skupinama.

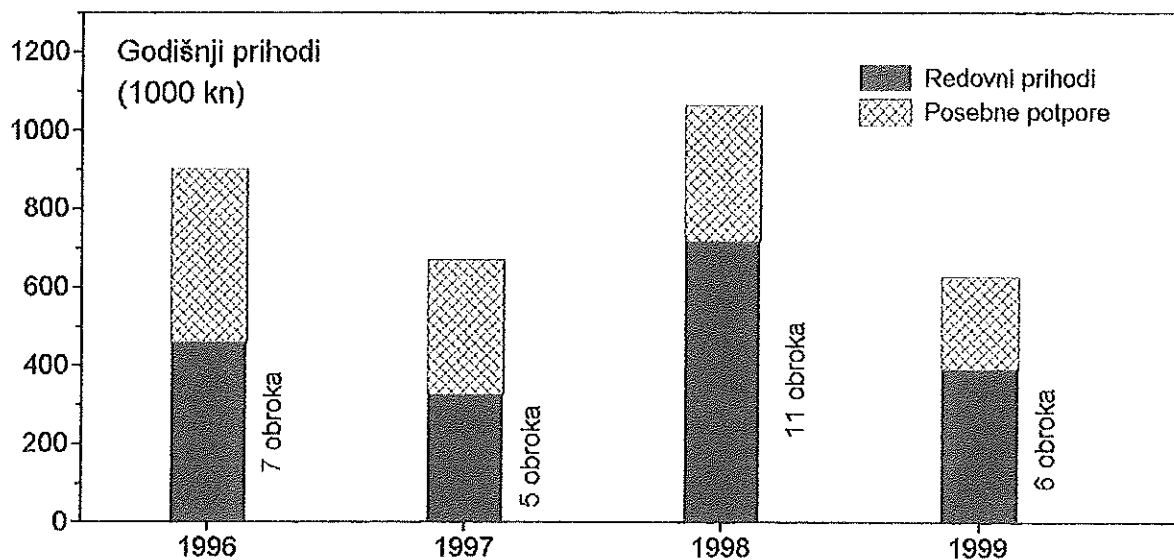


Sl. 3.3 Struktura troškova

(*) Namjenska sredstva za opremu i knjižnicu koja ne ulaze u računovodstveni trošak.

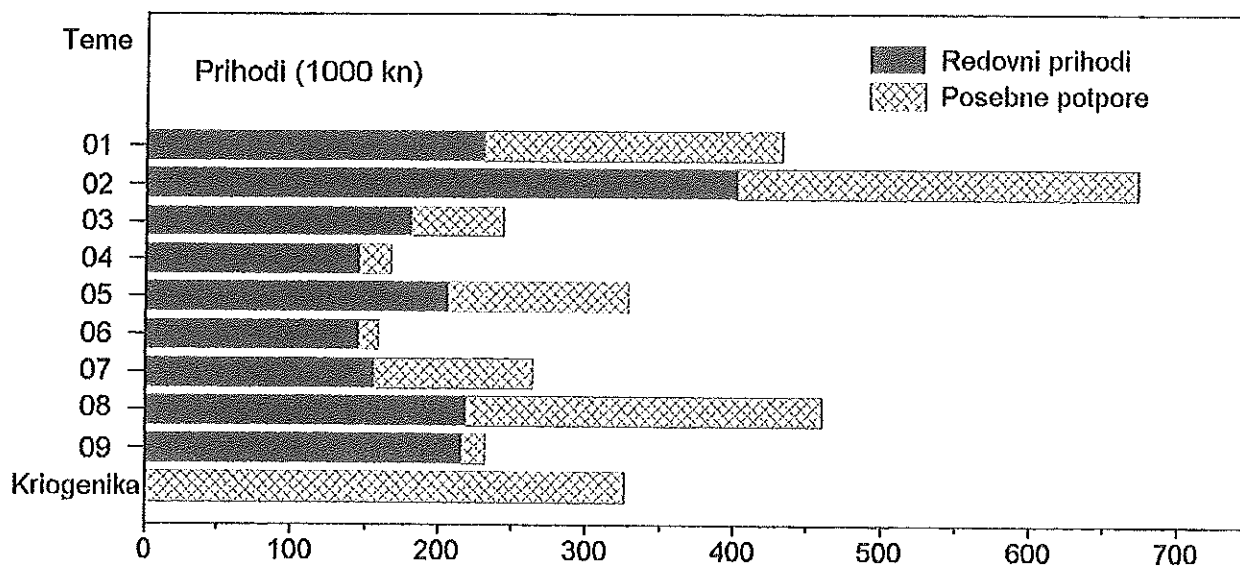
4. O programu Instituta

U okviru programa trajne istraživačke djelatnosti (šifra: 003501), članovi istraživačkih skupina radili su na devet tema (šifre: 00350101 do 00350109). Godišnji prihodi od Ministarstva za rad na programu u razdoblju 1996.-1999. dani su na **sl. 4.1**. Uz sredstva po ugovoru, koja su trebala biti isplaćivana u ukupno 36 mjesečnih obroka, za rad na programu primane su i posebne potpore (za opremu, za putovanja, za inozemne projekte i dr.).



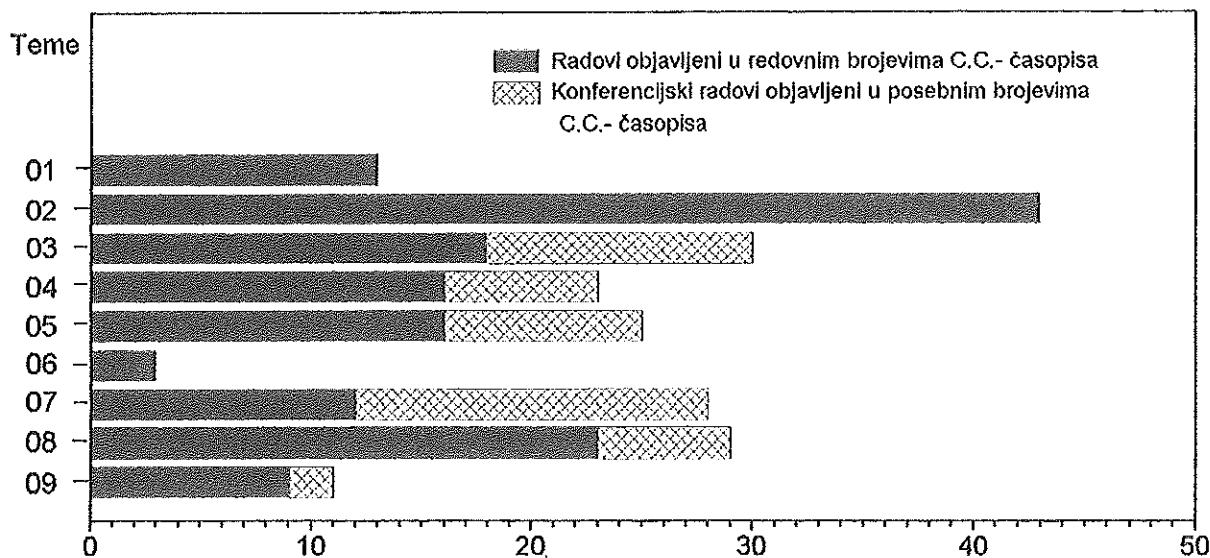
Sl. 4.1 Godišnji prihodi od MZT za rad na programu 003501

Na **sl. 4.2** prikazana su ukupna sredstva kojima su pojedine istraživačke skupine autonomno raspolagale kroz period od 1996. do 1999. godine. Posebna potpora Ministarstva bila je namijenjena funkcioniranju kriogenog postrojenja, nužnog za rad na temama 03, 04, 06 i 07 te za znanstvenoistraživački rad kolega iz drugih ustanova.



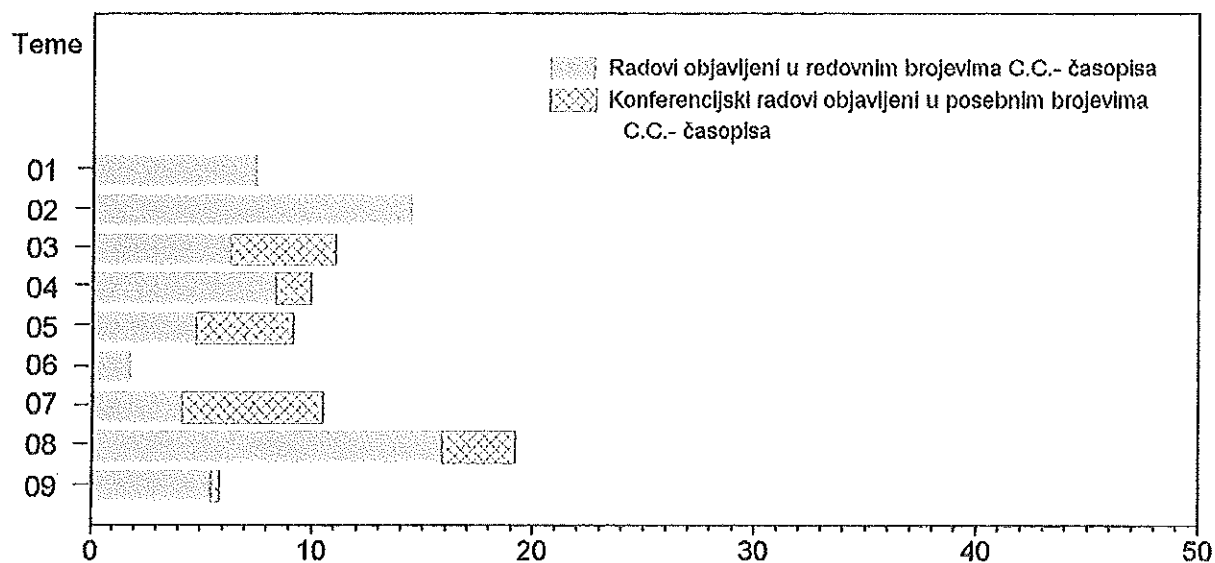
Sl. 4.2 Prihodi od MZT po temama na programu 003501 u razdoblju 1996. - 1999.

Na kraju ovog Priloga dana je jedna količinska analiza rezultata istraživanja na programu 003501. Za svaku istraživačku skupinu pobrojani su samo radovi objavljeni u C.C.-časopisima tijekom razdoblja 1996.-1999. Jedini iskorak u smjeru razlikovanja, uvjetno rečeno, kakvoće radova, učinjen je podjelom na radove u redovnim (INSPEC: Journal Paper) i posebnim (INSPEC: Conference Paper) brojevima C.C.-časopisa a rezultati su prikazani na sl. 4.3.



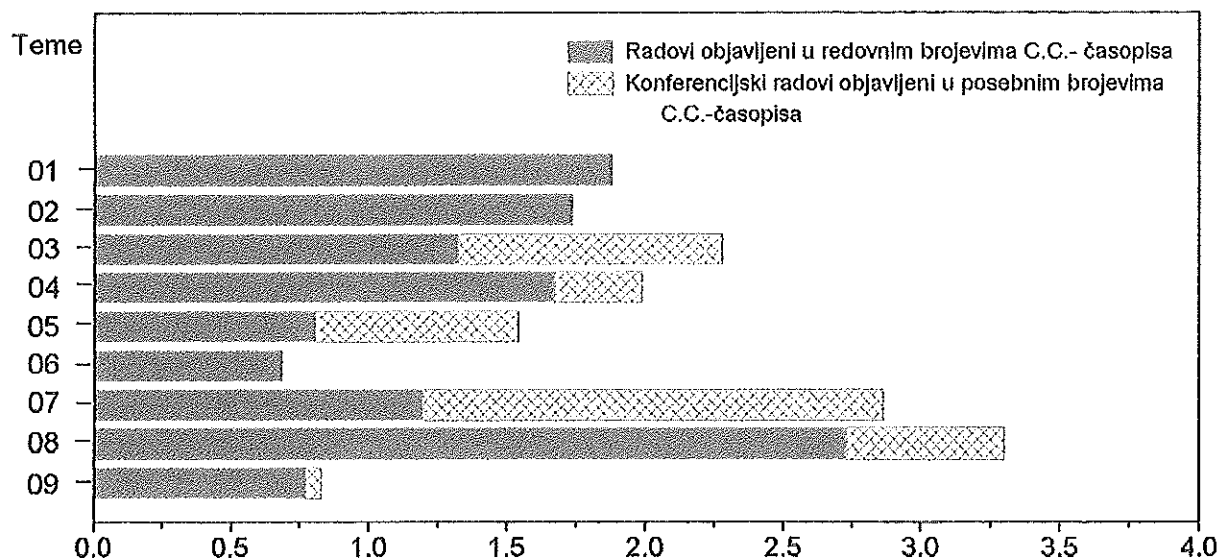
Sl. 4.3 Radovi objavljeni u časopisima citiranim u C.C. u razdoblju 1996. -1999.

Na sl. 4.4 prikazan je jedan scientometrijski postupak kojim se uzima u obzir tzv parcijalno autorstvo. Za svaki rad i objavljen unutar jedne istraživačke skupine, definiran je omjer $E_i = (n / m)_i$, pri čemu je n broj autora iz dane skupine, a m broj svih autora na danom članku. Zbroj svih E_i za pojedinu skupinu u danom razdoblju nazvan je efektivnim brojem radova. Ovim načinom poništava se umnažanje institutskih radova u slučaju kada se radi o publikacijama čiji su autori iz dviju ili više skupina. Nadalje, usporedba efektivnog broja radova (sl. 4.4) i jednostavnog zbroja svih radova na danoj temi (sl. 4.3) ukazuje na opseg suradnje sa drugim (tuzemnim i inozemnim) ustanovama.



Sl. 4.4 Efektivni broj radova u razdoblju 1996. - 1999.

Na slici **sl. 4.5** dani su rezultati daljnjeg scientometrijskog postupka, kojime se uzima u obzir brojnost istraživačkih skupina. Budući da je iz godine u godinu postojala izvjesna fluktuacija fizičara, efektivni broj radova u danoj godini podijeljen je sa tada aktualnim brojem fizičara svake skupine te potom zbrojen za sve promatrane godine.



Sl. 4.5 Efektivni broj radova po fizičaru u razdoblju 1996. - 1999.

Kao mnogi scientometrijski postupci, tako i ovdje prikazani ne mogu poslužiti za donošenje definitivne ocjene uspješnosti, već samo predstavljaju određeni pokušaj doprinosa u tom smjeru.