

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/821

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P1-0192
Naslov programa	Svetloba in snov
Vodja programa	3470 Martin Čopič
Obseg raziskovalnih ur	29.750
Cenovni razred	D
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	106 Institut "Jožef Stefan" 1554 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Raziskovalni program *Svetloba in snov* zajema osnovne raziskave optičnih pojavov predvsem v mehki snovi, raziskave mehke snovi z optičnimi metodami in možnosti aplikacij v optoelektroniki, informacijski tehnologiji in medicini. Program izvajata skupaj IJS in FMF UL. Od skupno 15 sodelavcev so trije zaposleni redno na IJS, 6 pa dopolnilno, od teh so 3 redno zaposleni učitelji na FMF, in en kot učitelj na Univerzi v Mariboru. Na FMF sta dva redno zaposlena sodelavca, ki imata tudi polno pedagoško obremenitev. V programski skupini je bilo v štiriletnem obdobju vključenih pet mladih raziskovalcev, od tega štirje na Institutu Jožef Stefan in eden na Fakulteti za matematiko in fiziko na Univerzi v Ljubljani. V tem trenutku na Institutu Jožef Stefan trenutno še vedno sodelujejo trije, eden je v program vključen na Fakulteti za matematiko in fiziko, trije pa se vključujejo kot mladi raziskovalci iz gospodarstva. Med 2004 in 2008 sta doktorirala dva mlada raziskovalca. Devet sodelavcev ima pedagoške nazive in so nosilci 18 predmetov na FMF UL in UM. Ti podatki in 20 diplomskih del, pri katerih so mentorirali člani programske skupine Svetloba in snov v letih od 2004 - 2008 kažejo na močno vpetost programske skupine v pedagoško delo na univerzah in na hkratno povezanost z gospodarstvom. Poleg programskega financiranja v višini 3,5 FTE ima skupina še 2 projekta ARRS, 6 projektov za mlade raziskovalce, vključno s projekti MR iz gospodarstva, in 9 mednarodnih bilateralnih projektov. V letih 2004 do 2008 so sodelavci programa objavili 78 člankov v revijah, ki jih navaja WoS. Članki, ki so jih objavili sodelavci, so imeli v tem obdobju okoli 1200 čistih citatov, članki iz zadnjega desetletnega obdobja pa imajo 1126 citatov, od tega 814 čistih. Za programsko skupino je značilna povezanost osnovnih raziskav, univerzitetnega pouka

in aplikacij. Pri teh zadnjih je treba izpostaviti raziskave medicinske uporabe laserjev v kožni kirurgiji, kjer so sodelavci preko sodelovanja z uglednim partnerjem iz ZDA prenesli raziskave in uporabo fototermalnih pojavov pri laserskem obsevanju kože v Slovenijo in se povezujejo tako s klinično prakso kot s mednarodno pomembnim slovenskim izdelovalcem medicinskih laserskih sistemov Fotono d.d. Sodelavci programa in klinični raziskovalci s Fotono sodelujejo tudi pri razvoju novih laserskih sistemov. Samostojen razvoj sistema krmiljenja laserskega žarka je privedel tudi do ustanovitve spin-off podjetja, ki je nekaj naprav že prodalo laboratorijem po Evropi. Pri tem večina eksperimentalnih metod ne zahteva zelo drage opreme. Narava raziskovalnega dela skupine je taka, da je mogoč hiter prehod od bazičnih raziskav v praktično uporabo na področju fotonike in njene uporabe v komunikacijskih in medicinskih tehnologijah, zato so zelo primerne za vzgojo mladih strokovnjakov. Sodelavci imajo tudi dobre stike s tujimi raziskovalci.

Program je sestavljen iz štirih sklopov. Prvi, največji sklop predstavljajo optične raziskave lastnosti in pojavov v mehki snovi, ki zajema delno urejene faze med kristali in običajnimi tekočinami, polimere, biološke molekule in kompozitne sisteme. Z analizo termičnih fluktuacij smo določili energijo disklinacijske linije v nematičnem tekočem kristalu in učinkovito viskozno silo pri gibanju disklinacije. S konfokalno fluorescenčno mikroskopijo smo raziskovali lastnosti kompozita feroelektričnega tekočega kristala in polimera z nizko koncentracijo in ugotovili, da se polimer segregira med smektične plasi in s tem stabilizira tekoči kristal. Analizirali smo tudi vpliv debeline orientacijskega sloja na preklopne lastnosti tega sistema, ki obeta uporabo za prikazovalnike. Posebna pozornost je posvečena raziskavam interakcij tekočih kristalov z različnimi površinami, na primer fotoobčutljivih polimerov, kjer je orientacijo mogoče kontrolirati z obsevanjem s polarizirano svetlobo. Na teh površinah raziskujemo orientacijo in strukturo polimerov z nelinearnimi optičnimi metodami, kot sta generacija druge harmonske frekvence in mešanje dveh frekvenc, ki so specifično površinsko občutljive. S tehniko površinskega podvajanja optične frekvence (SHG) smo raziskovali preklopne lastnosti tankih slojev feroelektričnega tekočega kristalnega polimera. Tovrstni filmi predstavljajo obetaven nov koncept izdelave orientacijskih slojev v tehnologiji LCD. Raziskovali smo tekočekristalne holografske disperzije in kompozite s polimeri, ki lahko tvorijo tudi fotonske kristale in so obetavne za uporabo v optičnih omrežjih. Proučevali smo strukturne in dinamične lastnosti kompozitnih fotonskih kristalov in kvazikristalov iz polimerov in tekočih kristalov. Z dinamičnim sipanjem svetlobe smo pokazali, da ima disperzija kolektivnih fluktuacij direktorskega polja v periodični in kvaziperiodični polimerni matriki pasovno strukturo, analogno fononskim in elektronskim pasovom v običajnih kristalih. Opazovali smo tudi strukturne prehode nematskega direktorskega polja v tekočekristalnih kapljicah, ki jih povzročijo zunanje električne polje oz. naraščajoča temperatura. Raziskovali smo konfiguracijo t.i. planarnega preklapljanja v polimerno dispergiranih nematskih kapljicah (PDLC) in s holografsko metodo pridobljenih periodičnih elementov (HPDLC) v zunanjem električnem polju. Pokazali smo na zapleteno dinamiko reorientacije tekočekristalnih kaplic ter določili anizotropijo notranjega strukturnega polja v enodimenzionalnih uklonskih mrežicah izdelanih iz HPDLC. Analizirali smo vpliv električnega polja in temperature na uklonske lastnosti mrežic z visoko stopnjo presežne modulacije. Naše raziskave predstavljajo prve študije debelih uklonskih mrežic holografsko dispergiranih tekočih kristalov nasploh, dobljeni rezultati pa so doprinesli pomembna nova spoznanja o strukturi in optičnih lastnostih teh materialov. Izvedli smo tudi prvo sistematično študijo pojava holografskega sipanja v HPDLC mediju. Izračunali smo anizotropno difuzijsko konstanto za svetlobo pri večkratnem sipanju v dispergiranih anizotropnih kapljicah, npr. v PDLC. Z meritvami sipanja hladnih nevtronov smo pokazali, da je fotonevtronski pojav v HPDLC mrežicah dosti večji kot v vseh doslej analiziranih holografskih materialih. To spoznanje obeta velik napredek področja nevtronske optike in možnost uporabe HPDLC v elementih za manipulacijo nevtronskih curkov, kot so denimo nevtronski interferometri. Podali smo prvi konsistenten teoretični

model, ki opisuje spontano prostorsko modulacijo električne polarizacije, ki se pojavi v nekaterih fazah feroelektričnih tekočih kristalov molekul z upognjeno sredico. Pokazali smo, da je nestabilnost posledica sklopitve med kiralnostjo in nagibom molekul in je tako osnovna značilnost tekočih kristalov s spontanim zlomom kiralne simetrije. V sodelovanju z Institutom za fiziko, Nacionalne akademije znanosti Ukrajine smo proučevali dinamične lastnosti suspenzij feroelektričnih nanodelcev v nematskih tekočih kristalih. S pomočjo dinamičnega sipanja smo študirali viskoelastične lastnosti suspenzije feroelektričnih delcev $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ in BaTiO_3 v nematski mešanici. Opazili smo nov lastni gibalni način, pri katerem je odmik sponatne polarizacije feroelektrika nasproten odmiku direktorskega polja. Naši rezultati kažejo, da feroelektrični nanodelci povečujejo ureditveni parameter tekočega kristala in so z njim tudi kolektivno sklopjeni. Izvedli smo sistematične raziskave vpliva soli na agregacijo derivatov gvanozina v vodnih raztopinah in prišli do pomembne ugotovitve, da spontano urejeni kolumnarni skladi gvanozina v vodnih raztopinah kažejo dinamične lastnosti analogne raztopinam polielektrolitov. Analizirali smo tudi razgradnjo agregatov pri naraščanju temperature raztopine. Raziskovali smo agregacijo gvanozin 5'-monofosfata (GMP) na trdnih substratih, zlasti na sljudi. Ugotovili smo, da ob ustreznih pogojih nanašanja GMP na sljudi tvori G4-nanožice, ki lahko dosežejo dolžino več deset mikrometrov in kažejo zelo izrazito preferenčno orientacijo vzdolž kristalografskih osi substrata. Meritve električne prevodnosti površinskih agregatov so nakazale njihovo polprevodniško naravo. Trenutne raziskave kažejo, da so G4-nanožice ena od najbolj obetavnih z DNK povezanih nanostruktur, ki bi jih lahko uporabili za prenos signalov v biomolekularnih vezjih. Drugi sklop predstavlja integrirana optika v povezavi z nelinearno optiko, ki odpira nove možnosti uporabe v informacijski tehnologiji. Za sistem holografskega shranjevanja podatkov brez prekrivanja zapisov nam je bil v letu 2004 podeljen patent v ZDA. V sodelovanju z laboratorijem za nelinearno optiko ETH Zuerich smo raziskovali optične valovne vodnike v nelinearnih optičnih materialih. S pomočjo ionske implantacije smo izdelali valovne vodnike v organskem kristalu DAST. S tehniko periodično razporejenih domen v nelinearnem kristalu raziskujemo pretvorbo svetlobe iz Nd:YAG laserja v očem varno področje. V sodelovanju s Fotono d.d. je bil izdelan prototip kompaktnega, očem varnega laserja. Tretji sklop so raziskave uporabe laserjeve v medicini. Raziskali smo možnost uporabe sunkovne fototermalne radiometrije (SFTR) za brezkontaktno karakterizacijo žilnih obolenj in prostorsko slikanje struktur v človeški koži z visoko ločljivostjo. Možnost tovrstne določitve značilnosti ognjenih znamenj, ključnih za izbiro optimalnih parametrov laserske terapije, smo najprej preverili v numeričnem modelu optičnega in termalnega transporta na podlagi digitalizirane biopsije. Razvili smo več numeričnih algoritmov za rekonstrukcijo globinskih temperaturnih profilov iz zajetih radiometričnih signalov. Delovanje nekaj konfiguracij laboratorijskega sistema za SFTR profilometrijo smo preverili z meritvami na namensko razvitih modelih mehkega tkiva. Primerjalne meritve z optično koherentno tomografijo ter histologijo so potrdile odlično delovanje sistema in njegovo primernost za klinično uporabo. Na pacientih prostovoljcih smo z navedeno metodo karakterizirali delovanje prototipnega dvovalovnega laserskega sistema na krvni splet v ognjenem znamenju. S Kliničnim centrom Ljubljana (Oddelek za plastično kirurgijo in opeklino) in Fotono, Ljubljana, smo sodelovali pri raziskavah laserske terapije kožnih nepravilnosti, zlasti ognjenih znamenj in keloidnih brazgotin. Za podporo navedenim študijam smo razvili sistem za avtomatizirano zajemanje, analizo in arhiviranje kolorimetričnih meritev mesta poškodbe. V numerični študiji in poskusih na živalskem modelu smo demonstrirali potencial novega terapevtskega režima (z repetitivnim dvovalovnim obsevanjem in prekinjanim kriogenskim hlajenjem) za dermatološke žilne nepravilnosti. (Sodelovanje z UC Irvine in Fotono). Četrty sklop so raziskave z optično pinceto. Laserska pinceta, ki jo imamo v našem laboratoriju, je zelo fleksibilna pri modulaciji lege in jakosti laserskega žarka. Pinceto

smo nadgradili z magnetnim poljem, ki omogoča dodatno manipulacijo magnetnih delcev. Ta postavitev daje odlične možnosti za nadaljnje eksperimente, kot na primer mikroreologijo. Z lasersko pinceto raziskujemo meddelčne interakcije in aktivni transport v biofizikalnih sistemih. Poleg manipulacije mikroskopskih delcev pinceta omogoča tudi merjenje sil med njimi. To je posebej uporabno v tekočih kristalih, kjer meritve s standardno pinceto niso zanesljive. V sodelovanju z Univerzo v Münchnu smo proučevali mehanske lastnosti in kinematiko molekularnega motorja miozina V. Opazovali smo obnašanje motorja, dolžino koraka in čas, ki ga porabi za en korak, pod vplivom spreminjajočih zunanjih parametrov. Bili smo prvi, ki smo opazili korake motorja v prepovedani smeri, ko smo na motor delovali z veliko vzvratno silo. Ugotovili smo, da je velikost vzvratnega koraka enaka velikost običajnega koraka, ta pa se ujema s periodo vijačnice aktinske niti. Proučevali smo tudi obnašanje tekočokristalnih koloidov. Prvi rezultati so pokazali, da močno električno polje laserskega snopa optične pincete močno zmoti ureditev molekul tekočega kristala, zato smo zgradili kombinirano magneto-optično pinceto. Velika prednost take postavitve je majhno magnetno polje, ki ga uporabimo med meritvijo, tako da ne vpliva na tekoči kristal. Izmerili smo krajevno odvisnost sile med dvema mikrometrskima superparamagnetnima delcema, ki je zaradi elastičnih deformacij tekočega kristala dolgega dosega. S kombinacijo dinamičnih in statičnih meritev smo določili krajevno odvisnost efektivnega koeficienta upora in ugotovili, da je le-ta neodvisen od medsebojne oddaljenosti kroglic, razen za izredno majhne razmike (400 nm med površinama kroglic). V sodelovanju s skupino prof. Igorja Muševiča smo z uporabo optične pincete zgradili eno in dvodimenzionalne koloidne kristale v tekočem kristalu, ki jih vežejo sile, ki jih posredujejo mreže disklinacij. S pomočjo magnetnega polja smo ustvarili tudi izotropno odbojno interakcijo med superparamagnetnimi koloidnimi delci v izotropni suspenziji, katere značilnost je bila, da je bila pri majhnih razdaljah med koloidnimi delci šibkejša od interakcije med dvema vzporednima dipoloma. V obsežnem eksperimentu smo potrdili teoretične napovedi, da tako zmehčan potencial v dveh dimenzijah privede do tvorbe različnih faz, ki jih v faznem diagramu s potenčno odvisnim meddelčnim potencialom ne dobimo. Raziskovali smo tudi pojav stohastične resonance v koloidnih sistemih.

Štiriletno raziskovalno delo na programu Svetloba in snov je sledilo zadanim ciljem in jih večinoma tudi doseglo.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Cilji programa Svetloba in snov so bili razdeljeni v štiri sklope. V prvem je bilo raziskovanje kolektivne dinamike in optičnih lastnosti mehke snovi, predvsem tekočih kristalov, kompozitov tekočih kristalov in polimerov, koloidnih sistemov s tekočimi kristali in agregacije bioloških molekul v raztopinah in na površinah. Cilji raziskav na tem sklopu so bili v celoti doseženi, saj so sodelavci programa na tem področju objavili 31 člankov v revijah z indeksom citiranja, od tega 5 v *Physical Review Letters*. Drugi sklop je bil posvečen nelinearni optiki ni njeni uporabi v optoelektroniki. V tem delu smo objavili 2 članka in sodelovali pri razvoju laserskega sistema s Fotono d.d., tako da so bili cilji deloma doseženi. Tretji sklop so predstavljale raziskave uporabe laserjev v medicini, predvsem v kirurgiji kože. V tem delu smo objavili 10 člankov v revijah z indeksom citiranja in sodelovali tako z raziskovalci na področju medicine kot s Fotono d.d., ki izdeluje medicinske laserske sisteme, tako da so bili tu cilji v celoti doseženi. Četrto področje so raziskave z optično in magnetno pinceto, kjer smo zgradili lasten sistem, ki je bil osnova za spin-off podjetje, ki prodaja sistem za krmiljenje laserskega žarka v najuglednejše laboratorije v Evropi. Tu smo raziskovali koloidne interakcije in pojave, kot so stohastična resonanca ter objavili 22 člankov. V tem sklopu smo v veliki meri odsegli, deloma pa z izjemno upsešnim delovanjem sistema celo presegli, cilje tega sklopa. S tem menim, da so bili cilji raziskav v okviru programa skoraj v celoti doseženi.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

Ni bilo zantnih sprememb dela na programu.
--

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Lastnosti holografsko dispergiranih tekočih kristalov v polimerih
		<i>ANG</i> Properties of holographic polymer-dispersed liquid crystals
	Opis	<i>SLO</i> Holografsko dispergirani tekoči kristali v polimeru (HPDLC) predstavljajo optične Braggove uklonske mrežice z velikim uklonskim izkoristkom. Analizirali smo, kako se spreminjajo optične lastnosti v odvisnosti od velikosti električnega polja. Kot prvi na svetu smo izmerili uklonski izkoristek HPDLC mrežic za nevtrone, ki je 100 krat večji od doslej znanih holografsko dobljenih mrežic. Pokazali smo tudi, da v HPDLC vzorcih obstajajo kolektivne ekscitacije oreintacijskih fluktuacij direktorja v obliki Blochovih valov, ki so posledica periodične modulacije orientacijske viskoznosti.
		<i>ANG</i> Holographically dispersed liquid crystals in polymer matrices (HPDLC) are optical Bragg grating media with very large diffraction efficiency. We performed detailed analysis of the diffraction properties as a function of an applied voltage. We were first to measure the diffraction efficiency of the HPDLC gratings for neutrons and found that it is 100 times larger from any holographic medium probed till now. We also showed that orientational fluctuations of liquid crystals in HPDLCs exhibit a form of Bloch waves, which is a consequence of periodic modulation of the orientational viscosity.
	Objavljeno v	Phys. rev. lett., 2006, 97, str. 167803-1-167803-4, [COBISS.SI-ID 1946468], Phys. rev. lett., 2007, vol. 98, no. 17, str. 173901-1-173901-4, [COBISS.SI-ID 20725799], Appl. phys. lett., 2005, 87, str. 151101-1-151101-3, [COBISS.SI-ID 1865060].
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	1946468
2.	Naslov	<i>SLO</i> Modulirane strukture v smektičnih fazah molekul z upognjeno sredico.
		<i>ANG</i> Modulated structures in smectic phases of bent-core molecules
	Opis	<i>SLO</i> Podali smo prvi konsistenten teoretični model, ki opisuje spontano prostorsko modulacijo električne polarizacije, ki se pojavi v nekaterih fazah feroelektričnih tekočih kristalov molekul z upognjeno sredico. Pokazali smo, da je nestabilnost posledica sklopitve med kiralnostjo in nagibom molekul in je osnovna značilnost tekočih kristalov s spontanim zlomom kiralne simetrije. Struktura teh faz je bila odkrita šele pred nekaj leti in zanjo do našega modela ni bilo nobene teoretične razlage.
		<i>ANG</i> We have presented the first consistent theoretical model describing the spatial modulation of the electric polarization that spontaneously appear in some phases of the bent-core molecules. We have shown that the instability is the consequence of the coupling between chirality and molecular tilt and is a fundamental property of such liquid crystals. The appearance of the modulated phases depend on the magnitude of the coupling constant. The structure of these phases was discovered a few years ago and until our model there was no theoretical explanation for their existence.
	Objavljeno v	Phys. rev., E Stat. phys. plasmas fluids relat., 2005, 72, str. 031701-1-031701-4. [COBISS.SI-ID 14238728], Phys. rev. lett., 2007, vol. 98, no. 24, str. 247802-1-247802-4. [COBISS.SI-ID 20912167]
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	20912167
3.	Naslov	<i>SLO</i> Meddelčne interakcije in urejanje v koloidnih sistemih
		<i>ANG</i> Interparticle interactions and assembly in colloidal systems
		S kombinacijo optične pincete in magnetnega polja smo izmerili interakcije med dvema superparamagnetnima delcema v nematskem tekočem kristalu

	Opis	SLO	(TK). Iz meritev smo lahko sklepali na efektivno viskoznost, ki jo delci čutijo v TK. Z magnetnim poljem smo ustvarili tudi izotropno odbojno interakcijo med koloidnimi delci v izotropni suspenziji, ki je imela pri majhnih razdaljah med delci manjšo jakost kot interakcija med dvema vzporednima dipoloma. Tak zmežčan potencial v dveh dimenzijah privede do tvorbe različnih faz, ki jih v faznem diagramu s potenčno odvisnim potencialom ne dobimo
		ANG	With combined optical tweezers with magnetic field we measured interactions between two colloids in a nematic LC. We have shown that the viscosity is almost independent of the inter-particle separation. External magnetic field was also used to create isotropic repulsive interaction between the beads in an isotropic suspension. The interaction at small inter-particle separations was weaker than the interaction between two parallel dipoles. An experiment proved that in two dimensions such soft potential leads to formation of a variety of phases, not obtained from the power-law potential.
	Objavljeno v	Phys. rev. lett., 2006, vol. 96, str. 207801-1-207801-4. [COBISS.SI-ID 19875111], Phys. rev. lett., 2007, 99, str. 248301-1-248301-4. [COBISS.SI-ID 2033764], Phys. rev. lett., 2008, 101, str. 237801-1-237801-4. [COBISS.SI-ID 2143076].	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	2143076	
4.	Naslov	SLO	Samoorganizacija derivatov gvanozina
		ANG	Self-assembly of Guanosine derivatives
	Opis	SLO	S kombinacijo tehnik dinamičnega sipanja svetlobe (DLS) in magnetne resonance (NMR) smo določili dimenzije različnih agregatov derivatov gvanozina v vodnih raztopinah in dokazali, da se v raztopinah poleg tetramernih skladov tvorijo tudi monomerni skladi. Raziskovali smo tudi nanašanje tankih plasti gvanozina iz vodne raztopine na sljudo in druge trdne podlage ter ugotovili, da se ob ustreznih pogojih v raztopini pri adsorpciji tvorijo enodimenzionalne nanostrukture (t.i. G4-nanožice), ki lahko dosežejo dolžino več deset mikrometrov.
		ANG	By combining Dynamic Light Scattering (DLS) and Nuclear Magnetic Resonance (NMR) the dimensions of the guanosine aggregates in aqueous solutions were determined. Moreover, the coexistence of tetrameric and monomeric assemblies - for many years a matter of extensive debate - was finally proved. We also investigated the deposition of thin layers of guanosine onto mica and other solid substrates. Under suitable experimental conditions guanosine is adsorbed into long 1D nanostructures called the G4-wires that can reach up to 10 micrometers in length.
	Objavljeno v	J. Am. Chem. Soc., 2005, vol. 127, no. 19, str. 6990-6998. http://dx.doi.org/10.1021/ja042794d . [COBISS.SI-ID 9783574], The European physical journal. E, Soft matter, 2004, vol. 13, no. 1, str. 27-33, Graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 1730148], Colloids surf., B Biointerfaces. [Print ed.], 2007, vol. 59, str. 120-127. [COBISS.SI-ID 20947495]	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	9783574		
5.	Naslov	SLO	Fototermalna profilometrija kože
		ANG	Photothermal profiling of skin
	Opis	SLO	Z numeričnim modelom optičnega (Monte Carlo) in termalnega transporta v ognjenem znamenju (OZ) na podlagi 3D digitalizirane biopsije ter Planckovega sevanja smo pokazali, da lahko z nadgradnjo tehnike sunkovne fototermalne profilometrije z dvo-valvnim vzbujanjem zanesljivo določimo ključne značilnosti OZ, pomembne za individualno vodenje laserske . Natančnost metode smo povečali z razvojem originalnega algoritma in analitičnim predpisom za efektivno vrednost absorpcijskega koeficienta. Rezultati so pomembni za lasersko kirurško odstranjevanje prirojenih ognjenih znamenj na koži
		ANG	Using a model of optical and thermal transport as well as radiative emission, based on 3D digitized biopsy of port wine stain (PWS) lesions, we have shown that photothermal profiling with dual-wavelength excitation enables reliable determination of lesion characteristics relevant for guidance of therapy on individual patient basis. New algorithm for temperature profile reconstruction and an original approach to determination of the effective IR

		absorption have significantly improved the profiling accuracy. The results are highly relevant for advancement of dermatologic laser surgery.
Objavljeno v		J. biomed. opt., 2004, vol. 9, pp. 299-307 [COBISS.SI-ID 18188327]; J. biomed. opt., 2004, vol. 9, str. 961-966 [COBISS.SI-ID 18519591]; Phys. Med. Biol., 2007, vol. 52, str. 1089-1101 [COBISS.SI-ID 20534823]; Phys. Med. Biol., 2008, vol. 53, no. 1, str. 255-268 [COBISS.SI-ID 21332263]; J. biomed. opt., 2008, vol. 13, 064002-1-9 [COBISS.SI-ID 22168615].
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	22168615	

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Ustanovitev visokotehnološkega podjetja ARESIS d.o.o., Ljubljana.
		<i>ANG</i> Foundation of high-tec company ARESIS d.o.o., Ljubljana
Opis	<i>SLO</i>	Podjetje se ukvarja s proizvodnjo specialne raziskovalne in merilne opreme. Glavni proizvodi so: kompletan sistem laserske pincete za Nikonove mikroskope, sistem za natančno kontolo laserskega žarka v laserskih pincetah, sistem za direktno lasersko mikrostrukturiranje in optična katalitična sonda za karakterizacijo šibko ioniziranih plazem. Med kupci so ugledne univerze in laboratoriji, med njimi ETH Zurich, Švica, University of Oxford, UK, University of Karlsruhe, Nemčija, University of Stuttgart, Nemčija, Max Planck Institute, Nemčija, Università di Milano, Italija in IJS, Slo.
	<i>ANG</i>	The company is producing special research and measurement equipment and systems. Main products are: turn key laser tweezers system for Nikon microscopes, precision laser guidance systems for laser tweezers applications, direct laser photopolymerization systems for microstructuring and optical catalytic measurement systems for weakly ionized plasma characterization. Our customers include high ranking universities and research laboratories: ETH Zurich, Switzerland, Univ. of Oxford, UK, Univ. of Karlsruhe, Univ. of Stuttgart, Max Planck Institute, Germany, Univ. di Milano, Italy and IJS, Slo.
	Šifra	F.20 Ustanovitev novega podjetja ("spin off")
	Objavljeno v	Phys. rev. lett., 2006, vol. 96, str. 207801-1-207801-4. [COBISS.SI-ID 19875111], Phys. rev. lett., 2007, 99, str. 248301-1-248301-4. [COBISS.SI-ID 2033764], Phys. rev. lett., 2008, 101, str. 237801-1-237801-4. [COBISS.SI-ID 2143076].
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	19875111
2.	Naslov	<i>SLO</i> Razvoj in vpeljava magnetne pincete v laboratoriju za lasersko pinceto na FMF
		<i>ANG</i> Development of magnetic manipulation system in the laboratory for optical tweezers at FMF
Opis	<i>SLO</i>	Magnetna pinceta je nadgradnja laserske pincete. Zaradi načina delovanja, ki je komplementaren delovanju laserske pincete se oba sistema odlično dopolnjujeta. Posebna odlika magnetne pincete na FMF je njena velika fleksibilnost pri generiranju homogenega magnetnega polja, kar jo postavlja v sam vrh primerljivih instrumentov v svetovnem merilu. Poleg velikega pomena za osnovne raziskave v našem laboratoriju, omogoča magnetna pinceta študentom fizike stik z naprednimi eksperimentalnimi tehnikami, ki se danes uvajajo na področju biofizike in fizike mehke snovi.
	<i>ANG</i>	Magnetic tweezers is an upgrade tool of optical tweezers system and in its principle of operation an excellent complement to the existing method. Special consideration in designing the magnetic setup was given to its flexibility with regards of generation homogenous magnetic fields of arbitrary strength, direction and time dependence. The instrument falls within the cutting edge of comparable instruments. Beside the importance to the basic science it also provides the students to experience the advanced experimental techniques used nowadays in the fields of biophysics and soft matter physics.

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

	Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka
	Objavljeno v	Phys. rev. lett., 2006, vol. 96, str. 207801-1-207801-4. [COBISS.SI-ID 19875111], Phys. rev. lett., 2007, 99, str. 248301-1-248301-4. [COBISS.SI-ID 2033764], Phys. rev. lett., 2008, 101, str. 237801-1-237801-4. [COBISS.SI-ID 2143076].	
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	2033764	
3.	Naslov	SLO	Laserski sistem za odstranjevanje ognjenih znamenj na koži
		ANG	Laser system for port wine stain birthmarks removal
	Opis	SLO	Sodelovali smo pri raziskavah kliničnega delovanja prototipnega laserskega sistema Dualis Tandem (Fotona, Ljubljana) na ognjena znamenja in druge benigne kožne žilne nepravilnosti. Področja zdravljenja smo pred zdravljenjem ter ob rednih kontrolah fotografirali za oceno uspešnosti zdravljenja s strani nepristranskih opazovalcev. Razvili smo tudi sistem za objektivno spremljanje uspešnosti terapije, ki temelji na meritvi barve obolelega mesta. Podobno smo zastavili tudi raziskave mehanizmov in učinkovitosti laserskega zdravljenja po-operacijskih keloidnih brazgotin.
		ANG	We have participated in clinical studies of the effect of a prototype laser system (Dualis Tandem by Fotona) on port wine stain (PWS) birthmarks and other cutaneous vascular malformations. Small PWS test areas in volunteer patients were tested. The test areas were photographed before and after the treatment as well as during regular follow-up visits, to allow unbiased assessment of therapy success. We have also developed a custom system for monitoring of therapeutic efficacy. Similar studies of mechanisms and clinical efficacy of laser treatment of post-operative keloid scars are under way.
	Šifra	F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov
	Objavljeno v	Lasers surg. med., 2004, vol. 34, pp. 164-167 [COBISS.SI-ID 18098983], Zdrav Vestn, 2004, vol. 73, pp. 577-583 [COBISS.SI-ID 18516007], Proc. SPIE, 2007, vol. 6632, 66320C [COBISS.SI-ID 21027367].	
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	21027367	
4.	Naslov	SLO	Mednarodna patenta
		ANG	International patents
	Opis	SLO	Sodelovali smo pri mednarodnem patentu, kjer je opisan postopek, kako izdelati polimerno plast v tekočerkristalnih optičnih preklopnikih, tudi v LCD zaslonih, ki služi za negativno optično fazno kompenzacijo. Bistvo patenta je, kako oboje doseči v enem tehnološkem koraku. Patent opisuje nov način zapisa informacije v holografski material v obliki plošče. Predstavljena metoda se izogne težavam, ki nastanejo pri multipleksiranju hologramov v istem volumnu holografskega materiala.
		ANG	We have collaborated in an international patent describing a procedure how to make the polymer layer in liquid crystal optical shutters and LCD displays that has negative optical phase difference. The essence of the patent is how to achieve this in one technological step. The patent describes a new method of implementing holographic optical storage in a plate-like photo-sensitive material. The proposed method has the advantage of avoiding the problems which exist in volume multiplexing of holograms.
	Šifra	F.32	Mednarodni patent
	Objavljeno v	EP-patent no. 1192499.2006; München: European Patent Attorneys. [COBISS.SI-ID 15896615]. United States Patent no. 6,781,725 B2. 2004. [COBISS.SI-ID 1809252]	
Tipologija	2.24	Patent	
	COBISS.SI-ID	1809252	
5.	Naslov	SLO	Organizator znanstvenih srečanj
		ANG	Organizing meeting of the researchers
			Martin Čopič je bil predsednik organizacijskega odbora 20. mednarodne

Opis	SLO	konference o tekočih kristalih (20th International Liquid Crystal Conference), ki je bila v Ljubljani od 4. 7. do 9. 7. 2004. Konferenca je največje znanstveno srečanje s področja tekočih kristalov, ki je vsako drugo leto. Udeležilo se je okoli 800 znanstvenikov z vsega sveta. Irena Drevenšek-Olenik in Lea Spindler sta soorganizirali znanstveno srečanje ESF Exploratory Workshop, Bled, Slovenia, 12-15 September 2006. Self-assembly of guanosine derivatives: from quadruplex DNA to biomolecular devices.
	ANG	Martin Čopič was the Chairman of the Organizing Committee of the 20th International Liquid Crystal Conference, which took place in Ljubljana from July 4 to July 7, 2004. The conference is biannual and is the largest scientific meeting in the field of liquid crystals. It was attended by around 800 scientists from all the world. Irena Drevenšek-Olenik and Lea Spindler were coorganizers of ESF Exploratory Workshop on Self-assembly of guanosine derivatives: from quadruplex DNA to biomolecular devices that took place in Bled, Slovenia, 12-15 September 2006.
Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
Objavljeno v	ČOPIČ, Martin (ur.), MUŠEVIČ, Igor (ur.), ŽUMER, Slobodan (ur.). Proceedings of the 20th International Liquid Crystal Conference : Ljubljana, Slovenia, 4-9 July 2004, (Molecular crystals and liquid crystals, 433 (2005), 434 (2005), 435 (2005), 436 (2005), 437 (2005), 438 (2005), 439 (2005)). Philadelphia: Taylor and Francis, 2005. 7 zv. (339, 332, 294, 290, 319, 302, 291 str.), ilustr. [COBISS.SI-ID 1844580]	
Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci	
COBISS.SI-ID	1844580	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Linearne in nelinearne interakcije svetlobe s snovjo so trenutno ena od najbolj aktivnih področij raziskav v fiziki. To je deloma posledica izjemne uporabnosti spektroskopskih in optičnih metod ne le v fiziki, temveč tudi v kemiji, biologiji, raziskavah materialov in medicini, deloma pa velikega bogastva optičnih pojavov, ki od izuma laserja pred skoraj 50 leti še do danes niso v celoti raziskani. V zadnjih dveh desetletjih je poleg tega zelo narasel tehnološki pomen optičnih pojavov v snovi, na primer pri prenosu, procesiranju in predstavitvi informacij, meritvah v okolju in v medicini. Tudi raziskave mehke snovi, ki zajema sisteme od delno urejenih tekočin do živih celic, se danes zelo hitro razvijajo. Predlagani program se umešča na sredino teh trendov in bo predvsem v obliki člankov v priznanih mednarodnih revijah prispeval k svetovnemu znanju.

Raziskave na področju tekočih kristalov, holografskih fotopolimernih kompozitov in nelinearne optike bodo dala rezultate, uporabne v fotoniki, tehnološkem področju, kjer se obeta velik napredek za informacijske tehnologije, to je, pri prenosu, procesiranju in slikovni predstavitvi informacij. Tekočekristalni elastomeri so obetavni kot možni umetni mišični motorji in pri tem bodo dale raziskave dinamike fluktuacij bistvene nove informacije.

Raziskave biopovršin s femtosekundnimi spektroskopskimi tehnikami so v svetu trenutno izjemno redke, zato predvidevamo, da bo predlagani projekt prinesel nova spoznanja o vezavi biomolekul na površine in mehanizmih njihove spontane organizacije v različne površinske arhitekture ter nove možnosti detekcije na funkcionalizirano površino vezanih biomolekul. Predvidene raziskave na področju fizike koloidnih sistemov in njihove manipulacije bodo prispevale k razvoju novih in prilagoditvi obstoječih eksperimentalnih metod za sintezo in karakterizacijo kompleksnih koloidnih sistemov, nova osnovna spoznanja o interakcijah med koloidnimi delci in nove možnosti izdelave miniaturiziranih laboratorijskih procesorjev na osnovi mikrofluidike.

Raziskave uporabe laserjev v medicini bodo dale originalen prispevek k razvoju biomedicinske optike v svetovnem merilu. Izpolnitev nekaterih ciljev bo omogočila optimizacijo parametrov za izboljšano uspešnost in varnost laserske terapije ali razvoj novih terapevtskih aplikacij. Nove optične metode za neinvazivno karakterizacijo bioloških tkiv (npr. SFTR, VRS, LSI) lahko predstavljajo pomembno orodje za raziskave teh procesov in potencialno možnost za individualno vodenje terapije.

ANG

Linear and nonlinear interactions of light with matter are in the center of currently one of the most active research fields within physics. Partly this is a consequence of an extraordinary usefulness of optical and spectroscopic methods not only in physics but also in chemistry, biology, material sciences and medicine. The other significant reason is a vast variety of optical phenomena which even after 50 years from the discovery of laser are not entirely understood. Last two decades have witnessed a large increase of technological importance of optical phenomena within matter in various fields e.g. transmission, processing and presentation of information, environmental measurements and medicine. Fast advance have also been seen in the soft matter research which includes systems ranging from partially ordered liquids to living cells. The proposed program is designed to cover topics from all mentioned fields and will in most aspects contribute to general knowledge in the form of publications in internationally recognized scientific journals.

Research in the area of liquid crystals, holographic photo polymeric composites and non-linear optics will result in advances applicable to photonics – a technological field of utmost importance to the advancement of information technology e.g. data transmission, processing and presentation. Liquid crystal elastomers are considered as possible part of artificial muscle. Fluctuation dynamics measurements in these materials will provide basic and novel information on their behavior.

Investigations of biosurfaces with femtosecond spectroscopic methods are currently underrepresented. We expect that a proposed program will result in new insights on interactions of biomolecules with surfaces and mechanisms of their spontaneous organization into different surface architectures. We expect to develop new methods of detection of functionally adsorbed biomolecules.

The proposed research in the field of colloidal physics and colloidal manipulation will contribute to the advancement of the existing and development of new experimental methods for synthesis and characterization of complex colloidal systems. This research will also contribute to the increased basic knowledge on interparticle interactions within colloidal systems as well as open new ways to the development of micro lab processors based on micro fluidic technologies. Research in the field of clinical use of lasers in medicine will bring an original and globally important contribution to biomedical optics. Some research goals will enable optimization of parameters significant to increased success of the therapy and laser safety as well as the development of new therapeutical applications. New optical methods for non-invasive characterization of biological tissues (SFTR, VRS, LSI) could provide an important tool in the overall assessment of the therapy process and will potentially be used in individualizing the therapy.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Raziskovalni program Svetloba in snov je za Slovenijo pomemben, ker zagotavlja vzdrževanje stika s svetom na področju, ki ima širok pomen v znanosti in tehnologiji, daje osnovo za pouk mladih strokovnjakov, daje nova znanja na področju tekočih kristalov, modernih kompozitnih materialov, biofizike in fizike površin, aplikacij v laserski tehniki, optoelektroniki in uporabi laserjev v medicini, ki jih lahko izrabi slovensko gospodarstvo, in omogoča vključevanje Slovenije v evropske in druge mednarodne raziskovalne programe. Pri tem je treba poudariti, da je značilnost predlaganih raziskav tesna povezanost osnovne znanosti in aplikacij, kar omogoča hitro prehajanje raziskovalcev iz znanosti v tehnološko prakso. Področje je za Slovenijo posebej zanimivo, ker je na njem mogoče dobiti mednarodno relevantne rezultate z razmeroma skromnimi sredstvi in opremo. Tesen stik s svetom, ki so ga že doslej gojili raziskovalci na programu, zagotavlja, da se bo program lahko vključeval v mednarodne raziskave.

V Sloveniji imamo razvito optoelektronsko industrijo, s katero je bil program že doslej tesno povezan. Zagotavlja usposobljene mlade strokovnjake in nova znanja, kar je bistveno za ohranjanje konkurenčnosti v svetu. Dosedanje delo raziskovalcev v skupini je že doslej konkretno prispevalo k razvoju laserjev in njihove uporabe o okviru delovanja podjetja Fotona d.d. in k razvoju uspešnega podjetja Balder. Raziskave polimernih površin in tekočerkristalnih sistemov bodo doprinesle k tehnološkim izboljšavam tekočerkristalnih svetlobnih preklopnikov, kot jih dela Balder. Raziskave nelinearnih optičnih pojavov, laserskih sistemov in uporabe laserjev v medicini bodo podpora razvoju v Fotoni in se bodo lahko tudi prenesle direktno v medicinsko prakso. Raziskave na področju biomimetike in molekularne biofizike, predlagane v okviru programa, bodo ene prvih te vrste v državi in bodo predstavljale priložnost za razvoj novega bionanotehnološkega področja pri nas.

Raziskave uporabe laserjev v medicini bodo prinesle razvoj mlade, a propulzivne interdisciplinarne vede (biomedicinska optika), s pričakovanimi koristmi na področjih klinične prakse, visoko tehnološke industrije s področja medicinskih optičnih naprav, ter visokošolskega

izobraževanja. To predstavlja osnovo za ustvarjne tržne prednosti domače industrije, pa tudi večjo varnost in učinkovitost številnih laserskih posegov v lokalnem okolju. Glede na velik pomen, ki ga ima danes v svetu tematika predlaganega programa, je za visokošolsko izobraževanje v Slovenijo zelo pomembno, da ostane v koraku z razvojem na teh področjih. S tem bo v duhu bolonjske prenovne naš univerzitetni sektor postal bolj zanimiv ne le za slovenske, ampak tudi za tuje študente in učitelje. V okviru programa bo teklo tudi neposredno sodelovanje med raziskovalci z univerze in iz inštitutov, kar bo prineslo uspešnejše povezovanje raziskovalnega z izobraževalnim sektorjem.

ANG

The importance of the research program Light and Matter lies in its established contacts with the leading research fields. These contacts should be further strengthened because photonics has a very important position in present science and technology. The following fields, which are covered by the program, are very important for the Slovenian companies: liquid crystals, modern composite materials, biophysics and surface physics, laser physics applications in optoelectronics and medical physics. The program can be considered as a basis which allows the education of students at the highest level of competence. The accumulated knowledge and new graduated students will allow the Slovenian companies to participate in new European and international projects, both on research and on applied level. We want to stress that the proposed research activities present a tight connection between the basic and applied science and a very fast transfer of personnel is possible from the scientific to the technological know-how. The proposed research is additionally interesting for Slovenia because the internationally relevant results can be obtained by relatively modest budget and equipment. We want to stress again, that the close collaboration with foreign institutes will be continued and the proposed research program will be an important contribution to international research.

Optoelectronic industry in Slovenia is well-developed. Our close contacts with several companies have a long and successful history. We educate competent engineers and take care, that the level of knowledge is on the leading edge. This is important for the companies in order to compete on the global market. The research of the scientist in this group has already contributed to development of lasers, produced in Fotona d.d., and their applications. In the field of liquid crystal light switches, Balder is another example of successful collaboration in the past, but new research of polymer surfaces and liquid-crystal-systems will contribute to improve their technologies even further. Research in nonlinear optics, laser systems and medical applications of lasers will continue to support the activities of Fotona and will hopefully find direct transfer into new products and technology. The research in biomimetics and molecular biophysics, which are a part of the proposed program, will be among the first in our country and will therefore present an important opportunity to develop a new field of bionanotechnology.

Investigation of medical applications of lasers will be the start of new and propulsive interdisciplinary discipline called Biomedical Optics, which is highly promising in clinical praxis. On the way to such applications we will support the high-technology companies which produce instruments for medical optics and will also take care of specialized education courses. We believe, that with our support the Slovenian companies can develop and produce competing instruments, which will also allow efficient and safe laser treatment of new diseases.

The topics of the proposed program are among the most important research fields on the international level. In this perspective it is very important that the university education in Slovenia continues to keep its pace on the research front. Like this, in combination with the advantages of Bologna process, our university education should become even more interesting not only for the Slovenian, but also for the foreign students and teachers. In the framework of the proposed program the researchers from the University and Institutes collaborate daily which is a guarantee for a successful transfer of knowledge from the research to the educational sector and vice versa.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji		
- doktorati	3	3

- specializacije		
Skupaj:	3	3

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	1		
- gospodarstvo	1		
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	2	0	0

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	- Urednica za fiziko pri nacionalni znanstveni reviji Obzornik za matematiko in fiziko (* ni zavedeno v COBISSU, knjižničarka pravi da se tega po novem ne da dati v COBISS, je pa to uredništvo se vedno zavedeno pri M. Zgoniku)	6
2.	Irena Drevenšek-Olenik in Lea Spindler, urednici Zbornika povzetkov mednarodne delavnice ESF PESC Exploratory Workshop: "Self-Assembly of guanosinoderivatives: from quadruplex DNA to biomolecular devices".	27
3.	Martin Čopič, član uredniškega odbora Liquid Crystals (Taylor&Francis, IF 1.4)	5
4.	Boris Majaron, član uredniškega odbora: Lasers in Surgery and Medicine (Wiley-Liss, Inc., IF=2.08 - 2.25)	6
5.	Marko Zgonik, področni urednik Obzornika za matematiko in fiziko	
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	5
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	2

- študenti, doktorandi iz tujine	
Skupaj:	7

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

1. Optimized Port Wine Stain Therapy on an Individual Patient Basis, raziskovalni projekt National Institutes of Health, GM62177, University of California, Irvine, ZDA, Boris Majaron, sodelavec
Characterization of Port Wine Stain Birthmarks, raziskovalni projekt National Institutes of Health, AR48458, University of California, Irvine, ZDA, Boris Majaron, sodelavec
2. Preučevanje procesov v biofizikalni snovi z optično pinceto, NATO Reintegration Grant, CBP.EAP.RIG.981424, NATO Collaborative Brussels, Belgija, nosilka Mojca Vilfan.
3. Slovensko ameriški bilateralni projekt: Fototermalna profilometrija in tomografija za dermatološko diagnostiko, BI-US/03-04/23, Beckman Laser Institute and Medical Clinic, University of California at Irvine, nosilec Boris Majaron
4. Slovensko ameriško bilateralno sodelovanje: Nano- in mikroograjeni tekočerkristalni materiali, NSF Grant 0306851 Brown University Division of Engineering, Prof. Gregory Crawford, Brown University, ZDA, Irena Drevenšek Olenik: nosilka
5. Slovensko italijanski bilateralni projekt: Površinska struktura derivatov gvanozina na trdnih substratih, BI-IT/05-08-008 Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italija, Irena Drevenšek Olenik, nosilka
6. Slovensko italijanski bilateralni projekt: Spontano urejanje derivatov gvanozina v vodnih raztopinah BI-IT/02-05-023, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italija, nosilka Irena Drevenšek Olenik
7. Slovensko francoski bilateralni projekt PROTEUS: Gvanozinski nanosi na polimernih matrikah kot model za nanonaprave, BI-FR07-PROTEUS-015, CNRS, Institut de Chimie des Surfaces et Interfaces, Francija, nosilec Martin Čopič
8. Slovensko avstrijski bilateralni projekt Holografski elementi na osnovi fotopolimernih tekočerkristalnih materialov, SI-AT/04-05/07, Institut fuer Experimentalphysik, Wien, Avstrija, nosilka Irena Drevenšek Olenik
9. Slovensko avstrijski bilateralni projekt Fotonske strukture na osnovi kompozitov iz polimerov in tekočih kristalov, BI-AT/07-08-004, Faculty of Physics, Fakulteta za fiziko, Univerza na Dunaju Avstrija nosilka Irena Drevenšek Olenik
10. Slovensko kitajski bilateralni projekt Organski materiali za razvoj novih tehnologij v fotoniki, BI-CN/07-09-024 Key Laboratory of Weak-Light Nonlinear Photonics, Ministry of Education of China, Nankai University, Tianjin, Kitajska, nosilka Irena Drevenšek Olenik
11. Slovensko kitajski bilateralni projekt: Izdelava in karakterizacija novih materialov za nelinearno optiko v ultravijoličnem območju, BI-CN/07-09-024, College of Physics Science, Nankai University, Tianjin, Kitajska) Nosilec Marko Zgonik
12. Partnerstvo v centru odličnosti Application of Liquid Crystals for Advanced Nanoscale Devices and Optics, ALCANDO, G5MA-CT-2002-04023, sodelavci Martin Čopič, Irena Drevenšek Olenik, Alenka Mertelj
13. EU projekta WYP2005-Europe, SOCIETY-WP2004-3.1.1.3 European Science Week 2005, Koordiniranje aktivnosti v okviru na nivoju regije, koordinator Irena Drevenšek Olenik

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

Industrijski projekt - Razvojno raziskovalna naloga "Novi laserski izvori za mikro-izvidniške sisteme", 1.9.2006-30.7.2008, partnerja: Fotona d.d. Ljubljana in Fakulteta za matematiko in

fiziko (FMF), Univerza v Ljubljani. Vodja naloge s strani FMF je prof. Martin Čopič.

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)

1. Sodelovanje pri zagonu in delovanju tehnološke platforme Fotonika 21
 - Martin Čopič: član izvršilnega odbora
 - Boris Majaron: predstavnik IJS (in skrbnik pogodbe), član delovne skupine "Znanosti o življenju", sodelovanje pri izdelavi strateškega razvojnega načrta, predavanje na 2. konferenci TP 21 ("Fotonika in medicina")
 - Matjaž Lukač: član predsedstva Fotonike 21
 - Marko Marinček: član delovne skupine Fotonika 21
2. Irena Drevenšek Olenik: Predstavnica Slovenije v evropski organizaciji Europhysics Fun
3. Irena Drevenšek Olenik: Redna sodelavka organizacijskega odbora "Dnevov fizike" pri Tehničnem muzeju Slovenije

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)

¹³

Naslov	Lasersko zdravljenje benignih kožnih žilnih nepravilnosti
Opis	Članek razlaga fizikalne procese in iz njih izhajajoča vodila in omejitve pri laserskem zdravljenju benignih žilnih sprememb v človeški koži. Predstavljene in analizirane so klinične izkušnje glede učinkovitosti in varnosti uporabe sodobnih laserskih naprav za odstranjevanje tovrstnih sprememb.
Objavljeno v	Zdrav. vestnik, 2004, letn. 73, str. 577-583
COBISS.SI-ID	18516007

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)¹⁴

Naslov	DREVENŠEK OLENIK, Irena; ČOPIČ, Martin, Zaslona, zviti pod pazduho, boste lahko odnesli na plažo
Opis	V članku, ki smo ga objavili z namenom promocije 20. mednarodne konference o tekočih kristalih, ki je potekala julija 2004 v Ljubljani, so opisani najpomembnejši aspekti uporabe tekočih kristalov v modernih LCD zaslonih. Navedeni so glavni koraki v razvoju različnih vrst zaslonov, od klasičnih TN zaslonov, preko reflektivnih zaslonov do naprav iz kompozitnih materialov. Opisan je tudi pomen prispevkov slovenskih raziskovalcev k raziskavam in razvoju na tem področju.
Objavljeno v	Časopis Delo (Ljubljana), priloga »znanost«, stran 16, četrtek, 8 julija 2004
COBISS.SI-ID	18344743

17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008

1.	Naslov predmeta	Fizika II, Optična spektroskopija PD, Kvantna optika PD, Fizika NTF TT, Elektrooptika, Optoelektronika, Optika, Optične metode PD, Fizikalni praktikum III, Fizikalni eksperimenti, Fizika snovi PD, Moderna fizika, Fizikalni praktikum II, Praktikum merilne tehnike II,
	Vrsta študijskega	dodiplomski študijski program

	programa	
	Naziv univerze/ fakultete	Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani
2.	Naslov predmeta	Fizika I, Fizikalni praktikum II, Praktikum merilne tehnike II, Fizikalni praktikum III, Medicinska fizika, Analit. mehanika, Optika, Projektni lab.,
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študijski program
	Naziv univerze/ fakultete	Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani
3.	Naslov predmeta	Optične metode, Nelinearna optika
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študijski program
	Naziv univerze/ fakultete	Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani
4.	Naslov predmeta	Fizika I
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študijski program
	Naziv univerze/ fakultete	Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
5.	Naslov predmeta	Fizika I
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študijski program
	Naziv univerze/ fakultete	Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljana
6.	Naslov predmeta	Fizika
	Vrsta študijskega programa	dodiplomski študijski program
	Naziv univerze/ fakultete	Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
7.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/ fakultete	

18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.07.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.09.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar¹⁵

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 5., 6. in 7. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Martin Čopič	in/ali	Institut "Jožef Stefan"
		Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Kraj in datum:

Ljubljana

17.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/821

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, izberite ustrezen rezultat, ki je v Sifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006,106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁴ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a