

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/254



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J1-2305
Naslov projekta	Ultrahitna elektronska dinamika v kovinah in določanje konstante sklopitve med elektroni in fononi.
Vodja projekta	19274 Viktor Kabanov
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4173
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.02 Fizika 1.02.01 Fizika kondenzirane materije
Družbeno-ekonomski cilj	13.01 Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	1.03
- Veda	1 Naravoslovne vede
- Področje	1.03 Fizika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Jakost sklopitve med elektroni kot tudi jakost sklopitve med elektroni in kristalno mrežo sta dva izredno pomembna parametra, ki določata kako se elektroni obnašajo v trdni snovi in s tem tudi določajo funkcionalne lastnosti materialov. Žal ti parametri vse do danes niso zanesljivo eksperimentalno izmerjeni. Posledica tega je, da strokovna diskusija o pomembnosti

elektronsko-fononske sklopitve v koreliranih elektronskih sistemih poteka že več kot 20 let.

Najbolj natančna metoda, ki nam je na razpolago za določanje konstante elektronsko-fononske sklopitve in Coulombovega psevdo potenciala, je merjenje hitrosti relaksacije fotovzbujenih elektronov s femtosekundno časovno ločljivo spektroskopijo. V času relaksacije fotovzbujeni elektroni izgubljajo svojo energijo s sipanjem na ostalih elektronih in na fononih. V načelu lahko z uporabo ustrezne teorije določimo konstanto elektronsko-fononske sklopitve kot tudi Coulombovega psevdo potenciala.

V projektu smo razvili teorijo na osnovi novih konceptov za rešitev kinetične enačbe. Ta razvoj obsega analizo prostorskih nehomogenih porazdelitev vročih elektronov vzbujenih z laserskim sunkom. Na drugi strani smo izboljšali eksperimentalno ločljivost z namenom eksperimentalnega preverjanja novih teoretičnih konceptov in izračuna temeljnih konstant materialov. Kar je bolj splošno in mogoče še bolj pomembno, projekt odpira pot za natančno kvantitativno določanje konstante elektronsko-fononske sklopitve z uporabo femtosekundne optične spektroskopije v primeru superprevodnikov brez predhodne ocene jakosti elektronsko-elektronskega sipanja.

ANG

The strength of interaction between electrons as well as between electrons and the lattice are two extremely important parameters which determine how electrons behave in a solid and ultimately its functional properties. Unfortunately, until now these parameters could not be conclusively evaluated experimentally. As a result, the importance of electron-phonon interactions in correlated electron systems has been hotly debated for more than 20 years.

The most accurate method available for the determination of the electron-phonon coupling constant and Coulomb pseudo-potential is the measurement of the photo-excited electron relaxation rates by femto-second time-resolved spectroscopy. During the relaxation the photo-excited electrons lose their energy by scattering with other electrons and with phonons. Therefore, by using the appropriate theory, one can in principle determine electron-phonon coupling constant as well as Coulomb pseudo-potential.

In the project we have developed the theory on the basis of a new concept for the solution of the kinetic equation. This development includes the analysis of the spatially inhomogeneous distributions of hot electrons excited by the laser pulse. On the other hand we have improved the experimental resolution in order to check experimentally new theoretical concepts and evaluate these fundamental material constants. More generally and perhaps even more importantly, the project opens the way to accurate quantitative determination of electron-phonon coupling constant and Coulomb pseudo-potential using femto-second spectroscopy in superconductors without prior assumptions of the strength of electron-electron scattering.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Raziskovalni projekt je sestavljen iz dveh medseboj povezanih delov. Prvi del vsebuje razvoj teorije neravnovesnih elektronov v kovinah vzbujenih s femtosekundnim laserskim sunkom in raziskave neravnovesnih pojavov v superprevodnikih. Drugi del vsebuje analizo eksperimentov z uporabo teorije. Končni cilj projekta je celostna analiza eksperimentalnih podatkov, ki temelji na razviti teoriji in izračunu konstante elektronsko-fononske sklopitve iz izmerjenih vrednosti relaksacijskih časov v običajnih kovinah, močno koreliranih sistemih, enodimenzionalnih sistemih in novih superprevodnikih.

1 Razvoj teorije neravnovesnih elektronov v kovinah in superprevodnikih.

V prvi fazi projekta smo razvili teorijo relaksacije vročih elektronov s tem, da smo upoštevali nehomogenosti, ki so posledica vzbujevalnega pulza. Kot rezultat smo dobili kinetično enačbo, ki upošteva lokalno nevtralnost električnega naboja, simetrijo delec-vrzel in čas neelastičnega sipanja. Na osnovi natančne rešitve kinetične enačbe smo interpretirali eksperimentalne podatke pridobljene za sistem težkih fermionov Yb1-xLuxAl3. Balistični transport vročih elektronov privede do bistvenega skrajšanja relaksacijskega časa. Rezultati za fermijevo hitrost, ki smo jih dobili z časovno ločljivimi meritvami, se dobro ujemajo z eksperimentalnimi podatki, ki so pridobljeni z meritvami De Haas van Alphen efekta na tem materialu[1].

Zaradi nekonvencionalnih simetrij parametra reda nekateri raziskovalci menijo, da popolnoma

odbojna interakcija med elektroni lahko omogoči superprevodnost brez prispevka fononov v mnogih visokotemperaturnih superprevodnikih. To je zelo pomembno za mehanizem relaksacije energije v superprevodnikih. Analizirali smo problem nekonvencionalne superprevodnosti z odbojno interakcijo in pokazali, da je Cooperjevo parjenje z majhnimi orbitalnimi vrtilnimi količinami močno zmanjšano pri upoštevanju realističnega Coulombovega oboja med fermioni pri relevantni temperaturi v vseh dimenzionalnostih [2]. To pomeni, da je relaksacija energije v superprevodnikih povezana z elektron-fononsko sklopitvijo.

Poleg tega smo raziskovali kinetiko faznega zdrsa v dvodimenzionalnih superprevodnikih. Pokazali smo, da je v limiti šibkega polja dinamika deterministična. Opazili smo prehod k stohastični dinamiki v močnem polju [3].

Raziskovali smo tokovno napetostne karakteristike dolgih tankih superprevodnih kanalov z uporabo časovno odvisnih enačb Ginzburg-Landau za kompleksen parameter reda. Ugotovili smo, da lahko skoke v tokovno-napetostnih karakteristikah povežemo z bifurkacijami ali stacionarnih ali oscilatornih rešitev. Naši rezultati kažejo, da lahko bifurkacije znatno zapletejo dinamiko parametra reda in privedejo do pojavov, kot so multistabilnost in kaos. Obravnavni pojav bifurkacij pripomore k razumevanju nekaterih nedavnih eksperimentalnih ugotovitev [4].

Z uporabo časovno odvisne Ginzburg-Landauove teorije smo pokazali, da se dodatni nihalni načini pojavijo v fazi z zlomljeno simetrijo zaradi linearne sklopitve elektronskega parametra reda s fononi z valovnim vektorjem, pri katerem nastane fazni prehod. Elektronski parameter reda je nadkritično dušen.

2 Eksperimentalne raziskave in izračun konstanti sklopitve elektron-fonon.

Meritve ultrahitrih relaksacijskih procesov v visokotemperaturnih superprevodnih kupratih na osnovi LaSrCuO in YBaCuO .

Ultrahitrite meritve smo izvajali z različnimi dolžinami in energijami vzbujevalnega in merilnega pulza. Te meritve nam omogočajo določanje relaksacijskih časov in izračun drugega momenta Eliashbergove funkcije v LaSrCuO in YBaCuO superprevodnikih. Rezultati kažejo, da je drugi moment Eliashbergove funkcije za superprevodnik LaSrCuO bistveno večji kot drugi moment za superprevodnik YBaCuO [6]. To je zelo pomemben eksperimentalen rezultat, če upoštevamo, da je kritična temperatura superprevodnega prehoda v LaSrCuO vsaj dvakrat nižja od tiste v YBaCuO .

Raziskovali smo tudi druge visokemperturne superprevodnike. Rezultati kažejo na korelacijo med kritično temperaturo in relaksacijskim časom [7].

Raziskovali smo relaksacijsko dinamiko kvazidelcev v poddopiranem $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CaCu}_2\text{O}_{8-y}$ ($T_c=78\text{ K}$). S spreminjanjem vzbujevalne energije in polarizacije testnega snopa smo izolirali in neodvisno kvantitativno analizirali dva tipa relaksacij povezanih s superprevodno in psevdorežo. Ob privzetku temperaturno neodvisnega relaksacijskega časa psevdorežne komponente smo uspešno izolirali superprevodno komponento tudi pri najvišjih vzbujevalnih fluencah, v področju saturacije superprevodne komponente. V saturacijskem režimu relaksacijski čas 2-3 ps, ki predstavlja vrnitev v superprevodno stanje, kaže na učinkovito relaksacijo neravnovesnih fononov. V celotnem temperaturnem področju pod T_c smo opazili tudi zakasnitev začetka relaksacije v superprevodno stanje, ki narašča z naraščajočo vzbujevalno fluenco. Le ta je rezultat fotoinduciranega prehoda iz superprevodnega v normalno stanje, ki je posledica netermalno vzbujenih kvazidelcev in visokofrekvenčnih fononov. Konstantna velikost psevdorežne komponente pri začetku obnavljanja superprevodnega stanja kaže na povezavo med superprevodnimi in psevdorežnimi kvazidelci. Rezultati raziskav so bili objavljeni v [8].

Raziskovali smo relaksacijo kvazidelcev in nizkoenergijsko elektronsko strukturo v nedopiranih železovih-pniktidih SrFe_2As_2 in SmFeAsO , ki z dopiranjem postanejo superprevodniki. Iz temperaturne odvisnosti relaksacijskega časa pri temperaturah nad prehodom v stanje z valom spinske gostote smo določili drugi moment Eliashbergove funkcije, ki je $100 \pm 10\text{ meV}^2$ za SrFe_2As_2 in $135 \pm 10\text{ meV}^2$ za SmFeAsO , kar kaže na zmerno elektronsko fononsko sklopitveno konstanto $\lambda \sim 0.2$. To je pomemben rezultat za razlago mehanizma visokotemperaturne superprevodnosti v teh materialih, ker nam pokaže, da enostavna Eliashbergova teorija ne more pojasniti relativno visoke temperature prehoda v tej skupini materialov [9,10].

S teraherčno spektroskopijo v časovni domeni smo izvedli neposredno študijo fotinduciranega uničenja in obnovitve superprevodne reže v konvencionalnem BCS superprevodniku NbN . Oba

procesa sta močno odvisna od temperature in ekscitacijske gostote. Analiza podatkov z uveljavljenim modelom Rothwarfa in Taylorja nam je omogočila določitev gole rekombinacijske hitrosti kvazidelcev, razbijanja Cooperjevih parov in sklopitve med elektroni in fononi, $\lambda=1.1\pm0.1$, ki se zelo dobro ujema s teoretičnimi izračuni[11].

- [1] J. Demsar, V. V. Kabanov, A. S. Alexandrov, H. J. Lee, E. D. Bauer, J. L. Sarrao, and A. J. Taylor, Phys. Rev. B 80, 085121 (2009)
- [2] A.S. Alexandrov V.V. Kabanov. Unconventional high-temperature superconductivity from repulsive interactions : theoretical constraints. Phys. rev. lett., 2011, vol. 106, no. 13, str. 136403.
- [3] M. Lu-Dac, V.V. Kabanov, Phys. Rev. Lett. 105, 157005, (2010).
- [4] V.V. Baranov, A.G. Balanov, V.V. Kabanov, Current-voltage characteristic of narrow superconducting wires : bifurcation phenomena. Phys. rev., B, Condens. matter mater. phys., 2011, vol. 84, no. 9, str. 094527
- [5] H. Schafer, V.V. Kabanov, M. Beyer, K.Biljakovic, J. Demsar, Disentanglement of the electronic and lattice parts of the order parameter in a 1d charge density wave system probed by femtosecond spectroscopy. Phys. rev. lett., 105, 066402 (2012).
- [6] C. Gadermaier, A. S. Alexandrov, V.V. Kabanov, P. Kusar, T. Mertelj, X. Yao, C. Manzoni, D. Brida, G. Cerullo, and D. Mihailovic, Phys. Rev. Lett. 105, 257001 (2010).
- [7] C. Gadermaier, A.S. Alexandrov, V.V. Kabanov, P. Kušar, T. Mertelj, Yao, Xin, C. Mannzoni, D. Brida, G. Cerullo, D. Mihailovic. Systematic electron phonon interaction strength measurements in high-temperature superconductors with femtosecond spectroscopy. International School of Solid State Physics 49th Course and International Conference on "Quantum Phenomena in Complex Matter", Erice, July 19-25, 2010. SUPERSTRIPES 2010 : book of abstracts.
- [8] T. Mertelj, P. Kusar, V. V. Kabanov, L. Stojchevska, N. D. Zhigadlo, S. Katrych, Z. Bukowski, J. Karpinski, S. Weyeneth, and D. Mihailovic, Phys. Rev. B 81, 224504 (2010)
- [9] T. Mertelj, P. Kusar, V. V. Kabanov, L. Stojchevska, N. D. Zhigadlo, S. Katrych, Z. Bukowski, J. Karpinski, S. Weyeneth, and D. Mihailovic, Phys. Rev. B 81, 224504 (2010)
- [10] L. Stojchevska, P. Kusar, T. Mertelj, V. V. Kabanov, X. Lin, G. H. Cao, Z. A. Xu, and D. Mihailovic, Rev. B 82, 012505 (2010).
- [11] M. Beck, M. Klammer, S. Lang, P. Leiderer, V.V. Kabanov, G.N. Goltsman, J. Demsar, Energy-gap dynamics of superconducting NbN thin films studied by time-resolved terahertz spectroscopy. Phys. rev. lett., 107, 177007, (2011).

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Analizirali smo eksperimentalne podatke za visokotemperaturne superprevodniki, superprevodne pniktide v normalnem stanju in navadne nizkotemperaturne superprevodniki v superprevodnem stanju. Na podlagi teorije dobili smo konstante elektronsko-fononske sklopitve iz izmerjenih vrednosti relaksacijskih časov za 4 različnih pniktidnih superprevodnika, 8 različnih visokotemperaturnih superprevodnikov in navadni superprevodnik NbN. Opazili smo korelacijo med sklopitveno konstanto in kritično temperaturo. Kot rezultat smo dosegli končni cilj projekta.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Sestava programske skupine se ni bistveno spreminjala.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	24255783	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Sklopitev med elektroni in fononi v visokotemperaturnih superprevodnih kupratih določena s pomočjo hitrosti relaksacije
		ANG	Electron-phonon coupling in high-temperature cuprate superconductors determined from electron relaxation rates
			Elektronske relaksacijske čase določamo s femtosekundno časovno ločljivo spektroskopijo. Uporabljamo pulze krajše od 15 fs s širokim razponom

	Opis	SLO	energij. Meritve izvajamo na dveh superprevodnih kupratih v normalnem stanju. Na osnovi natančne analitične rešitve za relaksacijo elektronov smo izračunali druge momente Eliashbergove funkcije. Njihove vrednosti nam govorijo, da so interakcije med elektroni in fononi od temeljnega pomena za mehanizem superprevodnega parjenja v kupratih.	
		ANG	The electronic relaxation times are determined via pump-probe optical spectroscopy using sub-15 fs pulses over a wide range of probe energies for two different cuprate superconductors. Based on the exact analytic solution for the electron relaxation, we extract values for the second moments of the Eliashberg functions. These values suggest a fundamental importance of the electron-phonon interaction and in particular polaronic effects in the superconducting pairing mechanism in the cuprates.	
	Objavljeno v		American Physical Society.; Physical review letters; 2010; Vol. 105, no. 25; str. 257001-1-257001-4; Impact Factor: 7.621;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.582; A'': 1; A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Gadermaier Christoph, Alexandrov Alexandre Sasha, Kabanov Viktor V., Kušar Primož, Mertelj Tomaž, Yao Xin, Manzoni C., Brida Daniele, Cerullo G., Mihailović Dragan	
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID		23811367	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Sklopitev med elektroni in fononi v pniktidih določena s pomočjo hitrosti relaksacije	
		ANG	Electron-phonon coupling and the charge gap of spin-density wave iron-pnictide materials from quasiparticle relaxation dynamics	
	Opis	SLO	Elektronske relaksacijske čase določamo s femtosekundno časovno ločljivo spektroskopijo. Uporabljamo pulze krajše od 50 fs. Meritve izvajamo na nedopiranih železovih-pniktidih SrFe_2As_2 in SmFeAsO. Na osnovi natančne analitične rešitve za relaksacijo elektronov smo izračunali druge momente Eliashbergove funkcije. Meritve so pokazali na zmerno elektronsko fononsko sklopitveno konstanto $\lambda \sim 0.2$.	
		ANG	The electronic relaxation times are determined via pump-probe optical spectroscopy using sub-50 fs pulses for two different pnictide superconductors. Based on the exact analytic solution for the electron relaxation, we extract values for the second moments of the Eliashberg functions. These results suggest that electron phonon coupling constant is not large $\lambda \sim 0.2$.	
	Objavljeno v		The American Institute of Physics; Physical review; 2010; Vol. 82, no. 1; str. 012505-1-012505-4; Impact Factor: 3.772;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.169; A'': 1; WoS: UK; Avtorji / Authors: Stojchevska Ljupka, Kušar Primož, Mertelj Tomaž, Kabanov Viktor V., Lin X., Cao Guozhong, Xu Z. A., Mihailović Dragan	
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID		24014631	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pojavi faznega zdrsa v superprevodnikih: od urejene dinamike do kaosa.	
		ANG	Phase slip phenomena in superconductors : from ordered to chaotic dynamics.	
	Opis	SLO	Raziskovali smo prodor magnetnega polja v superprevodni valj. Pokazali smo da je v limiti šibkega polja dinamika deterministična. Opazili smo prehod k stohastični dinamiki v močnem polju. Pokazali smo da nehomogenosti superprevodnika povzročajo nastanek bolj satbilmih Kelvin-Helmholtzovih vrtincev.	
			We consider flux penetration to a superconducting cylinder. We show that in the low field limit the kinetics is deterministic. In the strong field limit the	

		ANG	dynamics becomes stochastic. Surprisingly the inhomogeneity in the cylinder lead to the predominance of Kelvin-Helmholtz vortices.
	Objavljeno v		American Physical Society.; Physical review letters; 2010; Vol. 105, no. 15; str. 157005-1-157005-4; Impact Factor: 7.621; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.582; A'': 1; A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Lu-Dac Mathieu, Kabanov Viktor V.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	24587303	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nekonvencionalna visokotemperaturna superprevodnost z odbojno interakcijo
		ANG	Unconventional high-temperature superconductivity from repulsive interactions
	Opis	SLO	Pokazali smo, da je Cooperjevo parjenje z majhnimi orbitalnimi vrtilnimi količinami močno zmanjšano pri upoštevanju realističnega Coulombovega oboja med fermioni pri relevantni temperaturi v vseh dimenzionalnostih
		ANG	It is shown that the Cooper pairing in the states with small angular momenta is strongly suppressed with the realistic Coulomb repulsion between fermions at relevant temperatures in any dimension.
	Objavljeno v		American Physical Society.; Physical review letters; 2011; Vol. 106, no. 13; str. 136403-1-136403-4; Impact Factor: 7.370; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.404; A'': 1; A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Alexandrov Alexandre Sasha, Kabanov Viktor V.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	25208615	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Študija dinamike energijske reže v superprevodnih tankih filmih NbN s časovno ločljivo teraherčno spektroskopijo.
		ANG	Energy-gap dynamics of superconducting NbN thin films studied by time-resolved terahertz spectroscopy
	Opis	SLO	S teraherčno spektroskopijo v časovni domeni smo izvedli neposredno študijo fotinduciranega uničenja in obnovitve superprevodne reže v konvencionalnem BCS superprevodniku NbN.
		ANG	Using time-domain terahertz spectroscopy we performed direct studies of the photoinduced suppression and recovery of the superconducting gap in a conventional BCS superconductor NbN.
	Objavljeno v		American Physical Society.; Physical review letters; 2011; Vol. 107, no. 17; str. 177007-1-177007-4; Impact Factor: 7.370; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.404; A'': 1; A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Beck M., Klammer Maximilian, Lang Stephanie, Leiderer Paul, Kabanov Viktor V., Gol'tsman G. N., Demšar Jure
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

			Družbeno-ekonomski dosežek
1.	COBISS ID	22521639	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kinetika vročih elektronov v kovinah in superprevodnikih: teorija in eksperimenti.
		ANG	Kinetics of hot electrons in metals and superconductors

	Opis	SLO	V vabljenem predavanju smo pokazali kako lahko z ultrahitro optično spektroskopijo določimo vrednosti konstant sklopitve med elektroni in fononi. Prikazali smo sistematičen pregled podatkov za viskotalne in običajne superprevodnike. Osnovni namen prezentacije je bila teoretična potrditev eksperimentalne tehnike.	
		ANG	In the invited talk it was shown how ultra fast optical spectroscopy may provide values of the electron-phonon coupling constants. The systematic data were presented for high-Tc and conventional superconductors. The main goal of the presentation was the theoretical justification of the technique.	
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje		
	Objavljeno v	Institut fiziki mikrostruktur ran; Nanofizika i nanoeletronika; 2009; Str. 68-69; Avtorji / Authors: Kabanov Viktor V.		
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeno predavanje)		
2.	COBISS ID	23499303		Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Določanje sklopitve elektronov in fononov v superprevodnih kupratih z ultrahitro optično spektroskopijo	
		ANG	Ultra-fast pump-probe determination of electron-phonon coupling in cuprate superconductors	
	Opis	SLO	V vabljenem predavanju smo predstavili sistematičen pregled podatkov za številne viskotalne in običajne superprevodnike. Pokazali smo sistematično odvisnost kritične temperature Tc od drugega momenta Eliashbergove funkcije za nekatere skupine superprevodnikov vključno z oksidi in pniktidi.	
		ANG	In the invited talk the sytematic data were presented for many high-Tc and conventional superconductors. It was shown that there are systematic dependence of the critical temperature Tc on the second moment of the Eliashberg function for some class of superconductors including superconducting oxides and pniktides.	
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje		
	Objavljeno v	2010; Avtorji / Authors: Mihailović Dragan		
	Tipologija	3.16 Vabljeno predavanje na konferenci brez natisa		
3.	COBISS ID	23581223		Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pojav faznega zdrsa v nehomogenem dvodimencionalnem filmu	
		ANG	Phase slip phenomena in inhomogeneous two dimensional superconducting film	
	Opis	SLO	V vabljenem predavanju smo pokazali kako nastanejo vrtinci v superprevodnem filmu kot posledica spremembe toka. Prikazali smo sistematično analizo Ginzburg-Landau-evih enacb. Osnovni namen prezentacije je bila teoretična predstavitev novih mehanizmov tvorenja vrtincev.	
		ANG	In the invited talk it was shown how vortices are created in the superconducting film as a result of the change of the current. The systematic analysis of Ginzburg-Landau equations were presented. The main goal of the presentation was the demonstration of new mechanisms of vortex production.	
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje		
	Objavljeno v	s. n.]; Abstract book; 2010; Str. 74; Avtorji / Authors: Kabanov Viktor V., Lu-Dac Mathieu		
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci		

4.	COBISS ID	23819815	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Sistematične meritve sklopitvene konstante elektron-fonon v visokotemperaturnih superprevodnikih s pomočjo femtosekundne spektroskopije.
		<i>ANG</i>	Systematic electron phonon interaction strength measurements in high-temperature superconductors with femtosecond spectroscopy
	Opis	<i>SLO</i>	V vabljenem predavanju smo predstavili sistematičen pregled podatkov za številne visokotemperaturne in običajne superprevodnike. Pokazali smo sistematično odvisnost kritične temperature T_c od drugega momenta Eliashbergove funkcije za nekatere skupine superprevodnikov vključno z oksidi in pniktidi.
		<i>ANG</i>	In the invited talk the systematic data were presented for many high- T_c and conventional superconductors. It was shown that there are systematic dependence of the critical temperature T_c on the second moment of the Eliashberg function for some class of superconductors including superconducting oxides and pnictides.
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje	
	Objavljeno v	s. n.]; SUPERSTRIPES 2010; 2010; Str. 46; Avtorji / Authors: Gadermaier Christoph, Alexandrov Alexandre Sasha, Kabanov Viktor V., Kušar Primož, Mertelj Tomaž, Yao Xin, Manzoni C., Brida Daniele, Cerullo G., Mihailović Dragan	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
5.	COBISS ID	256561664	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Pojav faznega zdrsa in dinamika vrtincev v mezoskopskih superprevodnikih
		<i>ANG</i>	Phase slip phenomena and vortex dynamics in mesoscopic superconductors
	Opis	<i>SLO</i>	Mathieu Lu-Dac je uspešno zagovoril doktorsko disertacijo
		<i>ANG</i>	Mathieu Lu-Dac has successfully defended PhD thesis
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom	
	Objavljeno v	[M. Lu-Dac]; 2011; XVI, 129 str.; Avtorji / Authors: Lu-Dac Mathieu	
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija	

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Zukunftskolleg nagrada. Zukunftskolleg Univerze v Konstanci je podelilo nagrado "The Senior Fellowship" profesorju Viktor V. Kabanovu za njegove izjemne akademske dosežke v fiziki trdne snovi, posebej na področju superprevodnosti in visokotemperaturne superprevodnosti. Nagrada je bila dodeljena na predlog doc. Jureta Demšarja s fizikalnega oddelka Univerze v Konstanci, člana Zukunftskolleg od leta 2007.

<http://cms.uni-konstanz.de/en/zukunftskolleg/people/senior-fellows/viktor-v-kabanov/>

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Namen projekta je povezava funkcionalnih lastnosti materialov z dvema osnovnima parametroma: konstanto elektronsko-fononske sklopitve in Coulombovega pseudo potenciala.

Funkcionalne lastnosti materialov so odvisne od njihovega obnašanja v neravnovesnem stanju in njihove relaksacije iz le-tega. Zato so relaksacijski procesi jedro naših raziskav. Teoretični koncepti, ki jih smo razvili, so splošni in uporabni na širokem področju materialov in presegajo skupine materialov zajetih v projektu. Rezultati projekta so bili objavljeni v uglednih mednarodnih revijah in dobro citirani.

Vrednosti omejenih parametrov niso natančno določene. To je razlog, zakaj je pomen elektronsko-fononske sklopitve v korelirani elektronskih sistemih, predvsem v visokotemperaturnih superprevodnikih, predmet vroče debate v zadnjih dvajsetih letih. Rezultati našega dela so razrešili to nejasnost. S tem je bil narejen korak naprej v razumevanju mehanizma visokotemperaturne superprevodnosti, ki je še vedno eden od najbolj kontraverznih nerešenih problemov v fiziki kondenzirane materije.

ANG

The goal of the project is to link functional properties of materials to two fundamental parameters: the electron-phonon coupling constant and the Coulomb pseudopotential. Functional properties of materials depend crucially on their non-equilibrium behavior and on the relaxation processes from non-equilibrium situations. Therefore the relaxation processes are the core object of our study. The theoretical concepts we have developed are universal and applicable to a wide range of material classes beyond those targeted by this project. That is the reason why our results are published in leading international journals and well cited.

The values of the two parameters are not well defined. As a result, the importance of electron-phonon interactions in correlated electron systems, most spectacularly high temperature superconductors, has been hotly debated for more than 20 years. Our work relieves this uncertainty and makes an important step forward in understanding the mechanism of high-temperature superconductivity, which remains one of the most controversial unsolved problems in condensed matter physics.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Kronični problem slovenske industrije je nizka dodana vrednost njenih proizvodov, kar posledično vpliva na nizke prihodke in socialno nestabilnost. Dvig tehnološke ravni slovenske industrije lahko dosežemo samo z vključitvijo novih znanj v proizvode in proizvodne procese. V tem projektu smo raziskovali materiale, ki so lahko primer razvoja novih tehnološko razvitih proizvodov z visoko stopnjo dodane vrednosti na velikem številu tehnoloških področjih omenjenih spodaj.

Projekt ni bil namenjen določenemu proizvodu, ki bi ga prodajali na tržišču. Usmerjen je bil k določanju temeljnih parametrov materialov in njihovi povezavi s funkcionalnimi lastnostmi, ki imajo neposreden tehnološki pomen. Skupine materialov, ki jih smo raziskovali so različne vrste superprevodnikov. Superprevodniki imajo izjemno vlogo v novih tehnologijah. Ko se bo ta tehnološki preboj zgodil, ga lahko izkoristimo edino, če imamo že pridobljeno znanje o procesiranju in funkcionalnosti teh materialov. Zato je neposredni tehnološki prispevek tega projekta postavitev temeljev za sprejemanje tehnoloških inovacij.

Superprevodniki se uporabljajo na različnih področjih in njihovo tržišče se trenutno podvaja vsakih 3-5 let. V medicini se uporabljajo pri slikanju z magnetno resonanco in v magnetoencefalografiji. V energetske sektorju se uporabljajo kot kabli s skoraj ničelnimi izgubami energije, v generatorjih in pri shranjevanju električne energije. Detektorji na osnovi superprevodnikov lahko detektirajo zelo šibke signale X žarkov, svetlobe ali magnetnega polja. V informacijski tehnologiji imajo velikanski potencial v računalnikih na osnovi Josephsonovega stika in hitrih stikalih v mrežah. V transportu omogočajo levitacijo hitrih in energetske učinkovitih vlakov.

ANG

A chronic problem of Slovenian industry is the low added value of its products, which leads to

low wages and social unrest. Raising the technological level of its industry can only be achieved by incorporation of new knowledge into its products. The materials studied in this project provide the scope for development of new technologically evolved products with a high degree of added value, in a number of fields as outlined below.

This project was not aimed at a specific marketable product. Rather, it aims at determining fundamental material parameters and their relation to functional properties, which are of immediate technological relevance. The material classes under study are different families of superconductors. For superconductors play very important role in the developments of new technologies. Once these breakthroughs happen, they can only be capitalized upon when the know-how about these materials is readily available, both in terms of their processing as well as their functionalities. Therefore the immediate technological impact is to build the potential to ride imminent waves of innovation. In the following we give a brief outline of the technological potential of the two material classes.

Superconductors have a large variety of uses and their market volume currently doubles every 3-5 years. In medicine they are used in magnetic resonance imaging and magnetoencephalography. In the energy sector, they serve as virtually loss-free cables, generators, as well for energy storage and fault-limiting. Detectors based on superconductors can detect very low signals of X-rays, light, and magnetic fields. In information technology they show massive potential for Josephson-junction based computers and high-speed routers for networks. In transport they allow magnetic levitation for energy-efficient high-speed trains.

11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih	

	procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

--

12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☐	

G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☐	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
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	☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	☐	☐	☐	☐	
G.09.	Drugo: 	☐	☐	☐	☐	

Komentar

13. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	Sofinancer		
1.	Naziv		
	Naslov		

Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR
Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
Komentar		
Ocena		

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³**14.1. Izjemni znanstveni dosežek**

--

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

--

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 ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Institut "Jožef Stefan"

Viktor Kabanov

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	14.3.2013
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/254

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifrant/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s

tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

18-FD-97-A1-46-B4-48-1B-E9-B3-B3-F2-CC-C3-FA-81-E0-7A-2D-C4