

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1300

ZAKLJUČNO POROČILO
O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA
V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0091
Naslov programa	Sodobni anorganski materiali in nanotehnologije
Vodja programa	8012 Danilo Suvorov
Obseg raziskovalnih ur	53.550
Cenovni razred	D
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	106 Institut "Jožef Stefan"

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Raziskovalni program P2-0091 je v preteklem 5-letnem obdobju sledil predlogu programa iz 2004. leta in bil v celoti realiziran.

Glede na vrste materialov in pričakovane rezultate je bil razdeljen v nekaj osnovnih vsebinskih področjih:

1. v področje raziskav materialov, ki izkazujejo posebne električne lastnosti,
2. v področje raziskav sodobnih metod procesiranja,
3. v področje raziskav sinteze in lastnosti nano-strukturiranih anorganskih materialov, ter
4. v področje raziskav steklastih materialov.

Ad 1: V okviru področja raziskav materialov, ki izkazujejo posebne električne lastnosti, smo raziskovali funkcionalne materiale ter elektronske oziroma ionske fenomene, ki so specifični za določena frekvenčna območja ali pa so posledica mikro(nano) strukturiranosti materiala. Izhodiščne raziskave so zajemale študij intrinzičnih lastnosti in njihovo soodvisnost s kristalno strukturo materiala ter razvoj novih metod procesiranja in strukturiranja materialov. V nadaljevanju smo oba segmenta raziskav združili v sistematičen študij vpliva ekstrinzičnih faktorjev na lastnosti materiala.

Znotraj elektromagnetnega spektra smo raziskave ločili z ozirom na delovno oziroma aktivno frekvenčno območje, v katerem so novi materiali uporabni:

- Pojav »orjaške dielektričnosti« (ang. giant permittivity) je izrazit pri frekvencah < 1 MHz, za aplikativne namene pa je še posebej zanimivo frekvenčno območje med 1kHz in 100 kHz. Orjaška dielektričnost je fenomen, ki nastaja zaradi prostorske polarizacije na zapornih plasteh dielektrikov.

Izkoriščamo ga v tako imenovanih IBLC (internal boundar layer ceramics), ki morajo imeti prevodno nekontinuirno matrico s čim višjo prevodnostjo ter plasti dielektrika s čim višjo dielektričnostjo. Pojav je teoretično dobro obdelan in teorija predvideva, da se nosilci naboja koncentrirajo na zapornih plasteh znotraj dielektrika in s tem ustvarijo številne minikondenzatorje. Pojav zelo poviša navidezno oziroma efektivno dielektričnost takšnega materiala. Najbolj izrazit je takšen fenomen tik pred perkolacijskim pragom prevodne faze, kjer dielektričnost skokovito naraste medtem ko višanje dielektričnih izgub zaostaja. Tako je mogoče pripraviti material z orjaško dielektričnostjo (tja do 500.000 in več) ter z relativno nizkimi dielektričnimi izgubami ($\tan \delta < 0.1$).

Ker je osnovni problem pri praktični uporabi takšnih materialov slaba ponovljivost sinteze, ki izvira iz dejstva, da majhne fluktuacije v mikrostrukturnih značilnostih povzročijo velike spremembe dielektričnih lastnosti, smo se osredotočili na analizo teh soodvisnosti. Z izvršenimi raziskavami smo želeli prispevati k razumevanju vpliva mikrostrukturnih faktorjev ter sestave kompozitnih (cermet) dielektrikov na pojav orjaške dielektričnosti.

- Študij kondenzatorske keramike je potekal v frekvenčnem območju od 100kHz do 1MHz. Raziskovali smo nove postopke izdelave večplastnih kondenzatorjev z mikronskimi plastmi ter nove enofazne in večfazne kondenzatorske materiale. Osnovni cilj je bil raziskati tiste materiale, ki so omogočili sintezo "jedro-lupina" strukture tako na nivoju mikronskih kot tudi podmikronskih zrn.

- V mikrovalovnem frekvenčnem območju so bile raziskave osredotočene na študij mikrovalovne keramike z nizkimi dielektričnimi izgubami ter keramike, ki je kompatibilna s tehnologijo nizektemperaturno sočasno sintrane keramike (LTCC). Trend v razvoju komunikacijskih tehnik sledi višanju delovnega frekvenčnega območja in narekuje potrebe po materialih z nižjo dielektričnostjo ($\epsilon=10-20$), ki nadomeščajo današnje materiale z dielektričnostjo 30-40. Glede na vedno večje zahteve modernih komunikacijskih sistemov po ceneni materialih z dielektričnostjo 10-20 in z nizkimi dielektričnimi izgubami ter s temperaturno stabilno dielektrično konstanto so bile raziskave usmerjene v študij različnih enofaznih in večfaznih polikristaliničnih materialov na osnovi nizko cenovnih oksidov kot so na primer SiO_2 , CaO in Al_2O_3 . Raziskave so potekale s ciljem proučiti mehanizem sinteze, ugotoviti koncentracijsko območje termodinamske stabilnosti trdnih raztopin in vpliv substitucije kationov ter fazne sestave in mikrostrukturnih značilnosti materialov na dielektrične lastnosti.

- Študij in razvoj nizkodielektrične keramike z izredno nizkimi dielektričnimi izgubami je namenjen aplikacijam z delovno frekvenco v milimetrskem (MM) oziroma v pod-milimetrskem (subMM) valovnem območju (10 -100GHz). Raziskave smo naredili na nekaterih zelo pogostih strukturnih tipih kot so na primer spineli, forsterit in glinenci, katerih mikrovalovne dielektrične lastnosti do sedaj niso bile sistematično raziskane. Raziskovali smo soodvisnost med kristalno strukturo in dielektričnimi lastnostmi, velik poudarek pa je bil posvečen iskanju optimalnih sinteznih pogojev, študiju substitucijskih mehanizmov in mehanizmov sintranja, kar nam je omogočilo pripravo materialov z optimalnimi dielektričnimi lastnostmi.

Ad 2: Področje raziskav sodobnih metod procesiranja predstavlja pomemben del izvedenega raziskovalnega programa. Študij procesiranja je v veliki meri sledil trendu miniaturizacije ter je v končni fazi posegel tudi v raziskave na nanometrskem nivoju. Temeljlil je na razvoju metod, ki so omogočile znižati nivo in hkrati kontrolirati strukturiranost materiala. V mnogih primerih lahko periodični oziroma neperiodični nano (mikro)strukturirani kompoziti izkazujejo lastnosti, ki jih v homogenih materialih ne moremo pričakovati. Osnovna teza opravljenih raziskav je bil študij kontrolirane sinteze materialov ter analiza pojavov, povezanih z nastalo nano(mikro)strukturo. To področje se je v veliki meri prepletalo s študijem vpliva ekstrinzičnih faktorjev (kot so npr. mikrostrukturne značilnosti) na dielektrične lastnosti posameznih tipov funkcionalnih materialov, opisanih v 1. vsebinskem področju.

Ad 3: Področje raziskav nanostrukturiranih materialov (-delci, -cevke, -žice, prevleke, tanki filmi, ..) je obsegalo študij njihovih sinteznih postopkov, kemije nastanka nanostrukture, kristalografskih in fizikalnih lastnosti. V začetni fazi so raziskave potekale na nivoju osnovnih raziskav, nato pa smo jih usmerili v tista področja, ki so vodila do ponovljivosti sinteze, omogočila sintezo večje količine nanomaterialov ter jasno

definirale tista uporabna področja, v katerih različni nano-materiali izkazujejo največji gospodarsko pomemben potencial.

a. Ker v strokovni literaturi lahko zasledimo le posamezne opise raziskav dielektričnih lastnosti nanocevastih struktur, smo v okviru naših raziskav poizkušali sintetizirati različne nanocevastе strukture in okarakterizirati njihove dielektrične lastnosti. Omejili smo se na nanocevke iz oksidnih materialov, pri čemer smo eksperimente razdelili na tri dele:

- v sintezo nanocevk iz plastnih 2D struktur, ki smo jih omejili na raziskave plastnih silikatov,
- v raztopinska sinteza nanocevastih struktur raznih oksidnih materialov s pomočjo organskih predlog, in v
- sintezo nanokompozitov polimer-nanocevke in keramika-nanocevke ter karakterizacija njihovih dielektričnih lastnosti. V okviru prvega sklopa smo se osredotočili na študij mehanizma nastanka zaprtih struktur iz plastnih oksidov in s tem pridobili spoznanja, ki so vodila do kontrolirane sinteze večjih količin nanocevk. Večji del drugega sklopa pa smo namenili sintezi novih nanocevastih materialov. V okviru tretjega sklopa raziskav pa smo raziskovali vpliv nanocevk na dielektrične lastnosti matrične faze kompozitnega materiala.

b. Uporabnost materialov na osnovi finih (koloidnih) delcev, ki so prekriti s tanko nanometrsko plastjo drugega materiala, je v zadnjem času vse bolj razširjena. Tako že srečamo takšne materiale v industriji elektronskih in optičnih elementov, v industriji pigmentov in barvil, kozmetični in farmacevtski industriji in v agrikulturi. S prekritjem osnovnih delcev z drugim materialom lahko kontroliramo strukturo, velikost in sestavo teh delcev ter s tem vplivamo tako na stabilnost, kot tudi na vrsto lastnosti izhodnega materiala, med njimi na magnetne, optične, mehanske, termične, električne, elektrooptične in katalitske lastnosti. Proces prekrivanja osnovnih delcev poteka običajno v tekočem mediju, kjer se suspenziji takšnih delcev dodajajo ustrezni reagenti, ki tvorijo prekrivno plast. Izbira materialov za pripravo takšnih kompozitov je zelo raznovrstna. Osnovni delci so lahko kovine, različni anorganski in organski materiali medtem ko je prekrivna plast lahko anorganski ali organski material. Zato smo v tem sklopu raziskav pozornost posvetili pripravi finih oksidnih in kovinskih delcev z različnimi metodami ter njihovem prekritju z ustreznimi prevlekami z namenom, da smo pridobili materiale z izboljšanimi lastnostmi za aplikacije v industriji.

c. Tehnologija sinteze tankih filmov komercialnih materialov je sicer dobro raziskana. Raziskane so tudi lastnosti in razvite aplikacije nekaterih tankih filmov. Študij tankih filmov znotraj tega programa pa je zajemal raziskave sinteze in lastnosti tankih filmov na osnovi dielektričnih materialov, ki se šele pojavljajo v sodobnih diskretnih oziroma večplastnih elektronskih elementih ter možnost njihove funkcionalne uporabe v večplastnih dielektričnih komponentah. Cilj je bil jasno definiran: čim več diskretnih elektronskih komponent, ki jih sedaj nameščamo na površino tiskanih vezij, pretvoriti v večplastne strukture, ki jih nato združujemo v monolitne bloke. Miniaturizacija ter znatno povečana funkcionalnost sta cilja, ki vodilne svetovne proizvajalce s tega področja usmerjajo v obsežne raziskave s tega področja.

4. Na področju steklastih materialov je bilo delo usmerjeno v raziskave in razvoj stekel, pomembnih za slovenske in tuje proizvajalce stekla in vlaken za zvočne in termične izolacije.

Originalni znanstveni dosežki so bili objavljeni v mednarodni znanstveni periodiki z najvišjimi IF s področja raziskav materialov oz. keramike. Natančen izpis vseh publikacij je podan v izpisu COBISS.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Ocenjujem, da so bili zastavljeni raziskovalni cilji v celoti doseženi. Pridobili smo nova originalna znanstvena spoznanja, ki so bila ustrezno predstavljena v mednarodni znanstveni periodikim z najvišjimi IF s področja keramike oz. materialov. Prav tako smo pomemben del novih spoznanj nadgradili z aplikativnimi raziskavami, ki so privedle do številnih mednarodnih patentov ter prenosov novih izdelkov v tehnologijo. Ker so člani programske skupine zelo aktivni v pedagoškem procesu na do- in podiplomskem nivoju, pa je bilo novo znanje tudi uspešno prenešeno v pedagoški proces.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

Bistvenih odstopanj v realizaciji programa ni bilo.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

		Znanstveni rezultat	
1.	Naslov	SLO	»Reakcije v trdnem, ki nastajajo med sintezo perovskitnih trdnih raztopin na osnovi CaTiO ₃ -NdAlO ₃ «
		ANG	»Solid State reactions Occurring during the Synthesis of CaTiO ₃ -NdAlO ₃ Perovskite Solid Solutions«
	Opis	SLO	Članek opisuje reakcijski mehanizem perovskitnih trdnih raztopin s sestavo 0.7 CT- 0.3 NA, preučevan z rentgensko difrakcijsko analizo. Dokazali smo, da pred tvorbo trdne raztopine nastajata perovskitni fazi CaTiO ₃ in NdAlO ₃ , ki reagirata nad 1200oC in tvorita trdno raztopino. Pomembno je, da je vključevanje Al v nastajajočo trdno raztopino počasnejše kot vgrajevanje Nd, kar povzroča nastanek vmesne faze na osnovi hekso-aluminata CaAl ₁₂ O ₁₉ . Če je kalcinacija potekla le deloma, bodo v keramiki vedno prisotni vključki CaAl ₁₂ O ₁₉ , ki povzročajo nastanek defektov v perovskitni matrični fazi.
		ANG	The X-ray powder diffraction technique was used to investigate the solid state reaction paths to the 0.7 CT- 0.3 NA perovskite solid solution. We showed that the perovskite phases CT and NA are formed prior to the solid solution. The two perovskites subsequently react to form a solid solution at temperatures above 1200oC. The reaction between CT and NA was studied using a diffusion couple, which revealed that the slower kinetics of incorporation of the Al into the forming solid solution results in the formation of an intermediate phase based on hexaluminate CaAl ₁₂ O ₁₉ .
	Objavljeno v	B. Jančar, M. Valant, D. Suvorov, Chemistry of Materials, 2004, 16, 1075-1082	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	18215719	
2.	Naslov	SLO	»Spojine na osnovi Bi za LTCC tehnologijo«
		ANG	»Bi-Based Compounds for Glass-Free LTCC Technology«
	Opis	SLO	V preglednem članku so opisane raziskave, ki jih je programska skupina izvajala na obsežnem na področju raziskav keramike na osnovi Bi ₂ O ₃ . Gre za nove keramične materiale, uporabne v tehnologiji sočasno sintrane keramike za izdelavo večplastnih elektronskih modulov, ki ne vsebujejo steklaste faze. Pokazali smo, da moramo zaradi večplastne strukture elektronskih modulov s povečano funkcionalnostjo (t.j. večplastnih struktur iz različnih materialov), v celoti preseči problem medsebojne kemijske reaktivnosti.
		ANG	Today's low-temperature co-fired ceramic (LTCC) materials can be grouped into three classes: glass-ceramic composites, recrystallized glasses and glass-free ceramics. Whereas the first two of these classes of materials are already in commercial production, glass-free ceramics are still in the development stage. We have investigated a glass-free LTCC material system that consist of low- and high-permittivity LTCC materials based on Bi eulytite

		and sillenite compounds and a \square -Bi ₂ O ₃ ss with Nb ₂ O ₅ . All these phases meet the main requirements for LTCC.
	Objavljeno v	D. Suvorov, M. Valant, Journal of the Ceramic Society of Japan, 2004, 112, (5), S1557-S1562
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	18709287
3.	Naslov	SLO »Vpliv parametrov hidrotermalne sinteze na tvorbo hrizotilnih nanocevk« ANG »The influence of hydrothermal-reaction parameters on the formation of chrysotile nanotubes«
	Opis	SLO Članek opisuje raziskave tvorbe hrizotilnih Mg ₃ □Si ₂ O ₅ □(OH) ₄ nanocevk s hidrotermalno sintezo iz amorfne SiO ₂ in nanokristaliničnega Mg(OH) ₂ . Ugotovili smo, da hrizotilne nanocevke nastajajo iz amorfne SiO ₂ in nanokristaliničnega Mg(OH) ₂ med hidrotermalnimi pogoji pri pH□13. Najprej nastajajo ploščati nanodelci s strukturo serpentinskega tipa. Ko dosežejo določeno velikost, se ploščice pričnejo kriviti in tvoriti nanocevke. Zvijanje ni vzporedno z □100□ ali □010□ osjo, zato se v sistem vnaša kiralnost. Dolžino in premer nastalih cevk lahko uravnavamo z reakcijsko temperaturo in časom.
		ANG X-ray diffraction and TEM were used to investigate the hydrothermal formation of chrysotile Mg ₃ [Si ₂ O ₅](OH) ₄ nanotubes from amorphous SiO ₂ and nanocrystalline Mg(OH) ₂ . The results show that nanotubes form readily in a highly basic hydrothermal environment via the curling of flake-like nano crystallites with a serpentine-type Mg-Si-bilayer crystal structure. The curling occurs in a helical manner, which introduces chirality into the structure of the resulting tubes. The diameter and length of the nanotubes can be controlled by varying temperature and time of hydrothermal reaction.
	Objavljeno v	B. Jančar and D. Suvorov, Nanotechnology, 2006, 17, 25-29
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	19442471
4.	Naslov	SLO »In-situ sinteza Ag nanodelcev v polielektrolitnih večplastnih strukturah« ANG »In situ synthesis of Ag nanoparticles in polyelectrolyte multilayers«
	Opis	SLO Članek opisuje raziskave, v katerih so bile večplastne strukture organskih polielektrolitov sintetizirane s sekvenčno adsorbicijo nasprotno nabitih polielektrolitnih verig ter uporabljene kot matrica za in-situ sintezo srebrovih nanodelcev. Ti so bili homogeno razporejeni v organski matrici. Koncentracijo, velikost in volumski delež Ag delcev kontroliramo s pogoji sinteze (s pH-jem polielektrolitnih raztopin, številom nanešenih plasti polielektrolita in s številom reakcijskih ciklov, z njimi pa učinkovito vplivamo tudi na končne optične lastnosti hibridnih anorgansko-organskih tankih plasti.
		ANG Self-assembled multilayer thin films, fabricated by the sequential adsorption of appositively charged polyelectrolytes, were used as a template for the in situ nucleation and growth of silver nanoparticles. Free acid groups in the polyelectrolyte multilayer film were used to bind the silver ions. TEM examination and UV-vis spectroscopy showed that the concentration and size of the Ag nanoparticles are determined by the processing conditions of the multilayer assembly. After 3 reaction cycles Ag nanoparticles with an average diameter of 7 nm at a volume fraction of 65% were obtained.
	Objavljeno v	M. Logar, B. Jančar, D. Suvorov, R. Kostanjšek, Nanotechnology, 2007, 325601-7
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	20902951
5.	Naslov	SLO »Fazna ravnovesja in električne lastnosti keramike iz psevdo ternarnega sistema La ₂ O ₃ -TiO ₂ -Mn ₂ O ₃ , žganega na zraku« ANG »Phase relations and electrical properties in the pseudo-ternary La ₂ O ₃ -TiO ₂ -Mn ₂ O ₃ system in air«
	Opis	SLO Članek opisuje raziskave faznih ravnovesij v pseudo ternarnem La ₂ O ₃ -TiO ₂ -Mn ₂ O ₃ sistemu, sinranem na zraku pri 1275 °C. V njem poročamo o stabilizaciji La ₂ /3TiO ₃ spojine z dodatkom LaMnO ₃ , ko nastaja perovskit s formulo La(2+x)/3Ti1-xMnxO ₃ . Identificirali smo tudi dve novi spojini,

		La _{1.7} Ti _{13.0} Mn _{6.3} O _{38-x} z daviditno kristalno strukturo in La ₄₉ Ti ₁₈ Mn ₁₃ O ₁₂₉ . Dielektrične lastnosti so odvisne od sestave in dosegajo dielektričnost $\epsilon = 73.7$, dielektrične izgube $\delta = 37 \times 10^{-4}$ in temperaturni koeficient dielektričnosti $\tau_f = -55 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$.
	ANG	The subsolidus phase relations in the La ₂ O ₃ -TiO ₂ -Mn ₂ O ₃ system in air at 1275 °C were determined. The addition of a small amount of LaMnO ₃ to La ₂ O ₃ :3TiO ₂ resulted in the stabilization of a perovskite La _{2/3} TiO ₃ compound with the formula La _{(2+x)/3} Ti _{1-x} Mn _x O ₃ . Two new compounds were identified: La _{1.7} Ti _{13.0} Mn _{6.3} O _{38-x} , with a davidite-like crystal structure, and La ₄₉ Ti ₁₈ Mn ₁₃ O ₁₂₉ . The highest room-temperature permittivity ($\epsilon = 73.7$) was exhibited by the nearly single-phase La _{2/3} TiO ₃ -based ceramic, with a temperature coefficient $\tau_f = -55 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ and a dielectric loss $\tan \delta = 37 \times 10^{-4}$, at 1 MHz.
Objavljeno v	S. D. Škapin, Š. Kunej, D. Suvorov, J. Eur. Ceram. Soc., 2008, vol. 28, No. 16, 3119-3124	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	21909031	

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO Organizacija konferenc
		ANG Organization of the International Conferences
Opis	SLO	Organizacija : - IX. International Conference of the European Ceramic Society, Porotrož, 19.-23. junij 2005 - D. Suvorov: International Symposium on Advanced Dielectric Materials and Electronic Devices, American Ceramic Society Meeting 2004, 2005, 2006 2007, 2008 - D. Suvorov: ICC2: 2nd International Congress on Ceramics, 2008, Verona, organizator International workshop on contemporary ceramics for electronics - D. Suvorov, YUCOMAT, 2004, 2005, 2006, 2007 in 2008.
	ANG	Organization of: - IX. International Conference of the European Ceramic Society, Porotrož, 19.-23. junij 2005 - D. Suvorov: International Symposium on Advanced Dielectric Materials and Electronic Devices, American Ceramic Society Meeting 2004, 2005, 2006 2007, 2008 - D. Suvorov: ICC2: 2nd International Congress on Ceramics, 2008, Verona, organizator International workshop on contemporary ceramics for electronics - D. Suvorov, YUCOMAT, 2004, 2005, 2006, 2007 in 2008.
Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
Objavljeno v	Suvorov Danilo, Maček Marjeta, Guest Editors, Refereed reports of IX Conference & Exhibition of the European Ceramic Society, 19-23 June 2005, Portorož, Slovenia (Journal of the European Ceramic Society, Vol. 27, No. 2-3, 2007) Amsterdam: Elsevier, 2007, 1903 pages	
Tipologija	2.01 Znanstvena monografija	
COBISS.SI-ID	867835	
2.	Naslov	SLO Advances in Dielectric Materials and Electronic Devices
		ANG Advances in Dielectric Materials and Electronic Devices
Opis	SLO	Serijski štiri zborniki predavanj v okviru vsakoletnega simpozija o keramičnih dielektrikih, ki poteka v okviru letnega srečanja ameriškega keramičnega združenja.
	ANG	Four books of Proceedings of the lectures presented at Symposium of Ceramic Dielectric Materials, which is a part of Annual Meeting of the American Ceramic Society.
Šifra	C.01 Uredništvo tujega/mednarodnega zbornika/knjige	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

	Objavljeno v	1. Ceramic Transactions vol. 136, D. Suvorov et all (Editors), Willey, ISBN: 978-1-57498-151-3 2. Ceramic Transactions vol. 150, D. Suvorov et all (Editors), Willey, ISBN: 978-1-57498-205-3 3. Ceramic Transactions vol. 167, D. Suvorov et all (Editors), Willey, ISBN: 978-1-57498-188-9 4. Ceramic Transactions, vol. 174, D. Suvorov et all (Editors), Willey, ISBN: 978-1-57498-244-2
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci
	COBISS.SI-ID	18159143
3.	Naslov	<i>SLO</i> Mednarodna priznanja <i>ANG</i> International Awards
	Opis	<i>SLO</i> 1. D. Suvorov - Izvoljen za akademika World Academy of Ceramics, razred Znanost (2007) 2. D. Suvorov - izvoljen za Fellow of the American Ceramic Society (2008)
		<i>ANG</i> 1. D. Suvorov - Appointment as Academician of the World Academy of Ceramics, Class Science (2007) 2. D. Suvorov - Fellow of the American Ceramic Society (2008)
	Šifra	E.02 Mednarodne nagrade
	Objavljeno v	V mednarodni strokovni literaturi.
	Tipologija	3.25 Druga izvedena dela
	COBISS.SI-ID	18845223
4.	Naslov	<i>SLO</i> Podeljenih 8 mednarodnih patentov <i>ANG</i> 8 international patents awarded
	Opis	<i>SLO</i> Raziskave materialov za LTCC tehnologije so privedle do vrste novih znanstvenih spoznanj, ko so bila zaščitena z 8 mednarodnimi patentnimi družinami, v katerih je več kot 36 posameznih mednarodnih patentov.
		<i>ANG</i> Investigations of microwave ceramics and LTCC technologies resulted with several original scientific achievements which leded us to the development of new products in new technologies. Original findings from this field were protected with 8 international primary patents. All patents in 8 families today represent more than 36 international awarded patents to the members of P2-0091.
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka
	Objavljeno v	Patenti Evropske skupnosti, ZDA, Japonske, Kitajska, Indija, etc.
	Tipologija	2.24 Patent
COBISS.SI-ID	18955047	
5.	Naslov	<i>SLO</i> D. Suvorov: - član Permanent Executive Committe evropskega keramičnega društva - President elect evropskega keramičnega društva <i>ANG</i> D. Suvorov: - Appointment as a Member of the Permanent Executive Committee of the ECerS - President Elect of the ECerS
	Opis	<i>SLO</i> 1. Na letnem zasedanju European Ceramic Society v Monsu 2007. leta je bil D. Suvorov izbran v 7 članski Permanent Executive Committe (PEC) of the European Ceramic Society. 2. Na zasedanju Permant Executive Committee evropskega keramičnega društva v decembru 2008 je bil D. Suvorov izvoljen za naslednjega predsednika te organizacije.
		<i>ANG</i> 1. D. Suvorov: Member of the Permanent Executive Committee of the European Ceramic Society (2007) 2. D. Suvorov: Elected for the President Elect of the European Ceramic Society (2008)
	Šifra	D.03 Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih
	Objavljeno v	Objavljeno v ustrezni mednarodni literaturi.

Tipologija	3.25	Druga izvedena dela
COBISS.SI-ID	18845223	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Znanstvena vsebina izvedenega raziskovalnega programa je bila zasnovana tako, da je bila po znanstveni vsebini originalna in mednarodno primerljiva, saj je vodila do novih, originalnih, znanstvenih spoznanj s področja raziskav novih materialov. Vsebinsko je posegla na mednarodno prioritetna področja raziskav, to je v raziskave in razvoj novih materialov ter raziskave nanomaterialov in nanotehnologij. Upoštevana je bila tudi ekološka komponenta ter raziskovanje človeku prijaznih tehnologij, saj raziskovani materiali ne vsebujejo svinčevih komponent, v sinteznem delu pa smo pretežno uporabili vodne raztopine. Pridobljena nova spoznanja tudi v mednarodnem okolju pomembno prispevajo k razvoju, razumevanju in izkoriščanju novih materialov ter širijo nova originalna znanstvena spoznanja v multidisciplinarni raziskovalni dejavnosti, ki prevladuje v tehnološko razvitem svetu. Posebno pozornost smo posvetili raziskavam in razvoju materialov na dveh strateško pomembnih področjih, to je na področjih telekomunikacijske in informacijske tehnologije in nano-znanosti. Vsa navedena raziskovalna področja so tudi prioritetna v raziskovalnih usmeritvah raziskovalno-razvojno najrazvitejših držav.

V preteklem 5-letnem obdobju so bili rezultati opravljenih raziskav v mednarodnem merilu priznani kot originalni in pomembni za razvoj znanosti in novih izdelkov. Programska skupina se zato danes uvršča med vodilne v svetu na področju raziskav keramičnih dielektrikov, predvsem tistih, ki so uporabni v GHz frekvenčnem področju. Le-to je z aplikativnega stališča pomembno predvsem za razvoj brezžičnega prenosa zvoka in slike. Prav tako se po doseženih rezultatih uvrščamo med najbolj priznane skupine s področja raziskav materialov za LTCC tehnologije. Opravljene raziskave so omogočile tudi širjenje mednarodnega sodelovanja, saj so delno že vključene v tekoče mednarodne projekte in projekte EU, v prihodnje pa pričakujemo nadaljnje povečanje mednarodnega sodelovanja, saj so 3 prijavljeni projekti v okviru EU že v končni fazi odobritve.

Predlagane raziskave bodo tudi v prihodnje omogočile nadaljnjo mednarodno znanstveno uveljavitev skupine. Člani programske skupine so v preteklem petletnem programskem obdobju v svetovno zakladnico znanja prispevali 67 originalnih znanstvenih publikacij, med njimi 62 v znanstvenih revijah z indeksom citiranja JCR IF, izkazujejo pa tudi kontinuiran porast citiranosti. V preteklih 5 letih so predstavili več kot 40 vabljenih predavanj (med njimi 8 plenarnih) na najbolj priznanih mednarodnih konferencah.

Poseben pomen opravljenim raziskavam daje tudi 8 podeljenih mednarodnih patentov, med katerimi prevladujejo EU, ZDA, japonski in drugi patenti. Vsi so rezultat intenzivnega raziskovalnega sodelovanja s slovenskimi in tujimi industrijskimi partnerji.

Predlagani raziskovalni program je pomemben tudi za vzgojo novih strokovnjakov, saj sodelavci programske skupine redno sodelujejo v pedagoškem procesu ljubljanske Univerze in Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana. V preteklem 5-letnem obdobju se je programski skupini pridružilo tudi 7 mladih raziskovalcev, ki v rednem roku končujejo svoje podiplomsko izobraževanje.

Člani programske skupine so tudi izrazito aktivni v organizaciji mednarodnih znanstvenih srečanj. Med drugim smo 2005. leta v Portorožu organizirali največjo evropsko konferenco s področja keramike, IXth European Ceramic Society Meeting. Prav tako so vsako leto vključeni v organizacijo Simpozija o dielektrični keramiki v okviru Annual American Ceramic Society Meeting. Pomemben je tudi organizacijski prispevek v konferenci Microwave Materials and Their Applications, ki smo jo leta 2000 prvič organizirali na Bledu, 2008. leta pa je potekala že peta konferenca, tokrat v Hangzhouju na Kitajskem. Letno člani programske skupine sodelujejo pri organizaciji vsaj 10 mednarodnih konferenc. Člani programske skupine so se uveljavili tudi kot recenzenti v najbolj priznanih mednarodnih revijah s področja materialov in nanotehnologij.

ANG

The scientific content of the executed research programme has been prepared in such a way that it is original and internationally comparable, leading to new, original scientific findings based on the research of new materials. It deals with research themes that are internationally recognised as priority research areas, i.e., the research and development of new materials, and research on nanomaterials and nanotechnologies. It also considers the environmental component and research on human-friendly technologies, as the researched materials will not contain lead components and mainly water-based solutions will be used during the synthesis.

Newly acquired findings contribute significantly to the development, understanding and exploitation of new materials in the international arena. It is believed that the new, original scientific findings will be distributed within the interdisciplinary research prevailing in the technologically developed world. Special attention was given to the research and development of the materials in two strategically important areas, i.e., in the areas of telecommunications and information technologies, and in the area of nanoscience. All these research areas are also recognised as research priorities in the policies of the European Union, the USA, Japan and other countries that have the most developed research and development programmes. In the past five-year period the results of the completed research were internationally recognised as original and significant for the development of science and new products. For this reason the programme group is now one of the world's leading groups in the area of the research on dielectric ceramics, mainly those that can be used in the GHz frequency range. With respect to applications, this research is important mainly for the development of the wireless transmission of sound and images as well as for the development of LTCC technologies.

The research which we performed in the last 5 years period will allow the broadening of the group's international cooperation, which already involves international projects with the USA, Finland, Sweden, France and in current EU projects.

It is important to notice that the research work performed in the last 5-years period will allow the further international scientific recognition of the programme group. It is realistic to expect that the very positive trend in the increasing number of scientific articles published in the most prestigious international scientific journals relating to materials research will be continued. In the past five-year programme period the members of the programme group contributed, to the world's treasury of knowledge, a total of 67 original scientific articles, of which 62 were published in journals in the JCR IF citation index. The citation rate of the members of the programme group has also been continually on the increase, which is further evidence for the international significance of the achieved scientific findings. In addition, in the past five years the members of the programme group presented more than 40 invited talks (8 of these were plenary talks) at the most prestigious international conferences.

The special significance of this research was also emphasized by the granting of eight international patents that cover the EU, the USA, Japan and other countries. The granted patents are the result of an intense research cooperation with Slovenian and foreign industrial partners.

The proposed research programme is also important for the education of new specialists, as the members of the programme group are regularly involved in lecturing at the University of Ljubljana and at the Jožef Stefan International Postgraduate School. In the past five-year period the programme group was joined by seven young researchers completing their postgraduate courses on time.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Izvedeni raziskovalni program je bil zasnovan tako, da so se v njem prepletale temeljne usmerjene in aplikativne raziskave. Raziskave so posegle v zahtevne tehnologije in proizvodne procese, za katere je značilno, da jih lahko izvajamo le ob visokem nivoju strokovnega znanja. Program raziskav je bil zasnovan tako, da je ob originalnih znanstvenih spoznanjih omogočil pridobitev znanj, ki so pomembna za razvoj novih materialov in tehnologij, za katere je značilna visoka stopnja inovativnosti in znanja ter dodane vrednosti na enoto izdelka. S tem bomo prispevali k zmanjševanju slovenske tehnološke in tehnične odvisnosti od bolj razvitih držav. Uvajanje novih izdelkov in tehnologij z visokim deležem domačega znanja s področja raziskav novih materialov, kar je prioriteta vseh tehnološko razvitih držav, bo povečalo mednarodno konkurenčnost domače industrije. Sodelovanje s tujimi industrijskimi partnerji omogoča tudi uspešno vključevanje slovenskih industrijskih partnerjev v skupne raziskovalne projekte, s tem pa tudi njeno intenzivnejše povezovanje ter skupen nastop na mednarodnem trgu. Za vsak segment opravljenih raziskav že obstoja interes domačih in tujih industrijskih partnerjev, ki so se v izvajanje raziskav sprotno aktivno vključevali. Potencialno pomeni takšen interes tudi širjenje proizvodnje z uvajanjem novih izdelkov in novih tehnologij, s tem pa tudi možnost povečevanja števila zaposlenih. Realizacija raziskovalnega programa je omogočila tudi pridobitev takšnih znanj, ki bodo učinkovito doprinesla k načrtovanju ekoloških proizvodnih procesov ter človeku prijaznih izdelkov. Ker se slovenski industrijski partnerji nahajajo v različnih slovenskih regijah (Ljubljana, KEKOn, Varicon in KEKO-Oprema - Žužemberk, Gorenje-Velenje, Termo Knauf-Škofja Loka, ETA-Cerkno, Novoterm Pflaidere-Novo Mesto, Steklarna Hrastnik, Steklarna-Rogaška Slatina, Impol-Slovenska Bistrica, Trimo-Trebnje), je bilo izvajanje raziskovalnega programa pomembno tudi za regijski razvoj industrije v Sloveniji. Glede na vsebino predlaganih raziskav so za industrijske partnerje pomembne predvsem na področjih ekonomske kompetitivnosti in energijskega varčevanja, vpeljujejo pa tudi okolju prijaznejše

izdelke in tehnologije. Realizacija predloženega raziskovalnega programa je pomembna ne le za posamezne industrijske partnerje, temveč na področju razvoja novih elektronskih komponent za celotno slovensko industrijsko panogo. Prav tako so raziskave mineralnih in steklenih vlaken ter stekel pomembne za celotno panogo, istočasno pa tudi za vse slovenske industrijske partnerje s tega proizvodnega področja. Pričakovani rezultati pa so pomembni tudi zato, ker bodo pospeševali interes za nastanek manjših, spin-off podjetij z visoko zahtevno tehnologijo in velikim deležem dodanega znanja.

Ker opravljeni raziskovalni program temelji na znanstveni vsebini, ki je prioritarno uvrščena v raziskovalnih smernicah vseh tehnološko razvitih držav, bo prenos pridobljenega znanja v proces izobraževanja pomembno prispeval tudi k ustvarjanju uporabnega znanja, pomembnega za slovenske in tuje industrijske partnerje. V preteklem programskem obdobju so se v okviru programske skupine že uspešno na podiplomski študiju izobraževali 4 strokovnjaki iz industrije, 1 iz Steklarne Rogaška Slatina, 2 iz Gorenje in 1 iz Trimo Trebnje.

V preteklem 5-letnem programskem obdobju je raziskovalna skupina izvajala skupne raziskovalne projekte z naslednjimi slovenskimi in tujimi industrijskimi partnerji: KEKOn, Žužemberk, Varicon, Žužemberk, KEKO-Oprema - Žužemberk, Gorenje-Velenje, Termo Knauf-Škofja Loka, ETA-Cerkno, Novoterm Pflaidere-Novo Mesto, Steklarna Hrastnik, Steklarna-Rogaška Slatina, Impol-Slovenska Bistrica Trimo, Trebnje in EPCOS, Deutschlandsberg, Avstrija (več kot 10 let sodelovanja), Heraklith, Fürnitz, Avstrija, Paroc, Finska in Gamma Mecanica, Bibbiano, Italija.

ANG

The proposed research programme has been executed in such a way that it brings together all the basic and applied research activities. The research deals with demanding technologies and production processes that can be carried out only with a high level of specialist expertise. The research programme has been prepared in such a way that it allowed, by means of original scientific findings, the acquisition of knowledge important for the development of new materials and technologies, whose characteristic are of a high level of innovation, expertise and added value per product. In this way we will contribute towards the reduction of Slovenia's technological and technical dependency on the more developed countries. The introduction of new products and technologies with a significant input of domestic knowledge in the area of new-materials research will increase the international competitiveness of domestic industry. The cooperation with foreign industrial partners allows the successful participation of Slovenian industrial partners in joint research projects, leading to a more intense integration and a joint operation in the international market. For each segment of the performed research there is already a show of interest expressed by domestic and foreign industrial partners. Such an interest has the potential for an expansion of the production that can introduce new products and new technologies, and, in this way, increase the number of employees. The realisation of the proposed research programme will allow the acquisition of the knowledge that will effectively contribute towards the planning of ecological production processes and human-friendly products. As Slovenian industrial partners come from different regions of Slovenia the realisation of the proposed research programme is important also for the regional development of Slovenian industry. With respect to the content of the proposed research, the interest of industrial partners lies mainly in findings related to economic competitiveness and energy saving, and also in environment-friendly products and technologies. The realisation of the proposed research programme is important not only for individual industrial partners, but, with respect to the development of new electronic components, for the whole of Slovenian industry. Similarly, the research on mineral and glass fibres, and on glass, are important for the whole of Slovenian industry, as well as for all the Slovenian partners from this production area. In addition, the expected results are important because they will stimulate the interest for funding small, spin-off companies using highly demanding technologies and having a large fraction of added knowledge.

As the proposed research programme is based on scientific foundations that are included, as priorities, in the research policies of all technologically developed countries, the transfer of acquired knowledge into the process of education will significantly contribute towards the acquisition of applied knowledge important for Slovenian and foreign industrial partners. In the previous programme period, four industrial specialists were successfully trained at the postgraduate level within the programme group - one of them from Steklarna Rogaška Slatina, two from Gorenje and one from Trimo Trebnje.

In the previous five-year programme period, the research group carried out joint research projects with the following Slovenian and foreign industrial partners: KEKOn, Žužemberk; Varicon, Žužemberk; KEKO-Oprema - Žužemberk; Gorenje-Velenje; Termo Knauf-Škofja Loka; ETA-Cerkno; Novoterm Pflaidere-Novo Mesto; Steklarna Hrastnik; Steklarna-Rogaška Slatina; Impol-Slovenska Bistrica; Trimo, Trebnje; EPCOS, Deutschlandsberg, Austria (more than 10 years of cooperation); Heraklith, Fürnitz, Austria; Paroc, Finland; and Gamma Mecanica,

Bibbiano, Italy.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	2	
- doktorati	3	3
- specializacije		
Skupaj:	5	3

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	2		
- gospodarstvo	1	2	5
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	3	2	5

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.	ISSN-1551-2916 J. of the Am. Ceram. Soc.	24 recenzij, 4 sodelavci
2.	ISSN 0955-2219 J. of the Europ. Ceram. Soc.	18 recenzij, 3 sodelavci
3.	ISSN 0025-5408 Materials Research Bulletin	12 recenzij, 3 sodelavci
4.	ISSN 0897-4756 Chemistry of Materials	4 recenzije, 1 sodelavec
5.	ISSN 0957-4484 Nanotechnology	6 recenzij, 2 sodelavca
6.	ISSN 0003-6951 Applied Physics Letters	7 recenzij, 2 sodelavca
7.	ISSN 1385-3449 Journal of Electroceramics	3 recenzije, 1 sodelavec
8.	ISSN 0254-0584 Materials Chemistry and Physics	2 recenziji, 1 sodelavec
9.	ISSN 0013-4651 J. of the Electrochemical Society	4 recenzije, 2 sodelavca
10.	ISSN 0885-3010 IEEE Transactions	3 recenzije, 2 sodelavca

*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	3
- podoktorandi iz tujine	5
- študenti, doktorandi iz tujine	3
Skupaj:	16

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

2004: - Nastavljivi filtri na osnovi dielektričnih resonatorjev, TUF, 5. okvirni program, G1RD-CT- 2002-00741 - Sodobna elektronska keramika (Raziskave mej med zrnji), COST 525, EC, 3311-01-837002 - Materiali za nizkotemperaturno sočasno sintrano keramiko, nanešeni s tehnologijo elektroforetske depozicije, EUREKA, LOFT-CFC, E!2913, 3211-05-000128, 4302-8/2005/14
2005: - Nastavljivi filtri na osnovi dielektričnih resonatorjev, TUF, 5. okvirni program, G1RD-CT-2002-00741 - Sodobna elektronska keramika (Raziskave mej med zrnji), COST 525, EC, 3311-01-837002 - Materiali za nizkotemperaturno sočasno sintrano keramiko, naneseni s tehnologijo elektroforetske depozicije, EUREKA, LOFT-CFC, E!2913, 3211-05-000128, 400-65/2004 - Mikrovalovni dielektrični resonatorji s povečanim faktorjem kvalitete , NATO Sfp 980881
2006: -Sodobna elektronska keramika (Raziskave mej med zrnji), COST 525, EC, 3311-01-837002 - Nadzorovana proizvodnja visoko tehnoloških multifunkcijskih izdelkov in njihovo recikliranje, SAPHIR, 6. okvirni program, NMP2-CT-2006-026666 - Materiali za nizkotemperaturno sočasno sintrano keramiko, naneseni s tehnologijo elektroforetske depozicije, EUREKA, LOFT-CFC, E!2913, 3211-05-000128, 4302-8/2005/14 - Mikrovalovni dielektrični resonatorji s povečanim faktorjem kvalitete NATO Sfp 980881
2007: - Nadzorovana proizvodnja visoko tehnoloških multifunkcijskih izdelkov in njihovo recikliranje, SAPHIR, 6. okvirni program, NMP2-CT-2006-026666 - Mikrovalovni dielektrični resonatorji s povečanim faktorjem kvalitete, NATO Sfp 980881
2008: - Nadzorovana proizvodnja visoko tehnoloških multifunkcijskih izdelkov in njihovo recikliranje, SAPHIR, 6. okvirni program, NMP2-CT-2006-026666 - Mikrovalovni dielektrični resonatorji s povečanim faktorjem kvalitete, NATO Sfp 980881

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

2004: 1. Materiali in procesi za večplastne kondenzatorje: MLC Materiali in procesi, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija 2. Materiali in procesi za večplastne kondenzatorje, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija 3. Nizkosinterabilni sočasno sintrani materiali brez stekla za mikrovalovne aplikacije, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija 4. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Heraklith AG, Ferndorf, Avstrija
--

5. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Paroc Group OY, Vantaa, Finska
6. Karakterizacija materialov za proizvodnjo mineralnih vlaken, Gamma Meccanica, Bibbiano, Reggio Emilia, Italija
7. Raziskave bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Termo, Škofja Loka

2005:

1. Materiali in procesi za večplastne kondenzatorje, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
2. Nizkosinterabilni sočasno sintrani materiali brez stekla za mikrovalovne aplikacije, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
3. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Heraklith AG, Ferndorf, Avstrija
4. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Paroc Group OY, Vantaa, Finska
5. Karakterizacija materialov za proizvodnjo mineralnih vlaken, Gamma Meccanica, Bibbiano, Reggio Emilia, Italija

2006:

1. Nizko temperaturno sočasno sintrani materiali za LC filtre, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
2. Materiali in procesi za večplastne kondenzatorje, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
3. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Heraklith AG, Ferndorf, Avstrija
4. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Paroc Group OY, Vantaa, Finska
5. Karakterizacija materialov za proizvodnjo mineralnih vlaken, Gamma Meccanica, Bibbiano, Reggio Emilia, Italija

2007:

1. Nizkotemperaturno sočasno sintrani materiali za LC filtre, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
2. Temperaturno obstojni dielektrični materiali z izboljšanimi dielektričnimi lastnostmi, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
3. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Heraklith AG, Ferndorf, Avstrija
4. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Paroc Group OY, Vantaa, Finska
5. Karakterizacija materialov za proizvodnjo mineralnih vlaken, Gamma Meccanica, Bibbiano, Reggio Emilia, Italija
6. Ekoliško prijazni materiali v proizvodnji bele tehnike, Gorenje Velenje
7. Razvoj postopkov za ekonomsko upravičeno uporabo odpadne mineralne volne, Trimo Trebnje

2008:

1. Nizkotemperaturno sočasno sintrani materiali za visoko frekvenčne aplikacije, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
2. Temperaturno obstojni dielektrični materiali z izboljšanimi dielektričnimi lastnostmi, EPCOS OHG, Deutschlandsberg, Avstrija
3. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Heraklith AG, Ferndorf, Avstrija
4. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, Paroc Group OY, Vantaa, Finska
5. Karakterizacija materialov za proizvodnjo mineralnih vlaken, Gamma Meccanica, Bibbiano, Reggio Emilia, Italija
6. Ekološko prijazni materiali v proizvodnji bele tehnike, Gorenje Velenje
7. Razvoj postopkov za ekonomsko upravičeno uporabo odpadne mineralne volne, Trimo Trebnje
8. Karakterizacija bio-razgradljivih mineralnih vlaken, TERMO-Knauff, Škofja Loka

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. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki:

- 28-letno pogodbeno dokumentirano raziskovalno-razvojno sodelovanje s TERMO-Škofja Loka
- 10-letno pogodbeno dokumentirano raziskovalno-razvojno sodelovanje z EPCOS, Deutschlandsberg, Avstrija
- 7-letno pogodbeno dokumentirano raziskovalno-razvojno sodelovanje s Heraklith, Ferndorf, Avstrija,
- 7-letno pogodbeno dokumentirano raziskovalno-razvojno sodelovanje s Paroc Group OY, Finska

2. Sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij:

- Tehnološka platforma NaMaT - Napredni materiali
 - Tehnološka platforma Si-Kem - Slovenska kemija
3. Sodelovanje v pomembnih gospodarskih in državnih telesih
- D. Suvorov, član Sveta tehničnih ved (2004)

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	Raziskave mikrovalovne keramike, materialov za LTCC tehnologije in sinteza in karakterizacija anorhanskih nanocevk
Opis	Več kot 40 vabljenih in uvodnih predavanj na mednarodnih konferencah (podatki v bibliografiji)
Objavljeno v	različni zborniki in znanstvene publikacije
COBISS.SI-ID	18215463

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	1. Podobe znanja 2. Sadovi znanja
Opis	Obe oddaji se ukvarjata z razpravo o dosežkih slovenskih znanstvenikov na področju raziskav keramičnih materialov.
Objavljeno v	1. III. program R Slovenije, program ARS, 16. 1. 2004 2. TV Pika, 4. 5. 2007
COBISS.SI-ID	21690407

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

1.	Naslov predmeta	Industrijski materiali
	Vrsta študijskega programa	Visokošolski
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
2.	Naslov predmeta	Materiali
	Vrsta študijskega programa	Univerzitetni
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
3.	Naslov predmeta	Kemija materialov
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
	Naslov predmeta	Materiali in ekologija

4.	Vrsta študijskega programa	Podiplomski
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
5.	Naslov predmeta	Seminar
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
6.	Naslov predmeta	Tehnologija keramike in silikatov
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
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: praktično raziskovalno delo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input 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 type="radio"/>	<input checked="" 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					
G.09.	Drugo:					

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
Danilo Suvorov	in/ali	Institut "Jožef Stefan"

Kraj in datum:

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1300

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](#)

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 Šifrantu 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](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

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), kratek 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), kratek 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