

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/81

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-9217
Naslov projekta	Ekotehnološki 1D nanomateriali: sinteza in karakterizacija 1D titanatnih nanomaterialov z dodatki ionov kovin prehoda
Vodja projekta	18274 Polona Umek
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	2.838
Cenovni razred	D
Trajanje projekta	07.2007 - 06.2010
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	104 Kemijski inštitut
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

1.1. Družbeno-ekonomski cilj¹

Šifra	13.02
Naziv	Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Sofinancerji²

1.	Naziv	
	Naslov	
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta³

Delo pri projektu je potekalo v več smereh in sicer:

- **sinteza izhodnih materialov**
- **sinteza in mikroskopska karakterizacija 1D titanatnih nanostruktur dopiranih z ioni kovin prehoda: SEM, TEM**
- **kemijska in fizikalna karakterizacija sintetiziranih materialov (TGA, HAADF-STEM, EELS, EPR, SQUID, NEXAFS, XPS, meritve katodoluminiscence)**
- **raziskave dopiranih titanatnih materialov za hranjenje energije v obliki interkaliranega litija**
- **adsorpcija in študija adsorpcije NO₂(g) na 1D titanatne nanostrukture dopirane z ioni kovin prehoda**

Ključne ugotovitve ter znanstvena spoznanja in rezultati v okviru posameznih sklopov:

a) Sinteza in mikroskopska karakterizacija 1D titanatnih nanostruktur dopiranimi z ioni kovin prehoda: v okviru tega sklopa smo potrdili raziskovalno hipotezo, da prisotnost nekaterih ionov prehodnih kovin v reakcijski zmesi pri *in situ* dopiranju vpliva na končno morfologijo natrij-titanatnih nanostruktur. Poleg tega smo ugotovili, da se v primeru sinteze natrij-titanatnih nanopasov dopiranih s Cr³⁺ in Co²⁺ reakcijska temperatura potrebna za sintezo nanonopasov zviša iz 175 na 195 °C. V nadaljevanju smo ugotovili da v primeru *in situ* dopiranja, ko so bili v reakcijski zmesi prisotni ioni dopantov Cr³⁺, Mn²⁺ in Co²⁺ prisotnost teh v reakcijski zmesi ni vplivala na spremembo morfologije, medtem ko pri sintezi natrij-titanatnih nanocevk iz TiO₂ dopiranega z ioni Ag⁺ oziroma Cu²⁺ prišlo do spremembe morfologije. V obeh produktih je prevladovala morfologija deloma zvitih titanatnih plasti, (3 do 5 plasti). V primeru reakcije z ioni Ag⁺, so se le-ti reducirali do Ag nanodelcev premera 2-5 nm, ki so se adsorbirali na površino titanatnih plasti.

V primeru *ex situ* dopiranja smo se osredotočili na dopiranje z Cu²⁺ saj CuO katalizira razpad NO₂(g). V tem primeru se je Cu²⁺ zaradi alkalne površine (prisotnost Na⁺) na površini natrij-titanatnih nanocevk in nanopasov izoboril v obliki Cu(OH)₂, ki se je pri segrevanju na 100 °C pretvoril v CuO. Z z-contrast STEM-HAADF tehniko smo dokazali, da se je del ionov Cu²⁺ izmenjal z Na⁺ med plastmi, medtem ko se je velika večina Cu²⁺ v obliki CuO nanodelcev izločila na površini nanocek in nanopasov (vsebnost Cu²⁺ v teh vzorcih je dosegla 25 ut. %).

V primeru *in situ* dopiranja s Co²⁺ smo pričakovali podoben rezultat kot v primeru dopiranja z Cu²⁺ (to je homogeno razporeditev Co²⁺ v titanatni matriki in med plastmi. V tem primeru smo ugotovili, (1) da je Co²⁺ homogeno razporejen v titanatnih nanopasovih (~ 1 ut. %) in (2) da se na površini titanatnih nanopasov nahajajo delci (velikosti ~5×15 nm) v katerih je količina Co²⁺ večja (~ 5 ut. %). To spoznanje je bilo pomembno z vidika nadaljnjih študij adsorpcijskih lastnosti.

Raziskave s HAADF-tehniko v kombinaciji z elektronsko spektroskopijo smo opravili v sodelovanju s partnerjem iz tujine (dr. Alexandre Gloter, Universite Paris Sud, Orsay,

Francija) s katerim smo imeli od 2006–2008 bilateralni projekt.

b) Karakterizacija lokalnega okolja ionov dopantov

V tem delu smo s karakterizacijskimi tehnikami, kot so EPR, XPS, EELS, meritve katodoluminiscence, določili oksidacijsko stanje ionov dopantov in tudi določili njihovo lokalno okolje. V primeru *in situ* dopiranja s Cr^{3+} , Cu^{2+} in Co^{2+} so rezultati potrdili našo hipotezo in sicer da ioni dopantov, če so prisotni v reakcijski zmesi deloma zamenjajo Ti^{4+} v TiO_6 oktaedrih in da se deloma nahajajo med titanatnimi plastmi.

Poleg tega je vzorec natrij-titanatnih nanopasov dopiran s Co^{2+} po metodi *in situ* spremenil magnetne lastnosti v primerjavi z nedopiranimi natrij-titanatnimi nanopasovi. Ugotovitve so, da že majhen ut. % ionov dopanta bistveno spremeni magnetne lastnosti natrij-titanatnih nanostruktur. Tako smo v primeru natrij-titanatnih nanopasov dopiranih s Co^{2+} izmerili feromagneten prehod pri 12 K. Lokalno okolico Co^{2+} smo v tem primeru določili z NEXAFS meritvami.

V primeru *in situ* dopiranja z Ag^+ ioni smo s HAADF-STEM tehniko na površini titanatne matrike opazili nanometrsko delce premera med 2 in 5 nm. Z XPS meritvami smo dokazali do so to nanodelci elementarnega srebra. Pod hidrotermalnimi pogoji so se ioni Ag^+ reducirali do Ag^0 . Pri pretvorbi natrij-titanatnih nanostruktur z Ag nanodelci v anatazni TiO_2 se je premer Ag delcev zmanjšal. V tem primeru je bil premer ~ 2.5 nm.

Karakterizacijo z meritvami katodoluminiscence in XPS smo opravili v sodelovanju s prof. Javier-jem Piquearas-om, Universidad Complutense de Madrid, Španija in prof. Carlo Bittencourt, Univerisy of Antwerp in Université de Mons-Hinault, Belgija.

c) Transport in vgradnja litija v natrij-titanatne nanostrukture: Študija vpliva RuO_2 in SiO_2 na interkalacijo litija in sposobnosti hranjenja energije v TiO_2 nanocevkah v anatazni obliki. Oba aditiva sta bistveno izboljšala delovanje litij ionske baterije. Dodatek RuO_2 je povečal prevodnost, medtem ko je dodatek SiO_2 pri temperaturni obdelavi vzorca preprečil rast TiO_2 nanokristalov. Tako smo protonirano obliko natrij-titanatnih nanocevk s sintranjem pri 480 °C pretvorili v anatasno obliko TiO_2 pri čemer se je zaradi dodatka SiO_2 ohranila nanocefasta morfolgija.

d) Študija adsorpcije NO_2 na dopirane titanatne nanostrukture: na vse z ioni kovin dopirane titanatne nanostrukture smo adsorbirali NO_2 . Potrdili smo raziskovalno hipotezo, da je ne glede na ion dopanta količina adsorbiranega NO_2 odvisna od morfologije in posledično od specifične površine (nanocevke imajo približno za faktor 10 večjo specifično površino kot nanopasovi). Najboljše rezultate pri katalitski razgradnji je dal vzorec natrij-titanatnih nanopasov dopiranih *ex-situ* z Cu^{2+} . Količina adsorbiranega NO_2 na maso vzorca je bila sicer primerljiva z drugimi vzorci z morfologijo nanopasov vendar smo na podlagi ESEM meritev ugotovili, da je delež pretvorbe NO_2 v NO tu največja.

Že omenjenim področjem raziskav smo dodali še dve:

e) Raziskava antibakterijskih (AB) lastnosti titanatnih nanocevk: najprej smo raziskali vpliv ionov Na^+ na generiranje krakoživih $\bullet\text{OH}$ radikalov pod vplivom svetlobe.

Ugotovili smo, da se z manjšanjem koncentracije ionov Na^+ v titanatnih nanocevkah večja koncentracija $\bullet\text{OH}$ radikalov v vodni raztopini, kar posledično pomeni boljše AB lastnosti.

Z vsebnostjo ionov Na^+ se manjša tudi termična stabilnost titanatnih nanocevk. Pri vzorcih protoniranih titanatnih nanocevk (vsebnost Na^+ pod 0.5 ut. %) smo ugotovili da pri segrevanju na 400 C se protoniran titanat pretvori v anatazno obliko TiO_2 pri čemer se morfologija nanocevk ne ohrani. Dodatek majhnih količin ionov prehodnih kovin (pod 1 ut. %) povzroči da se pri segrevanju na 400 C morfologija ohrani. Tako je vzorec ex situ dopiranih protoniranih titanatnih nanocevk, ki smo jih s segrevanje pretvorili v anatazne nanocevke z dodatkom Cu^{2+} dal v primerjavi z komercialno dostopnim TiO_2 nanodelcev v anatazni fazi, dal 2x-boljši odziv pri AB lastnostih pri bakteriji *Listeria innocua*, ki raste pri nizkih temperaturah (hladilnice).

V okviru tega sklopa je bil cilj določiti tudi postopek in pufer v katerem bi bila disperzija nanocevk v vodni raztopini stabilna in bi tako omogočala nemoteno nanašanja na površine v enakomirni količini. Nanocevke tvorijo skupke in najlažje razbijemo konglomerate na posamezne nanocevke pri čemer je nastala disperzija stabilna pri pH vrednostih med 9 in 10. Raziskave na tem področju sedaj potekajo v okviru Centra odličnosti Namaste

f) Priprava nanokompozitov na osnovi natrij-titanatnih nanocevk in nanopasov in karakterizacija mehanskih lastnosti: Na osnovi predhodnih rezultatov, ko smo z AFM metodo izmerili Youngove module natrij-titanatnih nanocevk in nanopasov, ki so primerljivi z Youngovimi moduli ogljikovih nanocevk. Tako smo z različnimi polianilini pripravili nanokompozite z laboratorijskim ekstrudorjem. Ugotovili smo, da se natrij-titanatni nanopasovi homogeno porazdelijo v polimerni matriki, medtem ko so natrij-titanatne nanocevke aglomerirane. V primeru nanokompozitov smo izmerili do 5 % izboljšanje mehanskih lastnosti, kar lahko pripišemo homogeni porazdelitvi nanopasov v polimerni matriki. Medtem, ko je bilo iz SEM posnetkov razvidno, da je interakcija med nanopasovi in polimerno matriko slaba. Za izboljšanje interakcije bi bilo potrebno natrij-titanatne nanopasove funkcionalizirati.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Projekt je potekal glede na prijavo v okviru naslednjih delovnih sklopov:

- **Sinteza izhodnih materialov** (TiO_2 dopiran z ioni kovin prehoda)
- **Sinteza titanatnih 1D nanostruktur dopiranih z ioni kovin prehoda**
- **Določitev lokalnega okolja ionov kovin prehoda v dopiranih 1D titanatnih nanostrukturah** (EPR, HAADF-STEM (+EELS), XPS, EXAFS, CL)
- **Fizikalna karakterizacija materialov** (NMR, SQUID, EPR)
- **Adsorpcija NO_2 na titanatne nanostrukture dopirane z ioni kovin prehoda**
- **Transport in vgradnja litija v modificirane titanatne nanocevke in nanopasove**

Projektna skupina ocenjuje da je bil projekt v celoti realiziran z izjemo NMR meritev in optimizacije sinteze kalij-titanatnih nanožičk, saj je bil projekt odboren s 945 urami, medtem ko je bil prijavljen s 1450 urami na leto.

Podrobnejša obrazložitev ocene:

V primeru prvega sklopa smo dosegli zastavljene cilje (sinteza in karakterizacija

nanostrukturnega TiO₂ dopiranega z ioni kovin prehoda (Cu²⁺, Cr³⁺, Ag⁺ in Mn²⁺). Glede na majše število odobrenih ur nismo optimizirali sinteze kalij-titanatnih nanžičk.

Sinteza titanatnih nanostruktur dopiranimi z ioni kovi prehoda je potekala *in situ* (ioni so bili prisotni v reakcijski zmesi) in *ex situ* (z ionsko izmenjavo). Tudi v tej stopnji smo iz vseh ciljnih ionov kovin prehoda z *in situ* sintezo sintetizirali natrij-titanatne nanostrukture dopirane z ioni kovin prehoda, prav tako tudi z *ex situ* dopiranjem. Raziskali smo vpliv reakcijske temperature in prisotnost ionov dopantov na morfologijo nastalih delcev.

Z EPR in HAADF-STEM (+EELS) tehnikama so bili karakterizirani vsi sintetizirani titanatni nanomateriali dopirani z ioni kovin prehoda. To je bil ključni del projekta. V največji meri smo z dvema karakterizacijskima tehnikama določali lokalno okolje ionov dopantov in sicer nas je zanimalo ali so se le ti vgradili na mesta Ti⁴⁺, ali pa so akumulirali med titanatne plasti.

V okviru četrtega sklopa »Fizikalna karakterizacija« smo zaradi majšega števila odobrenih ur pri projektu NMR karakterizacijo nadomestili z XPS karakterizacijo (natrij-titanatne nanostrukture dopirane z Ag nanodelci) in meritvami katodoluminiscence (*in ter ex situ* dopiranje s Cr³⁺). S Co²⁺ dopirani titanatne nanopasovi so bile karakterizirani s SQUID magnetometrom in TXM.

V sklopu adsorpcije NO₂ na dopirane titanatne materiale smo le to izvedli na vse sintetizirane materiale in jih nato karakterizirali z EPR meritvami (NO₂ je paramagneten plin). V okviru tega sklopa smo vsem sintetiziranim materialom izmerili specifično površino in tako poiskovali najti korelacijo med različnimi dopanti, specifično površino, morfologijo in adsorpcijo NO₂.

Pri zadnjem sklopu to je pri transportu in vgradnji lititja v modificirane titanatne nanostrukture smo to raziskovali na vzorcih, ki smo jih sintetizirali v velikih količinah. Zanimal nas je vpliv morfologije in prisotnost različnih nanodelcev na karakteristike litij ionskih baterij.

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

Projekt je bil odobren s 945 urami, medtem ko je bil prijavljen s 1450 urami na leto. Iz tega razloga smo iz programa raziskav črtali NMR meritve zaradi njihove dolgotrajnosti in majhne vsebnosti ionov prehodnih kovin v dopiranih titanatnih nanostrukturah in optimizacijo sinteze kalij-titanatnih nanožičk.

NMR meritve v trdem stanju smo nadomestili z drugimi fizikalnimi karakterizacijskimi tehnikami (XPS, katodoluminiscenca, EXAFS, EELS, EPR), ki so nam prav tako dale informacijo o oksidacijskem stanju dopantov v sintetiziranih nanomaterialih in njihovi lokalni okolici.

Med samo izvedbo projekta smo vpeljali dva nova sklop in sicer:

- karakterizacija antibakterijskih lastnosti (AB): v tem sklopu smo se osredotočili na TiO₂ nanocevrke v anatazni obliki, ki smo jih pripravili iz natrij-titanatnih

nanocevk. Z metodo spinskega lovljenja smo testirali fotokatalitične lastnosti novo sintetiziranih materialov z različno vsebnostjo ionov Na^+ . Ugotovili smo, da nižja vsebnosti ionov Na^+ bolj vpliva na učinkovitost generiranja hidroksilnih radikalov. Poleg tega smo ugotovili, da prisotnost Cu^{2+} bistveno izboljša AB lastnosti v primerjavi s komercialnim TiO_2 nanodelci. Na podlagi teh rezultatov smo bili v letu 2009 povabljeni v Center odličnosti NAMASTE, kjer so raziskave AB lastnosti in vpliva nanodelcev na celice samostojni projekt.

- priprava kompozitov na osnovi različnih polimerov in titanatnih nanostruktur: v tem sklopu smo z laboratorijskim ekstrudorjem pripravili nanokompozite z različno vsebnostjo titanatnih nanostruktur katerim smo nato karakterizirali mehanske lastnosti. Ta del raziskav je potekal v Centru za Eksperimentalno mehaniko Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Na podlagi rezultatov dobljenih v okviru tega projekta in aplikativnega projekta »Novi nanomateriali kot podpora za ekotehnološko optimiranje« smo bili povabljeni k sodelovanju v COST projekt »Designing novel materials for nanodevices: From Theory to Practise (NanoTP)« (MP 0901), ki se je pričel jeseni 2009.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

		Znanstveni rezultat	
1.	Naslov	SLO	Nanodelci TiO_2 (anatazna faza) ožičeni z RuO_2 : omejitev rasti z uporabo silike
		ANG	RuO_2 -wired high-rate nanoparticulate TiO_2 (anatase) : suppression of particle growth using silica
	Opis	SLO	Raziskovali smo vpliv dveh tipov aditivov in sicer RuO_2 in SiO_2 na izboljšanje kapacitete litij-ionskih baterij (do 120 C, 20 A/g) na osnovi TiO_2 v anatazni obliki. RuO_2 smo protonirani obliki titanatnih nanocevk (TiNC) dodali zaradi njegove elektroprevodnosti, medtem ko SiO_2 zaradi njegove vloge zaviralca rasti nanodelcev pri segrevanju. Oba tipa aditivov, če smo ju uporabili ločeno, sta izboljšala kapaciteto litij-ionskih baterij na osnovi antaznega TiO_2 za 25-55 mA h/g pri 60 C. Če smo aditiva uporabili istočasno smo dosegli izboljšanje za več kot 70 mA h/g pri 60 C. Članek ima 11 citatov.
		ANG	To enhance the high-rate capability of nanoparticulate anatase TiO_2 formed by thermal treatment of protonated TiO_2 nanotubes, we used two types of additives: RuO_2 as an electronic conductive material and silica as a suppressant of particle growth during heat treatment. Both additives, when used separately, improve the high-rate performance of anatase by 25–55 mA h/g at 60 °C. The combined use of both additives in an amount of 2.5 wt. % leads to an improvement of more than 70 mA h/g at 60 °C. The underlying mechanisms for these significant effects are briefly discussed. Paper has 11 citations..
	Objavljeno v	ERJAVEC, Boštjan, DOMINKO, Robert, UMEK, Polona, ŠTURM, Sašo, PEJOVNIK, Stane, GABERŠČEK, Miran, JAMNIK, Janko. Electrochem. commun., 2008, vol. 10, no. 6, str. 926-929, doi: 10.1016/j.elecom.2008.04.006 IF (2008): 4.194	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	3903258		
2.	Naslov	SLO	Koordinacija ionov Cu^{2+} v titanatnih nanocevkah in nanopasovih dopiranih z ioni Cu^{2+}
			Coordination of intercalated Cu^{2+} sites in copper doped sodium titanate

	ANG	nanotubes and nanoribbons.
Opis	SLO	Okolico ionov Cu ²⁺ v natrij-titanatnih nanocevkah (NaTiNC) in nanopasovih (NaTiNP) dopiranih z Cu ²⁺ smo določili s korelacijo EPR in HADDF-STEM (+EELS) tehnik. NaTiNC in NaTiNP smo dopirali med samo sintezo (in situ) in z ionsko izmenjavo (ex situ). Pri in situ dopiranih vzorcih so ioni Cu ²⁺ homogeno razporejeni, pri ex situ dopiranjuse je del Na ⁺ med plastmi izmenjal z Cu ²⁺ , poleg tega pa so na površini NaTiNC in NaTiNP zrastle nanodelci CuO velikosti med 5-40 nm. EPR meritve za oba tipa vzorcev kažejo da so ioni Cu ²⁺ , ki nahajajo med plastmi, koordinirani z Na ⁺ .
	ANG	Local environment of Cu ²⁺ in Cu ²⁺ doped sodium titanate nanotubes (NaTiNTs) and nanoribbons (NaTiNRs) were determined via magnetic and electron microscopy studies. NaTiNTs and NaTiNRs were doped with Cu ²⁺ during hydrothermal synthesis from Cu ²⁺ -doped anatase TiO ₂ (in situ method) and by ion exchange (ex situ method). In the samples prepared via the ex situ doping method, 5-40 nm CuO nanoparticles were grown on the inner/outer surface of NaTiNTs/NaTiNRs. Evidence that Cu ²⁺ species form complexes between titanate layers are correlated with Na ⁺ comes from the EPR data.
Objavljeno v		UMEK, Polona, PREGELJ, Matej, GLOTER, Alexandre, CEVC, Pavel, JAGLIČIĆ, Zvonko, ČEH, Miran, PIRNAT, Urša, ARČON, Denis.
		The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces, 2008, vol. 112, iss. 39, str. 15311-15319, ilustr., doi: 10.1021/jp805005k. IF (2008): 3.396
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		21989927
3. Naslov	SLO	Načrtovanje morfologije nanostrukturnega TiO ₂ za uporabo v visoko zmogljivih Li-ionskih baterijah
	ANG	Tailoring nanostructured TiO ₂ for high power Li-ion batteries
Opis	SLO	V tem članku smo pokazali da lahko zmogljivost baterije na osnovi TiO ₂ v anatanski obliki izboljšamo z majhnimi dodatki (nekaj ut. %) pazljivo izbranih oksidov, kot sta RuO ₂ in TiO ₂ . Dodani SiO ₂ med termično obdelavo protoniranih titanatnih nanocevk omogoči ohranitev morfologije medtem, ko RuO ₂ poveča elektronsko prevodnost novega nanomateriala. Če smo oba oksida dodali istočasno se je zmogljivost elektrode na osnovi TiO ₂ bistveno izboljšala v primerjavi s tisto iz komercialnega TiO ₂ .
	ANG	It is shown that the rate performance of anatase TiO ₂ can be significantly improved by addition of a small amount (fewpercent) of carefully selected oxides such as silica or RuO ₂ . Specifically, silica serves primarily as a suppressant of particle growth during heating of anatase precursor—in our case titania nanotubes. The addition of RuO ₂ is supposed to enhance the electronic conductivity. The beneficial impact of the combined use of silica and RuO ₂ in the preparation of anatase-based electrodes is also demonstrated on a commercially available sample of anatase.
Objavljeno v		ERJAVEC, Boštjan, DOMINKO, Robert, UMEK, Polona, ŠTURM, Sašo, PINTAR, Albin, GABERŠČEK, Miran.
		J. Power Sources. 2009, issue 1, vol. 189, str. 869-874, doi: 10.1016/j.jpowsour.2008.07.030 IF (2008): 3.792
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		4071706
4. Naslov	SLO	Karakterizacija elektronske strukture nanocevk na osnovi TiO ₂ z EELS spektroskopijo
	ANG	Electronic structures of titania-based nanotubes investigated by EELS spectroscopy.
Opis	SLO	EELS študija na O K in Ti L _{2,3} vrhovih na vzorcih anataza, rutila in NaTiNC je pokazala da je v NaTiNC Ti v Ti ⁴⁺ . Za Ti atome v stanju 4+ je značilna oktahedralna simetrija, kljub temu pa elektronska struktura NaTiNC ne ustreza elektronski strukturi anataza ali rutila. V primeru NaTiNC je cepitev

		kristalnega polja primerljiva z anatazno obliko TiO ₂ vendar je zasednost 3d orbital bližja rutilni obliki. Karakteristični Ti L _{2,3} vrhovi kažejo, da je oktaedrična povezanost v NaTiNC drugačna kot v primeru TiO ₂ .
	ANG	An EELS study of the O-K and Ti L _{2,3} edges for anatase-, rutile-, and titanate nanotubes (NaTiNTs) showed that however the electronic structure does not correspond to that of either of the titania precursors. Crystal-field splitting is comparable with anatase but the 3d occupation number is closer to that of rutile. In addition, Ti L _{2,3} spectroscopic NaTiNTs are composed of Ti ⁴⁺ ions in an octahedral symmetry with the oxygen ligands, signatures indicate that the octahedron connectivity of the tubes is different to that of the reference titania.
	Objavljeno v	GLOTTER, Alexandre, EWELS, Christopher Paul, UMEK, Polona, ARČON, Denis, COLLIEX, Christian. Phys. Rev., B, Condens. matter mater. phys., 2009, vol. 80, no. 3, str. 035413-1-035413-6. IF (2008): 3.475
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	22770471
5.	Naslov	SLO Sinteza in katodoluminescenca nedopiranih in z ioni Cr ³⁺ dopiranimi natrij-titanatnimi nanocevkami in nanopasovi ANG Synthesis and cathodoluminescence of undoped and Cr ³⁺ -doped sodium titanate nanotubes and nanoribbons
	Opis	SLO Namen raziskav je bila določitev položaja Cr ³⁺ v natrij-titanatnih nanopasovih in nanocevkah, ki smo jih sintetizirali iz TiO ₂ dopiranega s Cr ³⁺ v raztopini NaOH. Sintetizirane nanomateriale smo karakterizirali s HAADF-STEM in meritvami katodoluminescenca (CL). S CL meritvami na dopiranih in nedopiranih titanatnih nanostrukturah smo dokazali da ioni Cr ³⁺ deloma zasedejo mesta Ti ⁴⁺ , medtem, ko se večji del ionov Cr ³⁺ nahaja med titanatnimi plastmi. Substitucijo Ti ⁴⁺ s Cr ³⁺ v titanatni matriki se je pokazala kot karakteristična intraionska emisijska črta pri 1.791 eV. ANG The purpose of the conducted research was to determine the position of Cr ³⁺ ions in sodium-titanate nanoribbons and nanotubes, which were synthesized from TiO ₂ doped Cr ³⁺ in NaOH solution under hydrothermal conditions. Synthesized nanomaterials were characterized by HAADF-STEM and cathodoluminescence (CL) measurements. With CL measurements we proved that Cr ³⁺ partially substituted Ti ⁴⁺ in TiO ₆ octahedra. Substitution of Cr ³⁺ was revealed by the characteristic intraionic emission line at 1.791 eV.
	Objavljeno v	DÍAZ-GUERRA, Carlos, UMEK, Polona, GLOTTER, Alexandre, PIQUERAS, Javier The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces, 2010, vol. 114, no. 18, str. 8192-8198. IF (2008): 4.224
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	23591975

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat	
1.	Naslov	SLO SLONANO 2010 ANG SLONANO 2010
	Opis	SLO 9. konferenca kemikov, fizikov in ostalih raziskovalcev na področju nanotehnologij »SLONANO 2010« se je osredotočila na nanosenzorje, na nanomateriale za napredne senzorje, površinske raziskave na nanometrski skali ter na nove pristope k sintezi nanodelcev. Namen konference je bil prikazati dosežke slovenskih raziskovalcev iz raziskovalnih inštitucij in industrije na razvijajočih se področjih uporabe nanotehnologij s poudarkom na že omenjenih temah.

			National Institute of Chemistry was a host institution for traditional meeting SLONANO 2010: it was organised for researchers that are working on the field of chemistry, physics and other fields in research and industry. This year conference was specially devoted to the field of »Nanosensors and nanomaterials for Advanced Sensors", "Surface Nanoscience" and "New approaches to«. Organizers of the conference invited several top level world researchers from the devoted fields and this was a motivation for mainly younger colleagues to present their works from different fields of nanotechnology.
	Šifra	B.01	Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v	MIHAILOVIĆ, Dragan (ur.), HOČEVAR, Samo B. (ur.), ARČON, Denis (ur.), KUNEJ, Špela (ur.), UMEK, Polona (ur.), KNAVS, Martina (ur.). Book of abstracts : SLONANO 2010, 20-22 October 2010, Ljubljana, Slovenia. Ljubljana: National Institute of Chemistry, 2010. 108 str., ilustr.	
	Tipologija	2.30 Zbornik strokovnih ali nerecenziranih znanstvenih prispevkov na konferenci	
	COBISS.SI-ID	24089383	
2.	Naslov	SLO	Natrij-titanatne nanocevke in nanopasovi dopirani z ioni Cu ²⁺ : mikroskopska študija in karakterizacija magnetnih lastnosti
		ANG	Sodium titanate nanotubes and nanoribbons doped with Cu ²⁺ ions: microscopy and magnetic properties characterization
	Opis	SLO	Natrij-titanatne nanocevke (NaTiNC) in nanopasove (NaTiNP) dopirane z ioni Cu ²⁺ smo sintetizirali po dveh različnih metodah. Pri in situ metodi smo NaTiNC sintetizirali iz TiO ₂ s 3 % vsebnostjo ionov Cu ²⁺ , medtem ko smo pri ex situ metodi že sintetizirane NaTiNC in NaTiNP dispergirali v vodni raztopini soli Cu ²⁺ . S korelacijo HAADF, EELS in EPR tehnik smo ugotovili, da v vzorcih dopiranih po ex situ metodi zrastejo na površini NaTiNC in NaTiNP nanodelci CuO velikosti med 5-40 nm. EPR meritve za vse vzorce kažejo, da so ioni Cu ²⁺ , interkalirani med titanatne plasti, koordinirani z ioni Na ⁺ .
		ANG	Sodium titanate nanotubes (NaTiNTs) and nanoribbons (NaTiNRs) were doped with Cu ²⁺ ions by two different approaches. In situ doped NaTiNTs were synthesized from TiO ₂ that contained 3 wt. % of Cu ²⁺ . For ex situ doping were already synthesized NaTiNTs and NaTiNRs dispersed into the solution of Cu ²⁺ salt. Correlation of HAADF, EELS and EPR techniques for ex situ doped samples revealed that on the titanate surface grow 5-40 nm sized CuO nanoparticles. EPR results for both type of samples showed that Cu ²⁺ ions that are intercalated between titanate layers coordinated with Na ⁺ ions.
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	zborniku referatov Slovenski kemijski dnevi 2008, Maribor, 25. in 26. september 2008, str. 8 (GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.)).	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
	COBISS.SI-ID	22024999	
3.	Naslov	SLO	Vpliv hidrotermalnih pogojev na morfologijo in dimenzije natrij titanatnih in MnO ₂ nanostruktur
		ANG	The influence of hydrothermal-reaction parameters on the morphology and dimensions of MnO ₂ and sodium titanate nanostructures
	Opis	SLO	Predavanje za dodiplomske študente kemije na Université Mons-Hainaut; predstavljena je bila hidrotermalna tehnika za sintezo nanostruktur, njene prednosti in slabosti vse skupaj je bilo ponazorjeno s primerom sinteze titanatnih in MnO ₂ nanostruktur pod hidrotermalnimi pogoji..
		ANG	The lecture was prepared for undergraduate students of chemistry at Université Mons-Hainaut. where I presented hydrothermal technique as one of the technique used for the synthesis of nanomaterials. The influence of different reaction parameters like temperature, reaction time, and concentration on the morphology and dimensions of MnO ₂ and sodium titanate nanostructures was discussed.
	Šifra	B.04	Vabljen predavanje
	Objavljeno v	invited talk. Mons: Université Mons-Hainaut, 13 Mar. 2009. [COBISS.SI-ID 22495527] http://www.graduatecollegescience.eu/detail.php?	

			\$lang=fr&id=actu_28&PHPSESSID=4e6f104e8835fa028263f6116e8a8fbf
	Tipologija	2.05	Drugo učno gradivo
	COBISS.SI-ID	22495527	
4.	Naslov	SLO	Časovno odvisno obnašanje polimernih nanokompozitov z 1D titanatnimi nanostrukturami
		ANG	Time-dependent behavior of polymer nanocomposites with 1D titanate nanostructures
	Opis	SLO	Nanokompoziti med različnimi polianalini (PA) in z različno vsebnostjo natrij-titanatnih nanocevk in nanopasov (1-5 ut. %) so bili pripravljene z laboratorijskim ekstrudorjem. Pripravljene kompozite smo karakterizirali z EPR meritvami.
		ANG	Nanocomposites from different polyanalines and with different wt. % of sodium titanate nanotubes and nanoribbons (1-5 wt. %) were prepared extrusion process. Prepared nanocomposites were characterized with EPR.
	Šifra	B.04	Vabljen predavanje
	Objavljeno v	EMRI, Igor, FLORJANČIČ, Urška, ZUPANČIČ, Barbara, HUSKIČ, Miroslav, UMEK, Polona, ARČON, Denis. A presentation given at the »3. meždunarodna naučno-tehniška konferenca "Aerokosmiške tehnologije", 19-20 maja 2009, Moskva-Reutov. Moskva, Reutov, 2009.	
	Tipologija	1.07	Objavljeni strokovni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)
COBISS.SI-ID	11207195		
5.	Naslov	SLO	Zoisovo priznanje za leto 2008 s področja fizike
		ANG	Žiga Zois award for 2008 in the field of physics
	Opis	SLO	Fulereni so se v preteklih 25 letih pojavili kot tehnološko zanimiv material zaradi njihovih posebnih elektronskih, magnetnih in triboloških lastnosti. Na Institutu "Jožef Stefan" se z raziskavami fulerenov ukvarjamo od leta 1993 in smo pri tem dosegli vrsto vrhunskih raziskovalnih dosežkov med drugim tri objave v reviji Science. Za vse te dosežke je izredni prof. dr. Denis Arčon s področja raziskav fulerenov z elektronsko spinsko (EPR) in jedrsko magnetno resonanco (NMR), v letu 2008, prejel Zoisovo priznanje.
		ANG	Fullerenes in the past 25 years attracted a lot of attention due to their technologically interesting electronic, magnetic, and tribological properties. At the Jožef Stefan Institute, the research of fullerenes has been active since 1993 and within this time framework we have achieved many important scientific findings that are reported in more than 100 scientific journals, among which are several articles published in Science. For these achievements in the research of C60 with electron spin resonance was an assistant professor dr. Arčon in 2008 awarded with National award "Zoisovo priznanje"
	Šifra	E.01	Domače nagrade
	Objavljeno v	TAKABAYASHI, Yasuhiro, JEGLIČ, Peter, ARČON, Denis. The disorder-free non-BCS superconductor Cs[sub]3C[sub](60) emerges from an antiferromagnetic insulator parent state. Science (Wash. D.C.), 2009, vol. 323, no. 5921, str. 1585-1590. JCR IF (2007): 26.372	
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	22509351		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

V okviru dobljenih rezultatov projekta smo objavili 6 znanstvenih člankov v revijah z IF večjim od 3. Poleg tega imamo v pripravi še vsaj 4 članke (dopiranje z Ag nanodelci, Co²⁺, Mn²⁺ in rezultati študija adsorpcije NO₂(g) na dopirane titanatne nanostrukture).

Iz vidika novih sodelovanj in vključitve v mednarodne projekte, ki so pomembni za naše nadaljnje raziskave, smo na podlagi tega projekta navezali naslednje stike oziroma sodelovanja:

- sodelovanje v COST projektu »Designing novel materials for nanodevices: From Theory to Practice (NanoTP)« (MP 0901), ki se je pričel jeseni 2009. Pri projektu sodelujemo s sintezo in karakterizacijo dopiranih titanatnih nanostruktur z možnimi aplikacijami v senzorjih.

- prav tako smo v okviru COST projekta pričeli sodelovati z skupino iz Padove na problematiki funkcionalizacije TiO₂ nanocevk in nanopasov s polioksometalni pri raziskavah oksidacije vode (pridobivanje energije na alternativne načine). V okviru tega sodelovanja smo se z več skupinami iz Evrope prijaviли za »Marie Curie Training Network«.
- za XPS in EXAFS meritve smo navezali stike s skupino iz Belgije (Univesité di Mons-Hinault)
- za meritve katodoluminescence smo navezali stike iz skupino iz Španije (Universidad Complutense de Madrid).

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

9.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Po objavi T. Kasuge o sintezi natrij-titanatnih nanocevk v reviji Advanced Materials leta 1999 so pričele potekati intenzivne raziskave titanatnih nanomaterialov. Do sedaj so se titanatni nanomateriali pokazali kot perspektivni za hranjenje energije v obliki Li ionskih baterij, pri fotokemijskem razpadu nekaterih organskih spojin in pri katalitskih pretvorbah nekaterih toplogrednih plinov.

V nekatere od teh raziskav se je uspešno vključila tudi projektna skupina. V okviru projekta smo prišli do naslednjih spoznanj (odkritij), ki so pomembni z vidika nadaljnjega razvoja znanosti s področja novih titanatnih nanomaterialov:

- vrsta iona dopanta vpliva na končno morfologija natrij-titanatnih nanostruktur. Tako v primeru dopiranja z Cu²⁺ nismo uspeli sintetizirati natrij-titanatnih nanopasov dopiranih z Cu²⁺, prisotnost Cr³⁺ pa na primer po drugi strani ni vplivala na morfologijo nastalih struktur pri danih reakcijskih pogojih. Pri dopiranju in situ z Cu²⁺ in Ag⁺ pri 135 °C, to je pri temperaturi pri kateri običajno zrastejo nanocevke smo v tem primeru zrastle natrij-titanatne nanostrukture sestavljene iz 3-5 plasti, ki so deloma zavite
- prisotnost ionov dopanta (v primeru Cr³⁺ in Mn²⁺) zviša reakcijsko temperaturo pri kateri poteka sinteza natrij-titanatnih nanopasov dopiranih z ioni Cr³⁺ iz 175 na 195 °C
- da pri in situ dopiranju z Co²⁺ na površini natrij-titanatnih nanopasov zrastejo nanodelci dimenzij 5x20 nm v katerih je vsebnost iona dopanta večja kot v nanopasovih
- vsebnosti ionov Na⁺ vpliva na antibakterijske lastnosti titanatnih nanocevk in sicer se z manjšo vsebnostjo ionov Na⁺ antibakterijske lastnosti izboljšajo
- pri in situ dopiranju se del ionov dopantov (Cu²⁺, Cr³⁺, Co²⁺, Mn²⁺) vgradi na mesta Ti⁴⁺ v titanatni matriki. To smo dokazali z različnimi karakterizacijskimi tehnikami (EPR, HAADF-STEM (+EELS), TXM, EXAFS, meritve katodoluminescence)
- prisotnost nekaterih ionov dopantov (Co²⁺) spremeni magnetne lastnosti natrij-titanatnih nanostruktur
- pri dopiranju z ioni Ag⁺ pod hidrotermalnimi v alakalnem se ioni Ag⁺ reducirajo do Ag⁰. Nastali srebровi nanodelci imajo premer pod 5 nm.
- uporaba ESEEM tehnike (electron spin echo envelope modulation): tehniko smo prilagodili za študij koordinacije ionov dopantov v dopiranih titanatnih nanostrukturah (pomembno pri in situ študiji adsorpcije). Za globlje razumevanje rezultatov smo razvili ustrezno programsko opremo.
- na NO₂ adsorpcijo v največji meri vpliva morfologija (večja specifična površina) medtem ko na zmožnost katalize razpada NO₂ pa struktura. Najboljše rezultate so v tem pogledu dali ex situ dopirane strukture natrij-titanatnih nanopasov na katerih površini so zrastle nanodelci CuO, medtem, ko prisotnost različnih ionov dopantov v strukturah z isto morfologijo ni bistveno vplivala na adsorpcijo NO₂.
- obloga iz SiO₂ prepreči razpad protonirane oblike titanatnih nanocevk pri segrevanju nad 400 °C pri čemer se protoniran titanat pretvori v TiO₂ v anatazni obliki. Ohranitev morfologije nato bistveno izboljša izkoristek in delovanje Li-ionske baterije.

ANG

A first publication of T. Kasuge on the synthesis of sodium titanate nanotubes, published in the Advanced Materials in 1999, has sparked an intensive research on titanate nanomaterials. Up

to now, has been shown that these materials are suitable for use in different applications in the field of environment protection, for instance for pollutants removal from waste waters, controlled adsorption of green-house gases and to environment friendlier use of energy by exploitation of lithium ion batteries and also for photochemical decomposition of organic compounds. The project group in some of these studies successfully takes part. In the framework of the project the main results gained in 2008 that are important for further development of science in the research of new titanate nanomaterials:

- influence of dopant ions on the final morphologies of sodium titanate nanostructures (in the case of TiO₂ doped with Cu²⁺ ions, we were unable to synthesize sodium titanate nanotubes)
- that the presence of dopant ions (in the case of Cr³⁺ and Mn²⁺) increased the reaction temperature for the synthesis of sodium titanate nanoribbons doped with Cr³⁺ or Mn²⁺ ions from 175 to 195 °C
- that during in situ doping on the surface of NaTiNTs and NaTiNRs grow nanoparticles (5x20 nm) in which is the transition metal content higher than in the doped titanate NaTiNTs and NaTiNRs
- we adopted ESEEM technique (electron spin echo envelope modulation) for studying the local environment dopant ions in doped titanate nanostructures (important for the in situ study of adsorption)

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Projekt je z vidika razvoja Slovenije pomemben iz več vidikov:

- sinteze novih materialov z izboljšanimi lastnostmi za adsorpcijo, pri katalizi in hranjenju energije kar predstavlja priložnost za razvoj novih izdelkov z visoko dodano vrednostjo (filtri, adsorpcijska sredstva, baterije, materiali z izboljšanimi AB lastnostmi).
- izobraževanja mladih kadrov (mladi raziskovalci in tudi delo preko študentskega servisa študentov višjih letnikov kemije) in pridobivanje novih znanj:
 - mladi raziskovalci, Matej Pregelj in Tone Potočnik (mentor doc. dr. Denis Arčon) in Boštjan Erjavec (mentor dr. Robert Dominko) so/bodo del svojega doktorskega dela naredili na raziskavah titanatnih nanomaterialov.
 - za potrebe projekta smo navezali stike z različnimi skupinami, ki za karakterizacijo materialov uporabljajo tehnike, ki jih pri nas ne (katodoluminescenca, TXM, high resolution HAADF-STEM (+EELS)) s katerimi so se seznanili tudi mladi raziskovalci in so si tako razširili obzorja.
- posrednega prenosa znanja v industrijo: dodiplomski in podiplomski študentje se bodo po končanem usposabljanju zaposlili v industriji, kjer bodo posredno uporabili znanje pridobljeno v okviru projekta. Diplomantka Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Anja Sirk, katere komenorica sem bila pri diplomskem delu, je pred zaključkom študija delala preko študentskega servisa na tematiki sinteze in karakterizacije natrij titanatnih in MnO₂ nanomaterialov. Na podlagi pridobljenih znanj je diplomantka nato takoj po zagovoru diplomskega dela dobila službo v podjetju, ki se ukvarja z izdelavo baterij.

ANG

The project is important for the development of Slovenia in the light of several aspects:

- Synthesis of new materials with improved properties for adsorption, catalysis, energy storage represents an opportunity to develop new products with high added value (filters with high selectivity, adsorption agents, materials with improved AB properties and batteries).
- Education of young researchers and as well of chemistry students (summer work) who in this way gain the necessary practical skills and new knowledge
 - for young researchers Matej Pregelj, Tone Potočnik (mentor. prof. dr. Denis Arcon) and Boštjan Erjavec (mentor dr. Robert Dominko) research work that they do on titanate nanostructures will be included into their doctoral thesis.
 - for characterization of synthesized materials within the project several new collaborations were created (cathodoluminescence measurements, TXM, high resolution HAADF-STEM (+EELS)) with which also young researcher came in touch and in this way they spread their horizons.
- Indirect transfer of gained knowledge into the industry: undergraduate and graduate students

will be recruited after the finishing their studies (graduate and ph. d. studies) by the industry, where will indirectly use the knowledge obtained within the project. Anja Sirk who graduated in 2010, and worked in the synthesis and characterization of titanate and MnO₂ nanostructures was on the base of this knowledge employed by the company which produces batteries.

10. Samo za aplikativne projekte!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri aplikativnem 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	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

11. Samo za aplikativne projekte!

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 type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki [12](#)

1.	Sofinancer		
	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			
2.	Sofinancer		
	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			

3.	Sofinancer		
	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			

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 6., 7. in 8. 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
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

Polona Umek	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

13.4.2011

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/81

¹ Zaradi spremembe klasifikacije družbeno ekonomskih ciljev je potrebno v poročilu opredeliti družbeno ekonomski cilj po novi klasifikaciji. [Nazaj](#)

² Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti 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 (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, 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](#)

⁷ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), 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](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (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/prepišite 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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2011-1 v1.01

96-77-51-C7-7A-D7-E2-1C-82-9F-79-6D-24-5D-BD-89-79-16-62-7D