

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/5

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	Z1-9744
<b>Naslov projekta</b>	Nanoporozni z železom funkcionalizirani silikati
<b>Vodja projekta</b>	15790 Alenka Ristić
<b>Tip projekta</b>	Zt Podoktorski projekt - temeljni
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	3.400
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje projekta</b>	04.2009 - 12.2009
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	104 Kemijski inštitut
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

#### 2. Sofinancerji<sup>1</sup>

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

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

V drugem letu podoktorskega projekta sem podrobneje strukturno okarakterizirala mikroporozne železove silikate pripravljene s klasično hidrotermalno in mikrovalovno kristalizacijo. Določili smo lokalno strukturo železovih mest z UV-Vis, Mossbauerjevo in XAS spektroskopijami. Ugotovili smo, da se železovi(III) kationi vgrajujejo na tetraedrična mesta v ogrodju, prisotni so tudi izvenogrodni železovi(III) kationi kakor tudi  $Fe_x^{3+}O_y$  skupki v kanalih in  $Fe_2O_3$  oblike na površini nanokristalov. Po kalcinaciji se vsebnost ogrodnih  $Fe^{3+}$  kationov zniža, vsebnost  $Fe^{3+}$  izvenogrodnih se poveča.

Kar je pogoj, da je material uporaben kot redoks katalizator, namreč, dekompozicija  $N_2O$  poteka na izvenogradnih  $Fe^{3+}$  kationih. Tudi z Mossbauerjevo spektroskopijo smo določili redoks lastnosti železovih silikatov. Izvedli smo katalitske teste teh materialov pri dekompoziciji  $N_2O$ . Katalitski testi so pokazali, da je 300 nm FeS-1 katalitsko aktivnejši od 500 nm FeS-1 z enako vsebnostjo železovih kationov. FeS-1 in FeBeta sta redoks katalizatorja, kar dokazujejo rezultati dekompozicije  $N_2O$ . Pri tej reakciji je FeBeta v primerjavi s FeS-1 boljši katalizator.

Pripravili smo nov mezoporozni železov silikat z značilno poroznostjo med nanodelci in ga poimenovali KIL (Kemijski inštitut Ljubljana). To je nosilec katalitskih komponent, ki s poroznostjo med delci omogoča reaktantom lažji dostop do katalitskih mest ter večjo difuzijo reaktantov, ki sodelujejo v kemijskih reakcijah. Z optimizacijo sinteznih pogojev sem ugotovila, da ima ta material bimodalno razporeditev mesopor v območju od 3 do 26 nm po dveh dnevih solvotermalne dvostopenjske sinteze. Velikost nanodelcev je odvisna od temperature prve stopnje sinteze, medtem ko je velikost mesopor odvisna od solvotermalnega postopka v drugi stopnji. Novi material smo okarakterizirali z XRD, SEM, TEM, EDAX, TG in dušikovimi izotermami. Določili smo tudi lokalno strukturo železovih mest z UV-Vis in Mossbauerjevo spektroskopijami. XAS meritve bodo opravljene letos spomladi.

#### 4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

Zastavljeni cilji za drugo leto podoktorskega projekta so bili izvedeni v celoti. Z natančnejšo strukturno karakterizacijo sem določila stabilnost mikroporoznih železovih silikatov in lokalno strukturo železovih(III) kationov z različnimi spektroskopskimi metodami. Mikroporozni železovi silikati so redoks katalizatorji, kar smo dokazali z reakcijo dekompozicije  $N_2O$ .

V pripravi je članek o mikrovalovni sintezi in strukturni karakterizaciji nanodelcev FeS-1.

Pripravila sem nov mezoporozni železov silikat z nanometrskimi delci in poroznostjo med delci s solvotermalno sintezo na podlagi mojega članka o MnKIL-1. Optimizirala sem sintezne pogoje. Strukturno karakterizacijo novega železovega mezoporoznega silikata sem določila z dušikovimi izotermami in presevoelektronsko spektroskopijo, termično in elementno analizo ter spektroskopskimi metodami, kot sta UV-Vis, in Mossbauerjeva. Določili bomo še redoks lastnosti tega materiala s katalitskim testom dekompozicije  $N_2O$  ter naredili XAS analizo. V pripravi je tudi članek o tem materialu.

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta<sup>4</sup>

--

#### 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	SLO RISTIČ, A, NOVAK T. N, CECOWSKI, S, MAZAJ, M, KAUCIČ, V. Dvostopenjska sinteza in karakterizacija novega neurejenega mezoporoznega Mnsilikata MnKIL-1.
		ANG RISTIČ, A., NOVAK T, N, CECOWSKI, S, MAZAJ, M, KAUCIČ, V. Two-step synthesis and characterization of a new disordered mesoporous Mnsilicate MnKIL-1.
		Nov mezoporozni manganov silikat MnKIL-1 smo pripravili z dvostopenjsko

	Opis	SLO	sintezo. Solvotermalna obdelava v etanolu v drugi sintezni stopnji je povzročila nastanek neurejene mezoporozne silikatne strukture s porami velikosti 16 nm. Poroznost novega materiala smo preiskovali z uporabo praškovne rentgenske difrakcije (XRD), presevno elektronsko mikroskopijo (TEM) in dušikovo sorpcijo. Rezultati difuzijske refleksijske UV-Vis spektroskopije kažejo, da so Mn <sup>2+</sup> kationi oktaedrično, Mn <sup>3+</sup> kationi pa tetraedrično koordinirani v mezoporozni silikatni strukturi.
		ANG	New mesoporous manganese silicate MnKIL-1 was prepared by two-step synthesis. Solvothermal treatment in ethanol in the second step of the synthesis gave rise of a disordered mesoporous silicate structure with the pore openings of 16 nm. The porosity of the new material was investigated by powder X-ray diffraction (XRD), transmission electron microscopy (TEM) and nitrogen sorption. UV-Vis spectroscopy results suggested that the Mn <sup>2+</sup> and Mn <sup>3+</sup> cations were coordinated in the mesoporous silicate structure in the octahedral and tetrahedral environments, respectively.
	Objavljeno v	Acta chim. slov. 2009, vol. 56, no. 3, str. 740-743.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	4271130	
2.	Naslov	SLO	RISTIČ, A, Novak T, N, CECOWSKI, S, MAZAJ, M, KAUČIČ, V. Strukturna karakterizacija novega mezostrukturnega manganovega silikata MnKIL-1.
		ANG	RISTIČ, A, NOVAK T, N, CECOWSKI, S, MAZAJ, M, KAUČIČ, V. Structural characterization of a new mesostructured manganese silicate MnKIL-1.
	Opis	SLO	Novi mezostrukturni manganov silikat z imenom MnKIL-1 je bil sintetiziran z uporabo poceni in okolju prijazno dvostopenjsko metodo. Solvotermalni postopek v etanolu pri drugi stopnji sinteze je povzročil nastanek neurejene silikatne strukture s porami od 5 do 25 nm. Velika specifična površina, velike pore in mangan vgrajen v ogrodje ter manganovi oksidi na površini por, kažejo, da je ta material odličen kandidat za katalizo in za shranjevanje energije.
		ANG	New mesostructured manganese silicate named MnKIL-1 was synthesised using a cost-effective and environmental friendly two-step preparation method. Solvothermal treatment in ethanol in the second step of the synthesis gave rise of a wormhole silicate structure with the pore openings from 5 to 25 nm. The high surface area, large pore openings and manganese, placed in the framework, with manganese oxides located in pores, make this new material MnKIL-1 as an excellent candidate for catalysis and energy storage.
	Objavljeno v	V: BRONIČ, Josip (ur.), NOVAK TUŠAR, Nataša (ur.). Proceedings of the 2nd Slovenian-Croatian symposium on zeolites : October 1-2, 2009, Ljubljana, Slovenia. Zagreb: Croatian zeolite association (CROZA), 2009, str. 39-42.	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
	COBISS.SI-ID	4287002	
3.	Naslov	SLO	Z LOGAR,N, NOVAK T,N, RISTIČ,A, MALI,G, MAZAJ,M, KAUČIČ,V. Funkcionalizacija in strukturna karakterizacija poroznih silikatov in aluminofosfatov.
		ANG	Z LOGAR,N, NOVAK T,N, RISTIČ,A, MALI,G, MAZAJ,M, KAUČIČ,V. Functionalisation and structure characterisation of porous silicates and aluminophosphates.
	Opis	SLO	To poglavje zajema nedavne dosežke o pripravi in strukturni karakterizaciji s prehodnimi kovinami modifikiranimi nanoporoznimi silikatnimi in fosfatnimi ogrodnimi materiali, ki se uporabljajo v katalizi. Primeri uspešne priprave in funkcionalizacije novih nanoporoznih materialov z uporabo hidrotermalne klasične in mikrovalovne sinteze so manganovi, železovi ali titanovi mikroporozni in mezoporozni silikati in aluminofosfati, mikroporozni/mezoporozni silikatni kompoziti z nanozeolitnimi delci kakor tudi mezoporozni aluminofosfatni tanki filmi.
			This chapter encompasses some recent achievements in preparation and structure characterisation of transition metal modified nanoporous silica- and phosphate-based framework materials for catalytic applications. Examples of

		ANG	successful preparation and functionalisation of new nanoporous solids using hydrothermal conventional and microwave procedures are Mn-, Fe- or Ti-containing microporous and mesoporous silicates and aluminophosphates, microporous/mesoporous silicate composites with nanosized zeolitic particles as well as mesoporous aluminophosphate thin films.
	Objavljeno v		V: VALTCHEV, Valentin (ur.). Ordered porous solids : recent advances and prospects. 1st ed. Amsterdam [etc.]: Elsevier, 2009, str. 101-126.
	Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
	COBISS.SI-ID		4005914
4.	Naslov	SLO	MILOJEVIĆ,M,DONDUR,V,DAMJANOVIĆ,L,RAKIĆ,V,RAJIĆ,N,RISTIĆ,A, Aktivnost železovih zeolitnih materialov v katalitski oksidaciji v vodnih raztopinah
		ANG	MILOJEVIĆ,M,DONDUR,V,DAMJANOVIĆ,L,RAKIĆ,V,RAJIĆ,N,RISTIĆ,A,Activity of iron-cont. zeolitic materials for the catalytic oxidation in aq. solutions.
	Opis	SLO	V tem delu so opisani testi heterogenih katalizatorjev, kot so FeAPOs, FeBEA, FeY in FeZSM-5, pri dekompoziciji H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> in oksidaciji kationskega metilmodrega barvila s H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> v vodnih raztopinah. Pokazalo se je, da sta pri teh oksidacijskih reakcijah katalitsko aktivna tako ogrodno železo kakor tudi izvenogrodno železo v katalizatorju.
		ANG	A series of iron-containing zeolitic materials (FeAPOs, FeBEA, FeY and FeZSM-5) has been tested as heterogeneous catalysts for decomposition of H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> and for oxidation of the cationic dye Methylene Blue with H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> in aqueous solutions. It has been shown that both tetrahedral, framework Fe, and octahedral, extra-framework Fe species incorporated into zeolite structure are catalytically active in wet oxidation reactions.
	Objavljeno v		Mater. sci. forum, 2007, vol. 555, str. 213-218,
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		3693338	
5.	Naslov	SLO	Novak T.N.,Ristić,A,Cecowski,S,Arčon,I,Lazar,K,Amenitsch,H,Kaučič,V. Lokalno okolje izoliranega železa v mezoporožnem silikatnem katalizatorju FeTUD-1
		ANG	Novak T.N.,Ristić,A,Cecowski,S,Arčon,I,Lazar,K,Amenitsch,H,Kaučič,V. Local environment of isolated iron in mesoporous silicate catalyst FeTUD-1.
	Opis	SLO	Sintetizirali smo mezoporožni železov silikatni katalizator FeTUD-1, ki vsebuje le izolirano železo. Lokalno okolje železa smo raziskovali z X-ray absorpcijsko in Mossb. spektroskopijo. XANES analiza je pokazala, da je v sintetiziranem in kalciniranem vzorcu prisoten Fe <sup>3+</sup> . EXAFS analiza je pokazala, da je Fe <sup>3+</sup> v sint. vz. koordiniran s 4 sosedovimi O na razdalji 1.87 Å, v kalc. vz. 1 O na razdalji 1.87 Å in 5 O na razdalji 2.0 Å. Möss. spektroskopija je dokazala prisotnost Fe <sup>3+</sup> v kalciniranem vzorcu ter določila 2 oktaedrični koordinaciji Fe <sup>3+</sup> , kar je značilno le za mezoporožne materiale.
		ANG	Mesoporous silicate catalyst FeTUD-1 containing only isolated iron was synthesized. Local environment of iron was investigated by XAS and Mössbauer spectroscopies. XANES show that iron in the as-synthesized and template-free FeTUD-1 is present in the form of Fe <sup>3+</sup> . EXAFS reveal that Fe <sup>3+</sup> in the as-syn. sample is coordinated to 4 O at the distance of 1.87Å and in template-free sample to 1 O at 1.86Å and 5 O at 2.0Å distances. Möss. spectroscopy proves the presence of Fe <sup>3+</sup> in template-free sample. Moreover, it determines Fe <sup>3+</sup> in two types of distorted octahedral coordinations.
	Objavljeno v		Microporous and mesoporous materials, 2007, vol. 104, no.1/3, str. 289-295.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		3752986	

## 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Slovensko-Hrvaški simpozij o zeolitih, 1.-2.oktober 2009, Ljubljana
		ANG	Slovenan-Croatian symposium on zeolites, October 1-2, 2009, Ljubljana, Slovenia. 2009

Opis	SLO	Teme simpozija: naravni zeoliti, sintetični zeoliti in zeoltom podobni materiali, sinteza, modifikacija, karakterizacija in uporaba
	ANG	Symposium theme Natural zeolites, synthetic zeolites and zeolite-like materials: synthesis, modifications, characterization and applications
Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
Objavljeno v	COBISS	
Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	
COBISS.SI-ID	4285722	
2. Naslov	SLO	MEHLE, Leonida. Mikrovalovna sinteza železovega silikalita-1 : diplomsko delo. Ljubljana: [L. Mehle], 2009. 50 f., ilustr.
	ANG	Mehle Leonida: Microwave synthesis of iron silicalite-1:diploma. Ljubljana:[L. Mehle], 2009. 50 f., ilustr.
Opis	SLO	FeS-1 je okolju prijazen katalizator za razgradnjo didušikovih oksidov. Nanodelci FeS-1 so bili pripravljene z enostopenjsko in dvostopenjsko mikrovalovno sintezo. Optimizacija sinteze je pokazala, da staranje reakcijskih mešanec pred sintezo vpliva na vsebnost železovih kationov. Manjši nanodelci nastajajo pri dvostopenjski sintezi. UV-Vis analiza potrjuje vgradnjo železovih(III) kationov v silikalitno ogrodje.
	ANG	FeS-1 is an environmentally friendly catalyst for decomposition of N <sub>2</sub> O. Nanoparticles of FeS-1 were prepared by one and two step microwave synthesis. Optimization of synthesis showed that ageing of reaction mixtures influenced the content of iron cations in the products. Smaller nanoparticles were crystallized after two step microwave synthesis. Results of UV-Vis spectroscopy showed that iron(III) cations were incorporated in silicalite framework.
Šifra	D.10 Pedagoško delo	
Objavljeno v	COBISS; Komentor pri diplomskem delu	
Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo	
COBISS.SI-ID	30572805	
3. Naslov	SLO	LIPOVŠEK, Alja. Sinteza mikroporoznega vanadijevega silikalita : diplomsko delo. Ljubljana: [A. Lipovšek], 2007. 69 f.
	ANG	LIPOVŠEK, Alja. Synthesis of microporous vanadium silicalite: diploma. Ljubljana: [A. Lipovšek], 2007. 69 f.
Opis	SLO	Mikroporozni vanadijev silikalit-1 (VS-1) je bil pripravljen na različne načine hidrotermalne sinteze: s klasično hidrotermalno kristalizacijo v fluoridnem in alkalnem mediju, eno- in dvostopenjsko mikrovalovno kristalizacijo ter s kombinacijo mikrovalovne in klasične kristalizacije. Oblika in velikost delcev produktov sta odvisni od molskih razmerij in izbire reakcijskih komponent, kristalizacijskih pogojev in vrste hidrotermalne sinteze.
	ANG	Microporous vanadium silicalite-1 was prepared by using different routes of hydrothermal synthesis: a conventional synthesis in fluoride and alkaline media, a one-stage and two-stage microwave heating, and a combination of microwave and conventional synthesis. The size and morphology of particles strongly depended on molar compositions, crystallization conditions and on different routes of hydrothermal synthesis.
Šifra	D.10 Pedagoško delo	
Objavljeno v	Cobiss, delovni mentor	
Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo	
COBISS.SI-ID	28636421	
4. Naslov	SLO	
	ANG	
Opis	SLO	
	ANG	
Šifra		
Objavljeno v		

	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	
5.	Naslov	SLO
		ANG
	Opis	SLO
		ANG
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	

## 8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

Povzetek prispevka z naslovom Iron in isomorphously substituted iron silicates: Comparison of Fe-Beta and Fe-silicalite-1 z avtorji A. Ristic, K. Lazar, D. Maucec, R. Gabrovsek, H. Solt, F. Lonyi, V. Kaucic bo predstavljen na mednarodni konferenci 16th International Zeolite Conference (16th IZC) joint with the 7th International Mesostructured Materials Symposium (7th IMMS) v Sorentu v Italiji julija 2010.

Udeležila sem se 2nd Workshop and Experts meeting of the Task 42 /Annex 24 ("4224") "Compact Thermal Energy Storage – Material Development and System Integration", which is a joint activity of the "Solar Heating and Cooling and the "Energy Conservation through Energy Storage" Implementing Agreement of the IEA v Lleidi od 20.-23.9.2009, kjer sem predstavila novi mezoporozni kovinski silikatni material za shranjevanje toplote.

Bilateralni mednarodni projekt Slovenija-Madžarska :BI-HU/07-08-004 podaljšan do 31.12. 2009. Karakterizacija z železom modificiranih nanoporoznih silikatov  
Glavni cilj predlaganega projekta je bila sinteza in karakterizacija z železom modificiranih nanoporoznih silikatov, ki se uporabljajo kot redox katalizatorji v oksidacijskih reakcijah. Sintezne pogoje smo optimizirali za pripravo zelenih nanostruktur, ki smo jih okarakterizirali z XRD. EDX, TGA, SEM, TEM in spektroskopskimi tehnikami, kot sta NMR in XAS. Redoks lastnosti nanoporoznih železosilikatov smo študirali z in situ Mossbauerjevo spektroskopijo.

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Razvoj nanoporoznih silikatov z veliko specifično površino je trenutno področje obširnega raziskovanja predvsem z namenom njihove uporabnosti na področjih, kot so adsorpcija, kataliza, senzorska tehnologija in shranjevanje plinov. Na primer, zeoliti se najbolj uporabljajo kot katalizatorji v industriji. To so kristalinični mikroporozni aluminosilikati, ki so postali ekstremno uspešni katalizatorji pri predelavi nafte, v petrokemiji in organski sintezi specialnih kemikalij. Razvoj sintez novih katalitsko aktivnih materialov bo omogočil natančnejše načrtovanje sinteznih postopkov za pripravo fazno čistih produktov s točno določenimi fizikalnimi in kemijskimi lastnostmi. Hkraten razvoj karakterizacijskih metod za določitev ogrodnih struktur ter narave in porazdelitve katalitsko aktivnih mest sintetiziranega materiala bo uporaben tudi za druga področja raziskav anorganskih in drugih novejših materialov s kompleksnejšimi strukturami.

ANG

The development of nanoporous silicates with large specific surface areas is currently a field of extensive research, particularly with regard to potential applications in areas such as adsorption, catalysis, sensor technology, and gas storage. For instance, zeolites are the most widely used catalysts in industry (oil refining, petrochemistry, and organic synthesis in production of fine and specialty chemicals). The development of synthesis and preparation of new catalytically active materials will enable more precisely-directed synthetic routes for the preparation of pure phases of materials with specific and targeted physical and chemical properties. Simultaneous development of characterisation methods for the determination of framework structures and the nature and

distribution of framework or extra-framework active sites will help in understanding of the processes and mechanisms of some other new materials with more complex structures.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Ekološki in ekonomski razmisleki so povečali zanimanje za predelavo komercialno pomembnih procesov tako, da bi se izognili uporabi škodljivih spojin in nastanku strupenih odpadkov. V tem pogledu ni dvoma, da imajo novi nanoporozni katalizatorji ključno vlogo pri razvoju okolju neškodljivih procesov v petrokemiji in pri proizvodnji kemikalij, na primer z zamenjavo tekočih kislih katalizatorjev s trdnimi materiali. Posebno mikroporoznim železovim silikatom se posveča veliko pozornosti kot primernim trdnim kislinским in redoks katalizatorjem. Veliko možnih aplikacij je vezanih tudi na zmožnost priprave zelo tankih, 100 do 200 nm, filmov iz zeolitnih nanodelcev: uporaba v elektrokemiji kot 'inteligentne' prevleke elektrod, v elektroniki kot izolatorji med elementi na integriranih vezjih z zelo majhno dielektrično konstanto in v optiki kot optične antene, ki bi z vključevanjem molekul različnih barvil v dobro definiran sistem por lahko pokrivala cel vidni spekter. Znanost o nanomaterialih je v zdajšnjem obdobju v polnem razmahu, čeprav praktični potenciali, ki jih taki materiali ponujajo, še zdaleč niso ustrezno uporabljeni v praksi. Z raziskavami nanoporoznih železovih silikatov se bomo vključili v moderne svetovne trende na področju kemije in se pridružili mednarodni raziskovalni sferi, kjer sta izraza nanoporozni in nanokompoziti vedno bolj pogosta in vključujeta vedno obsežnejše področje znanosti o teh izredno pomembnih materialih. Prispevali bomo nova znanja na področju materialov in produktov, ki se uporabljajo predvsem kot katalizatorji v procesnih industrijah in na področju okoljevarstvene tehnologije z možnostjo praktične uporabe ter na področju shranjevanje vodika in shranjevanje toplote.

ANG

Environmental and economic considerations have raised strong interest to redesign commercially important processes so that the use of harmful substances and the generation of toxic waste could be avoided. In this respect, there is no doubt that new nanoporous catalysts can play a key role in the development of environmentally benign processes in petroleum chemistry and in the production of chemicals, for instance by substitution of liquid acid catalysts by solid materials. Especially microporous iron functionalized silicates have attracted strong attention as such acids, but also as redox catalysts. Several potential applications are based on the preparation of thin films (100-200 nm) from nanozeolites; e.g. as an intelligent design of the surface of electrodes in electrochemistry, low-k dielectric materials in electronics, as optical antennas in optics, and in medical diagnostics by the introduction of contrast and luminescent agents into zeolite nanocrystals for magnetic resonance imaging. In the described project we propose investigations that would allow Slovenian science to participate in the frontiers of the research on preparation of zeolitic materials. Zeolitic materials are not only interesting from the fundamental-science point of view, but are also promising materials for nanotechnology and might enable even to start up some 'high-tech' enterprises in the future. We will contribute also new knowledge of preparation and characterization of inorganic materials that are used as catalysts in the production processes and in environmental chemistry with the possibility of their practical application and as hydrogen storage and heat storage materials.

## 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	
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>



<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	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	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
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="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
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"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
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"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
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"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
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"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>					
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>					

**Komentar**

--

**12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki<sup>11</sup>**

1.	<b>Sofinancer</b>		
	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje</b>		<b>EUR</b>

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

	<b>Komentar</b>		
	<b>Ocena</b>		

### 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:

Alenka Ristić	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

13.4.2010

#### Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/5

<sup>1</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>2</sup> 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](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> 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](#)

<sup>6</sup> 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](#)

<sup>7</sup> 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](#)

<sup>8</sup> 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](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> 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/2010 v1.00a

8E-77-F2-A0-6D-71-08-83-92-C1-4A-33-58-B9-8A-B3-AE-B0-B0-61