

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/89

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z2-1132
Naslov projekta	Izgradnja, ovrednotenje in optimizacija sončnega pilotnega fotokatalitskega reaktorja za razgradnjo obstojnih organskih spojin v odpadnih vodah in za dezinfekcijo pitnih vod
Vodja projekta	23451 Urh Černigoj
Tip projekta	Zt Podoktorski projekt - temeljni
Obseg raziskovalnih ur	3.400
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	02.2008 - 01.2010
Nosilna raziskovalna organizacija	1540 Univerza v Novi Gorici
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

2. Sofinancerji¹

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

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

TiO₂ fotokataliza spada v skupino naprednih oksidacijskih metod (NOM) in je predmet intenzivnega raziskovanja v zadnjih 30 letih. V primerjavi z ostalimi NOM-mi ima TiO₂ fotokataliza nekaj očitnih prednosti (nizka cena in visoka kemijska stabilnost TiO₂, možnost izrabe sončne energije kot vira UV fotonov...), na drugi strani pa njene slabosti

otežujejo prenos tehnologije iz laboratorija na industrijski nivo. Njene najočitnejše slabosti so: i) počasna celokupna mineralizacija organske snovi; ii) problem ločbe suspendiranih TiO_2 delcev od očiščene vode po končanem čiščenju; iii) slabo razvito fotokatalitsko inženirstvo; iv) pomanjkanje standardnih postopkov določevanja fotokatalitskih aktivnosti novopripravljenih materialov. Glede na predstavljene probleme so bili cilji podoktorskega projekta: A) razvoj, izgradnja in preizkušanje pilotne čistilne naprave za čiščenje obstojnih organskih onesnaževal v vodi in za dezinfekcijo pitnih vod; B) Raziskoval sem mehanizem fotokatalitske razgradnje organskih spojin v vodi in preučeval vpliv dodatnih oksidantov (poleg kisika) na povečanje učinkovitosti razgradnje, in sicer sem se osredotočil na iskanje povezav med različnimi lastnostmi prahov TiO_2 in učinkovitostjo fotokatalitske razgradnje pri dodatku ozona ali železovih ionov v proces čiščenja vode. C) Razvijal sem nove, visoko učinkovite tanke plasti titanovega dioksida. V nadaljevanju podrobneje opisujem rezultate, dobljene v posameznih sklopih.

A) V letu 2008 sem postavil pilotni pretočni fotokatalitski cevni reaktor s sestavljenimi paraboličnimi kolektorji UV sevanja glede na specifikacije, podane v Prijavi na projekt, in začel z njegovo optimizacijo. V pilotnem reaktorju sem izvajal razgradnjo fenola, raztopljenega v vodi. Preden sem začel z eksperimenti v pilotnem reaktorju, sem moral v manjšem laboratorijskem fotoreaktorju ovrednotiti različne fotokatalizatorje in pa različne postavitve le-teh v samem reaktorju. Z eksperimenti sem preizkušal fotokatalitsko učinkovitost treh aplikativnih oblik TiO_2 : suspenzije s TiO_2 (PC 500), imobiliziran TiO_2 na steklo (Degussa P25) in komercialen TiO_2 na vlaknatem nosilcu (Br 1048: 75). Izmed vseh treh oblik TiO_2 se je v laboratorijskem reaktorju kot najbolj fotokatalitsko učinkovit pokazal imobiliziran katalizator na steklo Degussa P25.

Eksperimenti z imobiliziranim katalizatorjem na vlaknatem nosilcu so pokazali, da so rezultati razgradnje primerljivi le s TiO_2 suspenzijo z najnižjo koncentracijo ($\gamma = 1 \text{ g/L}$), $t_{1/2} = 77 \text{ min}$ za fenol. Kljub nižji učinkovitosti v primerjavi z imobiliziranim katalizatorjem na steklu se nam je zaradi njegove enostavne uporabe in fizičnih lastnosti zdel primeren za uporabo v pilotnem sistemu. Zaradi enostavne postavitve v različne geometrijske oblike sem jih v laboratorijskem reaktorju tipa Carberry preizkusil šest. Za najboljšo izbiro se je izkazala geometrijska postavitev v obliki velike zvezde, saj s svojo obliko omogoča obsevanje največje površine katalizatorja. To obliko sem zato uporabil tudi v pilotnem sistemu. Razgradnja fenola v pilotnem sistemu se je iz eksperimenta v eksperiment zaradi raznih fizikalnih (75 % manjše število fotonov na enoto površine katalizatorja in 75 % nižja koncentracija raztopljenega kisika ter spremenjeno razmerje med površino katalizatorja in prostornino) in kemijskih vplivov (visoka koncentracija fenola, adsorpcija fenolnih oligomerov na katalizator) izkazala kot dokaj počasen proces ($t_{1/2} = 240 \text{ min}$). Drugi problem, ki se je pojavil v pilotnem sistemu, je zastrupljanje komercialnega katalizatorja s časom uporabe. Tako je po enem mesecu uporabe padla učinkovitost katalizatorja za razgradnjo fenola kar za dvakrat. Problemi so bili tako veliki, da sem začel z razvojem lastnega katalizatorja (točka C), kar je ustavilo nadaljnje eksperimente v pilotnem reaktorju.

B) V okviru bazičnih raziskav sem se posvetil predvsem raziskavam vpliva vrste tanke plasti TiO_2 na sinergijski efekt pri raznih kombiniranih naprednih oksidacijskih procesih. Tako sem npr. ugotovil, da bolj strukturirana površina katalizatorja (katalizator z večjo specifično površino) v primeru fotokatalitske ozonacije poveča sinergijski efekt pri razgradnji tiakloprida zaradi večje kontaktne površine med molekulami ozona in TiO_2 površino. Ta ugotovitev ima za posledico večjo aplikativnost fotokatalitske ozonacije v primeru, če znamo narediti katalizator s čim večjo specifično površino. Hkrati pa lahko fotokatalitsko ozonacijo uporabimo kot dodatno metodo za študij fotokatalitskih materialov.

Zaradi dobrih rezultatov pri preučevanju vpliva strukturiranosti TiO_2 tankih plasti na hitrost razgradnje pri fotokatalitski ozonaciji sem nato začel tudi s preučevanjem vpliva

strukturiranosti tankih plasti TiO_2 na hitrost razgradnje pri fotokatalizi, kombinirani z uporabo Fe(III) soli. Eden izmed Fe(III) kompleksov je namreč fotoaktiven in pri njegovem obsevanju z UVA fotoni nastajajo hidroksilni radikali, pri čemer se Fe(III) reducira v Fe(II). Znano je, da prihaja pri kombinaciji Fe(III) in TiO_2 fotokatalize do sinergijskega efekta. Zato sem poskušal ta efekt ovrednotiti pri razgradnji tiakloprida. Ne glede na preučevanje različnih parametrov kombiniranega NOP (spreminjanje koncentracije železovega(III) klorata(VII), spreminjanje pH-ja, spreminjanje uporabljenega TiO_2 katalizatorja) nisem v nobenem primeru opazil sinergijskega efekta med TiO_2 fotokatalizo in Fe(III) ioni. Razlog je meni trenutno še neznan, ampak kot kaže, je vloga Fe(III) pri kombinirani razgradnji tiakloprida drugačna kot pa pri razgradnji monurona, to je spojine, na kateri so znanstveniki že dokazali prisotnost omenjene sinergije. Rezultate obeh omenjenih raziskav sem uporabil za članek, ki je objavljen v Journal of Hazardous Materials.

Pozneje sem se še bolj posvetil raziskavam na področju fotokatalitske ozonacije, ker sem pričakoval, da bom lahko s spreminjanjem posameznih kemijsko-fizikalnih lastnosti katalizatorja lahko drastično vplival na velikost sinergijskega efekta. V ta namen sem uporabil komercialno dobavljive katalizatorje v praškasti obliki, in sicer gre za TiO_2 prah, ki ga proizvaja podjetje Millenium Chemicals. Produkt njihovega podjetja je zanimiv, ker proizvajajo več različnih tipov TiO_2 (vsi so v anatazni kristalinični obliki), ki se med sabo razlikujejo predvsem po velikosti površine. V osnovi pa so vhodne surovine in sama sinteza teh prahov enaki, kar je zame zelo pomembno, ker sem preučeval predvsem vpliv površine na fotokatalitsko učinkovitost. V svojih raziskavah sem uporabil katalizatorje PC10, PC100 in PC500. PC10 je najbolj kristaliničen, ampak z najnižjo površino, PC500 pa najmanj kristaliničen, a z največjo površino. Poleg omenjenih prahov sem izbral še komercialni fotokatalitski prah Degussa P25, torej katalizator drugega evropskega proizvajalca, ki je zmes anataza in rutila, je pa znan referenčni fotokatalitski prah. Fotokatalitske razgradnje sem izvajal v vodi, pri čemer sem naredil eno serijo ekperimentov pri kislem pH-ju (pH 3), drugo pa pri nevtralnem pH-ju (pH 7.7). V vseh razgradnjah sem uporabljal suspenzije TiO_2 v vodi in ne imobiliziranega katalizatorja. Da bi določil optimalne koncentracije suspendiranih TiO_2 prahov v vodi, sem izvedel več razgradenj za vsak posamezni prah, pri čemer sem spreminjal koncentracije suspendiranega TiO_2 . Izbral sem dve različni modelni organski spojini, katerih razgradnjo in mineralizacijo sem spremljal tekom eksperimentov – a) dikloroocetna kislina kot predstavnica organskih kislin, ki se v prisotnosti obsevanega TiO_2 razgrajue preko neposrednega prenosa elektrona iz kisline v valenčni pas polprevodnika, b) tiaklopid, to je neonikotinoidni insekticid, ki se v heterogeni fotokatalizi v začetni fazi oksidira preko napada hidroksilnega radikala. Poleg fotokatalitskih ekperimentov v prisotnosti ozona ali kisika sem naredil tudi eksperimente, kjer sem ozoniral vodne raztopine v odsotnosti katalizatorja (v prisotnosti in odsotnosti UVA sevanja). Za merjenje dejanske vrednosti raztopljenega ozona v vodi sem uporabljal amperometrični senzor, s katerim sem on-line zbiral podatke. Vse eksperimente sem izvajal pri točno določeni vhodni koncentraciji plinastega ozona, ki sem ga dovajal v reaktorsko celico skozi celoten eksperiment. Glavni rezultati tega zelo obsežnega sklopa raziskav so zelo vzpodbudni. Ugotovil sem naslednje:

- z vsemi katalizatorji sem dokazal sinergijo med ozonacijo in fotokatalizo ne glede na pH raztopine, koncentracijo katalizatorja in ne glede na uporabljeno modelno spojino. Pri optimalnih pogojih sem tako dosegel 7 kratno povečanje učinkovitosti razgradnje dikloroocetne kisline pri fotokatalitski ozonaciji, kar je izjemen rezultat.
- Vpliv površine titanovega dioksida na stopnjo sinergije je manjši, kot sem pričakoval. Le-ta je večji pri kislem pH-ju, kjer v določenih primerih PC500 kot katalizator z največjo površino kaže tudi daleč največjo učinkovitost razgradnje. Pri nevtralnem pH-ju se razlike med posameznimi katalizatorji popolnoma izničijo.
- Pri fotokatalitski ozonaciji je bila ne samo razgradnja osnovnih modelnih spojin, ampak tudi njuna mineralizacija, večja od teoretičnega izračuna. To pomeni, da je sinergijski

učinek prisoten tudi v kasnejših stopnjah fotokatalitske ozonacije.

- Učinek fotokatalitske ozonacije je zelo visok že pri relativno šibkem UVA sevanju, kar pomeni, da bi v procesu lahko zelo učinkovito izrabljali tudi sončno energijo.

- Pokazal sem, da kinetika razgradnje organskih spojin zelo varira glede na vrsto organske spojine za posamezen katalizator. Tako ne moremo posploševati, da če je določen katalizator zelo učinkovit za razgradnjo ene spojine, je potem učinkovit za vse.

- Na podlagi teh rezultatov lahko trdim, da bi fotokatalitska ozonacija lahko bila primerna metoda za preizkus v pilotnem reaktorju za mineralizacijo nizkih koncentracij obstojnih organskih onesnaževal v vodi. Rezultate te raziskave bom v prihodnosti objavil v najmanj dveh znanstvenih člankih v uglednih znanstvenih revijah.

C) Zaradi problema zastrupljanja komercialnega katalizatorja Ahlstrom v pilotnem reaktorju in zaradi njegove prenizke fotokatalitske učinkovitosti sem se odločil za razvoj lastnega katalizatorja. Namen je bil pripraviti tak TiO_2 sol, ki ga ne bo potrebno obdelovati pri visoki temperaturi (nad $200\text{ }^\circ\text{C}$), ker bi bil tak postopek enostavnejši in cenejši. Problem pri nizkotemperaturnih solih je, da nastale tanke plasti niso dovolj trdne in fotokatalitsko dovolj aktivne. Zato sem kot vir visoko aktivnega TiO_2 uporabil Degusso P25, ki je komercialno dobavljiv bel prah in velja za zelo učinkovit fotokatalizator. Ker pa je potrebno prah vezati z vezivom, če želimo pridobiti mehansko dovolj stabilne vzorce, sem kot vezivo za Degusso uporabil v laboratoriju pripravljene TiO_2 , SiO_2 ali $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ sole. Pripravljene sol-suspenzije sem najpraj nanašal na mikroskopska stekla, ki sem jih utrdil pri relativno nizki temperaturi ($150\text{ }^\circ\text{C}$). Vzorcem, ki so izpolnjevali moja pričakovanja, sem nato določeval fotokatalitsko aktivnost s spremljanjem razgradnje azo barvila Plazmakorint B v malem, pretočnem reaktorju. Uspeli smo pripraviti vzorce, ki so bili mehansko dovolj obstojni za daljšo uporabo v fotokatalitskih reaktorjih za čiščenje vode in so hkrati ohranili primerljivo fotokatalitsko učinkovitost, kot jo imajo čisti vzorci Degusse P25. Problem je nastal, ko smo želeli enako sol-suspenzijo nanesti na aluminijasto podlago. Aluminij je bila naša ciljna površina za nanos tanke plasti katalizatorja, ker je relativno lahek, se ga da v primerjavi s steklom enostavno oblikovati, ker je tanka Al pločevina komercialno dobavljiva in ker ima aluminij zelo dobre refleksijske lastnosti v UVA območju. Take plasti sem uspešno pripravil, so pa, v nasprotju s plastmi na steklu, izgubljale na fotokatalitski učinkovitosti iz eksperimenta v eksperiment (zastrupljanje katalizatorja). Ugotovil sem, da je problem v neposrednem stiku med podlago (aluminijem) in titanovim dioksidom. Očitno prihaja do oksidacije aluminija pri fotokatalizi, nastali aluminijev oksid pa prekrije TiO_2 , kar se odraža v nižanju fotokatalitske učinkovitosti. Najboljša možna rešitev za nastali problem je bila prekiniti neposredni stik med Al in TiO_2 z uvedbo vmesni plasti. Tako sem po večmesečnem delu uspel razviti vmesno plast na osnovi SiO_2 z različnimi dodatki, ki sem jo uspešno nanesel na aluminij, hkrati pa je pripravljena plast imela dovolj dobre površinske lastnosti, da se je nanjo uspešno nanesla plast fotokatalitsko aktivnega TiO_2 . Učinkovitost pripravljene plasti in njeno obstojnost sem preveril v laboratorijskem fotoreaktorju za razgradnjo fenola in ugotovil, da se kljub mnogim ponovitvam eksperimenta razgradnje z istimi TiO_2 ploščicami učinkovitost ploščic ne zmanjkuje. Žal nisem imel dovolj časa, da bi lahko prenesel in preizkusil novo razvito tehnologijo tudi v pilotnem reaktorju. Razvoj tehnologije priprave nizkotemperaturnih plasti visokoaktivnega TiO_2 na aluminijasti pločevini nameravam patentirati.

Poleg omenjenega dela v okviru projekta sem v tem času delal tudi na razvoju novih metod za ugotavljanje fotokatalitske učinkovitosti TiO_2 katalizatorjev (standardizacija na področju fotokatalize), kar se posredno tudi vklaplja v omenjeni podoktorski projekt. Pomanjkanje standardizacije v fotokatalizi je namreč eden izmed zavirajočih faktorjev v prenosu bazičnega znanja na industrijski nivo, zato je tudi s stališča aplikativnega razvoja fotokatalize pomemben razvoj robustnih, zanesljivih, hitrih in občutljivih metod za določanje fotokatalitske učinkovitosti preučevanih materialov. Razvoj metode, ki sem si jo

zamislil, temelji na merjenju fluorescence določenih organskih produktov oksidacije, ki se tvorijo iz osnovne modelne spojine (v mojem primeru kumarin ali tereftalna kislina). Tudi na tem področju sem dosegel nekaj pomembnih rezultatov, ki so se odražali v objavi dveh znanstvenih člankov in v nekaj odmevnih javnih predavanjih na več znanstvenih srečanjih.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

V okviru projekta sem skoraj v celoti realiziral zastavljene cilje.

A) Izgradnja in optimizacija pilotnega fotokatalitskega reaktorja za čiščenje vode

V okviru te točke sem realiziral postavitev pilotnega fotokatalitskega reaktorja, ki sem ga tudi začel optimizirati. Problem se je pojavil, ker uporabljeni fotokatalizator ni dal zelenih rezultatov (prepočasna razgradnja in zastrupljanje katalizatorja). Zato sem se odločil, da namesto nadaljnjega dela s neperspektivnim katalizatorjem Ahlstrom Br 1048: 75 najprej razvijem lasten fotokatalizator, ki bo ustrezal vsem zastavljenim kriterijem. Žal je razvoj lastnega katalizatorja potekal predolgo, da bi lahko nadaljeval z optimizacijo pilotnega reaktorja.

B) Mehanistične raziskave na področju fotokatalize

V okviru te točke sem realiziral vse zastavljene cilje. V prvi fazi sem ugotovil, da bolj strukturirana površina katalizatorja (katalizator z večjo specifično površino) v primeru fotokatalitske ozonacije poveča sinergijski efekt pri razgradnji tiakloprida zaradi večje kontaktne površine med molekulami ozona in TiO_2 površino, kar me je vzpodbudilo k širše zastavljeni študiji vpliva ozona na učinkovitost fotokatalize. Tudi to zelo široko zastavljeno študijo sem eksperimentalno uspešno zaključil, v naslednji fazi pa moram objaviti rezultate, hkrati pa želim nadgraditi pridobljeno znanje tudi za konstrukcijo pilotnega reaktorja, ki bi temeljil na uporabi fotokatalitske ozonacije za čiščenje vode. Podobne eksperimente, kot sem jih izvedel z ozonom, sem izvedel tudi v prisotnosti železovih ionov in pa TiO_2 . Iz tega dela raziskave sem objavil znanstveni članek, ker pa rezultati niso bili dovolj vzpodbudni za nadaljnji razvoj, sem raziskovanje na tem področju ustavil.

C) Razvoj novih, visoko učinkovitih plasti titanovega dioksida

Tudi ta del projekta sem uspešno zaključil. Razvil sem visokoaktivne tanke plasti titanovega dioksida na aluminijasti podlagi. Njihova priprava je nezahtevna, dobljene plasti pa obstojne pod pogoji namenske uporabe (v tekoči vodi pod UVA sevanjem). Njihova fotokatalitska učinkovitost je visoka, primerljiva z učinkovitostjo Degusse P25. V naslednji fazi je potrebno razvite plasti preizkusiti v pilotnem fotokatalitskem reaktorju. Poleg tega bom v naslednjih mesecih na patentnem uradu vložil patentno prijavo s področja priprave in uporabe omenjenih tankih plasti.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

--

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	Določanje katalitskih lastnosti TiO_2 premazov za fotorazgradnjo vodnih raztopin kumarina: standardizacijski napori
		Determination of catalytic properties of TiO_2 coatings using aqueous solution of coumarin : standardization efforts
		Za hitrejši prodor fotokatalize v industrijske aplikacije je potrebno razviti in preveriti tudi enostavne in zanesljive metode za določitev fotokatalitske

	Opis	SLO	aktivnosti novorazvitih katalizatorjev. Namen raziskave je bil razvoj metode za določitev učinkovitosti imobiliziranih katalizatorjev z uporabo vodne raztopine kumarina. Le-ta namreč pri oksidaciji na TiO ₂ oksidira v 7-hidroksikumarin, ki ga fluorimetrično detektiramo v zelo nizkih koncentracijah. Dodatno smo razvili nov način podajanja fotokatalitske učinkovitosti imobiliziranega TiO ₂ , ki smo ga poimenovali masna učinkovitost.
		ANG	There is an increasing need for simple and reliable procedure for characterization of photocatalytic activities of developed materials. The aim of work was to develop a method for the determination of quantum yields of supported photocatalysts by employing an aqueous solution of a coumarin. Coumarin is oxidized in the presence of irradiated TiO ₂ to 7-hydroxycoumarin, which could be fluorimetrically detected at low concentrations. Additionally, also a newly defined parameter, so called mass efficiency, was introduced as an advantageous way of defining the photocatalytic activities.
	Objavljeno v	ČERNIGOJ, U., LAVRENČIČ ŠTANGAR, U., TREBŠE, P., SARAKHA, M.. Determination of catalytic properties of TiO ₂ coatings using aqueous solution of coumarin : standardization efforts. J. photochem. photobiol. A: Chem., 2009, 201, no 2/3, 142-150	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	1064187	
2.	Naslov	SLO	Vpliv raztopljenega ozona ali raztopljenih železovih ionov na fotorazgradnjo tiakloprida v prisotnosti različnih TiO ₂ katalizatorjev
		ANG	Effect of dissolved ozone or ferric ions on photodegradation of thiacloprid in presence of different TiO ₂ catalysts
	Opis	SLO	Raziskovali smo razgradnjo tiakloprida z uporabo različnih naprednih oksidacijskih metod. Pri fotokatalitski ozonaciji smo izmerili, da katalizator z večjo površino bolj pospešuje razgradnjo tiakloprida in da masa imobiliziranega katalizatorja ne vpliva na povečanje sinergije, saj se z večanjem mase ne povečuje površina katalizatorja v stiku s tekočino. V raziskavah, kjer smo kombinirali TiO ₂ in raztopljene železove ione, nismo opazili sinergije med obema. Ti rezultati so v nasprotju z literaturo, kjer je objavljenih veliko del, kjer dokazujejo sinergijo med obema procesoma.
		ANG	The disappearance of thiacloprid was studied applying various photochemical AOPs and different TiO ₂ photocatalysts. Higher surface area resulted in a more pronounced synergic effect but an increasing amount of TiO ₂ did not influence the degree of the synergy. This supports the theory that the synergy is a consequence of adsorption of ozone on the TiO ₂ surface. No synergy was observed in photocatalytic degradation of thiacloprid in the presence of dissolved iron(III) species. This goes against the literature for different other organic compounds.
	Objavljeno v	ČERNIGOJ, Urh, LAVRENČIČ ŠTANGAR, Urška, JIRKOVSKY, J.. Effect of dissolved ozone or ferric ions on photodegradation of thiacloprid in presence of different TiO ₂ catalysts. J. hazard. mater., 2010, 177, 399-406.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	1422587	
3.	Naslov	SLO	Razvoj fluorescenčne metode za karakterizacijo samočistilnih lastnosti fotokatalitskih plasti
		ANG	Development of a fluorescence-based method for evaluation of self-cleaning properties of photocatalytic layers
	Opis	SLO	Predlagali smo novo metodo za določitev samočistilne aktivnosti fotokatalitskih površin. Temelji na nanosu trdne, prozorne plasti, ki vsebuje tereftalno kislino, na fotokatalitsko površino. Ko tako nanešeno plast obsevamo z UVA fotoni, nastaja med drugimi produkti tudi hidroksitereftalna kislina, ki je zelo fluorescentna molekula in smo jo detektirali tako s HPLC-FLD ali spektrofotometrom. Razvita metoda je točna, občutljiva in ponovljiva, zato bi se lahko uporabila kot ena izmed standardnih metod za ugotavljanje fotokatalitske aktivnosti samočistilnih materialov.
		ANG	A new method for determination of self-cleaning activity of photocatalytic surfaces is proposed. It is based on the deposition of a transparent solid layer comprising terephthalic acid over the photocatalytic surface. After irradiation, among the other degradation products also a hydroxyterephthalic

		acid was formed, which is a fluorescent molecule and it was detected by HPLC-FLD or spectrofluorimeter. The novel method is accurate, highly sensitive and reproducible, therefore it represents a promising option to be considered in standardization efforts in the field of photocatalysis.
	Objavljeno v	ČERNIGOJ, Urh, KETE, Marko, LAVRENCIČ ŠTANGAR, Urška. Development of a fluorescence-based method for evaluation of self-cleaning properties of photocatalytic layers. V: MANTZAVINOS, Dionissios (ur.), POULIOS, Ioannis (ur.). 2nd European conference on Environmental applications of advanced oxidation processes [also] EAAOP-2, Nicosia, Cyprus, 9-11 September 2009. Proceedings. Nicosia: University of Cyprus, Dept. of Civil and Environmental Engineering, 2009
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	1230331
4.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	
5.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat	
1.	Naslov	<i>SLO</i> Priprava TiO ₂ /SiO ₂ solov in njihova uporaba za nanos samočistilnih in protizarositvenih prevlek
		<i>ANG</i> Preparation of TiO ₂ /SiO ₂ sols and their usage for a deposition of self-cleaning and anti-fogging coatings
	Opis	<i>SLO</i> Predmet izuma se nanaša na modificiran postopek priprave optično prepustnih in obstojnih tankih prevlek iz TiO ₂ /SiO ₂ koloidnih raztopin s fotokatalitskimi in hidrofилnimi lastnostmi. Poudarjeni so (i) nezahtevni postopki priprav solov iz dostopnih in ne predragih kemikalij; (ii) enostaven način nanašanja sola na podlago brez dodatnega utrjevanja plasti s termično obdelavo; (iii) dobro razmerje med mehansko trdnostjo in fotokatalitskim učinkom tanke prevleke; (iv) visoka optična prepustnost prevleke v celotnem delu vidnega spektra; (v) visoka hidrofилnost prevleke v prisotnosti UV sevanja.
		<i>ANG</i> The invention refers to a modified procedure for a preparation of optically transparent thin layers from TiO ₂ /SiO ₂ colloidal solutions having photocatalytic as well as hydrophilic properties. The main emphases are: (i) simple preparation of the sol from non-toxic and cheap chemicals; (ii) simple way of depositing the sol to a substrate without additional thermal treatment; (iii) good proportion between the mechanical strength and photocatalytic properties of a thin layer; (iv) excellent optical transmission of the coating in the visible spectrum; (v) high hydrophilicity of the coating.
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji
	Objavljeno v	ČERNIGOJ, Urh, LAVRENCIČ ŠTANGAR, Urška. Priprava TiO ₂ /SiO ₂ solov in njihova uporaba za nanos samočistilnih in protizarositvenih prevlek : patent št. 22672, datum objave 30. 06. 2009. [S. l.]: European Patent Office, 2009.
		2.24 Patent

	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	935419
2.	Naslov	<i>SLO</i> Dr. Urh Černigoj - dobitnik Zlatega znaka za doktorsko delo.
		<i>ANG</i> Dr. Urh Černigoj - prizeman of Jožef Stefan Golden Emblem for his PhD
	Opis	<i>SLO</i> Za svoje doktorsko delo sem prejel priznanje Zlati znak Jožefa Stefana, to je priznanje, ki ga podeljujejo najboljšim doktorskim nalogam, ki so izvedene v Republiki Sloveniji v zadnjih treh letih.
		<i>ANG</i> I was awarded with the national Slovenian award for one of the best PhDs done in Slovenia in the last three years.
	Šifra	E.01 Domače nagrade
	Objavljeno v	Latnik (Ajdovščina), apr. 2008, št. 66, str. 8
	Tipologija	1.22 Intervju
COBISS.SI-ID	13270322	
3.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
COBISS.SI-ID		
4.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
COBISS.SI-ID		
5.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
COBISS.SI-ID		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

- Izvirni znanstveni članek: ČERNIGOJ, Urh, KETE, Marko, LAVRENČIČ ŠTANGAR, Urška. Development of a fluorescence-based method for evaluation of self-cleaning properties of photocatalytic layers. *Catalysis Today*, v tisku
- Strokovni članek: ČERNIGOJ, Urh. Samočistilni premazi - inovativnost ali slepljenje potrošnikov. *Življ. teh.*, 2008, letn. 59, št. 7/8, str. 26-31
- Pedagoško delo: Bil sem nosilec laboratorijskih in računskih vaj pri predmetu Kemija na univerzitetnem študijskem programu Okolje (Univerza v Novi Gorici) tako v akademskem letu 2008/09 kot 2009/10. V pripravi je dvoje skript, tako s področja kemijskega računanja kot s

področja laboratorijskih vaj iz kemije, v katerih sem glavni avtor.

4. Bil sem mentor dvema diplomantom na univerzitetnem študijskem programu Okolje na Univerzi v Novi Gorici, in sicer študentu Marku Keteju (2008) in študentu Dariu Šehoviču (2010).

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Predlagani podoktorski projekt ima pomen za sam razvoj znanosti, in sicer za področje fotokatalize. Kljub 30 letom obsežnih raziskav na področju fotokatalize sam mehanizem delovanja fotokatalize še vedno ni dovolj eksplicitno pojasnjen. Na nivoju temeljne znanosti sem pokazal, da prihaja do medsebojnega vpliva velikosti površine fotokatalizatorja in koncentracije ozona na učinkovitost fotokatalitske razgradnje organske snovi v vodi. Hkrati sem dokazal tudi, da do enakega efekta ne pride v primeru kombinacije TiO₂ katalizatorja z železovimi ioni, kar je tudi nov rezultat v znanstveni sferi. Pokazal sem tudi, da lahko tudi s spreminjanjem drugih lastnosti katalizatorja (npr. kristaliničnost) spremenimo njegovo učinkovitost za oksidacijo organskih snovi v vodi. Znanstveno je tudi pomemben rezultat, da različne organske molekule različno interagirajo s katalizatorjem in ozonom pri fotokatalitski ozonaciji, kar lahko odpira nove raziskave na področju mehanističnih študij. Kakorkoli, največji pomen mojih zaključkov raziskav za razvoj znanosti je premikanje preučevanega znanstvenega področja od znanosti k razvoju in vzpostavljanju nove tehnologije čiščenja vode. Dobro razumevanje in poznavanje osnov določenega procesa lahko vodi v izboljševanje materialov, ki bi lahko bili dovolj učinkoviti, da bi postali tržno zanimivi.

Na področju razvoja novih materialov sem pokazal, da je možno pripraviti obstojne visokoaktivne plasti titanovega dioksida že pri nizkih temperaturah. Glede na moj pregled znanstvene literature je to popolnoma nov dosežek. Tehnološka rešitev je zanimiva in jo je potrebno tudi znanstveno ovrednotiti, tako s stališča same strukture razvitega materiala kot s stališča iskanja novih možnih aplikacij za razviti katalizator.

ANG

Proposed postdoc project has a relevance for the development of science, particularly in the field of photocatalysis. The mechanistic process of photocatalytic action is still unclear in some details despite 30 years of research efforts in the field of photocatalysis. My experiments proved that there is reciprocal influence of surface area of a photocatalyst and the concentration of ozone on an efficiency of photocatalytic degradation of organic compound dissolved in water. It was also proven at the same time that there is no similar effect in combination of TiO₂ catalyst with iron ions, what is also a new result in science. It was also shown that the modification of other material's characteristics (i.e. cristalinity) can lead to the differences in the efficiencies of photodegradation of organics in water. Scientifically it is also important that different types of organic molecules interact differently with the catalyst and ozone molecules in the process of photocatalytic ozonation. These findings can lead to a new research in mechanistic investigations of photocatalytic ozonation. However, the most important effect of my project is moving from scientific results to technological solutions. Fundamental understanding and knowledge of basics of particular process can lead to improvement of the material, which could become interesting for real applications due to their enhanced efficiency.

In the field of the development of new materials it was shown that it is possible to prepare highly active layers of titanium dioxide with adequate physical stability already at low temperature (below 200 oC), what was shown for the first time according to my overview of scientific literature. The tecnological solution is interesting and has to be also scientifically evaluated (the physico-chemical characteristics of prepared layers as well as searching for new possible applications of such material).

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Omenjene raziskave imajo pomen za razvoj Slovenije. Fotokatalitska ozonacija postaja zanimivo področje za vinarsko industrijo, kjer imajo probleme s čiščenjem odpadne vode, ki nastaja po obdelavi grozdja. V tem kontekstu smo začeli s TIA projektom razvoja modularnega fotoreaktorja s prostornino več 10 L, delujočega na principu fotokatalitske ozonacije, s

podjetjema Škrlj d.o.o. in Alpineon d.o.o. ter s Kmetijskim inštitutom Slovenije (Ime projekta: Razvoj inteligentne ekološke ultrastiskalnice UltraPRESS). V letu 2010 imamo namen postaviti prototipni reaktor, ga ovrednotiti in preučiti možnost njegove komercializacije.

Podjetje Cinkarna Celje d.d. se zanima za pridobitev pravic do tehnologije izdelave solov, namenjenih nanašanju fotokatalitskih samočistilnih površin. Cinkarna Celje se tudi zavzema za globljo povezavo na raziskovalnem področju med svojim razvojnim oddelkom in skupino raziskovalcev na Univerzi v Novi Gorici (Laboratorij za raziskave v okolju). Tako smo v fazi podpisovanja pogodbe o tesnejšem sodelovanju.

V sodelovanju s podjetjem Martex d.o.o. razvijamo izdelavo samočistilnih keramičnih ploščic. Tudi v tem kontekstu smo tik pred izvedbo velikega pilotnega poskusa v njihovem podjetju, kjer bomo izvedli nanašanje tankih plasti TiO₂ na Martexove keramične ploščice.

S pomočjo raziskav, ki jih opravljam v predlaganem projektu, Slovenija utrjuje in polozaj slovenske znanosti v svetu. Kvalitetne raziskave doma so nam tudi omogočile neposredno dostopanje do evropskih znanj v okviru fotokatalitskega programa COST 540, kjer smo aktivno sodelovali. Tako sem aktivno sodeloval na več pomembnih svetovnih znanstvenih konferencah (npr. v Palermu (Italija) oktobra 2008 in pa v Istanbulu (Turčija) septembra 2009, kjer sem kot edini Slovenec imel ustni predstavitvi svojega dela.

ANG

These studies have importance for the development of Slovenia. Photocatalytic ozonation is becoming an interesting area for wine-making industry, where they have problems with a treatment of waste water generated after the processing of grapes. In this context, we started the industrial project (companies Škrlj d.o.o. and Alpineon d.o.o. as well as Agricultural institute of Slovenia), where a pilot modular photoreactor with a capacity exceeding 10 L, functioning on the principle of photocatalytic ozonation, will be developed. We have plan to build and evaluate a system in 2010 and then consider the possibility of its commercialization.

The company Cinkarna d.d. Celje is interested in acquiring rights to the technology of manufacturing sols intended for applications in photocatalytic self-cleaning surfaces. Celje Cinkarna also calls for a deeper research connection between its development department and a group of researchers at the University of Nova Gorica (Laboratory for Environmental Research).

In collaboration with Martex d.o.o. we are developing self-cleaning ceramic tiles. Within this context, we are just in front of the large pilot experiment, where we are going to deposit TiO₂ layers on their ceramic tiles directly in the existing production line.

Research activities within the proposed project lead to the results, which strengthen the reputation of Slovenian science in the world. Good research work at home also enabled us direct access to European knowledge through the photocatalytic programme COST 540, where I was an active collaborator. I participated on important international scientific conferences (Palermo (Italy) in October 2008 and Istanbul (Turkey) in September 2009), where I was the only Slovenian presenting the oral presentation on my scientific work.

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	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
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/varovanje 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="text"/>	<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					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki¹¹

1.	Sofinancer		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje		EUR

	trajanja projekta je znašala:		
	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:

Urh Černigoj	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Nova Gorica

18.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/89

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² 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](#)

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

⁴ 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](#)

⁵ 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](#)

⁶ 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](#)

⁷ 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](#)

⁸ 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](#)

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

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

¹¹ 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

0F-94-F8-85-84-EF-B4-0B-CB-79-9A-21-08-81-34-6E-CC-F0-2B-67