

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/26

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	J1-0447
<b>Naslov projekta</b>	Ocena tveganja s kovin.kontamin.zemlje in aerosolov za člov.zdravje z uporabo naprednih in vitro gastroint.in respir.test.biorazpoložlj
<b>Vodja projekta</b>	23261 Johannes Teun Van Elteren
<b>Tip projekta</b>	J Temeljni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	4.167
<b>Cenovni razred</b>	D
<b>Trajanje projekta</b>	02.2008 - 01.2011
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	104 Kemijski inštitut
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	106 Institut "Jožef Stefan" 1540 Univerza v Novi Gorici
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

#### 1.1. Družbeno-ekonomski cilj<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	13.01
<b>Naziv</b>	Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

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

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

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

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

Cilj tega projekta je bil razvoj in vitro ekstrakcijskih metod za oceno biorazpoložljivosti kovin za človeka v primeru zaužitja onesnažene zemlje ali vdihavanja aerosolov. V ta namen smo želeli uporabiti raztopine, ki posnemajo sestavo raztopin v človeškem gastrointestinalnem in respiratornem traktu. Po pričakovanju naj bi izčrpna fizikalno-kemijska karakterizacija vzorcev zemlje in aerosolov z različnih lokacij omogočila vpogled v mehanizme biorazpoložljivosti takih vzorcev za ljudi.

V teku projekta so bili zbrani različni vzorci zemlje in aerosolov, kontaminirani zaradi naravnih pojavov ali antropogene dejavnosti. Te vzorce smo uporabili za eksperimente izluževanja kovin in nekaterih drugih elementov ter jih okarakterizirali s fizikalno-kemijskimi metodami:

- i) Vzorci iz Mežiške doline. Vzorce profila zemlje (core samples) in aerosolov, zbranih z 10-stopenjskim Bernerjevim impaktorjem smo odvzeli z namenom karakterizacije materiala v povezavi s topilniško dejavnostjo v topilnici svinca v Žerjavu.
- ii) Vulkanski pepel po izbruhu vulkana na Islandiji. Karakterizirali smo vulkanske aerosole, ki so prišli v atmosfero od izbruhu Eyjafjallajökulla na Islandiji in so do Slovenije prepotovali cca. 3000 km (long-range transport - LRT).
- iii) Svinčevi minerali. Pri študiju biorazpoložljivosti kontaminantov iz nanodelcev smo preverili vrsto svinčevih mineralov (galenit, cerusit, crocoit, piromorfit, vanadinit in mimetit) ter Pb steklo kot standard.
- iv) Vzorci zemlje iz Ljubljane. S sekvenčnimi ekstrakcijami in X-raj absorpcijsko spektrometrijo smo spremljali vključevanje arzenata v mineralne faze zemlje.
- v) Vzorci stekla. Razvili smo novo metodologijo za vizualizacijo procesov izluževanja nanodelcev za preproste anorganske matrice.
- vi) Vzorci aerosolov. Razvili smo tehniko elementnega mapiranja osnovano na laserski ablaciji z ICPMS detekcijo za karakterizacijo po velikosti ločenih aerosolov.

Rezultat raziskav za oceno biorazpoložljivosti kovin iz zemlje in aerosolov preko različnih poti vnosa v organizem, ki smo jih izvedli v okviru projekta, sta dve novi analizni metodi, opisani v nadaljevanju.

i) Za oceno biorazpoložljivosti nekaterih elementov (B, Cd, Co, Mn, Ni in Sr) preko gastričnega sistema smo proučevali fizikalne procese, ki kontrolirajo desorpcijo the elementov iz zemlje z uporabo kontinuiranega izluževanja na podoben način kot se to dogaja v človeškem želodcu. Matematični model za difuzijo iz delcev, ki vključuje dva načina prenosa mase (difuzijo v film tekočine - liquid film diffusion in navidezno difuzijo v trdni fazi - apparent solid phase diffusion) smo prilagodili izluževalnim profilom različnih elementov da bi določili učinkoviti koeficient prenosa mase ( $\beta$ , effective external mass transfer coefficient) in navidezni intrapartikularni difuzijski koeficient za zemljo ( $D_a$ , apparent intraparticle soil diffusion coefficient).

Termodinamsko je proces izluževanja definiran z distribucijskim koeficientom ( $K_{d0}$ ) med zemljo in izluževalcem. Čeprav so bile vrednosti  $K_{d0}$  v naši študiji podobne druga drugi (cca. 6-15 L kg<sup>-1</sup>) za večino elementov razen za B (ca. 2.7 L kg<sup>-1</sup>), so bili izluževalni profili različni zaradi procesov, omejenih z difuzijo. Tako smo elemente razvrstili na omejene z  $\beta$  (B, Sr in Cd), omejene z  $D_a$  (Co in Mn) ali omejene z  $\beta$  in  $D_a$  (Ni). S tem smo kvantificirali parametre, s katerimi lahko opišemo obnašanje elementov po zaužitju, kar bi lahko pomembno doprineslo k bodočim protokolom za oceno tveganja (**Članek 1**).

ii) Razvili smo novo metodo za pripravo, karakterizacijo in uporabo PbS (galenit) nanodelcev v okviru testa za in-vitro določitev biorazpoložljivosti v respiratornem traktu, natančneje v pogojih

fagocitoze, kjer celice uporabijo lizosomsko tekočino. Priprava delcev z nanosekundno lasersko ablacijo omogoča hiter nastanek delcev z relativno uniformno velikostjo in premerom, ki je podoben premeru delcev, ki lahko vstopajo v alveolarno območje respiratornega trakta ( $<3 \mu\text{m}$ ). Nastale delce smo ulovili v umetno lizosomsko tekočino ter po 7-140 urah neraztopljeni material odstranili z ultrafiltracijo, da bi tako določili biorazpoložljivost. Kljub izjemno nizkemu topnostnemu produktu PbS v vodi ( $K_{sp} = 3.4 \times 10^{-28}$ ) se je  $53\% \pm 2.25$  (SD) ( $n = 3$ ) Pb izlužilo iz delcev v približno 48 urah, ko je bilo doseženo ravnotežje. Razlog za tako visoko biorazpoložljivost je verjetno tekmovalni učinek citrate in tartrate v umetni lizosomski tekočini. Glede na te ugotovitve so nanodelci PbS v človeških pljučih tako dobro biorazpoložljivi, da predstavljajo signifikantno nevarnost za zdravje v primeru inhalacije in s tem povezane fagocitoze, kar pa je potrebno še potrditi z in-vivo testi (**Članek 2**).

Uporabili in/ali razvili smo najmodernejše fizikalno-kemijske metode za karakterizacijo vzorcev v povezavi z biorazpoložljivostjo (izluževanje v respiratornem in gastrointestinalnem traktu) in z oceno tveganja za zdravje:

i) Metode za karakterizacijo aerosolov. Za karakterizacijo naravnih aerosolov smo po masi ločene delce aerosolov analizirali z mapiranjem z lasersko ablacijo z ICPMS v kombinaciji s programsko opremo za analizo slik (image analysis software). Ugotovili smo, da po masi ločene aerosole z industrijskega in urbanega okolja lahko vizualiziramo in digitalno analiziramo po primerjavi s komercialno razpoložljivim standardnim referenčnim materialom (NIST SRM 2783). Naši rezultati so primerljivi rezultatom klasičnih kemijskih tehnik. Tudi mase posameznih frakcij so bile v istem območju kot rezultati kemijskih analiz s to razliko da smo z LA-ICPMS lahko kvantificirali koncentracije posameznih elementov v nanodelcih, ki jih s kemijskimi metodami zaradi previsoke meje detekcije ni bilo mogoče določiti (**Članek 3**).

Odlično priložnost za razvoj metod karakterizacije aerosolov smo našli v vzorčevanju delcev po izbruhu Islandskega ognjenika Eyjafjallajökull. Vzorce smo med 20. in 28. aprilom 2010 zbrali na Krvavcu na 1740 m nadmorske višine. Na Krvavcu smo nepretrgano merili tok delcev z etalometrom (aethalometer) in vrstičnim mobilnim merilcem velikosti delcev (scanning mobility particle sizer). Z 10-stopenjskim Bernerjevim kaskadnim impaktorjem smo zbrali po velikosti ločene delce za določitev fizikalno-kemijskih lastnosti s FE-SEM-EDX (field emission scanning electron microscopy), kislinskim razkrojem v povezavi z ICPMS multielementno analizo ter z ter z ionsko kromatografijo Milli-Q ekstrakta aerosolov. Po velikosti ločeni aerosoli odvzeti na Krvavcu imajo enake karakteristike kot vulkanski pepel Eyjafjallajökulla, kar je znano iz literaturnih podatkov. Morfološka analiza delcev kaže na značilnosti eksplozivne vulkanske erupcije kot so plovec in okruški plovca, okruški stekla, čad, minerali in znake kondenzacije pare (**Članka 4 in 5**).

Z lasersko ablacijo površine svinčevih mineralov (60 sekund) smo proizvedli nanodelce teh mineralov. Delce smo ulovili na  $0.20 \mu\text{m}$  MINISART filter. Nato smo filtre on-line sprali z umetno lizosomsko tekočino (Artificial Lysosomal Fluid), ki smo jo speljali direktno v ICPMS. Nanodelci mineralov proizvedenih z lasersko ablacijo so bili manjši od  $1 \mu\text{m}$  v premeru, kar smo določili s povezavo laserske ablacije z Bernerjevim kaskadnim impaktorjem. Rezultati kažejo, da se Pb dokaj hitro izlužuje iz mineralov in stekla, kar kaže na njegovo visoko biorazpoložljivost (**Članek 6**).

ii) Tehnike za karakterizacijo zemlje. Vzorec zemlje z relativno visoko vsebnostjo Fe (2.82% [w/w]) iz območja Ljubljane smo za obdobje do enega leta izpostavili raztopini As(V). Vključevanje arzenata v delce prsti in njegovo porazdelitev po različnih fazah prsti smo spremljali v času z operativno definiranimi sekvenčnimi ekstrakcijami in meritvami As v posameznih stopnjah ekstrakcije. Razvili smo multipli kinetični Langmuirov model, ki podaja dinamične parametre (konstante hitrosti adsorpcije in desorpcije, kapaciteto in Langmuirovo ravnotežno konstanto) za vsako od faz prsti po numeričnem prilagajanju eksperimentalnih podatkov

matematičnemu modelu. Pod ravnotežnimi pogoji so bile konstante absorpcije za vseh 5 operativno definiranih faz prsti zelo podobne, konstante desorpcije pa so bile za factor 150 nižje od faze 1 (nespecifično absorbiran As) do faze 5 (preostale faze). To pomeni, da adsorpcija arzenata "globlje" v prst vodi do močnejše vezave, kar se vidi tudi iz Langmuirjevih ravnotežnih konstant (adsorption rate constants / desorption rate constants). Ekvilibracija prsti z arzenatom je bila kompletna v cca. 10 dneh s tem, da je bil arzenat vezan predvsem na fazo 2 (specifično adsorbiran As) in na fazo 3 (amorfni in slabo kristalinični hidroksidi). X-ray absorpcijske spektroskopske tehnike so pokazale, da je arzenat adsorbiran na površine Si- in/ali Al-vsebujočih struktur ter na naravne hidratirane železove okside. Ker je model neodvisen od začetne koncentracije As v raztopini in od razmerja mase in volumna, lahko obnašanje sistema prst-arzenat predvidimo za celo območje različnih pogojev. Izračuni kažejo, da bi nesreča z izlivom arzenata v tej zemlji povzročila hitro vezavo arzenata na vse faze prsti, ki bi ji sledilo počasnejše prerazporejanje arzenata s šibko vezanih na močnejše vezane faze prsti (**Članek 7**).

Za proizvodno nanodelcev Pb uporabljamo metodo laserske ablacije svinčevega stekla (36% m/m Pb, 60 sekund). Delce lovimo na 0.20  $\mu\text{m}$  MINISART filter, ki ga speremo z 2% (v/v)  $\text{HNO}_3$  direktno v ICPMS. Tako pridobljeni nanodelci stekla imajo premer  $< 1 \mu\text{m}$ , kar smo dokazali z Bernerjevim kaskadnim impaktorjem. Rezultati kažejo, da se Pb iz stekla zelo hitro izlužuje, po vsej verjetnosti zaradi kombinacije majhne velikosti delcev in kontinuiranega dovajanja svežega ekstraktanta, kar preprečuje nastanek ravnotežnih pogojev, ki bi sicer močno zavrla nadaljnje izluževanje. Sproščanje elementov iz stekla je produkt ionske izmenjave in hidrolize matrice. Ta postopek nakazuje možnosti razvoja metodologije za oceno tveganja za nanodelce (**Članek 8**).

Mežiška dolina je onesnažena s Pb kot posledica rudarjenja in taljenja svinčeve rude; v 1950-60tih letih so na dimnik topilnice namestili filter in po letu cca. 1990 se je taljenje rude končalo. Od tedaj topilnica predeluje samo še Pb-vsebujoče avtomobilske akumulatorje. Zaradi izvora Pb iz različnih virov, to je iz rude in akumulatorjev, smo pričakovali različna izotopska razmerja Pb v "starem" in "novem" onesnaževanju. Ker Pb zelo počasi prodira v zemljo ( $< 1 \text{ cm leto}^{-1}$ ) bi bilo možno razlikovati med starim (globlje plasti zemlje - Pb iz taljenja rude) in novim onesnaževanjem (zgornje plasti zemlje - Pb iz taljenja akumulatorjev) z analizo profila zemlje. Za kvantifikacijo izotopskih razmerij smo v sodelovanju z Univerzo v Ghentu uporabili ICPMS z visoko ločljivostjo. Delo se nadaljuje v okviru bilateralnega projekta (BI-BE/11-12-F-006).

## ARTICLES

1. Beeston, M.P., Pohar, A., Van Elteren, J.T., Plazl, I., Šlejkovec, Z., Veber, M., Glass, H.J., Assessment of Physical Leaching Processes of Some Elements in Soil upon Ingestion by Continuous Leaching and Modelling. *Environ. sci. technol.* [Print ed.], 2010, vol. 44, issue 16, str. 6242-6248, doi: 10.1021/es1006725. [COBISS.SI-ID 4448538].
2. Beeston, M.P., Van Elteren, J.T., Šelih, V.S., Fairhurst, R., Characterization of artificially generated PbS aerosols and their use within a respiratory bioaccessibility test. *Analyst (Lond.)*, 2010, vol. 135, no. 2, str. 351-357, doi: 10.1039/b910429a. [COBISS.SI-ID 4378650].
3. Gligorovski, S., Van Elteren, J.T., Grgić, I., A multi-element mapping approach for size-segregated atmospheric particles using laser ablation ICP-MS combined with image analysis. *Sci. total environ.* [Print ed.], 2008, vol. 407, no. 1, str. 594-602, doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.09.017. [COBISS.SI-ID 4031258].
4. Beeston, M.P., Grgić, I., Van Elteren, J.T., Šelih, V.S., Iskra, I., Kapun, G., Močnik, G., Chemical and morphological characterization of volcanic aerosol particles, originating from the Eyjafjallajökull Icelandic volcanic eruption, on Mt. Krvavec, Slovenia (*Poslano v objavo*).
5. Grgić, I., Beeston, M.P., Van Elteren, J.T., Šelih, V.S., Kapun, G., Remškar, M., Iskra, I., Močnik,

G., Vidmar, P., Kakšen je bil vulkanski pepel nad Slovenijo? : meritve na Krvavcu. Delo (Ljubl.), 13. maj 2010, leto 52, št. 108, str. 24, ilustr. [COBISS.SI-ID 4411930].

6. Beeston, M.P., Van Elteren, J.T., Pohar, A., Santacatalina, M., Grgić, I., Leaching of elements from nanoparticles of Pb minerals generated by laser ablation. (*Zaključna stopnja priprave*).

7. Van Elteren, J.T., Šlejkovec, Z., Arčon, I., Beeston, M.P., Pohar, A., Multiple kinetic Langmuir modeling to predict the environmental behaviour of As(V) in soils. (*accepted for publication Journal of Environmental Monitoring, in press, DOI:10.1039/C1EM10104H*).

8. Beeston, M.P., Van Elteren, J.T., Pohar, A., Santacatalina, M., Grgić, I., Fundamental leaching behaviour of some elements from glass nanoparticles generated by laser ablation (*Zaključna stopnja priprave*).

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

Ocenjujemo, da smo dosegli cca. 80% zastavljenih ciljev, delno zaradi dela, ki se še nadaljuje in delno zaradi nepredvidenih rezultatov raziskav. Prav zaradi teh nepredvidenih rezultatov smo cca. 20% predvidenih raziskav opustili in jih nadomestili z novimi, bolj smiselnimi raziskavami. Uspešno smo razvili analize metode za oceno biorazpoložljivosti kovin iz različnih matric pri človeku. Biorazpoložljivost v gastrointestinalnem in respiratornem traktu smo določili z in-vitro testi izluževanja z umetno pripravljenimi ustreznimi tekočinami. Veliko pozornosti smo posvetili razvoju in uporabi metod za fizikalno-kemijsko karakterizacijo različnih vzorcev ter direktni povezavi z in-vitro ekstrakcijskimi metodami. Posredno smo te metode uporabili za pridobitev fundamentalnega, mehanističnega vpogleda v proces izluževanja kovin iz različnih matric vzorca in ga povezali z oceno biorazpoložljivosti v gastrointestinalnem in respiratornem traktu. To smo dosegli z matematičnim modeliranjem izluževalnih profilov v času in z izračuni kinetičnih in termodinamičnih adsorpcijskih in desorpcijskih parametrov kovin v posameznih mineralnih fazah prsti. Nepredvideni rezultati raziskave pomenijo, da direktna povezava med in-vitro ekstrakcijskimi rezultati za svinčeve minerale in njihovimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi ni možna, ker na biorazpoložljivost svinca v enem svinčevem mineralu lahko vpliva biorazpoložljivost svinca v drugih svinčevih mineralih. Očitno je torej, da možnost napovedovanja biorazpoložljivosti svinčevih mineralov ne more biti osnovana na mineralogiji vzorca zemlje ali aerosolov z enostavnim seštevanjem obnašanja posameznih mineralov.

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>5</sup>

V projektu smo predvidevali, da bomo z natančno določitvijo obnašanja posameznih mineralov lahko razvili metodo, ki bo predvidela biorazpoložljivost kovin v delcih aerosolov ali zemlje glede na njihovo mineraloško sestavo. Naši eksperimenti so pokazali, da je razvoj take metode oviran zaradi dejstva, da v multikomponentnem sistemu posamezne komponente vplivajo druga na drugo. Tako ima poznavanje obnašanja individualnih komponent mineralov med izluževanjem omejeno vrednost. Zato je bilo delo na vzorcih iz Mežiške doline nekoliko spremenjeno in usmerjeno v natančnejšo študijo o preteklem in trenutnem onesnaževanju s svincem preko merjenja razmerja svinčevih izotopov v po masi ločenih aerosolih in v vzorcih profila zemlje. Potencialno nam bo to omogočilo ločevati med preteklim in trenutnim onesnaževanjem doline in obenem podalo informacije o porazdelitvi velikosti aerosolskih delcev, ki prihajajo iz dimnika topilnice in se prenašajo po dolini ter o hitrosti njihove penetracije v zemljo. Ker v Sloveniji nimamo na razpolago visoko ločljivostnega ICPMS instrumenta za merjenje izotopskih razmerij, se to delo nadaljuje šele sedaj v okviru bilateralnega projekta z Univerzo v Gentu, tako da bomo lahko realizirali cilje projekta. V vmesnem času pa smo več dela posvetili razvoju metod za boljše razumevanje biorazpoložljivosti kovin iz zemlje in aerosolov za človeka skozi bolj bazičen,

mehanističen pristop osnovan na matematičnem modeliranju difuzije iz delcev, termodinamskih izračunih speciacije in na multiplem kinetičnem Langmuirovem modeliranju. To nam je prineslo boljše razumevanje načina izluževanja kovin iz nano-, mikro- in makrodelcev v zemlji ali aerosolih ter možnost kvantifikacije ocene tveganja tudi za okoljske vzorce. Primer okoljskih vzorcev smo dodatno proučili z vključitvijo arzenata v delce prsti ter z razvojem kinetičnega Langmuirovega modela, ki vključuje multiple možnosti vezave za As(V), ter s sledenjem vezave As(V) na različne mineralne faze prsti. Po prilagoditvi eksperimentalnih adsorpcijskih podatkov modelu lahko izračunamo kinetične in termodinamske parametre, s pomočjo katerih je možno napovedati obnašanje As(V) tudi pod drugačnimi pogoji, saj je model, za razliko od empiričnih modelov, neodvisen od začetne koncentracije As(V) v raztopini in od razmerja mase zemlje in volumna raztopine. To nam omogoča predvideti potencialno tveganje v okolju v primeru npr. nesreče z izlivom As(V) v okolje. Predstavljeni model je splošen in ga lahko uporabimo tudi za proučevanje drugih sistemov (spojina elementa – zemlja).

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

		Znanstveni rezultat
1.	Naslov	SLO Multielementno mapiranje po velikosti ločenih atmosferskih delcev z uporabo laserske ablacije z ICPMS in programsko opremo za analizo slik
		ANG A multi-element mapping approach for size-segregated atmospheric particles using laser ablation ICP-MS combined with image analysis
	Opis	SLO Pokazali smo, da je po velikosti ločene aerosole iz industrijskega ali urbanega okolja možno vizualizirati (odtenki sive barve ali "psevdoobarve", ki predstavljajo mase posameznih elementov) in digitalno analizirati s primerjavo s standardnim referenčnim materialom zračnih delcev SRM (NIST 2783). Rezultati so podobni rezultatom konvencionalnih analiz, dobljenih po kislinškem razkroju in meritvi z ICP-OES ali z ICP-MS analysis.
		ANG It was shown that size-segregated particles originating from industry-influenced or urban areas could be visualized (shades of gray or "pseudocolours" representing mass loading) and digitally analyzed by comparison with a commercially available air particulate SRM (NIST 2783). Actual results for industry-influenced and urban aerosol particles show distribution profiles that are similar to these obtained with a conventional wet-chemical leaching approach (with ICP-OES or ICP-MS analysis).
	Objavljeno v	GLIGOROVSKI, Sašo, ELTEREN, Johannes Teun van, GRGIČ, Irena. A multi-element mapping approach for size-segregated atmospheric particles using laser ablation ICP-MS combined with image analysis. <i>Sci. total environ.</i> [Print ed.], 2008, vol. 407, no. 1, str. 594-602, doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.09.017.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	4031258
2.	Naslov	SLO Karakterizacija umetno proizvedenih PbS aerosolov in njihova uporaba za respiratorni test biorazpoložljivosti
		ANG Characterization of artificially generated PbS aerosols and their use within a respiratory bioaccessibility test
	Opis	SLO Razvili smo novo metodo priprave, karakterizacije in uporabe PbS (galenit) nanodelcev za in vitro teste biorazpoložljivosti v respiratornem traktu, še posebno v pogojih povezanih s fagocitozo ob uporabi umetne lizosomske tekočine. Delce proizvedene z nanosekundno lasersko ablacijo smo ulovili v umetno lizosomsko tekočino ter neraztopljeni material ločili z ultrafiltracijo po 7–140 h.
		ANG A new method is presented for the preparation, characterization and use of PbS (galena) nanoparticles within an in vitro bioaccessibility test representing the respiratory tract, specifically the conditions occurring in conjunction with phagocytosis by cells using artificial lysosomal fluid. Particle produced through nanosecond laser ablation were collected via liquid impingement in artificial lysosomal fluid and the undissolved material was separated via ultrafiltration after a contact time of 7–140 h.
	BEESTON, Michael Philip, ELTEREN, Johannes Teun van, ŠELIH, Vid Simon, FAIRHURST, Robert. Characterization of artificially generated PbS aerosols	

	Objavljeno v		and their use within a respiratory bioaccessibility test. Analyst (Lond.), 2010, vol. 135, no. 2, str. 351-357, doi: 10.1039/b910429a.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		4378650
3.	Naslov	SLO	Ocena procesa izluževanja nekaterih elementov iz zemlje ob zaužitju z uporabo kontinuiranega izluževanja in modeliranja
		ANG	Assessment of physical leaching processes of some elements in soil upon ingestion by continuous leaching and modeling
	Opis	SLO	Fizikalne procese, ki kontrolirajo desorpcijo nekaterih elementov (B, Cd, Co, Mn, Ni in Sr) iz zemlje v sistemu kontinuiranega izluževanja, ki ponazarja človeški želodec, smo proučevali s prilagajanjem eksperimentalnih podatkov o izluževanju matematičnemu difuzijskemu modelu, ki vključuje dva procesa prenosa mase (difuzijo v film tekočine in navidezno difuzijo v trdno fazo). Dokazali smo, da so razlike v profilih izluževanja posledica z difuzijo omejenih procesov, kar omogoča kvantifikacijo izpostavljenosti posameznim elementom po zaužitju zemlje.
		ANG	The physical processes controlling the desorption of some elements (B, Cd, Co, Mn, Ni, and Sr) from soils in a continuous leaching system representing the human stomach were investigated by fitting experimental leaching data to a mathematical particle diffusion model incorporating two mass transfer processes (liquid film diffusion and apparent solid phase diffusion). It was shown that differences in leaching profiles could be explained by diffusion-limited processes, making the liability of elements in soil upon ingestion quantifiable.
	Objavljeno v		BEESTON, Michael Philip, POHAR, Andrej, ELTEREN, Johannes Teun van, PLAZL, Igor, ŠLEJKOVEC, Zdenka, VEBER, Marjan, GLASS, Hylke J. Assessment of physical leaching processes of some elements in soil upon ingestion by continuous leaching and modeling. Environ. sci. technol.. [Print ed.], 2010, vol. 44, issue 16, str. 6242-6248, doi: 10.1021/es1006725.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		4448538	
4.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Objavljeno v		
	Tipologija		
COBISS.SI-ID			
5.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Objavljeno v		
	Tipologija		
COBISS.SI-ID			

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

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Kakšen je bil vulkanski pepel nad Slovenijo? : meritve na Krvavcu
		ANG	What was volcanic ash like? Measurements at Krvavec
	Opis	SLO	Karakterizirali smo vulkanske aerosole iz erupcije vulkana Eyjafjallajökulla na Islandiji po prenosu na dolge razdalje (cca. 3000 km). Po kontinuiranem vzorčevanju aerosolov na Kaninu smo v laboratoriju nato uporabili vrsto fizikalno-kemijskih tehnik za natančno karakterizacijo.

		ANG	The characterization of the volcanic aerosols emitted from the Eyjafjallajökull volcanic eruption, after long-range transport (LRT) to Slovenia (ca. 3000 km), was presented. A whole array of physico-chemical characterization techniques was used comprising on-site continuous and discrete measurements augmented by detailed laboratory analyses.
	Šifra	B.06	Drugo
	Objavljeno v		GRGIĆ, Irena, BEESTON, Michael Philip, ELTEREN, Johannes Teun van, ŠELIH, Vid Simon, KAPUN, Gregor, REMŠKAR, Maja, ISKRA, Ivan, MOČNIK, Griša, VIDMAR, Primož. Kakšen je bil vulkanski pepel nad Slovenijo? : meritve na Krvavcu. Delo (Ljubl.), 13. maj 2010, leto 52, št. 108, str. 24, ilustr.
	Tipologija	1.05	Poljudni članek
	COBISS.SI-ID	4411930	
2.	Naslov	SLO	Biorazpoložljivost Pb v nanodelcih stekla
		ANG	Bioaccessibility of Pb in nanoparticles of glasses
	Opis	SLO	Brušenje in rezanje stekla med procesom proizvodnje vodi do nastanka številnih majhnih delcev. Tveganje teh delcev za zdravje v primeru inhalacije smo proučevali z določitvijo biorazpoložljivosti svinca v svinčevem steklu tako, da smo spremljali izluževanje svinca v umetno lizosomsko tekočino.
		ANG	The cutting and grinding processes used in the manufacture of glass products leads to the production of fine particles. The risk these fine particles represent to human health through inhalation has been investigated by the determination of the bioaccessibility of the lead found within a lead glass, utilizing artificial lysosomal fluid to simulate the leaching of the particles in the lungs.
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		BEESTON, Michael Philip, SANTACATALINA, Milagros, ELTEREN, Johannes Teun van, GRGIĆ, Irena. Bioaccessibility of Pb in nanoparticles of glasses. V: International Aerosol Confence, August 29-September 3, Helsinki, Finland. IAC 2010. [Helsinki]: Finnish association for aerosol research, 2010, 1 str.
	Tipologija	1.12	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
	COBISS.SI-ID	4478490	
3.	Naslov	SLO	Nov način priprave nanodelcev PbS za uporabo v respiratornih testih biorazpoložljivosti
		ANG	A novel way to make PbS nanoparticles for their application to a respiratory bioaccessibility test
	Opis	SLO	Razvili smo novo metodo priprave, karakterizacije in uporabe PbS (galenit) nanodelcev za in vitro teste biorazpoložljivosti v respiratornem traktu, še posebno v pogojih povezanih s fagocitozo ob uporabi umetne lizosomske tekočine. Priprava delcev z nanosekundno lasersko ablacijo je hitra, delci so uniformne velikosti in njihov premer (< 3µm) je ustrezen za mimikiranje procesov v respiratornem traktu, saj tako majhni delci vstopajo v alveolarno območje.
		ANG	A novel method was presented for the preparation, characterisation and subsequent use of PbS nanoparticles within an in-vitro bioaccessibility test representing the respiratory tract, specifically the conditions occurring in conjunction with phagocytosis by cells using artificial lysosomal fluid. The production of particles through the use of a nanosecond laser ablation enables their rapid production with a relatively narrow particle size distribution, and a diameter enabling them to represent particles that can enter the alveolar region of the respiratory tract (< 3 µm).
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		BEESTON, Michael Philip, ELTEREN, Johannes Teun van, ŠELIH, Vid Simon, FAIRHURST, Robert. A novel way to make PbS nanoparticles for their application to a respiratory bioaccessibility test. V: International symposium on mineralogy, environment and health : 17-18 September 2009, Université Paris-Est Marne la vallée (France) : book of abstracts. [S.l.: s.n.], 2009, str. 77.
	Tipologija	1.12	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
	COBISS.SI-ID	4275994	



4.	Naslov	SLO	Elementna sestava po masi ločenih delcev aerosolov: mapiranje z lasersko ablacijo in ICPMS v kombinaciji z analizo slike
		ANG	Size-segregated elemental composition of aerosol particles : a laser ablation ICPMS mapping approach combined with image analysis
	Opis	SLO	Lasersko ablacijo z ICPMS smo uporabili kot direktno multielementno metodo analize aerosolov, ločenih po velikosti s kaskadnim impaktorjem. To je bil prvi poskus analize mikro- in nanodelcev po tako imenovanem multielementnem mapiranju impakcijskih točk, pri katerem z laserjem "prevrstičimo" celotne točke na impakcijskih folijah. Ta pristop v kombinaciji z analizo slike se izogne problemom z elementno heterogenostjo vzorca zbranih aerosolov v impakcijskih točkah.
		ANG	Laser ablation ICPMS was presented as a direct multi-element analysis of aerosol particles collected by cascade impaction. This was a first attempt to analyse both micro- and nanoparticles by whole-spot analysis using a so-called multi-elemental mapping approach by rastering with the laser beam over the surface of the impaction foils. This approach combined with image analysis circumvent problems associated with elemental heterogeneity of the collected aerosols in the impaction spots.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	ELTEREN, Johannes Teun van, GLIGOROVSKI, Sašo, GRGIČ, Irena. Size-segregated elemental composition of aerosol particles : a laser ablation ICPMS mapping approach combined with image analysis. V: 9th European workshop on laser ablation in elemental and isotopic analysis : July 7-9th 2008, Prague, Czech Republic : workshop programme and abstracts. [S.l.: s.n.], 2008, str. 144.	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
COBISS.SI-ID	4032794		
5.	Naslov	SLO	Sestava islandskega vulkanskega pepela preko aerosolov, zbranih na Krvavcu, Slovenija
		ANG	Comparison of Icelandic volcanic ash with aerosols collected at Krvavec, Slovenia
	Opis	SLO	Karakterizirali smo vulkanske aerosole iz erupcije vulkana Eyjafjallajökulla na Islandiji po prenosu na dolge razdalje (cca. 3000 km). Po kontinuiranem vzorčevanju aerosolov na Kaninu smo v laboratoriju nato uporabili vrsto fizikalno-kemijskih tehnik za natančno karakterizacijo.
		ANG	The characterization of the volcanic aerosols emitted from the Eyjafjallajökull volcanic eruption, after long-range transport (LRT) to Slovenia (ca. 3000 km), was presented. A whole array of physico-chemical characterization techniques was used comprising on-site continuous and discrete measurements augmented by detailed laboratory analyses.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	GRGIČ, Irena, BEESTON, Michael Philip, ELTEREN, Johannes Teun van, ŠELIH, Vid Simon, ISKRA, Ivan, MOČNIK, Griša, REMŠKAR, Maja, KAPUN, Gregor. Comparison of Icelandic volcanic ash with aerosols collected at Krvavec, Slovenia. V: International Aerosol Confence, August 29-September 3, Helsinki, Finland. IAC 2010. [Helsinki]: Finnish association for aerosol research, 2010, 1 str.	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
COBISS.SI-ID	4478746		

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

Ob izbruhu islandskega vulkana, ko je oblak vulkanskega pepela dosegel tudi Slovenijo, smo imeli izredno priložnost testiranja naših novo razvitih fizikalno-kemijskih metod. Naše raziskave smo objavili v znanstveni prilogi časopisa Delo. Našli smo zanimive morfološke značilnosti delcev pepela, ki smo jih lahko povezali s tipom erupcije.

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

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>

SLO

Tveganje za zdravje v povezavi z inhalacijo aerosolov ali zaužitjem zemlje običajno ocenjujemo z ekstrakcijskimi testi pod umetnimi pogoji gastrointestinalnega ali respiratornega trakta. V teku projekta smo razvili nove tehnike, ki omogočajo i) kontinuirano spremljanje izluževanja (kinetika) za pridobitev podatkov o mehanizmih izluževanja kovin iz zemlje in kvantifikacijo izpostavljenosti in ii) spremljanje podatkov o izluževanju PbS nanodelcev za oceno tveganja inhalacije aerosolov, ki vsebujejo PbS. Še posebno uporaba laserske ablacije za tvorbo nanodelcev in njihovo lovljenje v ustrezne raztopine, ki oponašajo način vnosa v človeško telo, je absolutna novost s širokim potencialom uporabe. Naraščajoča uporaba nanodelcev pomeni tudi povečano potrebo po njihovi evaluaciji z vidika škodljivosti, kar predvideva tudi REACH (Registration, Evaluation, Authorization, and Restriction of Chemical Substances, EC No. 1907-2006). V tem projektu smo razvili nova orodja, ki bodo pomagala pri oceni takih materialov z vidika tveganja za zdravje.

Nadaljnji razvoj metod za fizikalno-kemijsko karakterizacijo nano-, mikro- in makrodelcev ter še posebno modeliranje eksperimentalnih rezultatov ponujata nov vpogled v mehanizme izluževanja kovin iz zemlje in aerosolov v gastrointestinalnem in respiratornem traktu. Ugotovili smo npr. da se v človeških pljučih z difuzijo lahko izluži tudi preko 50% Pb iz ekstremno netopnega PbS v obliki nanodelcev. Na splošno naši rezultati nakazujejo, da so nanodelci lahko zelo nevarni z vidika izluževanja. Ostali rezultati modeliranja odpirajo možnosti za napovedovanje izluževanja iz zemlje v okoljskih pogojih na osnovi zapletenega kinetičnega Langmuirovega modela, ki upošteva vezavo na različne mineralne faze prsti. Naše delo je poželo veliko pozornosti med predstavitvami na znanstvenih srečanjih.

Do zdaj so rezultat dela na projektu 4 znanstveni članki (3 objavljeni, 1 v tisku) v mednarodnih revijah z visokim impakt faktorjem (3 članki v revijah prve četrtine in 1 v drugi četrtini). Nadalje je še en članek poslan v objavo, dva pa sta v zaključni fazi priprave. Prav tako smo iz dela na projektu objavili tudi poljuden članek v časopisu Delo.

ANG

Risk assessment related to inhalation of aerosols or ingestion of soil is traditionally performed via batch extraction procedures by simulation of the gastrointestinal or respiratory tract conditions. We developed novel techniques yielding i) a continuous data stream (kinetics) for retrieval of metal-related soil leaching mechanisms to quantify the liability and ii) leaching data for PbS nanoparticles to assess the potential danger of aerosols containing PbS. Especially the use of a laser ablation device to generate nanoparticles and impinge them in an appropriate solution mimicking a certain body intake route must be seen as an absolute novelty with many potential applications. The ever increasing development and use of nanoparticles means that their evaluation within legislation is of utmost importance as expressed by REACH (Registration, Evaluation, Authorization, and Restriction of Chemical Substances (EC No. 1907-2006). This project has developed some tools to aid in the evaluation of such materials to assess health risks.

Further development of physico-chemical characterization methods for nano-, micro- and macroparticles, and in particular the modeling of experimental results, has offered new insights in leaching mechanisms of metals from soil and aerosols in the gastrointestinal and respiratory tracts. It was e.g. found that via particle diffusion more than 50% of Pb in extremely insoluble PbS nanoparticles can potentially be leached in the human lungs. Overall the findings seem to indicate that nanoparticles are potentially very dangerous from a leaching-point-of-view. Other modeling achievements have opened up possibilities to predict environmental metal leachability from soils based on a sophisticated multiple kinetic Langmuir model taking into account the binding to the respective mineralogical phases of the soil. We stirred up a lot of interest with this fundamental work during presentations at conferences.

So far the project has yielded 4 papers (3 published, 1 in press) in international journals with a high impact factor (3 of them in the first quartile and 1 in the second quartile). Additionally, 1 more paper has been submitted to an international journal whereas 2 other ones are in the stage of final preparation before submission. Also a more popular paper has been published in the national newspaper Delo related to the Icelandic volcanic eruption.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>

SLO

Rezultat projekta so metode za boljše razumevanje tveganja za zdravje, ki ga pomenijo kontaminirana zemlja in aerosoli na specifičnih lokacijah. Te metode omogočajo boljši vpogled v ukrepe, potrebne za zagotovitev varnega okolja, ki ne predstavlja tveganja za zdravje.

Pomembno področje, kjer bodo rezultati naše študije lahko našli aplikacijo, je notranje onesnaževanje industrijskih objektov. Tako npr. rezanje in brušenje kristalnega stekla, ki vsebuje visok delež Pb, lahko sprošča v neposredno okolico velike količine ultrafinih delcev. Znanje o njihovi potencialni nevarnosti za zdravje je seveda ključnega pomena.

Uporaba "forenzične geokemije" za karakterizacijo onesnaževanja s svinčevimi izotopi v Mežiški dolini bo v končni fazi omogočala boljše razumevanje obsega in vpliva trenutnega onesnaževanja topilnice svinca na tem, že tako s svincem onesnaženem območju.

Projekt je služil kot odskočišče več mladim znanstvenikom na začetku njihove kariere, ki so se veliko naučili o razvoju in uporabi analiznih metod za oceno tveganja in njihovem pomenu; eden od njih je celo pridobil ekspertno znanje s področja tvorbe nanodelcev z lasersko ablacijo, kar mu je prineslo novo službo v Nemčiji.

ANG

The results of the project provide methodologies that provide a greater understanding of the risks that the contaminated soils and aerosols present when analyzed on a site-specific basis. Therefore, the methodologies allow greater insight into the necessary measures that need to be taken in order to ensure a low risk environment.

Indoor industrial pollution is a very important area of study and represents a significant area with which the methodologies and understanding gained from this project has a clear application. For example, the cutting and grinding processes used in the manufacture of crystal glass, known for its high Pb content, results in a large amount of ultrafine particles. Therefore, knowledge of the potential risk that these fine particles represent when inhaled is crucial.

The use of forensic geochemistry for the characterization of the Pb pollution present in the Mežica valley, Slovenia with regards to Pb isotope ratios, will provide a methodology to allow a better understanding as to the scale and influence the current activities of the Pb smelter present in the area, concerning Pb pollution.

Additionally the project has served as springboard for several scientists at the beginning of their career to gain experience in the development of analytical tools for risk assessment and all their implications; as a matter of fact one of them gained expert knowledge in the field of nanoparticles generation by laser ablation that landed him a job in Germany.

### 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="text"/>

		<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="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>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<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>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	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.	<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>		
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:

Johannes Teun Van Elteren	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana	12.4.2011
-----------	-----------

#### Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/26

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

<sup>2</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>3</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>4</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

<sup>6</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., PREMŽL, 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>7</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 Sifrantu 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>8</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>9</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>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</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/2011-1 v1.01  
2A-5A-A3-7D-33-7D-19-3E-59-9D-33-89-4A-DD-22-BE-BC-CD-85-15