

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2013/11



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P1-0195
Naslov programa	Geokemijski in strukturni procesi
Vodja programa	6264 Tadej Dolenc
Obseg raziskovalnih ur	13600
Cenovni razred	B
Trajanje programa	01.2009 - 12.2012
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	1555 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.06 Geologija
Družbeno-ekonomski cilj	01. Raziskovanje in izkoriščanje zemlje

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	1.05
- Veda	1 Naravoslovne vede
- Področje	1.05 Vede o zemlji in okolju

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

3. Povzetek raziskovalnega programa²

SLO

Glavne raziskovalne vsebine in metode programa Geokemijski in strukturni procesi, ki združuje kompleksne (geološke, petrološko-mineraloške, sedimentološke, paleoekološke, strukturne, geokemične in izotopske) raziskave, so vezane za:

A) detajlni študij značilnosti in pogojev nastanka različnih kamnin (sedimenti, magmatske in metamorfne kamnine) in rudišč ter naravnih in umetnih mineralov; **B)** detajlni študij geokemičnih in biogeokemičnih procesov v različnih naravnih okoljih (frakcionacija stabilnih izotopov O, C, H, N in S) v recentnih morskih in sladkovodnih ekosistemih mineralov kakor tudi post sedimentacijskih procesov in procesov v supergeni coni (propadanja - preperevanje kamnin in mineralov v naravnem okolju in zaradi vpliva antropogenih dejavnikov); **C)** temeljne raziskave razvoja globalnega ekosistema s poudarkom na študiju globalnih sprememb na

Zemlji povezanih s kratkoročnimi in dolgoročnimi geokemijskimi, izotopskimi, biotskimi anomalijami v razvoju rastlinskih in živalskih vrst ter njihovim izumiranjem; **D)** temeljne raziskave procesov biomineralizacije in kalcifikacije v morskih bentoških organizmih in vpliva okoljskih faktorjev na mineralno sestavo in strukturo izločenih komponent; **E)** tektonsko evolucijo slovenskega ozemlja in sosednjih držav ter raziskovanje aktivnih tektonskih deformacij in napetostnega stanja, posebej z vidika ugotavljanja potresne ogroženosti Slovenije; **F)** študij izvora in fluksov raztopljenega anorganskega ogljika na meji sediment/voda v plitvih priobalnih okoljih; **G)** raziskave izvora sedimentirane organske snovi in študij biogeokemičnih procesov v recentnih sedimentih, ki vplivajo na redoks pogoje v priobalnem okolju ter na prehranjevalno verigo v ekosistemu Jadrana; **H)** geogeno in antropogeno onesnaženje s težkimi kovinami in drugimi polutanti v tleh, vodi, sedimentih in bioti; **I)** študij variabilnosti izotopske sestave lahkih prvin v vodnih ekosistemi; **J)** obnašanje naravnih in umetnih mineralnih materialov (gradiv) v simuliranih sistemih pri povišanem tlaku in temperaturi ter pri danih kemičnih pogojih glede na možnosti njihove uporabe kot sekundarno gradivo, kot nadomestek za naravni mineralni agregat; **K)** genezo, transport in akumulacijo plinov vezano na tektonsko aktivne prelomne sisteme in strukturo. Glavna tematika je študij diagenetskih procesov v terciarnih sedimentacijskih bazenih bogatih z organsko snovjo (premogi); **L)** geomikrobiologijo (študij interakcije med mikrobi in minerali) in okoljsko mineralogijo

ANG

The proposed investigations in the research program Geochemical and structural processes are of complex and advanced character. They are concerned with geological, petrological, mineralogical, sedimentological, palaeoecological, palaeoclimatological as well as with geochemical and isotopic studies related to:

- the origin of sedimentary, igneous and metamorphic rocks as well as of ore genesis and the crystallization of rock forming and ore minerals
- geochemical and biogeochemical processes in different environments (fractionation of stable isotopes (O, C, H, N and S in recent marine and fresh water environments) as well as in post sedimentary processes and of those of the supergene zone
- the investigation of biotic and a-biotic events in Earth history associated with short-term and long-term global perturbations of geochemical and isotopic records as well as with biotic crisis and mass extinctions
- basic research of biomineralization and calcification processes in marine benthic organisms and influence of environmental factors on mineral components of these benthos
- tectonic evolution of Slovenian and neighboring regions and studies of active tectonic deformation and related stress field with an emphasis on determine earthquake potential and risk in Slovenia
- the sources and fluxes of dissolved inorganic carbon at the sediment/water interface in a shallow coastal area
- the origin of sedimentary organic matter in the Adriatic, the influence of sedimentary biogeochemistry on the formation of hypoxic in coastal water and the food web structure of the ecosystem in the Adriatic Sea
- geogenic and anthropogenic impact (heavy metals and other pollutants) on soil, water, sediments and biota
- stable isotope structure of aquatic ecosystems
- the behavior of building materials in simulated systems regarding the possibility of their use as secondary building materials, as substitute for material minerals aggregates
- the genesis, transport and accumulations of gases in the tectonic active fractured zones and structures. The main topic is study of diagenetic processes in the Tertiary sedimentary basins, research in the organic matter (coals)
- geomicrobiology (interactions between microbes and minerals) and environmental mineralogy

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu³

SLO

V okviru raziskovalnega programa so potekale kompleksne izotopske, geokemične, okoljske, mineraloške, petrološke, sedimentološke, paleontološke, hidrogeološke in tektonske raziskave, ki so pomembne tako za reševanje različnih procesov v različnih okoljih kakor tudi za izrabo surovin in materialov ter ohranjanje naravne in kulturne dediščine. Glavne raziskovalne vsebine in rezultati programa v obdobju od 2009 do 2012 so bile vezane za: **A) Vpliv globalnih sprememb na morske in kopenske ekosisteme** A1-Z uporabo stabilnih izotopov ogljika in kisika smo določili

perturbacije v ogljikovem cilku od zgornjega triasa do spodnje jure na območju Mokrca (srednja Slovenija). **A2**-Raziskovali smo mejo Trias-Jura v predgorju Julijcev, kjer je bila izdelana zelo detailna biostratigrafska študija. **B) Geološka okolja in ekosistemi** **B1**-Stabilni izotopi, težke kovine in dinamika nastajanja aktivnega blata - Za ugotovitev primernosti uporabe aktivnega blata iz centralne čistilne naprave Kranj za vnos na zemljišče, smo geokemično in izotopsko raziskali 65 vzorcev blata iz večih bazenov. Rezultati so pokazali, da je v vzorcih največ prisotnega cinka, kateremu sledi baker, nato krom, svinec, nikelj, arzen, živo srebro, kadmij in zlato. Opazen je trend znižanja vrednosti izotopske sestave dušika v blatu vzporedno s procesom čiščenja odpadne vode. Najnižji razpon v izotopski sestavi dušika pa smo določili v stisnjemem blatu, ko se cikel "očiščevanja" zaključi, kar pomeni, da ima ob koncu čiščenja tudi blato nižje vrednosti težkega dušika kot na samem začetku očiščevalne verige. **B2**-Vpliv fizikalnih in kemičnih lastnosti sedimenta ter vodnega stolpca na organizme v Jadranskem morju - V okviru teh raziskav smo proučevali: a) značilnosti fluksov nutrientov, mineralov glin in soli v recentnih zdravnih morskih muljih vzhodnega priobalnega dela Jadranskega in njihove antropogene onesnaženosti s težkimi kovinami in drugimi polutanti; b) Spremljali smo obremenitve priobalnih sistemov zaradi izpustov netretiranih komunalnih in industrijskih odpadkov v morje na območju srednjednjega Jadrana in Istre. Opazili smo spremembe v izotopski sestavi dušika, kjer so že nameščene čistilne naprave. **B3**-Sledenje vplivov marikulture na ekosisteme v priobalju Jadranskega morja - Vpliv sledenja marikulture dejavnosti na bentoške in druge organizme v različni oddaljenosti od ribjih farm smo raziskali na območju Pirovaškega zaliva in ribjih farm Vrgade. Vrednosti izotopske sestave dušika v organizmih in POM-u iz neonesnaženih predelih morja so za več kot 5 promilov nižje od vrednosti iz onesnaženih delov in se približujejo vrednostim na ribjih farmah Vrgade. **B4**-Vpliv antropogenega onesnaženja na bivalno okolje v terciarnem bazenu v Makedoniji - Ugotavljali smo vsebnost težkih kovin in njihovo izlužljivost v tleh, sedimentih, vodah, rastlinah in ribah na območju Kočanskega Polja in Kameniškega jezera, zaradi bližine Pb-Zn rudarske aktivnosti (rudišče Sasa-Toranica). Stopnja onesnaženja s težkimi kovinami je v večini preiskovanih vzorcev presegala dovoljene vrednosti, ki so jih podale različne okoljske agencije. Izluževalni testi so pokazali, da so težke kovine v tleh in sedimentih obravnavanega območja biodostopne že pod normalnimi pogoji. **C) Petrogeneza in metalogeneza** **C1**-Ofiolitni kompleksi Notranjih Dinaridov - V okviru raziskav ofiolitov so bile napravljene geokemične analize ofiolitov Demir Kapije z elektronskim mikroskopom in EDS analizatorjem. **C2**-Nastanek kovinskih in nekovinskih mineralov - V okviru raziskav nastanka kovinskih in nekovinskih mineralov smo raziskovali pogoje nastanka pirita v sedimentnih kamninah. **D) Petrološko-mineraloške raziskave s področja materialov** **D1**-Propadanje naravnega kamna - kulturna dediščina - Raziskali smo vzroke propadanja naravnega kamna, vgrajenega v objekte kamnite kulturne dediščine Slovenije. Raziskovali smo apnenice iz Slovenije in kot referenco carrarski marmor. Preiskave so bile osredotočene na določanje oblik propadanja, produktov ter procesov preperevanja. Rezultati so pokazali, da apnenici propadajo tako v zunanjem kot notranjem okolju, največji vzrok propadanja pa je kristalizacija topnih soli (sadra in magnezijevi sulfat hidrati). Razvijali smo tudi nove produkte za namene konservatorsko-restavratorskih posegov na naravnem kamnu. Ugotavljali smo učinkovitost utrjevanja naravnega kamna s postopkom biomineralizacije. Razvijali smo tudi geopolimere na osnovi metakaolinov za namene zapolnjevanja poškodovanih delov naravnega kamna. **D2** - Ometi - kulturna dediščina - Za potrebe restavratorske stroke in arheologije smo preiskali predvsem omete in malte iz lokacij: arheološki najdišča Mošnje in Ljubljana (NUK). Potrdili smo že znano tehnologijo izdelave malt in ometov, ki so jo poznali in uporabljali Rimljani širom celotnega rimskega imperija. Na mestih, kjer je bilo potrebno zagotoviti nepropustnost zidane konstrukcije za vodo (terme), so kot dodatek k apnenemu vezivu dodajali latentno hidravlični material. V primeru Mošenj so v ta namen dodajali zdrobljen opečni agregat. **F) Ultravisokotlačni metamorfni procesi na Pohorju**-Natančno smo preučili razmerja in povezave med granatovimi peridotiti in osiromašenimi kamninami plašča, ki izdajajo v okviru ultramafičnega kompleksa ter podali novo razlago nastanka in geodinamične zgodovine Pohorskega ozemlja. **G) Paleontološko - stratigrafske**

raziskave-G1- Raziskave flišnih sekvenc Slovenije, Italije in južnih Dinaridov - Nadaljevali smo z študijo jurskih kamnin Slovenskega bazena in prehodne cone z Julijsko karbonatno platformo. Fokus teh raziskav je bil predvsem na odrazu Toarcijskega anoksičnega oceanskega dogodka na zaporedje Slovenskega bazena in na potopitev Julijske karbonatne platforme. **H) Hidrogeološke raziskave kraško-razpoklinskih vodonosnikov na območju Slovenije** - Sistematično smo analizirali in predstavili dimenzije toka v dolomitnih kamninah, ki predstavljajo enega izmed trenutno najbolj raziskanih parametrov v kraško-razpoklinskih vodonosnikih.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

SLO

Stopnja realizacije programskega dela na raziskovalnem programu je bila kljub finančno okrnjenem programu izreno visoka. V triletnem obdobju smo realizirali večji del ciljev, ki smo si jih zastavili ob predložitvi programa. Vredno je omeniti, da imamo v skupini izredne raziskovalce, ki s svojo nadarjenostjo, strokovnostjo in iznajdljivostjo, prispevajo k hitrejšemu in kvalitetnejšemu razvoju geologije, kot vede, ki ima velik nacionalni pomen za Slovenijo. Večina raziskovalcev je objavila v tem obdobju več člankov z mednarodno odmevnostjo (SCI faktorjem). V letu 2012 je doc. dr. M. Crabec objavila znanstveni članek pod kategorijo A" - izemni dosežek; Večina raziskovalcev so bili mentorji številnim diplomantom in doktorandom ter mladim raziskovalcem. Poleg raziskovalnega dela na programu, pa je večina raziskovalcev aktivno sodelovala tudi pri pedagoškem procesu tako starega kot prenovljenega bolognskega programa. Kljub povečani pedagoški obremenjenosti raziskovalcev, smo večji del ciljev izpolnili. Za doseg zastavljenih ciljev je bistveno pripomoglo tudi dodatno sofinanciranje programske skupine zaradi vpetosti raziskovalcev v pedagoški proces in zaradi povečane raziskovalne aktivnosti. V letu 2009 je programska skupina dobila tudi dodatna sredstva za materialne stroške in nabavo opreme (investicije). Celoten del investicijskih sredstev smo porabili za nabavo terenskega XRF spektrometra, ki nam je omogočil kvalitetnejšo in hitrejšo izvedbo analiz, ki so potrebne za doseg ciljev triletnega programa.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine⁵

Vsebina programa se v zadnjem letu financiranja ni spremenila. Sestava programske skupine pa se je konec oktobra zmanjšala za enega raziskovalca (dr. Sabina Kramar), ker je bil vključen v drugo programsko skupino.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁶

Znanstveni dosežek														
1.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>953694</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td>SLO</td> <td>Vsebnost glavnih, stranskih in slednih elementov v morskem sedimentu kot posledica akvakulturne dejavnosti (Srednji Jadran, Hrvaška)</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Major, minor and trace element content derived from aquacultural activity of marine sediments (Central Adriatic, Croatia)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Opis</td> <td>SLO</td> <td>Namen raziskave je bilo oceniti vpliv izbranih ribjih farm na morski sediment. Glavni, stranski in sledni elementi so bili uporabljeni za določitev prostorske in časovne razporeditve le te in njihove povezave z akvakulturno dejavnostjo. Koncentracija težkih kovin v sedimentu pod ribjimi kletkami je bila značilno drugačna kot na referenčni točki in generalno nižja od vrednosti ozadja izmerjenih v srednjem Jadranu. Poleg tega so koncentracije težkih kovin na referenčni lokaciji lahko tudi presegle vrednosti izmerjene pod kletkami. Rezultati so pokazali, da je vpliv raziskovanih ribjih farm na lokalni morski ekosistem praktično zanemarljiv.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>The purpose of the study was to assess the effect of selected fish farming</td> </tr> </table>	COBISS ID	953694	Vir: COBISS.SI	Naslov	SLO	Vsebnost glavnih, stranskih in slednih elementov v morskem sedimentu kot posledica akvakulturne dejavnosti (Srednji Jadran, Hrvaška)	ANG	Major, minor and trace element content derived from aquacultural activity of marine sediments (Central Adriatic, Croatia)	Opis	SLO	Namen raziskave je bilo oceniti vpliv izbranih ribjih farm na morski sediment. Glavni, stranski in sledni elementi so bili uporabljeni za določitev prostorske in časovne razporeditve le te in njihove povezave z akvakulturno dejavnostjo. Koncentracija težkih kovin v sedimentu pod ribjimi kletkami je bila značilno drugačna kot na referenčni točki in generalno nižja od vrednosti ozadja izmerjenih v srednjem Jadranu. Poleg tega so koncentracije težkih kovin na referenčni lokaciji lahko tudi presegle vrednosti izmerjene pod kletkami. Rezultati so pokazali, da je vpliv raziskovanih ribjih farm na lokalni morski ekosistem praktično zanemarljiv.		The purpose of the study was to assess the effect of selected fish farming
COBISS ID	953694	Vir: COBISS.SI												
Naslov	SLO	Vsebnost glavnih, stranskih in slednih elementov v morskem sedimentu kot posledica akvakulturne dejavnosti (Srednji Jadran, Hrvaška)												
	ANG	Major, minor and trace element content derived from aquacultural activity of marine sediments (Central Adriatic, Croatia)												
Opis	SLO	Namen raziskave je bilo oceniti vpliv izbranih ribjih farm na morski sediment. Glavni, stranski in sledni elementi so bili uporabljeni za določitev prostorske in časovne razporeditve le te in njihove povezave z akvakulturno dejavnostjo. Koncentracija težkih kovin v sedimentu pod ribjimi kletkami je bila značilno drugačna kot na referenčni točki in generalno nižja od vrednosti ozadja izmerjenih v srednjem Jadranu. Poleg tega so koncentracije težkih kovin na referenčni lokaciji lahko tudi presegle vrednosti izmerjene pod kletkami. Rezultati so pokazali, da je vpliv raziskovanih ribjih farm na lokalni morski ekosistem praktično zanemarljiv.												
		The purpose of the study was to assess the effect of selected fish farming												

		<p>on surrounding marine sediment. Major, minor and trace elements were used to estimate the spatial and temporal distribution and their possible relationship with local aquacultural activity. Concentrations of heavy metals in sediment below fish cages were notably different than reference site but generally lower than background values observed in Central Adriatic. Beside, heavy metal concentrations at the reference site varied from lower levels to values even higher than those observed below the high-production cages. Such results suggest that the effect of observed fish farm activity on the local marine ecosystem is practically negligible.</p>
	Objavljeno v	<p>Springer; Environmental science and pollution research international; 2012; Vol. 19, no. 7; str. 2708-2721; Impact Factor: 2.651; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.978; A': 1; WoS: JA; Avtorji / Authors: Žvab Rožič Petra, Dolenc Tadej, Baždarić Branimir, Karamarko Vatroslav, Kniewald Goran, Dolenc Matej</p>
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	962654 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Geokemične značilnosti redkih zemelj (REE) v riževih poljih in rižu (<i>Oryza sativa</i> L.) iz Kočanskega polja (Republika Makedonija)</p> <p><i>ANG</i> Geochemical characteristics of rare earth elements (REEs) in the paddy soil and rice (<i>Oryza sativa</i> L.) system of Kočani Field, Republic of Macedonia</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Namen študije je bil oceniti geokemične značilnosti redkih zemelj (REE) v riževih poljih in rižu (<i>Oryza sativa</i> L.) Kočanskega polja v Republiki Makedoniji. Izmerjene so bile koncentracije REE v riževih poljih in rižu. Z metodo zaporednega izluževanja sta bili določeni mobilnost in biodostopnost REE. Na povečane koncentracije REE v riževih poljih vpliva geološko ozadje, katerega gradivo so kisle in srednje magmatske kamnine. Le nekaj odstotkov REE je vezanih na vodotopno in izmenljivo frakcijo, kar nakazuje majhno mobilnost REE. V rižu so bile izmerjene nizke vsebnosti REE, enako je pokazal tudi izračunan faktor prenosa (TF), kar potrjuje majhno akumulacijo REE v preiskovanih poljščinah.</p> <p><i>ANG</i> The aim of this study was to evaluate and examine the geochemical characteristics of rare earth elements (REEs) in Kočani paddy soils and rice samples (<i>Oryza sativa</i> L.) from the Republic of Macedonia. The concentrations of REEs in paddy soils and rice were measured. Sequential extraction procedure was used to assess the mobility and bioavailability of REEs. Elevated concentrations of REEs in paddy soils can be explained by contributions from acid and intermediate igneous rock. Low percentages of REEs were bound to the water-soluble and exchangeable fractions, revealing low mobility of REEs. Small amount of REEs were detected in rice. The calculated transfer factor (TF) were also very low, confirming a small accumulation of REEs in the studied crops.</p>
	Objavljeno v	<p>Elsevier; Geoderma; 2012; Vol. 183-184; str. 1-11; Impact Factor: 2.318; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.44; A': 1; WoS: XE; Avtorji / Authors: Rogan Šmuc Nastja, Dolenc Tadej, Serafimovski Todor, Dolenc Matej, Vrhovnik Petra</p>
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	962142 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Fazna razmerja med viškom metamorfoze in dekompresijo v eklogitih s Pohorja</p> <p><i>ANG</i> Phase relations during peak metamorphism and decompression of the UHP kyanite eclogites, Pohorje Mountains (Eastern Alps, Slovenia)</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> V delu predstavljeni rezultati dokazujejo znatno povečanje (več km) ozemlja, ki je bilo izpostavljeno ultravisokotlačni metamorfozi tekom kredne orogeneze na območju Pohorja. Poleg tega dokumentirajo potek</p>

		ekshumacije ultravisokotlačnih metamorfnih kamnin, ki omogoča klasifikacijo ultravisokotlačnih metamorfnih terenov na območju alpskega orogena v dve glavni skupini.
	ANG	Phase relations in UHP kyanite eclogites (Pohorje, Eastern Alps) via Perplex. UHPM due to Cretaceous intracontinental subduction at 3.1-3.5 GPa and 765-835 °C. Modeling of symplectites after omphacite/kyanite revealed isothermal decompression. High T at peak P is due to radiogenic heat production (subducted continental crust).
	Objavljeno v	Elsevier; Lithos; 2012; Vol. 144-145; str. 40-55; Impact Factor: 3.246; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.463; A': 1; WoS: GC, RE; Avtorji / Authors: Vrabc Mirijam, Janák Marian, Froitzheim Nikolaus, De Hoog J.C.M.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	873822 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Variacije izotopske sestave žvepla v svinčevo-cinkovem rudišču Mežica (Slovenia)
	ANG	Sulfur isotope variations from orebody to hand-specimen scale at the Mežica lead-zinc deposit, Slovenia: a predominantly biogenic pattern
	Opis	SLO Svinčevo-cinkova rudišča rudnega polja Mežica, Severna Slovenija, pripadajo skupini rudišč doline reke Mississippi. Na površini 64 km ² je več kot 350 rudnih teles in številni rudni pojavi večinoma v srednjetriasnih platformskih apnencih in dolomitih. Na osnovi heterogene izotopske sestave žvepla je očit en heterogen vir H ₂ S v rudonosnih raztopinah ter njihovo izločanje v termodinamičnem neravnotežju.
	ANG	Lead and zinc ore deposits within the Mežica ore field, Northern Slovenia, belong to the Mississippi Valley Type of ore deposits. On an area of 64km ² there are more than 350 ore bodies and numerous ore occurrences mostly within Middle Triassic platform limestones and dolostones. On the base of detailed stable isotope analyses of sulphur it is obvious a heterogeneous source of H ₂ S for the ore minerals formation and their precipitation in thermodynamic disequilibrium.
	Objavljeno v	Springer-Verlag; Mineralium Deposita; 2010; Vol. 45, no. 6; str. 531-547; Impact Factor: 2.061; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.517; A': 1; WoS: GC, RE; Avtorji / Authors: Herlec Uroš, Spangenberg Jorge E., Lavrič Jošt Valentin
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	826718 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Ocena propadanja apnencev zaradi nastanka soli z mikroramansko spektroskopijo: uporaba v kulturni dediščini
	ANG	Assessment of limestone deterioration due to salt formation by micro-Raman spectroscopy: application to architectural heritage
	Opis	SLO Kristalizacija soli je eden izmed najpogostejših vzrokov propadanja spomenikov iz naravnega kamna. V prispevku so preiskani tako produkti preperevanja dveh baročnih spomenikov v Ljubljani, Slovenija kot apnenec, ki je bil uporabljen za samo konstrukcijo spomenikov. Za analizo produktov preperevanja in posameznih mineralov apnenca je bila uspešno uporabljena kombinacija mikroramanske spektroskopije in rentgenske praškovne difrakcije. Eflorescenco sestavljajo poleg sadre še minerali heksahidrat, pentahidrat in soliter.
	ANG	Salt crystallisation is a principal deterioration factor of many stone monuments. In this study, samples of weathering products of two baroque monuments in Ljubljana, Slovenia, as well as the limestone used in their construction (Lesno Brdo limestone) were investigated in order to ascertain

		the main mineral phases produced during the weathering process. A combination of micro-Raman spectroscopy and X-ray powder diffraction was successfully applied to identify micrometre-size minor components in the limestone and the weathering.
Objavljeno v		Wiley; Fifth international congress on the application of raman spectroscopy in art and archaeology; Journal of Raman spectroscopy; 2010; Vol. 41, iss. 11; str. 1151-1158; Impact Factor: 3.137; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.301; A': 1; WoS: XQ; Avtorji / Authors: Kramar Sabina, Urošević Maja, Pristacz Helmut, Mirtič Breda
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	260046848 Vir: COBISS.SI
	Naslov	Več glav, več ve - Raziskave materialov na Robbovem kipu Viteza
		<i>SLO</i>
		Many heads are better than one - The Bust of a Knight by Robba: Analysis of Materials
		<i>ANG</i>
	Opis	Za apnenec, iz katerega je napravljen kip, je značilna visoka vsebnost kalcija (Ca) in nizka vsebnost silicija (Si) ter odsotnost žvepla, svinca, cinka in arzena (S, Pb, Zn, As). Vsebnosti teh elementov za ostale analizirane točke so precej visoke. Značilno se razlikujejo tudi vsebnosti kalcija (Ca). Zato utemeljeno menimo, da je značilna kemična sestava površine izključno posledica izdelave prevleke iz gipsa, njenega patiniranja, lepljenja – restavriranja kipa in načina izdelave kalupa za kopijo (silikonska masa, beli gips) ter naključnih pleskarskih barvnih madežev.
		<i>SLO</i>
		Characteristic of the limestone from which the statue is made are high content of calcium (Ca) and low content of silicon (Si) and the absence of sulphur, lead, zinc and arsenic (S, Pb, Zn, As). The content of these latter elements within other analysed spots is quite high. Differences in the content of calcium (Ca) are typical. Therefore, our conclusion is that chemical compositions of surface coatings exclusively reflect the compositions of manufactured gypsum plaster, its colouring, gluing - restoration of the statue, and the method of making the mould for the copy (silicone paste, white plaster), as well as random spots of paint.
		<i>ANG</i>
	Šifra	F.27 Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine
	Objavljeno v	Muzej in galerije mesta Ljubljane; 2012; 116 str.; Avtorji / Authors: Pokrajac Ana, Simončič Metka, Dolenc Matej, Herlec Uroš
	Tipologija	2.02 Strokovna monografija
2.	COBISS ID	251166208 Vir: COBISS.SI
	Naslov	Onesnaženje tal in pridelkov s težkimi kovinami v terciarnih bazenih na primeru Kočanskega polja (Vzhodna Makedonija)
		<i>SLO</i>
		Heavy metal contamination of soils and crops in tertiary basins
		<i>ANG</i>
	Opis	Onesnaženje tal in pridelkov s težkimi kovinami je zelo razširjen in dolgoročen problem, ki predstavlja veliko grožnjo kvaliteti ekosistemov. V raziskavi smo se osredotočili na onesnaženje tal riževih polj in pridelkov iz Kočanskega polja (Republika Makedonija), ki se na omenjenem območju pojavlja kot posledica namakanja riževih polj z odpadno vodo in neprečiščenimi rudniškimi odplakami iz okoliških rudnikov.
		<i>SLO</i>
		Contamination of soils and crops with heavy metals is widespread and induces a long-term risk to ecosystem health. This research focuses on the

		heavy metal contamination of the paddy soils and crops from Kočani Field (Republic of Macedonia) originating from irrigation of the paddy fields by riverine water impacted by past and present base-metal mining activities and acid mine drainage.
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v	[N. Rogan Šmuc]; 2010; 108 f.; Avtorji / Authors: Rogan Šmuc Nastja
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
3.	COBISS ID	251813888 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Vrednotenje apnencev z vidika vpliva okoljskih dejavnikov na njihovo propadanje
		ANG Evaluation of limestones with respect to the influence of environmental factors on their deterioraton
	Opis	SLO V disertaciji sta obravnavana dva slovenska apnenca, ki sta bila široko uporabljena pri gradnji številnih objektov kulturne dediščine, eden od njih je še vedno aktualen pri gradnji modernih objektov. Rezultati raziskave kažejo, da je kristalizacija soli glavni vzrok za propadanje obravnavanih apnencev, ki se odraža v različnih oblikah propadanja.
		ANG This study deals with the characterization of two Slovenian limestones, which have been most frequently used in the construction of Slovenian historical monuments as well as modern buildings. The results indicated that the precipitation of soluble salts had significantly contributed to the severe observed deterioration of the selected limestones.
	Šifra	F.27 Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine
	Objavljeno v	[S. Kramar]; 2010; XIII, 119 f.; Avtorji / Authors: Kramar Sabina
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
4.	COBISS ID	842078 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Fenomen propadanja na kamnitih spomenikih: primeri izbranih slovenskih spomenikov
		ANG Deterioration phenomena on stone monuments: insights from some Slovenian monuments
	Opis	SLO Izčrpana dokumentacija o propadanju naravnega kamna je ključnega pomena na področju ohranjanja objektov kulturne dediščine. Predavanje je v prvi vrsti zajemalo predstavitev lastnosti kamnin, ki so bile uporabljene pri nekaterih pomembnih ljubljanskih spomenikih. Sledila je predstavitev oblik propadanja naravnega kamna in vzrokov zanje.
		ANG A detailed investigation of stone monuments makes an important contribution to damage diagnosis on stone monuments. The talk included presentation of properties of a stones, which were used in the construction of some important monuments in Ljubljana. Furthermore, some weathering forms of the natural stones and their causes were presented.
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje
	Objavljeno v	Universität Wien; 2010; Avtorji / Authors: Kramar Sabina
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi
5.	COBISS ID	790622 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Fraktalna analiza toka v kraško-razpoklinskih vodonosnikih
		ANG Fractal analysis of flow in fractures and karstic aquifers
	Opis	SLO Aplikacija fraktalov v študijah podzemnih vod je izredno redka in svetovno aktualna tematika, prav tako pa so redke druge raziskave kraško-razpoklinskih vodonosnikov. Predavanje je okrepilo mednarodne povezave

		fakultet z navezavo stikov s predavatelji in raziskovalci, nekaj študentov pa je iz tematike predavanja opravljalo tudi izpit in pridobilo ETCS točke.
	ANG	Applications of fractals in the study of groundwater flow and mass transport are very rare and presently popular research field in the world, and generally karstic and fractured aquifers are still inadequately analyzed. The lecture has been successful and has improved international relationships between faculties with researchers and teachers, and those students attending the exam have been given ETCS points
Šifra	B.04	Vabljen predavanje
Objavljeno v	Eötvös L. University, Institute of Geography & Earth Sciences, Dept. of Physical and Applied Geology; 2009; Avtorji / Authors: Verbovšek Timotej	
Tipologija	3.14	Predavanje na tuji univerzi

9. Drugi pomembni rezultati programske skupine⁸

--

10. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Geokemijski in strukturni procesi so bistven dinamičen del evolucije geološkega okolja. Predstavljajo pomemben del ostalih ciklov, ki določajo spremembe, ki jih neposredno občuti tudi človeštvo. Zato so tovrstne raziskave zelo široko razvejane v vseh vrstah znanosti. Študija vplivov globalnih sprememb na morske in kopenske ekosisteme je vezana za raziskave razvoja globalnega ekosistema od zgodnjega predkambrija pa naprej za katerega je značilna vrsta globalnih katastrofičnih dogodkov, ki praviloma sovpadajo z biotskimi spremembami in stratigrafskimi mejami ter izrazitimi geokemičnimi in izotopskimi anomalijami ter klimatskimi spremembami. S proučevanje razvojev sedimentacije in kamnin na pomembnih geoloških mejah v Sloveniji dopolnjujemo znanje o geokemičnih in biogenih dogodkih na Zemlji, ki se danes intenzivno proučujejo. Raziskave združenega biogeokemičnega cikla kisika, ogljika, dušika in žvepla v sedimentih, na stiku vode in sedimenta, ter v okolnem morskem prostoru in bioti omogočajo boljše razumevanje interakcij med fizikalno-kemičnimi lastnostmi in primarnimi inputi, ki so posledica bioprodukcije. Za razvoj znanosti je velikega pomena pravilno razumevanje mehanizmov, ki usmerjajo mobilnost in razpoložljivost težkih prvin v tleh na kmetijskih površinah. Z raziskavami mehanizmi raztapljanja mineralov se vključujemo v trajni projekt evropske skupnosti. S karakterizacijo ometov, malt, tlakov in opleskov staroselcev, ugotavljamo razprostranjenost določenega znanja in na migracijske poti takratnih prebivalcev, zaradi česar so prenašali material in znanje iz kraja v kraj. To je podatek, ki omogoča prepoznavati zgodovinski razvoj Evrope. Tektonika območja Dinaridov in celotnega vzhodnega roba Jadranske kolizijske cone je zaradi pomanjkanja kvalitetnih modernih študij še vedno precej slabo poznana. Z našimi raziskavami iščemo odgovore na naslednja aktualna in za znanost pomembna vprašanja: - kakšna je aktivna kinematika Jadranske mikroplošče? - kakšni so strukturni stili aktivnih tektonskih deformacij? - kakšen je strukturni, časovni in paleonapetostni razvoj Dinarskega orogena? - kakšna je vloga in geodinamska razlaga postnarivne tenzije, ki bi lahko bila povzročena z ekstenzijo Panonskega bazena ali zaradi orogenskega kolapsa? Prisotnost ultravisokotlačnih metamorfni kamnin na Pohorju je z geodinamskega stališča indikacija za kredno subdukcijo (podrivanje) kontinentalne litosfere v velike globine. Zato bodo pričakovani rezultati raziskav močno spremenili dosedanje vedenje o tektonskem in paleogeografskem razvoju Alpskega orogena in tako obenem bistveno pomagali pri razumevanju današnje zgradbe litosfere in litosferskega plašča v naši regiji. Raziskave flišnih sekvenc so regionalno pomembni. Tako temeljita in obsežna raziskava predstavlja edinstveno študijo Dinaridov in je edina te vrste na tem prostoru. Kot taka je raziskava izrednega pomena za poznavanje evolucije celotnega Mediteranskega prostora. Na podlagi omenjene raziskave bo namreč mogoče detajlno določiti starosti paleogenskih sekvenc in jih povezati z globalnimi geološkimi dogodki. Natančno definirana sedimentarna evolucija povezana z detajlnimi

geokemijskimi raziskavami bo tako omogočila rekonstrukcijo kronologije lokalnih tektonskih dogajanj, podrobno proučitev paleogenskega regionalnega tektonskega režima ter rekonstrukcijo klimatskih sprememb, rekonstrukcijo evstatičnih nihanj morske gladine in sprememb v kemizmu morske vode. V svetovnem merilu predstavljajo kraško-razpoklinski vodonosniki eno najbolj aktualnih področij raziskovanja, predvsem v hidrogeološkem pogledu. Področje fraktalne dimenzije toka kot geometrijskega parametra toka v vodonosnikih je še novo in precej neraziskano, zato predstavljajo vsakršne raziskave tega parametra novost in so precejšnjega pomena za razvoj znanosti na tem področju. Poleg tega odpira integracija omenjenih raziskovalnih metod z geokemičnimi, sedimentološkimi in strukturnogeološkimi metodami nova področja raziskovanja.

ANG

Geochemical and structural processes represent the essential part of evolution of geological environment. They are important section of many cycles controlling changes that directly influent on mankind. For that reason geochemical and structural investigations are widely represented in all parts of science. The evolution of the global ecosystem since the early Precambrian is punctuated by a series of abnormal global geochemical events, which commonly, but not always, coincide with biotic changes and time-stratigraphic boundary. A number of possible explanations for the causes of these global geochemical perturbations, biotic crisis and mass-extinctions have been proposed including intense volcanic activity, sea-level changes associated with glacial periods, changes in seawater chemistry, an extraterrestrial impact(s) and various related factors. The study of coupled biogeochemical cycles of oxygen, carbon, nitrogen and sulfur in the sediments, at the water/sediment interface, biota and in the surrounding marine environments (fish farms, input of untreated municipal wastewater) will promote better understanding of the ongoing interactions between physical/chemical properties and primary bioproduction fluctuations. The importance for the development of science is understanding the mechanisms governing the mobility and bioavailability of heavy metals in agricultural soil. Mechanisms of mineral dissolving are a sustained project of European Union. Characterisation of mortars, renders, pavements and paint layers indicates the extension of certain knowledge and migration paths of inhabitants of the time when materials and knowledge migrated with them. This data enable us to reconstruct historical development of the Europe. Tectonics of the Dinarides and along the entire eastern rim of the Adriatic collision zone is still poorly understood due to the lack of modern studies. We aim to provide new data and answers to the following outstanding problems: - What is the active kinematics of the Adriatic microplate? - What are the structural styles of active deformation? - What is the structural, temporal and paleostress evolution of the Dinaric orogen? - What is the role and geodynamic explanation for post-thrusting tension, which could be due to extension in the Pannonian domain or produced by orogenic collapse? From the geodynamic point of view, the presence of ultrahigh-pressure metamorphic rocks in Pohorje Mountains serves as important indicator for subduction of kontinental lithosphaere into the enormous depths. The expected results will make an important change in the present knowledge about tectonic and paleogeographic evolution of the Alps. Results will essentially support the understanding of the present structure and composition of the lithosphaere and lithosphaeric mantle in Slovenia region. The research of flysh sequences are of regional importance. The thorough research of the Dinarides represents the one of the first research of this type in the mentioned region. On the basis of these research will be possible to minutely determine ages of paleogenic sequences and correlate them with global geological events. Thoroughly defined sedimentary evolution accompanied with detailed geochemical research will enable reconstruction of chronology of local tectonic events, detailed research of regional Paleogene tectonic regime and reconstruction of climate changes, evstatic changes and changes in chemistry of Paleogene ocean waters. Karstic and fractured aquifers represent one of the most explored fields of research, especially in hydrogeology. The concept of fractal flow dimension as a geometric parameter of flow in these aquifers is still new and inadequately studied; therefore any research of this parameter represents a contribution to science. In addition, integration of these methods with geochemical, stratigraphical, sedimentological and structural research opens further fields of investigation.

10.2.Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Osnovni cilj poznavanja geokemijskih in strukturnih procesov je boljše poznavanje slovenskega

prostora in s tem dati osnovne podatke za ohranjanje naravnega bogastva in na nekaterih segmentih tudi kulturne dediščine. Drugi cilj je zagotoviti nekatere osnovne podatke za trajnostni družbeno-ekonomski razvoj Slovenije (premogovništvo, gradbeništvo, potresna ogroženost, plazovi, okrasni kamen, umetni materiali). Tretji in najpomembnejši cilj pa je na osnovi geokemijskih in strukturnih podatkov pridobiti čim več znanja o občutljivosti geookolja na stresne dogodke, med katere spada tudi antropogeno onesnaževanje. Dosedanji rezultati so dobra osnova za uspešno nadaljevanje okoljskih raziskav. Program vključuje tudi elemente za strateški razvoj Slovenije na področjih geološkega poznavanja območja Slovenije, kar je temeljna baza za tisti del družbeno ekonomskega razvoja, ki temelji na gradnji prometnega omrežja, objektov, sanaciji plazov, izrabi naravnih surovin, odkrivanju in izrabi okrasnega kamna, vrednotenju in sanaciji življenskega okolja. Že v predhodnem obdobju smo ugotovili pomembnost družbeno ekonomskega razvoja. Za uspešno izrabo temeljnih raziskav in znanja je potrebno sodelovanje v širšem družbeno ekonomskem prostoru z neposrednim interdisciplinarnim delom, zato smo skupino razširili z zunanjimi sodelavci s področja cestogradenj in varovanja okolja. Raziskave bodo doprinesle k poznavanju geološkega razvoja slovenskega ozemlja in dopolnjevale podatke za širši evropski prostor. Tako bo obogaten osnovni geološki segment naše naravne dediščine z določanjem starosti, orogeneze, poznavanje geneze mineralne surovine pa tudi vrste kamnin in mineralov ter njihovih preperin ter vrste tal.

ANG

Advanced understanding of geochemical and structural processes is an essential base for better expertise of Slovenia region and the main goal of our research group. It provides the fundamental data needed for protection and preservation of natural geoheritage and cultural heritage. Providing basic geological data necessary for permanent social and economic evolution of Slovenia in different fields: mining, civil engineering, seismic hazard, avalanches, architectural stones and artificial materials, is our second research aim. Gaining all necessary knowledge about sensitivity of geoenvironment for stressful events (antropogenic pollution, natural hazard) on the basis of geochemical and structural data is our third and at the same time the most important goal. Previous investigations serve as good basis for successful continuation of environmental research. The programme includes important elements for strategic evolution of Slovenia. Good understanding and knowledge about geological structure of Slovenia will serve as essential base for social and economical evolution, mostly in parts that include road constructions, civil engineering, landslides engineering, exploitation of natural materials, discovering and use of architectural (building) stones, evaluation and improvement of living environment. High importance of social and economic development was quickly discovered already in the previous research period. For providing the best possible utilization of basic research and knowledge, cooperation in broad social and economic field was established. With including external collaborators from different scientific fields (road building, civil engineering, ecology, nature protection) in our research group the direct interdisciplinary joint research and cooperation was successfully enabled. The ongoing research results will contribute to the knowledge of geological evolution of Slovenia and provide the missing data for wider European region. With proper age determinations, and extensive studying of orogeny, mineralogy, mineral deposits, rock types and soils the basic geological part of natural heritage will be expanded and updated.

11. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2012¹²

11.1. Diplome¹³

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	9
bolonjski program - II. stopnja	
univerzitetni (stari) program	32

11.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹⁴

--	--	--	--	--	--	--

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
26552	Nastja Rogan Šmuc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27655	Sabina Kramar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25599	Alenka Mauko	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29608	Miloš Miler	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30744	Luka Gale	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10668	Duška Rokavec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Pucihar Martina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

Mag. - Znanstveni magisterij

Dr. - Doktorat znanosti

MR - mladi raziskovalec

12. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁵

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
26552	Nastja Rogan Šmuc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
27655	Sabina Kramar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
25599	Alenka Mauko	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
29608	Miloš Miler	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
30744	Luka Gale	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	

Legenda zaposlitev:

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi

B - gospodarstvo

C - javna uprava

D - družbene dejavnosti

E - tujina

F - drugo

13. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2012

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja

B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine

C - študent – doktorand iz tujine

D - podoktorand iz tujine

14. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2012¹⁶

SLO

--

1) COST : TD0903 (vodja: T. Dolenc, sodelavci: N. R. Šmuc, P. Vrhovnik, P. Z. Rožič)- Understanding and manipulating enzymatic and proteomic process in biomineralization – towards new biomimetic strategies, the creation of tailored nano-scale architectures and environmental monitoring. V zgoraj navedenem projektu se ukvarjamo z okoljskim sistematičnim vzorčenjem različnih moluskov in bionanotehnologijo. Projekt se osredotoča na (1) monitoring embrionalnih razvojov izbranih morskih organizmov, nadalje na (2) biokemično in kristalografsko kontrolo mehanizmov, ki omogočajo različne mineralizacijske poti v embrionalnih in odraslih organizmih, na (3) karakterizacijo metaboličnih poti v morskih, sladkovodnih in kopenskih moluskih in na (4) uporabi raziskovanih organizmov za biomonitoring v rečnih in morskih okoljih.

2). IGCP project 572 Permian-Triassic ecosystems (vodja: T. Dolenc, sodelavci: M. Dolenc, N. Rogan Smuc, A. Smuc, B. Rožič, V. Kastelic, P. Vrhovnik, P. Žvab)

Izotopska sestava ogljika in žvepla pa tudi geokemične značilnosti kažejo, da je prišlo na prehodu iz perma v trias do katastrofičnih dogodkov, ki so povzročili enega izmed najboljsežnejših izumiranja živalskih in rastlinskih vrst. Izumiranje je povzročilo, da je izginila več kot polovica vseh morških organizmov, zdesetkani pa so bili tudi kopenski vretenčarji in flora. Kljub številnim raziskavam vzroki katastrofičnih sprememb in izumiranja še vedno niso povsem pojasnjeni. V času trajanja projekta smo osredotočili raziskave ponovno na P/Tr mejno sekvenco v dolini Idrijce. Gre za visoko resolucijske raziskave izotopske sestave karbonatnega in organskega ogljika ter sulfidnega žvepla, predvsem pa geokemične raziskave z XRF s katerimi smo omogočili boljši vpogled na drastične spremembe in anomalije na P/Tr meji.

3). IGCP project 571 Radon, health and natural hazards (vodja: T. Dolenc, sodelavci: M. Dolenc, B. Rožič, V. Kastelic, P. Žvab)

Na področju raziskav radona smo nadaljevali z raziskavami vpliva, ki ga imata seizmična in tektonska aktivnost na transport radona. Raziskava temelji na večletnih kontinuiranih meritvah radona in hidrometeoroloških parametrov, ki jih izvajamo (i) v termalnih vodah na Bledu in v Hotavljah, (ii) v talnem zraku v Furlaniji in na Siciliji (Italija) ter v Sapporu (Japonska) in (iii) v zraku ob tektonskih prelomih na dveh mestih v Postojnski jami in v Kostanjeviški jami. Za identifikacijo anomalij, ki jih povzročata seizmična in tektonska aktivnost, uporabljamo poleg običajnih statističnih metod tudi metode strojnega učenja (odločitvena drevesa in nevronske mreže), ki so se izkazale najbolj učinkovite in zanesljive. Nadaljevali smo tudi raziskave nano delcev (10–1000 nm), na katere se v zraku vežejo nano aerosoli radonovih razpadnih produktov (ključnega podatka v dozimetriji radona). Meritve njihove koncentracije in velikostne porazdelitve smo izvajali v Postojnski jami ter v nekaj kraških jamah in rudnikih na Madžarskem.

15. Vključenost v projekte za uporabnike, ki v so obdobju trajanja raziskovalnega programa (1. 1. 2009 – 31. 12. 2012), potekali izven financiranja ARRS¹⁷

SLO

Raziskovalci programske skupine so sodelovali pri številnih projektih financiranih izven ARRS. Opravljene so bile sledeče raziskave za gospodarska podjetja: ZAG, TERMIT; GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE, ZVKDS, IRMA, IRGO Consulting, Za ZAVOD ZA KULTURNO DEDIŠČINO SLOVENIJE smo opravili sledeče raziskave: a) določanje oblik in produktov propadanja naravnega kamna, vgrajenega v objekte kamnite kulturne dediščine Slovenije; b) mineraloške (RTG, optična mikroskopija), petrološke (optična mikroskopija) in geokemične (ICP-MS in XRF) raziskave historičnih ometov z arheološkega najdišča Mošnje. Raziskave so bile osredotočene na preiskavo lastnosti rimskih hidravličnih ometov (dodatek pucolanskega materiala), ki so jih uporabljali v predelu term rimske vile za različne namene (kot podloga za mozaike, terrazzo, stenske poslikave, malte). Za podjetje Soline d.o.o. smo na podlagi 12 različnih vzorcev soli iz Sečoveljskih solin s pomočjo mineraloških (RTG, optična mikroskopija) in geokemičnih analiz (XRF in multielementne geokemične analize glavnih in slednih prvin: FUS-ICP, INAA, MULT INAA / TD-ICP, TD-ICP in FUS-MS) le-te okarakterizirali in določili različne vrste naravnih soli. Sodelovali smo z raziskovalci na različnih področjih od arheologije, etnologija, restavracije, gradbeništva, komunale, muzejev, občin idr.); SLOVENSKI ETNOGRAFSKI MUZEJ: mineraloške in geokemične značilnosti Egipčanskih fajans za potrebe razstave in objave članka; PRIRODOSLOVNI MUZEJ SLOVENIJE: določitev mineraloških in geokemičnih značilnosti dragih kamnov

(granatov) v fibulah (arheološka izkopavanja Mošnje); članek je v pripravi; MESTNI MUZEJ LJUBLJANA: določitev sestave patine in restavratorskega materiala na glavi kipa Vitez za razstavo in strokovno monografijo "Več glav več ve" - prispevek z recenzijo; ZVKDS, CPA, RC: določitev izvora stenskih kamnitih oblog na stavbi Kemijskega Inštituta Ljubljana ter izdelava poročila o sanaciji, geokemične značilnosti barvnih odtenkov na freskah v viteški dvorani Brežice; določitev geokemične in mineraloške značilnosti na kamnitih orodjih (puščice, keramike, žrmlj, žlindre...) iz arheoloških izkopavanj; FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO: določitev sestave litine na napenjalcu; Salonit Anhovo: terenske geokemične raziskave z XRF analizatorjem 6 vrtin iz predora Markovec; ODDELEK ZA MATERIALE IN METALURGIJO: določitev sestave litine na pozlačenih kelihih, določitev geokemične sestave žlinder; ZAVOD ZA RAZISKAVO AGREGATOV: kvantitativna in kvalitativna določitev kemične in mineraloške sestave vzorca antimonove rude; LUKA KOPER (MAREA D.O.O.) - petrološke in mineraloške raziskave surovine za mletje; ODLAGALIŠČE ODPADKOV LJUBLJANA (Snaga): določitev fosforja v sedimentu in oblogah cevi; DOMEL, D.O.O. - geokemične preiskave različnih vzorcev kovin.

16. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹⁸

SLO

Z raziskavami stabilnih izotopov dušika in težkih kovin se lahko vključimo v projekt zaščite okolja in s sodelavo s partnerji iz gospodarstva (čistilne naprave – CCN Kranj, pristanišča, komunala – odlagališče za Gorenjsko občino Tenetiše, kampi, turistična naselja) opravljamo monitoring za posamezne občine. Geokemične raziskave peloidnega blata so nujne za potencialno uporabnost v medicinske namene. Sledenje vsebnosti težkih kovin v tleh, rastlinah in vodi omogoča dobro tržno nišo za tiste občine, ki imajo probleme z onesnaženjem zaradi povečane rudarske aktivnosti, kar vpliva na zdravje njihovih občanov. Za potrebe restavratorske stroke lahko s preiskavami mineralne sestave ometov in malte iz arheoloških najdišč omogočamo čimbolj učinkovito obnavljanje poškodovanih objektov kulturne dediščine po celi Sloveniji. Metoda rentgenske fluorescencije je nedestruktivna metoda in je nepogrešljiva pri arheoloških izkopavanjih

17. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁹	

18. Izjemni dosežek v 2012²⁰

18.1. Izjemni znanstveni dosežek

Fazna razmerja med viškom metamorfoze in dekompresijo v eklogitih s Pohorja (Cobiss ID:873822) - Prispevek je velik doprinos k poznavanju UHP metamorfoze v Alpah. Kamnine so nastale med 100 km subdukcijo in so bile ponovno dvignjene na površje, kjer jih danes najdemo na pomembnem več km območju. Prispevek pojasnjuje ekshumacijo, ki ima še danes velik vpliv na strukturna dogajanja v Ze-skorji našega ozemlja. Ti procesi so gonilo potresov, ki nosijo informacije o zgradbi globokih delov Zemlje in močno vplivajo na varnost ljudi. UHP kamnine so redkost celo v svetovnem merilu. So izjemnega pomena, ker nastanejo v plašču, kar so še vedno malo poznana območja Zemlje. V Alpah imamo le 4 nahajališča: Dora Maira, Zermatt Sass, Alpe Arami in Pohorje. Slednje je edino v E-Alpah in edino v celotnih Alpah, ki je nastalo v kredi. Avtorji so ločili 2 tipa UHP metamorfoze v okviru Alp in ta regionalni kontekst razlage je bil zelo dobro sprejet v mednarodnih krogih.

18.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Ni izjemnega družbeno-ekonomskega dosežka.

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 in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščenca oseba JRO
in/ali RO s koncesijo:*

in

vodja raziskovalnega programa:

Univerza v Ljubljani,
Naravoslovnotehniška fakulteta

Tadej Dolenc

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	14.3.2013
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROG-ZP-2013/11

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani ARRS (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato

ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen program, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

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

¹¹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1. 1. 2009 – 31. 12. 2012), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

¹³ Vpišite število opravljenih diplom v času trajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

¹⁴ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času trajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite MR. [Nazaj](#)

¹⁵ Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1. 1. 2009 do 31. 12. 2012), ustrezno označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

¹⁶ Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁷ Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁸ Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁹ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

²⁰ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

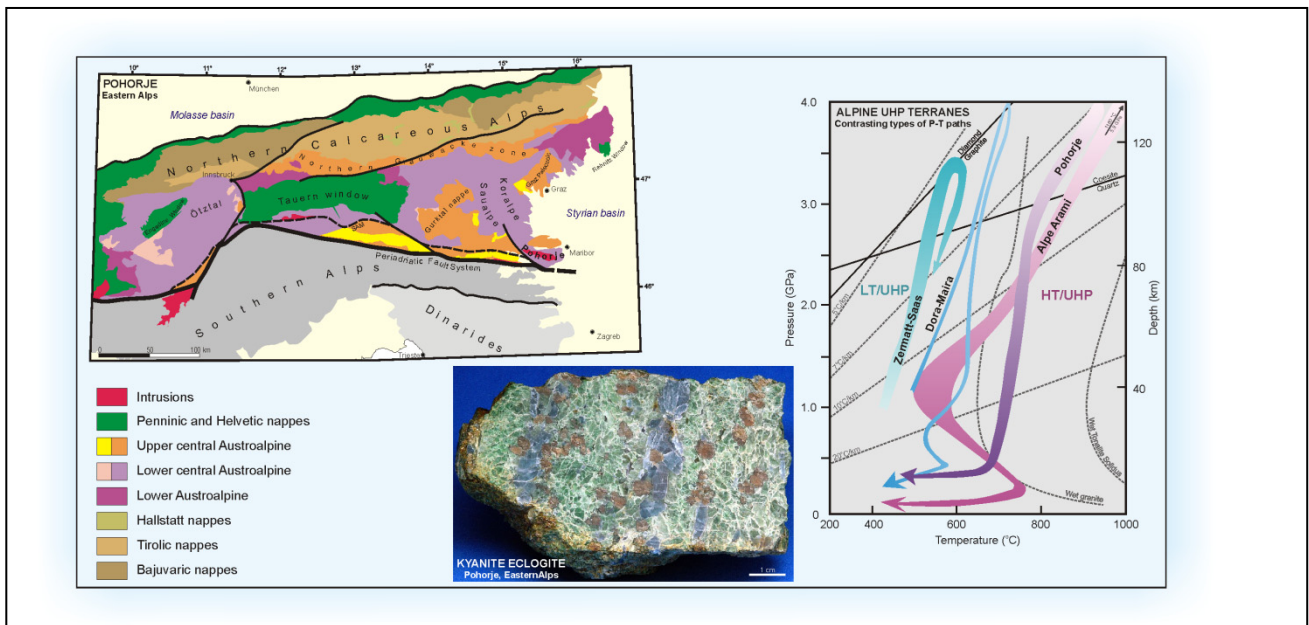
Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2013 v1.00

1F-2F-71-99-07-59-22-90-75-D1-7F-3C-2B-21-7A-54-47-39-67-8D

GEOLOGIJA

Področje: 1.05 – Vede o Zemlji in okolju

Dosežek 1: VRABEC, Mirijam, JANÁK, Marian, FROITZHEIM, Nikolaus, DE HOOG, J.C.M. Phase relations during peak metamorphism and decompression of the UHP kyanite eclogites, Pohorje Mountains (Eastern Alps, Slovenia). *Lithos*, 2012, vol. 144-145, str. 40-55, doi: dx.doi.org/10.1016/j.lithos.2012.04.004. [COBISS.SI-ID 962142]



Modeliranje in analiza faznih razmerij v eklogitnih kamninah s Pohorja predstavlja velik doprinos k poznavanju ultravisokotlačne (UHP) metamorfoze v okviru Alpskega orogena. Kamnine, ki so nastale med izredno globoko subdukcijo so bile po višku metamorfoze v času krede (92 Ma) postopno ponovno dvignjene na površje, kjer jih danes najdemo. Prvotno majhno nahajališče so avtorji z detaljnim delom in analizo razširili na pomembno več km območje. Prispevek precizno razlaga potek ekshumacijske poti, ki je imel in ima še danes velik vpliv na strukturna dogajanja v Zemeljski skorji na našem ozemlju. Ravno tovrstna dogajanja in procesi so gonilna sila številnih velikih potresov, ki nam zagotavljajo pomembne informacije o zgradbi najglobljih delov Zemlje, hkrati pa direktno vplivajo na varnost in kvaliteto bivanja na širšem obravnavanem ozemlju. UHP metamorfne kamnine so velika redkost celo v svetovnem merilu. So izjemnega pomena, ker so med svojim nastankom potisnjene v območja Zemeljskega plašča, kar so kljub naprednim raziskovalnim tehnikam, še vedno malo poznana območja Zemlje. V okviru Alpskega orogena se tovrstne kamnine nahajajo na le 4 mestih: Dora Maira in Zermatt Saas v Zahodnih Alpah, Alpe Arami v Centralnih Alpah in Pohorje v Vzhodnih Alpah. Prva tri nahajališča so Terciarni starosti in pohorske kamnine so edine te vrste v celotnih Alpah, ki so nastale v času Krede. Avtorji so uspeli v okviru omenjenih nahajališč ločiti in pojasniti 2 kontrastna tipa UHP metamorfoze v okviru Alpskega orogena: nizko- in visokotemperaturni tip. Slednjemu pripada tudi Pohorje in ravno ta regionalni kontekst razlage in pojasnila analiziranih procesov je bil zelo dobro sprejet v mednarodni geološki družbi.