

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/243



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

## A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

## 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	Z1-3670
<b>Naslov projekta</b>	Hidrogeokemična sestava in evolucija podzemnih vod v kraško-raspoklinskih vodonosnikih
<b>Vodja projekta</b>	24253 Timotej Verbovšek
<b>Tip projekta</b>	Zt Podoktorski projekt - temeljni
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	3400
<b>Cenovni razred</b>	A
<b>Trajanje projekta</b>	05.2010 - 04.2012
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	1555 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	1 NARAVOSLOVJE 1.06 Geologija 1.06.07 Naravni viri (mineralne in energetske surovine ter voda)
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	02. Okolje

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	1.05
<b>- Veda</b>	1 Naravoslovne vede
<b>- Področje</b>	1.05 Vede o zemlji in okolju

## B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

SLO

Analiziranih je bilo 90 vrtin v karbonatnih vodonosnikih Slovenije. Ugotovljenih je bilo 13 različnih vodonosnikov. Vrtine se uporabljajo za oskrbo s pitno vodo, kar je bil tudi kriterij za izbor lokacij, saj je potrebno vodo pred analizo črpati dalj časa, da vzorci vod reprezentativno predstavljajo vzorce iz vodonosnikov. V nadaljevanju so na kratko

predstavljene bistvene ugotovitve projekta. Rezultati so bili že predstavljeni v obliki člankov, poglavja v monografiji, predstavitev na domačih in tujih kongresih.

**Statistične analize** kažejo, da vode pripadajo večinoma tipu Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>, (izvor iz dolomitov). Vrednosti raztopljenih snovi (TDS) se gibljejo do 1260 mg/L, kar je razen ene izjeme (Zavčen) v tipičnih mejah za vode iz karbonatov. Ta vrtina je izjema, ker ima izredno povišane koncentracije SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> iona zaradi oksidacije pirita. Vrtina ni v uporabi. Večina raztopljenih snovi pripada raztopljenim karbonatom. pH vrednosti se gibljejo med 7,4 in 8,2, temperature pa med 6,0 in 18,6 °C.

Glede **ustreznosti za izkoriščanje s pitno vodo** je bilo ugotovljeno, da vode večinoma ustrezajo standardom za pitno vodo in vrednosti nikjer niso blizu kritičnim (razen zgornje izjeme). V vodah tudi ni bilo opaziti onesnaženj. Koncentracije nitratov so namreč vse vsaj 2x manjše od mejnih vrednosti. Prav tako ni bilo opaziti povišanih vsebnosti toksičnih kovin (Pb, Cd, Cr, Hg, As, ...), saj so te večinoma pod mejo detekcije oz. okoli vrednosti nekaj ppb.

Med **posameznimi vodonosniki** se kažejo razlike v sestavi vod, čeprav pripadajo praktično vsi dolomitnim kamninam. Najbolj čisti so cordevolski dolomiti, ki kažejo na najmanjše vsebnosti primesi vseh »nekarbonatnih« ionov. Spodnjetriasni dolomiti imajo najvišje vsebnosti »nečistoč« oz. slednih elementov. Največje črpane količine so v dokaj čistih zgornjetriasnih glavnih dolomitih, tudi zaradi tega, ker ta dolomit tvori najbolj obširna ozemlja in je zato ugoden za lociranje vrtin. Vsebnosti silicija (nekarbonatne snovi v vodah) so prisotne predvsem v spodnjetriasnih in baških dolomitih zaradi vsebnosti roženca.

Rezultati **geokemičnega modeliranja** kažejo, da so vode praktično vse prenasočene tako s kalcitom kot tudi z dolomitom. Iz vod je torej pričakovati tehnične probleme kot npr. izločanje vodnega kamna (kalcita) v vodah, ki so v stiku z atmosfero. Izračunani parcialni tlaki P<sub>CO2</sub> kažejo na večje vrednosti raztopljenega plina kot v atmosferi.

Izvedene so bile tudi **izotopske raziskave** vod. Rezultati analiz tritija kažejo na starosti vod od približno 8,9 let do starejših vod, ki jih s to metodo ni bilo možno določiti. Z izotopi ogljika je bilo ugotovljeno, da pride okoli polovica ogljika iz raztapljanja karbonatov, ostalo pa iz degradacije organske snovi. Rezultati izotopov <sup>18</sup>O in <sup>3</sup>H kažejo na izvor vod večinoma v padavinah ter tudi iz mešanja s starejšimi vodami.

Rezultati so poleg ostalih informacij predstavljeni tudi v obliki geokemičnih kart na spletni strani projekta <http://www.geo.ntf.uni-lj.si/tverbovsek/postdoc.html>.

ANG

During the project, 90 wells from carbonate aquifers of Slovenia were included in the study and from these, 13 different carbonate aquifers were distinguished. Wells are used for drinking water supply, as long-term pumping was a prerequisite condition for the representative sampling of aquifer water. Major results of the project are briefly presented below, and some of the results have been already published and presented at domestic and international conferences.

**Statistical analyses** show the waters belonging mostly to Ca-Mg- HCO<sub>3</sub> type (dolomite origin). Measured total dissolved solids are found up to 1260 mg/L, which is (with one exception) in the range of carbonate waters. This well (Zavčen) is an exception due to very high values of SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ion as a result of pyrite oxidation. Well is not used for drinking water supply. Most of dissolved solids belong to carbonates. pH values are from 7.4 to 8.2 and temperatures from 6.0 to 18.6 °C.

For **usage for drinking water**, practically all waters meet the criteria for drinking water legislation, as concentrations were found to be quite below the limits. No pollutants were discovered, and nitrates were more than twice below the permissible limit. Also, the heavy metals (Pb, Cd, Cr, Hg, As, ...) were found in very low concentrations, below the detection limit (some ppbs).

With **aquifers separated into sub-lithologies**, several differences among them appear in the composition of groundwaters, despite the fact that "all are dolomites". Cordevolian dolomites are the most "pure" and have the lowest concentrations of non-carbonate dissolved solids. Lower Triassic dolomites are quite "unpure" and contain higher concentrations of elements. Highest pumping rates are in relatively pure Upper Triassic "Main" dolomites, as these dolomites form large areas and are preferable for planning well locations. Silica content (and non-carbonate solids) is present in high concentration in Lower Triassic and Bača dolomites, due to high chert content.

**Geochemical modeling** shows all waters to be oversaturated with calcite and dolomite, and these can cause some technical problems with industrial or domestic water usage due to calcite precipitation in aerated waters. Calculated partial pressures of CO<sub>2</sub> indicate higher values of this gas in the water than in atmosphere.

**Isotope composition** studies of tritium have shown water ages to be from 8.9 years to more than 40 years old (maximum limit for this method). Isotopes of carbon indicate approximately half of the carbon coming from carbonate dissolution and half from the degradation of organic matter. Oxygen and tritium isotopes show the meteoric origin with some mixing with older waters.

Results of the project are presented apart from other data in the form of geochemical maps on the homepage <http://www.geo.ntf.uni-lj.si/tverbovsek/postdoc.html>.

#### 4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>3</sup>

Realizacija plana je opisana po točkah prijave II. faze projekta:

##### **Pregled obstoječih arhivskih podatkov.**

Pregledane so bile vse potrebne baze in poročila, iz nabora podatkov (baze obstoječih že znanih lokacij vzorčenja pred začetkom projekta in novih lokacij v času projekta) je bilo izbranih 90 lokacij za vzorčenje, na katerih so bile odvzete vode in opravljene tako geokemične, izotopske kot mineraloške oz. elementarne kemične analize po načrtu. Točka je glede na zastavljen načrt izpolnjena in zaključena.

##### **Pregled obstoječe terenske in programske opreme za izvedbo projekta in ugotavljanje potreb po nabavi nove opreme.**

V sklopu projekta je bila nabavljena programska in terenska merska oprema, za izvedbo projekta. Glede na zastavljen plan nekatera oprema ni bila nabavljena, ker se je na katedri KAG OG NTF istočasno nabavilo sonde za terensko merjenje fizikalno-kemičnih parametrov, zato te opreme ni bilo potrebno kupiti, temveč je bila izposojena za izvedbo meritev, s tem pa se je racionaliziralo stroške projekta.

Točka je glede na zastavljen načrt izpolnjena in zaključena.

##### **Posodobitev računalniške baze podatkov o vrtinah in vodnjakih.**

V podatkovno bazo MS Access so bile dodane nove lokacije vrtin. Podatki so bili preneseni v bazo v GIS okolju ter v geokemično bazo (AquaChem). Ob tem je bilo ugotovljeno (opisano že v letnem poročilu za 2011), da prenos podatkov iz navadnih tabel v programu MS Excel (v katerem ima večina uporabnikov podatke geokemičnih analiz) v program PHREEQC ali AquaChem, predstavlja težavo, saj je potrebno geokemične parametre analiz pretipkavati, kar je zamudno in lahko vodi do napak. Zato je bil napisan računalniški program (točka Družbeno-ekonomskih rezultati), ki omogoča avtomatski prenos podatkov za nadaljnjo modeliranje.

V sklopu pridobivanja in posodabljanja podatkov o vrtinah in vodnjakih je bilo na nekaterih komunalnih podjetjih, ki so omogočila vzorčenje, opaženo, da ta podjetja niso imela v celoti podatkov o vrtinah. Zato je bil stranski pozitiven rezultat projekta tudi to, da se je iz rezultatov projekta javilo tem podjetjem tehnične in hidrogeološke podatke o vrtinah in njihovih parametrih, kar je prispevalo k boljši kvaliteti podatkov na tehničnem nivoju oz. za nivo uporabnikov vodooskrbe.

Točka je glede na zastavljen načrt izpolnjena (celo presežena) in zaključena.

##### **Izdelava geokemične baze podatkov.**

Geokemična baza podatkov je narejena in omogoča shranjevanje podatkov ter njihov prikaz na grafičnih geokemičnih diagramih. Baza je vzporedno izdelana tudi v programu MS Excel in Statistica. Izkazalo se je, da je baza v programu AquaChem zaradi nestabilnosti programa žal neustrezna, zato so bili v zadnji fazi vsi podatki preneseni v relacijsko podatkovno bazo v programu MS Access, ki omogoča tudi povezavo in prikaz v grafičnem okolju GIS.

Točka je glede na zastavljen načrt izpolnjena in zaključena.

##### **Terenske meritve.**

Terenske meritve so obsegale odvzeme vzorcev kamnin in geokemične analize vod. Odvzeti so bili vsi vzorci kamnin na predvidenih lokacijah - kjer je bilo možno, saj na nekaterih lokacijah ni bilo izdankov kamnin. Postopki terenskih meritev so delno vključeni v snov predmetov

Geokemija in Metode geoloških raziskav (točka Družbeno-ekonomski dosežki), predvsem pa v študijsko gradivo za nov predmet Hidrogeokemija na drugostopenjskem bolonjskem študiju geologije in se uporabljajo pri poučevanju. Študenti so sodelovali tudi pri terenskem merjenju, rezultat je že dokončana diploma Natalije Mernik (opisano v Družbeno-ekonomskih rezultatih projekta), ena diploma pa je še v teku.

Točka je glede na zastavljen načrt izpolnjena in zaključena.

### **Interpretacija hidrogeoloških podatkov in njihova primerjava z geokemičnimi parametri.**

Primerjava hidrogeoloških podatkov in geokemičnih parametrov kamnin in vod je bila predstavljena v poglavju v znanstveni mednarodni monografiji (točka znanstveni dosežki), za novo pridobljene podatke (hidrogeološki podatki in geokemične analize) so bile opravljene korelacije s hidrogeološkimi podatki (koeficienti prepustnosti, transmisivnosti), nadmorskimi višinami ter ostalimi podatki. Ker pa so bili nekateri podatki pridobljeni relativno pozno, rezultati projekta še niso v celoti dokončno objavljeni, temveč zaenkrat kot poglavje v monografiji, en izvorni znanstveni članek, ter več povzetkov ali prispevkov na slovenskih in mednarodnih konferencah, ter v drugih oblikah (učno gradivo, drugo pedagoško delo, programska oprema, mednarodna sodelovanja in predavanja na tujih univerzah ipd.). Namen je objaviti rezultate še v najmanj dveh člankih v revijah z SCI IF (revija Ground Water in še ena podobnega ranga), tovrstno delo še poteka.

Točka je večinoma izpolnjena, ni pa še zaključena, ker korelacije z nekaterimi parametri še potekajo.

### **Geokemične in izotopske analize.**

V letu 2012 so bili zbrani vsi arhivski podatki geokemičnih analiz prav tako pa je bilo zaključeno vzorčevanje podzemnih vod in opravljene vse potrebne analize. Ob zbiranju obstoječih podatkov je bilo ugotovljeno, da v večini primerov analiz manjkajo določeni parametri (predvsem Ca, Mg, HCO<sub>3</sub> in ostali), ki jih zakonodaja ne predpisuje, so pa nujno potrebni za geokemično modeliranje. Omenjena problematika je bila predstavljena na kongresu (točka Drugi pomembni rezultati), v pedagoškem delu (točka družbeno-ekonomski rezultati) in v publikacijah (točka Znanstveni rezultati). Izotopske analize so bile v celoti opravljene skupaj z geokemičnimi analizami, v sodelovanju z Inštitutom Jožef Stefan.

Točka je glede na zastavljen načrt izpolnjena in zaključena.

### **Mineraloška in kemična analiza kamnin.**

Na lokacijah vzorčnih mest vrtin in vodnjakov so bili odvzeti vzorci kamnin za primerjavo kemične sestave kamnin z geokemičnimi rezultati vod. Opravljene so bile XRF analize za kemično sestavo kamnin. Ugotovljene so bile razlike med različnimi tipi kamnin. Zaradi občasnih vremenskih težav in občasnih težav na analitski opremi XRF so bile v času projekta manjše težave z analizami lahkih prvin, zato so morali biti vzorci ponovno analizirani, naknadno pa so bili nabavljeni tudi primerjalni standardi NIST za karbonatne kamnine. Analiza je tako v teku, ker se navezuje na točko F in je večinoma opravljena, rezultati pa so v zaključni fazi (vključeni so tudi v diplomsko delo) in bodo objavljeni.

Točka je delno izpolnjena, ni pa še zaključena, ker korelacije z nekaterimi parametri še potekajo.

### **Statistična obdelava in interpretacija podatkov.**

Statistična obdelava je izvršena za pridobljene podatke in deloma že predstavljena v prispevku v monografiji. Ob tej obdelavi se je pokazalo, da predstavljajo veliko težavo podatki, ki ležijo pod mejo določljivosti, saj statistične analize teh podatkov večinoma niso možne. Problematika teh podatkov je bila predstavljena v znanstvenem članku, kjer so bile uporabljene metode nadomeščanja teh podatkov z različnimi konstantami, ugotovljeno pa je bilo, da je najboljša metoda tista, ki žal večinoma ni v splošni rabi. Statistični rezultati so bili predstavljeni na mednarodni konferenci s tematiko Ca in Mg v podzemnih vodah v Katowicah na Poljskem leta 2012, na 21. posvetovanju slovenskih geologov leta 2013, končni rezultati in interpretacija pa bodo predstavljeni na mednarodnem odmevnem hidrogeološkem kongresu leta 2013 v Perthu.

Točka je večinoma izpolnjena, ni pa še zaključena, ker vsi rezultati še niso objavljeni v obliki člankov v revijah z SCI IF (objavljen je en izvorni znanstveni članek, del monografije ter druge oblike), temveč kot povzetki in prispevki na konferencah.

#### **Geokemično modeliranje in interpretacija podatkov.**

Geokemično modeliranje je bilo opravljeno po planu za tiste analize, ki so vsebovale vse potrebne parametre (glavni ioni). Z geokemični programi so bili modelirani tudi indeksi nasičenja mineralov in parcialni tlaki plinov. Rezultati so zaenkrat predstavljeni v obliki prispevkov v monografiji in na konferencah (COBISS.SI-ID 999518, 1034846 in v načrtu kongres IAH2013) ter na geokemičnih kartah. Primeri in rezultati so zajeti v pedagoškem delu. Izbrani rezultati modeliranja (indeksi nasičenja kalcita, in dolomita ter ostalo) so predstavljeni tudi na spletni strani projekta (<http://www.geo.ntf.uni-lj.si/tverbovsek/postdoc.html>) v obliki geokemičnih kart.

Točka je večinoma izpolnjena, ni pa še zaključena, ker vsi rezultati še niso objavljeni v obliki člankov v revijah z SCI IF (objavljen je en izvorni znanstveni članek, del monografije ter druge oblike), temveč kot povzetki in prispevki na konferencah.

#### **Analiza razpok in ostalih diskontinuitet v kamninah.**

V letu 2011 so bile opravljene terenske meritve razpok in njihova geometrija. Zaradi poraščenosti terena in slabo vidnih izdankov je bilo opravljeno relativno malo analiz in bilo je ocenjeno, da ta točka ne more prinesiti bistvenih rezultatov za končni cilj projekta, zato je bil poudarek dela projekta usmerjen v ostale faze.

Točka je glede na dane pogoje kolikor mogoče izpolnjena in zaključena.

#### **Analiza podatkov v GIS okolju in izdelava geokemičnih kart.**

Podatki iz geokemičnih baz so pretvorjeni v GIS bazo, rezultati so predstavljeni v obliki geokemičnih kart, dostopnih na spletnih straneh (<http://www.geo.ntf.uni-lj.si/tverbovsek/postdoc.html>). Predstavljene so geokemične karte fizikalno-kemičnih parametrov, splošnih informacij, glavnih elementov, izotopov, modeliranih vrednosti in izbranih slednih elementov (vsi od analiziranih niso sistematično predstavljene na kartah, saj je bilo ugotovljeno, da veliko slednih elementov leži pod mejo detekcije in jih zato ni možno ekvivalentno predstaviti na kartah). Karte so vključene tudi v študijski proces pri predmetu Hidrogeokemija na študijskem programu geologije na UL NTF.

Točka je glede na zastavljen načrt izpolnjena in zaključena.

### **5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>4</sup>**

Stopnja realizacija zastavljenega programa dela se navezuje na točke prijave II. faze projekta in vsebinsko na točko 4 zaključnega poročila, zato so podane le sklepne ugotovitve:

#### **Pregled obstoječih arhivskih podatkov.**

Točka je glede na zastavljen načrt v celoti izpolnjena in zaključena.

#### **Pregled obstoječe terenske in programske opreme za izvedbo projekta in ugotavljanje potreb po nabavi nove opreme.**

Točka je glede na zastavljen načrt v celoti izpolnjena in zaključena.

**Posodobitev računalniške baze podatkov o vrtinah in vodnjakih.**

Točka je glede na zastavljen načrt v celoti izpolnjena in zaključena.

**Izdelava geokemične baze podatkov.**

Točka je glede na zastavljen načrt v celoti izpolnjena in zaključena.

**Terenske meritve.**

Točka je glede na zastavljen načrt v celoti izpolnjena in zaključena.

**Interpretacija hidrogeoloških podatkov in njihova primerjava z geokemičnimi parametri.**

Točka je večinoma izpolnjena, ni pa še zaključena, ker korelacije z nekaterimi parametri še potekajo.

**Geokemične in izotopske analize.**

Točka je glede na zastavljen načrt v celoti izpolnjena in zaključena.

**Mineraloška in kemična analiza kamnin.**

Točka je delno izpolnjena, ni pa še zaključena, ker korelacije z nekaterimi parametri še potekajo.

**Statistična obdelava in interpretacija podatkov.**

Točka je večinoma izpolnjena, ni pa še zaključena, ker vsi rezultati še niso objavljeni v obliki člankov v revijah z SCI IF (objavljen je en izvorni znanstveni članek, del monografije ter druge oblike), temveč kot povzetki in prispevki na konferencah.

**Geokemično modeliranje in interpretacija podatkov.**

Točka je večinoma izpolnjena, ni pa še zaključena, ker vsi rezultati še niso objavljeni v obliki člankov v revijah z SCI IF (objavljen je en izvorni znanstveni članek, del monografije ter druge oblike), temveč kot povzetki in prispevki na konferencah.

**Analiza razpok in ostalih diskontinuitet v kamninah.**

Točka je glede na dane pogoje kolikor mogoče izpolnjena in zaključena.

### **Analiza podatkov v GIS okolju in izdelava geokemičnih kart.**

Točka je glede na zastavljen načrt izpolnjena in zaključena, po potrebi se bodo dodale tudi popravljene oz. dopolnjene verzije kart.

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

V času poteka projekta ni bilo potreb po spremembi, povečanju ali zmanjšanju projektne skupine.

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

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	880734	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	VERBOVŠEK, Timotej. Hidrogeologija in geokemija razpoklinskih dolomitov - primer obravnavanega območja Slovenije.	
	ANG	Hydrogeology and geochemistry of fractured dolomites - a case study of Slovenia	
Opis	SLO	V prispevku so obravnavane korelacije med hidrogeološkimi, strukturnimi in geokemičnimi parametri v slovenskih dolomitnih vodonosnikih. Analiziranih je bilo 15 različnih tipov dolomitov, ki se med seboj na prvi pogled ne razlikujejo. Razlike pa se pokažejo pri analizi hidrogeoloških parametrov (transmisivnosti ipd.), kjer imajo bolj čisti dolomiti brez primesi večje prepustnosti kot "manj čisti". To potrjujejo tudi geokemične analize podzemnih vod iz teh plasti. Kot novost so bile ugotovljene tudi povezave med omenjenimi parametri in fraktalnimi dimenzijami razpok in toka.	
	ANG	The chapter describes the correlations between the hydrogeological, structural and geochemical parameters in Slovenian dolomites. 15 different dolomite types were analyzed, which are visually not distinguishable. However, differences appear when analyzing the hydrogeological parameters (hydraulic conductivity, specific capacity etc.), where more "clean" dolomites have higher transmissivities than the others. This is confirmed by geochemical analysis of ground waters. As a new result, correlations were found between the mentioned parameters and the fractal flow dimension.	
Objavljeno v	Nova Science Publishers; Aquifers; 2011; str. 87-147; Avtorji / Authors: Verbovšek Timotej		
Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji		
2.	COBISS ID	954974	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Primerjava ocenitev parametrov pod mejo določljivosti pri geokemičnih analizah z metodo nadomeščanja	
	ANG	A comparison of parameters below the limit of detection in geochemical analyses by substitution methods	
		V prispevku je predstavljena in analizirana problematika geokemičnih podatkov pod mejo določljivosti (MD). Ti so obravnavani kot tekst in se s težavo uporabljajo v nadaljnjih statističnih izračunih (povprečje, standardni odklon ipd). Primerjane so bile različne metode nadomeščanja vrednosti pod MD s petimi deleži: nič, MD/2, MD/√2, MD in vrednosti brez podatkov.	

Opis	SLO	Sprva je bil analiziran velik nabor generiranih podatkov idealne normalne in lognormalne porazdelitve, za različne stopnje okrnjenosti podatkov (od 1 % do 50 %), nato pa še pet izbranih geokemičnih parametrov. Rezultati kažejo, da je najbolje uporabiti metodo nadomeščanja z vrednostjo MD/√2, ker daje najmanjše napake, največje napake pa dajeta metodi nadomeščanja z nič ali brez podatkov. To velja tako za normalno in lognormalno porazdeljene podatke. Na mediano ne vpliva večina metod, če je okrnjenih manj kot 50 % podatkov. Za izmerjene geokemične parametre je interpretacija bolj zapletena. Za parametre z manjšim deležem okrnjenosti (NO <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> ) so napake majhne, za ostale (Sr, F, Mn) pa večje zaradi različnih mej določljivosti za vsak parameter in nekaterih vrednosti MD večjih od povprečja.	
	ANG	Paper focuses on the analysis of geochemical data with values below the limit of detection (LOD). Such values are treated as text and are difficult to use in further calculations of mean, standard deviation and other statistical parameters. To estimate several methods for substitution of values below the LOD with fractions of LOD (zero, LOD/2, LOD/√2, LOD and no data values), a large dataset of generated values with normal and lognormal distributions was tested for different percent of censoring from 1 % to 50 %, plus the censored data of five selected geochemical parameters. Results indicate that the best substitution method is by LOD/√2, as it produces the smallest errors. The greatest errors are found for substitution methods with zero or no data. This is valid both for normally and lognormally distributed data. Median is not affected by most methods for censoring level below 50 %. For real geochemical parameters, the interpretation is more complex. For datasets with low amount of censoring (NO <sub>3</sub> , O <sub>2</sub> ), the errors are small. For others (Sr, F, Mn) the errors are larger, as several LODs exist for each parameter and the LOD is sometimes larger than the mean value.	
	Objavljeno v	Naravoslovnotehniška fakulteta; Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje; RMZ - Materials and geoenvironment; 2011; Letn. 58, št. 4; str. 393-404; Avtorji / Authors: Verbovšek Timotej	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	943966	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Hidrogeokemična analiza vod in geotermalnega sistema Zdravec-Borovič v SV Makedoniji	
	ANG	Hydrogeochemical analysis of waters from Zdravec-Borovič geothermal system in NE Macedonia	
Opis	SLO	Metode analize in predstavitve geokemičnih podatkov, pridobljenih pri podoktorskem projektu, so bile uporabljene pri razpoklinskih kamninah (tip Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> in ostali) v geotermalnem sistemu podzemnih vod v NV Makedoniji, v sodelovanju s tamkajšnjimi raziskovalci. Gre za potencialno izredno zanimivo področje (temperature vod nad 50°C) za izkoriščanje podzemne vode, v prispevku pa so predstavljeni rezultati geokemičnih analiz, ki kažejo, da so nekateri parametri v vodi preseženi glede na pravilnik o pitni vodi, možno pa je bilo tudi predvideti potencialne težave pri črpanju zaradi izločanja mineralov (to je bilo preverjeno na terenu). Vodo je možno izkoriščati za druge namene ali pa jo predhodno pripraviti.	
	ANG	Methods of numerical and graphical analyses of hydrogeochemical data, gathered during the postdoc project, were applied to fractured rocks of Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> and other types, in geothermal system in NE Macedonia, in collaboration with foreign researchers. Geothermal water has a large potential for exploitation (temperatures over 50°C). In the paper are presented the results of geochemical analyses, which indicate that some groundwater parameters exceed the permissible concentrations according to drinking water regulations, and some of the potential problems during the possible exploitation were detected due to precipitation of minerals (this	



		was confirmed in the fiels). Geothermal potential for exploitation remains, with proper treatment of water or by exploitation of water for other uses.
	Objavljeno v	Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Geology; Anthropogenic effects on the human environment in the Neogene basins in the SE Europe; 2011; str. 93-98; Avtorji / Authors: Verbovšek Timotej, Serafimovski Todor, Tasev Goran, Dolenc Tadej, Dolenc Matej
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS ID	34646573 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Večkriterijsko vrednotenje vodonosnika Spodnje Savinjske doline za pridobivanje obnovljive toplotne energije
		<i>ANG</i> Multi-criteria evaluation of lower Savinja valley aquifer for exploitation of groundwater as a renewable energy source
	Opis	<i>SLO</i> V prispevku so predstavljeni rezultati preučevanja možnosti uporabe podzemne vode na območju Spodnje Savinjske doline kot toplotnega obnovljivega vira energije. Čeprav v delu niso bili uporabljeni podatki podoktorskega projekta, je bil uporabljen pristop, ki je bil uveljavljen pri poteku projekta, in sicer prikaz hidrogeoloških podatkov s pomočjo programske opreme ArcGIS, kar se navezuje na L. točko omenjene metodologije. Na osnovi geoloških in hidrogeoloških lastnosti območja ter parametrov podzemne vode je bila izdelana karta primernosti izrabe podzemne vode kot obnovljivega vira energije, iz sedmih podatkovnih slojev (kart): debelina omočenega sloja, prepustnost, globina do povprečnih ravni gladine podzemne vode, nihanje gladine podzemne vode, minimalne in povprečne temperature vode ter vodovarstvena območja. Rezultati kažejo, da je v splošnem večina območja Spodnje Savinjske doline ugodna za tovrstno izkoriščanje podzemne vode. Najbolj ugodno območje je okrog Žalca, najmanj pa v okolici Dolenje vasi. Uporabljen pristop temelji na razponu vrednosti parametrov na tem območju, uporaben pa je tudi za ostala območja.
		<i>ANG</i> In the paper we present the outcomes of suitability of groundwater exploitation in the Lower Savinja valley as a renewable energy source. Despite the fact that the geochemical data from the postdoc project were not directly used in this study, the methodology for presenting the data was obtained and related to the project's L.point - presentation of data with ArcGIS software. On the basis of geological, hydrogeological properties of the studied area and groundwater parameters, a final map was produced in ArcGIS from seven input layers (maps): saturated thickness, hydraulic conductivity, depth to average water table, water table fluctuation, minimal and average water temperature and from a map of groundwater protection zones. Results indicate that in general, most of the Lower Savinja valley area is suitable for exploitation of groundwater with heat pumps, with most suitable area around Žalec and least suitable area around Dolenja vas. Used approach is based on the data of studied area, however it is applicable to any other areas.
	Objavljeno v	Založba ZRC; Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2011-2012; 2012; Str. 33-43; Avtorji / Authors: Milavec Katja, Verbovšek Timotej
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji

### 8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	956766 Vir: COBISS.SI

Naslov	SLO	Program XLS2PHRQ za izdelavo vhodnih datotek za geokemični program PHREEQC iz MS Excelovih tabel	
	ANG	Program XLS2PHRQ za izdelavo vhodnih datotek za geokemični program PHREEQC iz MS Excelovih tabel	
Opis	SLO	Program XLS2PHRQ© iz izbrane geokemične analize v MS Excel© formatu (*.xlsx) naredi vhodno datoteko za program PHREEQC© (*.phrq). Primer XLSX datoteke je v pripadajočem ZIP arhivu. Ime delovnega lista mora biti "analize", uporabljene morajo decimalne pike in ne vejice. Vrednosti pod mejo detekcije (<MD) so obravnavane kot tekst in morajo biti popravljene v PHREEQC. Izvorna koda je dostopna na zahtevo. Delo je podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije - ARRS, št. projekta Z1-3670.	
	ANG	Program XLS2PHRQ© generates an input file for program PHREEQC© from a selected geochemical analysis data in MS Excel© (*.xlsx). An example of XLSX file is included in the ZIP file. The worksheet name should be "analyze", decimal points should be used instead of commas. Values below the detection limit (<LOD) are treated as text and must be corrected in PHREEQC. Source code available by request. Work was supported by Slovenian Research Agency, number of research project Z1-3670.	
Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso		
Objavljeno v	Odd. za geologijo, NTF, UL; 2011; Avtorji / Authors: Verbovšek Timotej		
Tipologija	2.21 Programska oprema		
2.	COBISS ID	1001822	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Kras v Sloveniji - geografija in geologija	
	ANG	Slovenian karst - geography and geology	
Opis	SLO	Predavanje na tuji univerzi (Pedagogical University in Krakow) na Poljskem je bilo namenjeno predstavitvi slovenskega krasa študentom geografije in ostalim. Predstavitev je vključevala zgodovinski pregled raziskav krasa, tipe krasa v tujini in v Sloveniji, obenem pa pregled karbonatnih kamnin v Sloveniji, v sklopu česar so bile predstavljene tudi karbonatne kamnine, obravnavane v podoktroškem projektu. Predstavitev je bila izredno odmevna, saj sta se je udeležila 102 študenta (60 na 1. stopnji in 42 na 2. stopnji študija), istočasno pa je bila vzpostavljeno tudi mednarodna sodelovanje za raziskovalno delo.	
	ANG	Lecture at Pedagogical University in Krakow, Poland, was intended to present the Slovenian Karst to foreign geography and other students. Lecture comprised the historical presentation of Slovenian karst, types of karst in world and in Slovenia, and most importantly, the various carbonate rocks of Slovenia, which were analyzed in the postdoc project. Attendance was very good, as from the report, 102 students (60 at bachelor level and 42 at Master level) were present at the lecture. At the same time, a international cooperation was established for future scientific research.	
Šifra	B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi		
Objavljeno v	Pedagogical University of Cracow, Institute of Geography; 2012; Avtorji / Authors: Verbovšek Timotej		
Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi		
3.	COBISS ID	954718	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Modeliranje geokemičnih procesov v okolju s programoma AquaChem in PHREEQC for Windows	
	ANG	VERBOVŠEK, T.. Modeling of geochemical processes in the environment with programs AquaChem and PHREEQC: study material for subject	

		Geochemistry
Opis	SLO	Študijsko gradivo je namenjeno vajam s programoma PHREEQC for Windows in Aquachem za modeliranje geokemičnih procesov pri predmetu Geokemija, ki se izvaja na prvostopenjskem univerzitetnem bolonjskem študiju geologije na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerza v Ljubljani. Računalniške vaje že od 2010 dalje obsegajo tudi izbrane primere podatkov iz podoktorskega projekta in se dopolnjujejo s predavanji iz tega predmeta, kjer so prav tako omenjeni rezultati geokemičnih analiz in njihove interpretacije. Rezultati projekta so tako integrirani tudi v pedagoško delo in izobraževanje. Študijsko gradivo je bilo posodobljeno leta 2012 (ta zapis), obenem pa je leta 2013 v izdelavi tudi univerzitetni učbenik s področja hidrogeokemije, ki je zaenkrat kot nerecenzirano gradivo objavljen v zapisu Verbovšek, Timotej. Izbrana poglavja iz hidrogeokemije : študijsko gradivo za predmet Hidrogeokemija. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, 2013. [COBISS.SI-ID 1035614]. Slednje delo je namenjeno novemu študijskemu predmetu Hidrogeokemija na 2. stopnji študija geologije in vsebuje tako podatke kot tudi geokemične karte pri predavanjih in vajah iz rezultatov podoktorskega projekta.
	ANG	The study material is intended for the exercises with programs PHREEQC for Windows and Aquachem for modeling of geochemical processes at the subject Geochemistry, in the Bachelor degree study program of Geology at the Faculty of Natural Sciences and Engineering at University of Ljubljana. The computer exercises comprise from 2010 on selected examples of data from the project and are complementary to the lectures of Geochemistry, where the results of geochemical analyses and their interpretations are also mentioned. The project is therefore integrated into the pedagogic work. In 2012, the study material has been updated. In 2013, the material is in the process of being published as an university lecture material for the course Hydrogeochemistry for Master level of geology study. Material has been in this stage published as study material - Verbovšek, Timotej. Selected chapters from Hydrogeochemistry :study material for subject Hydrogeochemistry. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, 2013. [COBISS.SI-ID 1035614], and comprises data and geochemical maps from the postdoc project for both the lectures and exercises.
Šifra	D.10 Pedagoško delo	
Objavljeno v	Univerza v Ljubljani, NTF, Odd. za geologijo; 2012; 12 f.; Avtorji / Authors: Verbovšek Timotej	
Tipologija	2.05 Drugo učno gradivo	
4.	COBISS ID	998238 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Geokemična sestava podzemnih vod v karbonatnih kamninah osrednje in južne Slovenije
	ANG	Geochemical composition of groundwaters flowing through carbonate rocks in central and southern Slovenia
Opis	SLO	Diplomantka geologije Natalija Mernik je pod mojim mentorstvom izdelala diplomsko delo s področja geokemične sestave podzemnih vod v karbonatnih kamninah osrednje in južne Slovenije. Vode so bile odvzete spomladi 2012, na vrtinah v kraško-razpoklinskih vodonosnikih, v sklopu vzorčevanja za podoktorski projekt. Sodelovala je pri meritvah na terenu, kjer je na 35 izbranih vrtinah in vodnjakih odvzela vzorce za analizo anionov, kationov in celokupne alkalnosti. Na mestih odvzema vzorcev so bili prav tako izmerjeni tudi fizikalno-kemični parametri (pH, temperatura vode, specifična elektroprevodnost, nasičenost s kisikom, oksidacijsko-redukcijski potencial (ORP) in skupna koncentracija raztopljenih trdnih snovi v vodi oz. TDS). Podatke je uredila in analizirala v geokemičnih programih AquaChem, PHREEQC for Windows in Statistica. Podatki iz projekta so bili tako uporabni tudi neposredno za pedagoško delo, saj so bili

		ob delu na projektu uvedeni tudi študenti, delo pa je rezultiralo v diplomi.
	ANG	Bachelor of geology Natalija Mernik has produced under my mentorship a diploma based on geochemical composition of groundwaters in carbonate rocks in Southern and Central Slovenia. Waters have been sampled in the spring of 2012 from the wells in karstic and fractured aquifers, during the postdoc project. She took the samples from 35 selected boreholes and wells and took the samples for the analysis of cations, anions and alkalinity. She has performed field measurements for physico-chemical analysis (pH, water temperature, specific electroconductivity, oxygen content, ORP and TDS in the waters). Data have been stored and analyzed in geochemical programs AquaChem, PHREEQC for Windows and Statistica. Data from the postdoc project have been therefore used directly in the pedagogical work, as students have been included in the project, with the results visible in diploma.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo
	Objavljeno v	[N. Mernik]; 2012; III, 41 f.; Avtorji / Authors: Mernik Natalija
	Tipologija	2.11 Diplomsko delo
5.	COBISS ID	878942 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Hidrogeološko poročilo za predvideni vrtini Lazarevski-1/11 in Lazarevski-2/11 za zajem in reinjeksijo podzemne vode za toplotno črpalko za naročnico Anjo Slapnik Lazarevski v Zg. Gameljnah
		ANG Hydrogeological report for planned wells Lazarevski-1/11 and Lazarevski-2/11 for pumping and reinjection of groundwater for heating pump system, for investor Anja Slapnik Lazarevski in Zg. Gameljne
	Opis	SLO V poročilu je narejena analiza vpliva predvidene izgradnje toplotne črpalke za zajem podzemne vode iz prodnega vodonosnika s predvsem karbonatno sestavo vodonosnika za ogrevanje stanovanjskega objekta. Gre za prvo fazo poročila, kjer je potrebno analizirati obstoječe geološko in hidrogeološko stanje podzemne vode pred posegom, kasneje pa tudi možne vplive črpanja na stanje podzemne vode, v čemer so zajete tudi potencialne geokemične analize in modeliranje. Predstavljen je torej primer prenosa znanj v prakso oz. na družbeno-ekonomsko področje za uporabnike.
		ANG Report comprises an analysis of influence of potential heating pump system for groundwater extraction from carbonate gravel aquifer for heating the residential object. Report represents the first stage in a series of reports, which require the analysis of existing geological and hydrogeological status of groundwater before the intervention, and later also the potential influences of pumping on the groundwater status (which comprise the geochemical water analyses and modeling). Report is therefore an example of transfer of know-how methods into practice for socio-economic field for individual users.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v	NTF, Odd. za geologijo; 2011; 11 f.; Avtorji / Authors: Verbovšek Timotej
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

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

Ostali raziskovalni dosežki: predstavitev glavnih rezultatov projekta na posvetovanju slovenskih geologov (rezultati so v fazi pisanja članka za oddajo v revijo z SCI IF):  
 - VERBOVŠEK, Timotej, KANDUČ, Tjaša, STIBILJ, Vekoslava. Geokemične lastnosti podzemnih vod v karbonatnih vodonosnikih Slovenije. Geol. zb., 2013, 22, str. 160. [COBISS.SI-ID 1034846]

- VERBOVŠEK, Timotej. Ca and Mg in fractured and karstic aquifers of Slovenia. V: International Seminar Calcium and Magnesium in Groundwater: Distribution and Significance, Katowice, Poland, 27-29th September 2012. [COBISS.SI-ID 999518]
- KANDUČ, Tjaša, STIBILJ, Vekoslava, ŽIGON, Stojan, VERBOVŠEK, Timotej. Isotope biogeochemistry and dating of groundwaters from Karst-fissured aquifers, Slovenia. V: REP/8/016 Final Workshop on "Assessment of Groundwater Resources Affected by Rivers in Danube Basin" [COBISS.SI-ID 26327335]

Ostalo študijsko gradivo, kjer se tudi uporabljajo podatki iz projekta:

- VERBOVŠEK, Timotej, KOMAC, Marko. Študijsko gradivo za predmet GIS v geologiji : [COBISS.SI-ID 835678]

C.04 Uredništvo mednarodne revije:

- International Journal of Geosciences Research. Verbovšek Ottawa:. ISSN 1929-2546. [COBISS.SI-ID 1023582]
- Journal of biology and Earth sciences. ISSN 2084-3577. [COBISS.SI-ID 948062]

Mednarodna odmevnost: 19 SCI-SCI citatov objavljenih člankov s področja hidrogeologije in geokemije.

Recenzija znanstvenega članka Hydrochemistry of the near shore Marine Bay, Calabar River (South-Eastern, Nigeria), objavljenega v reviji RMZ - Materials and Geoenvironment vol. 58, no. 4, 421-436 ter številnih drugih člankov s področja hidrogeologije in geokemije.

Recenzija mednarodnega projekta (Estonija) z naslovom "Geological sources and geochemistry of iron in Middle-Devonian aquifer system".

Predsedstvo Slovenskega geološkega društva.

D.03 Tajnik Slovenskega komiteja hidrogeologov (SKIAH), del mednarodnega združenja International Association of Hydrogeologists (IAH).

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

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

SLO

V širšem pomenu predstavljajo novosti rezultati geokemičnega modeliranja v karbonatih in predvsem sistematične analize omenjenih parametrov v posameznih različnih tipih vodonosnikov, ki se sicer na prvi pogled le malo razlikujejo med seboj, pri natančni analizi pa se pokažejo razlike, ki jih je možno razložiti z ustreznimi pristopi. Predvsem je malo raziskano področje geokemičnega modeliranja, kar je bilo opravljeno v sklopu projekta.

Da so karbonati aktualna tematika raziskovanja, ki je v tujini oz. širšem krogu znanstvenikov premalo raziskana, dokazujejo številne objave v revijah z SCI IF faktorjem, predvsem pa povabilo založbe vodji projekta, da predstavi problematiko karbonatov v monografiji Aquifers: Formation, Transport and Pollution s seznama mednarodnih založb ARRS ter povabilo k recenziji mednarodnih raziskovalnih projektov (Estonija, Srbija) s področja recenzije tematike sestave podzemnih vod, ter številne domače in tuje recenzije SCI in ostalih člankov s področja podzemnih vod.

Ob analizi rezultatov se je pokazala tudi problematika geokemičnih podatkov pod mejo detekcije, kar je sicer znano že dalj časa, toda pristopi k reševanju te problematike so bili precej različni. V objavljenem članku je bila zato predstavljena ta problematika, analiziranih in primerjanih več možnih pristopov in po metodi iskanja najmanjših napak je bil predlagan pristop z nadomeščanjem meje detekcije (MD) z vrednostjo  $MD/\sqrt{2}$ . Omenjeni članek je bil relativno hitro po objavi že citiran v mednarodni ugledni reviji Environmental Geochemistry and Health z SCI IF faktorjem (članek ima DOI: 10.1007/s10653-013-9516-0), kar predstavlja dokaz znanstvene uspešnosti.

Rezultati so bili objavljeni in predstavljeni tudi na mednarodnih kongresih, med katerimi je bil predstavljen prispevek na konferenci z naslovom »Calcium and Magnesium in Groundwater« v Katowicah na Poljskem septembra 2012, kjer je bila obravnavana problematika manjkajočih dovoljenih mejnih koncentracij kalcijevega in magnezijevega iona v mednarodnih pravilnikih za pitno vodo. S prispevkom je bila dodana tudi vrednost k tuji družbeno-ekonomski vrednosti, saj se znanstveni pristop obravnave tematike preko konferenc tako prenaša na tuje uporabnike po Evropi in drugje. Snov o karbonatih Slovenije je bila podana tudi tujim študentov v sklopu predavanj na tuji univerzi (Krakow, Poljska).

Poleg navedenih dejstev bodo rezultati nedavno zaključenega projekta poslani v objavo v revije z SCI IF faktorjem in bodo letos predstavljeni na največji mednarodni konferenci združenja hidrogeologov (IAH, International Association of Hydrogeologists) v Perthu, kar bo prikazalo in povečalo mednarodno odmevnost rezultatov projekta.

ANG

Outcomes of the project can be viewed as systematical analyses of groundwater composition and results of geochemical modeling of groundwater. Despite the fact that most of the waters come from dolomites, there are subtle differences among these aquifers which can be explained by these methods.

Carbonates and composition of carbonate waters represent still an inadequately studied research field in the broader scientific audience. These can be proved by project leader's publications in SCI IF journals, and mostly by invitation to publish the carbonate research data in the book entitled Aquifers: Formation, Transport and Pollution from the ARRS publication list and by fact that the leader has been invited to review two international (Estonian and Serbian) research projects regarding the groundwater composition and to review some SCI and other papers dealing with water composition.

Results have shown that several problems exist when using the geochemical data below the limit of detection (LOD), which is however known for some time, but several ways to deal with these numbers existed and the approach was not uniform. In a published paper during the project, several approaches were tested and compared, with one giving the lowest error, was suggested (replacing the LOD with  $LOD/\sqrt{2}$  value). This paper has been relatively quickly cited in a respected geochemical journal Environmental Geochemistry and Health with SCI IF (paper DOI: 10.1007/s10653-013-9516-0), which can be viewed as a proof of scientific importance.

Results have been presented at several international conferences, with one work presented at the conference "Calcium and Magnesium in Groundwater" in Katowice, Poland in September 2012. The conference topic was the limits of Ca and Mg ions in groundwater, as legislation does not put permissible limits to these two ions, and there's a big question of this represents a health threat. Presentation of the project results were as such an important contribution also as a socio-economic value, as scientific approach is transferred to the level of European scientific and end-user community. Other results from carbonates were also presented to foreign students at the Pedagogical University in Krakow, Poland.

Apart from the facts above, the project results will be send to publications in SCI IF journals and will be presented at the biggest annual conference of International Association of Hydrogeologists (IAH) this year in Perth, which will also contribute to international feedback and presentation of the project outcomes.

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

SLO

Poleg naštetih rezultatov dajejo torej omenjeni dosežki vpogled v tematiko geokemične in izotopske sestave karbonatnih vod v Sloveniji in so izključno za karbonate za tako širok nabor parametrov izvedene prvič. Edina regionalna slovenska raziskava sestave vod je bila opravljena v letu 1998 (diplomsko delo Nataša Kukar, 1998, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani) na širšem naboru izvirov po Sloveniji, kjer pa se ni ločevalo izvirov oz. vodonosnikov po litologiji, ni se uporabljalo programov za geokemično modeliranje ter ni se sistematično uporabljalo izotopskih preiskav. Rezultati projekta tako pomensko nadgrajujejo dosedanjo

objavljeno delo.

Izdelan je bil tudi računalniški program XLS2PHRQ za prenos tabeliranih geokemičnih podatkov iz širše dostopnega programa MS Excel© (\*.xlsx) v program za modeliranje PHREEQC, ki omogoča bistveno lažje delo pri vnosu in modeliranju sestave večjega števila vod.

Metodologija, pridobljena pri izdelavi projekta, je bila uporabljena tudi pri študiju praktičnih težav pri sestavi rudniških vod iz karbonatov, kjer so bile za rudnik živega srebra Idrija preučene razmere med črpanjem vode iz rudnika in časom mirovanja, saj so v slednjem času koncentracije okoljsko problematičnih železovih in sulfatnih ionov bistveno večje in presegajo mejne koncentracije kot v času mirovanja. Rezultati imajo tako tudi širšo uporabnost kot samo direktno znanstveno v sklopu projekta. Drug družbeno-ekonomski pomen je tudi v tem, da se v Sloveniji pojavljajo precej trde vode, torej take z vsebnostjo relativno velike koncentracije karbonatnih ionov, ki povzročajo težave pri tehnološki rabi vode in vsakdanji rabi v gospodinjstvih. Pri sistematičnem pregledu tako po vodonosnikih kot tudi iz geokemičnih kart je sedaj možno kvantitativno razbrati območja z visoko vrednostjo trdote.

Preko projekta so bili vzpostavljeni tudi številni kontakti z raziskovalci iz Slovenije (Inštitut Jožef Stefan, sodelovanje je bilo vidno v skupnih objavah) in kontakti z upravljavci vodnih virov v komunalnih podjetjih in občinah v večjem delu Slovenije, kar je pomembno tudi za prenos raziskovalnega dela v prakso na nivo strokovnega dela in uporabnikov. Rezultati projekta so bili namreč poslani sodelujočim komunalnim podjetjem v uporabo in nadaljnje sodelovanje.

Precejšen pomen imajo rezultati projekta tudi za pedagoško izobraževanje študentov geologije na Oddelku za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, saj je vodja projekta zaposlen kot visokošolski učitelj in je bilo v času projekta (in kasneje) izdano študijsko gradivo za več predmetov, med katerimi je najbolj pomemben predmet Hidrogeokemija. Pri tem predmetu so rezultati projekta vključeni v predavanja, uporabljajo pa se tudi na vajah. Študenti so sodelovali tudi pri samem projektu in se njihovi rezultati kažejo v obliki diplomskih del. Merska oprema projekta in meritve potekajo tudi pri predmetu Metode geoloških raziskav na študiju geologije.

ANG

Project results have an importance for Slovenia's data for groundwater and isotope composition of water and have been for the first time presented systematically for carbonates. The only regional study of groundwater was done in 1998 by Nataša Kukar (diploma, Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana) on several springs in Slovenia; however she has used neither the aquifer sub-classification, geochemical modeling nor the isotope data. The project results therefore present an upgrade to the mentioned work.

A computer program XLS2PHRQ© was written for generation of an input file for program PHREEQC© from a selected geochemical analysis data in MS Excel© (\*.xlsx). Program is intended to shorten the typing time and transfer of the geochemical data from the database or spreadsheet to geochemical programs.

Methodology, obtained during the project, was used also for the study of practical problems at the Slovenian mercury mine Idrija, where carbonate-dominated water flow from the mine and cause several environmental problems. Outflowing groundwater composition changes drastically during the pumping or non-pumping period, mostly to elevated Fe<sup>2+</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ions during the pumping. Results are therefore applicable to environmental problem solutions. Another socio-economic factor is related to water hardness, which is generally quite high in Slovenia, and can cause problems at technological or domestic usage of water with high dissolved carbonate content. By using the geochemical data and maps, the hardness can be generally predicted for some areas.

Several contacts and interchange of knowledge with other Slovenian researchers have been established during the project implementation, including the Jozef Stefan Institute (resulting in common publications) and managers in public water-supply companies and municipalities. The transfer of scientific research to public end-user level is also an important socio-economic impact of the project, and the results of the project (data) have been sent to participating companies.

An important outcome is the inclusion of the project results in the pedagogical activity for the geology students at the Department of geology at the Faculty of Natural Sciences and Engineering (University of Ljubljana). The project leader is habilitated and has included the results as a study material for both the lectures and exercises at the new subject Hydrogeochemistry. Students have been also included directly in the project, resulting in diplomas. Project's field measurement equipment has been used at the subject Methods of Geological Research, with students participating in the measurements.

**11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!  
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni**

Cilj		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE



	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.08 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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 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**


**12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**  
**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 visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<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>	<b>Drugo:</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar**

--

**13.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>12</sup>**

	Sofinancer		
1.	Naziv		
	Naslov		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	
	1.		
	2.		
3.			
4.			
5.			

Komentar	
Ocena	

#### 14. Izjemni dosežek v letu 2012<sup>13</sup>

##### 14.1. Izjemni znanstveni dosežek

Glede na to, da je bil projekt prijavljen kot podoktorski projekt in je tako prvi projekt, pri katerem imam vlogo vodje projekta takoj po doktoratu, ocenjujem, da je bil projekt glede na zastavljene plane izveden uspešno, končni rezultati in izjemni znanstveni dosežek pa bodo predstavljeni kot članki v revijah z SCI IF, ki pa so zaradi narave dela še v fazi pisanja. Zato bi od do sedaj objavljenih rezultatov izpostavil izvorni znanstveni članek z naslovom »Primerjava ocenitev parametrov pod mejo določljivosti pri geokemičnih analizah z metodo nadomeščanja« s COBISS šifro 954974. Čeprav gre za revijo v II. skupini, ki nima SCI IF, je bilo delo prepoznano in že citirano v ugledni reviji s področja geokemije v 2. kvartilu - Environmental Geochemistry and Health (članek ima DOI: 10.1007/s10653-013-9516-0), v tisku.

##### 14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Čeprav težko izpostavljam en sam izjemni družbenoekonomski vpliv rezultatov projekta, bi izpostavil dejstvo, da so bila v sklopu projekta z rezultati seznanjena vsa sodelujoča komunalna podjetja v Sloveniji, ki so dobila tudi geokemične analize podzemnih vod za vrtine in vodnjake, ki jih uporabljajo za vodooskrbo s pitno vodo po večjem delu Slovenije, kar se tiče velikega števila ljudi. Prav tako bodo obveščena o vseh nadaljnjih rezultatih oz. objavljenih delih. Poleg tega se rezultati projekta in znanje uporabljajo v pedagoške namene pri številnih predmetih na študiju geologije, zato so z metodami dela, pridobljenimi s sklopu projekta in z rezultati seznanjeni tudi študenti, ki bodo delovali tako raziskovalno kot v praksi.

## 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 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:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Univerza v Ljubljani,  
Naravoslovnotehniška fakulteta

Timotej Verbovšek

**ŽIG**

Kraj in datum:

**Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/243**

<sup>1</sup> 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 agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>).  
[Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

<sup>6</sup> Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (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](#)

<sup>7</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (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 projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (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. [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 / prepisite 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](#)

<sup>13</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). 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](#)

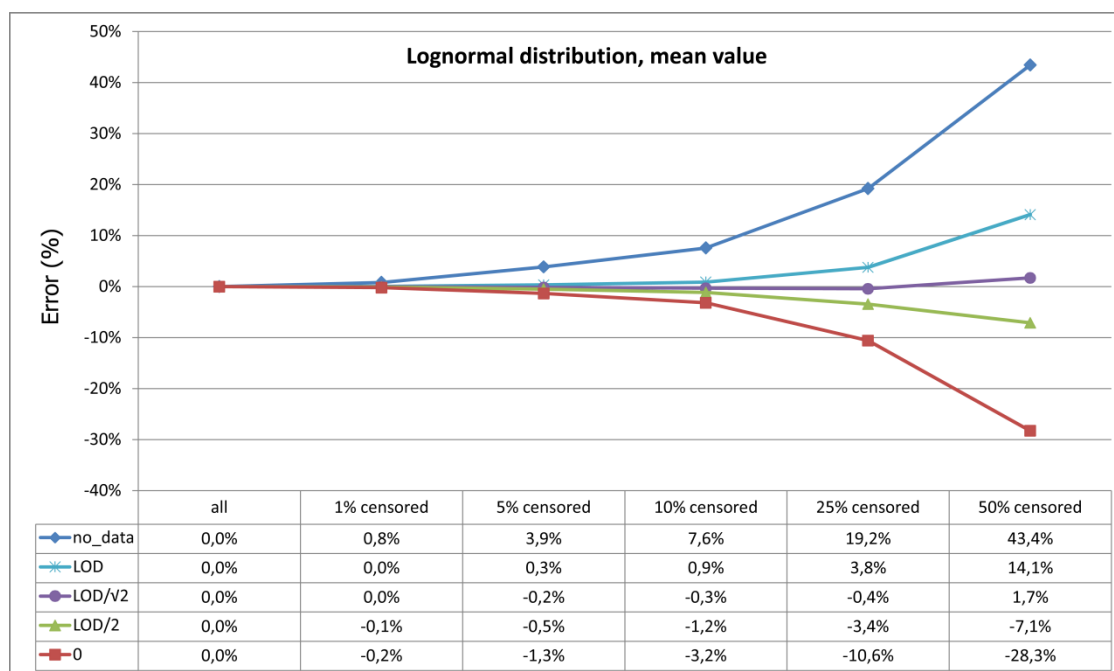
Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

A8-01-A7-DD-04-FA-F6-5D-7B-C0-86-66-71-42-4A-3D-49-22-82-48

## GEOLOGIJA

**Področje:** 1.06.07 Naravni viri (mineralne in energetske surovine ter voda)

**Dosežek 1:** Verbovšek, Timotej. A comparison of parameters below the limit of detection in geochemical analyses by substitution methods = Primerjava ocenitev parametrov pod mejo določljivosti pri geokemičnih analizah z metodo nadomeščanja. *RMZ-mater. geoenviron.*, dec. 2011, 58(4), 393-404. [COBISS.SI-ID [954974](#)]



V prispevku je predstavljena in analizirana problematika geokemičnih podatkov pod mejo določljivosti (<MD). Ti so v računalniških tabelah prepoznani kot tekstovni podatek in jih moramo pretvoriti v številke, če želimo z njimi izvajati statistične izračune. Vrednost <MD se lahko opusti, nadomesti z ničlo ali z nekim deležem vrednosti MD, težava pa je v tem, da obstaja precej metod, kako to narediti in kaj je pravilno. V prispevku je bilo zato primerjanih pet metod transformacije MD pri dveh statističnih porazdelitvah, tako za mediano kot povprečje, analiza pa je temeljila tako na teoretičnih porazdelitvah kot tudi na petih izbranih geokemičnih parametrih (Sr, F, Mn, NO<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>).

Rezultati so pokazali, da je najbolje uporabiti metodo nadomeščanja z vrednostjo MD/√2, ker daje najmanjše napake. To velja tako za normalno in lognormalno porazdeljene podatke. Na mediano ne vpliva večina metod, če je okrnjenih manj kot 50 % podatkov. Za izmerjene geokemične parametre je interpretacija bolj zapletena in temelji na deležu okrnjenosti podatkov ter na različnih mejah določljivosti posameznih parametrov.

Čeprav je bil prispevek objavljen v reviji II. skupine brez SCI IF, je bil že citiran v reviji s področja geokemije v 2. kvartilu - *Environmental Geochemistry and Health* (članek ima DOI: 10.1007/s10653-013-9516-0 in je v tisku).