

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/54



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L1-4280
Naslov projekta	Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije
Vodja projekta	4862 Janko Urbanc
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	8430
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	215 Geološki zavod Slovenije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.06 Geologija 1.06.07 Naravni viri (mineralne in energetske surovine ter voda)
Družbeno-ekonomski cilj	01. Raziskovanje in izkoriščanje zemlje
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	1 Naravoslovne vede 1.05 Vede o zemlji in okolju

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Glavni cilj projekta Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije je izboljšanje poznavanja globokih vodonosnikov v Sloveniji. V okviru projekta je bila izvedena podrobnejša opredelitev globljih zaprtih vodonosnih struktur v Sloveniji glede na starost podzemne vode ter kemijskih značilnosti podzemnih vod.

V okviru projekta so bili identificirani hidrokemijski ter izotopski indikatorji, ki so

značilni za globlje vodonosne strukture v Sloveniji. Rezultati analiz v okviru projekta kažejo, da so za globlje vodonosne strukture v Sloveniji značilne povišane koncentracije železa, mangana ter amonija v podzemni vodi. V mnogih primerih smo izmerili tudi nizke koncentracije kisika ter nizke Eh vrednosti. Aktivnost tritija je glede na sedanje padavine bodisi povišana zaradi vpliva »bombnega« tritija ali pri še starejših vodah znižana zaradi radioaktivnega razpada tritija. V starejših vodah običajno opazujemo tudi osiromašenje s težjim izotopom kisika-18 in devterija. Od indikatorjev antropogenih vplivov naj omenimo atrazin oziroma desetilatrazin, ki v vseh obravnavanih primerih predstavljata staro ekološko breme ter nitrati, ki izvirajo iz prodiranja mlajših onesnaženih vod v globoke vodonosnike.

V obdelavo v sklopu projekta so bili vključeni globoki vodonosniki na celotnem območju Slovenije, ki so pomembni tudi za oskrbo prebivalcev s pitno vodo. Na nekaterih so bile ugotovljene povečane koncentracije posameznih onesnaževal, ki ovirajo ali celo preprečujejo možnost oskrbe z vodo iz teh vodonosnikov. Projekt je aplikativen, zaradi aktualnosti problematike so ga sofinancirala tudi tri vodovodna podjetja, ki za oskrbo prebivalcev izkoriščajo tudi vodo iz globokih vodonosnikov: Komunalno podjetje Ptuj, Javno komunalno podjetje Prodnik Domžale ter Režijski obrat občine Grad.

V spodnjem vodonosniku Kamniško – Bistriškega polja je bilo za desetilatrazin z meritvami starosti vode dokazano, da gre za staro okoljsko breme. Pričakujemo, da se bodo z izkoriščanjem vode iz spodnjega vodonosnika koncentracije desetilatrazina dokaj hitro spustile pod najvišje dovoljene koncentracije.

Do podobnih ugotovitev smo prišli tudi v vodonosniku Ljubljanskega barja pri vodarni Brest. Tudi tu smo ugotovili, da gre pri desetilatrazinu za staro okoljsko breme, le da v tem primeru ne moremo pričakovati hitrega znižanja koncentracij.

V spodnjem vodonosniku Borovniškega vršaja predstavljajo problem prekomerne koncentracije amonija. S kombinacijo izotopskih ter hidrokemijskih raziskav je bilo ugotovljeno, da so glavni vir amonija organske snovi, ki se nahajajo v šotnih plasteh nad glavnim vodonosnikom. Prekomernim koncentracijam amonija se bo možno izogniti z drugačno tehnično izvedbo črpalnega vodnjaka.

V globokih vodnjakih črpališča Skorba prihaja do vse večjega vpliva mladih vod iz zgornjega vodonosnika, ki je zelo onesnažen. V tem primeru bo potrebno sanacijske ukrepe za izboljšanje kemijskega stanja usmeriti predvsem v zgornji vodonosnik.

ANG

The project Groundwater age determination in deep aquifers of Slovenia aims to improve the knowledge about Slovenian deep aquifers. A more detailed determination of deep confined aquifers in Slovenia was elaborated with regard to groundwater age, its recharge dynamics and chemical properties.

In the scope of the project, hydrochemical and isotopic indicators, typical of deep aquifer structures in Slovenia were defined. Results of analyses show increased concentrations of iron, manganese and ammonia in groundwater. Low oxygen concentrations and Eh values were also observed. Tritium activity in comparison with recent precipitation is either increased due to "bomb" tritium influence, or decreased because of tritium radioactive decay. In older groundwater depletion in heavy oxygen isotope and deuterium is also frequently observed. Among anthropogenic pollution indicators, atrazine and desethylatrazine should be mentioned, which in all studied cases represent an old ecological burden and are not a product of recent pollution. Nitrates in groundwater indicate the influence of younger polluted water on the old water, which is generally not polluted by anthropogenic pollutants.

Important deep aquifers from the entire Slovenian territory were included into the

project, also deep aquifers important for the public water supply. Increased concentrations of individual anthropogenic pollutants have been detected, which already have a pronounced effect on the possibility of water supply from these aquifers. The project has an applicative use, and is because of its topical issues cofinanced by three water supply companies which exploit also deep aquifer water for drinking water supply of the cities Ptuj, Domžale, and Grad in Goričko area.

In the deep aquifer of Kamniško – Bistriško polje it was proved that desethylatrazine represents an old ecological burden. We expect that the pumping of groundwater from the lower Kamniško – Bistriško polje aquifer will result in a quite fast lowering of desethylatrazine concentration below the maximum admissible levels.

Similar conclusions were also made for the Ljubljansko barje aquifer near the Brest water drinking water pumping station. Here was also proved, that desethylatrazine represents an old ecological burden, although here a fast lowering of pollutant concentration cannot be expected.

In the lower aquifer of Borovnica alluvial fan, an increased concentration of ammonia poses a problem for water supply. The combination of isotopic and hydrochemical research proved that the main source of ammonia is organic matter from the strata above the main aquifer. High ammonia concentrations in water source could be avoided by a different technical project of the pumping well.

In deep pumping wells of Skorba pumping station the influence of young polluted water from the upper aquifer became more and more evident. In this case, measures for the improvement of groundwater chemical status should be primarily focused on the upper aquifer.

3.Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

V letu 2011 je bil velik del aktivnosti v okviru projekta posvečen ugotavljanju starosti podzemne vode v spodnjem dolomitnem vodonosniku Domžalsko Mengeškega polja. Dosedaj se podzemne vode iz spodnjega vodonosnika ni črpalo. Zaradi vse večjih potreb po kvalitetni pitni vodi podjetje Prodrik d.o.o. želi tudi podzemno vodo iz spodnjega vodonosnika izkoristiti za oskrbo s pitno vodo. Ob odvzemih vzorcev podzemnih vod iz spodnjega vodonosnika pa se je pokazalo, da je spodnji vodonosnik prekomerno onesnažen s pesticidom desetilatrazin. Z analizami starosti vode iz spodnjega vodonosnika smo v okviru raziskave želeli opredeliti izvor desetilatrazina v vodi, torej ali gre za staro breme ali za sedanjo nelegalno rabo tega herbicida.

V raziskavi smo najprej opredelili starost podzemne vode v celotnem vodonosnem sistemu Domžalsko Mengeškega polja. Povprečne aktivnosti tritija v podzemni vodi zgornjega vodonosnika Domžalsko – Mengeškega polja so med 4,5 in 6 TU, kar pomeni, da gre za mlade vode, katerih zadrževalni čas v vodonosniku ne presega 10 let.

Najnižja koncentracija tritija 2,5 TU je bila izmerjena v vrtini DG1, ki zajema vodo v spodnjem vodonosniku. Na osnovi aktivnosti tritija ocenjujemo, da gre za staro vodo, katere zadrževalni čas je večji od 50 let. Vrtini VDG2 in VDG3 v spodnjem vodonosniku Domžalsko – Mengeškega polja imata v primerjavi z ostalimi vodami večjo aktivnost tritija (7,4 TU in 10,5 TU). Povišane vrednosti interpretiramo z večjim deležem »bombnega« tritija iz 60. let prejšnjega stoletja, kar pomeni, da znaša ocena starosti za omenjeni vodi med 10 in 50 let.

Da bi razrešili številne dileme v zvezi s pojavljanjem desetilatrazina v spodnjem vodonosniku, je bil izveden črpalni poizkus na globoki vrtini DG1. Namen črpalnega poizkusa je bil:

- Ugotoviti napajalno območje ter kemijske in izotopske značilnosti podzemne vode v spodnjem dolomitnem vodonosniku.
- Ugotoviti izvor desetilatrazina v podzemni vodi – ali gre za staro breme ali nedovoljeno sedanjo rabo.
- Ali bi bilo možno z dolgotrajnejšim intenzivnim črpanjem podzemne vode iz vodonosnika znižati koncentracije desetilatrazina pod najvišjo dovoljeno mejo za pitno vodo.

Črpalni poizkus je bil izveden v mesecu aprilu 2011, črpanje iz vrtine DG1 je potekalo en mesec. Med črpalnim poizkusom je bilo konstantno črpano 10,7 l/s podzemne vode (povprečje). V toku črpanja smo spremljali hidravlične, hidrokemijske ter izotopske parametre podzemne vode v vodonosniku.

Med črpalnim poizkusom v vrtini DG1 smo zaznali postopno naraščanje aktivnosti tritija, ki ga interpretiramo kot dotekanje mlajše vode v spodnji vodonosnik. Ekstrapolacija trenda aktivnosti tritija v prihodnost tako kaže, da bi že po nekaj mesečnem intenzivnem črpanju tudi v spodnjem vodonosniku pričela prevladovati mlajša in s pesticidi manj obremenjena podzemna voda.

Tudi pri stabilnem izotopu kisik-18 smo med črpalnim poizkusom zabeležili trend proti bolj negativnim vrednostim, ki kažejo na povečevanje deleža napajanja iz zaledja z nekoliko večjo nadmorsko višino.

Med črpalnim poizkusom smo zaznali tudi rahel trend upadanja koncentracije desetilatrazina v izčrpani vodi iz vrtine DG1. V kolikor dobljeni padajoči trend linearno podaljšamo v prihodnost lahko ocenimo, da bi se po približno štirih mesecih črpanja oziroma nekje v sredini meseca julija koncentracija desetilatrazina v izčrpani vodi iz vodnjaka DG1 spustila pod najvišjo dovoljeno koncentracijo.

Rezultati raziskave tako kažejo, da desetilatrazin ne izhaja iz sedanje nelegalne rabe, ampak da gre za staro ekološko breme. Ob intenzivni izrabi spodnjega vodonosnika lahko pričakujemo, da bo preko 50 let stara »fosilna« voda nadomeščena z mlajšo vodo, ki ni obremenjena z desetilatrazinom.

V letih 2013 in 2014 smo se v okviru projekta Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije posvetili globokemu vodonosniku Dravskega polja (širše območje črpališča Skorba) ter vodonosniku Borovniškega vršaja. V obeh vodonosnikih nam opredelitev starosti podzemne vode lahko pomaga pri interpretaciji procesov v vodonosniku, ki pogojujejo prekomerno onesnaženje podzemne vode. Stopnja onesnaženja podzemne vode je v obeh primerih tako velika, da negativno vpliva na možnost oskrbe s pitno vodo, ki poteka iz obeh vodonosnikov.

Črpališče Skorba zajema vodo iz južnega sektorja vodonosnika Dravskega polja ter iz globokega pliocenskega vodonosnika, ki se nahaja pod kvartarnim vodonosnikom. Podatki časovnih serij koncentracij nitratov v plitvih vodnjakih črpališča Skorba kažejo, da v izčrpani pitni vodo pogosto prihaja do prekoračitev najvišje dovoljene koncentracije nitratov v podzemni vodi. Zaradi slabe kakovosti podzemne vode v zgornjem vodonosniku, ki ni ustrezna za oskrbo prebivalcev, so bili v črpališču izvrtani dodatni globoki vodnjaki, ki zajemajo pitno vodo iz spodnjega pliocenskega vodonosnika. Ta voda je bila dosedaj mnogo bolj primerna za vodooskrbo, saj praktično ni vsebovala nitratov in tudi ne pesticidov.

Vzorčenje podzemnih vod črpališča Skorba v okviru projekta Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije je potekalo v avgustu 2013 ter v juliju 2014. Opravljene analize so pokazale, da so aktivnosti tritija v plitvih vodnjakih zgornjega vodonosnika med 5 in 6 tritijevih enot (TU), kar pomeni, da gre za relativno mlade vode, saj so aktivnosti primerljive s sedanjimi aktivnostmi tritija v padavinah. V vodah iz spodnjega pliocenskega vodonosnika so aktivnosti bistveno nižje, večinoma pod 1 TU ali celo pod mejo detekcije.

V globokih vodnjakih GV2 ter GV3 smo izmerili povišane vrednosti tritija med 2 in 4 TU, istočasno pa smo v teh vodnjakih zaznali tudi povečano koncentracijo nitratov. Koncentracija nitratov ter aktivnost tritija kažeta visoko stopnjo korelacije ($R^2 = 0,92$) iz česar sklepamo, da v vodonosniku prihaja do mešanja stare vode, ki je praktično brez nitratov ter drugih antropogenih onesnaževal, ter z nitrati obremenjene mlade vode zgornjega vodonosnika. Torej je tudi v globokih vodnjakih prišlo do poslabševanja kakovosti podzemne vode, saj je očitno v pliocenski vodonosnik pričela vdirati voda iz bolj onesnaženega kvartarnega vodonosnika. Ob nadaljevanju takšnega trenda bodo nitrati že v nekaj letih tudi v globokih vodnjakih prebili najvišjo dovoljeno koncentracijo 50 mg/l.

Tudi vrtina Grad-1 zajema vodo v globokem pliocenskem vodonosniku. Aktivnost tritija v vodi znaša 1,7 TU. Takšen rezultat pomeni, da je podzemna voda v vrtini starejša od 100 let, saj je večina tritija v vodi že razpadla. Ker pa je bila določena aktivnost tritija v podzemni vodi vendarle zaznana, lahko domnevamo, da v vodonosnik zaradi črpanja priteka tudi manjši delež mladih vod iz recentnega napajanja s padavinami. V prihodnosti bi se lahko delež nove vode povečeval, zato priporočamo spremljanje aktivnosti v rednih nekajletnih intervalih tudi v bodoče. Na ta način bo možno pravočasno zaznati trende kemizma vode, ki bi lahko vplivali tudi na uporabnost vode za oskrbo prebivalstva.

Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana je v letu 2012 v podzemni vodi Borovniškega vršaja zaznal povišane koncentracije amonija v vodnjaku VB3. Zajetje pitne vode Borovniški vršaj se nahaja na ravnici severno od Borovnice. V zajetju so trije črpalni vodnjaki, iz katerih se z vodo oskrbujejo Borovnica, Vrhnika kakor tudi številni manjši zaselki v okolici Vrhnik oziroma Borovnice. S tem v zvezi se je pojavilo vprašanje izvora amonija v podzemni vodi. Da bi lahko odgovorili na to vprašanje, smo v okviru projekta izvedli dve vzorčeni za kemijske ter izotopske analize podzemne vode.

Voda iz vodnjaka VB3 ima nekoliko višje koncentracije Ca, Mg in HCO_3 , kar se odraža tudi v večji elektroprevodnosti podzemne vode. Za primerjavo smo 22. maja 2013 odvzeli vzorec podzemne vode tudi iz malega vodnjaka z ročno črpalko, ki zajema vodo na globini do približno 20 m. Vzorec vode iz vodnjaka je značilen za podzemno vodo zgornjega holocenskega vodonosnika Borovniškega vršaja. Za zgornji holocenski vodonosnik je značilno menjavanje glinastih plasti ter peskov in proda, v katerem se nahaja podzemna voda. Rezultati analiz kažejo, da je glede na parametre mineralizacije voda iz vrtine VB3 bolj podobna vodi iz holocenskega vodonosnika, kot vodi iz vodnjakov VB5 in VB6, ki zajemata vodo v globljem pleistocenskem vodonosniku.

Zbrani podatki analiz kažejo, da imamo v vodnjaku VB3 izrazite redukcijske pogoje ter manjšo količino raztopljenega kisika v podzemni vodi. Redukcijski pogoji v podzemni vodi povzročajo mobilnost železa in mangana v podzemni vodi kakor tudi prehod kemijske vezave dušika iz nitratne v amonijsko. Izrazito redukcijski pogoji se pojavljajo tudi v podzemni vodi iz plitvega vodnjaka v holocenskem vodonosniku.

Rezultati opravljenih analiz kažejo, da so v vodnjaku VB3 ter tudi v plitvem vodnjaku v holocenskem vodonosniku izrazito povišane koncentracije železa, mangana ter amonija. Vsi trije opisani parametri so značilni za podzemno vodo iz vodonosnikov, v katerih vlada pomanjkanje kisika oziroma redukcijski hidrokemijski pogoji.

Rezultati izotopskih analiz kisika-18 kažejo, da je izotopska sestava kisika v vseh treh vzorcih podzemnih vod dokaj podobna. Znižane aktivnosti tritija v vodnjakih VB-5 in VB-6 kažejo, da gre v vodonosniku Borovniškega vršaja za starejšo podzemno vodo, katere zadrževalni čas v vodonosniku lahko znaša od nekaj desetletij do preko 100 let. Takšni rezultati kažejo, da v podzemni vodi po vsej verjetnosti nimamo opraviti z sedanjim onesnaženjem podzemne vode, ampak da

se to onesnaženje v podzemni vodi lahko nahaja že nekaj desetletij ali celo stoletij.

Zaradi navedenih specifičnih hidrodinamskih razmer v vodonosniku Borovniškega vršaja sklepamo, da onesnaženje podzemne vode z amonijem ni nastalo v sedanjem času, ampak je rezultat naravnih hidrokemijskih pogojev, ki delujejo preko daljšega časovnega obdobja. Domnevamo, da bi bilo lahko onesnaženje podzemne vode povezano z organskimi snovmi v plasteh šote, ki je ujeta v vodonosne horizonte vodonosnika Borovniškega vršaja. Organske snovi povzročajo pomanjkanje kisika in s tem redukcijske hidrokemijske pogoje, ki povzročajo mobilnost železa ter mangana v vodonosniku.

Da bi lahko vodovod črpal boljšo vodo brez amonija ter železa in mangana smo predlagali, da se na lokaciji vodnjaka VB3 izdelava nov vodnjak, katerega zajemni del se bi pričel šele v spodnjem pleistocenskem vodonosniku.

V sklopu projekta Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije so bile izvedene tudi opredelitve starosti podzemnih vod na območju vodonosnikov Ljubljanskega barja ter Ljubljanskega polja s pomočjo aktivnosti tritija v podzemni vodi. Večina aktivnosti tritija v podzemnih vodah vodonosnika Ljubljanskega polja se giblje 5 in 7 TU ter v podzemni vodi vodonosnika Ljubljanskega barja med 4 in 8 TU. Ker so takšne vrednosti blizu aktivnostim tritija v sedanjih padavinah, te vode lahko označimo kot mlade vode.

Podzemna voda na lokacijah VA-4 in RTV na vodonosniku Ljubljanskega polja imata aktivnost tritija pod 2 TU, kar na osnovi modela popolnega mešanja odraža starost vode preko 50 let. Nizke aktivnosti so odraz radioaktivnega razpada tritija v zaprtih hidrogeoloških strukturah, kjer je tok podzemne vode zelo počasen.

V vodnjaku vodarne Brest VD BR-1a na lškem vršaju smo izmerili povišane vsebnosti tritija do 11 TU. Podobne povišane vrednosti tritija smo našli tudi v osrednjem delu vodonosnika Ljubljanskega Barja. Ker so te aktivnosti višje kot v sedanjih padavinah interpretiramo, da gre za podzemno vodo z "bombnim" tritijem iz 60. let prejšnjega stoletja, kjer so imele padavine izrazito povišane aktivnosti tritija zaradi površinskih jedrskih poizkusov. Starost teh vod smo z modelom popolnega mešanja opredelili na 10 do 50 let.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Raziskovalni cilji projekta Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije so bili realizirani v skladu s prvotnim načrtom oziroma programom projekta. V program dela smo naknadno vključili tudi vodonosnik Borovniškega vršaja, kar v prvotnem programu sicer ni bilo predvideno. Tudi na Borovniškem vršaju so se metode določanja starosti podzemne vode z uporabo radioaktivnega izotopa tritija pokazale kot učinkovito orodje tudi za pojasnjevanje izvora onesnaženja posameznih virov pitne vode.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Bistvenih sprememb programa projekta ni bilo, razen predhodno omenjene vključitve vodonosnika Borovniškega vršaja.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

	Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	2226517
	Vir: COBISS.SI	

	Naslov	SLO	Hidrokemijske ter izotopske značilnosti podzemne vode iz vodonosnikov Ljubljanskega polja ter Ljubljanskega Barja
		ANG	Carbonate chemistry and isotope characteristics of groundwater of Ljubljansko Polje and Ljubljansko Barje aquifers in Slovenia
	Opis	SLO	Opravljenе so bile hidrochemijske ter izotopske analize podzemnih vod z namenom pridobitve novih hidrogeoloških podatkov, ki bi služili dopolnitvi konceptualnih modelov vodonosnikov Ljubljanskega polja in Ljubljanskega barja. Starost podzemne vode je bila opredeljena s pomočjo podatkov o aktivnosti tritija. Območja napajanja vodonosnika so bila določena na osnovi karbonatne hidrochemije ter izotopske sestave kisika v podzemni vodi. Na osnovi hidrochemijskih ter izotopskih parametrov so bile opredeljene štiri glavne skupine podzemnih vod.
		ANG	Carbonate chemistry and isotope analysis of the groundwater were performed to acquire new hydrogeological data, which should serve as a base for improvement of hydrogeological conceptual models of both aquifers. The radioactive isotope tritium was used to estimate the age of groundwater. Major carbonate ions and the stable isotope of oxygen were used to identify differences in the recharging areas of aquifers. Four groups of groundwater were identified.
	Objavljeno v	Scientific World; The scientific world journal; 2013; vol. 2013; 11 str.; Impact Factor: 1.219; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.663; WoS: RO; Avtorji / Authors: Cerar Sonja, Urbanc Janko	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	26349863	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Obravnava spektrometričnih rezultatov gama sevanja v bližini odločitvene meje
		ANG	Evaluation of gamma-ray spectrometric results near the decision threshold
	Opis	SLO	Računska procedura za analiziranje spektrov visokoločljivostne spektrometrije gama je bila izboljšana v treh pogledih: površine vrhov z veliko relativno negotovostjo so bile popravljene za prispevek statističnih fluktuacij v zveznem ozadju; vrhovi z negativno neto površino po odštetju ozadja so bili vključeni v izračune aktivnosti in primarni merski rezultati so bili prevedeni v najboljšo možno oceno z uporabo Bayesovega teorema. Na empiričnih podatkih smo pokazali, da predstavljene izboljšave zmanjšajo možnost napake tipa 1 in da izboljšajo konsistenčnost and natančnost merskih rezultatov blizu mej za odločitev.
		ANG	A computerized procedure for analyzing highresolution gammaray spectra was improved in three regards: the peak areas having large relative uncertainties were corrected for the possible contribution of statistical fluctuations in the continuous background, the peaks having a negative net peak area after background subtraction were included in the activity calculations and the primary measurement results were converted to the best estimate using an application of the Bayes theorem. It was proven empirically that the improvements that were introduced diminish the probability and severity of type I errors and that they improve the consistency and accuracy of the measurement results near the decision threshold.
	Objavljeno v	Pergamon; Applied Radiation and Isotopes; 2013; Vol. 73; str. 1-8; Impact Factor: 1.056; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.957; WoS: EC, RY, VY; Avtorji / Authors: Korun Matjaž, Vodenik Branko, Zorko Benjamin	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.			

	COBISS ID	2241365	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Odras padavinskega višinskega izotopskega efekta v podzemni vodi: primer iz Slovenije
		ANG	The isotope altitude effect reflected in groundwater: a case study from Slovenia
	Opis	SLO	Članek prikazuje izotopsko sestavo kisika ($\delta^{18}O$) in vodika (δ^2H) na 83 opazovalnih mestih širom Slovenije. V članku je podana poglobljena interpretacija rezultatov izotopskih meritev. Opazovanja izotopske sestave vode so potekala tri leta, na vsaki lokaciji sta bila odvzeta najmanj dva vzorca. V članku so predstavljene nove ugotovitve glede značilnosti izotopske sestave obravnavanih podzemnih vod. Rezultati so bili primerjani tudi z rezultati predhodnih študij na območju Slovenije, tako izotopske sestave padavin kot površinskih ter podzemnih vod.
		ANG	The paper presents the stable isotope data of oxygen ($\delta^{18}O$) and hydrogen (δ^2H) in groundwater from 83 sampling locations in Slovenia and their interpretation. The isotopic composition of water was monitored over 3 years, and each location was sampled twice. New findings on the isotopic composition of sampled groundwater are presented, and the data are also compared to past studies regarding the isotopic composition of precipitation, surface water, and groundwater in Slovenia.
	Objavljeno v	Gordon and Breach Publishers; Isotopes in environmental and health studies; 2014; Vol. 50, issue 1; str. 33-51; Impact Factor: 1.257; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.143; WoS: EC, JA; Avtorji / Authors: Mezga Kim, Urbanc Janko, Cerar Sonja	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	2295893	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Ugotavljanje vzrokov za pojavljanje amonija in železa v vodnem viru Borovniški vršaj
		ANG	Sources of dissolved ammonia and iron in Borovnica alluvial fan groundwater
	Opis	SLO	Članek obravnava kemijske ter izotopske značilnosti podzemne vode Borovniškega vršaja. V vodnjaku VB-3 črpališča Borovniški vršaj so bile zaznane povišane koncentracije amonija in celokupnega železa. Na osnovi opravljenih analiz je bilo ugotovljeno, da so povišane koncentracije obeh merjenih parametrov povezane s hidrogeološkimi pogoji na območju vodonosnika. V zgornjem delu vodonosnika Borovniškega vršaja se nahajajo plasti gline, ki preprečujejo dostop kisika do podzemne vode. Zaradi tega ob prisotnosti organskih snovi v vodonosniku nastanejo redukcijski pogoji, ki povzročajo mobilnost železa in mangana v podzemni vodi ter pretvorbo dušika iz nitratne v amonijevo obliko. V spodnjem vodonosniku je v vodi več raztopljenega kisika, na osnovi vsebnosti tritija pa sklepamo, da gre za vodo starejšo od 50 let.
		ANG	The article deals with chemical and isotopic properties of Borovnica alluvial fan groundwater. Increased concentrations of ammonium and iron were detected in well VB-3 of the Borovnica alluvial fan pumping station. On the basis of analyses it was found out that increased concentrations of both elements are linked to the hydrogeological conditions in the aquifer area. In the upper part of the Borovnica alluvial fan aquifer, layers of clay prevent the access of oxygen to groundwater. This fact, together with the presence of organic matter in the aquifer, creates reduction conditions causing the mobility of iron and manganese in groundwater and the transformation of nitrogen from nitrate into ammonium form. Water from the lower aquifer contains more dissolved oxygen, and on the basis of tritium presence it can be concluded that the water is old up to 50 years.

	Objavljeno v	Geološki zavod; Slovensko geološko društvo; Geologija; 2014; vol. 57, no. 1; str. 53-62; Avtorji / Authors: Urbanc Janko, Škarja Janez, Kožar Logar Jasmina, Lojen Sonja	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	951646	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Tritij v izviri Slovenije
		ANG	Tritium mapping in spring waters in Slovenia
	Opis	SLO	Članek opisuje porazdelitev tritija v izviri voda po Sloveniji. Vzorce smo zajeli na 124 izviri. Koncentracije tritija v vzorcih vod smo določili z elektrolitsko obogatitvijo in tekočinskoscintilacijskim štetjem. Koncentracije tritija se spreminjajo med 325 in približno 3000 Bq m ³ z geometrijsko povprečno vrednostjo 1223 Bq m ³ in geometrijskim standardnim odklonom 1,6. Rezultati predstavljajo prvo osnovno bazo podatkov o vsebnosti tritija v izviri po celotni Sloveniji in predstavljajo osnovo za geohidrološko interpretacijo rezultatov.
		ANG	The paper described the tritium distribution in spring waters in Slovenia. Water samples were collected from 124 springs Tritium was enriched electrolytically and its concentration determined by liquid scintillation analysis. Tritium concentrations ranged from 325 to ca. 3000 Bq m ⁻³ , with a geometric mean of 1223 Bq m ⁻³ and geometric standard deviation of 1.6. The present database of tritium concentrations constitutes a first step in estimating general spatial trends and obtain enough information to interpret tritium levels from the geological and hydrological point of view.
	Objavljeno v	Geochemical Society of Japan, Department of Earth Sciences, Nagoya University; Geochemical Journal; 2011; Vol. 45, no. 6; str. 505-512; Impact Factor: 0.711; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.958; WoS: GC; Avtorji / Authors: Vaupotič Janja, Ogrinc Nives, Brenčič Mihael, Kobal Ivan	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	2175829	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC)
		ANG	Preparation of expert basis and support at the implementation of European Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC)
	Opis	SLO	Izvajanje okvirne evropske vodne direktive zajema celovito upravljanje površinskih in podzemnih vod v Sloveniji, od ocene kemijskega in količinskega stanja do predloga ukrepov za izboljšanje stanja vodnih teles, za katere obstaja nevarnost, da do leta 2015 ne bodo dosegla dobrega kemijskega oziroma količinskega stanja. Geološki zavod Slovenije v okviru Načrta upravljanja voda pokriva problematiko podzemnih vod.
		ANG	Implementation of European Water Framework Directive deals with integral water management policy, including the groundwater chemical and quantitative status estimation and proposal of measures for improvement of chemical and quantitative status of water bodies, which are at risk not to achieve good chemical and quantitative status till the year 2015. In the scope of Slovenian Water Management Plan,

		Geological Survey of Slovenia is responsible for groundwater management issues.	
	Šifra	F.24 Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Objavljeno v	Geološki zavod Slovenije; 2013; 23 f.; Avtorji / Authors: Krivic Jure, Urbanc Janko, Mali Nina, Ferjan Stanič Tamara, Bizjak Miran, Koroša Anja, Bole Zmago	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
2.	COBISS ID	2099541	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Značilnosti onesnaženja podzemnih vod vodonosnikov Ljubljanskega polja in barja
		ANG	Groundwater pollution characteristics of the Ljubljansko polje and Ljubljansko barje aquifers
	Opis	SLO	Opravljen kemijske in izotopske analize podzemne vode ter sledilni poizkusi so nam omogočili podrobnejši vpogled v hidrogeološke in hidrokemijske procese v obeh raziskanih vodonosnikih. Pridobljeni so bili novi podatki o napajalnih območjih vodonosnikov, zadrževalnih časih in starosti podzemnih vod, hitrostih pretakanja, naravni hidrokemijski sestavi podzemnih vod ter značilnostih njihovega onesnaženja. Sinteza pridobljenih rezultatov nam je omogočila izboljšanje ter preveritev konceptualnih modelov vodonosnikov Ljubljanskega barja in Ljubljanskega polja.
		ANG	On the basis of the chemical and isotope analyses and tracing experiments performed, we acquired very extensive view into the hydrogeological and hydrochemical processes occurring in the both aquifers of the research area. Many new data regarding aquifer's recharge areas, groundwater retention time, age and velocity, natural chemical composition and pollution state of groundwater were obtained. Synthesis of all the data enabled us to improve and validate the conceptual models of Ljubljansko polje and Ljubljansko Barje aquifers.
	Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Objavljeno v	2012; Avtorji / Authors: Urbanc Janko	
	Tipologija	3.16 Vabljen predavanje na konferenci brez natisa	
3.	COBISS ID	1950549	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Varovanje virov pitne vode v Sloveniji
		ANG	Protecting sources of drinking water in Slovenia
	Opis	SLO	V publikaciji je opisan sistem zaščite virov pitne vode v Sloveniji. Podzemne vode v bilanci vodnih virov Slovenije predstavljajo izrazito prevladujoč delež javne oskrbe s pitno vodo. Evropska okvirna vodna direktiva (WFD) zahteva, da država na vseh površinskih in podzemnih vodnih telesih vzpostavi dobro kemijsko in količinsko stanje. Na treh pomembnih medzrnskih vodonosnikih obstaja nevarnost, da do leta 2015 ne bodo izpolnjene zahteve Okvirne vodne direktive. Veljavni Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja predvideva štiri kategorije vodovarstvenih območij, ki uvajajo različne stopnje omejitve problematičnih rab prostora. V prispevku so predstavljeni tudi dopolnilni ukrepi, ki so vsebovani v osnutku slovenskega Načrta upravljanja z vodami, katerih namen je vzpostavitev dobrega kakovostnega stanja tudi na teh najbolj onesnaženih vodonosnikih.

		ANG	Slovenia's water resources and in the public drinking water supply. The European Water Framework Directive (WFD) demands that the state establishes a good chemical and quantity status in all surface and ground water bodies. Three important intergranular aquifers are in the danger of not achieving the WFD demands by 2015. The current Rules on the criteria for the determination of groundwater protection areas determine four categories of water protection areas, introducing different degrees of problematic land use limitation. The article presents also supplementary measures contained in the draft of the Slovenian Water Management Plan, intended to establish a good quality status also in these heavily polluted aquifers.
	Šifra	F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev
	Objavljeno v	Fit media; Upravljanje voda v Sloveniji; 2011; Str. 76-84; Avtorji / Authors: Urbanc Janko, Mali Nina, Prestor Joerg	
	Tipologija	1.17	Samostojni strokovni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
4.	COBISS ID	2126421	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv geoloških dejavnikov na kvaliteto pitne vode
		ANG	Influence of geological factors on the drinking water quality
	Opis	SLO	Vabljen predavanje je bilo izvedeno v sklopu seminarja Monitoring pitne vode, inšpekcijski nadzor in aktualna vprašanja oskrbe, ki je potekal dne 31. 1. 2013 v Ljubljani. Namen predavanja je bil usposobiti upravljalce vodovodov za bolj učinkovito preprečevanje onesnaženj virov pitne vode v različnih litoloških tipih vodonosnikov, ki se v Sloveniji uporabljajo za vodooskrbo.
		ANG	An invited lecture was carried out within the seminar »Drinking Water Monitoring, inspection, and current water supply issues«, which took place on 31.10.2013 in Ljubljana. The purpose of the lecture was to enable water supply network operators to more effectively prevent the pollution of drinking water resources in different lithological types of aquifers used for water supply in Slovenia.
	Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v	2013; Avtorji / Authors: Urbanc Janko	
	Tipologija	3.16	Vabljen predavanje na konferenci brez natisa
5.	COBISS ID	2101845	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Hidrokemijske značilnosti podzemne vode vodonosnika Kamniškobistriškega polja
		ANG	Hydrochemical characteristics of groundwater from the Kamniškobistriško polje aquifer
	Opis	SLO	V članku so prikazane osnovne značilnosti kemijske sestave podzemnih vod vodonosnika KamniškoBistriškega polja. Vodonosnik Kamniško Bistriškega polja sestavljata zgornji vodonosnik v peščenoprodnih sedimentih reke kamniške Bistrice ter spodnji dolomitni vodonosnik. Po kemijski sestavi se vode obeh vodonosnikov občutno razlikujejo. V primerjavi s spodnjim vodonosnikom je voda zgornjega vodonosniku bolj mineralizirana, prav tako je voda zgornjega vodonosnika bolj obremenjena z onesnaževali, ki večinoma izhajajo iz kmetijske dejavnosti. Na osnovi kemijskih značilnosti podzemnih vod iz obeh vodonosnikov ocenjujemo, da je napajalno območje obeh vodonosnikov različno; zgornji vodonosnik se napaja pretežno iz padavin ter infiltracije reke Kamniške Bistrice, medtem ko ocenjujemo, da je v spodnjem vodonosniku predstavljajo večji delež

		vode iz karbonatnih kamnin na zahodnem obrobju KamniškoBistriškega polja.
	ANG	The article describes basic chemical properties of the KamniškoBistriško polje aquifer groundwater. The aquifer is composed of the upper aquifer in sand and gravel deposits of the Kamniška Bistrica river and of the lower, dolomite aquifer. The water of both aquifers differs significantly as to its chemical composition. Compared to the lower aquifer, the water of the upper aquifer is more mineralized and also more loaded with pollutants originating from agricultural activities. On the basis of chemical properties of groundwater from both aquifers it can be concluded that the recharge area of both aquifers is different; the upper aquifer is recharged mainly by precipitation and infiltration of the Kamniška Bistrica river, while the larger quantity of water from the lower aquifer is estimated to originate from carbonate rocks on the western fringes of the KamniškoBistriško polje.
Šifra	F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
Objavljeno v	Naravoslovnotehniška fakulteta; Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje; RMZ - Materials and geoenvironment; 2012; Letn. 59, št. 2/3; str. 213-228; Avtorji / Authors: Urbanc Janko, Cerar Sonja, Stražar Aleš	
Tipologija	1.01	Izvorni znanstveni članek

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Novi podatki o starosti podzemnih vod v globljih vodonosnih strukturah omogočajo boljše razumevanje dinamike kroženja podzemne vode tudi v teh tipih vodonosnikov, ki so bili doslej s stališča raziskav dokaj zapostavljeni. Poleg specifičnih naravnih pogojev, ki v mnogih primerih vplivajo na kemizem podzemne vode se je pokazalo, da lahko te strukture zaradi zelo počasnega kroženja podzemne vode še vedno vsebujejo ekološka bremena iz preteklosti, kot so npr. povišane koncentracije atrazina oziroma njegovega razpadnega produkta desetilatrazina.

ANG

New data about groundwater age in deep aquifers enable a better understanding of groundwater circulation dynamics also in this type of aquifers, which have so far been quite neglected from the point of view of research. Beside specific natural conditions which in many cases have influence on the chemistry of groundwater, it has been found out that these structures can still contain ecological burdens from the past due to the very slow groundwater circulation. Such past burdens are for example increased atrazine and desethylatrazine concentrations.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Projekt Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije je ponudil številne rešitve za izboljšanje oskrbe s pitno vodo v Sloveniji. Podrobnejši pregled situacije oskrbe s pitno vodo v Sloveniji kaže, da je izkoriščanje globljih vodonosnikov za vodooskrbo v več primerih ovirano zaradi slabega kemijskega stanja podzemne vode. Raziskave v okviru projekta so pokazale, da so vzrok slabemu stanju lahko naravni hidrogeološki ter geokemijski pogoji v sistemu, ali pa gre za vpliv antropogenega onesnaženja. Pri antropogenem onesnaženju imamo lahko opraviti s starimi okoljskimi bremeni, ki so vskladiščena v globljih plasteh, ki istočasno lahko predstavljajo tudi vodonosnik podzemne

vode. Raziskave kažejo, da je takšno staro ekološko breme mnogokrat desetilatrazin, ki predstavlja razpadni produkt herbicida atrazin. V preteklih desetletjih je bila raba tega pesticida zelo razširjena, predvsem za zatiranje plevelov na koruznih poljih. Ko se je pokazalo, kako zelo so njegovi razpadni produkti obstojni, je bil atrazin prepovedan tudi v Sloveniji.

Sedaj v Sloveniji atrazin in desetilatrazin povzročata največje probleme pri oskrbi prebivalcev s pitno vodo na območju vodonosnika Dravskega polja ter na Ljubljanskem barju. Na Dravskem polju se atrazin še vedno nahaja v plitvem holocenskem vodonosniku. Njegove koncentracije v podzemni vodi so sicer še vedno občutno nad najvišjimi dovoljenimi vrednostmi, kljub temu pa beležimo stalen padajoči trend koncentracij.

V zvezi z atrazinom kot starim okoljskim bremenom pa je precej drugačna situacija na Ljubljanskem barju, kjer je zaradi prekomernih koncentracij atrazina zelo otežena oskrba južnega dela Ljubljane s pitno vodo iz črpališča Brest. Na tem območju je desetilatrazin ujet med peščeno – glinastimi sloji vodonosnika Iškega vršaja. Analize vsebnosti tritija v podzemni vodi so pokazale prisotnost t.i. »bombnega« tritija, ki izhaja iz obdobja intenzivnih površinskih jedrskih poizkusov. Na tej osnovi je bila starost podzemne vode ocenjena med 10 in 50 let, torej ravno v obdobje intenzivne rabe atrazina na tem območju.

Na osnovi dobljenih rezultatov smo predvideli, da se bodo koncentracije desetilatrazina v izčrpani vodi dokaj počasi zmanjševale, saj so v peščeno – glinastih plasteh še vedno ujete precejšnje količine pesticida. Zaradi tega smo predlagali spremembo načina črpanja na način, da se težišče črpanja podzemne vode prenese bolj proti južnemu delu vodarne.

Atrazin se še vedno nahaja tudi v spodnjem vodonosniku Kamniško – Bistriškega polja, kjer je ujet v plasteh dolomita. Trenutno se spodnji vodonosnik sicer še ne izkorišča za oskrbo z vodo, v teku pa so priprave za izkoriščanje tudi spodnjega vodonosnika. V spodnjem vodonosniku Kamniško – Bistriškega polja smo zaznali bombni tritij, tako da je bila ocenjena starost podzemne vode na 10 – 50 let. V vodnjaku DG-1 bi bila lahko starost podzemne vode še večja, saj smo v njem zaznali izrazito zmanjšanje vsebnosti tritija zaradi radioaktivnega razpada.

Na osnovi dobljenih rezultatov smo ocenili, da bi se z izkoriščanjem podzemne vode v spodnjem vodonosniku koncentracije desetilatrazina že po nekaj mesecih spustile pod najvišje dovoljene vrednosti. Na osnovi takšnih rezultatov je nadaljevanje investicije za izkoriščanje vode iz spodnjega vodonosnika smiselno.

V črpališču Skorba, ki z vodo oskrbuje mesto Ptuj in okolico, se izkoriščata globoki pliocenski in plitvi holocenski vodonosnik Dravskega polja. V zadnjih letih je bila zaznana dokaj hitra rast koncentracij nitratov tudi v spodnjem vodonosniku, katerih koncentracije so bile ob pričetku izkoriščanja spodnjega vodonosnika nizke. V toku projekta smo ugotovili, da se koncentracije tritija v vodi iz globokega vodonosnika pričele povečevati, kar kaže na vdiranje mlajših in tudi bolj onesnaženih vod iz zgornjega v spodnji vodonosnik. Ker je napajanje spodnjega vodonosnika limitirano, smo kot edino rešitev predlagali ukrepe za izboljšanje kemijskega stanja podzemne vode v zgornjem vodonosniku.

ANG

The project Groundwater age determination in deep aquifers of Slovenia offered numerous solutions for the improvement of drinking water supply in Slovenia. A more detailed view of the situation in this respect shows that the exploitation of deep aquifers for water supply is in several cases impeded due to the bad chemical status of groundwater. The research within the project has shown that the bad status may result either from the natural hydrogeological and geochemical conditions in the system, or from the anthropogenic pollution.

Anthropogenic pollution can be due to the old ecological burdens which are stored in deeper layers, which can at the same time also present the water bearing structures of groundwater. Research shows that desethylatrazine, a decomposition product of the herbicide atrazine, is often such old ecological burden. In previous decades the use of this herbicide was very widespread, mostly to treat weeds in cornfields. When it was found out how persistent its decomposition products are, atrazine was banned also in Slovenia.

At present, atrazine and desethylatrazine cause the biggest problems in public drinking water supply in the Dravsko polje and Ljubljansko barje aquifers. In Dravsko polje, atrazin is still present in the shallow Holocene aquifer. Although its concentrations in groundwater are still considerably above the maximum allowed values, a constant decreasing trend of its concentrations can be observed.

A quite different situation with regard to atrazine as an old ecological burden is present in the Ljubljansko barje aquifer, where the public drinking water supply of the southern part of Ljubljana from the Brest pumping station is difficult due to excessive atrazine concentrations. In

this area desethylatrazine is captured in the sandy-clay layers of the Ig alluvial fan aquifer. The analyses of tritium content in groundwater showed the presence of the so called »bomb« tritium resulting from the period of intensive surface nuclear experiments. On this basis, groundwater age was estimated to be between 10 and 50 years, which corresponds to the period of intensive use of atrazine in this area.

On the basis of obtained results we expect that desethylatrazine concentrations in pumped water will decrease rather slowly. Therefore we suggested a modification in the pumping scheme so that the main part of the pumping is transferred more towards the southern part of the pumping facility.

Atrazine is still present also in the deeper aquifer of the Kamniško-Bistriško polje, where it is captured in dolomite layers. At present the lower aquifer is still not exploited for water supply, but preparations for its exploitation are already under way. In the deeper aquifer of the Kamniško-Bistriško polje "bomb" tritium was detected, so groundwater age was determined between 10 and 50 years. On the basis of obtained results it was estimated that the exploitation of groundwater in the deeper aquifer would result in the decrease of desethylatrazine concentrations to levels below the maximum allowed limit. With regard to these results the continuation of investment for the exploitation of water from the deeper aquifer is reasonable.

The Skorba pumping station, which supplies the city of Ptuj and its surroundings with drinking water, exploits the deep Pliocene and the shallow Holocene aquifer of Dravsko polje. During recent years a considerably fast increase in nitrate concentrations has been observed also in the lower aquifer. These concentrations were low at the beginning of exploitation of the deeper aquifer. During the course of the project it has been found out that tritium concentrations in water from the deep aquifer started to grow, which indicates that younger, more polluted water from the upper aquifer flows into the lower aquifer. Because the recharge of the lower aquifer is limited, measures for the improvement of groundwater chemical status of the upper aquifer were proposed as the only solution.

10. 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		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value=""/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value=""/>

F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

--

11. 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	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" 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"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo: Sistemi oskrbe s pitno vodo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo: ..	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

G.01.02: Razvoj podiplomskega izobraževanja

Pri izvedbi projekta so sodelovale tudi tri mlade raziskovalke, dve sta že uspešno končali izobraževanje z zagovorom doktorske disertacije: dr. Kim Mezga, dr. Nina Rman ter Sonja Cerar, univ.dipl.inž.geol.

G.04.01: Dvig kvalitete življenja

Zdrava pitna voda spada k pomembnim dejavnikom kvalitete življenja. Dejavnosti v okviru projekta so prispevale strokovne osnove za bolj učinkovito izrabo ter zaščito vodnih virov v globljih vodonosnih strukturah, ki se uporabljajo za oskrbo mest Ljubljana, Vrhnika, Borovnica, Domžale, Ptuj.

G.04.02: Izboljšanje vodenja in upravljanja

Poznavanje hidrogeoloških značilnosti ter specifične globljih vodonosnih struktur omogoča bolj učinkovito delo upravljalcem vodovodnih sistemov za javno oskrbo s pitno vodo.

G.06: Varovanje okolja in trajnostni razvoj

V okviru projekta je bila komponenta varovanja okolja zelo pomembna, saj je velik del posvečen varovanju globljih vodonosnih struktur pred onesnaženjem s površja oziroma iz plitvejših vodonosnikov, ki so večinoma tudi bolj onesnaženi.

G.07: Razvoj družbene infrastrukture - G.07.04: Sistemi oskrbe s pitno vodo

Vodni viri so prvi in najpomembnejši členi sistemov za oskrbo s pitno vodo. Poznavanje

naravnih hidrogeoloških ter hidrokemijskih značilnosti virov pitne vode v globokih vodonosnikih omogoča njihovo bolj učinkovito izrabo ter zaščito pred negativnimi vplivi.

G.08: Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva

Zdrava pitna voda - tudi iz globljih vodonosnih struktur - je eden od bistvenih predpogojev za zdravje ljudi.

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

Sofinancer				
1.	Naziv	Vrtina d.o.o.		
	Naslov	Vaše 43, 1215 Medvode		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	23.995	EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	6	%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.	Podrobnejša opredelitev kemijskega stanja podzemne vode v globokih vodonosnikih Slovenije	F.02	
	2.	Podrobnejša opredelitev starosti in hitrosti obnavljanja podzemne vode v globokih vodonosnikih Slovenije	F.02	
	3.	Interpretacija kemijske sestave vod v vrtinah in vodnjakih v globljih vodonosnih strukturah, možnost predvidevanja problemov v zvezi s kemijsko sestavo vod z vidika možnosti izkoriščanja	F.12	
	4.			
	5.			
Komentar	<p>Podjetje Vrtina d.o.o. se ukvarja z izkoriščanjem toplotnega potenciala podzemne vode ter kamnin ter z izdelavo vodnjakov za izkoriščanje pitne vode. Poznavanje značilnosti kemijske sestave podzemnih vod je ključnega pomena za izkoriščanje podzemnih vod iz globokih vodonosnikov kot vira pitne vode. Zaradi specifične kemijske sestave v določenih primerih voda iz globokih vodonosnikov ni primerna kot vir pitne vode brez naknadne obdelave.</p> <p>Drugi pomemben parameter pa je hitrost obnavljanja podzemne vode v vodonosniku, ki se odraža v starosti vode. Parameter je tesno povezan z razpoložljivo količino vode, ki je osnova tako za rabo vira pitne vode kakor tudi pri energetski izrabi geotermalnega potenciala podzemne vode.</p>			
Ocena	<p>Rezultati projekta nam omogočajo oceno, kakšno kemijsko sestavo lahko pričakujemo v posameznih globokih vodonosnikih v Sloveniji. Na tej osnovi lahko predvidimo možno rabo podzemne vode ter potrebe po eventuelni dodatni obdelavi podzemne vode. V tem pogledu je posebej pomembna možnost pojavljanja železa in mangana v vodi.</p> <p>Projekt pa podaja tudi prve podatke o hitrosti obnavljanja vode v globljih geoloških strukturah. Dobljeni podatki omogočajo okvirne ocene razpoložljivih količin vode iz globljih (zaprtih) vodonosnih struktur, ki jih je možno uporabiti bodisi kot vir pitne vode ali kot vir za geotermalno izrabo.</p>			
2.	Naziv	Javno komunalno podjetje Prodnik d.o.o.		
	Naslov	Savska cesta 34, 1230 Domžale		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	27.982	EUR	

Odstotek od utemeljenih stroškov projekta: 7		%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
1.	Podrobnejša opredelitev kemijskega stanja zgornjega in spodnjega vodonosnika Kamniško - Bistriškega polj	F.02
2.	Opredelitev izvora pesticida desetilatrazin v spodnjem vodonosniku Kamniško - Bistriškega polja	F.02
3.	Napoved trendov koncentracij desetilatrazina ob vzpostavitvi črpanja pitne vode iz spodnjega vodonosnika Kamniško - Bistriškega polja	F.01
4.		
5.		
Komentar	<p>V letu 2011 je bil del aktivnosti v okviru projekta posvečen ugotavljanju starosti podzemne vode v spodnjem dolomitnem vodonosniku Domžalsko Mengeškega polja. Dosedaj se podzemne vode iz spodnjega vodonosnika ni črpalo. Zaradi vse večjih potreb po kvalitetni pitni vodi podjetje Prodnik d.o.o. želi tudi podzemno vodo iz spodnjega vodonosnika izkoristiti za oskrbo s pitno vodo. Ob odvzemih vzorcev podzemnih vod iz spodnjega vodonosnika pa se je pokazalo, da je spodnji vodonosnik močno onesnažen s pesticidom desetilatrazin. Z analizami starosti vode iz spodnjega vodonosnika smo v okviru raziskave želeli opredeliti izvor desetilatrazina v vodi, torej ali gre za staro breme ali za sedanjo nelegalno rabo tega herbicida.</p> <p>V raziskavi smo najprej opredelili starost podzemne vode v celotnem vodonosnem sistemu Domžalsko Mengeškega polja. Povprečne aktivnosti tritija v podzemni vodi zgornjega vodonosnika Domžalsko - Mengeškega polja so med 4,5 in 6 TU, kar pomeni, da gre za mlade vode, katerih zadrževalni čas v vodonosniku ne presega 10 let.</p> <p>Najnižja koncentracija tritija 2,5 TU je bila izmerjena v vrtini DG1, ki zajema vodo v spodnjem vodonosniku. Na osnovi aktivnosti tritija ocenjujemo, da gre za staro vodo, katere zadrževalni čas je večji od 50 let. Vrtini VDG2 in VDG3 v spodnjem vodonosniku Domžalsko - Mengeškega polja imata v primerjavi z ostalimi vodami večjo aktivnost tritija (7,4 TU in 10,5 TU). Povišane vrednosti interpretiramo z večjim deležem »bombnega« tritija iz 60. let prejšnjega stoletja, kar pomeni, da znaša ocena starosti za omenjeni vodi med 10 in 50 let.</p> <p>Da bi razrešili številne dileme v zvezi s pojavljanjem desetilatrazina v spodnjem vodonosniku, je bil izveden črpalni poizkus na globoki vrtini DG1. V toku črpanja smo spremljali hidravlične, hidrokemijske ter izotopske parametre podzemne vode v vodonosniku. Med črpalnim poizkusom v vrtini DG1 smo zaznali postopno naraščanje aktivnosti tritija, ki ga interpretiramo kot dotekanje mlajše vode v spodnji vodonosnik. Ekstrapolacija trenda aktivnosti tritija v prihodnost tako kaže, da bi že po nekaj mesečnem intenzivnem črpanju tudi v spodnjem vodonosniku pričela prevladovati mlajša in s pesticidi manj obremenjena podzemna voda.</p> <p>Tudi pri stabilnem izotopu kisik-18 smo med črpalnim poizkusom zabeležili trend proti bolj negativnim vrednostim, ki kažejo na povečevanje deleža napajanja iz zaledja.</p>	
Ocena	<p>Pridobljeni podatki v okviru projekta Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije so za podjetje JKP Prodnik zelo koristni, saj so osnova strategije nadaljnega izkoriščanja podzemne vode na območju vodonosnika Kamniško - Bistriškega polja.</p>	
3.	Naziv	Komunalno podjetje Ptuj d.d.
	Naslov	Puhova ulica 10, 2250 Ptuj

Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		23.995	EUR
Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		6	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.	Podrobnejša opredelitev kemijskega stanja zgornjega in spodnjega vodonosnika Dravskega polja	F.02
	2.	Opredelitev starosti podzemne vode zgornjega in spodnjega vodonosnika Dravskega polja	F.02
	3.	Podrobnejša opredelitev vpliva podzemne vode zgornjega holocenskega vodonosnika na spodnji pliocenski vodonosnik Dravskega polja	F.01
	4.	Priprava izhodišč za načrtovanje dopolnilnih ukrepov na območju južnega dela vodnega telesa podzemne vode Dravska kotlina v okviru slovenskega Načrta upravljanja z vodami	F.12
	5.		
Komentar	<p>V letih 2013 in 2014 smo se v okviru projekta Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije posvetili globokemu vodonosniku Dravskega polja na širšem območje črpališča Skorba. Črpališče Skorba zajema vodo iz južnega sektorja vodonosnika Dravskega polja ter iz globokega pliocenskega vodonosnika, ki se nahaja pod kvartarnim vodonosnikom. Podatki časovnih serij koncentracij nitratov v plitvih vodnjakih črpališča Skorba kažejo, da v izčrpani pitni vodo pogosto prihaja do prekoračitev najvišje dovoljene koncentracije nitratov v podzemni vodi. Zaradi slabe kakovosti podzemne vode v zgornjem vodonosniku, ki ni ustrezna za oskrbo prebivalcev, so bili v črpališču izvrtani dodatni globoki vodnjaki, ki zajemajo pitno vodo iz spodnjega pliocenskega vodonosnika. Ta voda je bila dosedaj zelo primerna za vodooskrbo, saj praktično ne vsebuje nitratov ter tudi ne pesticidov.</p> <p>Vzorčenje podzemnih vod črpališča Skorba v okviru projekta Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije je potekalo v avgustu 2013 ter v juliju 2014. Opravljene analize so pokazale, da so aktivnosti tritija v plitvih vodnjakih zgornjega vodonosnika med 5 in 6 tritijevih enot (TU), kar pomeni, da gre za relativno mlade vode, saj so aktivnosti primerljive s sedanjimi aktivnostmi tritija v padavinah. V vodah iz spodnjega pliocenskega vodonosnika so aktivnosti bistveno nižje, večinoma pod 1 TU ali celo pod mejo detekcije.</p> <p>V globokih vodnjakih GV2 ter GV3 smo zaznali povišane vrednosti tritija med 2 in 4 TU, istočasno pa smo v teh vodnjakih zaznali tudi povečano koncentracijo nitratov. Koncentracija nitratov ter aktivnost tritija kažeta visoko stopnjo korelacije iz česar sklepamo, da v vodonosniku prihaja do mešanja stare vode, ki je praktično brez nitratov ter drugih antropogenih onesnaževal, ter z nitrati obremenjene mlade vode zgornjega vodonosnika. Torej je tudi v globokih vodnjakih prišlo do poslabševanja kakovosti podzemne vode, saj je v pliocenski vodonosnik pričela vdirati voda iz bolj onesnaženega kvartarnega vodonosnika. Ob nadaljevanju takšnega trenda bodo nitrati že v nekaj letih tudi v globokih vodnjakih prebili najvišjo dovoljeno koncentracijo 50 mg/l.</p>		
Ocena	<p>Za komunalno podjetje Ptuj so rezultati projekta Datacija podzemnih vod v globokih vodonosnikih Slovenije zelo uporabni, saj podrobneje osvetljujejo procese mešanja podzemne vode med zgornjim in spodnjim vodonosnikom Dravskega polja. V globokih vodnjakih črpališča Skorba</p>		

		namreč že več let opažamo postopno slabšanje kakovosti podzemne vode. Rezultati projekta nam bodo pomagali bolje razumeti stanje ter na drugi strani utemeljiti predloge ukrepov za izboljšanje stanja, ki bodo morali biti nujno izvedeni v napajalnem zaledju vodonosnika.		
4.	Naziv	Občina Grad		
	Naslov	Grad 172, 9264 Grad		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	23.995	EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	6	%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1.	Podrobnejša opredelitev kemijskega stanja podzemne vode pliocenskega vodonosnika v vrtini Grad-1	F.02
		2.	Opredelitev starosti podzemne vode v vrtini Grad-1	F.02
		3.		
	4.			
	5.			
	Komentar	<p>Vrtina Grad-1 zajema vodo v globokem pliocenskem vodonosniku. Aktivnost tritija v vodi znaša 1,7 TU. Takšen rezultat pomeni, da je podzemna voda v vrtini starejša od 100 let, saj je večina tritija v vodi že razpadla. Ker pa je določena aktivnost tritija v podzemni vodi vendarle zaznana, lahko domnevamo, da v vodonosnik zaradi črpanja prihaja tudi manjši delež mladih vod iz recentnega napajanja s padavinami.</p> <p>V prihodnosti bi se lahko delež nove vode povečeval, zato priporočamo spremljanje aktivnosti v rednih nekajletnih intervalih tudi v bodoče. Na ta način bo možno pravočasno zaznati trende kemizma vode, ki bi lahko vplivali tudi na uporabnost vode za oskrbo prebivalstva.</p>		
	Ocena	Raziskave v okviru projekta so omogočile podrobnejši vpogled v kemijsko ter izotopsko sestavo vodnega vira Grad-1, ki se uporablja za oskrbo širšega območja mesta Grad. V tem pogledu so pomembne predvsem eventuelne spremembe v značilnostih napajanja vodonosnika, saj lahko povzročijo spremembe v kemizmu vode in s tem njene uporabnosti za oskrbo prebivalcev. Raziskava je pokazala, da s spremljavo starosti vode na iztoku iz vrtine lahko pridobimo predhodne informacije o dogajanju v vodonosniku, še preden se te odrazijo v kemijski sestavi vode v vodnjaku		

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

--

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Ocenjujemo, da je bil najbolj pomemben družbenoekonomski dosežek projekta v letu 2014 podrobnejša opredelitev vzrokov za poslabševanje kakovosti pitne vode iz spodnjega pliocenskega vodonosnika Dravskega polja, ki se v črpališču Skorba uporablja za oskrbo mesta Ptuj.

V globokih vodnjakih črpališča Skorba se v zadnjih letih soočamo s hitrim povečevanjem koncentracij nitratov, tako da bodo ob takšnem trendu že v nekaj letih prekoračene najvišje dovoljene koncentracije. Aktivnosti tritija v plitvih vodnjakih zgornjega vodonosnika so

primerljive s sedanjimi aktivnostmi tritija v padavinah. V globokih vodnjakih črpališča Skorba pa smo izmerili povišane vrednosti tritija med 2 in 4 TU, čeprav bi glede na daljši zadrževalni čas morala znašati aktivnost tritija pod 1 TU. Povečana je bila tudi koncentracija nitratov. Oba parametra izkazujeta visoko stopnjo korelacije, kar potrjuje, da v pliocenskem vodonosniku prihaja do vdiranja z nitrati onesnažene mlade vode iz zgornjega vodonosnika.

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:

Geološki zavod Slovenije

Janko Urbanc

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

12.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/54

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² 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](#)

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

⁴ 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](#)

⁵ 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](#)

⁶ 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](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

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

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

¹¹ Rubrike izpolnite / prepišite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (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/>, predstavitve dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a

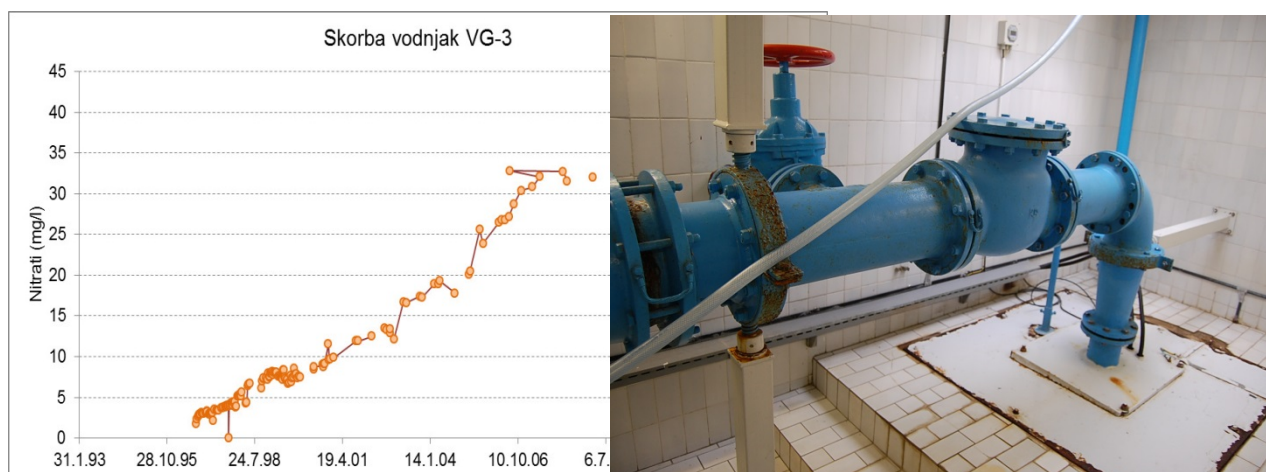
71-03-C3-4F-59-4F-1B-43-59-EC-BA-F4-3C-02-F2-09-B7-9E-9E-23

Priloga 1

NARAVOSLOVJE

Področje: 1.06 Geologija

Dosežek 1: Podrobnejša opredelitev vzrokov za poslabševanje kakovosti pitne vode iz spodnjega pliocenskega vodonosnika Dravskega polja



Ocenjujemo, da je bil najbolj pomemben družbenoekonomski dosežek projekta v letu 2014 podrobnejša opredelitev vzrokov za poslabševanje kakovosti pitne vode iz spodnjega pliocenskega vodonosnika Dravskega polja, ki se v črpališču Skorba uporablja za oskrbo mesta Ptuj.

V globokih vodnjakih črpališča Skorba se v zadnjih letih soočamo s hitrim povečevanjem koncentracij nitratov, tako da bodo ob takšnem trendu že v nekaj letih prekoračene najvišje dovoljene koncentracije, kar pomeni velike probleme pri oskrbi prebivalstva z zdravo pitno vodo. Aktivnosti tritija v plitvih vodnjakih zgornjega vodonosnika so primerljive s sedanjimi aktivnostmi tritija v padavinah. V globokih vodnjakih črpališča Skorba pa smo izmerili povišane vrednosti tritija med 2 in 4 TU, čeprav bi glede na daljši zadrževalni čas morala znašati aktivnost tritija pod 1 TU. Povečana je bila tudi koncentracija nitratov. Oba parametra izkazujeta visoko stopnjo korelacije, kar potrjuje, da v pliocenskem vodonosniku prihaja do vdiranja z nitrati onesnažene mlade vode iz zgornjega vodonosnika.

Rezultati projekta so jasno pokazali, da v primeru globokih vodnjakov v Skorbi gre za neposredni vpliv vode iz zgornjega onesnaženega vodonosnika na spodnji pliocenski vodonosnik, ki dosedaj ni bil onesnažen z nitrati. To pomeni, da bo v bodoče potrebno z dopolnilnimi ukrepi v okviru slovenskega Načrta upravljanja z vodami 2016 – 2021 prvenstveno zmanjšati onesnaženje zgornjega vodonosnika. Rezultati projekta tako predstavljajo eno od temeljnih strokovnih podlag za načrtovanje dopolnilnih ukrepov v okviru Načrta upravljanja z vodami..