

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2012/14

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z1-2052
Naslov projekta	Zajemanje CO ₂ v geoloških medijih: kriteriji in pristop za izbiro lokacije kot odziv na klimatske spremembe
Vodja projekta	21543 Tjaša Kanduč
Tip projekta	Za Podoktorski projekt - aplikativni
Obseg raziskovalnih ur	2550
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	01.2010 - 12.2011
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.06 Geologija 1.06.04 Geokemija
Družbeno-ekonomski cilj	02. Okolje

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

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

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek projekta²

SLO

Za doseganje dolgoročnega cilja, to je zmanjševanje CO₂ v skladu s Kjotskim protokolom (Slovenija ga je ratificirala 2002) je geološko zajemanje in shranjevanje ogljikovega dioksida (CCS – carbon dioxide capture) v sedanjosti bližnji izraz za reševanje klimatskih sprememb. Raziskovalni aplikativni projekt je zajemal predvsem

tematiko zajemanja CO₂ v Velenjskem premogovnem bazenu, ki predstavlja naravni analog CO₂ in metana.

V predlaganem projektu smo se opredelili na sledeče raziskave: geološko strukturne profile premogovega bazena, določili izvor fluidov in geokemično ozadje sistema, določili cirkulacijski model fluidov in določili interakcijske procese med sistemom kamnina-voda-CO₂. Geološke in hidrogeološke raziskave služijo kot osnova za določanje primernosti velenjskega premogovnega bazena za zajemanje CO₂ v premogovnem bazenu. Na osnovi izotopske sestave ogljika v metanu in CO₂ smo določali v povezavi s koncentracijami premogovnih plinov v premogovnem sloju izvor plinov in hkrati upoštevali strukturno -geološki nastanek premogovega bazena in hidrogeološko karakterizacijo podzemnih vod. Ugotovili smo, da sta v lignitni plasti glavni plinski komponenti CO₂ in metan z manjšim deležem dušika. CO₂ je nastal z dvema procesoma: mikrobno aktivnostjo in zunanjim CO₂, metan pa nastaja z mikrobno metanogenezo z dodajanjem termogenih plinov z globljih plasti in posledica mikrobne oksidacije metana.

Določevanje izvora plinov in procesov kot so reakcije v sistemu voda-prikamnina-plin, vključno z bakterijsko aktivnostjo je nadalje pomembna za določevanje možnosti pridobivanja metana iz premogovnih plasti, saj je znano da pri anaerobnih pogojih nastaja metan z redukcijo CO₂, saj zahteve po naravnem plinu (metanu) postajajo čedalje večje. Omenjene raziskave bodo služile tudi kot osnova za nadaljnji geokemijski in hidrogeološki monitoring v primeru zajemanja CO₂ v premogovne plasti iz antropogenih virov in morebitnem izkoriščanju metana iz premogovnih plasti v prihodnosti, saj bo Slovenija v prihodnosti morala uporabljati BAT (Best Available Technologies kot so: podzemno uplinjanje premoga, pridobivanje metana iz premogovnih plasti-UCG, shranjevanje in skladiščenje ogljika-CCS in premogovni metan-CBM) tehnologije za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov iz energetike.

ANG

To meet the mid to long term CO₂ reduction targets agreed on a through the Kyoto Protocol (Slovenia ratified it in year 2002), geological carbon dioxide capture and storage (CCS – carbon dioxide capture) is currently seriously considered for addressing, in the near term, the problem of climate change. Research applied project comprised the topic of CO₂ sequestration in Velenje coal basin, which represents natural analogue of CO₂ and methane.

In the proposed project following researches were used: the geological structural setting, determination of the origin of the fluids and geochemical background of the system, determination of the circulation model of the fluids, determination of the interaction processes between the system rock-water-CO₂. Geological and hydrogeological researches serve as basis for determination the suitability of Velenje coal basin, since only that way the most prop orate locations for CO₂ sequestration in the basin are determined. Based on isotopic composition of carbon in methane and CO₂ in relation with coalbed gas concentrations in coalbed seam the origin of gas in including structural-geological generation of coal basin and hydrogeological characteristics of groundwaters was determined. It was found that in lignite seam major gas components are CO₂ and methane with lower propotion of nitrogen. CO₂ was formed via two processes: microbial activity and external CO₂, methane is formed via microbial methanogenesis with possible addition of thermogenic gases from deeper strata and microbial oxidation of methane. Determination of the origin of gases and processes such as reactions in the system water-rock-gas, including bacterial activity is furthermore important for determination of possibility of methane exploration since it is known that methane is produced at anaerobic conditions and bacterial activity with CO₂ reduction. Demands for natural gas (methane) are becoming greater, since methane presents clean burning fuel. The researches also serve as the basis for further geochemical and hydrogeological monitoring in the case of sequestration of CO₂ in coalbeds from the anthropogenic sources and eventual exploration of methane from coalbeds. The fact is that Slovenia will have to use BAT (Best Available Technologies such as: underground coal gasification-UCG, Carbon Capture and Storage-CCS and Coalbed Methane-CBM) technologies in future for emission reduction in energetics.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Aplikativni raziskovalni projekt z naslovom "Zajemanje CO₂ v geoloških medijih: kriteriji in pristop za izbiro lokacije kot odziv na klimatske spremembe" je bil zasnovan na sistematičnem pristopu geokemičnih analiz fluidov v povezavi s strukturno-geološkimi značilnostmi velenjskega premogovnega bazena. V projektu so bili uporabljeni naslednji pristopi in tehnike:

1) Začelo se je s podrobnim pregledom literature in zbiranjem geoloških podatkov in izdelavo geološko-strukturnih profilov.

2) Vzorčenje je v celoti potekalo v sodelovanju s sodelavci Premogovnika Velenje, in sicer s Službo zračenja in Hidrogeološko službo. Raziskave so bile izvedene v jamah Preloge in Pesje, kjer trenutno potekajo odkopna dela.

V prvem letu projekta in deloma v drugem letu projekta smo vzorčili plinasto fazo (premogovne pline), vodno fazo (pliocenski in triasni vodonosnik) in trdno fazo (karbonate):

- Premogovne pline se je vzorčilo mesečno na pripravljajalnih progah in odkopnih poljih v jamah Preloge in Pesje po metodi vzorčenja, ki je bila dopolnjena v letu 2009. Premogovni plin je bil vzorčen v sodelovanju s Službo zračenja v evakuirane ampule, v katerih so bile najprej določene koncentracije metana, ogljikovega dioksida, dušika in argona. Na osnovi koncentracij je bila izmerjena izotopska sestava ogljika v ogljikovem dioksidu in metanu za določitev izvora premogovnih plinov. Vzorčenje premogovnih plinov je potekalo na treh lokacijah: 1) na izvoznih in dovoznih progah za sledenje porazdelitve koncentracij plinov pred čelom delovišča in z napredovanjem čela delovišča. Dodatno smo opravili prve mesečne meritve parcialnih tlakov CO₂ v zraku na površini premogovnika in izotopsko sestavo v ogljikovem dioksidu v zraku v okolici Termoelektrarne Šoštanj. Celotno je bilo izmerjenih 150 vzorcev premogovega plina v prvem in drugem letu trajanja projekta.
- Vzorčenje pliocenskih vodonosnikov (9), in triasnih vodonosnikov (4) in površinskih vod (rečna in jezerska voda, približno število vzorcev 9) je bilo izvedeno sezonsko v vzorčnem obdobju 2010-2011 (spomladi, poleti, pozimi, spomladi). Istočasno so bili odvzeti tudi vzorci za plinske analize nad gladino vode.
- Karbonate (10 vzorcev) smo povzorčili na pripravljajalnih progah, in sicer v bližini prelomnih con Šoštanskega preloma za katera so še posebej značilne karbonatne leče in kalcitiziran les, ki pa do sedaj še niso bile izotopsko raziskane. Pred geokemičnimi in izotopskimi analizami jim je bila določena kvalitativna in kvantitativna sestava s SEM (scanning electron microscopy) metodo na Institutu Jožef Stefan in nato še izotopsko sestavo ogljika, kar nam je omogočilo podati dodatne informacije o sestavi premogovega plina.

3) Analitski del je bil izveden na Institutu Jožef Stefan, dostopna je bila tudi uporaba instrumentov v okviru bilateralnih projektov (sodelava z Univerzo v Arizoni in Institutom za vulkanologijo in geofiziko, Palermo, te povezave so bile vzpostavljene tekom podoktorskega projekta). Analitski del je bil deloma izveden s sledečimi uporabljenimi metodami in instrumenti:

- Koncentracije premogovnih plinov so bile izvedene z masnim spektrometrom NIER na Institutu Jožef Stefan.
- Izotopska sestava ogljika v premogovem plinu (ogljikovega dioksida in metana) je bila izmerjena z izotopskim masnim spektrometrom (CF - IRMS- continuous flow isotope ratio mass spectrometer) Europa Scientific ANCA 20-20 s preparativnim modulom za plinaste vzorce.
- V površinskih vodah (rečna in jezerska voda) in podzemnih vodah (vodonosnikih) so bile merjene osnovne spremenljivke *in situ* na terenu, in sicer temperatura, pH, konduktivnost in D. O. (raztopljen kisik). Kemijska sestava glavnih elementov (HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , SO_4^{2-} , NO_3^-) je bila merjena z ICP-OES in IC. Celokupna alkalnost je bila izmerjena takoj po vzorčenju z Granovo titracijo. Izotopska sestava stabilnih izotopov v raztopljeni in suspendirani fazi ($\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$, $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ in $\delta^{13}\text{C}_{\text{POC}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{PIC}}$, $\delta^{15}\text{N}$) je bila izmerjena z izotopskim masnim spektrometrom in Europa Scientific ANCA 20-20 s pripravljalnim modulom za plinaste in tekoče/trdne vzorce. Koncentracije tricija v vodi so bile določene s TRI CARB 3170 ultra nizkim tekočinskim scintilacijskim števcem.
- V karbonatih, ki tvorijo karbonatne leče in kalcitiziran les smo izmerili izotopsko sestavo ogljika z masnim spektrometrom ANCA 20-20 s preparativnim modulom za plinaste vzorce.

Za kalibracijo instrumentov in kontrolo zanesljivosti rezultatov so bili uporabljeni mednarodni referenčni materiali oz. delovni standardi za tiste metode za katere referenčni materiali ne obstajajo.

4) Pri obdelavi podatkov so bili uporabljeni korelacijski diagrami za določevanje izvora fluidov, ki so bili predhodno objavljena v literaturi za druge premogovne bazene po svetu, posebej za interpretacijo izvora metana.

Izrisali smo strukturno-geološka profila čez sedimentacijski bazen in geokemične karte porazdelitve koncentracij premogovnih plinov in izotopske sestave s programom SURFER in uporabo programa PHREEQC for Windows za oceno dinamike in karakterizacijo fluidov.

Podatkov o koncentracijah in izotopski sestavi premogovnih plinov na odkopnem polju so uporabili tudi sodelavci Premogovnika Velenje skupaj s podatki oddaljenosti odkopnega čela in časovnem napredovanju odkopnega čela. Ta povezava geomehanskih in geokemičnih podatkov je dala novo znanje spreminjanja porazdelitve koncentracij, izotopske sestave s širokočelno metodo odkopavanja.

Interpretacija izvora metana v premogovem plinu je bila obdelana tudi skupaj s hidrogeokemičnimi karakteristikami podzemnih vod (vodonosnikov).

Podatki alkalnosti, pH, temperature vode in koncentracije raztopljenih ionskih zvrsti v vodi iz posameznih piezometrov so bili vnešeni v program PHREEQC for Windows, s pomočjo katerega smo nadalje izračunali porazdelitve ionskih zvrsti pri podanih pogojih, ionske aktivnosti in obarjanje trdnih faz (mineralov). S pomočjo izotopske sestave raztopljenega anorganskega ogljika v vodi smo

določali vpliv razgradnje organske snovi in raztapljanje karbonatov. Premogovni plin – ogljikov dioksid, ki je bil dokazan v okolici Šoštanjske prelomne cone je endogenega izvora in lahko prav tako vpliva na proces nastanka metana (metanogeneza), ki nastane s CO_2 redukcijo. Preostali ogljikov dioksid se lahko raztopi v vodi in je izločen v obliki karbonatnih leč iz vode v primeru termodinamskega prenasičenja. Ta proces se odraža v izotopski sestavi ogljika sekundarno nastalih karbonatov. S pomočjo teh rezultatov bo potekalo sledenje celotnega anorganskega ogljikovega cikla v premogovnem bazenu na faznih mejah $\text{CO}_{2(\text{plin})}$ - HCO_3^- (aq) - $\text{CaCO}_{3(\text{s})}$. S pomočjo izotopske sestave kisika in tricija iz vodonosnikov smo ocenili vir napajanja in starost podzemnih vod. V primeru povišanih koncentracij sulfata v vodonosnikih smo določili tudi izotopsko sestavo žvepla v sulfatu in določili njihov izvor (oksidacija pirita in/ali redukcija sulfata).

Premogovni plini (zlasti metan) nastali z recentno biološko aktivnostjo v velenjskem premogovnem bazenu še niso bili dokazani. V lignitu smo določili tudi koncentracije glavnih in slednih elementov, kar bo dalo dodatne informacije o kvaliteti velenjskega lignita v primerjavi z drugimi premogi, ki jih izkoriščajo po svetu in so objavljeni v literaturi. Informacije glavnih in slednih elementov v različnih litotipih lignita so tudi koristne za določanje okoljskih pogojev nastanka sedimentacijskega premogovnega bazena in emisij le-teh pri sežigu lignita v Termoelektarni Šoštanj v ozračje.

5) S pomočjo strukturno-geoloških in geokemičnih podatkov fluidov smo pridobili boljšo predstavbo o pojavnosti in izvoru ter transportnih poteh fluidov v velenjskem premogovnem bazenu. Na osnovi izrisa geokemičnih kart v kombinaciji s strukturno-geološkimi pogoji ter hidrogeokemičnimi raziskavami fluidov v premogovnem bazenu smo ocenili primernost tega bazena za zajemanje CO_2 v geoloških medijih ter določili najprimernejše lokacije za zajemanje.

S pomočjo sledenja anorganskega in organskega ogljikovega cikla v Velenjskem premogovnem bazenu smo dobili informacije o nastanku biogenega metana in procesu metanogeneze. K raziskavi procesa metanogeneze so pripomogle hidrogeokemične raziskave vodonosnikov kot tudi izotopska sestava ogljika v raztopljenem anorganskem ogljiku in izotopska sestava ogljika v karbonatih.

Te raziskave so pripomogle k vtiskanju CO_2 v geološke medije tudi v prihodnosti iz antropogenih virov, saj je ta raziskava pokazala kakšni so dejanski hidrogeokemični procesi v premogovniku in kakšni biogeokemijski procesi se v določenih predelih premogovni plasti odvijajo (obarjanje karbonatov, redukcija CO_2 v metan). Izvor plinov je pomemben za identificiranje in boljše razumevanje potencialno usmerjenih področij za izkoriščanje metana iz premoga. Ker premog predstavlja najpomembnejši energijski vir v naslednjih desetletjih v Sloveniji je njegova kvaliteta in vsebnost premogovnih plinov v porah premoga pomembna ne samo za okolje, temveč tudi za zdravje ljudi. Izkoriščanje metana iz premogovnikov predstavlja

tudi dodaten energijski vir po svetu, saj na ta način preprečujejo emisije metana iz premogovnikov.

Aplikativni podoktorski projekt je bil finančno podprt in izveden v sodelovanju s Premogovnikom Velenje v dveh letih 2010-2011. Objavljeni so bili štirje znanstveni članki, eden pa je še v pripravi. Raziskovalno delo je bilo tudi predstavljeno na domačih in mednarodnih znanstvenih konferencah.

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

Stopnja realizacije projekta je bila skoraj v celoti dosežena. Hidrogeološko modeliranje toka podzemne vode v Pliocenskem vodonosniku bomo opravili v okviru nadaljnjih raziskovalnih projektih, tekom podoktorskega projekta je bila opravljena samo geokemična karakterizacija podzemnih vod. Ker se raziskovalno delo v Premogovniku Velenje nadaljuje in so raziskave premogovnih plinov na odkopih pomembne za preprečevanje plinskih izbruhov in za varno odkopavanje premoga se je prijavljal v lanskem letu v ta namen nov aplikativni projekt, ki predstavlja nadaljevanje podoktorskega raziskovalnega projekta skupaj z raziskovalno skupino v povezavi z Univerzo v Ljubljani (Naravoslovno tehniško fakulteto) in Premogovnikom Velenje d.d., kjer bodo na problematiki ocenili možnosti geološkega zajemanja CO₂ v nizko zrelih premogih sodelovali raziskovalci z različnih geoloških področij (hidrogeologija, geomehanika, geokemija, izotopska geokemija, sedimentologija in strukturna geologija).

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

Sprememb programa raziskovalnega projekta oz. sestave projektne skupine ni bilo.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	24995623	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kroženje ogljika v Pliocenskem Velenjskem bazenu, Slovenija s pomočjo stabilnih izotopov ogljika
		ANG	Carbon cycling in the Pliocene Velenje Coal Basin, Slovenia, inferred from stable carbon isotopes
	Opis	SLO	Članek obravnava kroženje organskega in anorganskega ogljikovega cikla in biogeokemijskih procesov s pomočjo stabilnih izotopov, posebno pa metanogenezo znotraj različnih geoloških medijev v Pliocenskem lignitnem Velenjskem bazenu v severni Sloveniji. Raziskovali smo različne litotipe lignita, premogovnih plinov, kalcitiziranega lesa, karbonatno bogate sedimente in podzemno vodo. V lignitni plasti sta prisotna CO ₂ in metan kot glavni plinski komponenti z manjšo količino dušika. Ogljikov dioksid izhaja iz mešanice mikrobne aktivnosti insitu in zunanjega CO ₂ , medtem ko metan nastaja kot posledica mikrobne metanogeneze z dodajanjem termogenih plinov iz nižjih plasti in vplivom mikrobne oksidacije metana.
		ANG	In this paper stable isotopes of carbon were used to trace organic and inorganic carbon cycles and biogeochemical processes, especially methanogenesis within different geologic substrates of the Pliocene lignite-bearing Velenje Basin in northern Slovenia. Lithotypes of lignite, coalbed gases, calcified woods (xylites), carbonate-rich sediments, and groundwaters were investigated. In the lignite seam, CO ₂ and CH ₄ were

		the major gas components with small amounts of N ₂ . Carbon dioxide is likely sourced from a mixture of in situ microbial activity and external CO ₂ , while CH ₄ is dominantly sourced from microbial methanogenesis, with possible addition of thermogenic gas from deeper formations, and the influence of microbial oxidation of methane.
	Objavljeno v	Elsevier; Proceedings of the 8th ECC European Coal Conference 2010, September 2010, Darmstadt, Germany; International journal of coal geology; 2012; vol. 89, no. 1; str. 70-83; Impact Factor: 2.069; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.65; WoS: ID, LE; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša, Markič Miloš, Zavšek Simon, McIntosh Jennifer
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	25317159 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Spremljanje sestave premogovega plina in izvor plinov z napredovanjem čela delovišč na pridobivalnih (rudarskih) območjih jam Preloge in Pesje, Velenjski bazen
		<i>ANG</i> Tracing coalbed gas dynamics and origin of gases in advancement of the working faces at mining areas Preloge and Pesje, Velenje Basin
	Opis	<i>SLO</i> Časovne spremembe v kemijski in izotopski sestavi "prostih" premogovnih plinov smo spremljali kot funkcijo približevanja čel delovišč 120/B, G2/C in -50/B v vrčinah jpk-28/10, jpk-30/10, jpk-31/10, jpk-22/09 in jpk-23/09. Sestavo in izotopsko sestavo premogovnih plinov smo določili z metodama masne spektrometrije in izotopske masne spektrometrije. Premogovni plini v Velenjskem bazenu se spreminjajo tako po vsebnosti kot tudi po izotopski sestavi. Glavni plinski komponenti sta CO ₂ in metan. Raziskave vsebnosti in stabilnih izotopov premogovnih plinov kažejo različne izvore plinov: endogeni CO ₂ , (vključno s CO ₂ , ki nastaja zaradi raztapljanja karbonatov) ter mikrobni metan in CO ₂ .
		<i>ANG</i> Temporal changes in chemical and isotopic composition of "free" seam gases were observed as a function of the advancement of the working face -120/B, G2/C and -50/B within boreholes jpk-28/10, jpk-30/10, jpk-31/10, jpk-22/09 and jpk-23/09. Mass spectrometry and isotope mass spectrometry methods were used to determine gas composition and perform gas characterization. Coalbed gases in the Velenje basin are highly variable in both their concentrations and stable isotope composition. Major gas components are CO ₂ and methane. Concentrations and isotopic studies revealed several genetic types of coalbed gases: endogenic CO ₂ (including CO ₂ originating from dissolution of carbonates), microbial methane and CO ₂ .
	Objavljeno v	Naravoslovnotehniška fakulteta; Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje; RMZ - Materials and geoenvironment; 2011; Vol. 58, no. 3; str. 273-288; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša, Žula Janja, Zavšek Simon
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	23711527 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Geokemične karakteristike površinskih in podzemnih vod z Velenjskega bazena, Slovenija
		<i>ANG</i> Geochemical characteristics of surface waters and groundwaters in the Velenje Basin, Slovenia
	Opis	<i>SLO</i> V članku so bile raziskane geokemične in izotopske značilnosti površinskih in podzemnih vod v Velenjskem bazenu, Slovenija. Ugotovljeno je bilo, da sestavo površinskih vod kontrolira raztapljanje kalcita, medtem ko je kemijska sestava triasnih podzemnih vod kontrolirana z raztapljanjem dolomita. Podzemne vode Pliocenskih in Litotamnijskih podzemnih vod kažejo na izotopsko sestavo biogene CO ₂ redukcije in razgradnje organske

			snovi. Izračunani so bili tudi parcialni tlaki CO ₂ v površinskih in podzemnih vodah sedimentacijskega bazena, ki kažejo na vir CO ₂ v ozračje. Članek predstavlja geokemično karakterizacijo vod in je s tem osnovo za nadaljnje modeliranje toka podzemne vode v Velenjskem sedimentacijskem bazenu.
		ANG	The geochemical and isotopic composition of surface and groundwaters in the Velenje Basin, Slovenia, were investigated to gain a better understanding of the origin of surface and groundwaters. Surface waters are controlled by calcite dissolution, while groundwaters from Triassic aquifer are controlled by dolomite dissolution. Groundwaters from Pliocene and Lithotamnium aquifers have isotopic composition of carbon suggestive of biogenic CO ₂ reduction and degradation of organic matter. The partial pressure of CO ₂ in surface waters and groundwaters is well above atmospheric concentrations, indicating that these waters are a potential source of CO ₂ to the atmosphere. This paper represents geochemical characterization of waters and therefore basis for further modeling of groundwater flow in Velenje sedimentary basin.
	Objavljeno v	Geološki zavod; Slovensko geološko društvo; Geologija; 2010; Letn. 53, št. 1; str. 37-46; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša, Jamnikar Sergej, McIntosh Jennifer	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	25562663	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Hidrogeokemija alpskih izvirov s severne Slovenije
		ANG	Hydrogeochemistry of Alpine springs from North Slovenia
	Opis	SLO	Metodolgijo proučevanja podzemnih vod Velenjskega bazena smo prenesli na raziskave alpskih izvirov, ki so pomembni za vodooskrbo Slovenije in tako vzpostavili znanstveno raziskovalno povezavo z drugimi raziskovalnimi inštitucijami v Sloveniji in tujini. Raziskani alpski izviri v Sloveniji predstavljajo vode, ki so intenzivno podvržene kemijskemu preperevanju Mezozojskih apnencev in dolomitov, samo en izvir je bil lociran v Permo-karbonskih skrilavcih. Vode so bile blizu nasičenja glede na kalcit in do 40 krat prenasočene s CO ₂ glede na parcialni tlak v atmosferi. Izotopska sestava raztopljenega anorganskega ogljika odraža delež preperinskega CO ₂ v vodi v povezavi z debelino preperine v vodonosniku in je zato indikator za oceno ranljivosti vodonosnika. Izotopska sestava kisika v vodi in vrednosti tricija kažejo na moderno napajanje s padavinami.
		ANG	The methodology of investigation of groundwaters from Velenje Basin was transferred to researches of alpine springs, which are important for water supply in Slovenia. At the same time scientific research with other research organizations in Slovenia and abroad was established. The investigated Alpine springs in Slovenia represent waters strongly influenced by chemical weathering of Mesozoic limestone and dolomite, only one spring was located in Permo-Carboniferous shales. Waters were generally close to saturation with respect to calcite, and dissolved CO ₂ was up to fortyfold supersaturated relative to the atmosphere. Isotopic composition of carbon of dissolved inorganic carbon indicates the portion of soil CO ₂ contributed in water and is related with soil thickness of infiltrating water in aquifer and could be therefore used as a tool for vulnerability assessment. Stable oxygen isotope composition of water, and tritium values indicate recharge from modern precipitation.
	Objavljeno v	Elsevier; Chemical geology; 2012; Vol. 300/301, no. 1; str. 40-54; Impact Factor: 3.722; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.887; A': 1; WoS: GC; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša, Mori Nataša, Kocman David, Stibilj Vekoslava, Grassa Fausto	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine²

	Družbenoekonomsko relevantni dosežki		
1.	COBISS ID	25325351	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kroženje ogljika v Pliocenskem Velenjskem bazenu, Slovenija s pomočjo stabilnih izotopov ogljika
		ANG	Carbon cycling in the Pliocene Velenje Coal basin, Slovenia, inferred from stable carbon isotopes
	Opis	SLO	V objavljenem povzetku znanstvenega prispevka na posvetovanju slovenskih geologov je bil pojasnjen proces metanogeneze v Velenjskem premogovnem bazenu, Slovenija s pomočjo stabilnih izotopov ogljika. Ugotovljeno je bilo, da nastaja metan z obema procesoma CO ₂ redukcijo in acetatno fermentacijo. Tip nastanka metana je pomemben, zaradi morebitnega izkoriščanja metana iz premogovnih slojev (in posledično zmanjšanja emisij). Prispevek je bil predstavljen kot poster ciljini skupini raziskovalcev iz Slovenije.
		ANG	In published abstract of scientific contribution at geological consulting conference in Ljubljana the process of methanogenesis in Velenje coal basin, Slovenia was presented with the use of stable isotopes of carbon. It was found that methane is formed via both processes CO ₂ reduction and acetate fermentation. The type of generation of methane is important in case of utilization of methane from coal seam (and therefore reducing emissions). The contribution was presented as poster to the researchers from Slovenia.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo; Razprave, poročila; Geološki zbornik; 2011; Str. 53-56; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša, Žigon Stojan, Markič Miloš, Zavšek Simon, McIntosh Jennifer	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
2.	COBISS ID	24050215	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kroženje ogljika v Pliocenskem Velenjskem bazenu, Slovenija s pomočjo stabilnih izotopov ogljika
		ANG	Carbon cycling in the Pliocene Velenje basin, Slovenia: inferred from stable carbon isotopes
	Opis	SLO	V objavljenem povzetku znanstvenega prispevka na mednarodni geološki konferenci v Darmstadtu je bil pojasnjen proces metanogeneze v Velenjskem premogovnem bazenu, Slovenija s pomočjo stabilnih izotopov ogljika. Ugotovljeno je bilo, da nastaja metan z obema procesoma CO ₂ redukcijo in acetatno fermentacijo. Tip nastanka metana je pomemben, zaradi morebitnega izkoriščanja metana iz premogovnih slojev (in posledično zmanjšanja emisij). Prispevek je bil predstavljen kot predavanje ciljini skupini raziskovalcev iz Evrope, predvsem Nemčije. Prispevek je pomemben za nadaljnji prijavljajoč projekt, ker bo potrebno poleg izotopov ogljika določiti v metanu še vodik in višje ogljikovodike (če so prisotni). V ta namen vpeljati in uporabiti novo metodo in nadgraditi obstoječe znanje o nastanku metana v Velenjskem premogovnem bazenu.
		ANG	In published abstract of scientific contribution at international geological conference in Darmstadt the process of methanogenesis in Velenje coal basin, Slovenia was presented with the use of stable isotopes of carbon. It was found that methane is formed via both processes CO ₂ reduction and acetate fermentation. The type of generation of methane is important in case of utilization of methane from coal seam (and therefore reducing emissions). The contribution was presented as a lecture to the researchers

		from Europe, mostly Germany. The contribution is significant for application of this project since besides carbon isotopes also hydrogen and higher hydrocarbons will be measured (if present). Therefore our aim is to introduce and apply new method and upgrade existing knowledge on methane formation within Velenje Coal Basin.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Deutsche Gesellschaft für Geowissenschaften; GeoDarmstadt2010; 2010; Str. 286; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša, Markič Miloš, Zavšek Simon, McIntosh Jennifer
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
3.	COBISS ID	24171559 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Zajemanje CO[spodaj]2 v geoloških medijih
		<i>ANG</i> Sequestration of CO2 in geological media
	Opis	<i>SLO</i> V poročilu so navedeni vsi rezultati meritev koncentracij in izotopske sestave premogovnih plinov, ki smo jih izmerili tekom podoktorskega projekta. Prav tako so opisane vse uporabljene analizne metode za sofinancerja. Uporaba opisane analizne metode in karakterizacija premogovnih plinov se bo nadaljevala po izteku podoktorskega raziskovalnega projekta, saj je bil s Premogovnikom Velenje d.d. prijavljen nov raziskovalni projekt.
		<i>ANG</i> In the report all results of measurements of coalbed gas composition and isotope measurements are listed, which were measured during PostDoc project. Besides all, analytical methods for beneficiary are described. The application of described analytical method and characterization of coalbed gases will continue during proposed applied research project since new research project with Velenje Coalmine d.d. was applied and represents continuation of Postdoc project.
	Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Objavljeno v	2010; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija
4.	COBISS ID	24971303 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Analizno poročilo k raziskovalnemu projektu CO[spodaj]2 v geoloških medijih
		<i>ANG</i> Analytical report to research project CO2 in geological media
	Opis	<i>SLO</i> Analizno poročilo zajema analizne rezultate sestave in izotopske sestave premogovnih plinov CO2 in metana. Rezultati so bili tekom aplikativnega podoktorskega projekta poslani sofinancerju, hkrati smo jih uporabili za objavo skupnih znanstvenih člankov.
		<i>ANG</i> Analytical report comprises analytical results of composition and isotopic composition of coalbed gases of CO2 and methane. Results were sent to cofunder of applied podoctoral project and were used for publication of scientific papers.
	Šifra	D.08 Upravljanje in razvoj raziskovalnega dela
	Objavljeno v	2011; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša, Žigon Stojan
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija
5.	COBISS ID	24554791 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Informativno inventarno poročilo 2011 za Slovenijo
		<i>ANG</i> Informative inventory report 2011 for Slovenia
		V času trajanja podoktorskega projekta je vodja aplikativnega podoktorskega raziskovalnega projekta v letih 2010 in 2011 tudi sodelovala

Opis	SLO	z Agencijo Republike Slovenije za okolje pri izračunih emisij težkih kovin in obstojnih organskih polutantov v zrak iz energetskih in industrijskih virov. Produkt sodelave z Agencijo za okolje je bil informativno inventarno poročilo 2011 za Slovenijo, ki zajema poročanje emisijskega inventarja za vse polutante (SO _x , NO _x , VOC, PM, HM in POPs,...) v zrak za Slovenijo od referenčnega leta 1990 skupaj s pojasnjenimi emisijskimi faktorji za posamezne sektorje upošteva NFR nomenklaturu. Projektna naloga je nacionalnega pomena, saj obravnava tematiko zniževanja polutantov v zraku.	
	ANG	During the podoctoral project the leader of applied podoctoal research project in years 2010 and 2011 cooperated with the Environmental Agency of the Republic of Slovenia (EARS) at calculations of emissions of heavy metals and persistent organic pollutants into air from energetic and industry sources. The product of cooperation with EARS was informative inventory report 2011 for Slovenia, which comprises reporting of emission inventory for all pollutants (SO _x , NO _x , VOC, PM, HM and POPs,...) into air for Slovenia from reference year 1990 together with explained emission factors for all sectors in compliance with NFR nomenclature. The project task is of national interest since it comprises the topic of reduction of pollutants in air.	
Šifra	D.11 Drugo		
Objavljeno v	Environmental Agency of the Republic of Slovenia; 2011; 147 str.; Avtorji / Authors: Rode Bojan, Gartner Damijana, Logar Martina, Mekinda Majaron Tajda, Kanduč Tjaša, Verbič Jože		
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija		

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Znanstveno raziskovalni članek, ki obravnava hidrogeokemično karakterizacijo Pliocenskega in Triasnega vodonosnika je bil poslan v revijo Ground Water in je še v recenziji.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Strukturno-geološke in geokemične raziskave fluidov ter njihova prostorska porazdelitev (geokemične karte) v velenjskem premogovnem bazenu so pomembne, ker smo s pomočjo letih dobili osnovne informacije o primernosti premogovnega bazena za zajemanje CO₂ ter nova spoznanja o transportnih procesih fluidov v premogovnem bazenu. Tekom projekta smo prvič izvedli geokemične raziskave fluidov v povezavi s hidrogeokemičnimi raziskavami podzemnih vod (raziskave pliocenskega, triasnega in litotamnijskega vodonosnika) v velenjskem premogovnem bazenu. S temi raziskavami smo pridobili boljši vpogled v nastanek premogovnega bazena in fluidov (CO₂ in metan) ter biogeokemičnih procesih (CO₂ redukcija, metanogeneza in obarjanje) v sistemu plin-voda-karbonat, ki potekajo v premogovnih plasteh. Pliocenski in triasni vodonosnik predstavljata prav tako transportni medij za v vodi bolj topen ogljikov dioksid, ki se v primeru termodinamsko prenasičenega stanja izloča v obliki karbonatnih leč in žil v razpoklinskih conah v bližini prelomnih con. Ti sekundarno nastali karbonati dajejo pomembno informacijo o nastanku fluidov. Tekom projekta smo analizirali kalcitiziran les in karbonatne leče in tako pridobili nove informacije o nastanku premogovnega plina. S pomočjo hidrogeokemičnih podatkov podzemnih vod smo dobili pomembne informacije o izvoru in starosti podzemnih vod ter njeni kvaliteti. Tekom aplikativnega podoktorskega projekta je bila tudi vzpostavljena sodelava z Univerzo v Arizoni, Tucson, ZDA (bilateralni projekt ZDA-Slovenija 2012-2013, BI-US/12-13-039). Raziskave fluidov (plinov in tekočin) v sedimentacijskih bazenih, njihovih transportnih poti in procesov so pomembne za zajemanje CO₂ in ekonomskega izkoriščanja metana. Omenjene

raziskave bodo tudi predstavljale osnovni pristop za iskanje novih sedimentacijskih (premogovnih) bazenov v primerih reševanja problematike zajemanja CO₂. Ker predstavlja Velenjski premogovni bazen naravni analog premogovnih plinov so geokemične in izotopske raziskave le-teh pomembne v primeru izkoriščanja metana iz premogovnih plasti in posledično zniževanja emisij toplogrednih plinov.

ANG

Structural-geological and geochemical researches of fluids and their distribution (geochemical maps) in Velenje coal basin represent basic information on suitability of coal basin for CO₂ sequestration and new knowledge about transport processes of fluid in coal basin. During the project the first time systematic geochemical and hydrogeochemical researches of groundwater (researches of Pliocene and Triassic aquifers) in Velenje basin were performed. With these researches better insight in the formation of the basin and fluids (CO₂ and methane) and biogeochemical processes (CO₂ reduction, precipitation) in the system gas-water-carbonate ongoing in the coal seam are clarified. Pliocene and Triassic aquifers represent transport medium for CO₂, which dissolves in water and in the case of thermodynamical over saturation precipitates in form of carbonate lenses and veins in fractured zones close to fault zones. These secondary formed carbonates give better information on fluid origin. With hydrogeochemical data of groundwaters important information were obtained about origin and age of groundwater and its quality. During duration of applied poddoctoral project the collaboration with University of Arizona, Tucson, ZDA (bilateral project USA-Slovenia 2012-2013, BI-US/12-13-039) was established. This study of fluids, their transport pathways and processes is important for CO₂ sequestration in sedimentary basins. Researches in the scope of proposed project will present the basic approach for searching new sedimentary (coal) basins in case of problematic of CO₂ sequestration. Since Velenje coal basin represents natural analogue of coalbed gases geochemical and isotopic researches are important in case of methane exploration from coalbed strata and consequently reduction of greenhouse gases.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Aplikativni raziskovalni projekt z naslovom: Zajemanje CO₂ v geoloških medijih: kriteriji in pristop za izbiro lokacije kot odziv na klimatske spremembe je bil izpeljan v povezavi s Premogovnikom Velenje d.d., saj gre za obojestranski (Premogovnika Velenje in raziskovalne organizacije: Institut Jožef Stefan, Izjava o sodelovanju je v prilogi) interes raziskav fluidov v premogovnem bazenu. Porazdelitev premogovnih plinov in določanje transportnih poti fluidov je pripomogla k iskanju najboljših potencialnih mest za zajemanje CO₂ in izkoriščanje premogovega metana (CBM – coalbed methane). Proučevanje izvora metana je pomembno tudi zaradi možnosti njegove uporabe v prihodnosti kot energetskega vira in s tem zmanjšanje emisij v ozračje. Predlagani projekt bo nadalje predstavljal osnovo za nadaljnji hidrogeokemijski monitoring v primeru skladiščenja CO₂ v jamske prostore, saj velja zajemanje CO₂ v geološke medije za najbolj primerno metodo reševanja problematike emisij CO₂ v ozračje iz antropogenih virov. Predlagan raziskovalni projekt podaja tudi možnost za reševanje problematike CO₂ in posledično klimatskih sprememb v Sloveniji v skladu s Kyotskim protokolom. Hidrogeokemične raziskave podzemnih vod so zanimive tudi za vodo oskrbo in zaradi neposredne bližine vode, ki je ločena od premogove plasti s tanko vmesno zaščitno plastjo glin, ki predstavlja potencialno nevarnost vdora vode v jamo. Rezultati geokemičnih raziskav fluidov bodo povezani tudi z rezultati napetostnih in deformacijskih stanj na odkopnih progah, ki jih zbirajo projektanti v Premogovniku Velenje, zato bo del geokemičnih raziskav, ki predstavljajo temeljno raziskavo vključen v aplikativni del raziskav, ki jih bo uporabil Premogovnik Velenje. Uporabniki bodo pridobili nova znanja spreminjanja koncentracij fluidov s širokočelno metodo odkopavanja, kar bo pripomoglo k bolj učinkovitemu odkopavanju lignita. Aplikativni raziskovalni projekt služi tudi kot osnova za povečanje varnosti in zmanjšanja nesreč zaradi pojavnosti plinskih izbruhov v premogovniku. To je koristno tudi za Premogovnik Velenje, saj je njihov cilj doseči čim bolj učinkovito odkopavanje in največjo možno zaščito delavcev.

ANG

Applied researched project with the title: Sequestration of CO₂ in geological media: criteria and

approach for site selection in response to climate change was performed in cooperation with Velenje coalmine (Statement of cooperation is in addition). Distribution of coalbed gases and determination of transport of fluids will help to help to search best potential locations for CO₂ sequestration and methane exploration. Research of the methane origin is important also because of the possibility of its use in future as energy source and simultaneously reduction of methane emissions in the atmosphere. Furthermore, proposed project will present basic for hydrogeochemical monitoring in case of CO₂ sequestration in coalmine since CO₂ sequestration in geologic media represents the most appropriate method for solving problematic of anthropogenic CO₂ emissions. Proposed project will give the opportunity for reducing anthropogenic CO₂ emissions and consequently climatic changes according to Kyoto protocol. Hydrogeochemical research of groundwater (especially Triassic) in the Velenje coal basin are also interesting for the water supply management and closeness of water, which is separated from coalbed seam with thin intermediate clay strata and can represent potential dangerous of water invasion in mine.

Results of geochemical analyses of gases are related to results of tension and deformation state at excavation fields, which are assembled by project ants of the Velenje coalmine. Part of the geochemical research was incorporated in applicative part of science by the Velenje coalmine. Beneficiaries gained new knowledge about variation of coalbed gases with longwall method of excavation.

Applied research project also serves as basis for greater safety and accidents reduction due to gas outbursts in coalmine. These researches will represent also a benefit for the Velenje coalmine to achieve their goals, such as more effective excavation and greater protection of the coalminers.

11.Samo za aplikativne projekte!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri aplikativnem projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Ni dosežen
	Uporaba rezultatov	Ni uporabljen

F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljaljskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	

	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.35 Drugo		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

--

12.Samo za aplikativne projekte!**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☒	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☒	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☒	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☒	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☒	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☒	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☒	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☒	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☒	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☒	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☒	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☒	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☒	☐	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☒	☐	☐	☐	

G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja					
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave					
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti					
G.04.05.	Razvoj civilne družbe					
G.04.06.	Drugo:					
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					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

13.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	Sofinancer		
1.	Naziv	Premogovnik Velenje d.d.	
	Naslov	Partizanska cesta 78, 3320 Velenje, Slovenija	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	28.900	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	Kroženje ogljika v Pliocenskem Velenjskem bazenu, Slovenija s pomočjo stabilnih izotopov ogljika	A.01
	2.	Kroženje ogljika v Pliocenskem Velenjskem bazenu, Slovenija s pomočjo stabilnih izotopov ogljika	B.03
	3.	Analizno poročilo k raziskovalnemu projektu CO [spodaj]2 v geoloških medijih	D.08
	4.	Zajemanje CO[spodaj]2 v geoloških medijih	F.01
	5.	Spremljanje sestave premogovega plina in izvor plinov z napredovanjem čela delovišč na pridobivalnih (rudarskih) območjih jam Preloge in Pesje, Velenjski bazen	A.01
	Komentar	Metan in CO2 sta potencialna toplogredna plina in predstavljata potencialno nevarnost plinskih izbruhov v Velenjskem premogovnem bazenu. Zato je monitoring koncentracij metana in CO2 v povezavi s	

	Ocena	strukturo na odkopih pomemben za napovedovanje in preprečevanje plinskih izbruhov. Emisije toplogrednih plinov, posebno metana v Velenjskem bazenu so povezane s pridobivanjem lignita; ta metan predstavlja dodaten energijski vir v prihodnosti za redukcijo ubežnih emisij iz lignita in je zato zaključen aplikativni podoktorski raziskovalni projekt hkrati povezan z uvajanjem čistih tehnologij v Premogovniku Velenje d.d. Časovne spremembe v kemijski in izotopski sestavi "prostih" premogovnih plinov smo spremljali kot funkcijo približevanja čel delovišč 120/B, G2/C in -50/B v vrtinah jpk-28/10, jpk-30/10, jpk-31/10, jpk-22/09 in jpk-23/09. Sestavo in izotopsko sestavo premogovnih plinov smo določili z metodama masne spektrometrije in izotopske masne spektrometrije. Premogovni plini v Velenjskem bazenu se spreminjajo tako po vsebnosti kot tudi po izotopski sestavi. Glavni plinski komponenti sta CO₂ in metan. Raziskave vsebnosti in stabilnih izotopov premogovnih plinov kažejo različne izvore plinov: endogeni CO₂, (vključno s CO₂, ki nastaja zaradi raztapljanja karbonatov) ter mikrobn metan in CO₂. Vzorčenje premogovnih plinov se nadaljuje na aktivnih odkopih v premogovniku, prav tako se spremlja koncentracija premogovnih plinov in izotopska sestava premogovnih plinov na odkopih zato meritve izotopske sestave v premogovnih plinih predstavljajo komplementarne specifične geološke meritve za preprečevanje in napovedovanje plinskih izbruhov na odkopih za varno odkopavanje lignita kot najpomembnejšega energenta v Sloveniji. Prav zato je bil s tem namenom prijavljen nov aplikativni raziskovalni projekt, ki predstavlja nadaljevanje podoktorskega aplikativnega projekta skupaj s projektno raziskovalno skupino različnih raziskovalnih organizacij, ki se bo ukvarjala s problematiko izkoriščanja metana iz premogovnih slojev in posledično z zmanjševanjem emisij toplogrednih plinov za doseganje ciljev Kjoto protokola, kar je nacionalnega pomena tudi za Slovenijo.
--	-------	---

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:

Institut "Jožef Stefan"

Tjaša Kanduč

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana, 2.3.2012

5.3.2012

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2012/14

¹ Zaradi spremembe klasifikacije je potrebno v poročilu opredeliti raziskovalno področje po novi 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

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta - 2012

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

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

³ 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, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

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

⁶ Znanstveni in družbeno-ekonomski dosežki v programu in projektu so lahko enaki, saj se projektna vsebina praviloma nanaša na širšo problematiko raziskovalnega programa, zato pričakujemo, da bo večina izjemnih dosežkov raziskovalnih programov dokumentirana tudi med izjemnimi dosežki različnih raziskovalnih projektov.

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](#)

⁷ Znanstveni in družbeno-ekonomski dosežki v programu in projektu so lahko enaki, saj se projektna vsebina praviloma nanaša na širšo problematiko raziskovalnega programa, zato pričakujemo, da bo večina izjemnih dosežkov raziskovalnih programov dokumentirana tudi med izjemnimi dosežki različnih raziskovalnih projektov.

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'.

Družbenoekonomski 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 ekonomsko relevantnega 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. v preteklem letu vodja meni, da je izjemen dosežek to, da sta se dva mlajša sodelavca zaposlila v gospodarstvu na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovila svoje podjetje, ki je rezultat prejšnjega dela ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ 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](#)

⁹ 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](#)

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

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

¹² 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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2012 v1.00
21-3F-25-18-24-62-59-A7-1D-89-CB-0B-F1-0C-DE-27-33-4D-F0-98