

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/4



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L2-4066
<b>Naslov projekta</b>	Petrologija rjavih premogov, ki jih pridobivamo in/ali uporabljamo v Sloveniji, plini v njih in njihove plinsko-sorpcijske lastnosti
<b>Vodja projekta</b>	8255 Miloš Markič
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	8430
<b>Cenovni razred</b>	
<b>Trajanje projekta</b>	07.2011 - 06.2014
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	215 Geološki zavod Slovenije
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	106 Institut "Jožef Stefan" 1252 Premogovnik Velenje, d.d. 1555 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	2 TEHNIKA 2.16 Rudarstvo in geotehnologija
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	05. Energija
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	2 Tehniške in tehnološke vede 2.07 Okoljsko inženirstvo

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 2. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>1</sup>

SLO

Za raziskovalne hipoteze, oziroma vprašanja, na katera smo nameravali odgovoriti v okviru obravnavanega projekta, kot so bila: izotopska sestava različnih geoloških medijev Velenjskega bazena, heterogenost izvora in sestave plinov v velenjskem lignitu, spreminjanje sestave plinov v odvisnosti od napredovanja rudarskih del, odvisnost plinsko-sorpcijskih lastnosti od petroloških (kemičnih, petrografskih, fizikalnih) značilnosti premogov, ocenjujemo, da so bila realizirana pozitivno. Za velenjski lignit sedaj dobro vemo, kakšna mešanica CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub> plinov

ga sestavlja (na splošno > 2:1 v korist CO<sub>2</sub>, v širokih mejah spremenljivosti) in predvsem tudi kakšen je izvor teh plinov ter kakšna je njihova spremenljivost v sestavi v odvisnosti od dinamike »umetnega« ustvarjanja razpok zaradi rudarjenja in s tem odplinjevanja sloja. V primeru Velenja gre za heterogen »lignitno-plinski« sistem, pri katerem je znatno prisoten CO<sub>2</sub>, kar oboje znižuje možnost komercialnega pridobivanja plina v gospodarske namene, za kar bi moral biti delež metana znatno višji (kot v primeru »Coal-bed« termogenega metana v črnih premogih). Plinsko-sorpcijske preiskave premogov z doziranjem CO<sub>2</sub> pri pritisku 30 barov (na predhodno uprašenih <200 in nato pod 90 barov stisnjenih vzorcih) so dale uporabne rezultate predvsem za zdrobljeni premog, ki lahko v naravnem stanju nastopa v tektonsko prizadetih zdrobljenih conah, ki dejansko so nevarne za izbruhe plinov in premoga v jamske prostore. Že iz predhodnih raziskav pa vemo, da je v normalnem stanju za adsorpcijo CO<sub>2</sub> najbolj dovzeten drobnodetrilni lignit, ki ima največjo mikroporoznost in največjo specifično površino por (tudi do 180 m<sup>2</sup>/g!) in to smo potrdili tudi v pričujočem projektu.

ANG

Basic questions/hypothese of the project: isotopic composition of different geological materials /medias and their heterogeneity, distribution, formation and origin of gasses were solved in the initiative stage of the study – published in paper about carbon cycling in the Velenje Basin in International Journal of Coal Geology - Vol. 89, 2012 (Kanduč et al). In a further step, changes in composition of gasses in relation to developing mine workings (approaching) to the measuring sites (ca 25 m boreholes) was studied. It was revealed that CO<sub>2</sub> predominates over methane in the gas mix (CO<sub>2</sub>:CH<sub>4</sub> > 2:1). During the process of formation of fractures due to mining activity, methane is released first, and CO<sub>2</sub>, as less mobile and more tightly adsorped gas is released latter. An important question was origin of gasses. It was concluded that methane was generated by acetate fermentation and by CO<sub>2</sub> reduction. Thermogenic methane came into lignite from "deep" layers of the basin. Partialy it could be formed by microbial oxidation. Gas mix in Velenje is heterogeneous and CO<sub>2</sub> predominates. This is in fact bad situation for a commercial getting of gas in sense of coal-bed methane. Coal bed methane is mostly thermogenic gas formed during coalification f of bituminous coals. In Velenje, thermogenic gas was not formed within the coal (too low coalification rank)

### 3.Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>2</sup>

Naša osnovna raziskovalna hipoteza je bila, da imajo petrološko različne vrste premogov, ki se med seboj razlikujejo po organsko-petrografski sestavi, po anorganskih primeseh, po stopnji karbonizacije (»zrelosti«) ter s tem povezanih fizikalnih lastnostih (poroznost, specifične površine por in premoških sestavin) tudi različne plinsko-sorpcijske lastnosti. Na dinamiko plinov v premogih pa seveda vplivajo tudi drugi dejavniki, tako naravni, kot tudi tisti, ki jih povzročamo s svojo dejavnostjo pri rudarjenju. Plini v premogih so eden najbolj znanih dejavnikov nevarnosti v premogovnikih in so že samo zato stalen predmet raziskav, od operativnih do temeljnih. Ko govorimo o plinu v premogu, ponavadi omenjamo metan. Ta je res mnogokrat izrazito prevladujoč (> 85 %) plin v črnih premogih in sicer kot endogeni termogeni plin, medtem ko je sestava plinov v rjavih premogih ali lignitih, ki niso prešli »okna« nastajanja termogenega plina/metana (»gas window«) bolj heterogena in predvsem je prisoten poleg metana tudi CO<sub>2</sub>, ki ga je lahko tudi več kot metana. Take razmere veljajo tudi v Velenju, v velenjskem lignitu, ki je bil tudi glavni predmet naših raziskav. CO<sub>2</sub> v velenjskem lignitu je celo bolj nevaren kot metan. Slednji je bolj mobil in preko razpok naravno prehaja v zgornji del lignitnega sloja, proti stiku z neprepustno krovino. Metan je sicer eksploziven, a ga lažje nadzorujemo (merimo, odvajamo) kot CO<sub>2</sub>, ki je težji plin, sorpcijsko tesneje kot metan vezan v porah premoške substance in zato »bolj potuhnjen« v sami premoški snovi. Dokler struktura premoga ni prizadeta, na primer z rudarskimi deli, je CO<sub>2</sub> »shranjen« v premogu, ko pa se njegova struktura zaradi zunanjih vplivov (npr. napredovanja rudarskih prog) začne spreminjati, predvsem z nastajanjem medpornih in medplastnih razpok, se začne sproščati tudi CO<sub>2</sub>, katerega eksplozije skupaj s premogom so po izkušnjah rudarjev še bolj burne kot v primeru metana. V Velenju takih nesreč malodane ni in so bile tudi v zadnjih več desetletjih zelo redke. Premogovnik Velenje velja v

svetovnem merilu za zelo varen premogovnik, je tudi referenčni rudnik v EU za podzemno pridobivanje premoga. Menimo, da ima za to med drugim veliko zaslugo tudi stalno raziskovalno delo na samem Premogovniku Velenje kot tudi v sodelovanju z zunanjimi partnerji.

Začetni del naših raziskav je bil študij kroženja ogljika («carbon cycling») v Velenjskem bazenu z uporabo izotopskih preiskav ogljika, kisika in dušika v različnih geoloških medijih: litotipih lignita, premogovnih plinih, kalcitiziranih fosiliziranih lesnih fragmentih, kalcitno bogatih sedimentih in podzemnih vodah, skupno na 89 vzorcih. To je bila prva tako široka raziskava izotopske sestave različnih geoloških materialov v kakem našem premogovnem bazenu in je bila tudi objavljena v osrednji mednarodni reviji za geologijo premogov *International Journal of Coal Geology*, Vol. 89, 2012, 70-83 (Kanduč, Markič, Zavšek, McIntosh, 2012: Carbon cycling in the Velenje Basin, inferred from stable carbon isotopes). Sicer pa smo izotopske (C, O, N) preiskave premogov uvedli v našo prakso že leta 1998 (skupina prof. Pezdica; IJS, NTF). Za trdne kamnine, tudi za premoge, te dajo informacijo o okoljih nastanka in kasnejših diagenetskih procesih, pri katerih pride do frakcionacije prvotne izotopske sestave zaradi različnih dejavnikov, kot so delovanje bakterij, oksidacijsko-redukcijski procesi, vpliv temperature, depolimerizacije in repolimerizacije organske snovi, gelifikacija itd). Zlasti pa so izotopske preiskave pomembne za ugotavljanje izvora plinov v samem premogu ali pa ob njihovem izhajanju, saj lahko z njimi zelo eksaktno ločimo, za kakšne pline gre: ali biogene ali termogene, ali nastale z bakterijsko aktivnostjo, nastale v premogu ali izven njega itd. S temi raziskavami smo torej dobili informacije o kemični i izotopski sestavi naravnih geoloških medijev.

Zgoraj opisane raziskave so bile dobro izhodišče za naslednjo raziskavo, to je o spreminjanju sestave iz lignita izhajajočih plinov v odvisnosti od napredovanja odkopnih čel. Ta so v Velenju široka 100 m in visoka 4 m, ločimo pa predele: Preloge –jug, Preloge –sever in Pesje. V Pesju je bilo merjeno na dveh odkopih, v ostalih dveh na enem odkopu, povsod v po dveh vrtinah, dolžine okoli 25 m. Vrtine so bile locirane pred čeli, tako, da je čelo napredovalo proti njim. Meritve so bile izvajane v razdobju 4-6 mesecev (odvisno od dinamike napredovanja čel). Ugotovljeno je bilo, da je v vseh primerih prevladujoči plin CO<sub>2</sub> in sicer v povprečju CO<sub>2</sub>:CH<sub>4</sub> > 2:1 in da se pri napredovanju čel zaradi generiranja razpok in odpiranja por najprej sprošča (lažji, in v razpokah prosti metan, nato pa CO<sub>2</sub>, katerega adsorpcija v porah je močnejša kot pa metana. Začetek procesov je okoli 120 m od napredujočega čela odkopavanja. Delež CO<sub>2</sub> je posebej visok (> 90 %) v predelih predhodnega rudarjenja (v višjih predelih), medtem ko je sicer delež metana do 62 %. Nastanek metana se na podlagi izotopske sestave C pripisuje delno acetatni fermentaciji, delno redukciji CO<sub>2</sub>. Vrednosti, značilne za termogeni metan, kažejo, da del metana verjetno izvira iz globljih plasti bazena, del pa je rezultat mikrobne oksidacije metana. »Pravi« premoški termogeni metan je izključen, saj ta nastaja šele v rangu črnih premogov, ne pa lignitov. Tudi ta raziskava je bila objavljena v *Int. J. Coal Geology*, Vol. 131, 2014, 363-377 (Lazar, Kanduč, Jamnikar, Grassa, Zavšek, 2014: Distribution, composition and origin of coalbed gases in excavation fields from the Preloge and Pesje mining areas, Velenje B.).

Velenjski lignit vsebuje razmeroma več plina (med 10 in 25 m<sup>3</sup>/t), kot je to sicer značilno za lignite in rjave premoge. To dejstvo pripisujemo v precejšnji meri globokim zmičnim prelomom (Šoštanjski, Velenjski prelom) in nanje prečnim prelomom, po katerih je plin

migriral iz kamnin podlage navzgor in se akumuliral v lignitnem sloju. Premogi so namreč znani po tem, da plini v njih ne le nastajajo, ampak se lahko v njih zaradi znatne poroznosti tudi akumulirajo iz zunanjih virov. Ta zunanji vir je bil termični razpad organske snovi v predterciarnih mezozojskih in paleozojskih kamninah podlage Velenjskega bazena. Za omenjeno organsko snov na območju Slovenije je namreč dobro dokazano, da je dosegla zrelostni stadij nastajanja tekočih in plinastih (termogenih) ogljikovodikov.

Kaj pa v Zasavju? Znano je, da v zasavskih premogovnikih niso imeli večjih problemov s plini. V tamkajšnjem rjavem premogu je zagotovo nastajal biogeni plin (oboje, CO<sub>2</sub> in metan), vendar so količine tovrstnega plina pri zorenju organske snovi mnogo manjše kot termogenega, ki pa tudi v primeru zasavskega premoga ni mogel nastajati v sami premoški snovi (prenizka stopnja karbonizacije). Zasavska premogišča imajo zelo zapleteno naravno strukturno-tektonsko zgradbo, vendar prelomi ne segajo globoko, in torej po njihovih razpoklinskih conah morebitni termogeni plin ni prišel v premogov sloj.

Zgoraj smo opisali, da torej plin lahko v premogu nastaja, ali pa se v njem akumulira iz zunanjih virov. Plin iz premoga lahko s pridom pridobivamo z odplinjevanjem preko vrtin, a to zopet velja zlasti za termogeni plin iz črnih premogov. Tako pridobljeni plin je znan kot »coal-bed methane«. Tovrstne raziskave v Velenju dejansko potekajo v sodelovanju z Institutom Jožef Stefan in z Royal School of Mines, London. Po drugi strani pa je danes aktualno vprašanje o možnosti shranjevanja CO<sub>2</sub> v globoke (>750 m) plasti premogov (poleg shranjevanja v globoke slane vodonosnike in opuščena plinska in naftna polja). Tudi v Sloveniji smo bili vprašani po tej možnosti in leta 2010 izvedli projekt »Možnosti za geološko skladiščenje CO<sub>2</sub> v Sloveniji in izven Slovenije« (8 knjig; naročnik HSE, konzorcij izvajalcev: GeoZS, Geoterm, ERICo, HGEM, NTF), ki pa žal ni doživel financiranja pilotne operativne izvedbe (zajem CO<sub>2</sub>, transport, vrtanje, vtiskanje CO<sub>2</sub>, monitoring), čeprav so bili za to izdelani potrebni predlogi. Sodelovali smo tudi v dveh EU projektih: Geocapacity in CO2Stop. Ravno s projektom o možnostih za CO<sub>2</sub> skladiščenje se nam je odprlo vprašanje boljšega védenja o plinsko sorpcijskih lastnostih premogov, ki so bistveni za ugotavljanje možnosti vtiskanja CO<sub>2</sub> vanje. Nekatere preiskave smo v tej smeri izvedli že predhodno, s pričujočim projektom pa smo jih razširili, predvsem z boljšo petrološko karakterizacijo premogov, na katerih smo izvajali sorpcijske poizkuse.

Za raziskavo plinsko-sorpcijskih lastnosti smo v analize zajeli 22 vzorcev velenjskega lignita in 7 vzorcev ostalih premogov, to je zasavskega (Hrastnik), panonskega (tip Lendava), istrskega (Raša), indonezijskega (TETO Ljubljana) in češkega (Most; Sokolovski bazen) premoga. Na vzorcih premoga smo izvedli naslednje preiskave: Standardna kemična analiza premoga (vlaga, pepel, kurilnost), kemična analiza podrejenih in slednih prvin, mikropetrografska analiza z optično mikroskopijo in s SEM, izotopska analiza C in N, analiza specifičnih površin z metodo BET, adsorpcija CO<sub>2</sub> pri tlaku 30 barov.

Mikroskopska analiza obruskov premoga v odsevni svetlobi je pokazala zelo dobro ujemanje s predhodno makropetrografijo obravnavanih vzorcev, kar je pomembno, saj z makropetrografsko karakterizacijo dejansko izvajamo kartiranje petrografske sestave v jamskih delih in vrtinah. Optično mikroskopijo smo podprli še z elektronsko mikroskopijo in elementno mikroanalizo (SEM/EDS).

Za sorpcijske preiskave z vtiskanjem CO<sub>2</sub> pri 30 barih smo posamezni vzorec (200 g) uprašili v velikost delcev pod 200 μm, ga nato stisni pod vertikalno napetostjo 90 barov, ga vložili v cilindar in nato vanj vtiskali CO<sub>2</sub> s tlakom 30 barov dokler ni bila dosežena konstantna teža (gravimetrična metoda). Adsorpcijske količine CO<sub>2</sub> so za posamezne vzorce premoga znašale pri tlaku 30 barov in temperaturi 21°C med 10 in 75 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> na tono premoga, povprečno 40 m<sup>3</sup>/t. To so razmeroma visoke količine, so pa iz literature znane, zlasti za termogene pline v črnih premogih. To so tudi znatno višje količine, kot smo jih poznali iz prejšnjih raziskav adsorpcije na kompaktnih jedrih, ki so pri pritisku 30 barov znašale od okoli 8 do okoli 12 m<sup>3</sup>/t. Visoko adsorpcijo CO<sub>2</sub> v našem primeru gre vsekakor pripisati zdobljenosti materiala, čeprav je bil ta predhodno močno stisnjen. Največjo količino CO<sub>2</sub>, 73 m<sup>3</sup>/t, je adsorbiral ksilitno bogat (X70) vzorec velenjskega lignita, najmanj, 12 m<sup>3</sup>/t, pa vzorec indonezijskega trdega rjavega premoga. Vzorca črnega premoga iz Raše in vzorci drobnodetrineta lignita iz Velenja so adsorbirali v povprečju nekoliko več CO<sub>2</sub> kot vzorci ksilitnega lignita (razen enega prej omenjenega) iz Velenja.

Z metodo BET smo izmerili specifične površine, pri čemer smo dejansko dobili specifične površine drobcev, medtem ko smo z nekaterimi predhodnimi raziskavami na kompaktnih vzorcih že dobili podatke o specifičnih površinah por in razpok. Meritve po BET metodi so pokazale, da ima najmanjšo specifično površino zdrob črnega premoga iz Raše (400-650 m<sup>2</sup>/kg), največjo pa izrazito gelificiran ksilit (ksilo-gelit) iz Velenja in sicer skoraj 10.500 m<sup>2</sup>/kg. V splošnem imajo različni drobnodetrineta lignita nekoliko višjo specifično površino kot ksilitni in sicer 1300-3000 m<sup>2</sup>/kg v primerjavi z 800-1300 m<sup>2</sup>/kg.

Z izvedenimi poizkusi smo dejansko dobili podatke o adsorpcijskih lastnostih zdrobljenega in nato sprijetega lignita, kakor lignit dejansko nastopa ponekod v tektonskih conah. Za CO<sub>2</sub> adsorpcijsko kapaciteto zdrobljenega premoga lahko rečemo, da je nekajkrat višja od kompaktnega premoga in je predvsem posledica zdobljenosti, ne pa v tolikšni meri petrografske sestave. Odvisnost med petrografsko sestavo in plinsko sorpcijo bolje ugotavljamo, če proučujemo sorpcijo kompaktnih vzorcev.

#### **4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>**

Za raziskovalne hipoteze, oziroma vprašanja, na katera smo nameravali odgovoriti v okviru obravnavanega projekta, kot so bila: izotopska sestava različnih geoloških medijev Velenjskega bazena, heterogenost izvora in sestave plinov v velenjskem lignitu, spreminjanje sestave plinov v odvisnosti od napredovanja rudarskih del, odvisnost plinsko-sorpcijskih lastnosti od petroloških (kemičnih, petrografskih, fizikalnih) značilnosti premogov, ocenjujemo, da so bila realizirana pozitivno. Za velenjski lignit sedaj dobro vemo, kakšna mešanica CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub> plinov ga sestavlja (na splošno > 2:1 v korist CO<sub>2</sub>, v širokih mejah spremenljivosti) in predvsem tudi kakšen je izvor teh plinov ter kakšna je njihova spremenljivost v sestavi v odvisnosti od dinamike »umetnega« ustvarjanja razpok zaradi rudarjenja in s tem odplinjevanja sloja. V primeru Velenja gre za heterogen »lignitno-plinski« sistem, pri katerem je znatno prisoten CO<sub>2</sub>, kar oboje znižuje možnost komercialnega pridobivanja plina v gospodarske namene, za kar bi moral biti delež metana znatno višji (kot v primeru »Coal-bed« termogenega metana v črnih premogih). Plinsko-sorpcijske preiskave premogov z doziranjem CO<sub>2</sub> pri pritisku 30 barov (na predhodno uprašenih <200 in nato pod 90 barov stisnjenih vzorcih) so dale uporabne rezultate predvsem za zdrobljeni premog, ki lahko v naravnem stanju nastopa v tektonsko prizadetih zdrobljenih conah, ki dejansko so nevarne za izbruhe plinov in premoga v jamske prostore. Že iz predhodnih raziskav pa vemo, da je v normalnem stanju za adsorpcijo CO<sub>2</sub> najbolj dovzeten drobnodetrineta lignit, ki ima največjo mikroporoznost in največjo specifično površino por (tudi do 180 m<sup>2</sup>/g!) in to smo potrdili tudi v pričujočem projektu.

#### **5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>4</sup>**

Sprememb programa raziskovalnega projekta ni bilo.

V letu 2012 je glede na prvotno stanje projektne skupine prišlo do sprememb, ki smo jih pa že opisali v Letnem poročilu o tem raziskovalnem projektu za leto 2012.

## 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	1916245	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Premog v Murski formaciji (pontij) med Lendavo in Murskim Središčem ter v širšem prostoru SV Slovenije
		ANG	Coal in the Mura Formation (Pontian) between Lendava (Slovenia) and Mursko Središče (Croatia), and in the wider area of NE Slovenia.
	Opis	SLO	V članku so predstavljene osnovne geološke značilnosti premogonosnih plasti ter kvaliteta in zaloge premoga v Murski formaciji pontijske starosti na ozemlju severovzhodne (SV) Slovenije. Murska formacija, ki zapolnjuje zgornji del Mursko-zalskega bazena, je debela dobrih 1000 m in vsebuje mnogoštevilne (10–30), a razmeroma tanke plasti premoga. Veliko številno tankih plasti premoga, razvitih v pretežno glinasto-meljasto-peščenih sedimentih, je splošna značilnost paraličnih premogišč. Prvotna obsežna šotišča, iz katerih so nato nastale plasti premoga, so se razvijala v sladkovodnih okoljih, večina vmesne sedimentacije pa je potekala v brakičnih okoljih. Na najbolj raziskanem ozemlju (okoli 60 km <sup>2</sup> ) med Lendavo in Murskim Središčem ležijo plasti premoga praktično od površinedo globine 300–400 m. Na območju Lendave je premogonosni člen debel 130 m, vsebuje pa le tri plasti premoga, kiso debele med 1,0 in 2,2 m. Kurilna vrednost lendavskega rjavega premoga znaša okoli 14,5 MJ («na dostavljenostanje» pri 25–30 % vlage in 15–20 % pepela). Povprečna vsebnost skupnega žvepla se giblje okrog 1.6 %. Premog z območja Murskega Središča je podobne kakovosti. Tektonika premogonosnih plasti je enostavna. Na območju Ormoško-selniške antiforme sledi plastnatost njenim blagim pobočjem, podobno verjetno tudi v primeru drugih antiform in sinform v širšem prostoru SV Slovenije. Nastopanje plasti premoga v širšem prostoru SV Slovenije je povsem odprto vprašanje. Dejstvo je, da so na premog naletele malodane vse vrtine, ki so bile vrtane na nafto in plin, ter hidrogeološke in geotermalne vrtine, vendar pa je bilo to vrtanje izvedeno v največji meri brez pridobivanja jedra. Če upoštevamo na območju SV Slovenije po analogiji z lendavskim prostorom le plasti premoga, ki so debelejšje od 1 m in privzamemo, da je skupna debelina takih plasti 5 m, ugotovimo, da je »premoški potencial« SV Slovenije pri površini okoli 1000 km <sup>2</sup> in gostoti premoga 1,3 t/m <sup>3</sup> reda velikosti 6500 Mt. Pri kurilni vrednosti 14,5 MJ/kg to znaša 1014 MJ v premogu shranjene energije.
			Geological setting, occurrences, extent, quality and reserves of coal seams in the Mura Formation of the Mura-Zala Basin in NE Slovenia are presented in the paper. The Mura-Zala Basin consists of antiforms and sinforms bounded by normal and reverse faults. It is filled in its deepest parts by more than 4000 m of clastic sediments from the late lower Miocene upwards. It represents one of the western basins of the Pannonian Basin System. The coal-bearing Mura Formation is of the Pontian age. It is more than 1000 m thick and consists of marls, silts and sands, and of numerous (10–30) beds of brown coal which are relatively thin. The coal-bearing depositional system is clearly paralic. Original peatlands developed in freshwater environments while bulk sedimentation in-between (according to paleontological investigations of the Ostracoda microfauna) took place under influence of brackish waters. Well ascertained

		<p>coal beds are only those in a restricted area (ca. 60 km<sup>2</sup>) between Lendava (Slovenia) and Mursko Središče (Croatia), where the coal beds dip almost from the surface (under 10–20 m of Quaternary gravel) downwards to depths of not more than 400 m. The whole coal-bearing bed-set in the Lendava area is about 130 m thick but contains only three coal seams which are generally 1.0–2.2 m thick. At the "as received basis" (25–30 % moisture content, 15–20 % ash yield), the net calorific value of the Lendava coal reaches ca. 14.5 MJ/kg, and the average sulphur content is ca. 1.6 %. The Mursko Središče coal is of a similar quality. Tectonic structure of coal beds is simple and uniform. In the Ormož-Selnica Antiform (which continues to the Budafa – Lovászi Antiform in Hungary), strata inclination follows gentle flanks of this antiform and similar is true for other sinforms and antiforms throughout the Mura-Zala Basin. Coal beds in the broader area of NE Slovenia (ca 1000 km<sup>2</sup>) are not explored enough. They were encountered by almost all deep oil, gas, and hydrogeological wells but these wells were not core-drilled. The existing data are originating only from master-logs and geophysical logs, by which, coal thicknesses are most probably exaggerated – telling us about thicknesses of single coal beds of 4 metres and even more. Therefore, realistically speaking, if analogy with the Lendava coal-bearing area is taken into consideration, and taking into account that the coal seams thicker than 1 m are in total 5 m thick, than the total coal resources (at the 1.3 t/m<sup>3</sup> density) in the entire NE Slovenia amount to around 6500 Mt. In terms of energy, at calorific value of coal of 14.5 MJ/kg, it represents nearly 1014 MJ of energy stored.</p>
	ANG	
Objavljeno v	Geološki zavod Slovenije; Slovensko geološko društvo; Geologija; 2011; Knj. 54, št. 1; str. 97-120; Avtorji / Authors: Markič Miloš, Turk Velimir, Kruk Boris, Šolar Slavko V.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	25317159 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Spremljanje sestave premogovega plina in izvor plinov z napredovanjem čela delovišč na pridobivalnih območjih jam Preloge in Pesje, Velenjski bazen
	ANG	Tracing coalbed gas dynamics and origin of gases in advancement of the working faces at mining areas Preloge and Pesje, Velenje Basin
Opis	SLO	<p>Med izkopavanjem lignita se lahko pojavljajo plinski izbruhi, zato je pomembno izvajati nadzorne meritve premogovnih plinov na odkopih. Geokemične raziskave premogovnega plina so pomembne za razumevanje mehanizma nastanka, preprečevanja in napovedovanja plinskih izbruhov. Raziskave premogovnega plina v Velenjskem bazenu potekajo od leta 2000. 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 vrtnah 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<sub>2</sub> in metan. Raziskave vsebnosti in stabilnih izotopov premogovnih plinov kažejo različne izvore plinov: endogeni CO<sub>2</sub>, (vključno s CO<sub>2</sub>, ki nastaja zaradi raztapljanja karbonatov) ter mikrobni metan in CO<sub>2</sub>.</p>
		During excavation of lignite in the Velenje Coal Mine coalmine, seam problems with gas outbursts occur. Geochemical investigations are designed to help predict, prevent, and manage coal mine gas outbursts and to study their origin and mechanisms. However, geochemical studies of the coalbed gases in the Velenje basin have been initiated since year 2000. Temporal changes in chemical and isotopic composition of "free" seam gases were observed as a function

		ANG	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 <sub>2</sub> and methane. Concentrations and isotopic studies revealed several genetic types of coalbed gases: endogenic CO <sub>2</sub> (including CO <sub>2</sub> originating from dissolution of carbonates), microbial methane and CO <sub>2</sub> .
	Objavljeno v		Naravoslovnotehniška fakulteta; Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje; RMZ - Materials and geoenvironment; 2011; Letn. 58, št. 3; str. 273-288; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša, Žula Janja, Zavšek Simon
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	24995623	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kroženje ogljika v pliocenskem velenjskem premogonosnem bazenu, kot izhaja iz raziskovanja izotopske sestave ogljika
		ANG	Carbon cycling in the Pliocene Velenje Coal Basin, Slovenia, inferred from stable carbon isotopes
	Opis	SLO	Članek obravnava kroženje ogljikov Velenjskem bazenu, kot ga je bilo mogoče razložiti z izotopskimi preiskavami ogljika v različnih geoloških medijih, to je litotipih lignita, premogovnih plinih, kalcitiziranih fosiliziranih lesnih fragmentih, kalcitno bogatih sedimentih in podzemnih vodah. Značilno različne izotopske sestave ogljika v navedenih medijih odražajo različne paleo-kemične, fizikalne, biološke in geološke procese njihovega nastajanja, razvoja in sedanjega stanja v geološkem modelu Velenjskega bazena. Članek predstavlja nadaljevanje objavljavanja raznih geoloških tém o Velenjskem bazenu, znanem po enem debelejših slojev lignita v svetovnem merilu.
		ANG	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. Carbon isotope ( $\delta^{13}C$ ) values of the different lignite lithotypes ranged from - 28.1 to - 23.0‰, with the variability likely a function of the original isotopic heterogeneity of the source plant materials and subsequent biogeochemical processes (i.e. gelification, fusinitization, mineralization of organic matter) during the early stage of biomass accumulation and diagenesis. In the lignite seam, CO <sub>2</sub> and CH <sub>4</sub> were the major gas components with small amounts of N <sub>2</sub> . The carbon isotope values of CO <sub>2</sub> ( $\delta^{13}CCO_2$ ) and CH <sub>4</sub> ( $\delta^{13}CCH_4$ ) were highly variable, ranging from - 9.7 to 0.6‰ and - 70.5 to - 34.2‰, respectively. Carbon dioxide is likely sourced from a mixture of in situ microbial activity and external CO <sub>2</sub> , while CH <sub>4</sub> is dominantly sourced from microbial methanogenesis, with possible addition of thermogenic gas from deeper formations, and the influence of microbial oxidation of methane. Calcified xylites enriched with <sup>13</sup> C ( $\delta^{13}C$ values up to 16.7‰) indicate that microbial methanogenesis was active during formation of the basin. The $\delta^{13}CDIC$ values (from - 17.4 to - 3.2‰) of groundwaters recharging the basin from the Triassic aquifer are consistent with degradation of organic matter and dissolution of dolomite. Groundwaters from the Pliocene sandy and Lithothamnium carbonate aquifers have $\delta^{13}CDIC$ values (from - 9.1 to 0.2‰) suggestive of degradation of organic matter and enrichment via microbial reduction of CO <sub>2</sub> .
			Elsevier; Proceedings of the 8th ECC European Coal Conference 2010,



	Objavljeno v	September 2010, Darmstadt, Germany; International journal of coal geology; 2012; vol. 89, no. 1; str. 70-83; Impact Factor: 2.976; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.836; A': 1; WoS: ID, LE; Avtorji / Authors: Kanduč Tjaša, Markič Miloš, Zavšek Simon, McIntosh Jennifer	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	27862823	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Razporeditev, sestava in izvor premogovnih plinov v odkopnih poljih jam Preloge in Pesje v Premogovniku Velenje
		ANG	Distribution, composition and origin of coalbed gases in excavation fields from the Preloge and Pesje mining areas, Velenje Basin, Slovenia
	Opis	SLO	Vsebina članka je razširjena vsebina raziskav, ki so bile preliminarno objavljene že v domačem RMZ - glej točko 2. zgoraj, v pričujočem prispevku v IJCG pa je predstavljena še mednarodni znanstveni javnosti tega področja. Razširjeno je upoštevanje mednarodnih znanstvenih referenc s tega področja in poglobljena je diskusija predvsem o izvoru plinov in procesih njihovega nastanka.
		ANG	Thematics of this paper is similar to that already published in RMZ Journal - described above under 2. The aim was to present this research work and the results also to the international scientific community dealing with gasses in coal. Extended is consideration of the state of the art (references), and much broader discussion on especially origin of gasses and processes of their formation. To our opinion, this study contributed significantly to the world-wide studies of gasses in low rank coals. Namely, for low rank coals, i.e. lignites and brown coals, less such studies exist. The reason is that in general lignites are less gass-bearing than bituminous (hard) coals, that lignites are mostly exploited on the surface (not underground as Velenje), and, finally, that the greatly prevailing world production of coals is bituminous (hard) coal, it is > 80 %, whereas brown coal and/or lignite represents only < 20 %.
	Objavljeno v	Elsevier; International journal of coal geology; 2014; Vol. 131; str. 363-377; Impact Factor: 3.313; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.927; A': 1; WoS: ID, LE; Avtorji / Authors: Lazar Jerneja, Kanduč Tjaša, Jamnikar Sergej, Grassa Fausto, Zavšek Simon	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	1097566	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Možnosti energetskega izkoriščanja deponijskega plina iz starih odlagališč komunalnih odpadkov
		ANG	Possibilities for energy exploitation of landfill gas from old municipal solid waste landfills in Slovenia
	Opis	SLO	Naloga o možnostih izkoriščanja deponijskega plina sicer ni bila neposredni predmet našega projekta, je pa tematika posredno vezana na naš projekt. Obravnava namreč možnosti zajema plina iz deponijskega materiala. Rudarska in geotehnoška stroka se že nekaj časa usmerja tudi na področje tako imenovanega rudarjenja z odpadki ("waste material mining") in sicer iz različnih vidikov: sanacija površin, varstvo okolja, pridobivanje koristnih substanc in tudi možnosti pridobivanja plina iz deponij. Za naš projekt je pomembno, da imamo določene stike tudi s to sfero raziskav v smislu prenosa informacij, izmenjave rezultatov in tudi združevanja znanj ter možnosti analitskega dela.

	ANG	for a considerable time (last 15 years or so) interested in so called waste material mining and management from different aspects: restoration of waste material dumping zones, protection of environment (especially waters), extraction of beneficial substances etc. Capture of gas from decaying organic matter, which is gathered and deposited to more and more extent separately in the last 10 years, is also an activity how to use landfill material-s potential. For our project it is welcome and important that we have contacts with this field of gas capture and usage in the sense of exchange of information, results, knowledge and analytical equipment.
Objavljeno v	Fakulteta za energetiko; Journal of energy technology; 2013; Vol. 6, iss. 3; str. 59-69; Avtorji / Authors: Kortnik Jože	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

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

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	1948757
		Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO
		Možnosti za geološko skladiščenje CO <sub>2</sub> v Sloveniji in izven Slovenije - Knjiga 3, Možnosti za skladiščenje CO <sub>2</sub> v plasteh premoga v Sloveniji
		ANG
		Possibilities for geological storage of CO <sub>2</sub> in Slovenia and out of Slovenia - BOOK 3, Possibilities for CO <sub>2</sub> sequestration in coal beds in Slovenia
	Opis	SLO
		Študij plasti premogov v Sloveniji in njihove potencialnosti za morebitno skladiščenje CO <sub>2</sub> v njih je bila del nacionalnega projekta o možnostih geološkega skladiščenja CO <sub>2</sub> v Sloveniji, pred tem pa tudi nekaterih evropskih projektov na to temo. Celotni projekt, ki ga je izvedla skupina 4-ih raziskovalnih organizacij (glej spodaj "Objavljeno v"), je bil izdelan v 8-ih knjigah, ki obravnavajo teoretične osnove skladiščenja CO <sub>2</sub> , potencial za skladiščenje tega plina v globokih, tako imenovanih slanah vodonosnikih, v plasteh premogov in v opuščeni plinskih in naftnih poljih, nato predstavijo možnosti skladiščenja izven Slovenije in v zaključnih knjigah podajajo še načrt dejanskega vtiskanja CO <sub>2</sub> na območju opuščeni plinskih in naftnih polj (Lendava), kjer bi bilo to po strokovni plati verjetno najbolj sprejemljivo. Predhodne preiskave naših premogov (strukturna zgradba nahajališč zaloge, kakovost, zrelostni rang, petrografska sestava, poroznost, geomehanske in geokemične značilnosti) ter zlasti njihove plinsko sorpcijske lastnosti, ki pa so bile analizirane doslej le za velenjski lignit, so za omenjeno študijo predstavljale edine oprijemljive podatke za oceno možnosti shranjevanja CO <sub>2</sub> v plasteh premogov pri nas. Kot končni rezultat se je izkazalo, da so pri nas potencialno primerne za to predvsem globoke plasti premogov v SV Sloveniji, katerih teoretični potencial ocenjujemo na 35-100 Mt (to je sedanja ca. 2 do 5-letna celotna emisija CO <sub>2</sub> v Sloveniji). Realni potencial je najverjetneje precej nižji, saj je problem premogov njihova nizka permeabilnost in efekt nabrekanja zaradi vtiskanja CO <sub>2</sub> .
		ANG
		The study on coals in Slovenia and their potential as geological medium for sequestration of CO <sub>2</sub> was a part of the national project entitled Possibilities of geological storage of CO <sub>2</sub> in Slovenia. The whole project, carried out by coordination between 4 organisation (see "Objavljeno v") was written in 8 books - from presenting theoretical background, through evaluation of CO <sub>2</sub> storage potential in deep saline aquifers, in deep coal seams and in depleted oil and gas fields, to presentation of a programme for real injection and storage of CO <sub>2</sub> in different media - especially in depleted oil and gas fields. Previous investigations on characteristics of our coals (geological structures of coal deposits, reserves, coal quality, rank,

		petrography, porosity, rock-mechanics, geochemistry etc) and especially preliminary tests of gas sorption capacity, which were done in the past only for the Velenje lignite, were the only realistic data for estimation of CO <sub>2</sub> storage potential in coals of Slovenia. As a final result it was concluded, that only deep (>800 m underground) coals of NE Slovenia in the Mura formation (see Chap. 7.1 of this report) might be potentially suitable for CO <sub>2</sub> sequestration. This potential was theoretically - based on volume and porosity - estimated to 35-100 Mt CO <sub>2</sub> . However, real potential, due to realistically expected low permeability and swelling effect by injected CO <sub>2</sub> , is most probably considerably lower.
Šifra	F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
Objavljeno v	Geološki zavod Slovenije; Univ. v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fak., Odd. za geotehnologijo in rudarstvo; HGEM, d.o.o.; Nafta - Geoterm; Erico - Inštitut za ekološke raziskave; 2011; 113 f.; Avtorji / Authors: Orešnik Klara, Mazej Zdenka, Mavec Marko, Markič Miloš, Lapanje Andrej, Rajver Dušan, Komac Marko, Lisjak Ljubica, Turk Velimir, Kraljič Marijan, Tancar Martin, Supovec Ivan, Vukelič Željko, Dervarič Evgen	
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
2.	COBISS ID	2181205
		Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Možnosti skladiščenja CO <sub>2</sub> v Sloveniji in izven nje
	ANG	Possibilities for geological CO <sub>2</sub> sequestration in Slovenia, and outside Slovenia
Opis	SLO	<p>Na 3. mednarodni konferenci EnRe - Energy technology and Climate changes smo predstavili povzetek projekta "Možnosti skladiščenja CO<sub>2</sub> v Sloveniji in izven nje". Omenjeni projekt smo izvajali sodelavci iz naslednjih organizacij: GeoZS, ERICo, Nafta Geoterm, HGEM in NTF-UL. V projektu so bili obravnavani vsi trije glavni geološki mediji za morebitno skladiščenje CO<sub>2</sub>: globoki (&gt;800 m) slani vodonosniki, opuščena naftna in plinska polja ter globoke (&gt;800 m) plasti premoga.</p> <p>Največji volumski potencial imajo tako v svetu kot tudi pri nas tako imenovani slani vodonosniki, vendar pa so ti vodonosniki v večjih globinah (&gt; 800 m) na širših območjih razmeroma slabo raziskani. Razmeroma dobro raziskani so na območjih izkoriščanja podzemnih voda, to pa je večinoma le do globine 1000 m. V Sloveniji izkoriščamo podzemne vode za različne potrebe (pitne, mineralne, termalne, termomineralne vode) in v te ne smemo posegati z zunanjimi dejavniki, ki bi spreminjali kakovost in količino teh voda, torej tudi CO<sub>2</sub> vtiskanja in skladiščenja v take vodonosnike ne smemo izvajati. Tako lahko zaključimo, da je kljub ocenjenemu velikemu potencialu slanah vodonosnikov v Sloveniji njihova uporaba v namene skladiščenja CO<sub>2</sub> v tem trenutku še vprašljiva.</p> <p>V primeru naftno-plinskih polj so največje prednosti visoka stopnja raziskanosti, obstoječa infrastruktura ter možna uporaba tehnologije »pospešenega pridobivanja plina oziroma nafte« (EGR/EOR – enhanced gas/oil recovery). Tudi potencial naftno-plinskih polj na območju polja Petišovci je v Sloveniji znaten. Za polji Petišovci in Dolina pri Lendavi lahko pride v poštev tako imenovano s CO<sub>2</sub> spodbujeno pridobivanje naravnega plina (večinoma metana) in/ali nafte, ki je v posameznem ležišču še ostal (a) ali pa tudi tako imenovanega tesno vezanega plina ("tight gas")v peščenjakih pod znanimi plinsko-naftnim nahajališči.</p> <p>Premogi so za skladiščenje CO<sub>2</sub> potencialno zanimivi, ker so lahko visokoporozni in mikrorazpokani, vendar pa imajo večinoma nizko permeabilnost (pretočnost za pline). Za globoko ležeče plasti premogov predvidevamo, da se nahajajo v celotnem našem delu Panonskega bazena</p>

		<p>na SV države, a bi morali njihova nahajališča najprej dokazati z vsaj dvema strukturnima vrtnama, saj je doslej edino dobro raziskano območje Petišovcev (nad znanimi nahajališči nafte in plina), čeprav o plasteh premogov v celotnem omenjenem bazenu govorijo malodane vse hidrogeološke in naftno-plinske vrtime. Tudi pri nas pa te plasti premogov predstavljajo znatno manjši potencial kot vodonosniki in opuščena polja ogljikovodikov. Za oceno potencialnosti skladiščenja v plasti premogov so podatki o CO<sub>2</sub> sorpcijski kapaciteti ključnega pomena in ravno tako tudi za zajem CO<sub>2</sub> iz premoga, o čemer pa tudi poteka ena vzporednih raziskav v Velenju.</p> <p>Potencialno možno območje za skladiščenje CO<sub>2</sub>, proizvedenega v Sloveniji, je poleg Italije tudi Madžarska. Stanje na področju geološkega skladiščenja CO<sub>2</sub> v sosednjih državah je v glavnem na raziskovalnem nivoju. Poznane so ocene kapacitet za skladiščenje, o čemer je teklo kar nekaj evropskih projektov, v katere smo bili vključeni tudi slovenski strokovnjaki (nazadnje projekt CO<sub>2</sub>Stop, pred njim GeoCapacity).</p>
	ANG	<p>Main results of the project entitled "Possibilities for CO<sub>2</sub> sequestration in Slovenia, and outside Slovenia" were presented at the 3th International "EnRe - Energy technology and Climate changes" conference. The mentioned project was carried out for more than one year (8 books) by the following organisations: Geological Survey of Slovenia (GeoZS), Institute for ecology (ERICo-Velenje), Faculty of natural Sciences and Technology-University Ljubljana (NTF-UL), Nafta Geoterm Lendava and a private company HGEM. All three main geological media potentially suitable as the media for CO<sub>2</sub> sequestration were considered in the study: saline aquifers, depleted oil and gas fields, and coal seams, all in depths more than 800 m.</p> <p>Like in the world, also in Slovenia deep saline aquifers represent the greatest potential, but are well explored only to depths of about 1000 m in the sites of previous hydrogeological and thermalwater explorations. Aquifers of potable, mineral, thermal, thermomineral waters should not be interrupted by activities which would negatively affect the quality and quantity of the natural waters. CO<sub>2</sub> is forbidden to be introduced in such aquifers. Potential for CO<sub>2</sub> sequestration in deep saline aquifers therefore still remains quite an open question.</p> <p>The most reasonable potential for eventual CO<sub>2</sub> sequestration represent depleted oil and gas fields in the Petišovci area. Knowledge on these fields is at a high level and the infrastructure is already established. A symbolic production of oil and gas is still going on and could be maybe increased by injection of CO<sub>2</sub> to enhance recovery of the remaining gas and oil (EOGR technology).</p> <p>NE Slovenia (Pannonian Basin) is not known only by its underground water, geothermal and oil and gas potential but also by deep (down to 1000 m) coal layers (metalignite rank), very well explored in the Lendava Petišovci area and detected in almost all oil and gas, and geothermal wells across the Slovenian part of the Pannonian Basin. Problem of coals is their low permeability (low gas-flow potential) in spite of their often high porosity. To get some data what quantities of gas could be adsorbed into the coal is one of the main reasons why we study adsorption of CO<sub>2</sub> in laboratory conditions on coal samples available to us. Tectonic structure of the Pannonian Basin coals is expected to be simple but the seams are most probably thin (in Lendava three seams &lt; 2m, but very widely extending). Coal layers - their thickness, structure, petrology, spatial distribution - should be checked by core drilling, because data from existing wells (not cored) do not give reliable answers to these questions.</p>

	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Coal Mine; EnRe; 2013; 9 str.; Avtorji / Authors: Orešnik Klara, Mazej Zdenka, Mavec Marko, Fuks Tadej, Lapanje Andrej, Markič Miloš, Kraljič Marijan, Lisjak Ljubica, Supovec Ivan, Tancar Martin, Vukelič Željko, Dervarič Evgen	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
3.	COBISS ID	1086558	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Mineraloška, petrološka in geokemična karakterizacija talninskih plasti velenjskega lignitnega sloja (mentor: M. Dolenc; somentor: M. Markič)
		ANG	Mineralogical, petrological and geochemical characterisation of the Velenje lignite underlying strata footwall (Mentor: M. Dolenc; Co-mentor: M. Markič)
	Opis	SLO	Cilj diplomske naloge je bil proučiti mineralno, petrološko in geokemično sestavo talninskih sedimentov velenjskega lignitnega sloja. V ta namen je bilov raziskavo vključenih 32 vzorcev iz jedra vrtine P-9k/92 na katerih so bile opravljene naslednje preiskave: suha sejalna analiza, sejalna analiza z laserskim merilcem zrnivosti, optična mikroskopija v presevani svetlobi, rentgenska praškovna difrakcija in geokemijska analiza. Rezultati analiz so pokazali, da talninske plasti predstavljajo zelo heterogeni in hitro menjavajoči se sedimenti, ki so nastali v relativno mirnem sladkovodnem okolju, kjer so vladale redukcijske razmere. V proučevanem profilu prevladujejo melji in premoško bogati vzorci, med katerimi izstopajo peščenjaki in brečo-konglomerati. Debeleje zrnati sedimenti so odraz intenzivnejših dogodkov ter povečanega doprinosa terigenega materiala, ki so ga vodotoki s severa prinašali v sedimentacijski bazen. Pojavljajo se tudi sideritni vložki in debelo-zrnati sedimenti bogati s sideritom. Z izračunano Ce anomalijo smo ugotovili, da so ti sedimenti nastali v nekoliko bolj oksidacijskih pogojih. Geokemijska analiza je pokazala, da v vzorcih prevladujejo naslednji oksidi glavnih prvin: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O, CaO, in Na <sub>2</sub> O. Vzorci se med seboj razlikujejo le v količini in razmerju med glavnimi oksidi. Meljevece tako pretežno sestavljajo kremen ter kaolinit in illit/muskovit. V debelo-zrnatih sedimentih je količina glinenih mineralov znatno nižja, ti pa poleg omenjene sestave vsebujejo še glinence. Kot vezivo se v dobro litificiranih peščenjakih pojavlja markazitni, kalcitni in sideritni cement. Korelacije med glavnimi oksidi in redkimi zemljami so pokazale, da je vsebnost lahkih redkih zemelj vezana na alumosilikate, vsebnost težkih redkih zemelj pa na karbonatni del, pretežno na siderit.
		ANG	The aim of the thesis was to study the mineralogical, petrological and geochemical composition of sediments from Velenje lignite basement layers. For this purpose, 32 samples from core hole P-9k/92 was collected and analyzed for: dry sieve analysis, sieve analysis using a laser granulometry, optical microscopy in plane-polarized light, X-ray powder diffraction and geochemical analysis. Results showed that basement layers represent very heterogeneous and rapidly changing bedding sediments that occurred in a relatively calm fresh water environment where redox conditions prevail. Studied profile is dominated by silts and coal-rich sediments, among which the sandstones and breccia-conglomerates stand out. Thicker fine-grained sediments reflect intense events and increased intake of terrigenous material from the north by rivers to the sedimentary basin. Within the layers of sediments siderite lenses and coarse siderite-rich sediments were found. Based on negative cerium anomaly we found out that these sediments resulted in more oxidizing conditions. Geochemical analysis showed that the samples were dominated by the following major oxides: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O, CaO and Na <sub>2</sub> O. The samples differ only in the amount and ratio of major oxides. Siltstones are composed mainly of quartz, kaolinite and illite/muscovite. The amount of clay minerals in the

		coarse grain sediments is significantly lower than in fine grain sediments. Some feldspar is also present in these sediments. In a good lithify sandstones marcasite, siderite and calcite cement occurs. Correlations between major oxides and rare earths elements have shown that light -rare earth elements (LREE) are bound on clay minerals, while concentration of heavy rare earth elements (HREE) are bound to carbonates mainly on siderite.	
	Šifra	D.10 Pedagoško delo	
	Objavljeno v	[T. Čeru]; 2013; V, 125 f., pril.; Avtorji / Authors: Čeru Teja	
	Tipologija	2.11 Diplomsko delo	
4.	COBISS ID	2217045	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Oljni skrilavci - po svetu in pri nas
		ANG	Oil shales - in the World and in Slovenia
	Opis	SLO	<p>Članek je bil napisan na željo revije Proteus. Leta 2005 je bil v tej reviji objavljen članek o premogu, še nazaj pa tudi članek o nafti. Vsi ti članki predstavijo uvodoma gospodarsko vlogo omenjenih energetskih surovin, nato pa se osredotočijo zlasti na predstavitev geoloških pogojev njihovega nastanka, na tipologijo izvornih organskih snovi, na biogeokemične procese njihove zgodnje preobrazbe (diageneze), na fizikalno-kemične procese njihovega zorenja pri povišanih temperaturah in pritiskih in na opredelitev njihove sedanje sestave in strukture.</p> <p>Oljni skrilavci, iz katerih lahko s pirolizo pridobimo razne oljne sestavine, danes v svetu nimajo velikega pomena, razen lokalno za nekatere redke države (Estonija, Kitajska), je pa zanimiva njihova petrologija in kemija. Petrološko so to kamnine, ki vsebujejo organsko snov kerogenskega tipa I in II), ki pa organske snovi vsebujejo manj kot anorganske in s tem predstavljajo prehod med premogi (prevladovanje organske snovi nad anorgansko) in dejanskimi kamninami. Pogosto so dejansko povezane s plastmi premogov, zlasti s sapropelskimi premogi. Pri nas imajo nekatere lastnosti oljnih skrilavcev tako imenovana "črna krovina" nad zasavsko plastjo lignita in temne plasti paleogenskih apnencev, ki spremljajo plasti premogov na Krasu in v Istri. Sicer velja, da v Sloveniji ekonomsko pomembnih plasti oljnih skrilavcev nimamo.</p>
		ANG	<p>The paper entitled "Oil shales - in the World and in Slovenia" was written for Proteus, a Slovenian popular natural-sciences journal (founded in 1933). In 2005 a similar paper was written for coal and years ago for oil. All those papers represent in brief economic significance of the mentioned geo-energy sources and focus then especially in their genesis (initial geologic conditions, tipology of source organic components, biogeochemical processes of early diagenesis and further physico-chemical processes of coalification/maturation), and in their present day occurrence and composition.</p> <p>Oil shales, which can in average produce by pyrolysis ca 100 l of oil per tonne of shale, are today very far from to be an economically important energy source, except for some states and regions as in e.g. Estonia, China, and Brazil. However, interesting is their petrology and chemistry. Oil shales are rocks with subordinated organic matter content (less than 50 %) and represent transition between sapropelic coals and "true" rocks, which are almost free of organic matter and have no commercial potential for industrial oil production. Oil shales are mostly mudstones, siliciclastic or carbonate, and might represent in geological history source rocks for natural generation of oil and/or gas. Source rocks may contain very low organic matter, as low as only ca. 2 % of organic carbon (Corg).</p> <p>Oil shales in many cases occur together with coals, especially when peat (terrestrial vegetation) forming paleo-environments transitioned to sea-influenced environments. In Slovenia, similar examples exist in the roof</p>

		strata with algae and spicules of sponges (so called "black roof", eventhough not sea- but fresh-water influenced) above the Zasavje coal seam and in connection with bituminous coal layers and organic-rich limestones in the Kras (Karst) and Istria regions. Oil shales of economic significance are not known to exist in Slovenia (up to date).	
	Šifra	D.11	Drugo
	Objavljeno v	Prirodoslovno društvo Slovenije; Proteus; 2013; Letn. 76, [št.] 2; str. 55-63, 94; Avtorji / Authors: Markič Miloš	
	Tipologija	1.04	Strokovni članek
5.	COBISS ID	2032725	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Potencialnost (viri) nekonvencionalnega plina iz plasti premogov, opuščenih naftnih in plinskih polj ter nekaterih drugih geoloških formacij v Sloveniji
		ANG	Potential of unconventional gas from coal beds, depleted oil-and gas fields and some other formations in Slovenia
	Opis	SLO	To je bilo vabljen predavanje na SMi konferenci v Londonu, marca 2012, in sicer na temo nekonvencionalnih geoenergetskih virov v posameznih deželeah EU, za mene za Slovenijo. Izraz "nekonvencionalni" se razume pri tem kot način pridobivanja, ne toliko v smislu, da bi nam ti viri ne bili geološko znani že iz preteklosti. Iz tega vidika sem okvirno predstavil naše klasične (konvencionalne) kot tudi perspektivne geoenergetske vire, s katerimi lahko računamo v prihodnosti.
		ANG	This was an invited lecture/presentation about unconventional geoenergy resources in Slovenia, in the frame of EU. The presentation was organised (and financed) by the SMi Conference, London. In fact, in Slovenia, we partially know for unconventional geoenergy resources, and both classical (conventional) and potential, at present still unconventional energy resources were presented at the meeting. Likely in EU countries in general, deep geoenergy data are quite scarce in Slovenia. A sincere call for further multidisciplinary exploration comes from us.
	Šifra	B.04	Vabljen predavanje
	Objavljeno v	2012; Avtorji / Authors: Markič Miloš	
	Tipologija	3.16	Vabljen predavanje na konferenci brez natisa

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

Mateja Gosar opravlja od leta 2010 dalje funkcijo glavne in odgovorne urednice osrednje slovenske znanstvene revije Geologija s 50-letno zgodovino in tradicijo.

Miloš Miler in Andreja Gosar, oba člana tudi našega projekta, sta za raziskavo in članek:

"Chemical and morphological characteristics of solid metal-bearing phases deposited in snow and stream sediment as indicators of their origin"

v reviji:

Environmental Science and Pollution Research International, ISSN 0944-1344. [Print ed.], 2015, vol. 22, no. 3, str. 1906-1918, doi: 10.1007/

dobila za leto 2014 najvišje priznanje od ARRS za najboljši prispevek na svojem področju.

Raziskovalca Gosar in Miler sta sicer obdelala vzorce izven našega projekta, smo pa SEM/EDS (vrstično elektronsko mikroskopijo in semikvantitativno kemično-elementno analizo) uspešno uporabljali tudi na preiskavah premogov, tako v okviru tega projekta kot že prej. Prve preiskave na GeoZS smo s SEM/EDS pred leti v sodelovanju z laboratorijem ZAG (Zavod za gradbeništvo)

opravili (s prijaznim sodelovanjem dr. Ane Mladenovič) dejansko prav na premogih.

Jože Kortnik je bil v letu 2012 urednik Zbornika 13. strokovnega posvetovanja z mednarodno udeležbo z naslovom Gospodarjenje z odpadki - GzO'12, Brdo pri Kranju, 30. avgust 2012. V Ljubljani: Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, 2012, str. III-IV. [COBISS.SI-ID 1232479]. Pomemben avtorjev prispevek je bila predstavitev možnosti izkoriščanja deponijskih plinov.

V Ljubljani smo na Geološkem zavodu Slovenije novembra 2012 organizirali redno 2-dnevno srečanje Ekspertne skupine za geoenergijo (GEEG - Geoenergy Expert Group - EGS), ki deluje v okviru Združenja geoloških zavodov Evrope (organizator M. Markič).

## 9.Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 9.1.Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Velenjski lignitni sloj sodi med debele sloje premoga. Leži 300 m pod površino, v sredini več kot 1000 metrskega zaporedja pliocenskih sedimentov, ki zapolnjujejo intramontani Velenjski bazen. Povprečno je debel 60 m, v dolžino meri 8,5 km in v širino do 2,5 km. Podzemno rudarjenje v Velenju je tehnološko moderno, s čimer je seveda zagotovljena tudi varnost rudarjenja. Ena od nevarnosti v tem premogovniku, zaradi katere je v preteklosti prihajalo tudi do nesreč, pa je nastopanje plinov v lignitu.

Z raziskavami plinov v premogih se ukvarjajo marsikod po svetu. Danes sta aktualni temi zlasti pridobivanje plina iz premoških plasti in vtiskanje CO<sub>2</sub> vanje. Proces se lahko dopolnjujeta.

Ligniti niso prav obetavni za tovrstno geoinženirstvo, ker so povečini nizko plinonosni.

Vsebujejo predvsem biogene pline, na pa tudi termogenih. Večina lignitov v svetu, ki jih odkopavajo predvsem z dnevnimi kopi, ne dosega visokih vsebnosti plinov, pa tudi ti pri dnevnem odkopavanju niso posebej nevarni. Ligniti vsebujejo nad 40 % vode in pri 10% mineralnih primesi, je koristne organske snovi le še manj kot 50 %. Ta je glavni nosilec plinov in ravno zato je tudi plinov v lignitih razmeroma manj kot v zrelejših premogih. Pri tem je mišljen predvsem plin, ki nastopa v premogu v »nevarnem stanju«, adsorbiran na površine mikropor organske snovi. Tovrsten plin je zlasti CO<sub>2</sub>, ki je zato tudi nevarnejši od metana.

Večina zgoraj opisanih lastnosti za velenjski lignit ne velja. Ta lignit vsebuje razmeroma večje količine plinov kot je to normalno za lignite. Vsebuje najpogosteje več CO<sub>2</sub> kot metana. Slednji je bolj mobil in ga je del zagotovo »odšel« iz lignita v krovino. Zlasti zanimivo pa je dejstvo, da imamo opraviti tudi s termogenima različkoma CO<sub>2</sub> in metana, kar nedvoumno kaže, da sta to ali eksterna plina, ali pa je »termogenost« (ugotovljena z izotopsko sestavo ogljika) posledica drugih procesov, verjetno redukcije CO<sub>2</sub>. Del termogenega CO<sub>2</sub> je interpretiran kot plin, ki je v lignitno maso prišel iz »globokih geoloških plasti« preko Šoštanjskega prelomnega sistema.

Pri zgoraj navedenih značilnostih je zanimivo vedeti, sta plinonosnost in dinamika plinov odvisna od petrologije premoga, kar naj bi bila glavna tema projekta. Največji izziv je v tem, da je velenjski lignit petrološko heterogen in da so njegovi petrološki različki lahko nosilci zelo različnih plinskih lastnosti. Odvisnosti med petrološkimi značilnostmi in plini lahko dokaj enostavno proučujemo s sorpcijskimi testi. V svetu imamo kar dosti tovrstnih podatkov za črne premoge, malo pa za lignite. Zato bomo skušali to vrzel nekoliko zapolniti tudi z našimi raziskavami.

ANG

The Velenje lignite is on average a 60 m thick seam, exploited 300 m underground. It is situated in the middle of a 1000 m thick sequence of Pliocene clastics filling the intermontane Velenje basin. The length of the seam is 8.5 km and the width up to 2.5 km. The Velenje Lignite Mine is a technologically modern operation. In spite of that, there exist a danger of outbursts of coal and gasses, also known by some tragic events in the past.

Gas research activities connected with coals run in many countries, to a greater scale in bituminous coals than lignites. Coalbed methane and CO<sub>2</sub> sequestration are the most



propulsive activities, especially if combined. Lignites are not very suitable for this, because they are mostly low gaseous. They contain mostly only biogenic gasses, not also thermogenic. Generation of thermogenic gasses is much greater than the production of biogenic gasses.

Different-quality lignites and brown coals are used world-wide. They contain more than 40 % water and 10 % ash, "if clean". The share of organic matter is therefore low. Also due to this explanation, it is clear why lignites are mostly gas-poor coals. They are enriched in CO<sub>2</sub> versus methane. It is no problem when such CO<sub>2</sub> retains under pressure in the coal structure, but it becomes dangerous when the structure of coal is affected by outer stresses or even broken. That leads to a sudden exhalation of CO<sub>2</sub> and braking of surrounding coal having characteristics of an explosion.

In the case of the Velenje lignite, many above described gas-features as common for lignites are quite different. First, the Velenje lignite is relatively gas-rich, more than normal for lignites. CO<sub>2</sub> mostly prevails over CH<sub>4</sub>, and the ratio between these two gasses varies greatly. Methane is more mobile than CO<sub>2</sub>, and a lot of it it migrated upwards to hanging-wall sediments. Maybe the most interesting thing is that also thermogenic CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> gasses are present in this lignite. This was found by carbon isotopic analyses. It is presumed that a part of these two thermogenic gasses originates from "deep geological strata" and came into the lignite seam via fractures of the Šoštanj fault system, and a part of methane could be produced by microbial CO<sub>2</sub> reduction activity.

Referring to all above described characteristics it comes out that it would be very interesting to find out or better define relations between petrology of coal and gas behaviour within it. It is the fact that the Velenje lignite is heterogeneous composed of inter-beds which could be important carriers of gas properties in regard to their retention and mobility. The answer to these questions may be solved to considerable degree with gas-sorption tests and petrological investigations. Quite a lot of results of such investigations exist world-wide for bituminous coals, but not many for low lignites. To fill this gap a little, we also see one of reasons of our work.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Pomen projekta za Premogovnik Velenje kot sofinancerja in tudi uporabnika rezultatov je v tem, da se bo z rezultati povečalo vedenje in razumevanje o odnosih med petrološkimi značilnostmi posameznih različkov velenjskega lignita in njihovimi plinskimi lastnostmi, kar je vedno aktualna tema. Rezultati bodo uporabni zagotovo tudi pri operativnem projektu, ki ga je začel izvajati Premogovnik Velenje v zvezi z odplinjevanjem in zajemanjem plina v odkopnih stebrih v Jami preloge - severno krilo. Nadalje bodo rezultati uporabni kot vhodni parametri za matematično modeliranje dinamičnih efektov v lignitu pri različnih pogojih pritiskov in mešanic plinov.

Na ozemlju Slovenije je imelo premogovništvo podoben razvoj kot v ostalih zahodno- in srednje-evropskih deželah in je bilo tesno povezano z industrijskim razvojem od sredine 18. stoletja naprej. V slovenskih rudnikih kovin, najbolj znan primer je seveda Idrija, je bilo nekako od začetka 16. stoletja naprej dobro razvito tudi tako imenovano rudniško-geološko raziskovanje, ki je služilo večinoma sledenju rude. Kasneje, šele v 19. stoletju, se je ta dejavnost razvila v pravo rudniško geologijo (angl. »mining geology«), ki je začela postopoma pridobivati značilnosti vse bolj poglobljenega ne le uporabnega temveč tudi temeljnega znanstveno-raziskovalnega dela. Raziskovalna geološka dejavnost se je pri nas dobro razvijala tako zaradi zares pestre površinske geološke zgradbe kakor tudi zaradi večinoma strukturno-geološko zapletenih rudišč v tem našem alpsko-dinarskem prostoru. Podobno je veljalo tudi za številna večinoma v 18. in 19. stoletju najdena nahajališča premogov. V Sloveniji je v preteklosti delovalo okoli 45 premogovnikov, o katerih obstaja dobra zgodovinska in proizvodna dokumentacija, sicer pa je bilo raznih malih premogokopov še mnogo več. O geologiji naših premogišč obstaja dobra, v številnih primerih tudi odlična in obilna geološka dokumentacija, predvsem v obliki elaboratov o zalogah in objavljenih del večinoma v domači znanstveni literaturi, nekaj tudi v tuji. Dolgo časa je bilo naše vodilno območje premogovništva Zasavje.

Danes so v Zasavju zaloge premoga malodane izčrpane in zelo drage za pridobivanje. Edini premogovnik, ki bo pri nas verjetno še obratoval kakih štirideset let, je Premogovnik Velenje, iz katerega lignit je tudi glavni predmet raziskovanja v tem projektu.

V okviru tega premogovnika, njegove geološke zgradbe, geološkega modeliranja ter reševanja številnih praktičnih vprašanj je bilo izvedenih veliko raziskav in napisanih različnih del. Velenje je bilo vedno torišče sodobnega raziskovalnega dela, ki je skrbelo tudi za vzgojo kadrov na način, da so ti imeli tudi ustrezno bodočnost. Vedno se je tu tudi izmenjavalo mednarodno vedenje o premogovnem rudarstvu in geologiji. Danes smo priča novim izzivom, ki jim želimo slediti tudi z nadaljnjim znanstveno-raziskovalnim delom.

ANG

A direct application of results of this project relies especially to their use at the Velenje Lignite Mine itself. It is also the reason why the Mine is both project partner and co-financing organisation. The results which will explain the role of petrologic composition, structure and texture in the behaviour and occurrences of gasses within the lignite seam are expected to be useful at the operative projects which are running at the mine itself. Among them, the closest usage of the results of this project is expected in the case of the drainage project running in the Preloge field - northern wing. Some explanations about different gasses and their amounts in different parts of the whole mine are also expected to be better explained with this project's results. Further on, the results of detailed petrological characterisation of samples and gas sorption characteristics will serve as source parameters for continuing phases of mathematical modelling (SCA modelling) of dynamical effects in lignite as a reaction to external stresses and at presence of different gasses.

Coal mining in Slovenia had a similar historical and economical development as in other countries of industrialised Europe from the mid-18th century onwards. Modern mining in our country started at the very beginning of the 16th century, when Idrija mercury was found some years ago (1492). Miners started to looking for metals also in other places of the country, but it was not before the 19th century when a true mining geology emerged which started to study a wide spectrum of geological phenomena in a real scientific way. In our Alpine-Dinaric-Pannonian basin geological realm not only metal deposits but also coal deposits, mostly found in the 18th and 19th century, were found to occur in mostly quite complicated structures. About 45 coal mines operated in the past on the territory of nowadays Slovenia. All these are documented, the biggest among them, about 20, in the form of elaborations of coal reserves. The main area of coal mining in Slovenia was for a long time the Zasavje area in which the mining will be finished in close next years. Only the Velenje Lignite Mine will operate for maybe 40 years.

In the history of this coal mine, from 1875 onwards, several great mining and geological scientific works have been done and even much more applied studies to solve different geotechnological and related problems. Velenje was always a site of modern research and exploration work in mining, geology and also other branches, which also took care on development and education of young generations in a way to be prosperous in the future. Velenje is also a frequent place of professional meetings to exchange knowledge and experiences also in the wider area and world. Each time has its challenges and needs, and tries to find some new issues. To study gasses – being generated, accumulated, recovered, emitted, captured, migrated, as it seems making our planet warmer than it would normally be (or maybe not?) – is for sure one of the challenges of our time. With this project, and in contacts with colleagues internationally and at home, we would like to be active on this domain.

#### 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	
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen <input type="button" value="v"/>
Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="button" value="v"/>

<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input 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"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	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"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**

Z DA smo odgovorili na vprašanja, ki so v zvezi z našo stroko, z NE pa na vprašanja ki so večinoma izven nje.

**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	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
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 type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" 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="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input 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"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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: Naše raziskave nimajo bistvenega vpliva na družbeni razvoj kot je opredeljen zgoraj	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo: Naše raziskave imajo pomen na področju vodenja o energetskih virih, o njihovem pridobivanju in gospodarjenju z njimi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>					

<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>						
--------------	---------------	--	--	--	--	--	--

**Komentar**

--

**12.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>11</sup>**

	Sofinancer			
1.	Naziv	Premogovnik Velenje		
	Naslov	Partizanska ulica 78		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	100.000	EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25	%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1.	V geološkem prostoru Premogovnika Velenje je bila ugotovljena značilno različna izotopska sestava v posameznih geoloških medijih.	F.02
		2.	Ugotovljena je bila različna sestava plinov v različnih delih Velenjskega bazena .	F.02
		3.	Ugotovljeno je bilo spreminjanje sestave plinov v odvisnosti od napredivanja rudarskih del	F.01
		4.	Pojasnjene so bile plinsko-sorpcijske (CO2) lastnosti različnih vrst premogov -	F.02
		5.	Raziskave iz te naloge so spodbudile nekatere naloge drugih organsko bogatih kamnin	F.02
	Komentar			
	Ocena	Sofinancer, Premogovnik Velenje, meni, da so bile izvedene raziskave petrologije premoga in njegovih plinskih lastnosti koristne tako iz vidika temeljnega vedenja kot iz vidika praktične uporabnosti rezultatov. Raziskave projekta, ki ga je sofinancirala ARRS, so dopolnile raziskovalne aktivnosti na področju spremljanja in ugotavljanja plinske dinamike, ki jih izvajajo strokovne službe premogovnika. Raziskovanje plinov je za premogovnik ključnega pomena, ne le za samo razumevanje razporeditve, sestave in izvora plinov, temveč tudi za vzpostavljanje čim varnejših pogojev pri rudarjenju v velenjskem lignitnem sloju s tako imenovano in mednarodno priznano "Velenjsko metodo podzemnega odkopavanja debelih slojev premoga".		

**13.Izjemni dosežek v letu 2014<sup>12</sup>****13.1. Izjemni znanstveni dosežek**

V knjigi Coal and Coalbed Gas (Elsevier, 2014, 697p.; avtor Romeo M. Flores) je bil nosilec tega projekta s soavtorji citiran s tremi deli.

MARKIČ, Miloš, SACHSENHOFER, R.F. Petrographic composition and depositional environments of the Pliocene Velenje lignite seam (Slovenia). International journal of coal geology, ISSN 0166-5162. [Print ed.], 1997, vol.33, str.229-254. [COBISS.SI-ID 311125],

MARKIČ, Miloš, ZAVŠEK, Simon, PEZDIČ, Jože, SKABERNE, Dragomir, KOČEVAR, Marko.



Macropetrographic characterization of the Velenje lignite (Slovenia). Acta Universitatis Carolinae. Geologica, ISSN 0001-7132, 2001 [tisk. 2003], vol. 45, nos. 2/4, str. 81-97. [COBISS.SI-ID 1027157],

MARKIČ, Miloš, SACHSENHOFER, Reinhard F.. The Velenje lignite - its petrology and genesis. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 2010. VIII, 218 str., ilustr. ISBN 978-961-6498-20-3. [COBISS.SI-ID 250446080]

### 13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

## 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

Miloš Markič

### ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

13.3.2015

### Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/4

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

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

<sup>4</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

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

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>7</sup> 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](#)

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

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

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

<sup>12</sup> 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/>, predstavitev 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

2E-55-2D-62-10-0D-A0-E4-D8-E5-4D-F0-C8-0C-92-9D-28-5C-90-C9