



6.SLOVENSKI
GEOLOŠKI
KONGRES

ZBORNİK

POVZETKOV / BOOK OF ABSTRACTS

3.-5. OKTOBER 2022
Rogaška Slatina

6. Slovenski geološki kongres

3.-5. oktober 2022, Rogaška Slatina

"Vedeti (ne)vidno – vloga geologije v naši družbi"

ZBORNİK POVZETKOV
BOOK OF ABSTRACTS



6. Slovenski geološki kongres /

Vedeti (ne)vidno – vloga geologije v naši družbi

Rogaška Slatina, 3.-5. oktober 2022

Zbornik povzetkov/Book of abstracts

Elektronska izdaja/Electronic edition

© 2022, Slovensko geološko društvo, Ljubljana

<https://www.geo-zs.si/6SGK2022/>

Odgovorna urednica/Chief editor: Nina Rman

Urednice/Editors: Nina Rman, Branka Bračič Železnik, Petra Žvab Rožič

Grafično in tehnično oblikovanje/Graphic and technical design:

Polonadesign – Polona Šterk Košir, Alenka Šterk

Zasnova grafične podobe/Graphic design concept:

Eneja Kocjančič, Ivana Katarina Milinkovič, Nina Vene

(v okviru predmeta Načrtovanje pisav, študijska smer Grafične in

interaktivne komunikacije, študijsko leto 2020/2021,

mentorja Nace Pušnik, Gregor Franken)

Izdajatelj in založnik/Issued and published by:

Slovensko geološko društvo

Za založnika/Represented by: Branka Bračič Železnik

Vsi prispevki so recenzirani./All abstracts are peer-reviewed.

Za jezik in vsebino prispevkov so odgovorni avtorji./Authors are responsible for the language and content of the abstracts.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI-ID 122637315](#)

ISBN 978-961-95928-2-3(PDF)

Organizatorja kongresa/Congress organisers:

Slovensko geološko društvo in društvo SKIAH



Organizacijski odbor/Organizing committee:

Branka Bračič Železnik, Barbara Čenčur Curk,
Tea Hočevar, Klara Nagode, Urška Pavlič, Nina Rman, Luka
Serianz, Anja Torkar, Petra Žvab Rožič

Vodja znanstvenega odbora/Head of scientific committee

Nina Rman

Znanstveni odbor/Scientific committee:

Jure Atanackov (<i>GeoZS</i>)	Marko Komac (<i>EFG, Belgija</i>)	Martina Stupar (<i>ZRSVN</i>)
Branka Bračič Železnik (<i>JP VOKA SNAGA</i>)	Matija Križnar (<i>PMS</i>)	Petra Souvent (<i>ARSO</i>)
Mihael Brenčič (<i>NTF UL</i>)	Tea Kolar-Jurkovšek (<i>GeoZS</i>)	Andrej Šmuc (<i>NTF UL</i>)
Miloš Bavec (<i>GeoZS</i>)	Sonja Lojen (<i>IJS</i>)	Jasna Šinigoj (<i>GeoZS</i>)
Mojca Bedjanič (<i>ZRSVN</i>)	Miloš Markič (<i>GeoZS</i>)	Sašo Šturm (<i>IJS</i>)
Sonja Cerar (<i>GeoZS</i>)	Tamara Marković (<i>HGI, Hrvaška</i>)	Goran Vižintin (<i>NTF UL</i>)
Barbara Čenčur Curk (<i>NTF UL</i>)	Matevž Novak (<i>GeoZS</i>)	Marko Vrabec (<i>NTF UL</i>)
Sabina Dolenc (<i>ZAG</i>)	Metka Petrič (<i>IZRK ZRC SAZU</i>)	Mirijam Vrabec (<i>NTF UL</i>)
Andrej Gosar (<i>ARSO, NTF UL</i>)	Tina Peternel (<i>GeoZS</i>)	Polona Vreča (<i>IJS</i>)
Luka Gale (<i>NTF UL</i>)	Tomislav Popit (<i>NTF UL</i>)	Timotej Verbovšek (<i>NTF UL</i>)
Mateja Gosar (<i>GeoZS</i>)	Urška Pavlič (<i>ARSO</i>)	Tomaž Verbič (<i>Arhej d.o.o.</i>)
Mojca Gorjup Kavčič (<i>Geopark Idrija</i>)	Boštjan Rožič (<i>NTF UL</i>)	Nadja Zupan Hajna (<i>IZRK ZRC SAZU</i>)
Špela Goričan (<i>PIIR ZRC SAZU</i>)	Duška Rokavec (<i>GeoZS</i>)	Nina Zupančič (<i>NTF UL</i>)
Jernej Jež (<i>GeoZS</i>)	Jože Ratej (<i>IRGO Consulting</i>)	Gorazd Žibret (<i>GeoZS</i>)
Mateja Jemec Auflič (<i>GeoZS</i>)	Nastja Rogan Šmuc (<i>NTF UL</i>)	Petra Žvab Rožič (<i>NTF UL</i>)
Mitja Janža (<i>GeoZS</i>)	Nina Rman (<i>GeoZS</i>)	
Darja Komar (<i>Geopark Karavanke</i>)	Luka Serianz (<i>GeoZS</i>)	

Vsebina/Content

VABLJENI POVZETKI/INVITED ABSTRACTS

Problematika Šoštanjkega in Labotskega preloma na širšem območju Rogaške Slatine	12
Jure Atanackov, Jernej Jež, Blaž Milanič, Matevž Novak, Anže Markelj, Igor Rižnar, Petra Jamšek Rupnik	

Značilnosti mineralov iz Haloz	13
Miha Jeršek	

Predor Karavanke – 30 let pozneje	14
Andrej Ločniškar	

Mednarodni dan geopestrosti	15
Martina Stupar	

POVZETKI/ABSTRACTS

Ocena toplotne prevodnosti sedimentov s pomočjo laboratorijskih analiz vzorcev in analitičnih modelov	20
Simona Adrinek, Mitja Janža, Rao Martand Singh	

Regijski park Pohorje – (res) le vprašanje časa?	21
Mojca Bedjanič, Andrej Grmovšek, Uroš Kur	

Geologija v vzgoji in izobraževanju prihodnosti, da ali ne?	22
Mojca Bedjanič, Petra Žvab Rožič, Matevž Novak, Neža Malenšek Andolšek, Nina Valand, Nina Rman, Rok Brajkovič	

Pojav naravnih izvirov ogljikovega dioksida – mofet v Sloveniji in smernice za njihovo varovanje	23
Mojca Bedjanič, Nina Rman, Dominik Vodnik	

Obdelava velikih količin podatkov v GIS okolju za pripravo karte gostote padajočega kamenja na državnih cestah v Sloveniji	24
Gašper Bokal, Mateja Jemec Auflič	

Galerija Šklendrovec – spremembe projektnih rešitev med gradnjo	25
Agata Boncelj Tonejec, Jaka Rupnik, Matej Klančičar, Janez Hribar, Melanija Huis, Marko Andrejašič, Petra Gros, Erazem Kovač, Janez Burja	

On the identification of the provenance of Lower Cretaceous calcarenite in stone products from Emona (present-day Ljubljana, Slovenia)	26
Rok Brajkovič, Bojan Djurič, David Gerčar, Blanka Cvetko Tešovič, Boštjan Rožič, Luka Gale	

Educational challenge on the value chain of raw materials from a geological perspective	27
Rok Brajkovič, Nina Valand	

Groundwater vulnerability mapping to pollution using DRASTIC and COP methods – a case study of Slovenia	28
Sonja Cerar, Petra Meglič	

Težki minerali kot kazalniki izvora kovin v tleh	29
Barbara Čeplak, Nina Zupancič, Miloš Miler, Simona Jarc	

Monitoring kakovosti rečnih sedimentov – pomen harmonizacije postopkov	30
Teja Čeru, Meta Dobnikar in SIMONA team	
Insights into the production technology of 13th Century porous lightweight bricks of Ramappa Temple (Telangana, India)	31
Sabina Dolenc, Shiva Kumar Naidu, Matej Dolenc, Andreja Pondelak, Lidija Korat, Suryanarayana Murthy, Thirumalini Selvaraj	
Oralna biodostopnost potencialno strupenih elementov v različnih okoljskih medijih	32
Martin Gaberšek, Mateja Gosar	
New exceptionally preserved stomatopod from Early Miocene of Meljski hrib	33
Rok Gašparič	
Cetorhinid gill rakers from Early Miocene of Meljski hrib	34
Rok Gašparič, Martin Koščak, Martin Mazuch	
Spodnja flišoidna formacija v zaporedju Ponikvanske tektonske krpe	35
David Gerčar, Boštjan Rožič	
Geological mapping in the karst terrains in Dalmatia using digital satellite images as an integral part in mineral raw materials exploration	36
Nikola Gizdavec, Mateo Gašparović, Slobodan Miko, Borina Lužar – Oberiter, Nikolina Ilijanić, Zoran Peh	
Meritve tektonskih mikro–premikov v prelomni coni Idrijskega preloma v dolini Učje (Z Slovenija)	37
Andrej Gosar	
Zaprta in opuščena odlagališča kovinskih rudnikov: vplivi na okolje in sekundarna surovina	38
Mateja Gosar, Miloš Miler, Špela Bavec, Matevž Demšar, Martin Gaberšek	
Integracija mineralnih virov držav Zahodnega Balkana v obstoječ evropski podatkovni model	39
Katarina Hribernik, Duška Rokavec, Jasna Šinigoj	
Impacts on the management of deep geothermal groundwater monitoring wells of Pre-Neogene aquifers in the Mura-Zala Basin, Northeastern Slovenia	40
Bojana Janežič, Sonja Lojen, Goran Vižintin	
Modeliranje hidrogeoloških razmer in razširjanja onesnaženja na območju lškega vršaja	41
Mitja Janža, Branka Bračič Železnik, Brigita Jamnik	
Geološki laboratorij za proučevanje nastanka skalnih podorov	42
Mateja Jemec Auflič, Ela Šegina, Tina Peternel, Jernej Jež, Andrej Vihtelič, Jasna Šinigoj	
Izdelava opozorilnih kart nevarnosti pobočnega masnega premikanja v Sloveniji – pregled stanja in napredek	43
Jernej Jež, Špela Kumelj, Blaž Milanič, Matija Krivic, Gašper Bokal, Jernej Bavdek, Anže Markelj, Ana Novak, Kristina Ivančič, Matevž Demšar, Lucija Slapnik	
Spremljanje plazu Slano blato iz zraka in vesolja – kako aktiven je plaz danes?	44
Galena Jordanova, Marko Vrabc, Krištof Oštir, Timotej Verbovšek	
Sledilni poizkus na območju osrednjih vadbišč slovenske vojske BAČ in POČEK	45
Grega Juvan, Jože Ratej	

Izotopski vpogled v prehrano jamskega medveda od mladiča do odraslega osebk	46
Urša Kastelic Kovačič, Irena Debeljak, Doris Potočnik, Nives Ogrinc, Nina Zupančič	
Pregled zgornjekrednih pelagičnih sedimentov na območju Krnskega pogorja	47
Anja Kocjančič, Maria Rose Petrizzo, Aleksander Horvat	
Biofacies permsko-triasnega profila Teočak, Bosna in Hercegovina	48
Tea Kolar-Jurkovšek, Hazim Hrvatović, Dunja Aljinović, Galina P. Nestell, Bogdan Jurkovšek, Ferid Skopljak	
Fosili Slovenije – Fossils of Slovenia	49
Tea Kolar-Jurkovšek, Bogdan Jurkovšek	
Varovanje geoprostosti – poslanstvo Karavanke UNESCO Globalnega Geoparka	50
Darja Komar, Mojca Bedjanič, Lenka Stermecki, Suzana Fajmut Štruel, Gerald Hartmann	
Salt diapirs and active tectonics in the Central Adriatic (Croatia)	51
Tvrčko Korbar, Ana Kamenski, Damir Palenik, Snježana Markušić	
Kritični parametri podzemne in površinske vode za oceno stanja ohranjenosti močerila	52
Katja Koren	
Obnašanje trdnih kovinskih onesnažil v okolju na območju Zgornje Mežiške doline	53
Saša Kos, Miloš Miler, Nina Zupančič	
Age constraints on the Jurassic oolite of Trnovski Gozd, SW Slovenia: Strontium isotope dating of brachiopods and belemnites	54
Adrijan Košir, Dominik Božič	
Zapis paleocensko-eocenskega toplotnega viška v vrtni T1-7 na Krasu. V spomin Bogomirju Celarcu [†]	55
Adrijan Košir, Giovanna Della Porta	
New chondrichthyan remains from the Lower Permian beds near Dovje (Karavanke Mts., Slovenia)	56
Matija Križnar	
Vodoravna jama na Židovcu (Poljanska gora): novo jamsko najdišče pleistocenske favne	57
Matija Križnar, Pavel Jamnik	
Evropska zbirka podatkov o mineralnih surovinah, MIN4EU	58
Špela Kumelj, Duška Rokavec, Andrej Vihtelič, Blaž Bahar, Katarina Hribernik, Jasna Šinigoj	
Slovenska geološka pot med Tolminom in Stržiščem – le kaj je želel prof. Buser pokazati?	59
Mateja Macut, Mateja Božič, Aljaž Mavrič, Katja Oselj, Anže Tesovnik, Zala Žarkovič, Matevž Novak, Boštjan Rožič, Petra Žvab Rožič	
Mikroplastika v podzemni vodi	60
Nina Mali, Anja Koroša, Elvira Colmenarejo, Marko Kozjek, Miloš Miler, Manca Kovač Viršek	
Hidrogeološka karta Slovenije 1:25.000 – Območje Krško-Brežice	61
Nina Mali, Andrej Lapanje, Lidija Levičnik, Petra Meglič, Matevž Novak, Petra Jamšek Rupnik, Kristina Ivančič, Janko Urbanc, Timotej Pepelnik, Blaž Pucihar, Darko Petauer, Stojan Kranjc	

Ostrakodi Kozjanskega – preliminarni rezultati	62
Miha Marinšek, Valentina Hajek-Tadesse, Tea Kolar-Jurkovšek, Luka Gale	
Geochemical and isotopic characterization of natural gas from the Petišovci-Dolina oil and gas field (NE Slovenia)	63
Miloš Markič, Tjaša Kanduč	
Nove hidrogeološke strokovne podlage za upravljanje z vodnimi viri v Karavanke UNESCO Globalnem Geoparku – rezultati projekta KaraWAT	64
Petra Meglič, Nina Rman, Andrej Lapanje, Jan Udovč, Špela Kumelj, Jernej Jež, Gerald Hartmann, Danijela Modrej, Lilia Schmalzl, Julia Zierler	
Age of the Plio-Early Pleistocene river-terrace sequence in Velenje Basin (Slovenia)	65
Eva Mencin Gale, Naki Akçar, Petra Jamšek Rupnik, Miloš Bavec, Mirka Trajanova, Luka Gale, Marcus Christl, Christof Vockenhuber, Flavio S. Anselmetti, Andrej Šmuc	
Analiza provenience fluvialnih klastičnih sedimentov iz fosilne jame pri Logatcu, osrednja Slovenija	66
Primož Miklavc, Aleš Šoster, France Šušteršič, Andrej Šmuc	
Kako varni smo pred delci v zraku v mestnem avtobusu?	67
Miloš Miler	
Geokemične značilnosti okolja v rudniku Sitarjevec	68
Miloš Miler, Blaž Zarnik, Mateja Gosar	
Izvor kamnitih kock iz celjskih rimskih mozaikov	69
Snježana Miletič, Andrej Šmuc, Matej Dolenc, Miloš Miler, Ajda Mladenovič, Maja Gutman Levstik, Sabina Dolenc	
Morfometrija in granulometrija barhanov iz slovenskega dela Tržaškega zaliva	70
Ana Novak, Andrej Šmuc, Sašo Poglajen, Marko Vrabec	
Vpliv litologije na vrsto transporta sedimenta; primer dveh sosednjih aluvialnih pahljač v Planici	71
Andrej Novak, Tomislav Popit, Andrej Šmuc	
Sedimentna analiza, dinamika odlaganja in pod površinska zgradba precejenih zrnskih nanosov na aluvialni pahljači v dolini Planice	72
Andrej Novak, Marko Vrabec, Tomislav Popit, Goran Vižintin, Andrej Šmuc	
Nova spodnjepermjska Rigeljska formacija v Južnih Karavankah	73
Matevž Novak, Karl Krainer	
Apneni ometi in njegove lastnosti	74
Andreja Padovnik, Violeta Bokan Bosiljkov, Petra Štukovnik	
Prvi lokalni sistem za zgodnje opozarjanje v primeru plazenja – razvoj v okviru sistema MASPREM	75
Tina Peternel, Ela Šegina, Mateja Jemec Auflič, Jernej Bavdek, Jasna Šinigoj	
Hidrogeološke raziskave za potrebe varovanja črne in bele človeške ribice na Z robu Bele krajine	76
Metka Petrič, Mitja Prelovšek, Nina Mali, Janko Urbanc, Marina Pintar, Rozalija Cvejč	
Peatlands – where organic matter and dust meet	77
Valentina Pezdir, Marta Pérez-Rodríguez, Nina Zupančič, Mateja Gosar	

Tectonic geomorphology and hydrographic network of the Istra Peninsula	78
Ladislav Placer, Igor Rižnar, Ana Novak	
Aktualne raziskave krasa in jam na podzemni trasi 2TDK	80
Mitja Prelovšek	
Obravnava talnih vod pri načrtovanju posegov in gradnje v podzemnih etažah na območju Mestne občine Ljubljana	81
Joerg Prestor, Janja Svetina	
Vpliv antropogenih in naravnih dejavnikov na sestavo zgornjega in spodnjega dela tal na območju Slovenije	82
Emil Pučko, Gorazd Žibret, Klemen Teran	
Ocena možnosti rabe geotermalne energije v kmetijstvu v Sloveniji	83
Nina Rman, Andrej Lapanje, Dušan Rajver, Simona Pestotnik, Joerg Prestor	
Poletna šola o Termogeologiji kot prvi primer terciarnega izobraževanja o geotermalni energiji na Naravoslovnotehniški fakulteti	84
Nina Rman, Mihael Brenčič	
PanAfGeo: vseafriška podpora geološkim znanostim in tehnologiji v okviru partnerstva Afrika – EU	85
Duška Rokavec, Špela Kumelj, Ela Šegina, Gay Emmanuel Moukoury Moume, Tina Peternel, Matija Krivic, Matevž Novak, Nina Rman	
Jurski sedimentarni razvoj mostu med Dinarsko in Julijsko karbonatno platformo	86
Boštjan Rožič, Jan Udovč, Petra Žvab Rožič	
Ocena količinskega stanja podzemnih voda za Načrt upravljanja voda 2022–2027 (NUV3)	87
Petra Souvent, Urška Pavlič, Mišo Andjelov, Peter Frantar	
K poenotenju terminologije o geodiverziteti oziroma geopestrosti v slovenščini	88
Borut Stojilković	
UNESCO IGCP 737 smart geology for better community – integrating geological heritage of the southeast european countries into sustainable development strategies	89
Martina Stupar, Ljerka Marjanac	
Ugotavljanje izvornih mest onesnaženj podzemne vode s pomočjo analitičnega modela disperzije	90
Janja Svetina, Joerg Prestor, Brigita Jamnik	
Hidrogeološki modelski sistem Agencije RS za okolje (HGMS ARS0)	91
Dejan Šram, Petra Souvent, Peter Frantar, Sašo Petan	
Uporaba industrijske sadre za proizvodnjo 3D tiskanih gradbenih proizvodov	92
Mateja Štefančič, Vesna Zalar Serjun, Lidija Korat	
Aktivne in reliktno kontaktno–kraške morfološke oblike na Slavinskem ravniku (JZ Slovenija)	93
Astrid Švara, Andrej Mihevc, Nadja Zupan Hajna	

Comparison of road and house dust elemental composition with the composition of PM10 particles measured by the air quality measurement stations	94
Klemen Teran, Mattia Fanetti, Gorazd Žibret	
Razvoj usklajenih pristopov za pripravo in uporabo načrtov varne oskrbe z vodo v jadransko-jonski makroregiji	95
Anja Torkar, Barbara Čenčur Curk, Ana Strgar, Primož Banovec, Ajda Čilenšek, Jerca Praprotnik Kastelic, Matej Cerk	
Pojavi benzotriazolov in njihovih razgradnih produktov v vodonosniku Ljubljanskega polja	96
Branka Trček	
Geopestrnost: kaj, kako in zakaj?	97
Aleksandra Trenčovska	
Karotažne meritve v vrtinah in vodnjakih ter njihov potencial pri rešitvi geološko pogojenih problemov	98
Jan Udovč, Simon Mozetič, Tomislav Matoz, Andrej Lapanje	
Vpliv lastnosti plasti in diskontinuitet na spodjedanje obalnih klifov	99
Timotej Verbovšek, Galena Jordanova, Boštjan Rožič	
Primerjava rezultatov georadarskih in dron meritev na trasi 2. tira Divača – Koper pred predorom T1	100
Marjana Zajc, Andraž Krivic, Robert Verlič	
Uporaba fitolitov in $\delta^{13}C$ za rekonstrukcijo vegetacije na območju spodmola Gledswood Shelter 1 (GS1), severni Queensland, Avstralija	101
Mojca Zega, Michael Bird, Lynley Wallis	
Netipičnih jamski sedimenti iz Grofove jame na Krasu kot informacija o izbruhu Smrekovškega stratovulkana	102
Nadja Zupan Hajna, Pavel Bosák, Andrej Mihevc, Jiří Filip, Michal Banaš, Lukáš Krmiček, Lenka Lisá, Šárka Matoušková, Jan Rohovec, Roman Skála, Martin Štastný, Jaromír Ulrych	
The new seismic hazard model for Slovenia (2021): seismic vs. aseismic fault slip ratio	103
Polona Zupančič, Michele M. C. Carafa, Vanja Kastelic, Petra Jamšek Rupnik, Jure Atanackov, Barbara Šket Motnikar, Mladen Živčić, Martina Čarman, Andrej Gosar	
MURmap – Celostno geokemično sledenje anorganskih onesnaževal v porečju reke Mure	104
Gorazd Žibret, Polona Kralj, Barbara Čeplak, Johanna Irrgeher, Thomas Prohaska, Daniel Vollprecht, Ulrike Moser, Samo Hočevar, Martin Šala	
Karakterizacija žvepljenih izvirov v krasu: študije izbranih primerov iz Slovenije	105
Petra Žvab Rožič, Barbara Čenčur Curk, Branko Čermelj, Martin Gaberšek, Tjaša Kanduč, Janez Mulec, Klara Nagode, Teja Polenšek, Boštjan Rožič, Ljudmila Strahovnik, Kaja Šušmelj, Timotej Verbovšek, Polona Vreča, Mojca Zega, Tea Zuliani	
Raziskovanje vpliva namakanja na izpiranje nitrata na podzemne vode	106
Luka Žvokelj, Anja Koroša, Janko Urbanc, Marina Pintar	
Grajeni ekosistemi za blaženje vpliva kmetijstva na kakovost vodnih teles	107
Luka Žvokelj, Miran Renčelj, Urša Brodnik, Milan Vogrin, Marina Pintar	
Študija hidrodinamičnega obnašanja vodonosnika Krško–Brežiškega polja po polnitvi akumulacijskega bazena	108
Branka Trček, Andrej Juren, Beno Mesarec	
Seznam avtorjev	109

“VEDETI (NE)VIDNO – VLOGA GEOLOGIJE V NAŠI DRUŽBI,,



VABLJENI POVZETKI/INVITED ABSTRACTS

Problematika Šoštanjskega in Labotskega preloma na širšem območju Rogaške Slatine

Jure Atanackov¹, Jernej Jež¹, Blaž Milanič¹, Matevž Novak¹, Anže Markelj¹, Igor Rižnar², Petra Jamšek Rupnik¹

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (jure.atanackov@geo-zs.si)

²Geološke ekspertize Igor Rižnar s. p., Ul. bratov Martinec 40, 1000 Ljubljana, Slovenija

Širše območje Rogaške Slatine leži na strukturno-geološko in geodinamsko razgibanem območju, kjer se stikajo pomembne geotektonske in strukturne enote in elementi na različnih merilih, ter pomeni velik strukturno-geološki izziv. Na regionalnem merilu geološka struktura odraža kompleksen stik geotektonskih enot na več merilih: trojni stik med Evrazijsko, Jadransko in Panonsko litosfero (e.g. Brückl in sod., 2010), stik med megaenotama Tizsa in ALCAPA (Schmid in sod., 2020) ter širšo kolizijsko dinamiko z Jadransko mikroploščo (Vrabec in Fodor, 2006) in stik med regionalnimi tektonskimi enotami Posavskih gub, Periadriatske cone in Srednjemadžarske cone. Velike spremembe v regionalni geološki strukturi prav na tem območju odražata tudi struktura litosfere in globina MOHO, ki se od zahoda proti vzhodu strmo manjša. Lokalno geološko strukturo na območju Rogaške Slatine v veliki meri krojita dva aktivna regionalna preloma, Labotski in Šoštanjski. Šoštanjski prelom je desnozmičen prelom, ki poteka po južnem robu Šaleške doline, mimo Dobrne in Vojnika proti Rogaški Slatini, ter se nato nadaljuje v Hrvaško Zagorje. Labotski prelom, prav tako desnozmičen prelom, ki se razteza iz avstrijske Koroške čez Koroško, se na območju Rogaške Slatine končuje oz. prehaja v transpresivno območje, ki ga označujejo izrivne strukture in zmični do reverzni prelomi in gube v Srednjemadžarski smeri. Šoštanjski in Labotski prelom se na območju Rogaške Slatine zblížata na zgolj 3–4 km (Atanackov in sod., 2021). Odprto je vprašanje stika oz. interakcije med prelomoma in njun vpliv na strukture proti vzhodu. Prav tako je odprto vprašanje vpliva Savskega preloma oz. njegovega najvzhodnejšega dela na istem območju ter širše interakcije med tektonskimi enotami Posavskih gub, Periadriatske cone in Srednjemadžarske cone. Poznavanje lokalne in regionalne geološke strukture in dinamike na območju Rogaške Slatine ter s tem interakcije in povezave med tektonskimi enotami na različnih merilih je odprto in aktualen izziv, ki podaja rešitev kompleksne strukturne enačbe, s številnimi znanstvenimi in aplikativnimi uporabami. V predavanju se bomo sprehodili skozi trenutno poznavanje in prihodnje izzive.

Ključne besede:

Šoštanjski prelom,
Labotski prelom,
Periadriatska cona,
Srednjemadžarska
cona, Posavske gube,
strukturna geologija,
aktivna tektonika

Viri:

Atanackov, J., Jamšek Rupnik, P., Jež, J., Celarc, B., Novak, M., Milanič, B., Markelj, A., Bavec, M., Kastelic, V. 2021. Database of Active Faults in Slovenia: Compiling a New Active Fault Database at the Junction Between the Alps, the Dinarides and the Pannonian Basin Tectonic Domains. *Frontiers in Earth Science*. Doi:10.3389/feart.2021.604388

Brückl, E., Behm, M., Decker, K., Grad, M., Guterch, A., Keller, G. R., Thybo, H. 2010. Crustal structure and active tectonics in the Eastern Alps. *Tectonics* 29, str.1–17. doi:10.1029/2009TC002491

Schmid, S. M., Fügenschuh, B., Kounov, A., Maženco, L., Nievergelt, P., Oberhänsli, R., Pleuger, J., Schefer, S., Schuster, R., Tomljenović, B., Ustaszewski, K., van Hinsbergen, D.J.J. 2020. Tectonic units of the Alpine collision zone between Eastern Alps and western Turkey. *Gondwana Res.* 78, str. 308–374. doi:10.1016/j.gr.2019.07.005

Vrabec, M., Fodor, L. 2006. Late Cenozoic tectonics of Slovenia: structural styles at the Northeastern corner of the Adriatic microplate. V: Pinter, N. (ur.) [et al.]. *The Adria microplate: GPS geodesy, tectonics and hazards (NATO Science Series IV, Earth and Environmental Sciences 61)*. Dordrecht, Springer: str. 151–168.

Značilnosti mineralov iz Haloz

Miha Jeršek

Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, 1000 Ljubljana, Slovenija (mjersek@pms-lj.si)

Morfološke značilnosti kristalov so odraz razmer pri njihovem nastanku. Na območju Slovenije je evidentiranih več kot dvajset nahajališč kalcita z razvitimi makroskopsko vidnimi kristali, ki so nastali bodisi v zaprtih razpokah znotraj karbonatnih kamnin ali v odprtih razpokah, skozi katere so se segrete vodne raztopine iz Zemljinih globin dvigovale proti površju Zemlje. Agresivna voda v globini pod pritiskom in povišano temperaturo raztaplja okoliške kamnine, se zaradi manjše gostote od hladne dviguje, in v spremenjenih razmerah se izločajo kristali kalcita. Njihova morfologija se spreminja skladno s spreminjanjem p/T pogojev. Tako so pri najvišjih temperaturah nastali lističasti kristali kalcita, skladno z nižanjem p/T pogojev, pa se kristalogenetski trend spreminja preko skalenoedrskih, osnovno romboedrskih, prizmatskih, strmo romboedrskih, položno romboedrskih kristalov kalcita in tako naprej. Niso redki primeri, kjer starejšo generacijo kristalov kalcita prerašča mlajša. Na rast kristalov kalcita vpliva tudi pronicajoča meteorna voda. Tudi kristali kremenca lahko odražajo več generacij kristalizacije. Med seboj se ločijo po vključkih ali fluorescenci. Spoznanja o morfoloških značilnostih kristalov nam torej lahko pomagajo razumeti nekatere dogodke v geološki preteklosti.

Kako pa je z najdbami mineralov v Halozah? Še pred dvajsetimi leti je bilo poznavanje makroskopsko prepoznavnih kristalov v tem delu Slovenije zelo slabo poznano. Najdbe kremenov v Dobrini leta 1998 in kasneje še na drugih lokacijah so predstavljale veliko presenečenje. Tudi zato, ker so kristali veliki, pogosto nad 5 cm, največji skupek kremenovih kristalov brez podlage pa meri skoraj 13 cm. Razpoke v kremenovem konglomeratu in peščenjaku so ponudile pravo bogastvo oblik kristalov kremenca. Kristali dveh generacij se lepo ločijo na osnovi vključkov ogljikovodikov, ki fluorescirajo. Kristali kremenca v Halozah so tipa Bambauer, za katerega je značilna neenakomerna rast pri nižjih tlakih in temperaturah, zaradi česar pride do izrazitih skletenih kristalov. Ponekod so kalcitni prodniki iz kremenovega konglomerata deloma ali povsem izluženi, drugod kristali kalcita delno ali povsem obraščajo kristale kremenca. Kristali kalcita so morfološko zelo pestri. Imajo razvite skalenoedrske, prizmatske, osnovno romboedrske in položno romboedrske kristale. Kristalogenetski trend je enak, kot velja za kalcite iz drugih nahajališč v Sloveniji, kar nas lahko navaja na spoznanje, da so kristali enakega tipa kristalili v enakih razmerah. Med makroskopsko prepoznavnimi kristali kremenca in kalcita najdemo v Halozah še nekatere druge minerale, ki pa so redkejši, na primer pirit.

Ključne besede:

*kalcit, kremen,
morfologija*

Viri:

JERŠEK, Miha (avtor dodatnega besedila). Kalcitonosna Slovenija. V: JERŠEK, Miha (ur.). Mineralna bogastva Slovenije. Ljubljana: Prirodoslovni muzej Slovenije = Slovenian Museum of Natural History, 2006. Str. 141. Scopolia, Supplementum, 3. ISSN 0351-0077, ISSN 0354-0138.
ŽORŽ, Mirjan, GOLOB, Franc (avtor, fotograf), PODGORŠEK, Vili (avtor, fotograf), KRIŽNAR, Matija (avtor, fotograf), BEDJANIČ, Mojca (avtor, fotograf), JERŠEK, Miha (avtor, fotograf). Geološke, paleontološke in mineraloške značilnosti Haloz. Proteus : ilustriran časopis za poljudno prirodnoznanstvo. [Tiskana izd.]. dec. 2021-mar. 2022, letn. 84, [št.] 4/5/6/7, str. 178-209, 357, ilustr. ISSN 0033-1805. [COBISS.SI-ID 104342787]

Predor Karavanke – 30 let pozneje

Andrej Ločniškar

DRRI, upravljanje investicij, Družba za razvoj infrastrukture, d. o. o. Kotnikova ulica 40, 1000 Ljubljana, Slovenija (andrej.locniskar@dri.si)

Predor Karavanke je enocevni dvosmerni meddržavni cestni predor, ki je bil zgrajen leta 1990. Poteka pod 2000 m visokim istoimenskim gorovjem med Republiko Slovenijo in Republiko Avstrijo. Karavanke so v geološki zgodovini nastale kot posledica narivanja dveh tektonskih plošč, zato je njihova geološka zgradba izjemno pestra. Glede na dolžino 7.864 m (na slovenski strani 3.450 m) je to najdaljši predor v Sloveniji.

Ker v Sloveniji in takratni Jugoslaviji na področju predorogradnje nismo imeli veliko izkušenj, smo se tako v projektni kot izvedbeni fazi povezali s strokovnjaki iz sosednje Avstrije. Ne nazadnje je bil predor grajen po novi avstrijski predorski metodi s postopkom gibkega primerne podporja iz armiranega brizganega betona, jeklenimi loki in radialnimi sidri, ki so dosegala dolžino do 18 m. Faze gradnje so potekale v treh nivojih, in sicer kaloti, stopnici in talnem oboku. Izkop 3500 m predora je na slovenski strani potekal skoraj 4 leta. Pri gradnji predora smo se srečevali s številnimi težavami, ki so jih povzročali:

- močno deformabilni permokarbonski skrilačci (deformacije tudi do 1500 mm),
- območja predora s prisotnostjo nabreklih mineralov (anhidrit),
- prisotnost številnih prelomnih con popolnoma porušenega materiala,
- prečenje zaprtega vodonosnika s tlakom več kot 15 barov in izbruhom vode več deset m³/s,
- in stalna prisotnost eksplozivnega plina metana.

Tudi po izgradnji predora smo bili na slovenski strani, ki ima na podlagi skupne ocene bistveno zahtevnejše geotehnične pogoje, v 30 letih soočeni s petimi sanacijskimi posegi. Ti so bili velik tehnični in organizacijski izziv, saj predora zaradi sanacij ni bilo mogoče zapreti (potekali so pri polovični zaporu prometa). Vsaka sanacija, ki je trajala 6 mesecev in je zajemala do 159 m dolg odsek, je bila usmerjena v izdelavo novega oziroma poglobitev obstoječega talnega oboka. Po tridesetih letih smo se zaradi evropske direktive o varnosti v cestnih predorih lotili gradnje vzhodnega dvojčka predora Karavanke. Nam bodo izkušnje, ki smo jih v obdobju od osamosvojitve (1991) pridobili pri nacionalnem projektu izgradnje avtocest, v okviru katerih smo projektirali in zgradili več kot 50 km predorov, pomagale, da se bomo izognili težavam, s katerimi so se pri gradnji zahodne cevi predora Karavanke soočali graditelji prve cevi predora?

Ključne besede: *predor Karavanke, geotehnični pogoji*

Mednarodni dan geopestrosti

Martina Stupar

Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, OE Nova Gorica, Delpinova 16, 5000 Nova Gorica (martina.stupar@zrsvn.si)

Generalna skupščina Unesca je 16. 11. 2021 v Parizu enoglasno sprejela Resolucijo o Mednarodnem dnevu geopestrosti, s katero želijo države članice poudariti pomembno vlogo geopestrosti (geodiverzitete) za dobrobit ljudi in za trajnostno upravljanje celotnega planeta. Vsakoletno praznovanje na dan 6. oktobra, ki bo letos potekalo prvič, bo priložnost za ozaveščanje javnosti o pomenu geopestrosti za spodbujanje mednarodnega sodelovanja ter pri upravljanju Zemljine geološke raznovrstnosti in geološke naravne dediščine (vir Medmrežje). Termin geodiverziteta, ki so ga geologi in geomorfologi prvič uporabili v zečetku tega tisočletja, še dandanes nima enotne definicije. Leta 2004 ga je opisal Gray: »Geodiverziteta je povezava med ljudmi, pokrajino in kulturo; je raznolikost geoloških in geomorfoloških okolij, pojavov in procesov, ki so oblikovali (določeno) pokrajino, relief, kamnine, skale, minerale, fosile in prst, ki predstavljajo okvir za življenje na Zemlji« (Gray, 2004). Erhatic pa predlaga naslednjo definicijo: »Geodiverziteta je pestrost in kompleksna povezanost geoloških in geomorfoloških pojavov in procesov ter prsti na določenem območju, oziroma enostavneje: geodiverziteta je pestrost nežive narave« (Erhatic, 2007, str. 60).

Potreba po uravnoteženem varovanju narave, vključujoč abiotski del, je v zadnjih desetletjih vzpodbudila sodobni koncept geodiverzitete (Stepišnik, 2016) oziroma geopestrosti, ki je analogija biodiverziteti. Raznolikost in pestrost abiotskega dela narave je podlaga za biološko raznovrstnost oziroma, kot je zapisal Stanley (2002), je biodiverziteta le del geodiverzitete. Znotraj tega povezanega in prepletenega delovanja naravnih procesov so posledice prisotnosti in delovanja človeka na Zemlji vedno bolj očitne in ogrožujoče. Prisotnost človeške civilizacije močno vpliva na abiotske procese, spreminjanje Zemljinega površja in geopestrost, posledično pa na ves živi svet. Zavedanje družbe, da je ukrepanje nujno, da se mora nekaj spremeniti, če ne želimo opustošiti Zemlje, je, še posebej ob zavedanju, da so podnebne spremembe posledica neuravnoteženega razvoja, vse bolj prisotno. Antropocentrični vidik, predvsem v strahu zaradi lastnega preživetja, pospešeno poganja aktivnosti varstva narave in življenjskega okolja, naravovarstvo postaja pomembna politična tema.

V preteklosti je bilo bolj poudarjeno varstvo in ohranjanje žive narave, vloga biotskega dela naravovarstva je močno prevladovala. Vendar če malo pobrskamo po arhivih in zgodovinskih dokumentih – pregled je objavljen v članku Nekaj o zametkih in začetkih varstva narave v Sloveniji (Peterlin, 1975) –, lahko vsaj za Slovenijo rečemo, da prve pobude za varstvo t. i. abiotskega dela narave sovpadajo s prvimi pobudami za varstvo rastlinskih in živalskih vrst. Organizirano in institucionalizirano varstvo narave se v Sloveniji izvaja že več kot sto let (Berginc in sod. 2006). Sprva je bilo praviloma vezano na živi svet, saj so uničujoče spremembe, ki vplivajo na živalske in rastlinske vrste ter njihova življenjska okolja, hitrejša in bolj očitna kot spremembe, ki vplivajo na geološke, geomorfološke in hidrološke pojave.

Če se ozremo na prve pobude varstva narave, vidimo, da se je poleg želje po ohranitvi posebej lepih in ohranjenih območij kmalu pojavil tudi vidik varstva narave zaradi ogroženosti. Iz že omenjenega članka (Peterlin, 1976) izhajajo naslednja dejstva. Prvo zavarovano naravno območje na svetu sega že v leto 1872, ko so Yellowstone razglasili za nacionalni park. Na evropskem kontinentu je bil prvi narodni park zavarovan leta 1909 na Švedskem. Začetki varstva narave na ozemlju Slovenije segajo v konec 19. in začetek 20. stoletja. Deželne oblasti Avstro-Ogrske monarhije so izdale prve varstvene predpise in okrožnice o varstvu koristnih ptic in ogroženih rastlinskih vrst. Leta 1908 je Anton Belar pred-

lagal zavarovanje Doline Triglavskih jezer, kar pa je na žalost preprečila prva svetovna vojna. Iz tega leta je tudi prva znana pobuda za varstvo jam (Spomenica, 1920). Takratna slovenska naravovarstvena prizadevanja niso zaostajala za podobnimi v Evropi. Za začetek organiziranega varstva narave v Sloveniji štejemo spomenico Muzejskega društva za Slovenijo iz leta 1920 s predlogi in zahtevami za zavarovanje ogrožene narave, tudi jam z jamsko favno. V času nastanka je bil to dokument, ki se enakovredno uvršča med sorodne drugod po Evropi (Peterlin, 1976). Ena od uresničenih zahtev iz spomenice je ustanovitev Alpskega varstvenega parka v Dolini Triglavskih jezer leta 1924, ki je bil leta 1961 obnovljen kot Triglavski narodni park (Skoberne, 2006). Po drugi svetovni vojni je imela Slovenija samostojen sistem reguliranja varstva narave in okolja, ustanovljena je bila prva poklicna strokovna služba. Povedna je ugotovitev avtorjev (Berginc in sod., 2006, str. 8): »Značilno in po svoje paradoksalno je dejstvo, da je naravovarstvo svoje prve začetke in tudi kasnejše največje vplive imelo prav tam, kjer je bila narava najbolj uničena ali prizadeta zaradi gospodarskega razvoja. Ekonomska razvitost družbe in razvitost naravovarstvene ideje sta se izkazali za premo sorazmerno povezani: večje je uničevanje, odzivnejša je javna zavest.« Varstvo narave je uzakonjeno v pravnem redu na podlagi tradicionalnega pojmovanja, ki vključuje prizadevanja za ohranjanje vrednih delov narave in njenega celotnega živega sveta. Širše vsebine so predmet varstva okolja in v zadnjem času tudi področij, s katerimi se ureja trajnostna raba naravnih virov (Berginc in sod., 2006). V devetdesetih letih so bile notificirane oziroma ratificirane vse pomembne mednarodne konvencije s področja varstva narave, vključno s Konvencijo o varstvu svetovne kulturne in naravne dediščine (Uradni list RS, št. 2/2008). Slovenija od vstopa v Evropsko unijo leta 2004 skupaj in enakopravno z drugimi državami članicami sodeluje pri oblikovanju politik in pravnega reda EU (Medmrežje 2).

Geopestroost je vseobsegajoči neživi del narave; gradijo jo posamezni deli, območja in pojavi, ki so posledica geoloških, geomorfoloških in hidroloških procesov. Varstvo geopestroosti kot dela naravne dediščine je kljub temu, da termin geopestroost ali geodiverzitetata v formalnem zakonskem jeziku ne obstaja, vsebinsko vključeno v sistem varstva geoloških, geomorfoloških in hidroloških naravnih vrednot, ki se izvaja z Zakonom o ohranjanju narave in podzakonskimi akti. Delom narave se v postopku naravovarstvenega vrednotenja z določenimi merili opredeli zvrst glede na vrsto pojava, v nadaljevanju pa pridobijo status naravne vrednote. Naravne vrednote kot najvrednejše dele narave ohranjamo z različnimi varstvenimi ukrepi. Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot opredeljuje geomorfološke podzemelske, geomorfološke površinske, geološke, hidrološke, botanične, zoološke, drevesne, oblikovane in krajinske naravne vrednote ter minerale in fosile. Ker je narava izredno prepleten in kompleksen sistem, imajo številni pojavi različne vrste lastnosti in jih zato opredelimo z več zvrstmi. Na osnovi naravovarstvene vrednosti in praviloma tudi ogroženosti lahko naravne vrednote zavarujemo. Trenutno je po podatkih naravovarstvenega atlasa (Medmrežje 3) v Sloveniji 17.431 naravnih vrednot, od tega največ podzemnih jam (12.383), katerih varstvo je še posebej urejeno z Zakonom o varstvu podzemnih jam. Varstvo jam je za Slovenijo specifično, saj skoraj polovica Slovenije leži na kraškem karbonatnem svetu. Poleg tega je Slovenija na svetovnem zemljevidu zapisana kot zibelka speleologije in znanstvenega raziskovanja kraških pojavov. Škocjanske jame so prvo slovensko območje, vpisano na Unescov seznam svetovne kulturne in naravne dediščine. Letos so bile sprejete tudi med prvih sto območij geološke dediščine po oceni IUGS (Mednarodna zveza geoloških znanosti). Skupna prizadevanja različnih akterjev, združenj in institucij so podlaga za nove in širše perspektive v razumevanju geopestroosti in njenega varstva. Znanstvena podpora in koncept odgovornega in trajnostnega geoturizma izvaja Unescov program geoznanosti in geoparkov (IGGP). Dobro poznavanje naravnih procesov in pojavov pomeni boljše ukrepanje. Implementacija strategij za ohranjanje geopestroosti ima velike prednosti za družbo; dviguje zavest o potrebi po razumevanju naravnih procesov in abiotskih komponent ekosistemskih storitev. Izjemnega pomena je znanstveno

razumevanje geoloških in geomorfoloških naravnih procesov, saj lahko dobro upravljanje geološke dediščine podpira različne vrste trajnostne rabe. Aktivno in povezano delovanje mednarodne skupnosti, nevladnih organizacij, stroke in ozaveščenih posameznikov je torej nujno za učinkovito ukrepanje in oblikovanje globalnih okoljskih politik.

Ključne besede:

*geopejstvo,
naravovarstvo*

Viri in povezave:

- Berginc, M., Kremesec Jevšenak, J., Vidic, J. 2006: Sistem varstva narave v Sloveniji. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana: 128 p.
- Erhatič, B. 2007: Reliefne oblike kot geodiverziteti. *Dela*, 28: 59–74.
- Gray, M. 2004: Geodiversity : valuing and conserving abiotic nature. Wiley, Chichester: 434 p.
- Kozłowski, S. 2004: Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52, 8/2: 833–837.
- Beuk, S. 1920: Odsek za varstvo prirode in prirodnih spomenikov. *Glasnik Muzejskega društva za Slovenijo*, 1, 1/4: 69–75.
- Peterlin, S. 1976: Nekaj o zametkih in začetkih varstva narave v Sloveniji. *Varstvo spomenikov*, 20: 75–92.
- Stanley, M. 2002: Geodiversity. Linking people, landscapes and their culture. In: Parkes, M. (ed.) *Natural and cultural landscapes - the geological foundation : Proceedings of a conference, 9-11 September 2002, Dublin Castle, Ireland*.
- Stepišnik, U. 2016: Predlog kvantitativnega modela vrednotenja geodiverziteti na primeru krasi Zgornje Pivke. *Dela*, 46: 41–65.
- Skoberne, P. 2006: Varstvo narave v Sloveniji (pregled dejstev 2006), delovna različica. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana: 30 p.
- Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot. *Uradni list RS*, 11/04, 70/06, 58/09, 93/10, 23/15 in 7/19
- Zakon o ohranjanju narave. *Uradni list RS*, št. 96/04 – uradno prečiščeno besedilo, 61/06 – ZDru-1, 8/10 – ZSKZ-B, 46/14, 21/18 – ZNOrg, 31/18, 82/20, 3/22 – ZDeb in 105/22 – ZZNŠPP
- Zakon o varstvu podzemnih jam. *Uradni list RS*, št.2/04 61/06, 46/14 – ZON-C in 21/18 – zNOrg
- Internet 1: <https://www.unesco.org/en/days/geodiversity-day> (11. 8. 2022)
- Internet 2: <https://www.gov.si/podrocja/zunanje-zadeve/slovenija-v-evropski-uniji> (11. 8. 2022)
- Internet 3: <https://www.naravovarstveni-atlas.si> (11. 8. 2022)

“VEDETI (NE)VIDNO – VLOGA GEOLOGIJE V NAŠI DRUŽBI,,



POVZETKI/ABSTRACTS

Ocena toplotne prevodnosti sedimentov s pomočjo laboratorijskih analiz vzorcev in analitičnih modelov

Simona Adrinek^{1,2}, Mitja Janža¹, Rao Martand Singh³

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (simona.adrinek@geo-zs.si)

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

³Norwegian University of Science & Technology (NTNU), Department of Civil & Environmental Engineering, Trondheim 7034, Norveška

Raba plitve geotermalne energije za ogrevanje in hlajenje s toplotnimi črpalkami ima vedno večjo vlogo na gosto naseljenih območjih, ki so se pogosto razvila na aluvialnih ravninah, ki jih gradijo sedimenti. Pri načrtovanju rabe geotermalnega vira je pomembna natančna določitev toplotnih lastnosti sedimentov. Hiter in enostaven način ocene toplotne prevodnosti omogočajo analitični modeli, ki uporabljajo fizikalne parametre sedimenta, kot so mineralna sestava, poroznost, nasičenost, gostota in zrnastost (Somerton, 1992). Pri tem so raziskovalna vprašanja namenjena ne le določevanju toplotnih lastnosti, ampak tudi analizi odvisnosti in medsebojnemu vplivu fizikalnih parametrov na prenos toplote.

V analizi smo vzorce sedimenta razdelili na kohezivne in nekohezivne sedimente ter glede na stopnjo nasičenosti z vodo. Za oceno toplotnih prevodnosti posameznih skupin sedimentov smo uporabili tri mešalne in tri empirične modele. Mešalni modeli omogočajo določitev toplotne prevodnosti sedimenta kot funkcijo razmerja med toplotno prevodnostjo matriksa in fluida, v odvisnosti od poroznosti. Empirični modeli omogočajo določitev toplotne prevodnosti na osnovi merljivih fizikalnih parametrov sedimenta, kot sta nasičenost in gostota, in na osnovi toplotne prevodnosti fluida (Dong in sod., 2015).

Namen raziskave je bil določiti najustreznejši mešalni ali empirični model za posamezno skupino sedimentov. Splošna ugotovitev je, da mešalni modeli niso primerni za oceno toplotne prevodnosti sedimentov. Razlog je velika napaka pri izračunu toplotne prevodnosti matriksa, ki je pogojena s spreminjajočimi toplotnimi lastnostmi posameznih mineralov v odvisnosti od nasičenosti. Primernejši za oceno toplotnih lastnosti sedimentov so se izkazali empirični modeli, kjer je toplotna prevodnost matriksa izračunana neodvisno od nasičenosti vzorca.

Ključne besede:

*toplotna prevodnost,
sediment, nasičenost,
analitični model*

Viri:

Dong Y, McCartney J S, Lu N (2015) Critical Review of Thermal Conductivity Models for Unsaturated Soils. *Geotech Geol Eng* 33:207–221. <https://doi.org/10.1007/s10706-015-9843-2>.
Somerton W H (1992) *Thermal Properties and temperature related behaviour of rock/fluid systems*. Elsevier, Amsterdam.

Regijski park Pohorje – (re)le vprašanje časa?

Mojca Bedjanič, Andrej Grmovšek, Uroš Kur

Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, OE Maribor, Pobreška cesta 20, 2000 Maribor, Slovenija (mojca.bedjanic@zrsvn.si)

Geološko gledano Pohorje zaradi svojega nastanka, starosti, procesov, ki so ga oblikovali, kamnin, mineralov, ... nena-
zadnje tudi fosilov na njegovem obrobju, nedvoumno izstopa in je posebno. Izjemno pa ni samo iz geološkega vidika.
Geološka podlaga je bila in je temelj za pestra življenjska okolja, raznolik ter redek rastlinski in živalski svet, ki je tukaj
našel svoj prostor. ... in seveda ljudje, ki s svojim načinom življenja prispevajo k pestrosti »našega Pohorja«.

Prizadevanja za ohranitev izjemnosti Pohorja segajo že daleč nazaj v našo zgodovino. V dobrih sto letih od prvih predlo-
gov za zavarovanje pa do danes, Pohorje še žal ni dobilo ustreznega varstva. Posledično tudi ne usmerjanega in sistema-
tičnega upravljanja, ki bi zagotavljajo ohranitev njegovih najvrednejših in najbolj občutljivih delov narave.

Prizadevamo si, da bodo zadnje pobude in aktivnosti za zavarovanje kmalu realizirane in da Regijskega parka Pohorje
ne bomo čakali še nekaj (geoloških) let. Občine Zreče, Vitanje, Mislinja, Ribnica na Pohorju, Lovrenc na Pohorju, Ruše
in Slovenska Bistrica so skupaj z Ministrstvom za okolje in prostor ter Zavodom RS za varstvo narave že pripravile in iz-
vedle javno predstavitev osnutka uredbe o zavarovanju najbolj ohranjenega in izjemnega dela Pohorja. Predlagani park
se pretežno nahaja nad 1200 metri nadmorske višine in zavzema dobrih 59 km². Namen regijskega parka je doseganje
varstvenih in razvojnih ciljev ter zagotovitev aktivnega upravljanja in nadzora območja. Prav tako je namen prispevati
k ohranjanju kulturne dediščine ter omogočati obiskovanje in doživljanje regijskega parka z urejanjem in vzdrževanjem
infrastrukture za obiskovanje.

Predlog res obsega (le) ovršni del Pohorja, kjer je (do sedaj) določenih 47 naravnih vrednot, ampak z uspešnim upravlja-
njem verjamemo, da bo območje nekoč večje, strokovna javnost pa bo pripomogla k prepoznavanju, evidentiranju in
ohranitvi novih (tudi geoloških) naravovarstveno vrednih območij.

Ključne besede:

*regijski park, Pohorje,
zavarovanje, naravne
vrednote, upravljanje*

Povezave:

<https://zrsvn-varstvonarave.si/>
<https://www.projektipohorja.si/>

Geologija v vzgoji in izobraževanju prihodnosti, da ali ne?

Mojca Bedjanič¹, Petra Žvab Rožič², Matevž Novak³, Neža Malenšek Andolšek³, Nina Valand³, Nina Rman³,
Rok Brajkovič³

¹Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, OE Maribor, Pobreška cesta 20a, 2000 Maribor, Slovenija (mojca.bedjanic@zrsvn.si)

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

³Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

Vsebine, povezane z geologijo so zastopane pri osvajanju veščin in znanj v vrtcih, ter preko splošnih in operativnih ciljev, pri obveznih in izbirnih predmetih v osnovni in srednji šoli (Brajkovič in sod., 2018; Zvonar in sod., 2017). Predhodne raziskave so pokazale, da trenutno veljavni učni načrti učečim ne omogočajo pridobitve ustreznega taksonomskega nivoja znanja o geoloških pojavih in procesih na Zemlji. V Sekciji za promocijo geološke znanosti, ki deluje v okviru Slovenskega geološkega društva, smo zato revidirali splošne in operativne učne cilje z zaznano geološko vsebino pri obveznih predmetih v osnovnih šolah in splošnih gimnazijah z namenom vzpostavitve zveznega poučevanja geoloških vsebin znotraj obveznih učnih predmetov. Preverili smo tudi ustreznost taksonomskega nadgrajevanja znanja in povezovanja učnih ciljev z namenom medpredmetne povezanosti.

Učne cilje smo ustrezno prerazporedili med razredi, predmeti in vsebinskimi sklopi. S tem smo zagotovili bolj strnjeno predstavitev ter ustrezno taksonomsko in medpredmetno povezovanje znanja. Za posamezne učne cilje z geološko tematiko smo predlagali popravke, ki ustrezno opredeljujejo vsebine, znanje in veščine za posamezen učni cilj. Poleg tega smo predlagali vključitev učnih ciljev za geološke vsebine, ki v obstoječem sistemu niso zastopane (npr. sedimentni masni premiki), razširili vsebine z do sedaj pomanjkljivo predstavljenimi vsebinami (npr. o mineralih, tektoniki, dinamiki podzemne vode, fosilih in evoluciji) ter predlagali spremembo poučevanja o mineralnih surovinah zaradi zastarelosti trenutnih ciljev v učnih načrtih. Pri spremembah smo posebno pozornost namenili uporabnosti pridobljenega geološkega znanja preko definiranih veščin ter ohranjanju obsega oz. v posameznih primerih celo zmanjševanju geoloških vsebin v učnih načrtih (npr. vsebine o vulkanih, podvajanje vsebin na osnovni taksonomski stopnji).

Z namenom sodelovanja pri spremembah učnih načrtov se aktivno povezujemo s predstavniki Zavoda za šolstvo ter udeležujemo strateških razprav na področju omenjenih vsebin, pedagoških srečanj ter strokovnih konferenc. Z upoštevanjem naših predlogov sprememb učnih načrtov obveznih predmetov v formalnem izobraževanju lahko zagotovimo odpravo strokovnih napak v obstoječih učnih načrtih (Brajkovič in sod., 2018) in tako prispevamo k ustreznem poučevanju mladih o temeljnih naravoslovnih (geoloških) vsebinah.

Ključne besede:

geologija, vzgoja, izobraževanje, učni načrti, učni cilji

Viri:

Brajkovič, R., Bedjanič, M., Malenšek Andolšek, N., Rman, N., Novak, M., Šušmelj, K., Žvab Rožič, P. 2018: Sistematičen pregled geoloških učnih ciljev in učbeniških vsebin v osnovnih šolah in v splošnih gimnazijah = Systematic overview of geological learning objectives and textbook contents for primary schools and gymnasiums. *Geologija*. 61/2: 239-252.
Zvonar, S., Bivšek, P., Kuserbanj, Š., Bedjanič, M., Stermecki, L. & Plešnik, J. 2017: Čeprav je ni, je povsod: geologija v vzgojno-izobraževalnem sistemu. *Razredni pouk*, 19/3: 34-41.

Pojav naravnih izvirov ogljikovega dioksida - mofet v Sloveniji in smernice za njihovo varovanje

Mojca Bedjanič¹, Nina Rman², Dominik Vodnik³

¹Zavod RS za varstvo narave, OE Maribor, Pobreška cesta 20, 2000 Maribor, Slovenija (mojca.bedjanic@zrsvn.si)

²Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija

³Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

Mofete so izjemen in redek naravni pojav stalnega izhajanja skoraj čistega, hladnega ogljikovega dioksida. Gre za območja v velikosti do nekaj sto kvadratnih metrov, kjer poleg koncentriranega iztoka z značilnimi vplivi na tla in vegetacijo obstajajo še manjši difuzni iztoki (mehurčki ob poplavljenih tleh ali v potokih). Glede na prisotnost podzemne vode ločimo mokre in suhe mofete. Število mofet v Ščavniški dolini in Radencih je izjemno, do sedaj jih je evidentiranih osem (Gabor in Rman, 2016). Nastale so zaradi razplinjanja magme v litosferskem plašču v globinah do 100 km, morda zaradi odtrga kosa celinske skorje in prikritne aktivne magmatske intruzije. Mofete niso le geološki in hidrološki fenomen, ampak tudi izjemen in ekstremen ekosistem. Zanj so značilni poseben plinski režim, specifične razmere v tleh ter strukturne in funkcionalne prilagoditve organizmov, ki jih narekuje povečana koncentracija ogljikovega dioksida. Prav tako so raziskovalni laboratorij v naravi za interdisciplinarne študije naravoslovnih ved. Številne so zavarovane kot naravne vrednote.

Za osveščanje o mofetah sta GeoZS in BF UL v marcu 2022 na Gradu Negova pripravila stalno razstavo Dihanje Zemlje – Mofete v Slovenskih goricah. V sodelovanju z ZRSVN in nemškimi strokovnjaki sta bila izvedena posveta o njihovem upravljanju in varovanju z oblikovanjem priporočil za njihovo varstvo. Med ključnimi so:

- i) Varstvene usmeritve morajo biti podane za vsako območje posebej, glede na geološke, hidrološke, pedološke in biološke specifičnosti.
- ii) Spodbujajo se aktivnosti za ozaveščanje in izobraževanje o fenomenu, pomenu njihovega ohranjanja in varovanja, znanstveno-raziskovalne in turistične aktivnosti morajo biti prilagojene varstveni funkciji.
- iii) Tla ter rastlinski pokrov morajo na območju mofet ostati intaktni, zato se po potrebi omeji gnojenje, košnjo, prekopavanje, oranje in dostop.

Zahvala: Razstava je bila izvedena v okviru projekta NEGOVSKE ZGODBE - Implementacija igre pobega v turistično ponudbo gradu Negova s strani zavoda Kultprotur in z donacijami Radenske ADRIATIC d.o.o. in Sava Turizem d.d. PE Zdravilišča Radenci. Dodatne aktivnosti smo izvedli v okviru ARRS programskih skupin Podzemne vode in geokemija P1-0020 in Agroekosistemi P4-0085.

Ključne besede:

izvir CO₂, naravna vrednota, geološka posebnost, ekstremni ekosistem, geomanifestacija

Viri:

Gabor, L., Rman, N. 2016: Mofete v Slovenskih goricah. *Geologija* 59/2:155-177. <http://dx.doi.org/10.5474/geologija.2016.009>
Internet: <https://www.naravovarstveni-atlas.si/web/DefaultNvaPublic.aspx> (dostopno dne 9. 5. 2022)

Obdelava velikih količin podatkov v GIS okolju za pripravo karte gostote padajočega kamenja na državnih cestah v Sloveniji

Gašper Bokal, Mateja Jemec Aulflič

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija (gasper.bokal@geo-zs.si)

Namen prispevka je prikazati postopek obdelave velike količine podatkov za primer priprave karte gostote padajočega kamenja na državnih cestah v Sloveniji. Izdelana karta predstavlja osnovo za vizualizacijo nevarnih cestnih odsekov in postopek, ki bo zmožen obdelati in analizirati ogromno količino podatkov v primeru podobne analize za daljše časovno obdobje. Za odstranjevanje kamenja iz državnih cest so odgovorna cestna podjetja, ki ceste vzdržujejo, ob enem pa zapisujejo lokacije kamenja na cestah. Podatki so zapisani v obliki stacionaže ceste oziroma na katerem metru ceste se kamenje nahaja. Podatke zbira Sektor za vzdrževanje in varstvo cest in prometno varnost, ki spada pod DRSI. Sektor nam je posredoval podatke o lokacijah kamenja na državnih cestah za obdobje med 8. 12. 2020 do 7. 12. 2021. Skupno smo prejeli 2.677 dogodkov, ki so bili popisani na 211 cestnih odsekih. Pri tem je potrebno biti previden, saj med njimi všteti tudi grušč in manjše kamenje, ki pa ni nujno posledica pobočnih procesov, zato je potrebno podatke ustrezno prečistiti. Podatki so bili posredovani v tabelarni obliki, kjer je vsak posamezen dogodek vseboval datum, enoto pod katero spada cesta, cestni odsek, ID Odseka, začetna in konča stacionaža, opis ter velikost kamenja.

Za potrebe geolociranja nevarnih cestnih odsekov so se ceste razdelile na stacionaže dolge 5 m. S tem smo dobili 235.068 stacionaž, ki so dobile univerzalen ID sestavljen iz cestnega odseka in zaporedja stacionaže. Podobno smo storili s posameznimi dogodki, kjer je vsak dogodek (popis padajočega kamenja z datumom) dobil ujemajoč ID. ID je bil prilagojen glede na podatek na kateri dolžini cestnega odseka je bil dogodek popisano. Zaradi velike količine podatkov se je izpostavila SQL baza preko katere so se povezali podatki med seboj. S tem smo dobili natančne koordinate dogodkov. Zaradi lažje vizualizacije na nivoju celotne države so se podatki grupirali na 1 km dolge odseke glede na število datumov. Raziskave so v celoti financirane s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), projekt J1-3024.

Ključne besede: GIS, podori, pobočni masni premiki, cestni odseki

Galerija Šklendrovec – spremembe projektnih rešitev med gradnjo

Agata Boncelj Tonejec¹, Jaka Rupnik¹, Matej Klančičar^{1,3}, Janez Hribar⁴, Melanija Huis², Marko Andrejašič², Petra Gros², Erazem Kováč², Janez Burja⁵

¹DRI, upravljanje investicij, Družba za razvoj infrastrukture, d. o. o. Kotnikova ulica 40, 1000 Ljubljana, Slovenija (agata.boncelj@dri.si)

²Geoportal d. o. o. Tehnološki park 21, Ljubljana, Slovenija

³Gradbeni inštitut ZRMK d. o. o. Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁴Trgograd, d. o. o., Litija, Breg pri Litiji 56, 1270 Litija, Slovenija

⁵Geotočka d. o. o. Tehnološki park 24, Ljubljana, Slovenija

Promet na cesti G2-108/1183 Litija – Zagorje je stalno ogrožen zaradi naletavanja kamenja na prometnico.

Širše obravnavano območje ceste gradi triasno-jurski (T₃) oziroma zgornje triasni (T₃²⁺³) apnenec z redkimi polami dolo-mita. V masivnem apnencu s slabo izraženo plastnatostjo, se pojavlja več sistemov prelomov in razpok ob katerih kamnina prepereva in tudi zakraseva.

Deli cestnega odseka so zaščiteni s sistemi podajno lovilnih ograj, na obravnavani lokaciji, med kilometrom 13,200 in 13,700 pa je bila za najbolj kritičen del tega odseka projektno določena rešitev postavitev galerije dolžine 320 m.

Na začetku projektiranja je bil izdelan geološko-geomehanski elaborat na podlagi inženirsko geološkega pregleda terena in preiskav. Pri tem je bil pomemben omejitveni dejavnik pridobivanja informacij zelo omejen dostop na terenu na večino aktualnih lokacij – erozijskih žarišč na strmih brežinah. Zato je bilo inženirskogeološko kartiranje izvedeno z uporabo visokoločljivih ortofoto posnetkov, izdelanih s pomočjo fotogrametrije, za potrebe določitve temeljenja objekta pa so bile izvedene sondažne vrtine. Predlog temeljenja je kombinacija plitvega temeljenja na pasovnih temeljih, kombinirano z globokim temeljenjem na pilotih.

Predvideno je bilo, da se geološko pogojene razmere na posameznih mikrolokacijah galerije spreminjajo. Kljub temu je bila med gradnjo na lokaciji zadnje, 14 kampade galerije, dolžine 22,5 m, na zgornji brežini odkrita večja zakrasela razpo-ka, katere lege v prostoru ni bilo mogoče ugotoviti brez dodatnih geološko geotehničnih raziskav. Situacija z labilno kam-nito brežino nad prometnico, s stalno nevarnostjo porušitve, predstavlja dodatno nevarnost za spodaj potekajoč promet in za razmere na gradbišču. Prav tako zaradi novih ugotovitev ni možno potrditi ustreznosti izbranih pilotov za temeljenje 14 kampade galerije.

Zaradi terenskih omejitev in zahtev po delu pod stalno potekajočim prometom je bilo treba izbrati in organizirati mini-malni obseg dodatnih geotehničnih terenskih preiskav, s katerimi bi ugotovili geološko pogojene nevarnosti za trenutno stanje, to je za čas izvajanja gradnje galerije in za potrditev projektnih rešitev iz projekta za izvedbo.

Ključne besede:

*terenske raziskave,
nedostopen teren,
galerija, georadar,
ortofoto*

Viri:

Projekt za izvedbo Sanacija brežin 'Šklendrovec' nad cesto G2-108/1183 Litija – Zagorje od km 13,200 do km 13,700, projekt številka gp-pr-003/17, junij 2017, po reviziji marec 2019. Ljubljana, Geoportal.

On the identification of the provenance of Lower Cretaceous calcarenite in stone products from Emona (present-day Ljubljana, Slovenia)

Rok Brajkovič¹, Bojan Djurić², David Gerčar³, Blanka Cvetko Tešović⁴, Boštjan Rožič³, Luka Gale^{1,3}

¹Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (rok.brajkovic@geo-zs.si)

²University of Ljubljana, Faculty of Arts, Department of Archaeology, Aškerčeva cesta 2, 1000 Ljubljana, Slovenia

³University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Geology, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenia

⁴University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Geology, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Croatia

A group of 34 stone products found at Emona, consisting of previously stratigraphically undefined limestone, was studied. The aim of this study was to define its microfacies types and stratigraphic position. In addition, our goal was to check if suitable rocks could be found within radii of local or regional origin or if the stone was imported.

Thin sections were made from stone products. The limestone varieties were classified according to Dunham (1962). Stratigraphic determinations were established on benthic and planktonic foraminifera. Based on the age and facies of the rock from the stone products, we conducted a field campaign to sample suitable rocks in the vicinity of Emona/Ljubljana. The studied stone products are represented by sepulchral, votive, and architectural character, including various worked and unworked slabs. The colour of the stone is light grey with shades of brown or pink. A macroscopic distinguishing feature is the presence of small angular black grains (microscopically, fragments of rudist shells) up to a few millimeters in size. Stone products were made of fine- and coarse-grained calcarenite and breccia varieties. Common to all is the presence of the following lithoclasts: boundstone with *Bacinnella*-type microproblematica, bioclastic wackestone with calcispheres, sponge spicules and planktonic foraminifera, and mudstone. The foraminifer assemblage corresponds late Aptian–lower Cenomanian. The corresponding facies types can be found at the margins of the carbonate platform or within the platform to basin transition zone (Dragičević and Velić, 2002). In the radii of local origin, suitable facies were analysed from the Lower Flyschoid Formation in the area of Medvode and Smlednik. This formation consists of facies types comparable in age and composition to those of stone products. Due to the proximity of Emona and the water transport route (Sava River), privileged by the Romans, we currently favor the Lower Flyschoid Formation near Medvode as the source for this stone.

Key words:

provenance, stone products, Antiquity, Emona, Early Cretaceous

References:

- Dragičević, I., Velić, I., 2002: The Northeastern Margin of the Adriatic Carbonate Platform. *Geologia Croatica* 55/2:185–232. <https://doi.org/10.4154/GC.2002.16>
- Dunham, R.J. 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Han, W.E. (eds.): *Classification of carbonate rocks, A symposium Amer. Ass. Petrol. Geol. Mem.*, 108–121. <https://doi.org/10.1306/M1357>

Educational challenge on the value chain of raw materials from a geological perspective

Rok Brajkovič, Nina Valand

Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (rok.brajkovic@geo-zs.si)

Geology significantly influences many aspects of the raw materials value chain that makes a modern way of life possible, so it is necessary to teach about the entire value chain within the formal education system (Westrin, 2021). Therefore, we developed an innovative educational toolkit “Be smart about smartphone”. Our goal was to test the effectiveness of the toolkit in achieving the set learning objectives (Anderson and Krathwohl, 2001).

To test the effectiveness of the educational materials, we conducted a five-hour workshop with the ninth grade (42 students divided into 9 groups) of the elementary school. Achievement of the set learning objectives (taxonomic levels understanding, applying, and analysing) was conducted as formative assessment, while achievement of higher-level taxonomic learning objectives was performed as summative assessment (taxonomic level evaluation).

The toolkit “Be smart about smartphone” involves students in hands-on experiments on raw materials in a series of tasks. At the end each group reports to the whole class on their research on one of the investigated raw materials. The formative assessment of the tasks showed that all students had achieved the cognitive skills of understanding, applying, and analysing. The final assignment involved independent research and group reports. This allowed the educator to make a summative assessment of the knowledge acquired. In the cases where individual groups evaluated the acquired knowledge and formulated their opinion on the subject by presenting their formed opinions, we concluded that the evaluation level of cognitive skills was achieved. This level was achieved by a total of 31 students. The presented toolkit is an effective teaching and learning material about raw materials related to geology that enables students to achieve high taxonomic goals effectively. The use of it is thus recommended to effectively teach the topic of raw materials from a geological perspective in higher grades of elementary school.

Key words:

*raw materials, geology,
learning assessment*

References:

Westrin, P., Berthet, T., Brajkovič, R., Pirard, E., Murphy, M., Bellucci, L., Käär, K., Herrera, J., Kavanagh, R., 2021: Can we teach children geology using one of the world's most popular video games?. *European Geologist*, 50:83-86. Internet:
Westrin: Can we teach children geology using one of the world's most popular video games? - *Eurogeologists* (20. 7. 2021)
Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R., et al. (Eds.) 2001: *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon, Boston: 336 p.

Groundwater vulnerability mapping to pollution using DRASTIC and COP methods – a case study of Slovenia

Sonja Cerar, Petra Meglič

Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (sonja.cerar@geo-zs.si)

This study was part of work package (WP) 7 in the overall project HOVER promoted by ERA-NET GeoERA which deals with harmonized groundwater vulnerability to pollution assessment and mapping of the shallow upper aquifer at both pan-European scale and national scale.

Two index methods were identified from a set of proposed approaches to evaluate the intrinsic groundwater vulnerability in Slovenia. The two intrinsic vulnerability assessment methods only consider the natural intrinsic factors and are independent to the source of contamination. The DRASTIC method (Aller et al., 1987) was used for non-karstic areas, which cover more than half of the Slovenian territory (10,876 km²). In parts of Slovenian territory with karstic features dominating groundwater flow (9,400 km²), the COP approach (Vias et al., 2006) was applied. For the application of both methods a set of spatially distributed input data were required. Both maps were done at scale 1 : 250.000, with resolution at 100 x 100 meters.

At this point DRASTIC and COP vulnerability assessments maps were also analyzed from a statistical point of view. For both pilot areas the distribution of vulnerability classes (%) and the mean, minimum, maximum and standard deviation was calculated.

The vulnerability maps obtained are important tools for groundwater management, through which specific high vulnerability areas can be identified and preventive or corrective actions can be taken at different scales for their protection.

Key words:

*vulnerability,
groundwater, DRASTIC,
COP, Slovenia*

References:

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., Petty, R.J. & Hackett, G. 1987: DRASTIC A Standard System for Evaluation Groundwater Pollution using Hydrogeologic Settings. NWWA/EPA Series EPA/600/2-87/035. U.S. Environmental Protection Agency, Oklahoma: 622 p.
Vias, J. M., Andreo, B., Perles, M.J. & Carrasco, F. 2006: Proposed method for the groundwater vulnerability mapping in carbonate (karstic) aquifers: the COP method. Application in two pilot sites in Southern Spain. Hydrogeology Journal, 14: 912-925.

Težki minerali kot kazalniki izvora kovin v tleh

Barbara Čeplak¹, Nina Zupančič^{2,3}, Miloš Miler¹, Simona Jarc²

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (barbara.ceplak@geo-zs.si)

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ZRC SAZU, Paleontološki inštitut Ivana Rakovca, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

V tleh s treh lokacij (v okolici Postojne, Zaplane, Stične) z enako matično podlago – zgornjetriasnim dolomitom – so bile ugotovljene povišane vsebnosti Cr, Zn in Pb (Zupančič, 2017). Cilj raziskave je bil ugotoviti, kaj so nosilci prvov, ali izvirajo iz matične podlage ali iz drugih virov, npr. eolski doprinos, medplastovni material. Iz vsake lokacije smo analizirali po en vzorec dolomita in štiri vzorce tal – po dva iz travnika in dva iz gozda. Z rentgensko praškovo difrakcijsko analizo (XRD) smo potrdili, da je matični material pretežno čisti dolomit in da so v tleh poleg dolomita prisotni še kremen, muskovit/illit ter minerali kloritove skupine. Z uporabo vrstičnega elektronskega mikroskopa v kombinaciji z energijsko disperzijsko spektroskopijo rentgenskih žarkov (SEM/EDS) smo v netopnem ostanku dolomita ugotovili prisotnost cirkona, titanove minerale (rutil/anataz/brookit), minerale monacitove in apatitove skupine, pirita, sfalerita in fluorita. V vzorcih tal smo določili več različnih težkih mineralov; pretežno titanove minerale (ilmenit, rutil/anataz/brookit, titanit in titanomagnetit), cirkon, minerale monacitove, ksenotimove in apatitove skupine ter kromove minerale (kromit in magneziokromit). Ponekod smo v tleh določili še prisotnost železovih oksidov in/ali hidroksidov, svinčevih karbonatov ali oksidov in pirit. Minerali, prisotni tako v matični podlagi kot v tleh (npr. cirkon), bi lahko bili netopni ostanek preperevanja dolomita. Prisotnost nekaterih drugih mineralov v tleh povezujemo z eolskim doprinosom – z vetrom, ki piha iz JZ proti SV preko flišnih bazenov in od tam prinaša delce. Fliš je namreč bogat s kromitom, magneziokromitom, rutilom, ilmenitom ter Fe-oksidi in hidroksidi (Lenaz in sod., 2001). Prisotnost svinčevih karbonatov ali oksidov bi lahko povezali z organskim materialom in morda tudi z antropogenimi dejavniki.

Ključne besede:

težki minerali, dolomit, XRD, SEM/EDS, tla

Viri:

Zupančič, N. 2017: Influence of climate factors on soil heavy metal content in Slovenia. *J. Soils Sediments*, 17: 1073–1083. <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1614-z>

Lenaz, D., Alberti, A., Tunis, G. & Princivalle, F. 2001: A heavy mineral association and its paleogeographical implications in the Eocene Brkini flysch basin (Slovenia). *Geol. Carpath.*, 52: 239–245.

Monitoring kakovosti rečnih sedimentov – pomen harmonizacije postopkov

Teja Čeru, Meta Dobnikar in SIMONA team

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (teja.ceru@geo-zs.si)

EU zakonodaja (2013/39/EU Directive) določa monitoring kakovosti sedimentov in analizo trendov z namenom preprečevanja porasta vsebnosti škodljivih snovi (hazardous substances – HS) v sedimentih. Ob izvajanju skupnih raziskav na Donavi (Joint Danube Survey – JDS) je bilo ugotovljeno, da je onesnaženje sedimentov v porečju Donave (Danube River Basin – DRB) prisotno, vendar pa države DRB nimajo dovoljšnjih kapacitet v smislu informacij, navodil in metod, da bi vzpostavile transnacionalno mrežo za monitoring sedimentov in analizo trendov HS. V okviru Interreg Danube projekta SIMONA (Sediment-quality Information, Monitoring and Assessment System to support transnational cooperation for joint Danube Basin water management), v katerem so sodelovali predstavniki vseh držav DRB, so bili oblikovani protokoli za vzorčenje in laboratorijske analize rečnih sedimentov in oceno kakovosti sedimentov z vidika vsebnosti HS. Na podlagi izdelanih protokolov za vzorčevanje in laboratorijske analize, so bile na treh izbranih testnih območjih (Drava, Tisa, Donava) izvedene razširjene raziskave rečnih sedimentov. Na testnih območjih so bila izvedena vzorčenja talnih, poplavnih in suspendiranih sedimentov z različno vzorčevalno opremo. V drugi fazi projekta je vsaka partnerska država na dveh izbranih nacionalnih točkah izvedla vzorčevanje po predlaganih postopkih v skladu z razpoložljivo opremo. Vzorčevanju so sledile analize sedimentov in sicer tako v nacionalnih laboratorijih kot tudi v referenčnem laboratoriju za spremljanje primerljivosti laboratorijskih metod in rezultatov. V drugi, zaključni fazi projekta, so bili rezultati vzorčevanj testnih in nacionalnih točk ovrednoteni glede na izdelan evalvacijski protokol. V nadgradnji projekta so bile izvedene manjše delavnice z namenom praktičnega prenosa znanj med različne deležnike v partnerskih državah, ki izvajajo monitoring stanja voda in sedimentov, kar je bil eden izmed glavnih ciljev projekta. Poleg prenosa znanja so bili v nadgradnji projekta na treh testnih lokacijah implementirani pasivni vzorčevalniki za suspendirane in poplavne sedimente. V primerjavi s točkovnim vzorčenjem rezultati pasivnega vzorčenja vključujejo tudi časovne spremembe dinamike rečnega sistema in dajejo časovno reprezentativnost rezultatov.

Ključne besede:

onesnaženje rečnih sedimentov, monitoring, harmonizacija mednarodnega monitoringa

Povezave:

<https://www.icpdr.org/main/activities-projects/joint-danube-survey>
<https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/simona>

Insights into the production technology of 13th Century porous lightweight bricks of Ramappa Temple (Telangana, India)

Sabina Dolenc¹, Shiva Kumar Naidu², Matej Dolenc³, Andreja Pondelak¹, Lidija Korat¹, Suryanarayana Murthy⁴, Thirumalini Selvaraj²

¹Slovenian National Building and Civil Engineering Institute, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenia (sabina.dolenc@zag.si)

²Vellore Institute of Technology, Department of Structural and Geotechnical Engineering, Katpadi, Vellore 632014, India

³University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Geology, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenia

⁴KSHETRA, Hyderabad, Telangana, India

This study aims at bringing out the recipe and technology of clay brick production used in 13th century world UNESCO heritage structure Rudreshwara temple of Palampet, popularly known as the Ramappa Temple of Warangal district (Telangana, India). The temple was built with floating bricks and sand box technology at foundation to resist the earthquake forces. Brick samples were collected from vimana (tall tower) and collapsed shikara and examined using multi analytical techniques such as X-ray fluorescence spectroscopy (XRF), X-ray powder diffraction (XRD), optical microscopy, and scanning electron microscopy (SEM/EDS). The type of clay used was investigated based on Si/Al ratios derived from a series of spot microanalyses in brick matrices. The mineralogical composition of bricks identified by XRD was supplemented with thermogravimetric analysis (TG/DTA) and FTIR spectroscopy, also indicative of firing temperature. The lightweight bricks were obtained by introducing the pores by mixing of combustible organic pore-forming additive (rice husks). The quantification of pores, pore evolution and pore structure of light weight bricks by 3D microstructure reconstruction by micro-CT was used. From the data, the pore volume fraction and pore number were extracted and compared, and the pore size distribution with the sintering temperature was obtained as well. Preliminary results showed that brick fabrics are composed of quartz, feldspar, microcline, plagioclase and calcite. Based on the geological markers identified, provenance of clay used for the production of bricks will be also discussed.

Key words: *lightweight brick, clay bricks, cultural heritage, porosity, brick technology, Ramappa Temple*

Oralna biodostopnost potencialno strupenih elementov v različnih okoljskih medijih

Martin Gaberšek, Mateja Gosar

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (martin.gabersek@geo-zs.si)

Pomembno področje geokemičnih raziskav urbanih okolij je ugotavljanje morebitnega negativnega vpliva potencialno strupenih elementov (PSE) na zdravje ljudi. Ocene, ki temeljijo na celotnih vsebnostih PSE v različnih okoljskih medijih so nezanesljive, saj na podlagi teh podatkov ni mogoče sklepati kako se PSE obnašajo v človeškem telesu v primeru njihovega zaužitja ali vdihovanja. Zato so uporabne metode za ugotavljanje biodostopnosti PSE, s katerimi, na podlagi posnemanja fizioloških lastnosti človeškega organizma v laboratoriju, ugotavljamo kolikšen delež oz. količina določene PSE se raztopi v prebavilih oz. pljučih in je tako na voljo za prehod v človekov krvni obtok (Ruby in sod., 1996; Wragg in sod., 2011).

V opisani raziskavi smo z metodo UBM (Unified BARGE Method) preučevali oralno biodostopnost As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Sn in Zn v različnih okoljskih medijev (tla, cestni, podstrešni, stanovanjski prah) z območja Maribora. Metoda UBM posnema dogajanje v treh prebavnih korakih (v ustih, želodcu in tankem črevesu), s čimer dobimo podatke o biodostopnosti v dveh fazah: želodčni, ki jo zaznamuje predvsem nizka pH vrednost, in želodčno-črevesni, ki poleg dogajanja v želodcu zajema še cikel v tankem črevesu. Biodostopni deleži (BAF) elementov se občutno razlikujejo med posameznimi vzorci istega medija, med različnimi mediji in med obema fazama. V tleh, podstrešnem in cestnem prahu je biodostopnost posameznih PSE večinoma večja v želodčni kot v želodčno-črevesni fazi. Obratno velja za biodostopnost PSE v stanovanjskem prahu, saj ima večina PSE večji BAF v želodčno-črevesni fazi kot v želodčni. V vseh štirih medijih, z izjemo Pb v stanovanjskem prahu, so med najbolj biodostopnimi elementi v želodčni fazi Cd, Cu, Pb in Zn. Ob prehodu iz želodca v tanko črevo se mobilnost oz. povprečni BAF večine elementov v tleh ter podstrešnem in cestnem prahu zmanjša. Najbolj biodostopni so deloma drugi elementi, kot v želodčni fazi (Cu, Cd, Ni, As).

Ključne besede:

urbana geokemija, tla, cestni prah, podstrešni prah, stanovanjski prah, UBM

Viri:

Ruby, M.V., Davis, A., Schoof, R., Eberle, S., Sellstone, C.M. 1996: Estimation of lead and arsenic bioavailability using a physiologically based extraction test. *Environmental Science & Technology*, 30: 422–430. <https://doi.org/10.1021/es950057z>

Wragg, J., Cave, M., Basta, N., Brandon, E., Casteel, S., Denys, S., Gron, C., Oomen, A., Reimer, K., Tack, K., Van de Wiele, T. 2011: An inter-laboratory trial of the unified BARGE bioaccessibility method for arsenic, cadmium and lead in soil. *Science of the Total Environment*, 409: 4016–4030. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.019>

New exceptionally preserved stomatopod from Early Miocene of Meljski hrib

Rok Gašparič^{1,2}

¹Oertijdmuseum, Bosscheweg 80, 5293 WB Boxtel, the Netherlands (rok.gasparic@gmail.com)

²Novi trg 59, 1241 Kamnik, Slovenia

Mantis shrimps or stomatopods are a diverse group of crustaceans with more than 500 extant species known and a worldwide distribution in today's oceans. However, stomatopods are rarely found in the fossil record with less than 40 fossil taxa known in total and 12 species recorded from the Miocene (Ahyong, 2001).

A new specimen of stomatopod that can likely be assigned to genus *Squilla*, of which only nine species are known from the fossil record, was found in yellowish marls that form a talus deposit below the Meljski hrib near Maribor, Slovenia. The Meljski hrib locality is known for fossil remains of other early Miocene invertebrates. The fossiliferous beds are located on the north-eastern outskirts of the city of Maribor and form almost vertical and approximately 100 m high cliffs. The bottom part of the profile consists of dark grey siltstones and sandstones with rare macrofossils.

From this locality, Gašparič and Halasova (2015) reported on finds of decapod crustaceans, including crab *Styrioplax exiguus* and chelae of callianassid ghost shrimps. Higher up, the light grey marls are harder and interbedded with frequent concretions layers with calcite crystals. These layers contain a rare macrofauna of bivalves and echinoids (Mikuž and Gašparič, 2014).

The here presented stomatopod specimen was found in yellowish marls which form the hardly accessible top part of the cliffs. The same beds contain mass mortality accumulations of brittle stars. A nephropid lobster *Metanephrops serendipitus* was also previously described from the same level by Gašparič et al. (2021).

The newly discovered stomatopod specimen exhibits well preserved abdominal and thoracic somits in dorso-ventral aspect. Especially noteworthy is the exceptional preservation of dorsal longitudinal pleonal muscle bundles beneath the soft cuticle of the somites. Soft tissues preservation in fossils is rare and can provide important complementary information to the mineralized external carapace morphology.

With their strong pleonal muscles, stomatopods have a high potential for muscle tissue preservation under closed, anaerobic conditions, where the replication of soft issue by calcium phosphate occurs extensively in decaying carcasses (Hof and Briggs, 1997).

Key words:

Crustacea, Stomatopoda,
Central Paratethys, fossil,
soft-tissue, phosphatic

References: Ahyong, S.T. 2001: Revision of the Australian Stomatopod Crustacea. Records of the Australian Museum, Supplement, 26: 1–326.

Gašparič, R. & Halasova, E. 2015: New reports of crab *Styrioplax exiguus* Glaessner, 1928 (Decapoda, Brachyura) from Miocene beds near Maribor, Slovenia. *Geologija*, 58/2: 201–212.

Gašparič, R., Tshudy, D., Chan, T.Y. & Čorić, S. 2021: A new deep-water lobster, *Metanephrops serendipitus* sp. nov. (Crustacea, Decapoda, Nephropidae), from lower Miocene of Meljski hrib (Maribor, Slovenia). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 73/3: A240521.

Hof, C.H.J. & Briggs, D.E.G. 1997: Decay and mineralization of mantis shrimps (Stomatopoda: Crustacea) – a key to their fossil record. *Palaos*, 12: 420–438.

Mikuž, V. & Gašparič, R. 2014: Some rare fossils from Slovenske gorice, Slovenia. *Geologija*, 57/2: 155–166.

Cetorhinid gill rakers from Early Miocene of Meljski hrib

Rok Gašparič^{1,2}, Martin Koščák³, Martin Mazuch³

¹Oertijdmuseum, Bosscheweg 80, 5293 WB Boxtel, the Netherlands (rok.gasparic@gmail.com)

²Novi trg 59, 1241 Kamnik, Slovenia

³Charles University in Prague, Faculty of Science, Institute of Geology and Palaeontology, Albertov 6, Prague 2, 128 43, Czech Republic

Isolated gill rakers of basking sharks (Cetorhinidae) were collected from the Early Miocene fossiliferous beds of the Meljski hrib locality near Maribor, Slovenia. A sample contains five complete specimens and several additional fragments of broken gill rakers, associated together with a mass of fish bones, echinoid plates, and benthic foraminifera. The present association likely represents a coprolite or regurgitate. Fossil gill rakers are similar to those in recent representatives of the genus *Cetorhinus* Blainville, 1816, but more closely resembling the features typical for basking sharks in the fossil genus *Keasius* Welton, 2013.

Basking sharks are presented in the modern fauna by a single species (*Cetorhinus maximus*), although they have been much more diverse in the past. With length exceeding 10 metres, *C. maximus* is the second largest living shark, after the whale shark *Rhincodon typus*, and one of the only three plankton-eating shark species along with the whale shark and megamouth shark *Megachasma pelagios* (Kovalchuk and Barkaszi, 2021).

They first appeared in the fossil record in the middle Eocene of Antarctica, but most of the described fossils are known from the Oligocene and lower Miocene of Europe. The older cetorhinid gill raker specimens are all assigned to genus *Keasius*. Gill rakers with intermediate features between *Keasius* and *Cetorhinus* were described from the late Oligocene to the early Miocene of Sakhalin (Russia). Genus *Cetorhinus* appears for the first time in the early to middle Miocene, and all specimens from the late Miocene onwards are assigned to the extant species *C. maximus* (Kovalchuk and Barkaszi, 2021).

Cetorhinid gill rakers from early Miocene of Meljski hrib are associated with invertebrate fauna that indicates an outer shelf to slope environment, with water depth of at least 150 metres, but likely exceeding 250 metres (Gašparič et al., 2021).

Key words:

Cetorhinidae, basking
shark, gill rakers,
Central Paratethys, early
Miocene, fossil

References:

- Gašparič, R., Tshudy, D., Chan, T.Y. & Čorić, S. 2021: A new deep-water lobster, *Metanephrops serendipitus* sp. nov. (Crustacea, Decapoda, Nephropidae), from lower Miocene of Meljski hrib (Maribor, Slovenia). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 73/3: A240521.
- Kovalchuk, O. & Barkaszi, Z. 2021: Oligocene basking sharks (Lamniformes, Cetorhinidae) of the Carpathian Basin with a reconsideration of the role of gill rakers in species diagnostics. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 41/2. <https://doi.org/10.1080/02724634.2021.1929269>

Spodnja flišoidna formacija v zaporedju Ponikvanske tektonske krpe

David Gerčar, Boštjan Rožič

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za Geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (david.gercar@ntf.uni-lj.si)

Južna pobočja Ponikvanske planote (6 km JV od Tolmina) sestavlja srednjetrojasko do kredno zaporedje globljemorskih kamnin v inverzni legi. Navedeno zaporedje je del Ponikvanske tektonske krpe, katera predstavlja danes najjužneje ležeče še ohranjene razvoje Slovenskega bazena. Predvsem srednje- in zgornjejurski razvoji so bili detajlno proučeni v petih vzporednih grapah. Rožič in sodelavci so v preteklih letih opisali 80 metrov debelo zaporedje srednejurskih blokovnih apnenčevih breč in kalkarenitov, katero je nastalo z odlaganjem debelozrnatega presedimentiranega materiala iz drobirskih tokov (Rožič in sod., 2019). Vir resedimentov je bil robni del Jadranske Karbonatne Platforme. Tovrstna sestava zaporedja kaže na izrazito proksimalno lego. Breče navzgor preidejo v vrhnji del Tolminske formacije in apnenice tipa biancone, katerim sledi berriasijsko–aptijska stratigrafska vrzel (Rožič in sod., 2014). Zaporedje se nadaljuje s kamninami Spodnje flišoidne formacije, globotrunkanskimi in Volčanskimi apnenici (Scaglia), ter bazalnim delom Zgornje flišoidne formacije. V prispevku predstavljamo raziskavo zaporedja Spodnje flišoidne formacije, katero na opisanem območju sestavlja do 100 metrov debelo zaporedje rožencev, laporovcev, črnih glinavcev, lapornatih apnenic in kalkarenitov, s porednimi plastmi drobnozrnatih apnenčevih breč. Resedimenti se pojavljajo predvsem v prvih 15 metrih zaporedja in tvorijo manjše erozijske kanale, ki se lateralno izklinjajo. Navzgor kalkareniti in breče predstavljajo le še približno 20% debeline zaporedja. Za razliko od srednje- in zgornjejurskega zaporedja Ponikvanske tektonske krpe kažejo opisani kredni razvoji veliko bolj distalni značaj. To je posledica srednje in poznojurskih porušitev pobočja Jadranske Karbonatne platforme, katere severni rob je bil v kredi že premaknjen v bolj notranje dele Dinaridov. Edino razvoji Spodnje flišoidne formacije v ožji okolici Tolmina in Mrzlega vrha še kažejo proksimalen razvoj (Rožič in sod., 2019). K spremenjeni prostorski razporeditvi faciesov znotraj Slovenskega bazena je najverjetneje prispevala tudi geotektonska reorganizacija celotnega Alpsko-Dinarskega prostora.

Ključne besede:

Ponikvanska tektonska krpa, Slovenski bazen, kreda, Spodnja flišoidna formacija, kalkarenit, apnenčeva breča, laporovec

Viri:

Rožič, B., Gerčar, D., Oprčkal, P., Švara, A., Turnšek, D., Kolar-Jurkovšek, T., Udovč, J., Kunst, L., Fabjan, T., Popit, T. & Gale, L. 2019: Middle Jurassic limestone megabreccia from the southern margin of the Slovenian Basin. *Swiss Journal of Geosciences*, 112/1: 163-180.

Rožič, B., Goričan, Š., Švara, A. & Šmuc, A. 2014: The Middle Jurassic to Lower Cretaceous succession of the Ponikve klippe: The Southernmost outcrops of the Slovenian Basin in Western Slovenia. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 120: 83-102.

Geological mapping in the karst terrains in Dalmatia using digital satellite images as an integral part in mineral raw materials exploration

Nikola Gizdavec¹, Mateo Gašparović³, Slobodan Miko¹, Borna Lužar – Oberiter², Nikolina Ilijanić¹, Zoran Peh¹

¹Croatian Geological Survey, Sachsova 2, Zagreb, Croatia (ngizdavec@hgi-cgs.hr)

²University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Geology, 10000 Zagreb, Croatia

³University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Chair of Photogrammetry and Remote Sensing, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, Croatia

The possibility of karst terrain lithological mapping using remote sensing methods is considered in three pilot areas. The aim is to determine if such methods can enhance existing geological maps which are used in mineral exploration studies. The first research area with a size of approximately 100 square kilometers is located in Šibenik - Knin County. This area consists of Senonian limestones, Eocene limestones, marls and conglomerates, and Quaternary sediments. These sediments have potential for exploitation as ornamental stone and/or crushed stone aggregates. The second research area is the wider area of the town of Vrlika in Split-Dalmatia County. The study of the potentiality of mineral raw materials in the wider area of Vrlika (Lukšić and Gabrić, 1997) showed a high geological potential for gypsum exploitation. The third pilot area is the island of Brač since mineral raw materials important for the Republic of Croatia are exploited there. In this part of the Republic of Croatia, rudist limestones are exploited as ornamental stone and/or crushed-stone aggregates. Simultaneously with the preprocessing and processing of legacy data, available satellite imagery (e.g. Sentinel-2A, WorldView 3, Pleiades, and Planet Scope) and spectral indices of the USGS spectral library will be compiled. High-resolution DEM creation using archival stereo pairs, UAV or ICEYE SAR data will also be a part of the entire data processing workflow within a GIS environment. In addition, machine learning algorithms and discriminant function analysis will also be utilized. The purpose of the described multidisciplinary research is to study geological properties using a variety of different approaches with as many features as possible to increase the accuracy of lithological unit discrimination and mineral resources mapping. This novel methodological approach will generate information on the geological potentiality related to mineral raw materials and save time that is necessary to re-map these areas.

Key words:

*geological mapping,
mineral raw materials,
imagery processing,
machine learning,
discriminant function
analysis*

References:

Lukšić, B. & Gabrić, A. 1997: Studija potencijalnosti mineralnih sirovina šireg područja Vrlike. Fond struč. dok. IGI, Zagreb.

Meritve tektonskih mikro-premikov v prelomni coni Idrijskega preloma v dolini Učje (Z Slovenija)

Andrej Gosar^{1,2}

¹Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova cesta 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija (andrej.gosar@gov.si)

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Recentna hitrost premikov ob aktivnem prelomu je zelo pomemben seizmotektonski parameter, ki ga ni lahko določiti. Idrijski prelom je z dolžino okoli 120 km pomembna struktura z velikim seizmogenim potencialom, ki pa ga je potrebno še raziskati. Zanj je značilna razmeroma majhna seizmična dejavnost v zadnjih desetletjih, ko izvajamo podrobnejši seizmološki monitoring, kar otežuje uporabo seizmoloških metod za njegovo karakterizacijo. Prav tako še niso bile izvedene geodetske meritve v takšni ločljivosti in trajanju, da bi neposredno dokazovale recentne premike ob prelomu. Po drugi strani pa je velika verjetnost, da je najmočnejši zgodovinski potres v Sloveniji leta 1511 z ocenjeno magnitudo 6,8 nastal prav ob Idrijskem prelomu, kar kažejo tudi paleoseizmološke raziskave in tektonska geomorfologija, za daljše obdobje pa geološke raziskave. Meritve mikropremikov s tridimenzionalnimi ekstenziometri lahko nudijo dodaten vpogled v recentno aktivnost preloma. Dolina Učje poteka prečno na Idrijski prelom in v svojih do 50 m visokih stenah razgalja okoli 750 m široko prelomno cono, ki se deli v zunanjo in notranjo, s številnimi izrazitimi razpokami in prelomnimi ploskvami. Zato je bila izbrana za namestitev ekstenziometra TM 71 v okviru COST projekta 3D monitoring of active tectonic structures. Robusten mehanski ekstenziometer, primeren za dolgoletne nepretrgane meritve v težkih pogojih, sestavljata dve prekriti stekleni ploščici z vgraviranim vzorcem, ki ob njunem medsebojnem premiku povzročita Moirov interferenčni vzorec, ta pa se uporabi za kvantifikacijo premikov v treh smereh. Meritve na razpoki v notranji prelomni coni potekajo že od leta 2004 (Gosar in sod., 2011). V 17 letih opazovanj je bilo ugotovljeno sistematično in dokaj stabilno vodoravno zmikanje s povprečno hitrostjo med 0,18 in 0,24 mm/leto in podrejeno vertikalni premiki s hitrostjo do 0,06 mm/leto (Gosar, 2020), kar dokazuje aktivnost tega preloma. Ocene hitrosti premikov so poleg geodinamskih interpretacij pomembne predvsem za izboljšanje seizmotektonskih modelov in s tem boljše ocenjevanje potresne nevarnosti.

Ključne besede:

tektonika, geodinamika, prelom, ekstenziometer, Idrijski prelom, Učja, Slovenija

Viri:

Gosar, A., Šebela, S., Košťák, B., Stemberk, J. 2011: On the state of the TM 71 extensometer monitoring in Slovenia : seven years of micro-tectonic displacement measurements. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 8/4: 389-402.
Gosar, A. 2020: Measurements of tectonic micro-displacements within the Idrija fault zone in the Učja valley (W Slovenia). *Acta Geographica Slovenica*, 60/1: 79-93.

Zaprta in opuščena odlagališča kovinskih rudnikov: vplivi na okolje in sekundarna surovina

Mateja Gosar, Miloš Miler, Špela Bavec, Matevž Demšar, Martin Gaberšek

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija (mateja.gosar@geo-zs.si)

Odlagališča rudarskih odpadkov so lahko vir onesnaženja okolja s potencialno strupenimi elementi (PSE) hkrati pa tudi uporaben sekundarni vir surovin. Predstavljeni bodo rezultati večletnih raziskav vplivov zaprtih in opuščenih odlagališč rudarskih odpadkov kovinskih rudnikov na okolje v Sloveniji (Gosar in sod., 2017, 2020; Miler in sod., 2022). Ugotovili smo, da so tovrstna odlagališča pomemben vir potencialno strupenih elementov (PSE) v sedimentih potokov, ki spirajo odlagališča in da se PSE večinoma pojavljajo kot rudni minerali. Odlagališča imajo na splošno največji vpliv na sedimente v potokih, ki so neposredno pod odlagališči. Ker se drobnozrnat material, ki vsebuje PSE, prenaša tudi na dolge razdalje, so mestoma visoke vsebnosti PSE tudi v sedimentih večjih vodotokov daleč od odlagališč. Rudni minerali na odlagališčih so večinoma topni v vodi, kljub temu pa je ocenjen potencial izpiranja raztopljenih PSE iz deponij zanemarljiv. Ravni PSE v potočnih vodah so nizke, kar dodatno dokazuje, da deponije večinoma prispevajo k transportu PSE v obliki trdnih delcev in ne v raztopljeni obliki (Miler in sod., 2022). Ocenjen potencial deponij kot sekundarnega vira kovin kaže, da vsebujejo le nekatera odlagališča rudarskih odpadkov v Sloveniji zanimive količine nekaterih kovin, predvsem v drobnozrnatih frakcijah.

Ključne besede:

rudarski odpadki, odlagališča, potencialno strupeni elementi, kovine, sekundarne surovine

Viri:

Gosar, M., Miler, M., Bavec, Š. 2017: Spremljanje zaprtih objektov za ravnanje z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin (poročilo). Geološki zavod Slovenije, Ljubljana: 63 p.
Gosar, M., Šajn, R., Miler, M., Burger, A., Bavec, Š. 2020: Overview of existing information on important closed (or in closing phase) and abandoned mining waste sites and related mines in Slovenia = Pregled obstoječih informacij o pomembnejših zaprtih (ali v fazi zapiranja) in opuščenih odlagališčih rudarskih odpadkov in z njimi povezanih rudnikov v Sloveniji. *Geologija*, 63/2: 221-250, <https://doi.org/10.5474/geologija.2020.018>.
Miler, M., Bavec, Š., Gosar, M. 2022: The environmental impact of historical Pb-Zn mining waste deposits in Slovenia. *Journal of Environmental Management*, 308: 114580. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114580>

Integracija mineralnih virov držav Zahodnega Balkana v obstoječ evropski podatkovni model

Katarina Hribernik, Duška Rokavec, Jasna Šinigoj

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija (katarina.hribernik@geo-zs.si)

Primarni in sekundarni mineralni viri so strateškega pomena za EU. Večina držav EU je že del vseevropskega informacijskega sistema, ki zagotavlja dosledne in organizirane podatkovne informacije o primarnih in sekundarnih mineralnih virih na evropski ravni. Regija vzhodne in jugovzhodne Evrope (ESEE) je predstavljala vrzel v tej mreži, hkrati pa je opredeljena kot eden najpomembnejših strateških interesov za evropski surovinski sektor z velikim potencialom za oskrbo z minerali za preostalo Evropo. V okviru RESEERVE projekta (projekt RIS KAVA)(1) so bili implementirani nacionalni podatki o mineralnih virih šestih držav Zahodnega Balkana: Albanije, Bosna in Hercegovine, Hrvaške, Srbije, Črna gore in Makedonije, ki so bili usklajeni z že obstoječo direktivo INSPIRE (evropska direktiva za prostorske podatke)(2). Glavni cilj je bila vzpostavitev registra mineralov zahodnega Balkana, ki ga zagotavljajo uradni nacionalni ponudniki podatkov (geološke institucije in univerze), ki predstavlja izhodišče za integracijo regije ESEE v obstoječe podatkovne platforme EU, približuje njihove surovine tržišču in prispeva k boljši oskrbi z minerali v Evropi. Regionalni podatki o mineralnih virih so na ta način postali dostopnejši in uporabnejši. Eden od ciljev projekta je bil tudi predvideti prihodnjo ponudbo in povpraševanje po mineralih, zlasti po kritičnih mineralih. Scenariji, pripravljene v projektu so na voljo prek platforme EGDI, ki omogoča enostaven dostop do razpoložljivih podatkov o mineralih. Prispevek je osredotočen na širjenje informacijskega znanja in znanja o preslikavanju nacionalnih primarnih in sekundarnih podatkov o mineralnih virih v že obstoječe evropske podatkovne modele in na razvoj nacionalnih relacijskih baz podatkov, ki so skladne s strukturo skupne evropske baze podatkov. Usklajevanje podatkov je bilo izvedeno z nacionalnimi izobraževalnimi delavnicami in z nekaterimi aktivnostmi za pomoč partnerjem pri izdelavi prvega koraka pri implementaciji direktive INSPIRE.

Ključne besede:

*mineralne surovine,
Zahodni Balkan, direktiva
INSPIRE, mreža podatkov
EGDI, harmonizacija
podatkov, podatkovne
baze*

Povezave:

RESEERVE: Mineral potential of the Eastern and South-Eastern Europe region,
<https://eitrawmaterials.eu/project/reseerve/>
Directive INSPIRE. About Inspire, 2007, <https://inspire.ec.europa.eu/about-inspire/563>

Impacts on the management of deep geothermal groundwater monitoring wells of Pre-Neogene aquifers in the Mura-Zala Basin, Northeastern Slovenia

Bojana Janežič¹, Sonja Lojen², Goran Vižintin^{3,4}

¹Geoforma, d.o.o., Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (bojana.janezic@geoforma.si)

²Jožef Stefan Institute, Department of Environmental Sciences, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenia

³University of Nova Gorica, Faculty of Environmental Sciences, Vipavska 13, 5000 Nova Gorica, Slovenia

⁴University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Aškerčeva cesta 12, Slovenia

Management of deep geothermal resources in Slovenia is very complex because of the depth of the geothermal aquifers. In this study we have developed a conceptual model for the management of deep geothermal aquifers in Northeastern Slovenia, which has turned out to be much more complex. Evolution of the problems that occurred when developing a conceptual model are based on previous and newly collected data of geothermal waters of Pre-Neogene aquifers in Mura-Zala Basin. Isotope and chemical compositions of groundwater revealed that mixing of deep groundwater in the Pre-Neogene aquifers occurs in exploitation wells at Veržej and Petišovci.

According to the history of exploitation well construction it is difficult to identify the real cause of mixing of groundwater and of pressure lowering with increasing depth inside wells. Monitoring of groundwater wells in the Mura-Zala Basin based only on exploitation and not monitoring the wells may lead to misleading results.

Groundwater mixing is thought to be due either to inadequate construction of exploitation wells in the past, which were and still are used for monitoring or to changed hydrodynamic conditions resulting from uncontrolled exploitation of groundwater without reinjection rate. In this respect, new construction of multilayer monitoring wells in the future is needed, which could lead to more reliable monitoring results, better control of groundwater resources and the hydrogeological system of the Pre-Neogene aquifers.

Key words: *Pre-Neogene aquifers, groundwater flow, hydrogeochemical parameters, conceptual model, water management*

Modeliranje hidrogeoloških razmer in razširjanja onesnaženja na območju Iškega vršaja

Mitja Janža¹, Branka Bračič Železnik², Brigita Jamnik²

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (mitja.janza@geo-zs.si)

²Javno podjetje VODOVOD KANALIZACIJA SNAGA d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana, Slovenija

Vodarna Brest zagotavlja okrog desetino vode za sistem oskrbe s pitno vodo Ljubljane in okolice. Zaradi prisotnosti onesnaženja z desetilatrazinom je delovanje vodarne omejeno. Za namen preučevanja hidrogeoloških razmer in širjenja onesnaževala v globljem delu vodonosnega sistema v zaledju vodarne smo izdelali dinamični model toka podzemne vode in prenosa snovi. Ta numerični model omogoča simulacijo opazovanih hidrogeoloških in kemijskih razmer ter napoved razširjanja onesnaženja v vodonosniku ob različnih hidroloških pogojih ter načinih črpanja. Model se uporablja kot podpora pri načrtovanju ukrepov za izboljšanje kemijskega stanja podzemne vode in varnosti oskrbe s pitno vodo. V prispevku bomo predstavili značilnosti modela in rezultate simulacij izvedenih in načrtovanih zaščitnih ukrepov za zmanjšanje vpliva onesnaženja na delovanje vodarne. Preverili smo učinek zaščitnega črpanja iz globokih vodnjakov na vzhodni strani vodarne, ki lahko preusmeri oblak onesnaženja in zmanjša koncentracije desetilatrazina v vodnjakih osrednjega dela vodarne, iz katerih se odvzema voda za oskrbo s pitno vodo. Ocenili smo tudi možnost črpanja z novim vodnjakom na zahodnem delu vodarne in pričakovane koncentracije desetilatrazina v vodnjakih vodarne ob različnih načinih črpanja.

Ključne besede: vodarna Brest, podzemna voda, desetilatrazin

Geološki laboratorij za proučevanje nastanka skalnih podorov

Mateja Jemec Auflič, Ela Šegina, Tina Peternel, Jernej Jež, Andrej Vihtelič, Jasna Šinigoj

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (mateja.jemec@geo-zs.si)

Nastanek skalnih podorov je posledica dolgotrajnih geoloških procesov (sprememba mehanskih lastnosti kamnin, tektonika, preperevanje itd.), njihova sprožitve pa nepredvidljiva. Pri tem se najpogosteje postavlja vprašanje kakšni so vzroki za pojav (kateri dejavniki) in kdaj bo skalni podor nastal (kakšni mehanizmi). Z vzpostavitvijo elektronskega geotehničnega monitoringa na petih lokacijah v vzhodni Sloveniji (Zasavje, Smrekovec, Mežica, Brezno-Dravograd in Žužemberk) spremljamo razširjanje in nastanek razpok v skalnih stenah, ki so posledica meteoroloških dejavnikov in geoloških lastnosti kamnin (Jemec Auflič in sod., 2022). Monitoring sestavlja 12 merilnih mest: z dežemeri, s senzorji za temperaturo in vlažnost zraka, z merilci nagiba stene, s kompletom za merjenje napetosti in deformabilnosti kamnin, z laserskimi merilniki razdalje, s poteznimi merilci razpok in s temperaturnimi senzorji v steni. Merjeni podatki se preko LoRA omrežja prenašajo na bazno postajo, ki se nahaja v bližini senzorjev in od tu naprej na strežnik Geološkega zavoda Slovenije (eTeren).

Pilotna monitoring območja smo izbrali na podlagi naslednjih meril: pogostost pojavljanja podorov, tveganje za prebivalstvo in infrastrukturo ter različna vrsta kamnin. Proučevali bomo vpliv periodičnih ciklov zmrzovanja in odtajevanja, ki povzročajo nenehno širjenje diskontinuitet v karbonatnih, magmatskih in metamorfni kamninah. Vsak posamezen tip kamnine ima različne inženirske lastnosti in predispozicijske dejavnike, ki lahko vplivajo na nastanek razpok, nadaljnje odpiranje razpok in odlom kamenja oziroma nastanek skalnih podorov.

Monitoring oprema je bila nabavljena v okviru projekta »Razvoj raziskovalne infrastrukture za mednarodno konkurenčnost Slovenskega RRI prostora – RI-SI-EPOS«.

Raziskave so v celoti financirane s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), projekt J1-3024.

Ključne besede:

skalni podori, monitoring, temperatura, padavine, Slovenija

Viri:

Jemec Auflič, M., Šegina, E., Peternel, T., Zupan, M., and Vihtelič, A. 2022: Detection of rockfall activity due to rock freezing and thawing by electronic geotechnical sensors in Slovenia. EGU General Assembly, EGU22: 2623. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-2623>.

Izdelava opozorilnih kart nevarnosti pobočnega masnega premikanja v Sloveniji – pregled stanja in napredek

Jernej Jež, Špela Kumelj, Blaž Milanič, Matija Krivic, Gašper Bokal, Jernej Bavdek, Anže Markelj, Ana Novak, Kristina Ivančič, Matevž Demšar, Lucija Slapnik

Geološki zavod Slovenije, Dirničeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (jernej.jez@geo-zs.si)

Opozorilne karte nevarnosti zaradi procesov pobočnega masnega premikanja v merilu 1 : 25.000 so v osnovi uporabne kot strokovne podlage pri prostorskem načrtovanju na nivoju občin ter pri presoji vplivov predvidenih posegov na okolje. Pravno podlago k izdelavi analiz nevarnosti na plazljivih in erozijskih območjih predstavlja Zakon o vodah (ZV-1; Ur.l. RS, št. 67/02 itd.), ki v 83. členu definira ogrožena območja, ki so območja ogrožena zaradi: poplav, erozije celinskih voda in morja, zemeljskih ali hribinskih plazov in snežnih plazov. Z razvojem metodologije za izdelavo opozorilnih kart smo na Geološkem zavodu Slovenije pričeli že pred letom 2005 (Bavec in sod., 2005; Komac, 2005). Ta je bila kasneje mednarodno verificirana in večkrat posodobljena ter leta 2012 po naročilu Ministrstva za okolje in prostor prvič pilotno testirana na 14 občinah in leta 2020 še na 15 dodatnih občinah. Ministrstvo je istega leta nadaljevalo z izdelavo opozorilnih kart nevarnosti za posamezne občine, nalogo je prevzela Direkcija RS za vode. V začetku leta 2023 bo tako s strokovnimi podlagami pokrita slaba tretjina slovenskih občin (66). Karte prikazujejo izvorna območja obstoječih in predvidenih pojavov pobočnih premikov kot so plitvi zemeljski plazovi, skalni podori in drobirski tokovi. Kot dopolnitev zunanji izvajalci na istih območjih pripravljajo še opozorilne karte linijske in ploskovne erozije. Izdelava kart vključuje tako matematično modeliranje z upoštevanjem ključnih časovno-prostorskih dejavnikov, ki vplivajo na procese, kot tudi terenske validacije in preglede. Prostorski sloji so predani naročniku, hkrati pa so objavljeni na spletni aplikaciji Geohazard, ki je javno dostopna na povezavi <https://geohazard.geo-zs.si>. Terensko delo zajema tudi pregled vseh aktivnih in preteklih pojavov plazjenja z namenom vodenja poenotene baze. Kot prostorski sloj je tako v aplikacijo dodan sloj lokacij zemeljskih plazov, podrobnejši podatki pa se beležijo v spletni aplikaciji e-Plaz (<https://www.e-plaz.si/>).

Ključne besede:

opozorilne karte nevarnosti, zemeljski plazovi, skalni podori, drobirski tokovi, erozija, baza plazov

Viri:

Bavec, M., Budkovič, T., Komac, M. 2005: Geohazard - geološko pogojena nevarnost zaradi procesov pobočnega premikanja. Primer občine Bovec. *Geologija*, 48/2: 303-310.
KOMAC, M. 2005: Verjetnostni model napovedi nevarnih območij glede na premike pobočnih mas - primer občine Bovec. *Geologija*, 48/2: 311-340.

Spremljanje plazu Slano blato iz zraka in vesolja – kako aktiven je plaz danes?

Galena Jordanova¹, Marko Vrabec¹, Krištof Oštir², Timotej Verbovšek¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (galena.jordanova@ntf.uni-lj.si)

²Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo in geoinformatiko, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

Plaz Slano blato je posledica pestrih geoloških in geomorfoloških lokalnih razmer v Vipavski dolini. Kombinacija nariva kraškega zaledja na močno deformirane in preperle flišne plasti ter intenzivnega padavinskega dogajanja je ogrožala človeška življenja že približno 200 let nazaj. Ob zadnji reaktivaciji plazu, ki se je sprožil tekom padavinskega dogodka 18. novembra 2000, je v obliki blatnega toka zdrselo okoli 700.000 m³ zemlje proti naselju Lokavec pri Ajdovščini.

Ker so bili glavni vzroki za plazenje namočenost plazine zaradi padavin in dotokov podzemne vode iz kraškega zaledja, se je material različno premikal po različnih odsekih plazu in je le-to privedlo do večfazne sanacije plazu z izgradnjo sistema odvodnjavanja ter podpornih konstrukcij za stabilizacijo zemljine. Kljub zahtevi po spremljanju aktivnosti plazu in učinkovitosti sanacije v preteklem desetletju ni bilo aktivnega monitoringa plazu. Velikost plazovitega območja, ki presega 20 ha, predstavlja velikanski izziv za spremljanje dogajanja na njem.

V namen pridobitve čim večjega nabora podatkov o plazu smo se odločili za spremljanje premikov s kombinacijo monitoringa iz zraka in vesolja, tj. s fotogrametrijo z uporabo brezpilotnega letalnika (BPL) ter s satelitsko interferometrijo (InSAR). Obe metodi sta komplementarni in se dopolnjujeta med seboj; fotogrametrija z BPL omogoča zelo visoko prostorsko ločljivost zajema površja (okoli 2 cm), s katero lahko določimo tudi manjše zdrse zemljine in usade, medtem ko InSAR omogoča spremljanje površinskih deformacij z natančnostjo 1 mm/leto v smeri vidne linije satelita, vendar s slabšo prostorsko ločljivostjo 10-15 m.

Rezultati do sedaj kažejo obetavne ugotovitve: fotogrametrija omogoča spremljanje plazenja, rasti vegetacije ter območij sanacijskih del in drugih sprememb na površju; z InSAR metodo pa je mogoče določiti območja plazenja, erozije ter tudi izvajanja sanacijskih del. Sam zajem površja je sicer zelo hiter (z BPL do nekaj ur ob primernih vremenskih pogojih; SAR posnetke dobimo iz Esine baze arhivskih posnetkov satelitov Sentinel-1), obdelava podatkov pa je bolj kompleksna in zamudna. Kljub temu je mogoče rezultate pridobiti v roku nekaj dni, kar pomeni, da je metodologija natančna in učinkovita ter omogoča hitrejše pridobivanje podatkov o samem plazu.

Rezultati nakazujejo na relativno mirovanje plazu v preteklem letu z izjemo manjših zdrsov in usadov na posameznih odsekih, terenski ogledi pa potrjujejo, da poteka tudi intenzivna površinska erozija. Leto 2021 je bilo v drugi polovici precej suho, zato rezultati niso pokazali bistvenih premikov. Za natančnejše ugotovitve o aktivnosti plazu je zato potrebno pridobiti še več podatkov.

Ključne besede: monitoring, plazenje, satelitska interferometrija, fotogrametrija, daljinsko zaznavanje, Slano blato

Sledilni poizkus na območju osrednjih vadbišč slovenske vojske BAČ in POČEK

Grega Juvan, Jože Ratej

IRGO Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje, Slovenčeva ulica 93, 1000 Ljubljana, Slovenija (grega.juvan@irgo.si)

Prisotnost vadbišč slovenske vojske na območju Javornikov je zaradi predvidenih sprememb državnega prostorskega načrta (DPN) precej izpostavljena tema. Javorniki predstavljajo napajalno zaledje vodnega vira Malni - najpomembnejšega vodnega vira občin Postojna in Pivka. V okviru strokovnih podlag za predlagani DPN je bil z lokacij OSVAD Bač in Poček v decembru izveden simultani sledilni poizkus z uporabo dveh fluorescentnih sledil Uranin in Sulforodamin-B. Glavna merska mesta so predstavljali znani iztoki iz sistema: Planinska jama, zajetje Malni in izvir Vipave, v mrežo merskih mest pa so bile vključene tudi reka Pivka pri Parjah, izviri pri Stari vasi pri Postojni ter Kotličiči v Rakovem Škocjanu.

Sledilni poizkus v visokem vodostaju se je začel v decembru 2021 in je trajal okrog 5 mesecev. V tem času so bili na vseh lokacijah zabeleženi prihodi obeh ali pa vsaj enega od injiciranih sledil, pretežni del sledila pa iz sistema še ni prispel. Detekcija sledila je potekala z diskretnim vzorčenjem, na ključnih lokacijah (Planinska jama in zajetje Malni) pa v sodelovanju z Inštitutom za raziskovanje krasa z avtomatskimi vzorčevalniki. V zajetju Malni je bil nameščen tudi terenski fluorometer. Rezultati, ki izhajajo iz časov prvih prihodov in razvoja koncentracij na merskih mestih, v nekaterih pogledih precej odstopajo od ugotovitev dosedanjih poizkusov in podajajo nov vpogled v kompleksnost kraškega vodonosnika v masivu Javornikov. Iz rezultatov je razvidno, da na hitrost širjenja snovi v kraškem vodonosniku ne vplivajo samo splošni vodostaji temveč igrajo pomembno vlogo tudi drugi dejavniki, kar igra ključno vlogo pri formiranju in implementaciji omilitvenih ukrepov za ohranjanje dobrega stanja podzemne vode zaradi delovanja vadbišč slovenske vojske.

Ključne besede: OSVAD Poček, OSVAD Bač, vodarna Malni, Planinska jama, kraški vodonosnik, Javorniki

Izotopski vpogled v prehrano jamskega medveda od mladiča do odraslega osebka

Urša Kastelic Kovačič¹, Irena Debeljak¹, Doris Potočnik², Nives Ogrinc², Nina Zupancič^{1,3}

¹ZRC SAZU, Paleontološki inštitut Ivana Rakovca, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenija (ursa.kastelic-kovacic@zrc-sazu.si)

²Inštitut Jožefa Stefana, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija

³Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Analiza stabilnih izotopov ogljika (C) in dušika (N) v kolagenu pridobljenem iz fosilnih kosti ali dentina omogočajo ugotavljanje prehranskih navad tako živali kakor ljudi. Za jamskega medveda večina raziskav kaže na izključno rastlinsko prehrano (Bocherens, 2019), od tega odstopajo le vrednosti dušika iz dveh jam v Romuniji (Robu in sod., 2013). Z analizo izotopov na kolagenu zob iz najdišča Divje babe I smo želeli raziskati morebitne spremembe v prehrani tekom življenja. Poznavanje ontogenetskega razvoja zob omogoča vzorčenje materiala, ki je nastal v specifičnih življenjskih obdobjih. Pri šestih mlečnih zadnjih premolarjih, šestih mlečnih kaninih, šestih stalnih prvih molarjih in 27 stalnih kaninih smo odžagali le del korenine na tak način, da smo zajeli izotopski zapis iz naslednjih 6 starostnih skupin oz. življenjskih obdobji:

- Mlečni zadnji premolarji: ~ 1. do 4. mesec življenja (prva zima, začetek pomladi)
- Mlečni kanini: ~ 5. do 9. mesec življenja (večinoma prvo poletje in jesen)
- Stalni prvi molarji: ~ 5. do 9.(-15.) mesec življenja (večinoma prvo poletje in jesen; deloma tudi 2. zima)
- Stalni kanini: ~ 2. leto
- Stalni kanini: ~ 3. leto
- Stalni kanini: ~ 5.-10. leto

Gre za prvo raziskavo izotopov pri jamskem medvedu, zasnovano na tak način. Pri zadnjih treh skupinah (starejši mladiči, subadultni in mlajši odrasli osebki) smo lahko določili tudi spol živali, za ugotavljanje morebitnih razlik v prehrani med samci in samicami. Za primerjavo smo vzorčili tudi korenini molarjev dveh recentnih rjavih medvedov.

Analize stabilnih izotopov C in N smo izvedli na kolagenu 47 vzorcev iz različnih življenjskih obdobji živali. Preliminarni rezultati so pokazali, da se izotopska sestava ogljika ($\delta^{13}C$) giblje v razponu od -21,4 do -23,2 ‰ in kaže na prehrano C3 rastlinskega izvora ne glede na življenjsko obdobje, medtem ko se izotopska sestava dušika ($\delta^{15}N$) pri mladičih starih od dveh do treh mesecev giblje okoli 6 ‰, pri ostalih starostnih skupinah so vrednosti med 2,5 in 3,5 ‰. Višje vrednosti v izotopski sestavi dušika nakazujejo na vpliv dojenja in kažejo na razliko v prehranjevalnih navadah med starostnimi skupinami.

Ključne besede:

jamski medved,
rekonstrukcija življenja,
stabilni izotopi kolagena

Viri:

Bocherens, H. 2019: Isotopic insights on cave bear palaeodiet. *Historical Biology*, 31/4: 410-421. <https://doi.org/10.1080/08912963.2018.1465419>
Robu, M., Fortin, J.K., Richards, M.P., Schwartz, C.C., Wynn, J.G., Robbins, C.T., Trinkaus, E. 2013: Isotopic evidence for dietary flexibility among European Late Pleistocene cave bears (*Ursus spelaeus*). *Can. J. Zool.*, 91: 227-234.

Pregled zgornjekrednih pelagičnih sedimentov na območju Krnskega pogorja

Anja Kocjančič, Maria Rose Petrizzo, Aleksander Horvat

ZRC SAZU, Paleontološki inštitut Ivana Rakovca, Novi trg 2, 1000 Ljubljana (anja.kocjancic@zrc-sazu.si)

V prispevku predstavljamo preliminarne rezultate biostratigrafskih raziskav zgornjekrednih pelagičnih sedimentov na območju Krnskega pogorja, ki se nahaja na skrajnem jugozahodnem delu Julijskih Alp.

V sklopu raziskav smo preučili dve izbrani lokaciji v Krnskem pogorju, vrh Rdeči rob in predel pod Peski, ki se nahajata vzhodno od Jezera v Lužnici. Omenjeni lokaciji zajemata dobro ohranjene ostanke zgornjekrednih rdečkastih pelagičnih in laporastih apnencev tipa Scaglia rossa ter redkih plasti svetlosivih mikritnih apnencev tipa Scaglia bianca. Bazenski sedimenti so na tem območju redek vir informacij o zgornjekrednem dogajanju v času prvih faz orogenskega cikla na današnjem slovenskem ozemlju in so v preteklosti že bili predmet geoloških raziskav. Cousin (1981) je namreč tem pelagičnim sedimentom, s pomočjo redkih planktonskih foraminifer, v svojih raziskavah pripisal albijsko do campanijsko starost. Ker je ta določitev starosti izredno ohlapna in nekoliko zastarela, smo se odločili do sedaj znane podatke dopolniti z novjšimi raziskavami in biostratigrafskimi podatki planktonskih foraminifer.

V ta namen smo na Rdečem robu posneli krajši shematski stratigrafski profil dolg 21 m, na predelu pod Peski pa smo sistematično vzorčili lateralno razgaljene plasti (najverjetneje) enakega stratigrafskega zaporedja kakor na Rdečem robu. Vzorčenje je bilo oteženo zaradi strukturno zelo razgibanega in deformiranega področja.

Vzorci odvzetih kamnin so bili pripravljani na dva načina: z izdelavo petrografskega zbruskov ter s preparacijo kamnine na raztapljanje z 80 % očetno kislino. Pripravljene zbruske so bili nato pregledani pod optičnim mikroskopom, izpirki raztopljene kamnine pa so bili pregledani pod stereomikroskopom z namenom izolacije planktonskih foraminifer.

Na podlagi analiz zbruskov v dopolnitvi z izoliranimi planktonskimi foraminiferami smo odkrili prisotnost foraminiferne biocone *Dicarinella concavata*. Slednja skupaj z različnimi foraminiferami združbami rodu *Marginotruncana*, *Clavhedbergella* in planispiralnih oblik rodu *Planohedbergella* ter *Planoheterohelix*, nakazujejo na tipično foraminiferno združbo coniacija. Podrobnejše raziskave so še v teku.

Ključne besede:

Krnsko pogorje,
Rdeči rob, Scaglia
rossa, Scaglia bianca,
zgornjekredni pelagični
sedimenti, bistratigrafija,
planktonske foraminifere

Viri:

Cousin, M. 1981: Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie. Société géologique du Nord, 5/1: 1-521.

Biofacies permsko-triasnega profila Teočak, Bosna in Hercegovina

Tea Kolar-Jurkovšek¹, Hazim Hrvatović², Dunja Aljinović³, Galina P. Nestell⁴, Bogdan Jurkovšek⁵, Ferid Skopljak⁶

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (tea.kolar-jurkovsek@geo-zs.si)

²Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, Bistrik 7, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

³University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb, Croatia

⁴University of Texas at Arlington, Department of Earth and Environmental Sciences, Arlington, TX 76019, USA

⁵Kamnica 27, 1262 Dol pri Ljubljani, Slovenia

⁶Geological Survey of Federation of Bosnia and Herzegovina, Ilidža, Ustanička 11, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Profil Teočak v Bosni in Hercegovini (Savsko-vargarska cona) gradijo kamnine zgornjepermske Bellerophonske formacije in spodnjetriasna „Werfenska formacija“, ki vključuje tudi Prehodne plasti. Napravljene so sedimentološke in mikropaleontološke analize na osnovi foraminifer in konodontov. Bellerophonska formacija je nastajala v plitvi laguni bogati z bioto, ki jo označujejo značilne changhsingijske vrste foraminifer. Sedimentacija spodnjetriasnih plasti je potekala na plitvi epikontinentalni rampi z izrazito dolgotrajno transgresijo. Najdene konodontne združbe so uvrščene v poznopermsko (changhsingijsko) *cono praeparvus* in zgodnjetriasne *cone isarcica-staeschei* (griesbachij), *costatus* (? pozni dienerij-zgodnji smithij) in *hungaricus* (zgodnji spathij). Raziskane plasti vključujejo permsko-triasno in indijsko-olenekijsko mejo. Rezultati prispevajo k poznavanju množičnega izumrtja v poznem permu in okrevanju konodontov v zgodnjem triasu. Uvedena konodontna conacija profila Teočak je v tej regiji predlagana prvič. Pridobljeni podatki so dragocen vir paleontoloških dokazov, ki zagotavljajo pomemben prispevek k paleobiogeografiji zahodne Tetide. Ker so raziskane plasti zaenkrat edine v Bosni in Hercegovini, ki vsebujejo permsko-triasno mejo, je geološki profil Teočak zaradi pomembnosti predlagan za vpis v seznam naravne dediščine državnega pomena.

Ključne besede:

zgornji perm,
spodnji trias,
mikropaleontologija,
mikrofacies, Savsko-
vardarska cona, zahodna
Tetida

Viri:

Kolar-Jurkovšek, T., Hrvatović, H., Aljinović, D., Nestell, G.P., Jurkovšek, B. & Skopljak, F. 2021: Permian-Triassic biofacies of the Teočak section, Bosnia and Herzegovina. *Global and Planetary Change*, 200: 103458. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103458>

Fosili Slovenije – Fossils of Slovenia

Tea Kolar-Jurkovšek^{1,2}, Bogdan Jurkovšek²

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija (tea.kolar-jurkovsek@geo-zs.si)

²Kamnica 27, 1262 Dol pri Ljubljani, Slovenija

Ob 75-letnici je pri Geološkem zavodu Slovenije izšla knjiga Fosili Slovenije s pomenljivim podnaslovom »Pogled v preteklost za razmislek o prihodnosti«, ki obsega 263 strani, 33 tabel s fosili in 411 citiranimi deli raziskovalcev slovenskih fosilov. V knjigi je prikazan izbor slovenskih fosilov, ki so pomembni za razumevanje geološkega časa in okolja, v katerem so kamnine z njimi nastajale, in posledično za poznavanje geološke zgradbe Slovenije. Poudarek je na makrofosilih, torej tistih, ki so vidni že s prostim očesom brez optičnih ali elektronskih pomagal.

V uvodnih poglavjih je poleg nekaterih osnov paleontologije predstavljena pot od najzgodnejših evolucijskih idej do začetkov paleontologije kot samostojne znanstvene discipline. Poudarek je na sodobnem razumevanju fosilov, njihovem pomenu za biostratigrafijo in paleoekologijo ter za razvoj sodobne evolucijske misli.

Manjši del knjige je namenjen geotektonski opredelitvi Slovenije, ki se nahaja na stičišču Južnih Alp, Dinaridov, Vzhodnih Alp in Panonskega bazena. Najobsežnejši del predstavlja poglavje o geoloških, bioloških in klimatskih dogodkih na Zemlji od predkambrija do danes. Ob vsakem geološkem obdobju so predstavljeni pomembnejši fosili in njihova najdišča v Sloveniji, ki starostno, paleogeografsko in paleoekološko opredeljujejo kamnine. Gre torej za neke vrste biostratigrafski sprehod skozi geološko zgodovino slovenskega ozemlja.

Vsa geološka obdobja so v knjigi uravnotežena glede na dolžino trajanja, obseg sedimentnih kamnin v Sloveniji in pogostnost fosilnih najdb. Izbor lokalnosti in fosilov je precej subjektiven in odvisen od stopnje raziskanosti. Ob tem je bilo potrebno pri kenozojskih formacijah, ki so v Sloveniji ekonomsko nekoliko bolje raziskane zaradi ležišč nekovinskih mineralnih surovin, upoštevati množico dodatnih raziskovalnih podatkov.

Ključni razlog za nastanek knjige Fosili Slovenije je ta, da so fosili pomemben del slovenske (in svetovne) naravne dediščine, ki je v preteklosti skupaj s številnimi zbirkami fosilov, razpršenimi po različnih ustanovah v Sloveniji in tujini, skozi desetletja marsikdaj izginila ali bila uničena in zanje vemo le še na osnovi omemb v starejši znanstveni in strokovni literaturi. Ob tem so upoštevane vse pomembnejše študije domačih in tujih raziskovalcev fosilov najdenih na slovenskem ozemlju.

Nekoč je veljalo, da je sedanost ključ za razumevanje preteklosti, vendar danes v geologiji povsem enakovredno velja tudi druga paradigma, ki uči, da je preteklost (v številnih primerih) ključ za razumevanje sedanosti (pa verjetno tudi za predvidevanje prihodnosti). Zato se ob knjigi velja zamisliti kaj se v prihodnosti obeta človeški vrsti, zlasti v zvezi s podnebnimi spremembami, ki kljub navidezni nepremagljivosti s svojim početjem prehiteva čas, ki ji je kot vretenčarski vrsti še na razpolago.

Ključne besede:

*makrofosili,
biostratigrafija, paleozoik,
mezozoik, kenozoik,
Slovenija*

Viri:

Jurkovšek, B. & Kolar-Jurkovšek, T. 2021: Fosili Slovenije : pogled v preteklost za razmislek o prihodnosti. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana: 263 p., 33 tab.

Varovanje geopestrosti – poslanstvo Karavanke UNESCO Globalnega Geoparka

Darja Komar¹, Mojca Bedjanič², Lenka Stermecki², Suzana Fajmut Štručl³, Gerald Hartmann¹

¹Karawanken/Karavanke UNESCO Globalni Geopark, Hauptplatz 7, 9135 Bad Eisenkappel/Železna Kapla, Avstrija (darja.komar@geopark.si)

²Zavod Republika Slovenija za varstvo narave, OE Maribor, Pobreška cesta 20, 2000 Maribor, Slovenija

³Podzemlje Pece, Turistični rudnik in muzej, Glančnik 8, 2392 Mežica, Slovenija

UNESCO globalni geoparki so geografsko omejena območja z izjemno geološko dediščino. Njihove temeljne naloge so varovanje in ohranitev geološke, ostale naravne in kulturne dediščine, izobraževanje in popularizacija teh vsebin, trajnostno upravljanje geoturizma ter sodelovanje z lokalnimi skupnostmi. Tem nalogam sledi tudi Geopark Karavanke, kot eden izmed UNESCO globalnih geoparkov, ki je svoje cilje še podrobneje opredelil in definiral v štirih ciljih: (a) ohranjanje in varstvo geoloških in naravnih virov, kulture in kulturne dediščine; (b) ozaveščanje, informiranje in izobraževanje o Geoparku Karavanke; (c) gospodarski razvoj skozi sonaravni turizem; (d) splošno čezmejno sodelovanje. Zgodba UNESCO geoparkov temelji na izjemni geopestrosti, zato je varstvo teh še posebej poudarjeno. Na območju Geoparka Karavanke je evidentiranih 49 geoznamenitosti in 14 znamenitosti geoparka, ki vključujejo naravne vrednote na slovenski strani ter območja s statusom naravnega, krajinskega rezervata ali naravnega spomenika na avstrijski strani. Naloge Geoparka Karavanke in strokovnih služb s področja varovanja vključujejo spremljanje stanja znamenitosti, njihovo ohranjanje in varovanje, po drugi strani pa omogočanje njihove dostopnosti širši javnosti. Skladno s tem je Geopark Karavanke sledi strategiji za vzpostavitev in upravljanje interpretacijske infrastrukture namenjene obiskovalcem. Le-ta usmerja obisk izven ranljivih in/ali preobremenjenih območij narave ter na mesta, kjer je že postavljena infrastruktura za obiskovalce. Z različnimi sredstvi in metodami interpretacije želimo obiskovalce informirati, spremeniti njihovo vedenje in povečati vedenje o pomenu ohranjanja narave. Za doseganje varstvenih ciljev je veliko aktivnosti usmerjenih v popularizacijo dediščine in ozaveščanje lokalnega prebivalstva o njej. Vsako leto je v okviru GEO festivala organiziran niz različnih dogodkov namenjen različnim ciljnim skupinam. Izstopajoče in pomembnejše aktivnosti za doseganje ciljev varovanja so izobraževalne aktivnosti, ki jih že 12 leto izvajamo v obliki razpisane letne teme Geoparka Karavanke. V mreži, ki je bila vzpostavljena sodelujejo šole in vrtci iz območja geoparka kot tudi izven. Z vpisom izobraževanja v KATIS smo privabili še večje število učiteljev in vzgojiteljev, ki vsebine varstva geopestrosti in narave vključujejo v svoje programe.

Ključne besede:

varovanje, geopestrost,
geološke naravne
vrednote, UNESCO,
Geopark Karavanke; GEO
festival, geopark tema

Povezave:

<https://www.geopark.si/>
<https://zrsvn-varstvonarave.si/>

Salt diapirs and active tectonics in the Central Adriatic (Croatia)

Tvrtko Korbar¹, Ana Kamenski¹, Damir Palenik¹, Snježana Markušić²

¹Croatian Geological Survey, Milana Sachsa 2, 10 000 Zagreb, Croatia (tkorbar@hgi.cgs.hr)

²University of Zagreb, Faculty of Science, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Croatia

The central Adriatic is the foreland of two orogenic systems - the Dinarides on the northeast and the Apennines on the southwest (Korbar, 2009). In addition to specific foreland tectonics, this area is also marked by numerous salt diapirs (Grandić et al., 1999), which have mostly been shown differently on published overview maps and illustrated geological cross-sections, and only sporadically on the interpreted seismic cross-sections. Salt diapirs form imposing subsurface structures that in places emerge on the surface and thus affect the morphology (bathymetry) of that area. Salt structures of the central Adriatic are scientifically underexplored, as well as the cause-and-effect relationship between the salt diapirs and moderate seismic activity that characterizes this area. It is assumed that the activity of the diapirs are related to the neotectonic reactivation of Mesozoic faults, some of which are probably still active. The research intends to interpret the latest 2D seismic cross-sections recorded in the area, to define the main faults, and to 3D model the geometry of selected diapiric structures. The structural-tectonic setting will be (re)defined on the offshore islands of the central Adriatic. By comparing the spatial arrangement of epicenters and hypocenters of recorded earthquakes with interpreted geological structures, an attempt will be made to clarify the connection between the active tectonics and salt diapirs.

Key words:

Central Adriatic, foreland, salt diapirs, deep seismic, earthquakes, 3D models

References:

Grandić, S., Boromisa-Balaš, E., Šušterčić, M. & Kolbah, S. 1999: Hydrocarbon possibilities in the Eastern Adriatic Slope zone of Croatian offshore area. *Nafta*, 50/2: 51-73.

Korbar, T. 2009: Orogenic evolution of the External Dinarides in the NE Adriatic region: a model constrained by tectonostratigraphy of Upper Cretaceous to Paleogene carbonates. *Earth-Science Reviews*, 96/4: 296-312. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.07.004>

Kritični parametri podzemne in površinske vode za oceno stanja ohranjenosti močerila

Katja Koren^{1,2}

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (katja.koren@geo-zs.si)

²Univerza v Ljubljani, Varstvo okolja, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

Kraški vodni viri so vir pitne vode, kot tudi življenjski prostor različnih vodnih organizmov. Zaradi geoloških in hidrogeoloških lastnosti zalednega območja in antropogenega vpliva, so ti vodni viri zelo ranljivi in ogroženi, saj ima voda zaradi hitrega odtoka skozi podzemne kanale majhno samočistilno sposobnost.

V podzemlju kraških kamnin na območju Z, JZ in JV Slovenije živi močeril, proteus oz. človeška ribica, ki je jamska dvoživka. Glede na Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam in njegova Priloga 6, uvrščata belega močerila in črnega močerila med redke in ranljive vrste za katere je verjetno, da bodo v bližnji prihodnosti prešle v kategorijo prizadete vrste, če bodo dejavniki ogrožanja delovali še naprej.

Cilj raziskave je bila ocena kritičnih parametrov ključnih za oceno ohranjenosti močerila. Na podlagi kritičnih vrednosti parametrov za vodne organizme, določene s kriteriji EPA (USA Environmental Protection Agency) in rezultatov analiz vode v sklopu državnega monitoringa Agencije RS za okolje je možno sklepati, da so ti kritični parametri temperatura vode, vsebnost kisika v vodi, nitrati in potencialno arzen (Bulog in sod., 2002).

Ključne besede:

močeril, človeška ribica, proteus, kritičen parameter, podzemna voda, kras

Viri:

Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. Uradni list RS, št. 82/O2 in 42/10.
Bulog B., Mihajl K., Jeran Z., Toman M.J. 2002: Trace Element Concentrations in the Tissues of Proteus Anguinus (Amphibia, Caudata) and the Surrounding Environment. Water, Air, and Soil Pollution, 136: 147-163, <https://doi.org/10.1023/a:1015248110142>

Obnašanje trdnih kovinskih onesnažil v okolju na območju Zgornje Mežiške doline

Saša Kos¹, Miloš Miler¹, Nina Zupančič^{2,3}

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (sasa.kos@geo-zs.si)

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ZRC SAZU, Paleontološki inštitut Ivana Rakovca, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

Okolja, kjer poteka rudarjenje, predelava mineralnih surovin in različni metalurški procesi, so največkrat močno onesnažena s potencialno strupenimi elementi (PSE), ki se pojavljajo v trdni obliki. Trdna onesnažila so prisotna v vseh okoljskih medijih in so v dinamičnem ravnotežju. Združbe trdnih anorganskih onesnažil s PSE v različnih okoljskih medijih so mineralno, kemično in morfološko zelo različne, kar kaže, da se pri procesih prehajanja med mediji lahko spremenijo in izgubijo svoje primarne lastnosti, ki so indikatorji njihovega izvora (Miler, 2018).

V raziskavi smo s pomočjo metode vrstične elektronske mikroskopije z energijsko disperzijsko spektroskopijo (SEM/EDS) opredelili kemične, mineralne in morfološke lastnosti trdnih onesnažil v zraku, padavinah, tleh in cestnih prahovih na območju dolgoletnega pridobivanja in predelave primarnih in sekundarnih Pb-Zn mineralnih surovin v Zgornji Mežiški dolini. Namen je bil podrobno definirati združbe trdnih onesnažil, opredeliti spremembe njihovih lastnosti med transportom in ugotoviti ali lahko spremenjena trdna onesnažila uporabimo kot indikatorje virov.

V zraku je Pb vezan na delce sferičnih, kubičnih in prizmatskih oblik ter aglomeratov teh oblik. Kemično-mineralno gre za Pb-sulfate, Pb-oksido/karbonate in Pb-silikate z različnimi vsebnostmi Cu, Sb in Sn. Lastnosti teh delcev so tipične za visokotemperaturne procese reciklaže Pb-zliti. V padavinskih vodah Pb-delci kažejo predvsem morfološke spremembe, kar se odraža predvsem v razpadu aglomeratov na submikronske delce. V tleh, ki so ponor preteklih in sedanjih emisij, po morfologiji zlahka razločimo delce iz sedanje reciklaže Pb-zliti, medtem ko je kemizem teh delcev lahko relativno podoben rudnim mineralom (Pb-sulfati/oksidi/karbonati). Tipičen produkt dolgotrajnih kemične sprememb rudnih mineralov je piromorfit (Pb-fosfat). Najintenzivnejše spremembe smo ugotovili v nekaterih cestnih prahovih zimskega obdobja, v katerih so pod vplivom sezonskega soljenja cest nastajale Pb-Cl-O faze tetraedričnih kristalnih oblik. V teh cestnih prahovih so odsotni vsi drugi trdni nosilci Pb, razen Pb-silikatov, kar kaže na njihovo zmanjšano stabilnost v danih pogojih. Pb-Cl-O trdnih faz v drugih medijih nismo zaznali.

Ključne besede:

okoljska mineralogija, geokemija, fizikalno-kemične lastnosti, spremembe, indikatorji virov, DIPA

Viri:

Miler, M. 2018: Prepoznavanje virov trdnih onesnaževal v okolju na osnovi mineraloških, morfoloških in geokemičnih lastnosti delcev. IN: M., Novak, N., Rman (Eds.): Zbornik povzetkov = Book of abstracts. 5. slovenski geološki kongres, Velenje, 3.-5. 10. 2018. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana: 65-66.

Age constraints on the Jurassic oolite of Trnovski Gozd, SW Slovenia: Strontium isotope dating of brachiopods and belemnites

Adrijan Košir¹, Dominik Božič²

¹ZRC SAZU, Ivan Rakovec Institute of Paleontology, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenia (adrijan@zrc-sazu.si)

²Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenia

A major Jurassic stratigraphic unit of the northern part of the Friuli (a.k.a. Dinaric or Adriatic, hereinafter FAD) Carbonate Platform, often misnamed the Ternowaner oolite, has been considered as a classical, textbook example of a highly productive carbonate platform system exporting oolite sediments to the adjacent deep water depositional settings, producing massive bodies of resedimented oolite, such as the Vajont Limestone of the Belluno Basin. Whereas the stratigraphy of the basinal units in the eastern Southern Alps and NW Dinarides is well constrained, coeval shallow marine depositional sequences of FAD Carbonate Platform exposed along the Trnovski Gozd Plateau lack a reliable chronostratigraphic framework.

We performed Sr isotope analysis of brachiopod shells and belemnite rostra from two stratigraphic levels at the base and above the Trnovski gozd oolite unit (TGO). Suitability of the fossil material was controlled by selecting skeletal parts without fractures and lacking petrographic and geochemical evidence of alteration due to diagenesis and weathering. Brachiopod species from a lumachelle directly overlying a condensed interval in the base of TGO have been considered indicative for the early Toarcian. However, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values obtained from rhynchonellid brachiopod shells ranged from 0.707109 to 0.707122, corresponding to numerical ages of either 184.7 ± 0.4 Ma (late Pliensbachian) or 181.8 ± 0.5 Ma (early Toarcian). Belemnites from the Limestone with chert, an informal unit overlying TGO, yielded $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values from 0.706838 to 0.706862, that fit two intervals of the Sr isotope curve, i.e., 162.5 ± 1.9 Ma (latest Callovian-early Oxfordian) and 159.4 ± 1.7 Ma (middle to late Oxfordian), respectively. In both cases, the duality in results is caused by their proximity to the Sr curve minima.

These ages open several important questions about the geometry and depositional history of the northern FAD platform system. Despite of a limited accuracy of our results, the age range for TGO clearly spans (at least) late Toarcian and almost whole middle Jurassic, while the age of the supposedly time-equivalent basinal unit, the Vajont Limestone, falls into the late Bajocian-Bathonian interval. Furthermore, our sedimentological re-examination of the classical TGO localities has not shown characteristics of in-situ oolite production environments but, on contrary, evidence of deeper marine deposition marked by beds of carbonate mudstone, including most typical rosso-ammonitico-type facies, associated with (resedimented) oolite and crinoidal facies, similar to parts of the succession of the Vajont Limestone.

Key words: jurska karbonatna platforma, Trnovski gozd, stroncijeva izotopska stratigrafija, brahiopodi, belemnite

Zapis paleocensko-eocenskega toplotnega viška v vrtini T1-7 na Krasu. V spomin Bogomirju Celarcu[†]

Adrijan Košir¹, Giovanna Della Porta²

¹ZRC SAZU, Paleontološki inštitut Ivana Rakovca Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenija (adrijan@zrc-sazu.si)

²Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra Ardito Desio, Via Festa del Perdono 7, 20122 Milano, Italija

Paleocensko-eocenski toplotni višek (Paleocene-Eocene Thermal Maximum –PETM) je geološko kratkotrajen dogodek na meji med paleocenom in eocenom (pred približno 56 milijoni let), ki ga označuje izjemo hitro in ekstremno globalno segrevanje ozračja in oceanov. Stratigrafski zapis PETM je prepoznaven na podlagi izrazitega negativnega odklona izotopske krivulje ogljika (carbon isotope excursion – CIE), ki so ga globalno identificirali na več kot 150 lokacijah – od vrtin na oceanskem dnu do paleotal v celinskih zaporedjih. Razmeroma malo je znanega o zapisu PETM v plitvomorskih sedimentih, še posebej na karbonatnih platformah, na katerih so zelo redki profili z dovolj popolnim paleocensko-eocenskim stratigrafskim zaporedjem.

Severni del Jadranske karbonatne platforme na Krasu je v tem pogledu izjemen, saj ga v večjem delu spodnjega paleocena gradi agradacijska sekvenca karbonatne rampe s plitvomorskimi zaporedji brez večjih prekinitev in siliciklastičnega vnosa ter faciesi, ki jih paleoekološko in biostratigrafsko dobro definirajo velike bentoške foraminifere. PETM smo na Krasu na podlagi CIE identificirali v dveh profilih v avtocestnih usekih pri Čebulovici in Kozini, doslej najpopolnejši sedimentarni in izotopski zapis PETM pa smo odkrili v jedrih vrtine T1-7 pri Preložah, izvrtane za predhodne geološke raziskave za predor drugega tira železnice med Divačo in Koprom.

Zaporedje preko meje paleocen/eocen tvorijo nesortirani, deloma intenzivno bioturbirani bioklastični faciesi z velikimi foraminiferami, ki ustrezajo evfotičnim depozicijskim paleookoljem notranje karbonatne rampe. Izotopska krivulja $\delta^{13}\text{C}$ iz karbonatnega matriksa v jedrih T1-7 kaže izrazit in hiter -2% negativen odklon in postopno vračanje k vrednostim ozadja. Geometrija krivulje v T1-7 se ujema z globalno rekonstruiranimi krivuljami PETM, debelina horizonta s CIE pa ob grobih ocenah hitrosti akumulacije na podlagi regionalnih stratigrafskih podatkov za karbonatno platformo na Krasu dobro ustreza časovnemu razponu dogodka. V teku so raziskave, usmerjene v integracijo izotopskih podatkov s podrobno faciesno, geokemično in petrografske analizo, biostratigrafijo velikih foraminifer ter rekonstrukcijo vzorcev bioturbacije v intervalu pred, med in po PETM.

[†]Bogo Celarc (1971–2021) je ob sodelovanju pri geoloških raziskavah za velike infrastrukturne projekte v Sloveniji tvoril skrbel za povezavo aplikativnih s temeljnimi raziskavami in za dostopnost pridobljenih podatkov za komplementarno geološko raziskovanje, čeprav na prvi pogled brez neposrednega uporabnega pomena za infrastrukturne posege. V zadnjih letih se je Bogo intenzivno ukvarjal s strukturno geologijo in stratigrafijo karbonatne platforme in flišnih zaporedij na Kraškem robu v okviru prognoznih raziskav in projekta geološkega nadzora gradnje drugega tira železniške proge med Divačo in Koprom, ki ga je vodil.

Ključne besede: paleocen, eocen, toplotni višek, izotopska krivulja ogljika, Jadranska karbonatna platforma, Kras, vrtina T1-7

New chondrichthyan remains from the Lower Permian beds near Dovje (Karavanke Mts., Slovenia)

Matija Križnar

Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, 1000 Ljubljana, Slovenija (mkrižnar@pms-lj.si)

Fossil remains of chondrichthyan teeth roots were found in lower Permian beds exposed along the forest road between Dovje and Plavški Rovt. The beds at the locality are part of the clastic development of Trogkofel beds and comprise alternating dark to light-grey shales, siltstone, and sandstone, with rare beds of conglomerate. Within the clastic succession, layers or lenses of dark-grey to black limestones (biosparitic, biomicritic and oolitic) and limestone breccias occur, with abundant remains of algae, fusulinids, brachiopods, crinoids (cf. *Palermocrinus* and cf. *Entrochus*) and rarely corals. The chondrichthyan teeth roots are tongue-shaped and come to a rounded point in distal (base end) edge. The typical oval-shaped foramen are visible at the surface of roots. In addition, the osteodentine is visible in cross-section of one root. The remains were preliminarily attributed to petalodontiform chondrichthyans (*Petalodontidae*, *Petalodontiformes*). More detailed research has shown that two teeth root remains belong to the genus *Petalodus*, probably to *Petalodus ohioensis* Safford, 1851. The teeth of *Petalodus* are often the most common chondrichthyan fossil vertebrate remains reported from the Carboniferous and Permian rocks of USA, Europe and Russia. From Slovenia we have a record of *Petalodus ohioensis* only from the Upper Carboniferous beds. A new record of lower Permian remains is a contribution to the knowledge of this cosmopolitan but still rare genus of Late Paleozoic chondrichthyans.

Key words:

Petalodus,
Petalodontiformes,
Artinskian, Karavanke
Mountains, Slovenia

References:

- Gai, Z., Bai, Z., Lin, X., Meng, X. & Zhang, J., 2021: First Record of *Petalodus* Owen, 1840 (Chondrichthyes, *Petalodontidae*) in the Lower Permian (Cisuralian) of China. *Acta Geologica Sinica*, 95/4: 1057–1064.
- Ginter, M., Hampe, O., & Duffin, C.J., 2010: Handbook of Paleichthyology. Chondrichthyes. Paleozoic Elasmobranchii: Teeth, vol. 3D. Dr Friedrich Pfeil Verlag, München: 1–168.
- Ramovš, A., 1997: *Petalodus ohioensis* (Chondrichthyes, Upper Carboniferous) from the Karavanke Mountains, Slovenia. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 2: 109–11.
-

Vodoravna jama na Židovcu (Poljanska gora): novo jamsko najdišče pleistocenske favne

Matija Križnar¹, Pavel Jamnik²

¹Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, 1000 Ljubljana, Slovenija (mkriznar@pms-lj.si)

²Kočna 5, 4273 Blejska Dobrava, Slovenija

Vodoravna jama na Židovcu (kat. št. JZS 10490) leži na Poljanski gori, dvignjeni planoti zahodno od Črnomlja v Beli krajini. Jamo so leta 2011 odkrili jamarji Jamarskega kluba Novo mesto. S prebojem delno zasutega in zasiganega vhodnega dela so jamarji odkrili nadaljevanje jame (dolžina 133 m) z večjo dvorano v zadnjem delu. Ob prvih obiskih nadaljevanja jame so takoj opazili in zbrali nekaj fosilnih kosti sesalcev. Ob bolj temeljitem pregledu smo potrdili novo jamsko paleontološko najdišče v Sloveniji. Na površini jamskih tal in na sekundarnih mestih smo našli nekaj fosilnih kosti in zob alpskega svizca (*Marmota marmota*), jamskega medveda (*Ursus spelaeus* s. l.) in navadnega jazbeca (*Meles meles*). Prisotnost alpskega svizca in jamskega medveda, nesporno kažeta na pleistocensko starost fosilnih ostankov. Iz preventivnih razlogov so bili odvzeti le posamezni izolirani kostni ostanki, zasigane pa smo pustili v jami. Novo paleontološko najdišče v Vodoravni jami s tem dopolnjuje sliko ledenodobne favne (in okolja), ki je bila odkrita v Beli krajini oziroma jugovzhodnem delu Slovenije.

Ključne besede:

jamski medved, alpski svizec, pleistocen, Bela Krajina

Viri:

Jamnik, P., Velušček, A., 2011: Arheološka in paleontološka jamska najdišča s širšega območja Ribniške in Struške doline ter Kočevske. In: Velušček, A. (Ed.): Spaha. Zbirka Opera Instituti Archaeologici Sloveniae, 22: 33-64.
Pohar, V. 1994: Veliki sesalci iz viška zadnjega glaciala v Sloveniji. Razprave IV. razreda SAZU, 35/4: 85-100.

Evropska zbirka podatkov o mineralnih surovinah, MIN4EU

Špela Kumelj, Duška Rokavec, Andrej Vihtelič, Blaž Bahar, Katarina Hribernik, Jasna Šinigoj

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija (spela.kumelj@geo-zs.si)

V večini evropskih držav obstaja dolga tradicija zbiranja podatkov o mineralnih surovinah: od kartiranja in vrednotenja virov na terenu, zbiranja nacionalnih statistik, povezanih s proizvodnjo in porabo, do zbiranja podatkov o izračunanih zalogah in virih, ter (novejših) raziskav, povezanih s sekundarnimi surovinami (rudarski in metalurški odpadki). Geološki zavodi imajo pomembno vlogo pri hranjenju in v nekaterih primerih zbiranju teh podatkov s terenskim delom, kartiranjem in laboratorijsko analizo vzorcev. V nekaterih primerih te podatke zbirajo tudi drugi odgovorni subjekti, kot so pristojna ministrstva, ki dajejo podatke na voljo v različnih oblikah.

Čeprav imajo navedene raziskave nahajališč mineralnih surovin dolgo zgodovino, so se pogosto izvajale v različnih zakonskih okvirih in za različne namene. Glede na dinamično naravo teh podatkov so potrebne redne posodobitve celovitih, zanesljivih in čezmejno usklajenih informacij, saj obstaja več virov neusklajenih podatkov z različnim obsegom. Podatki tudi niso nujno čezmejno primerljivi. To vprašanje je do danes obravnavalo že več mednarodnih projektov in pobud, najnovejša je konec leta 2021 zaključen projekt GeoERA MINTELL4EU, v okviru katerega je bil posodobljen elektronski Letopis mineralnih surovin [e-MYB Mineral YearBook] (proizvodnja, poraba, zaloge in viri) ter Popis mineralnih surovin [Minerals Inventory] (nahajališča in rudniki, vključno s kamnolomi). MINTELL4EU je združil omenjena podatkovna niza v eno podatkovno zbirko, imenovano MIN4EU, ki omogoča vizualizacijo in odprt dostop do podatkov preko Evropske infrastrukture za geološke podatke (EGDI).

Menimo, da je podatkovna zbirka MIN4EU trenutno najboljše in najbolj usklajena javno dostopna evropska podatkovna zbirka o mineralnih surovinah, ki se bo v prihodnosti še posodabljala.

Ključne besede:

MIN4EU, evropska baza,
mineralne surovine, EGDI

Povezave:

<https://www.europe-geology.eu/map-viewer/>
<https://geoera.eu/projects/mintell4eu7/>

Slovenska geološka pot med Tolminom in Stržiščem – le kaj je želel prof. Buser pokazati?

Mateja Macut¹, Mateja Božič¹, Aljaž Mavrič¹, Katja Oselj¹, Anže Tesovnik¹, Zala Žarkovič¹, Matevž Novak², Boštjan Rožič¹, Petra Žvab Rožič¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (mateja.macut@gmail.com)

²Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

Slovenska geološka pot (SGP) je bila zasnovana z namenom povezati in predstaviti pomembnejše geološke posebnosti v Sloveniji. Oblikoval jo je profesor Stanko Buser, ki je pri idejni trasi sledi obstoječim pohodnim potem od Jezerskega do Gorjancev (Novak in sod., 2019). Odsek od Jezerskega do Jesenic je opisan v spremljevalnem vodniku, ki je bil prvič izdan leta 1984 (Buser, 1984). Preostali del poti je dokumentiran v obliki elektronskih zapiskov ali rokopisa. Del poti je na terenu označen s tablicami, drugod pa zaradi obsežnosti projekta pot ni označena (Novak in sod., 2019).

V letu 2022 so študenti geologije na Naravoslovnotehniški fakulteti organizirali poletni Geotabor v sodelovanju s Slovenskim geološkim društvom. Poleg medgeneracijskega druženja in spoznavanja geoloških vrednot Slovenije je bil letošnji primarni namen prehoditi in popisati stanje SGP od Tolminskih Raven do Stržišča, ki zajema točke od 64 do 85. Na terenu se je stanje opisalo z ovrednotenjem natančnosti položaja vrisanih točk na karti, označenostjo s tablico, ohranjenostjo predvidene točke in skladnostjo opisanega pojava. Vsi opisi točk so bili zbrani v obliki popisnih listov in fotodokumentacije, mestoma pa so bili odvzeti vzorci za namen detajlnejših analiz.

Prehojeni del SGP je označen z rdečimi kvadratnimi tablicami in rumenimi oznakami. Pot je v večjem delu dobro prehodna in sledi evropski pešpoti E7, ki je dobro označena z rdeče-rumeno markacijo. Nekoliko zahtevnejši je kratek del v ozki skaloviti grapi zgornjega povirja rečice Kneže, kjer je zaradi podora pot opremljena z oprimki in jeklenico. Od 22 opisanih točk je 13 geoloških zanimivosti označenih s tablico, pri čemer je razgaljenost geoloških pojavov dobra in se ujema z obstoječimi opisi. Osem točk nima tablice, od tega je pojav lepo viden na štirih domnevnih lokacijah. Štirje opisi točk na terenu niso bili opaženi, kar je pripisati slabi ohranjenosti izdankov.

Ključne besede:

Slovenska geološka pot, stanje poti, geološke zanimivosti, Društvo študentov geologije, Geotabor

Viri:

Buser, S. 1984: Vodnik poti Jezersko – Tržič – Jesenice : slovenska geološka transverzala. (Slovenian geological route guide). Društvo prijateljev mineralov in fosilov, Tržič: 91 p.
Novak, M., Žvab Rožič, P., Križnar, M., Rožič, B., Verbovšek, T., 2019: Slovenska geološka pot : zgodovina, stanje in načrti za obnovo in oživitve. In: ROŽIČ, B. (Ed.). Razprave, poročila = Treatises, reports. 24. posvetovanje slovenskih geologov, Ljubljana, november 2019, Geološki zbornik, 25. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Ljubljana: 83-86.

Mikroplastika v podzemni vodi

Nina Mali¹, Anja Koroša¹, Elvira Colmenarejo¹, Marko Kozjek², Miloš Miler¹, Manca Kovač Viršek²

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (nina.mali@geo-zs.si)

²Inštitut za vode Republike Slovenije, Einspielerjeva ulica 6, 1000 Ljubljana, Slovenija

Mikroplastika (MP) je deležna veliko pozornosti kot novodobno onesnaževalo. MP so drobni plastični delci, ki se razlikujejo po materialu, obliki barvi in velikosti. Najpogosteje MP opredeljujemo kot plastične delce manjše od 5 mm in večje od 1 µm ter so heterogene oblike (fragmenti, pene, peleti, granule, filmi, vlakna). Plastične delce manjše od 1 µm imenujemo nanoplastika.

MP pogosto identificirajo v morskem okolju, v površinski vodi, kot tudi v podzemni vodi (PV) in celo v pitni vodi. MP v okolje kot tudi v PV vstopa kot posledica različnih urbanih in kmetijskih dejavnosti. V PV vstopa na več načinov, na primer: z odvajanjem odpadne vode (čistilne naprave in industrijski odvodi), z razgradnjo plastičnih odpadkov, splakanjem z deževnico in odlaganjem iz ozračja. MP se v okolju ne razgradi popolnoma ampak razpade na vedno manjše delce, ki nato z vodnim in atmosferskim transportom vstopijo v vodni krog. Med novodobnimi onesnaževali danes je MP ena najzahtevnejših snovi, ko gre za razumevanje njenega transporta znotraj vodonosnikov.

V Sloveniji se 98 % potrebe po pitni vodi pokriva iz virov PV. Precejšnje število virov PV je onesnaženo z onesnaževali, ki izvirajo iz antropogenih virov, verjetno tudi z MP. Določitev, usoda in transportni procesi MP v PV še vedno niso znani. Vodonosniki nimajo neskončne ali popolnoma zanesljive samočistilne sposobnosti. Dolgotrajni zadrževalni časi, različne fizikalno-kemijske razmere in zmanjšana mikrobna populacija so dejavniki, ki spodbujajo obstojnost mikro onesnaževal v PV. Ko se v vodonosnik vnesejo odporna onesnaževala, se le-ta lahko v vodonosniku kopičijo, kar ima lahko dolgoročne posledice.

V prispevku bomo predstavili določitev MP v PV na vzorčnih primerih v Sloveniji v različnih tipih vodonosnikov ter dileme in vprašanja, ki se nam pri tem postavljajo.

Ključne besede: mikroplastika, podzemna voda, novodobna onesnaževala

Hidrogeološka karta Slovenije 1 : 25.000 – Območje Krško-Brežice

Nina Mali¹, Andrej Lapanje¹, Lidija Levičnik¹, Petra Meglič¹, Matevž Novak¹, Petra Jamšek Rupnik¹, Kristina Ivancič¹, Janko Urbanc¹, Timotej Pepelnik¹, Blaž Pucihar¹, Darko Petauer², Stojan Kranjc³

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (nina.mali@geo-zs.si)

²GEORAZ, hidrogeološke raziskave, d.o.o., Bratovščeva ploščad 10, 1000 Ljubljana, Slovenija

³Ministrstvo za okolje in prostor, Direkcija Republike Slovenije za vode, Hajdrihova ulica 28c, 1000 Ljubljana, Slovenija

Hidrogeološka karta (HGK) je ena od glavnih aplikativnih nadgradenj osnovne geološke karte in ena najbolj uporabljenih geoloških tematskih kart. HGK predstavlja podlago v številnih segmentih upravljanja z vodami in prostorom ter je pomembno izhodišče strateškega in kratkoročnega načrtovanja. Poznavanje hidrogeološke zgradbe nacionalnega ozemlja je predpogoj za oceno stanja nacionalnih podzemnih vodnih virov, njihovo varovanje in trajnostno upravljanje. HGK karta se uporablja za oceno razpoložljivih količin podzemnih voda in načrtovanje njihovega izkoriščanja, varstvo pred naravnimi nesrečami, določitev vodovarstvenih območij zajetij za oskrbo s pitno vodo, ohranjanje ekosistemov in naravnih geoloških vrednot, uporabo v inženirskih panogah, regionalno in lokalno prostorsko načrtovanje ter okoljsko svetovanje. Karta je zelo pomembna tudi za prenos in izmenjavo znanja o prostoru, še posebej med sosednjimi državami.

HGK Slovenije vsebuje podrobnejše geološke in hidrogeološke prostorske podlage ter terenske podatke, zbrane in obdelane v merilu 1 : 25.000 ter organizirane v informacijski sistem hidrogeološke karte (IS-HGK). Tako zasnovan sistem omogoča sprotni vnos in hiter pregled vsebin ter pripravo in izris tematskih hidrogeoloških kart v GIS okolju z uporabo mednarodnih standardov s tega področja, ob upoštevanju zahtev evropske direktive o vzpostavitvi infrastrukture za prostorske informacije v Evropski skupnosti, imenovane tudi direktiva INSPIRE.

HGK Slovenije 1 : 25.000 nastaja v okviru nalog DRSV. V prispevku bomo predstavili IS-HGK, ki je postavljen v skladu s smernicami za sistematično pripravo geoloških in hidrogeoloških vsebin organiziranih v informacijskem sistemu. Na primeru HGK Krško-Brežice bomo predstavili zbiranje, obdelavo in pripravo vsebin ter uporabo IS-HGK. Obravnavano območje obsega 470 km² in je obdelano v GIS okolju. S HGK Krško-Brežice podajamo novelirane hidrogeološke vsebine tega območja.

Ključne besede: hidrogeološka karta, geološka karta, hidrogeologija, podzemne vode, GIS, Slovenija, Krško-Brežice

Ostrakodi Kozjanskega – preliminarni rezultati

Miha Marinšek¹, Valentina Hajek-Tadesse², Tea Kolar-Jurkovšek¹, Luka Gale^{1,2}

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (miha.marinsek@geo-zs.si)

²Hrvatski geološki inštitut, Sachsova 2, 10 000 Zagreb, Hrvaška

³Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Kozjansko pripada najbolj zahodnemu delu centralne Paratetide. Sedimenti so se odlagali v paleogenski in neogenski dobi, vse od kiscelija pa do pannonija. V kamninah so ohranjeni raznovrstni fosili, med njimi tudi ostrakodi. Generalno so bili ostrakodi raziskani v okviru izdelave Osnovne geološke karte (OGK SFRJ 1 : 100.000) v poznih osemdesetih letih 20. stoletja. Namen tega dela je predstaviti preliminarne rezultate doktorske naloge, ki zajema ostrakodne združbe sarmatijske in pannonijske starosti profila Imenska Gorca. Dosedanje ugotovitve kažejo, da se število ostrakodnih vrst vzdolž profila spreminja in sledi pričakovanemu trendu. Ostrakodi so v sarmatijskih plasteh prisotni v manjšem številu v primerjavi s pannonijskimi. Poleg številčnosti je opaziti tudi, da so v sarmatijskem delu prisotne večinoma juvenilne oblike in le peščica odraslih. Najdeni ostrakodi pripadajo družinam *Cyprididae*, *Cytheridae* in *Loxoconchidae*. Raziskana ostrakodna združba omogoča določitev natančne starosti plasti v omenjenem profilu. Med raziskavo smo zasledili tudi, da foraminifere v pannoniju skoraj povsem izginejo, medtem ko v sarmatijskih plasteh prevladujejo planktonske oblike. Raziskana ostrakodna favna iz pannonijskih plasti profila Imenska Gorca je primerljiva/podobna doslej opisani iz Krške kotline.

Ključne besede:

Paratetida, *Imenska Gorca*, mikrofosili, paleontologija, biostratigrafija

Viri:

Aničič, B., Ogorelec, B., Kralj, P. In Mišič, M. 2002: Litološke značilnosti terciarnih plasti na Kozjanskem. *Geologija* 45/1: 213–246.
Škerlj, Ž. 1979: Ostrakodna favna panona in pliocena Slovenije, 1. faza : Interno poročilo. Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana: 46 p.

Geochemical and isotopic characterization of natural gas from the Petišovci–Dolina oil and gas field (NE Slovenia)

Miloš Markič¹, Tjaša Kanduč²

¹Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (milos.markic@geo-zs.si)

²Jožef Stefan Institute, Department of Environmental Sciences, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenia

The carbon isotopic composition of methane ($\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$) in natural gas from the Petišovci–Dolina oil and gas field (NE Slovenia) was measured for the first time in August and September 2021. The gas samples from different depths were taken from three wells: Petišovci-deep (Pg-6) from the depth interval 3102–3104 m, Petišovci-deep (Pg-5) from the depth interval 2772–2795 m, and Petišovci-shallow (D-5) from the depth interval 1212–1250 m. According to the available composition dataset of gas, available from the Petrol Geo d.o.o. documentation, the “deep” gases sampled from the Pg-6 and Pg-5 wells consist of 85 % methane (C1), 11 % hydrocarbons heavier than methane (C2–C6) and 4 % CO_2 . The “shallow” gas from well D-5 contains more than 89 % methane, up to 11 % C2–C6 gases, while the CO_2 content is negligible. On this basis, the natural gas from Petišovci–Dolina can be characterized as a methane-rich (high-quality) gas. The “deep” gas from the Pg-6 and Pg-5 wells has the $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ value of -36.7‰ and -36.6‰ , respectively, while the “shallow” gas from the D-5 well has the $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ value of -38.6‰ . The methane from the “shallow” gas is slightly enriched in the lighter ^{12}C isotope. $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ in the range from -36.6 to -38.6‰ clearly indicates the thermogenic origin of methane formed during the catagenesis phase of gas formation. Systematic geochemical and isotopic analyses are continuing in 2022. Our aim is to furtherly improve our insight into genesis of natural gas(es) in the Petišovci–Dolina area, and to contribute our data into the global dataset used for further development of genetic diagrams for natural gases worldwide as developed in recent years by Milkov and Etiope (2018).

Key words:

natural gas, methane, isotopes, origin

References:

Milkov, A.V. & Etiope, G. 2018: Revised genetic diagrams for natural gases based on a global dataset of >20,000 samples. *Organic geochemistry*, 125: 109-120.

Nove hidrogeološke strokovne podlage za upravljanje z vodnimi viri v Karavanke UNESCO Globalnem Geoparku – rezultati projekta KaraWAT

Petra Meglič¹, Nina Rman¹, Andrej Lapanje¹, Jan Udovč¹, Špela Kumelj¹, Jernej Jež¹, Gerald Hartmann², Danijela Modrej², Lilia Schmalz³, Julia Zierler³

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija (petra.meglic@geo-zs.si)

²ARGE Geopark Karawanken, Hauptplatz 7, A-9135 Bad Eisenkappel, Avstrija

³FH Kärnten – Campus Villach, Europastraße 4, 9524 Villach, Avstrija

Projekt KaraWAT - Strategija trajnostnega upravljanja vodnih virov v Karavanke UNESCO Globalnem Geoparku je potekal med 1.1.2021 in 31.8.2022. Njegov cilj je bila priprava strategije za upravljanje z vodnimi viri in krepitev čezmejnega sodelovanja na področju 14 občin. Strategija je pripravljena na osnovi novih strokovnih gradiv: opozorilnih kart nevarnosti za nastanek erozije in pobočnih masnih premikov ter hidrogeološke karte za občino Ravne na Koroškem v merilu 1 : 25.000; poročil o stanju vodnih virov in tveganjih; postaj za spremljanje kraških voda na Peci in hidrogeoloških strokovnih podlag za rabo mineralne vode Rimski vrelec v Kotljah. Vsi podatki so dostopni na trjezičnem portalu <https://geopark-karawanken-waters.eu/>

Z vidika novih raziskav vodnih virov je vredno izpostaviti:

- 1) Hidrogeološka karta (tipi vodonosnikov po IAH) je narejena na osnovi arhivskih geoloških podatkih in izbranih kartiranih izvirov z merjenimi terenskimi parametri vode poleti 2021. Hidrogeološke značilnosti vodonosnikov, pojavljanje podzemne vode, kemijsko in količinsko stanje izvirov ter mineralne vode so podani v tolmaču.
- 2) Na območju kraškega pogorja Pece se je v oktobru 2021 pričelo z urnimi meritvami gladine/pretoka in temperature podzemne vode na dveh lokacijah: vodni rov Union v Turističnem rudniku in muzeju Podzemlje Pece ter rudnik Topla. Merilni mesti bosta vključeni v program monitoringa količinskega stanja ARSO in s svojimi prosto dostopnimi podatki na voljo za izvajanje vodobilančnih analiz.
- 3) Rimski vrelec je bil po desetletjih ponovno kemično in izotopsko analiziran za ugotavljanje izvora fluidov. Vrtina V-R, ki je globoka 6,3 m in daje mineralno vodo z 2,4 g/l TDS in 2,2 g/l prostega CO₂, ima zelo visoke koncentracije dvovalentnega železa in mangana. Ocenjena je bila možnost uporabe vode.

Projekt KaraWAT je bil sofinanciran s sredstvi Evropskega sklada za regionalni razvoj v okviru Programa sodelovanje Interreg V-A Slovenija-Avstrija (št. pog. SIAT372,) ter iz sredstev ARRS programske skupine P1-0020 Podzemne vode in geokemija, P1-0011 Regionalna geologija in IO-0007 Geološki informacijski center.

Ključne besede: hidrogeološka karta, monitoring, mineralna voda, čezmejni vodonosnik, Pece, Ravne na Koroškem, Geopark Karavanke

Age of the Plio-Early Pleistocene river-terrace sequence in Velenje Basin (Slovenia)

Eva Mencin Gale¹, Naki Akçar², Petra Jamšek Rupnik¹, Miloš Bavec¹, Mirka Trajanova¹, Luka Gale^{1,3}, Marcus Christl⁴, Christof Vockenhuber⁴, Flavio S. Anselmetti², Andrej Šmuc³

¹Geological Survey of Slovenia; Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (eva.mencin-gale@geo-zs.si)

²University of Bern, Institute of Geological Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, Baltzerstrasse 1+3, 3012 Bern, Switzerland

³University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Geology, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenia

⁴ETH Zurich, Laboratory of Ion Beam Physics, 8093 Zurich, Switzerland

The Plio-Early Pleistocene sediments, traditionally referred as the “Plio-Quaternary”, represent the onset of the youngest terrestrial sedimentation in the area of Slovenia. These deposits are abundant in central, southern, and eastern Slovenia in several intramountain basins, including the Velenje Basin. The sediments were deposited in fluvial (braided and wandering river systems) and alluvial/colluvial fan environments and are mostly preserved in terraces. The age of these deposits in the Velenje Basin was previously based only on the fossil finds of the mastodon *Anancus arvernensis* and *Mammut (Zygliphodon) borsoni* excavated near the village of Škale in 1964. The recent revision of stratigraphic and paleontological data yielded an age of 2.6-3.5 Ma, corresponding to the Lower Villafranchian and Mammal Zone MN16 (Debeljak, 2017). In this study, we present the first results of cosmogenic nuclide analysis of Plio-Early Pleistocene fluvial clast supported coarse gravels of the Velunja section of the Velenje basin. We applied isochron burial dating with ¹⁰Be and ²⁶Al to date the clast supported coarse gravel layer. We calculated an age of about 3 Ma. The result is in perfect agreement with the estimated age of the mastodon remains.

Key words:

Plio-Early Pleistocene, river terrace, fluvial sediments, Velenje Basin, cosmogenic nuclide dating

References:

Fosilni trobčarji iz Šaleške doline. In: Grmovšek, S., Hudales, J. & Ravnikar, T. Zbornik 2016–2017. (Šaleški razgledi, 15), Knjižnica, Velenje: 35–50.

Analiza provenience fluvialnih klastičnih sedimentov iz fosilne jame pri Logatcu, osrednja Slovenija

Primož Miklavc¹, Aleš Šoster¹, France Šušteršič², Andrej Šmuc¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (primoz.miklavc@ntf.uni-lj.si)

²Laze 22, 1370 Logatec, Slovenija

Jame so izjemni naravni arhivi, kjer se odlagajo klastični sedimenti, ki pogosto predstavljajo edino informacijo o evoluciji kraškega območja v katerem se nahajajo. Večinoma so klastični jamski sedimenti alohtonega izvora, pogosto s kompleksno sestavo, ki je odvisna od kamnin in tal, ki se erodirajo v napajalnem zaledju jamskega sistema. Določitev provenience alohtonega klastičnega materiala je tako ključna za razumevanje razvoja hidrološke mreže jamskega sistema. Namen tega prispevka je, da na podlagi geokemičnih indikatorjev, poizkusimo interpretirati provenienco klastičnih sedimentov razgaljene fosilne jame pri Logatcu.

Razgaljena fosilna jama, nastala v spodnjekrednih plitvo-vodnih apnencih Dinarske (Jadranske) karbonatne platforme, je v celoti zapolnjena s klastičnimi sedimenti. Zapolnitev izkazuje sekvenco manjšanja velikosti zrn navzgor; spodnji del je zapolnjen s srednjezrnatimi peščenjaki, preko katerih so se sedimentirali peščeno glineni melji in v zadnji fazi so jama zapolnili še glineni melji. Jama se je zapolnjevala v značilnih epizodah erozije in zapolnjevanja (značilne teksture), na podlagi katerih smo klastične jamske sedimente ločili na pet, z erozijskimi površinami ločenih enot.

Naše delo je obsegalo detajlno snemanje profila, vzorčenje ter geokemične laboratorijske analize z induktivno sklopjeno plazemsko masno spektrometrijo (ICP-MS).

Geokemični podatki kažejo, da proučevan material izvira iz preperevanja peščenjakov in glinavcev, kar najverjetneje nakazuje na dominanten vnos materiala z območja flišev. Z gledišča provenience se vzorci delijo na dve družini in sicer vzorce, ki s svojo kemično sestavo kažejo na izvor iz felzičnih vulkanskih virov, sestave od riolita do andezita, ter del vzorcev, ki glede na povišane vrednosti Zr nakazuje na sedimentno sortiranje in izvor iz strukturno zrelih sedimentnih kamnin (e.g. kremenovi peščenjaki). Kljub temu, da so geokemični podatki učinkovito orodje pri identifikaciji kemičnega podpisa erodiranih kamnin, bi za natančno opredelitev erozijskega ozadja bilo potrebno opraviti analizo starostnih populacij detritičnih cirkonov, s čimer bi natančno opredelili geološke formacije in delež njihovega prispevka h celokupni količini odloženih jamskih sedimentov na proučevanem območju.

Ključne besede: klastični jamski sedimenti, provenienca, fosilna jama

Kako varni smo pred delci v zraku v mestnem avtobusu?

Miloš Miler

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija (milos.miler@geo-zs.si)

V urbanih okoljih so dnevni migranti vedno bolj izpostavljeni onesnaženemu zraku. Še posebej ranljivi so poklicni vozniki avtobusov, ki so celoten delovni čas neposredno izpostavljeni visokim koncentracijam delcev v zraku (PM). Z namenom ocene prostorske in časovne variabilnosti koncentracij PM v avtobusu, opredelitve fizikalno-kemičnih lastnosti PM in njihovih virov ter ocene stabilnosti PM v simuliranem pljučnem okolju in učinkov na zdravje voznikov so bile opravljene meritve in vzorčenje PM10 in PM2,5 med celotno izmeno v mestnem avtobusu v Ljubljani (Miler, 2021).

Meritve PM so pokazale visoke povprečne koncentracije PM10 ($83 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in PM2,5 ($47 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ki so bile najvišje in najbolj variabilne med prometnimi konicami s tekočim prometom in najnižje med prometnimi zastoji. Analiza posameznih delcev je pokazala, da so med PM prevladovali delci s kovinami, predvsem (Cr,Mn,Zn)-Fe-oksihidroksidi, Al-/Fe-Al-oksidi, (Fe,Cr,Ni)- in (Cu,Zn,Ni)-zlitine ter Sb-sulfidi in Ba-sulfati. Nekovinski delci so bili zastopani s (Ca,Mg)-karbonati, Al-silikati, Na-kloridom in Ca-sulfatom. Primerjava s potencialnimi izvornimi materiali (emisije izpušnih plinov vozil, prah zavornih diskov, cestni sediment) je pokazala, da so primarni viri kovinskih delcev v avtobusu obraba zavornih diskov, ploščic in pnevmatik ter obraba komponent motorja in katalizatorjev. Večina nekovinskih delcev je bila posledica resuspenzije cestnega sedimenta, skupaj z materialom za posipanje cest, ter emisij zgorelega goriva in mazalnega olja (Ca-sulfat).

Povprečne koncentracije PM, ki so močno presegle dnevne mejne vrednosti, so povečale tveganje za umrljivost in obolevnost voznikov avtobusov za 2-3 % oziroma 7-8 %. Poenostavljeni izračuni topnosti kovinskih delcev iz zraka v vodni raztopini, ki simulira pljučno okolje, s PHREEQC so pokazali, da so bili kovinsko Fe, Ba-sulfati, Sb-sulfidi in Al-oksidi ter delno tudi kovinske zlitine s Cu topni tako v redukcijskem kot oksidacijskem pljučnem okolju, vendar so se kovine sproščene v raztopino oborile kot stabilne sekundarne kovinske faze.

Ključne besede:

mestni avtobus,
koncentracije
delcev, SEM/EDS
karakterizacija, viri,
topnost, simulirano
pljučno okolje

Viri:

Miler, M. 2021: Airborne particles in city bus: concentrations, sources and simulated pulmonary solubility. *Environmental Geochemistry and Health*, 43/7: 2757-2780. <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00770-5>

Geokemične značilnosti okolja v rudniku Sitarjevec

Miloš Miler¹, Blaž Zarnik², Mateja Gosar¹

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (milos.miler@geo-zs.si)

²Občina Litija, Jerebova ul. 14, 1270 Litija, Slovenija

V opuščenih rovih rudnika Sitarjevec so se zaradi pestrih litoloških, mineraloških in geokemičnih lastnosti kamnin in orudenja ter hidrogeoloških razmer na območju litijskega rudnega polja vzpostavili specifični okoljski pogoji. Ti so botrovali nastanku izjemnih kapniških tvorb v rovih, kot so stalaktiti, stalagmiti, kapniške zavese in druge natečne oblike s skorjasto strukturo ter zaježitvenih pregrad iz jamskih sedimentov (Herlec in Geršak, 2006). Na pestre in izredno heterogene fizikalno-kemične razmere v rudniku kažejo tudi tvorbe nekaterih drugih sekundarnih mineralov v opuščenih rovih, kot so tanke skorje železovih oksihidroksi sulfatov na površini zajezene vode, kristali avtogene sadre na stenah rogov in podpornih stebrih in grozdličasti skupki aragonita na stenah rogov. Pred prenovo in odprtjem dela rogov rudnika v turistične namene so bile izvedene sistematične raziskave okolja in mikroklima v rudniških prostorih z namenom boljšega razumevanja sestave ter procesov nastanka kapniških tvorb, t.i. jamskih sedimentov in drugih sekundarnih mineralov.

Rezultati raziskave so pokazali, da so rudniške vode kisle do skoraj nevtralne, njihov Eh se giblje od tipičnega za prežračene rudniške vode do tipičnega za močvirne vode, vsebujejo tudi veliko raztopljenih kovin (Fe, Zn, Pb, Cu, Hg, Cd, Sr). Temperatura zraka in relativna vlažnost v rovih sta konstantni z nihanji ob odpiranju vhoda v rudnik. V kapnikih se ritmično izmenjujejo tanke skorje železovih oksihidroksidov (limonit) in železovih oksihidroksi sulfatov (schwertmannit), kar je najverjetneje povezano z nihanjem koncentracije kisika v rovih in pH rudniške vode. Pri t.i. jamskih sedimentih gre pravzaprav za oborine mikronskih kristalov avtigenega schwertmannita z redkimi detritičnimi zrni rudnih in akcesornih mineralov, ki prispevajo k visokim vsebnostim Pb, Cu, Hg in Ba v sedimentu. Železovi oksihidroksi sulfati so stabilni le pri visoki zračni vlagi (> 92 %) in nizkem pH kapljajoče rudniške vode (≤ 6), zato lahko zmanjšanje zračne vlage v rovih povzroči spremembe mineralne sestave jamskih sedimentov in kapniških struktur, ki postanejo krhke in nestabilne.

Ključne besede:

kapniške tvorbe, sestava, avtigeni minerali, nastanek, mikroklima, rudniške vode

Viri:

Herlec, U. & Geršak, A. 2006: Nastanek limonitnih kapnikov v opuščenem rudniku Sitarjevec pri Litiji. In: Režun, B. (Ed.): Zbornik povzetkov, 2. slovenski geološki kongres, Idrija, 26.-28. september 2006. Rudnik živega srebra v zapiranju, Idrija: 58-59.

Izvor kamnitih kock iz celjskih rimskih mozaikov

Snježana Miletić¹, Andrej Šmuc², Matej Dolenc², Miloš Miler¹, Ajda Mladenovič³, Maja Gutman Levstik³, Sabina Dolenc⁴

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (snjezana.miletic@geo-zs.si)

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

³Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije Restavratorski center, Poljanska cesta 40, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁴Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

V starem mestnem jedru Celja so arheologi naleteli na ostanke bivalnih objektov. Med ostalinami so bili ohranjeni trije poznoantični talni mozaiki, najdeni na dveh različnih lokacijah na Glavnem trgu. Prvi mozaik so sestavljale črne kamnite kocke, drugi je bil bel s črnimi okrasnimi motivi, tretji pa je bil izdelan iz belih, črnih, rumenih, zelenih in rdečih kamnitih kock. Ti mozaiki predstavljajo eno najpomembnejših najdb zadnjih desetletij v regiji.

Kamnite kocke, iz katerega so bili izdelani mozaiki, smo podrobno raziskali z namenom določanja vrste kamnin, iz katerih so izdelane kocke, in ugotavljanja njihovega izvora. Rezultati raziskave lahko pomagajo arheologom pri ugotavljanju načina oskrbe rimskih mest s kamnom. Vzorce smo pregledali z optičnim mikroskopom in opravili mikrofaciesno analizo, ki smo jo podprli z dodatnimi mineraloškim in geokemičnimi analizami s prenosnim rentgenskim fluorescentnim (XRF) analizatorjem, spektroskopijo SEM/EDS in rentgensko difrakcijo.

Ugotovili smo, da so kocke izdelane iz dveh vrst kamnin: karbonatnih in piroklastičnih. Na podlagi karakterizacije kamnin smo ugotovili njihovo okolje nastanka, ki je potem ključ pri določanju provenience. Podobne kamnine smo iskali tako v lokalnem okolju kot tudi v regionalnem, in širše, v kolikor smo ugotovili, da gre za uvožene kamnite materiale. Miliolidni apnenici, iz katerih so bile izdelane bele mozaične kockice, in mudstoni do laminirani wackestoni iz črnih kock, najverjetneje izvirajo na Krasu. Dokazano je tudi, da so tam obstajali rimski kamnolomi. Mudston do wackestone s planktonskimi foraminiferami, iz katerih so izdelane rdeče kocke, izvira v podsabotinskih plasteh v jugozahodni Sloveniji. Zelene mozaične kocke so bile izdelane iz andezitnega tufa, ki je lokalnega porekla, medtem ko izvor belega riolitnega tufa, iz katerega so izdelane nekatere bele kocke, zagotovo ni lokalen, saj takih kamnin nismo našli v okolici. Je verjetno uvožen in bi lahko bil povezan z italijanskim oligocensko-miocenskim vulkanizmom. Rumene sparitne mozaične kocke so prav tako uvožene, najverjetneje s širšega območja Sredozemlja.

Ključne besede:

mozaiki, kamnite kocke, provenienca, Celeia, kulturna dediščina

Viri:

Miletić, S., Šmuc, A., Dolenc, M., Miler, M., Mladenovič, A., Gutman, M., Dolenc, S. 2022: Identification and provenance determination of stone tesserae used in mosaics from Roman Celeia, Slovenia. *Archaeometry*, 64/3, 561-577. <https://doi.org/10.1111/arc.12742>

Morfometrija in granulometrija barhanov iz slovenskega dela Tržaškega zaliva

Ana Novak¹, Andrej Šmuc², Sašo Poglajen³, Marko Vrabc²

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (ana.novak@geo-zs.si)

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

³Sirio d.o.o., Kvedrova cesta 16, 6000 Koper, Slovenija

Morfologija morskega dna slovenskega morja je danes dobro poznana zahvaljujoč snemanjem z večsopnim sonarjem. Eno od morfološko najbolj izrazitih je območje dun v skrajnem JZ delu slovenskega morja. Dune se dvigajo do 3 metre nad okoliško morsko dno in se raztezajo preko območja velikosti (najmanj) 7,5 x 4,8 km. Dune imajo tipično obliko polmeseca barhanskih dun. Njihove vzdolžne osi so orientirane v smereh SSV-JJZ, SV-JZ in VSV-ZJZ. Dva največja barhana sta simetrična in nakazujeta smer toka z JJZ ter JZ. Široka sta 1500 ter 2300 m ter dolga 2000 ter 3200 m. Poleg tega se na območju pojavlja tudi več manjših barhanov, ki se prekrivajo in izkazujejo manjšo stopnjo simetrije. V nasprotju z večjima barhanoma, nakazujejo smeri tokov s SV in VSV. Manjši barhani so med 700 in 950 m široki ter med 600 in 1200 m dolgi. Z največjega barhana smo z gravitacijskim jedrnikom odvzeli dve sedimentni jedri. Prvo jedro v dolžini 39 cm je bilo odvzeto na gorvodni strani, drugo v dolžini 31 cm pa v bližini vrha kraka. Granulometrične analize vzdolž sedimentnih jeder so pokazale, da barhan v 95 % gradijo zrna peska, ki pretežno pripadajo velikostnemu razredu drobnega (pretežno karbonatnega) peska. Zrnavost ter razmerje med širino in višino barhanov nakazujeta, da so nastali v morskem okolju pri tokovih v velikostnem razredu nekaj decimetrov na sekundo. Predpostavljamo, da so barhani periodično aktivni med epizodami enosmernih tokov, ki se najverjetneje vzpostavijo zaradi vetrovnih pogojev med obdobji močnejše burje ter juga.

Ključne besede: Barhani, morje, morsko dno, sipine, dune

Vpliv litologije na vrsto transporta sedimenta; primer dveh sosednjih aluvialnih pahljač v Planici

Andrej Novak, Tomislav Popit, Andrej Šmuc

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (andrej.novak@geo.ntf.uni-lj.si)

Aluvialne pahljače so sedimentacijska okolja, ki se nahajajo ob vznožju hribovja, kjer se strma topografija prevesi v relativno ravne površine (doline ali ravnice). Po prevladujočem transportnem procesu jih delimo na rečne in gravitacijske. Glavni parametri, ki pogojujejo sedimentacijske procese, so litološka in strukturna zgradba zaledja, velikost drenažnega zaledja, nakloni površja, stopnja razvoja pahljače in klimatske razmere (Blair in McPherson, 1994, 2009; Blair, 1999; Wilford in sod., 2004; Bowman, 2019). V dolini Planice na zahodnem pobočju Ciprnika smo primerjali sedimentološke značilnosti dveh aluvialnih pahljač, ki imata zelo podobne morfometrične parametre, sta nastali v identičnih klimatskih razmerah, vendar imata drugačno litološko zgradbo zaledja. Zaledje prve pahljače je sestavljeno zgolj iz konzentski dolomit, v zaledju druge pahljače pa so poleg prettrtega dolomita prisotne tudi muljaste plasti torske formacije (Gale in sod., 2015). V hudourniškem koritu, ki ločuje obe pahljači, smo posneli skupno enajst detajlnih sedimentoloških profilov in na podlagi sedimentnih struktur, tekstur ter litologije klastov določili posamezne sedimentne facies. Prvo aluvialno pahljačo definira facies značilen za sedimentacijsko okolje prepletenih rečnih korit in razlivanja po površini aluvialne pahljače izven korita. Facies sestavljajo do 20 cm debele plasti srednje do debelozrnatega gruščja, ki ima do 20 % peska. Prisotne so tudi tanke plasti srednje do debelozrnatega peska ter do 20 cm debeli paleotalni horizonti. Muljasta frakcija v faciesu prepletenih rečnih korit ne presega 2 %. Transportni medij sedimenta je voda, sediment pa je transportiran v obliki talnega transporta v obdobjih hudourniških dogodkov. Drugo pahljačo poleg facies prepletenih rečnih korit definira tudi facies drobirskih tokov. Facies drobirskega toka predstavljajo pol metra debele plasti ogletega zelo slabo sortiranega zrnsko podprtega zelo debelozrnatega gruščja, ki vsebuje do 16 % muljaste frakcije. Klasti v tem faciesu pripadajo predvsem torski formaciji. Sedimentološka analiza dveh sosednjih pahljač predstavlja odličen primer vpliva različnega litološkega zaledja na vrsto transporta in sedimentacijske proces, kadar so preostali parametri identični.

Ključne besede:

aluvialne pahljače, drobirski tok, hudourniški facies, holocen, Planica

Viri:

- Blair, T.C. 1999: Cause of dominance by sheetflood vs. debris-flow processes on two adjoining alluvial fans, Death Valley, California. *Sedimentology*, 46: 1015–1028. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1999.00261.x>
- Blair, T.C., McPherson, J.G. 2009: Processes and forms of alluvial fans. In: *Geomorphology of Desert Environments*. Springer, Amsterdam: 413–467. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5719-9_14
- Blair, T.C., McPherson, J.G. 1994: Alluvial fans and their natural distinction from rivers based on morphology, hydraulic processes, sedimentary processes, and facies assemblages. *J. Sediment. Res. A Sediment. Petrol. Process.* 64: 450–489. <https://doi.org/10.1306/d42681b2-2b26-11d7-8648000102c1865d>
- Bowman, D. 2019: *Principles of Alluvial Fan Morphology*. Springer, Dordrecht: 151 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-1558-2>
- Gale, L., Celarc, B., Caggiati, M., Kolar-Jurkovšek, T., Jurkovšek, B., Gianolla, P. 2015: Paleogeographic significance of Upper Triassic basinal succession of the Tamar Valley, northern Julian Alps (Slovenia). *Geol. Carpathica*, 66: 269–283. <https://doi.org/10.1515/geoca-2015-0025>
- Wilford, D.J., Sakals, M.E., Innes, J.L., Sidle, R.C., Bergerud, W.A. 2004: Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics. *Landslides*, 1: 61–66. <https://doi.org/10.1007/s10346-003-0002-0>

Sedimentna analiza, dinamika odlaganja in podpovršinska zgradba precejenih zrnkih nanosov na aluvialni pahljači v dolini Planice

Andrej Novak¹, Marko Vrabc¹, Tomislav Popit¹, Goran Vižintin², Andrej Šmuc¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (andrej.novak@geo.ntf.uni-lj.si)

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo, rudarstvo in okolje, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Na površju aluvialne pahljače na zahodnem pobočju Suhega vrha v dolini Planice smo prepoznali nanose precejenih zrnkih sedimentov (ang. sieve deposits). Glavni transportni medij teh nanosov je voda, ki se v transportiranem sedimentu ob zmanjšanju energije transporta hitro infiltrira v porozno podlago, sediment pa se skoraj hipno odloži. Sediment nanosa se giblje v obliki talnega transporta in predstavlja rečno sedimentacijsko obliko, značilno za občasne rečne tokove oziroma hudournike (Nemec in Postma, 1995; Milana, 2010). Na enajstih nanosih različnih dimenzij smo odvzeli 29 vzorcev in s suho sejalno metodo izvedli granulometrijsko analizo ter opisali njihove sedimentne strukture in teksture. Z brezpilotnim letalnikom smo od aprila 2019 do novembra 2021 spremljali površinske spremembe pahljače po obilnejših padavinah. Z georadarjem smo pridobili podpovršinsko obliko ter globino nahajanja precejenih zrnkih sedimentov. Nanosi imajo dimenzije od nekaj deset centimetrov do več metrov. Sestavlja jih oglat slabo sortiran zrnko podprt debelozrnat do zelo debelozrnat grušč z do 15 % peska in v povprečju manj kot 1 % mulja. Delež peska v posameznem nanosu je do 10 % večji v proksimalnem kot v distalnem delu nanosa, delež mulja pa je v obeh delih primerljiv. Različno veliki nanosi se razlikujejo v povprečni velikosti zrna, razmerje med gruščem, peskom in muljem pa je enotno, ne glede na dimenzijo posameznega nanosa. Ciklično snemanje z brezpilotnim letalnikom potrjuje največjo aktivnost aluvialne pahljače v času padavin, ki presegajo 50 mm dežja v 24 urah. Ob takšnih dogodkih se je odložilo preko 1000 m³ sedimenta, predvsem v obliki precejenih zrnkih nanosov. V vsakem koledarskem letu smo zabeležili po en dogodek z več kot 1000 m³ nanosov ter še številne manj intenzivne dogodke. Radargrami nakazujejo, da pahljačo gradijo predvsem precejeni zrnki nanosi, kar potrjuje, da so prevladujoča oblika sedimentnega transporta. Raziskava predstavlja kvantitativno sedimentno analizo in dinamiko odlaganja precejenih zrnkih nanosov, ki so tudi v tuji literaturi opisani predvsem kvalitativno.

Ključne besede:

Aluvialne pahljače,
sedimentni nanosi, grušč,
brezpilotni letalnik,
georadar, holocen,
Planica

Viri:

Milana, J.P. 2010: The sieve lobe paradigm: Observations of active deposition. *Geology*, 38: 207–210. <https://doi.org/10.1130/G30504>
Nemec, W., Postma, G. 1995: Quaternary alluvial fans in southwestern Crete: Sedimentation processes and geomorphic evolution : Reply. *Sedimentology*, 42: 535–549. <https://doi.org/10.1111/J.1365-3091.1995.TB00391.X>

Nova spodnjepermska Rigeljska formacija v Južnih Karavankah

Matevž Novak¹, Karl Krainer²

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (matevz.novak@geo-zs.si)

²University of Innsbruck, Institute of Geology, Innrain 52, 6020 Innsbruck, Avstrija

Rigeljska formacija je nova spodnjepermska litostratigrafska enota v Karavankah. Določena je bila v kompozitnem tipskem profilu na pobočjih hribov Rigelj in Čepca na južnem delu Dovžanove soteske in v referenčnem profilu na gori Plešivec/Pleschiwetz na slovensko-avstrijski meji. Rigeljska formacija leži normalno na Bornovi formaciji. Debela je do 105 m, v glavnem sestavljena iz plitvomorskih siliciklastičnih in s fosili bogatih karbonatnih kamnin. Mikrofaciesne in fosilne združbe kažejo na izvor konglomeratov v obalnem okolju, peščenjakov v okoljih zgornjega in spodnjega obrežja, meljevcev pa v odprtomorskem okolju. Fosilonosni apnenci so bili odloženi na plitvem, odprtem šelfu z zmerno do nizko energijo (wackestone, floatstone) in z občasno visoko turbulenco (packstone, rudstone).

Siliciklastični in karbonatni litotipi tvorijo nekaj dobro razvitih ciklov umikajoče (backstepping) platforme, ki se začnejo s konglomerati, nadaljujejo s peščenjaki ter meljevci in končajo s fosilonosnimi apnenci. Podobni sedimentni cikli so razviti v formaciji Grenzland Karnijskih Alp.

Fuzulinidna združba *Dutkevitchia cf. splendida*, *Sphaeroschwagerina cf. asiatica*, *Quasifusulina tenuissima* in *Pseudochusenella* sp. s spremljajočo vrsto *Sphaeroschwagerina carniolica* kaže, da je starost Rigeljske formacije poznoasselijska do srednesakmarijska.

Zaradi razlik v litologiji in starosti kamnin Rigeljske formacije ni mogoče enačiti z Zgornjim pseudoschwagerinskim apnencem (prejšnje ime Zweikofelske formacije) Karnijskih Alp, niti jih ne moremo obravnavati kot »klastični razvoj trogkofelskih plasti« kot so jih različni avtorji v preteklosti.

V zahodnih Karavankah je spodnjepermsko litostratigrafsko zaporedje zelo podobno tistemu v Karnijskih Alpah s Trbiško brečo, ki leži na Trogkofelskem ali Goggauskem apnencu. Za razliko od tega v osrednjem delu Karavank, na območju Dovžanove soteske in Plešivca, Trbiška breča z erozijsko mejo leži na kamninah Rigeljske formacije. Močnejša diverzifikacija sedimentnih okolij v Karavankah in Karnijskih Alpah v spodnjem permu po enakomerni sedimentaciji v zgornjem karbonu verjetno lahko pripišemo blokovnemu prelamljanju, povezanem s Saalsko tektonsko fazo.

Ključne besede:

spodnji perm,
Dovžanova soteska,
Plešivec, klastični
Trogkofel, fuzulinidna
biostratigrafija

Viri:

Novak, M., Forke, H.C., Schönlaub, H.P. 2019: Field Trip C3: The Pennsylvanian-Permian of the Southern Alps (Carnic Alps/Karavanke Mts.), Austria/Italy/Slovenia – fauna, facies and stratigraphy of a mixed carbonate-siliciclastic shallow marine platform along the northwestern Paleotethys margin. *Kölner Forum für Geologie und Paläontologie*, 24: 251–302.

Novak, M., Krainer, K. 2022: The Rigelj Formation, a new lithostratigraphic unit of the Lower Permian in the Karavanke Mountains (Slovenia/Austria). *Austrian Journal of Earth Sciences*, 115: 100-123. <https://doi.org/10.17738/ajes.2022.0005>

Apneni ometi in njegove lastnosti

Andreja Padovnik, Violeta Bokan Bosiljkov, Petra Štukovnik

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, Slovenija (andreja.padovnik@fgg.uni-lj.si)

Sveža malta je mešanica agregata, anorganskega veziva in vode, po potrebi pa ji lahko dodamo še razne dodatke, organskega ali anorganskega izvora. Apnena malta se uporablja kot vezivo za povezovanje zidakov v zidovih, v obliki ometov kot zaščita konstrukcij pred atmosferskimi vplivi ter kot podlaga za stenske slike.

Hidravlično in nehidravlično vezivo v sveži malti predstavlja vezivno pasto, ki se s kemijsko reakcijo v nekem časovnem intervalu strdi in tako poveže zamešana zrna agregata med seboj v nov mineralni kompozitni material – apneno malto ali omet. Agregat, ki ima v maltah in ometih vlogo polnila, je načeloma kemijsko obstojen material. Izbira agregata je odvisna od zahtevanih lastnosti malte in ometov (namen uporabe) in od razpoložljivosti agregatov. V večini primerov se uporabljajo lokalno dostopni karbonatni in kremenovi peski iz kamnolomov ali rečnih korit. Pravilna izbira peska zmanjšuje potrebo po vezivu, zmanjšuje krčenje, večja trdnost in togost, v primeru poroznih zrn peska se poveča zmrzljinska odpornost in uravnava prostorninska teža.

Z namenom preveriti vpliv vrste apna, agregata in dodatkov na lastnosti apnenih malt smo pripravili vzorce pri katerih smo uporabili tri vrste veziva; hidrirano apno v prahu in testu in hidravlično apno. Za polnilo smo izbrali kalcitni in kremenov agregat. Ker se v praksi pogosto uporabljajo razni dodatki, smo v osnovno sestavo 1 del veziva in 2 dela agregata primešali dodatke: mleto opeko, livarsko žlindro in brečo. Pripravljenim maltam smo določili konsistenco in jih vgradili v kalupe. Strjene lastnosti preskušancev smo določili pri starosti 90 dni negovanja. Primerjava rezultatov malt z dodatki z referenčno apneno malto kažejo, da dodatki lahko vplivajo na mehanske in fizikalne lastnosti apnenih ometov. S pomočjo analitskih tehnik smo spremljali vpliv dodatkov, saj so malte z dodano žlindro in opeko dosegle višje trdnosti od referenčne malte. Prav tako pa je na trdnost vplivala izbira agregata, saj se je izkazalo, da malte s kalcitnim agregatom dosegajo višje trdnosti od malt s kremenovim agregatom.

Ključne besede:

*apnena malta in omet,
mehanske in fizikalne
lastnosti apnenih ometov,
mineralni dodatki*

Viri:

Padovnik, A., Bokan-Bosiljkov, V. 2021 The influence of dry hydrated limes on the fresh and hardened properties of architectural injection grout. *Materials*, 14/19: 5585. <https://doi.org/10.3390/ma14195585>

Prvi lokalni sistem za zgodnje opozarjanje v primeru plazenja – razvoj v okviru sistema MASPREM

Tina Peternel, Ela Šegina, Mateja Jemec Auflič, Jernej Bavdek, Jasna Šinigoj

Geološki zavod Slovenije, Geološki informacijski center, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (tina.peternel@geo-zs.si)

Leta 2021 smo v okviru sistema MASPREM (Sistem za napovedovanje in zgodnje opozarjanje v primeru proženja zemeljskih plazov) pričeli z razvojem lokalnega sistema zgodnjega opozarjanja v primeru plazenja. Sistem je razvit posebej za območje pobočnih masnih premikov v zaledju naselja Koroške Bele (Občina Jesenice). To območje je znano po številnih zemeljskih plazovih, ki predstavljajo potencialna izvorna območja drobirskih tokov, ki bi lahko ogrozili spodaj ležeče naselje (Peternel in sod., 2018). Mehanizmi plazenja so povezani predvsem z naravnimi danosti območja (geološka sestava, tektonika in morfologija), medtem ko je dinamika plazenja vezana na dolgotrajne in/ali intenzivne padavine in spremembe v nivojih podzemne vode (Peternel in sod., 2018; Peternel in sod., 2022).

Ker se ogroženosti pred plazovi ne moremo izogniti in moramo z njimi sobivati je zelo pomembno, da jih razumemo in jih znamo prostorsko-časovno napovedovati. Glavna vloga spremljanja in napovedovanja plazov je pridobivanje uporabnih informacij s katerimi lahko ublažimo ali pa celo preprečimo nevarnost plazov. Da bi zadostili tej potrebi smo najbolj aktivna plazova v zaledju Koroške Bele, Urbas in Čikla, opremili z realno-časovnim sistemom za opazovanje. Sistem je sestavljen iz geotehničnih (ekstenziometri), geodetskih (GNSS antene) in hidrometeroloških (piezometri, dežemer) senzorjev, ki omogočajo zvezno opazovanje obnašanja plazov (Peternel in sod., 2022). Vsi izmerjeni podatki se preko baznih postaj, ki so locirane na plazovih, zvezno prenašajo na eTeren infrastrukturo in nato t.i. nadzorno ploščo, ki omogoča vpogled meritev vseh senzorjev, ki so vzpostavljeni na plazovih Urbas in Čikla. Na podlagi analiz podatkov spremljanja in rekonstrukcije preteklih dogodkov so bile določene mejne vrednosti opazovanih parametrov (padavine, premiki), ki so bile nato vpeljane v sistem MASPREM. Na ta način lahko GeoZS služba za pripravljenost in lokalna civilna zaščita kadar koli dostopajo do posodobljenih podatkov. V prihodnosti načrtujemo nadgradnjo sistema tudi z opozorili po elektronski pošti, ki jih bomo pošiljali registriranim uporabnikom v primeru presežnih mejnih vrednosti padavin, nivojev podzemne vode ali pa hitrosti premikov.

Od vzpostavitve sistema pa do julija 2022 mejne vrednosti opazovanih parametrov niso bile prekoračene in posledično še ni bilo izdano opozorilo. V tem času tudi ni bilo zabeleženega večjega padavinskega dogodka.

Zahvala: Raziskave in razvoj potekajo v okviru ARRS raziskovalnih projektov in programov (raziskovalni program P1-0419, projekt Z1-2638, infrastrukturni program IO-0007) ter nalog, ki so financirane s strani Uprave RS za zaščito in reševanje (MASPREM), Ministrstva za okolje in prostor ter Občine Jesenice.

Ključne besede:

zemeljski plaz, sistem za opazovanje, sistem za opozarjanje, MASPREM, Koroška Bela, Urbas, Čikla

Viri:

Peternel, T., Jež, J., Milanič, B., Markelj, A. & Jemec Auflič, M. 2018: Engineering-geological conditions of landslides above the settlement of Koroška Bela (NW Slovenia). *Geologija*, 61/2: 177-189. <https://doi.org/10.5474/geologija.2018.012>
Peternel, T., Janža, M., Šegina, N. & Maček, M. Recognition of Landslide Triggering Mechanisms and Dynamics Using GNSS, UAV Photogrammetry and In Situ Monitoring Data. *Remote Sensing*, 14: 3277. <https://doi.org/10.3390/rs14143277>

Hidrogeološke raziskave za potrebe varovanja črne in bele človeške ribice na Z robu Bele krajine

Metka Petrič¹, Mitja Prelovšek¹, Nina Mali², Janko Urbanc², Marina Pintar³, Rozalija Cvejič³

¹ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija (metka.petric@zrc-sazu.si)

²Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

³Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva ulica 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

Na zahodnem robu Bele krajine leži več kraških izvirov, ki so pomembni tako z vidika vodne oskrbe (Dobličica) kot tudi naravovarstveno (Jelševniščica). Podzemna voda na tem območju je habitat črnega in belega proteusa, katerega razširjenost je delno raziskana tudi z analizo eDNA (Gorički in sod., 2017). Na podzemni habitat vplivajo človeške aktivnosti, kot so zlasti odvajanje odpadne komunalne vode in kmetijstvo. Specifičen vpliv predstavlja tudi deponija industrijskih odpadkov, dodatno grožnja pa promet z izlitji nevarnih snovi. Antropogeni vplivi na izviru Otovskega brega so tolikšni, da se populacije belega proteusa v zadnjem desetletju in pol ne opaža več; indikator obremenjenosti je nitrat, ki konstantno presega mejne vrednosti za proteusa, to je 9,2 mg NO₃⁻/L (Kolar, 2017), občasno preseganje te meje pa je bilo ugotovljeno tudi na Jelševniščici, kjer se pojavlja črni proteus. To predstavlja grožnjo, ki jo je potrebno zaradi ozkega areala razširjenosti črnega proteusa zmanjšati.

Naravovarstveni cilj projekta CRP, ki se izvaja na tem območju, je oblikovanje ukrepov, ki bodo zagotovili pogoje za dolgoročno preživetje proteusa. Hidrogeološki del raziskav projekta je usmerjen v opredelitev in karakterizacijo vodozbirnega območja dveh izpostavljenih izvirov (Jelševniščica in Otovski breg), ugotavljanje deleža posameznega vira obremenjevanja (masna bilanca dušika), ter kvantitativna opredelitev izvajanja posameznega okoljskega ali kmetijskega ukrepa na kvaliteto vode. Pri tem uporabljamo raznovrstno metodologijo, kot je kemijska, izotopska in mikrobiološka analiza vzorcev, zvezno spremljanje pretokov in koncentracije nitrata, izračun hidrološke bilance, uporabo pasivnih vzorčevalnikov za spremljanje novodobnih organskih onesnaževal v sledovih, analiza sedimentov ter analizo rabe tal. Sedanji rezultati kemijske in izotopske sestave vode zelo dobro kažejo kombinacijo nizkega (obremenjenega) in visokega (neobremenjenega) napajalnega zaledja, ki z različnim deležem mešanja pojasnjujejo velike razlike v obremenjenosti izvirov. Bistveno nižje razmerje Ca/Mg na Jelševniščici indikativno kaže na večji delež dolomitnega zaledja daleč v smeri Mirne gore. Otovski breg karakterizira nizko napajalno zaledje s slabšim redčenjem obremenjevanja.

Ključne besede:

Proteus, črna človeška ribica, varovanje, Jelševnik, Otovski breg, Bela krajina

Viri:

Gorički, Š., Stanković, D., Snoj, A., Kuntner, M., Jeffery, W.R., Trontelj, P., Pavičević, M., Grizelj, Z., Năpăruș-Aljančić, M., Aljančić, G. 2017: Environmental DNA in subterranean biology : range extension and taxonomic implications for *Proteus*. *Sci. Rep.*, 7: 45054.

Kolar, B., 2017: Ocena tveganja, ki ga predstavlja nitrat za ekosisteme podzemne vode in za človeško ribico na projektne območju LIFE Kočevsko (LIFE13 NAT/SI/000314). Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Center za okolje in zdravje, Maribor: 20 p.

Peatlands – where organic matter and dust meet

Valentina Pezdir¹, Marta Pérez-Rodríguez², Nina Zupančič^{3,4}, Mateja Gosar¹

¹Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (valentina.pezdir@geo-zs.si)

²Technische Universität Braunschweig, Abt. Umweltgeochemie, Institut für Geoökologie, Braunschweig, Langer Kamp, 19C, 38106 Braunschweig, Germany

³University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Geology, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenia

⁴ZRC SAZU, Ivan Rakovec Institute of Paleontology, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenia

In ombrotrophic peatlands atmospheric deposition is their sole water and mineral matter (MM) input. MM deposited on the acidic, rich in organic matter (OM) surface of the peatlands can be partially or totally dissolved, causing the release of major and trace elements (Broder and Biester, 2017). MM can also be retained through plant uptake, physical entrainment, or complexation by OM.

We assess MM dynamics (dissolution, complexation, accumulation, releases) on Šijec bog (Pokljuka plateau), where we previously determined bog stratigraphy and morphology (Pezdir et al., 2021). We characterized wet and dry atmospheric deposition (rainwater, snow, and passive deposition), various water types (surface pools, porewater and peatland-drainage), peat OM content, and major and trace element composition using SEM/EDS, ICP-MS, elemental analyser, and DMA. We evaluated the changes in MM bound to OM and dissolved mineral matter by comparing chemical composition of porewater and peat with composition of surface waters and atmospheric deposition. We used principal component analysis to separate the MM sources (geogenic and anthropogenic) and post-depositional processes (OM degradation) in the peat deposit.

Our results show that solid atmospheric deposition is mainly composed of silicates, carbonates, organic particles and Fe-oxyhydroxides. Snowmelt and rainwater have low major and trace element content. Drainage water is enriched with Al, Fe and REE (Ce, Dy, La, Nd), compared to streams without peatland contact. Most metals (As, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Ti) and REE have similar, slightly increased, values in porewater, drainage water and peat surface water. Fluctuations in water composition throughout the year are present and best observed in winter when peat surface and surrounding waters are frozen. Most MM in peat have geogenic sources and is related to silicates and carbonate dissolution residue. Enrichment of components of anthropogenic origin (e.g., Hg, As, Pb) in the upper peat layers indicates an increased pollution in the last centuries.

Key words:

peatland, geochemistry,
water, atmospheric
deposition, peat

References:

- Broder, T., Biester, H. 2017: Linking major and trace element concentrations in a headwater stream to DOC release and hydrologic conditions in a bog and peaty riparian zone. *Applied Geochemistry*, 87: 188–201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeochem.2017.11.003>
- Pezdir, V., Čeru, T., Horn, B., Gosar, M. 2021: Investigating peatland stratigraphy and development of the Šijec bog (Slovenia) using near-surface geophysical methods. *Catena*, 206: 105484. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105484>

Tectonic geomorphology and hydrographic network of the Istra Peninsula

Ladislav Placer¹, Igor Rižnar², Ana Novak¹

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (ladislav.placer@telemach.net)

²Geološke ekspertize Igor Rižnar s. p., Ul. bratov Martincec 40, 1000 Ljubljana, Slovenia

Istria represents the presently outcropping part of Microadria, which was shaped during the Paleogene thrusting of the Dinarides and the Neogene-to-recent convergence and underthrusting of Microadria under the Dinarides. The two most prominent structures of the Dinaric thrusting are the Čičarija thrust zone and the Buje reverse fault which presently obliquely connects onto the thrust zone. Due to the subsequent movement of Microadria towards the Dinarides, the Čičarija thrust zone was transformed into an underthrust zone – the Istria-Friuli underthrust zone (*sensu lato*), while the Buje reverse fault remained a component of the Microadria.

Istria comprises three structural units: 1. the Istria-Friuli underthrust zone, 2. the Southern Istria push wedge, and 3. the Northern Istria push wedge. Ad 1.: The Istria-Friuli underthrust zone comprises Neogene-to-recent underthrust reverse faults. These younger faults either bent the Paleogene thrusts into antiform shapes or did not deform the older thrusts. The Karst edge was uplifted along the younger underthrust faults. Ad 2.: The Southern Istria push wedge moves towards the Dinarides between the dextral strike-slip Kvarner fault zone and the sinistral strike-slip Zambratija fault zone which was developed along the Buje reverse thrust. The movement of the wedge is confirmed by striations in the Kvarner fault zone and by rotations along the Zambratija fault zone (inferred from paleomagnetic data). During the progressive indentation of the wedge, increasing lateral stresses led to the formation of a gentle anticline which we define as the Lim anticline. The axis of the anticline and the wedge bisector are subparallel and located almost at the same position. Ad 3.: The Northern Istria push wedge is located between the Zambratija fault zone and a complex dextral strike-slip fault zone which developed within the Istria-Friuli underthrust zone. As the orientation of this fault zone is oblique to the orientation of the underthrust zone we consider it anomalous, and we define it as the Črni Kal anomaly. The indentation of the Northern Istria push zone is evidenced by the presence of several features oriented perpendicular to the direction of indentation: the dextral strike-slip faults within the Črni Kal anomaly, tension joints and the Rokava normal fault located within the wedge.

The drainage network of Istria follows the described structural features. Due to the uplift of the Lim anticline the Mirna and Butonigla rivers on the NW and the Raša and Boljunčica rivers on the SE limb moved towards the edge of the wedge. The Pazinčica river remained trapped in the axis of the anticline and plunged into the subsurface as the fold uplift rate became larger than the denudation rate - leaving behind the present-day dry valley of Limska draga. The springs of all three river basins are located at the tip of the wedge. In the Northern Istria push zone a large part of the stream network follows the valleys oriented along the tensional joints and the normal faults (examples include the Rokava stream and the middle section of the Dragonja river). Valleys that follow the extensional structural features are mostly concentrated closer to the tip of the wedge where the extrusion is most intensive.

The main river bodies in Istria are fed from the carbonates located within the Istria-Friuli underthrust zone in the Dinaric hinterland. For a rational exploitation of these water sources, it is essential to have a good understanding of the underthrusting kinematics, which can only be obtained by focused structural mapping, deep drilling and deep seismic profiling.

Pojasnilo: V povzetku je predstavljen del članka »Classical Karst Traverse: Transdinaric belt of increased compression in the hinterland of northern Istra Peninsula. NE Microadria«, ki naj bi predvidoma izšel v Geologiji 65/2. Zaradi tega je poslan le povzetek.

Key words:

Microadria, northern Adriatic, Istra Peninsula, tectonics, hydrographic network

References:

- Brancolini, G., Civile, D., Donda, F., Tosi, L., Zecchin, M., Volpi, V., Rossi, G., Sandron, D., Ferrante, G. M. & Forlin, E. 2019: New insights on the Adria plate geodynamics from the northern Adriatic perspective. *Marine and Petroleum Geology*, 109: 687-697.
- Placer, L., Vrabc, M. & Celarc, B. 2010: The bases for understanding of the NW Dinarides and Istria Peninsula tectonics. *Geologija*, 53/1: 55-86.
- Weber, J., Vrabc, M., Pavlovčič Prešeren, P., Dixon, T., Jiang, Y. & Stopar, M. 2010: GPS derived motion of the Adriatic microplate from Istria Peninsula and Po Plain sites, and geodynamic implications. *Tectonophysics*, 483/3-4: 214-222.

Aktualne raziskave krasa in jam na podzemni trasi 2TDK

Mitja Prelovšek

ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija (mitja.prelovsek@zrc-sazu.si)

Dvocevna predora T1 in T2 na trasi 2. tira Divača-Koper (2TDK) potekata v večini skozi zgornje kredne in paleocenske apnenice. Zakraselost v obliki dostopnih jam in manjših kraških kanalov je zato pričakovana, ni pa znana lokacija in točna karakteristika kraških pojavov. Manjše kraške rove večinoma dokumentira stalen geotehnični nadzor. Vloga krasoslovnega nadzora je, da (s partnerji) predvidi večje kraške pojave iz GPR radargramov, jih ob odkritju razišče, dokumentira (klasična jamarska izmera, speleološka analiza, občasno tudi 3D skeniranje) ter sodeluje pri naravovarstvenem in tehničnem načinu premostitve. Z bližanjem trase gladini kraške podtalnice bodo vse bolj aktualne tudi hidrogeološke karakteristike kraških pojavov.

Trenutno sta čeli izkopa kalote 750 m (glavna cev) oz. 700 m (servisna cev) od severnega portala predora T1. Plasti liburnijske formacije z dobro izraženo plastovitostjo precej enakomerno vpadajo za okoli 10-15° proti jugu. Večjih prelomnih struktur ni bilo ugotovljenih, pojavljajo pa se sistemi razpok ter nekajdecimetski zmiki plasti vzdolž manjših prelomnih struktur. Izkop poteka vseskozi v vadozi coni. Skupaj je bilo v glavni cevi dokumentiranih 7, v servisni pa 5 jam, v povprečju torej 7,6 jam/km. Najdaljša jama ima 80 m dostopnih rovov, največji izmerjeni višinski razpon znaša 54 m. Pojavljajo se tako manjše hidrološko aktivne vadozne jame v obliki stopnjastih brezen z vmesnimi meandri kot tudi reliktno freatične jame, ki so bile deloma preoblikovane v vadozni coni. Freatične jame so deloma ali v celoti zapolnjene s klastičnimi sedimenti najverjetneje flišnega izvora. Inicialne strukture, na katerih sloni razvoj jamskih rovov, so najbolj razpoznavne iz načrtov jam; pri vadoznih jamah gre za subvertikalne tektonske strukture, freatične jame pa sledijo bodisi lezikam ali bolj poševnim tektonskim strukturam. Pretoki se gibljejo v okvirih kapljanja in curljanja. Praktično vedno sledimo v jamah neposredno povezavo s površjem (troglifili in troglokseni, oglje), v enem primeru (2TDK-009) je reliktni jamski rov preko podora povezan z vrtačo.

Ključne besede: *kras, jame, 2TDK, krasoslovje, krasoslovni nadzor*

Obρνava talnih vod pri načrtovanju posegov in gradnje v podzemnih etažah na območju Mestne občine Ljubljana

Joerg Prestor, Janja Svetina

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (joerg.prestor@geo-zs.si)

Na območju Mestne občine Ljubljana imamo opraviti z raznolikimi hidrogeološkimi razmerami, ki vplivajo na pogoje gradnje. Tipična temeljna tla predstavljajo nevezani sedimenti od proda do gline. Pod temi sedimenti in na njihovem obrobju nastopa hribinska osnova, to so kamnine, po večini glinavci, meljevci in tudi peščenjaki ter konglomerati. Določeni predeli Ljubljane, zlasti južno območje, so značilni tudi po nastopanju barjanskih sedimentov. To so še posebej slabo nosilne muljaste plasti, ki zahtevajo posebno, tudi globoko temeljenje.

Podzemna voda ima pri načrtovanju posegov v prostor zelo pomembno vlogo. Na eni strani predstavlja pomembno komponento pri zagotavljanju stabilnosti objektov, na drugi strani pa je pomembna komponenta funkcionalnosti mestnega območja zaradi preskrbe s pitno vodo.

Gradnja podzemnih etaž v Občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del (OPN MOL ID) ni bila določena glede na razmere v prostoru. Dosedanja določila so bila le okvirna. Za izkope gradbenih jam in gradnje kleti na območjih, ki jih ogroža podzemna voda, ni bilo jasno določenih usmeritev, ki bi upoštevale značilne raznolike razmere v različnih predelih Ljubljane. To velja tako glede gradnje objektov kot tudi varovanja virov pitne podzemne vode. Zaradi tega se pri gradnji, oziroma postopkih pridobivanja soglasij postavljajo strokovna vprašanja s strani lokalnega prebivalstva, oziroma soglasodajalcev. Bolj odmeven primer v zadnjih letih je bilo območje Rožne doline, z odločno in zavzeto Civilno iniciativo, kjer pri novih gradnjah prihaja do nesoglasij med prebivalci in investitorji.

Za boljše reševanje navedene problematike smo pripravili strokovne podlage s sistematičnim pregledom zakonodaje in izdelavo digitalnega sloja pričakovane gladine podzemne vode za vsa poselitvena območja v MOL. Na podlagi karte smo razmejili območja s podobnimi karakteristikami tal in jih klasificirali glede na ogroženost za posege v podzemni prostor. Za posamezne kategorije smo podali predlog določb in pogojev za dopustne posege, ki bi se v obliki novega člana vključili v OPN MOL ID.

Ključne besede: *viseča podzemna voda, vrhnje plasti, konceptualni model, gradnja objektov, občinski prostorski načrt, zaščitni ukrepi*

Vpliv antropogenih in naravnih dejavnikov na sestavo zgornjega in spodnjega dela tal na območju Slovenije

Emil Pučko, Gorazd Žibret, Klemen Teran

Geološki zavod Slovenije, Dirničeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (emil.pucko@geo-zs.si)

Na elementarno sestavo tal vplivajo različni naravni in antropogeni dejavniki. Med naravne dejavnike sodijo predvsem kaminska podlaga, vegetacija, podnebje, preperevanje, medtem ko sodijo med antropogene dejavnike vnosi različnih snovi zaradi raznovrstnih človeških aktivnosti, kot so industrijske, rudarske in kmetijske dejavnosti, promet, izgo-revaje različnih goriv, ipd. Za naše raziskovalno območje smo si izbrali Slovenijo, saj ima izredno raznoliko litološko sestavo, kakor tudi pestro rudarsko, metalurško in industrijsko zgodovino, zaradi katere so marsikod zaznane precejšnje anomalije različnih onesnažil. K antropogenemu onesnaževanju okolja na območju Slovenije pa prispevata tudi kmetij-stvo in promet. V naši raziskavi smo na območju Slovenije z raziskovanjem zgornjih in spodnjih plasti tal na različnih litoloških enotah poskušali ugotoviti vzroke za geokemijske anomalije, ki se pojavljajo na različnih območjih. V ta namen smo v letu 2016 zbrali in analizirali 249 vzorcev iz zgornjega (0-5 cm) in spodnjega sloja (20-30 cm) tal pobranih na različnih lokacijah širom Slovenije. Vzorce smo posušili na 35 °C in presejali pod 0.063mm. Vsebnosti kemijskih elementov so bile določene z ICP-MS po razklopu z zlatotopko. Rezultati analiz so pokazali povišane vsebnosti poten-cialno strupenih elementov predvsem na nekaterih območjih Slovenije s preteklo rudarsko in topilniško dejavnostjo. V okolici Idrije dosegajo vsebnosti Hg v tleh do 99 mg/kg, na drugih rudarski območjih pa se pojavljajo povečane vsebnosti Pb (1749 mg/kg), Zn (1985 mg/kg), Cu (335 mg/kg), As (74 mg/kg) in Cd (12 mg/kg). Rezultati elementarnih analiz tal so nam tudi pokazali, da litološka zgradba prav tako vpliva na vsebnost določenih elementov v tleh, predvsem gre za porazdelitev Ca, Zr in Th, ki imajo povišane vsebnosti na tleh razvitih na karbonatnih kamninah, medtem ko so magmatske in metamorfne kamnine z njimi osiromašene. Primerjava med elementarno sestavo zgornjega in spodnjega sloja tal nam je potrdila, da so vsebnosti t.i. naravnih elementov (Na, Al, Fe, Mn, ipd.) generalno višje v spodnjih slojih tal, medtem ko so vsebnosti t.i. antropogenih elementov (Pb, Zn, Hg, ipd.) globalno višje v zgornjem sloju tal.

Ključne besede: geokemija okolja, rudarstvo, tla

Ocena možnosti rabe geotermalne energije v kmetijstvu v Sloveniji

Nina Rman, Andrej Lapanje, Dušan Rajver, Simona Pestotnik, Joerg Prestor

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (nina.rman@geo-zs.si)

Vpeljava nizkoogljicnih in zelenih virov energije aktivno poteka tudi na področju kmetijstva. Plitva geotermalna energija in termalna voda se lahko uporabljata tako za ogrevanje kot hlajenje objektov in pripomoreta k energetske samooskrbi za plastenjake, steklenjake, sušilnice, hladilnice in podobno. Da bi spodbudili energetske prehod, smo v letu 2022 za Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) ocenili možnosti za rabo geotermalne energije (GTE) v Sloveniji za namen ogrevanja plastenjakov in steklenjakov na izbranih tipskih primerih.

Raba geotermalne energije za potrebe kmetijstva v Sloveniji se je pričela leta 1962 z rastlinjakom paradižnika v Brežicah, a kljub temu je danes zelo nizka. V letu 2020 je bil delež rabe za ogrevanje rastlinjakov in prsti le 5,9% vse direktne rabe, vključno s koriščenjem plitve GTE. Steklenjaki se s termalno vodo ogrevajo le v Dobrovniku, Renkovcih in Tešanovcih in so v 2021 imeli skupno zmogljivost 7,1 MWt in letno rabo energije 118,90 TJ, s čimer so prihranili približno 8722 ton CO₂ v primerjavi s kurjenjem fosilnih goriv. Raba plitve GTE se je vršila na sedmih lokacijah, vendar ne neposredno za kmetijsko pridelavo, ampak za ogrevanje ali hlajenje prostorov, ki so le posredno vezani na kmetijske dejavnosti (ogrevanje prostorov in sanitarne vode za trgovine, nastanitve na kmetijah). Vzrokov za šibko rabo tega vira energije v kmetijstvu nismo uspeli natančno definirati, so pa vsekakor povezani z velikimi investicijskimi stroški v izgradnjo vrtin in zahtevnim načrtovanjem sistema. V primeru termalne vode v SV Sloveniji omejitve predstavlja tudi prepoved novih odvzemov po 8. členu Načrta upravljanja z vodami, zato je za povečanje in nove sisteme za rastlinjake nujno čimprej razviti črpalno-reinjekcijske pare vrtin (dublete).

Izdelali smo metodologijo za določitev potenciala za rabo geotermalne energije v kmetijstvu v Sloveniji, s katero smo določili lokacije z največjo potrebo po tem energetske viru in identificirali tipске primere z možnostjo večnamenske in zaporedne (kaskadne) rabe. Na primeru plastinjaka solate in steklenjaka paradižnika smo izvedli podrobnejšo analizo najprimernejše tehnologije rabe GTE na reprezentativnih območjih Nove Gorice, Krškega, Murske Sobotne in Kranja, s katerimi smo pokrili podnebno značilna območja ter prakso rabe rastlinjakov v Sloveniji.

Zahvala: Za vsebino je odgovoren GeoZS. Organ upravljanja, določen za izvajanje Programa razvoja podeželja 2014–2020, je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Naloga je bila financiranja s strani MKGP na podlagi pogodbe št. 2330-21-310024.

Ključne besede: *plitva geotermalna energija, termalna voda, potencial, rastlinjaki, zelenjadarstvo, smer razvoja*

Poletna šola o Termogeologiji kot prvi primer terciarnega izobraževanja o geotermalni energiji na Naravoslovnotehniški fakulteti

Nina Rman¹, Mihael Brencič^{2,1}

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (nina.rman@geo-zs.si)

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Moderna hidrogeološka stroka zahteva od diplomantov geologije, da se vključujejo v prizadevanja za rabo obnovljivih in nizkoogljicnih virov energije, med katere uvrščamo tudi geotermalne vire. Zato je bil poleti 2021 na drugi stopnji študijskega programa geologija prvič izveden predmet Termogeologija. Z udeležbo in uspešno opravljenim izpitom študenti pridobijo 3 ECTS kredite.

Med 9. in 16. 7. 2021 smo predmet izvedli v obliki osemdnevne mednarodne poletne šole z naslovom Coupling technologies to use low and medium depth hydrogeothermal energy, ki je potekala v Sloveniji in na Hrvaškem v angleškem jeziku. Poleg OG NTF - UL in GeoZS sta bila soorganizatorja še RGNF – UNIZG in HGI-CGS.

Predavanja je izvedlo 12 strokovnjakov iz Slovenije, Hrvaške, Avstrije, Belgije in Nizozemske, šolo pa uspešno opravilo 19 študentov iz 12 držav. Program je bil sestavljen iz dveh dni ekskurzije, ko smo obiskali jamo v Kostanjevici pri Krki, kaskadni sistem rabe termalne vode v Termah Čatež, par črpalno-reinjekcijske vrtine v Zagrebu in geotermalno elektrarno v Veliki Cigleni. Sledil je dan za študentsko konferenco, štirje dnevi predavanj in vaj, kjer smo spoznali karotazno opremo za meritve v vrtnah ter laboratorijske meritve geotermičnih parametrov tal in stabilnih izotopov v vodi, in zaključni dan s predstavitvijo študentskih projektov in izpitom. Gradivo je dostopno na https://www.geo-zs.si/PDF/Projekti/Geothermal-DHC/COST_guidebook.pdf.

Poletna šola je ponudila izjemno mednarodno vzdušje in nas navdala z veseljem nad iskrenim interesom udeležencev za konstruktivne razgovore o različnih področjih, nujnih za trajnost in hitrejši razvoj rabe geotermalne energije. Njena izvedba je predvidena vsake dve leti, naslednjič poleti 2023.

Zahvala: Organizacija poletne šole je potekala v sodelovanju GeoZS in NTF. Njeno sofinanciranje so omogočili: COST projekt CA18219 - Research network for including geothermal technologies into decarbonized heating and cooling grids, Horizont 2020 projekt Noč raziskovalcev 2021 (pog. št. 101036137), ARRS programska skupina Podzemne vode in geokemija P1-0020, IGCP projekt 636 in sponzorji Gen energija d.o.o., DRI in Atlantic grupa d.d.

Ključne besede: študijski program, geotermalna energija, mednarodno sodelovanje

PanAfGeo: vseafriška podpora geološkim znanostim in tehnologiji v okviru partnerstva Afrika – EU

Duška Rokavec¹, Špela Kumelj¹, Ela Šegina¹, Gay Emmanuel Moukoury Moume², Tina Peternel¹, Matija Krivic¹, Matevž Novak¹, Nina Rman¹

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (duska.rokavec@geo-zs.si)

²Ministere des mines, de l'industrie et du developpement technologique, Boîte postale 1604, Yaoundé, Kamerun

Projekt PanAfGeo je rezultat pobude k partnerstvu med Združenjem evropskih geoloških zavodov – EuroGeoSurveys (EGS) in Organizacijo afriških geoloških zavodov (OAGS). Njegov cilj je krepitev znanja strokovnjakov iz afriških geoloških zavodov z inovativnim programom usposabljanj, ki vključuje pridobivanje in razvijanje potrebnih strokovnih in tehničnih veščin, ki dopolnjujejo njihove poklicne kvalifikacije.

Projekt PanAfGeo sofinancira Evropska komisija (EU-Development Cooperation Instrument - DCI II - 2014-2020) in konzorcij 12 evropskih geoloških zavodov, ki ga koordinira Francoski geološki zavod BRGM) (<https://panafgeo.eurogeosurveys.org/>).

V prvi fazi projekta (2016-2019) je bilo v 16 afriških državah izvedeno skupaj 42 usposabljanj (29 v angleščini, 11 v francščini in 2 v portugalsščini), ki se jih je udeležilo 1068 tečajnikov. To so bili zaposleni iz različnih afriških geoloških zavodov. Geološki zavod Slovenije ima kot projektni partner tudi v drugi fazi projekta (2021-2024) pomembno vlogo pri izvajanju usposabljanj na področju geološkega kartiranja, vrednotenju mineralnih surovin in njihovega upravljanja, geološko pogojenih nevarnosti, geotermalne energije ter geoinformatike.

V sklopu delovnega paketa »Geološko pogojene nevarnosti in upravljanje vplivov rudarjenja« je bilo v mesecu aprilu 2022 že izvedeno enotedensko usposabljanje, ki je potekalo v Douali, Region Litoral, Kamerun. Geološki zavod Slovenije je sodeloval skupaj s še tremi evropskimi geološkimi zavodi (Litva, ISPRA Italija, PGI Poljska). Usposabljanja, ki je potekalo v francoskem jeziku, se je udeležilo 25 strokovnjakov iz 9 frankofonskih držav Afriške skupnosti OAGS. Ob tej priložnosti so raziskovalci GeoZS izvedli tri predavanja na sledeče teme: Krožno gospodarstvo in nič odpadkov, Sanacija rudarskih objektov in Plazovi.

V okviru projekta je predvidenih še vsaj 10 usposabljanj, na katerih bodo sodelovali tudi raziskovalci GeoZS.

Ključne besede:

Pan-afriško partnerstvo, usposabljanja, prenos znanja, EGS, OAGS

Viri:

Internet 1: <https://panafgeo.eurogeosurveys.org/>

Internet 2: https://www.geo-zs.si/?option=com_content&view=article&id=1000 (dostopno dne 22. 4. 2022)

Jurski sedimentarni razvoj mostu med Dinarsko in Julijsko karbonatno platformo

Boštjan Rožič¹, Jan Udovč², Petra Žvab Rožič¹

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (bostjan.rozic@ntf.uni-lj.si)

²Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

Najbolj zahodni izdanki kamnin, ki jih lahko opredelimo kot tipične za zaporedja Slovenskega bazena, se pojavljajo na hribu Ozben pri Kobaridu. Naprej proti zahodu izdanjajo zgolj zaporedja, ki v spodnji juri še vedno kažejo plitvomorske razvoje. Zato bi to območje lahko opredelili kot območje mostu med Dinarsko in Julijsko karbonatno platformo. V prispevku predstavljamo raziskavo jurskih razvojev na Matajurju in Kobariškemu stolu, ki pripadajo dvema tektonskima blokoma ključnima za razumevanje sedimentarne evolucije tega območja. Na obeh lokacijah so spodnjeljurske plasti razvite v obliki plitvomorskih, predvidoma pred-toarcijskih, apnenčastih razvojev. Nad njimi je s stratigrafsko vrzeljo odloženo zaporedje, ki ga začenjajo debele plasti apnenčeve breče (kalcidebriti) v menjavanju z mikritnimi (pelagičnimi) apnenci in kalkareniti (kalciturbiditi). Breče navzgor izginejo, v pelagičnih apnencih pa se začnejo pojavljati številne sakokome. Le ti na Matajurju vsebujejo rožence, na Kobariškemu stolu pa sprva tudi, navzgor pa preidejo v apnenec tipa ammonitico rosso. Jursko zaporedje zaključuje Biancone apnenec. Celotno zaporedje globljemorskih kamnin ne presega 40 m. Do tektonsko pogojene potopitve območja pride verjetno v sredini srednje jure. Ta tektonski dogodek je bil nedavno dokumentiran tudi na celotnem južnem obrobju Slovenskega bazena, kjer se pojavljajo do 80 m debelo zaporedje apnenčastih blokovnih breč, ki so nastale s porušitvijo robnih delov Dinarske karbonatne platforme (Rožič in sod., 2019). Sestava veziva v brečah je podobna (označujejo ga ooidi), pestrost klastov v brečah Slovenskega bazena pa veliko večja, kar priča na bolj razgibano pobočje platforme na segmentu, kjer je le ta prehajala bazen v primerjavi z delom, kjer je pred potopitvijo obstal most z Julijsko karbonatno platformo. Po pogreznitvi mostu le ta preide v podmorsko planoto, ki jo označujejo presedimentirani apnenci, katerih vir je Dinarska karbonatna platforma in pa pelagični sedimenti. Slednji so na Kobariškem stolu bolj kondenzirani in značilni za tipičen razvoj Julijskega praga (Šmuc, 2005).

Ključne besede:

srednja jura, Dinarska in Julijska platforma, potopitev platforme, Slovenski bazen, presedimentirani apnenci

Viri:

Rožič, B., Gerčar, D., Oprčkal, P., Švara, A., Turnšek, D., Kolar-Jurkovšek, T., Udovč, J., Kunst, L., Fabjan, T., Popit, T. & Gale, L. 2019: Middle Jurassic limestone megabreccia from the southern margin of the Slovenian Basin. *Swiss Journal of Geosciences*, 112/1: 163-180.
Šmuc, A. 2005: Jurassic and Cretaceous stratigraphy and sedimentary evolution of the Julian Alps, NW Slovenia. Založba ZRC, Ljubljana: 98 p.

Ocena količinskega stanja podzemnih voda za Načrt upravljanja voda 2022-2027 (NUV3)

Petra Souvent, Urška Pavlič, Mišo Andjelov, Peter Frantar

Agencija Republike Slovenije za okolje, Vojkova cesta 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija (petra.souvent@gov.si)

Načrt upravljanja voda je ključno orodje za izvajanje okvirne direktive o vodah. Velja šest let in predstavlja inštrument za doseganje zaščite, izboljšanja in trajnostne rabe vode oz. vodnega okolja v Evropi. V Sloveniji tako za vsako šestletno obdobje (za aktualno obdobje NUV3 2022-2027) na vodnih telesih preučimo in analiziramo vpliv človekovega delovanja na vode in zanje določimo cilje.

Ocena količinskega stanja podzemnih voda je del NUV3, s katero ovrednotimo stanje kot »dobro« ali »slabo«. Ocena je narejena na 21 vodnih telesih podzemnih voda in izvedena s štirimi preizkusi, kjer analiziramo vpliv odvzemov podzemne vode na: gladine podzemne vode in vodno bilanco, ekološko stanje površinskih vodnih teles, kopenske ekosisteme odvisne od podzemne vode in vdore slane vode ali vode slabše kakovosti v vodonosnik. Končno skupno oceno, na podlagi opravljenih preizkusov, določa kriterij najslabše ocene. Pri oceni smo za izračun vodne bilance upoštevali obdobje 1991-2020, za analize trenda gladin in iztokov iz plitvih vodonosnikov obdobje 1990–2019, za primerjavo s povprečnimi odvzemi podzemne vode pa obdobje 2014–2019.

Na podlagi rezultatov izvedenih preizkusov imamo 20 vodnih teles ocenjenih s skupno oceno »dobro«. Vodno telo Dravska kotlina pa je ocenjeno kot »slabo«, ker črpanje podzemne vode povzroča vdore vode slabše kakovosti v vodonosnik oz. podzemno vodno telo. Zadnja tridesetletna obdobjna ocena količinskega stanja razkriva, da imamo v plitvih vodonosnikih podzemnih vodnih teles letno na razpolago okoli 4 milijarde m³ podzemne vode, kar predstavlja okoli 2.000 m³ na prebivalca na leto. Odvzemi podzemne vode v izbranem obdobju so v plitvih vodonosnikih dosegali povprečno 189 milijonov m³. Na območju globokega termalnega vodonosnika v Murski kotlini dosedanje hidrogeološke modelske bilančne analize nakazujejo na letno napajanje okoli 5,6 milijonov m³, odvzemi pa so ocenjeni na 2,5 milijona m³. Kljub indikacijam o zniževanju piezometrične gladine podzemne vode in znatnemu odvzemu termalne vode, količinsko stanje podzemne vode tudi v globokem vodonosniku glede na osnovni vodnobilančni kriterij ocenjujemo kot »dobro«.

Ključne besede:

*količinsko stanje,
podzemna voda, NUV3,
načrt upravljanja voda*

Viri:

Andjelov, M., Frantar, P., Pavlič, U., Rman, N. & Souvent, P. 2021: Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji. Osnove za NUV III. Agencija RS za okolje, Ljubljana: 95 p.
Internet: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/hidro/watercycle/text/sl/publications/monographs/Kolicinsko_stanje_podzemnih_voda_v_Sloveniji_OSNOVE_ZA_NUV_2022_2027.pdf (dostopno dne 16. 3. 2022)

K poenotenju terminologije o geodiverziteti oziroma geopestrosti v slovenščini

Borut Stojilković

Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Poljanska cesta 28, 1000 Ljubljana, Slovenija (borut.stojilkovic@zrss.si)

Geodiverziteta oz. geopestrost se je v kontekstu kot ga poznamo danes pričela omenjati pred približno 30 leti, od takrat pa je število razprav, povezanih z njo, skokovito narastlo. V njih se je razvijala tako teorija o geodiverziteti kot tudi metodologija njenega vrednotenja. Ker je večina razprav objavljenih v angleščini, se v drugih jezikih pojavljajo dileme, kako (novo) znanstveno in strokovno terminologijo ustrezno prevajati. Glavna cilja prispevka sta povzeti glavne značilnosti terminov, povezanih z geodiverziteti oziroma geopestrostjo, in predstaviti najpogostejše prevode ter razmisleke o njihovem prevajanju v slovenščino. V času diskusije je nadaljnji cilj tudi odpreti razpravo o obravnavani (naravoslovno-jezikoslovni) temi.

Številni avtorji (npr. Gray, 2021) geodiverziteti oz. geopestrosti pripisujejo osrednjo vlogo pri obravnavi nežive narave, drugi pa geodiverziteti vrednotijo v kontekstu domačih regij (npr. v Sloveniji Stojilković, 2022), pri čemer se oboji srečujejo s terminološkimi izzivi pravilne vpeljave in rabe z geodiverziteti povezanih terminov. Pri prevajanju v slovenščino in konsistentni terminološki rabi imata pomembno vlogo dosedanja slovenska literatura in predmet Geodiverziteta na 2. stopnji študija geografije na FF UL. V pričujočem prispevku pa bodo predstavljeni termini, izvirne oblike v angleščini, prevodi v slovenščino in utemeljeni razlogi za takšne prevode za kot prvo geodiverzitetu (angl. geodiversity), ter tudi za geodediščino (geoheritage), geokonzervatorstvo (geoconservation), geoturizem (geotourism), geosistemske storitve (geosystem services), geoizobraževanje (geo-education), geodiverzifikacijo (geodiversification) ter podpomenske termine, kot so hipotetična, pogojena, identificirana, neodkrita geodiverziteta, geobogastvo, geoenakomernost itd. Pozornost bo posvečena tudi terminu geopestrost in mednarodnemu dnevu geopestrosti.

Sklenemo lahko, da je do sedaj objavljena literatura o geodiverziteti v slovenščini relativno poenotena, prihaja pa do nedosledne rabe pri nekaterih novih terminih, ki se vpeljujejo v ta jezik. Konsistentnost pri znanstvenem, strokovnem in poljudnem izražanju je v primeru geodiverzitet še toliko bolj potrebna in pomembna, saj gre za tematiko, ki je relativno nova in ker preči različne discipline (geologijo, geomorfologijo, pedologijo, hidrologijo in druge). Zaradi tega je velikega pomena strokovno-znanstvena obravnava prevodov teh terminov, ki se tudi nenehno dopolnjujejo in nadgrajujejo.

Ključne besede:

geopestrost,
geodiverziteta,
geodediščina, geoturizem,
geokonzervatorstvo,
geoznamenitost,
geosistemske storitve,
geodiverzifikacija

Viri:

Gray, M., 2021: Geodiversity: a significant, multi-faceted and evolving, geoscientific paradigm rather than a redundant term. *Proceedings of the Geologists' Association*, 132/5: 605-619. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2021.09.001>
Stojilković, B., 2022: Towards Transferable Use of Terrain Ruggedness Component in the Geodiversity Index. *Resources*, 11/2: 22. <https://doi.org/10.3390/resources11020022>

UNESCO IGCP 737 smart geology for better community - integrating geological heritage of the southeast european countries into sustainable development strategies

Martina Stupar¹, Ljerka Marjanac²

¹Institute of the Republic of Slovenia for Nature Conservation, Regional Unit Nova Gorica, Delpinova 16, 5000 Nova Gorica, Slovenia (martina.stupar@zrsvn.si)

²ProGeo-Croatia, Horvatovac 102A, 10000 Zagreb, Croatia

Raising public awareness, particularly among decision and policymakers, about geoheritage and its vulnerability as much as its values in sustainable development is an important task. In many regions of the World the geological heritage, being a dominant part of natural heritage raises attention, but unfortunately is low budgeted and receives poor and inconsistent physical and legal protection.

The problems and current situation outlined are addressed through the project IGCP 737 SMART prepared by the ProGEO Southeast European Working Group (WG1), a network of 13 countries (Albania, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Greece, Hungary, Kosovo, North Macedonia, Montenegro, Romania, Serbia, Slovenia and Turkey). The Project involves 58 experts from many professional institutions and universities in the listed countries.

737 SMART aims to:

- (1) provide the state of art in geoconservation in countries of the ProGEO WG
- (2) transfer and exchange knowledge of best practices in geoconservation through scientific meetings, field courses and publications,
- (3) develop an educational program on geoheritage, geoconservation and its application for sustainable development,
- (4) implement the program into STEM curricula, relevant faculty programs, and lifelong learning,
- (5) harmonize and improve geoheritage and geosite frameworks for aspiring geoparks,
- (6) promote national geoparks that strengthen and empower local communities to ensure that the geological importance of an area can be preserved and promoted for science, education, tourism and culture.

This project, under the special theme Geoheritage for Sustainable Development, is supported by the UNESCO International Geoscience Programme (IGCP) and the IUGS. UNESCO's mandate acknowledges the research on geological heritage as an important instrument for the holistic approach to the sustainable development of UNESCO Member States.

The Project commenced in 2022 and will hopefully continue for five years as planned. The first year is budgeted with 6.000 US dollars dedicated to finance participation in various events organized by the project.

Key words:

*geoheritage,
geoconservation, public
awareness, Southeast
Europe, project*

References:

<https://en.unesco.org/international-geoscience-programme/projects/737>

Ugotavljanje izvornih mest onesnaženj podzemne vode s pomočjo analitičnega modela disperzije

Janja Svetina¹, Joerg Prestor¹, Brigita Jamnik²

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija (janja.svetina@geo-zs.si)

²Javno podjetje VODOVOD KANALIZACIJA SNAGA d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana, Slovenija

Onesnaženje podzemne vode s šestvalentnim kromom na območju Ljubljanskega polja velja za tipično večtočkovno onesnaženje, ki že desetletja ogroža varnost oskrbe s pitno vodo. Prvi zapisi o onesnaženju segajo v leto 1985, ko so povišane koncentracije botrovale začasni prekinitvi črpanja vode iz več vodnjakov v črpališču Kleče. Danes koncentracije na območju vodarne Kleče niso kritične, medtem ko so bile v zaledju vodarne Hrastje, natančneje v industrijskem območju Stegne, v letu 2017 v podzemni vodi ugotovljene koncentracije, ki presegajo mejno vrednost za pitno vodo (> 50 µg/l). Količine, ki bi se v normalnem razvoju dogodkov izgubljale iz kanalizacije, nikakor ne bi mogle povzročiti tako visokih koncentracij, kot jih kaže monitoring podzemne vode, kar pomeni, da najpomembnejši viri kroma v Ljubljani niso nadzorovani (Jamnik in sod., 2014). Domnevamo, da je glavni vir onesnaženja nasičenost tal s kromom na območju nekdanjih galvan in »divjih« odlagališč odpadkov (Brilly in sod., 2003). Kljub večim akcijam s strani inšpekcije, upravljavca vodovoda in povabljenih strokovnjakov, povzročitelji in izvori onesnaženj še niso bili potrjeni.

V okviru projekta AMIIGA (Interreg CE, 2016-2019) smo meritve koncentracij šestvalentnega kroma v podzemni vodi kalibrirali z analitičnim modelom disperzije. Ugotovljeno je bilo, da se potencialni izvor onesnaženja lahko nahaja zgolj 400 m gorvodno od najvišje do sedaj zabeležene koncentracije. Pri tem gre lahko za zelo močan vir sproščanja, to je okoli 2.500 gramov šestvalentnega kroma na dan.

Na podlagi izračunov smo določili mesto nove raziskovalno-piezometrične vrtine. Namera za izvedbo vrtine je bila vključena v načrt upravljanja z onesnaženji podzemne vode za funkcionalno mestno območje Ljubljana-Ig. Vrtina je v prvem koraku namenjena potrditvi izvora onesnaženja, v drugem pa ukrepom za njegovo odstranitev, omogočala pa bo tudi sektorsko vzorčenje vode po globini vodonosnika za učinkovitejše odkrivanje izvorov drugih morebitnih onesnaževal v bližini in v zaledju glavnih dveh ljubljanskih vodarn.

Ključne besede:

podzemna voda,
onesnaženje, šestvalentni
krom, raziskovalna
vrtina, analitični model,
disperzija

Viri:

Brilly, M., Jamnik, B., Drobne, D. 2003: Chromium Contamination of the Ljubljansko Polje aquifer. RMZ-Materials and geoenvironment, 50/1: 71-74.
Jamnik, B., Janža, M., Smrekar, A., Valjavec Breg, M., Cerar, S., Cosma, C., Hribernik, K., Krivic, M., Meglič, P., Pestotnik, S., Piepenbrink, M., Podboj, M., Polajnar Horvat, K., Prestor, J., Schüth, C., Šinigoj, J., Šram, D., Urbanc, J., Žibret, G. 2014: Skrb za pitno vodo. Založba ZRC, Geografski inštitut Antona Melika, Ljubljana: 124 p.

Hidrogeološki modelski sistem Agencije RS za okolje (HGMS ARSO)

Dejan Šram, Petra Souvent, Peter Frantar, Sašo Petan

Agencija Republike Slovenije za okolje, Vojkova cesta 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija (dejan.sram@gov.si)

Agencija RS za okolje (ARSO) ima na področju hidrologije bogato bero znanj: od osnovnih hidroloških meritev površinskih in podzemnih voda, preko analiz do modelov in modelskih prognostičnih sistemov. Področje podzemnih voda je dobro pokrito s hidrološkimi meritvami, analizami in modeli, te vsebine pa so v informacijskem smislu razdrobljene. Manjka celosten pristop, ki bi združeval vse obstoječe hidrogeološke gradnike.

Z namenom povezave vsebin, vezanih na podzemno vodo v čim bolj celovit sistem, smo na Agenciji pristopili k projektu vzpostavitve Hidrogeološkega modelskega sistema (HGMS ARSO). Namen projekta je povezati posamezne obstoječe modelske komponente, izvesti nadgradnjo numeričnih modelov podzemne vode na aluvialnih ravninah ter vzpostaviti delujoč, operativen hidrogeološki modelski sistem. HGMS naj bi uporabnikom omogočal podporo za učinkovito in uspešno izvajanje nalog s področja podzemnih voda, rezultati pa bodo uporabni za operativne, raziskovalne in upravljske namene. Izdelani bodo regionalni dinamični numerični modeli toka podzemne vode na vseh večjih aluvialnih ravninah. Podatki in modelske komponente za postavitev sistema so zagotovljeni iz:

- obstoječih regionalnih numeričnih modelov toka podzemne vode. Ti so bili izdelani v nalogi v okviru projekta BOBER: Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije (Souvent in sod., 2014) (geometrija vodonosnika, osnovni parametri),
- vodno bilančnega modela mGROWA-SI (Frantar in sod., 2018) (napajanje podzemne vode),
- hidrološkega prognostičnega sistema HPS (Petan in sod., 2016) (nihanje površinskih voda) in
- hidrološke opazovalne mreže.

V projektu bomo, poleg postavitve HGMS ARSO in s tem avtomatizacije in operacionalizacije procesov, izboljšali oceno vodne bilance izbranih vodonosnikov, kar je ključno za podporo sistema pri vrednotenju in prognozi suše v vodonosnikih ter pri podeljevanju vodnih pravic. Z operativnim sistemom bo mogoča tudi podpora pri odkrivanju izvora onesnaženja ali sledenju onesnaženja v vodonosnikih.

Predvidena je tudi vizualizacija rezultatov HGMS, s katero bomo zagotovili sodobno ter uporabniku prijazno in prilagojeno spremljanje ter oceno stanja podzemnih voda.

Ključne besede:

numerično modeliranje,
modelski sistem,
podzemna voda, aluvialni
vodonosnik

Viri:

Frantar, P., Herrmann, F., Andjelov, M., Drakslar, A., Wendland, F. 2018: Vodnobilančni model MGROWA-SI. In: Zbornik referatov. 29. Mišičev vodarski dan 2018, Maribor, 06. december. Vodnogospodarski biro, Maribor: 199-205. Internet: <http://www.mvd20.com/LETO2018/R27.pdf>

Petan, S., Golob, A., Moder, M. 2016: Hidrološki prognostični sistem Agencije Republike Slovenije za okolje. Acta hydrotechnica, 28/49: 119-131.

Souvent, P., Vižintin, G., Celarc, S., Čenčur Curk, B. 2014: Ekspertni sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije, Geologija, 57/2: 245-250.

Uporaba industrijske sadre za proizvodnjo 3D tiskanih gradbenih proizvodov

Mateja Štefancič, Vesna Zalar Serjun, Lidija Korat

Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (mateja.stefancic@zag.si)

Okoljski vpliv kot posledica intenzivne porabe naravnih surovin se lahko v gradbenem sektorju učinkovito zmanjša z vpeljavo digitalnih tehnologij. Avtomatizacija in robotizacija gradnje z vpeljavo tehnologije 3D tiska, pri kateri se lahko uporabijo reciklirani materiali predstavlja velik potencial za potrebno digitalno preobrazbo gradbeništva. Po stopnji tehnološke zrelosti različnih vrst 3D tiska izstopata kapljični nanos (binder jetting) in sistemi na princip ekstruzije (3D tisk betona).

Med perspektivne, lokalno dostopne materiale, ki bi se lahko reciklirali za potrebe 3D tiska v Sloveniji spadajo različne industrijske sadre. Po izvoru so pretežno iz energetskih objektov in različnih procesov kemijske industrije. Uporaba sader za 3D tiskanje nedvomno pomeni nov kvalitetni nivo recikliranja (upcycling) v proizvodih z visoko dodano vrednostjo in inovativnim potencialom.

V prispevku predstavljamo raziskave dveh načinov uporabe različnih industrijskih sader v 3D tisku. Prvi pristop je popolna zamenjava komercialnega prahu s tehnologijo kapljičnega nanosa. Sadre so bile za tisk predhodno izpostavljene povišanim temperaturam. Drugi pristop zajema tehniko 3D tiska betona, kjer smo sadro dodali kot vhodno komponento za pospeševanje strukturne regeneracije iztisnjene mešanice cementnega kompozita pred nastopom strjevanja. Strukturna regeneracija omogoča, da se tekom procesa 3D tiska gradnja izvaja brez bistvenih plastičnih deformacij pod težo višje ležečih plasti materiala.

Pri obeh tehnikah 3D tiska je za uporabo recikliranega materiala, kot je sintetična sadra, potrebno detajlno poznavanje predvsem mineraloških in mikrostrukturnih, kot tudi kemijskih in fizikalnih lastnosti tega materiala ter zakonitosti reakcij hidratacije, ki nastopijo v kombinaciji z drugimi vhodnimi komponentami (npr. kemijskimi dodatki v tehniki kapljičnega nanosa ali cementom v tehniki 3D tiska betona). Dodatno je potrebno natančno poznavanje mehanizmov in kinetike hidratacije, da material ustreza tako pripravi mešanice kot 3D proizvodu v vseh zahtevanih karakteristikah končnega proizvoda, kar je tudi fokus tega raziskovalnega dela.

Ključne besede: avtomatizacija in robotizacija gradnje, 3D tisk, kapljični nanos, tisk betona, recikliranje, industrijska sadra

Aktivne in reliktno kontaktno-kraške morfološke oblike na Slavinskem ravniku (JZ Slovenija)

Astrid Švara, Andrej Mihevc, Nadja Zupan Hajna

ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija (astrid.svara@zrc-sazu.si)

Najdaljša znana brezstropa jama v Sloveniji je bila najdena južno od Postojnske kotline na Slavinskem ravniku in si je kot ena najbolj markantnih oblik tega območja prislužila mesto med Naravnimi vrednotami. S poznavanjem oblikovanosti njene izpostavljenosti na površju ter sedimentov v njej lahko sklepamo o njeni morfogenezi in o procesih, ki so na to vplivali. Slavinski ravnik je kraška uravnava v SZ delu Dinarskega krasa, ki leži na stiku med neprepustnimi flišnimi in zakraselimi karbonatnimi kamninami, kjer so se oblikovale številne kontaktno-kraške oblike. Erozijska, več-fazna regionalni tektonski dvig območja in sedimentacija so oblikovali paragenetski jamski sistem ter aktivne in reliktno slepe doline. Z geomorfološkim kartiranjem so bile vse razpoznane oblike preučene in izrisane v programu ESRI ArcMap in Golden Software Surfer, kjer so bile posredno preučene tudi stopnje v njihovem razvoju. V raziskavo so bili vključeni aktivni jamski sistem Markov spodmol in Vodna jama v Lozi, reliktna Brezstropa jama v Lozi, slepa dolina Biščevci, slepa dolina Sajevoško polje, slepa dolina Ivačevci ter vršaj Sajevoško polje. Na različne stopnje v nastanku in spremembah severnega roba Slavinskega ravnika kažejo predvsem spremenjen hidrološki režim, pojavnost alogeničnih sedimentov ter razporeditev aktivnih in reliktnih ponorov in opisanih geomorfoloških oblik. Geomorfološka karta kontaktno-kraških oblik in njihove nadaljnje študije nam podajo pomembne informacije o morfogenezi južnega kraškega obrobja Postojnske kotline. Slednje s svojimi številnimi razvojnimi stopnjami predstavlja relativno majhno, a kljub temu izjemno raznoliko in pomembno območje kontaktnega krasa v Sloveniji.

Ključne besede:

brezstropa jama, slepa dolina, parageneza, alogeni sedimenti, geomorfološko kartiranje.

Viri:

Mihevc, A. 1999: Unroofed caves of Slavinski ravnik. - In: Mihevc, A. (Ed.) 7th International Karstological School, Classical Karst, Roofless caves, Guide-booklet for the excursions, June 1999, Postojna, Speleological Association of Slovenia and Karst Research Institute ZRC SAZU, Postojna: 9–14.

Švara, A., Mihevc, A. & Zupan Hajna, N. 2021: Active water cave Vodna jama v Lozi and Loza Unroofed Cave – a case of morphogenesis in the Slavinski ravnik (SW Slovenia). - In: Blatnik, M., Gabrovšek, F., Mayaud, C., Mihevc, A., Petrič, M., Ravbar, N. & Zupan Hajna, N. (Eds.) 28th International Karstological School, Classical Karst, Regional Karstology – Local and general aspects*, within International Year of Caves and Karst, Abstracts & Guide Book, 14th-17th June 2021, Postojna, Slovenia. Založba ZRC, Ljubljana: 128 p.

Zupan, H. N., Bosák, P. & Pruner, P., Mihevc, A., Hercman, H. & Horáček, I. 2020: Karst sediments in Slovenia: Plio-Quaternary multi-proxy records. *Quaternary International*, 546: 4–19. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.11.010>

Comparison of road and house dust elemental composition with the composition of PM10 particles measured by the air quality measurement stations

Klemen Teran¹, Mattia Fanetti², Gorazd Žibret¹

¹Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia (klemen.teran@geo-zs.si)

²University of Nova Gorica, Materials Research Laboratory, Vipavska 11c, 5270 Ajdovščina, Slovenia

Road dust (RD) and house dust (HD) are widely studied urban sediments that have been recognised as important sinks and sources of potentially toxic elements in the environment (Gaberšek and Gosar, 2021). The aim of this study was to test the extent to which RD and HD reflect the elemental composition of airborne particles in a given area and time period. By confirmation of this relationship, we will be able to use HD and RD as a quick proxy for detecting airborne particulate matter emissions.

A countrywide sampling of RD, HD and topsoil at 249 sampling points in urban and rural environments was conducted in 2016 on the territory of the Republic of Slovenia. The sample fraction that passed the 63 µm mesh sieve was used for chemical analyses. The results from the selected sampling sites, close to air quality monitoring stations, were compared with PM10 measurements from the national network of air quality monitoring stations managed by the Slovenian Environment Agency (ARSO).

High correlation coefficients, confirmed by regression relationships, were found between RD and the average elemental composition of PM10 for periods between 30 and 90 days before RD sampling for Cr, Cu, Mo, and Zn. Similar potential relationships were also indicated for Cd, Pb, and Sb for the same PM10 time averages, but could not be clearly confirmed. All listed elements are characteristic of anthropogenic emissions such as traffic and industry (Teran et al., 2020).

In contrast to RD, HD showed a poor correlation with the elemental composition of outdoor PM10. The main reason are most probably indoor particulate matter emissions such as weathering of construction materials, abrasion of consumer products, combustion of fuels, use of lighters, and outdoor intake of particles related with occupation of residents.

Key words:

contamination, house dust, road dust, PM 10, resuspension, urbanization

References:

Gaberšek, M., Gosar, M. 2021: Towards a holistic approach to the geochemistry of solid inorganic particles in the urban environment. *Science of The Total Environment*, 763: 144214. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144214>

Teran, K., Žibret, G., Fanetti, M. 2020: Impact of urbanization and steel mill emissions on elemental composition of street dust and corresponding particle characterization. *Journal of Hazardous Materials*, 384: 120963. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.120963>

Razvoj usklajenih pristopov za pripravo in uporabo načrtov varne oskrbe z vodo v jadransko-jonski makroregiji

Anja Torkar¹, Barbara Čenčur Curk¹, Ana Strgar¹, Primož Banovec², Ajda Cilenšek², Jerca Praprotnik Kastelic², Matej Cerk²

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (anja.torkar@ntf.uni-lj.si)

²Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Hajdrihova ulica 28, 1000 Ljubljana, Slovenija

S prenovno evropske direktive o pitni vodi (Direktiva o kakovosti vode, namenjena za prehrano ljudi 2020/2184) decembra 2020 se kot pomembno orodje za zagotavljanje kakovosti pitne vode predvideva izdelava načrtov varne oskrbe z vodo, pri čemer osrednji element teh predstavljata ocena tveganja in upravljanje tveganja. V okviru projekta Interreg Adrion MUHA razvijamo usklajene klasifikacije (kataloge) komponent za celostni pristop k pripravi načrtov varne oskrbe z vodo na podlagi pregleda stanja smernic za zagotavljanje varne oskrbe s pitno vodo v vseh sodelujočih državah (Italija, Slovenija, Hrvaška, Srbija, Črna gora in Grčija) z analizo strokovnih izhodišč, ki so podana v smernicah Bartram in sod. (2009) in SIST EN 15975-2:2013. Pri razvoju podpornih orodij smo se v prvem koraku usmerili v razvoj nabora komponent sistema oskrbe s pitno vodo, ki jih je v naslednjem koraku mogoče povezovati z nevarnostmi, oboje pa je mogoče v nadaljevanju povezovati tako s prožilci nevarnosti kot tudi s posledicami. Povezovanje s posledicami je ključnega pomena za oceno in razvrstitev tveganj. V okviru projekta smo se odločili, da bomo podrobneje analizirali le nekatere nevarnosti, kot so: izredna onesnaženja, poplave, suše in potresi. Bazo podatkov z opredeljenimi komponentami sistema oskrbe s pitno vodo smo tako v naslednjem koraku nadgradili s klasifikacijo nevarnosti in prožilci nevarnosti. Pri tem se nismo omejili le na opredeljene nevarnosti, temveč smo z nižjo prioriteto vključili tudi ostale nevarnosti, ki lahko povzročijo izpad delovanja komponente sistema oskrbe s pitno vodo. Dosedanje delo v okviru projekta nas je privedlo do jasno izražene potrebe po višji stopnji standardizacije komponent sistema oskrbe s pitno vodo tako na nacionalni (po posameznih državah) kot tudi na nadnacionalni ravni, saj le takšno poenotenje vsebin omogoča tudi primerljivost rezultatov analiz tveganj, ki jih pripravljajo upravljavci sistemov oskrbe s pitno vodo.

Ključne besede:

analiza tveganj, oskrba s pitno vodo, varnostni načrt za pitno vodo

Viri:

Bartram J., Corrales L., Davison A., Deere D., Drury D., Gordon B., Howard G., Rinehold A., Stevens M. 2009: Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers. World Health Organization, Geneva: 101 p. Internet: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75141/9789241562638_eng_print.pdf;jsessionid=8F66E0EBAC950CF869554623604B4EF1?sequence=2 (dostopno dne 10. 8. 2022)
Security of drinking water supply - Guidelines for risk and crisis management - Part 2: Risk management = Varnost preskrbe s pitno vodo - Smernice za obvladovanje tveganja in krizno vodenje - 2. del: Obvladovanje tveganja. SIST EN 15975-2:2013. 16 p.

Pojavi benzotriazolov in njihovih razgradnih produktov v vodonosniku Ljubljanskega polja

Branka Trček

Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija (branka.trcek@um.si)

Na območju vodonosnika Ljubljanskega polja so se več let proučevali pojavi in obnašanje benzotriazolov (BTs) in njihovih razgradnih produktov (BTTPs). Zaradi široke rabe in toksičnih lastnosti so benzotriazoli, 1H-benzotriazol (BT) ter njegova derivata 4-metil-1H-benzotriazol (4-MeBT) in 5-metil-1H-benzotriazol (5-MeBT), uvrščeni na seznam onesnaževal s posebno pozornostjo. Študije, ki so temeljile na GC-MS analizah vzorcev podzemne vode, so pokazale, da prevladujejo v podzemni vodi BTTPs, zlasti 2,4-dimetil-2H-benzotriazol (2,4-dMeBT) in 2-metil-2H-benzotriazol (2-MeBT). V vzorcih vode z območja podzemnih vodnih virov Pivovarne Union in mesta Ljubljana so se določile koncentracije omenjenih BTTPs s ciljem, da se pojasnita njihov izvor in transport glede na vrsto vode (tj. podzemna voda, pitna voda, površinska voda, voda visečih vodonosnikov), rabo zemljišča (tj. stanovanjsko, komercialno, industrijsko ali kmetijsko območje in zelene površine) in globino vodonosnika (tj. nezasičena cona vodonosnika, zgornji in spodnji del zasičene cone vodonosnika).

Glavni viri BTTPs v podzemni vodi so bili določeni kot BTs in BTTPs, vsebovani v odpadnih vodah, ki iztekajo a) iz čistilnih naprav in energetskih objektov v površinske vodotoke, ki napajajo vodonosnik in b) iz poškodovanega kanalizacijskega sistema komunalne in industrijske odpadne vode. Rezultati potrjujejo, da se BTTPs lahko transformirajo iz matičnih spojin v nezasičeni coni vodonosnika, če se izcedna voda začasno uskladišči v sedimentih z nizko hidravlično prevodnostjo. Najvišje koncentracije (do 174 za 2-MeBT in do 144 ng/L za 2,4-dMeBT) so bile izmerjene na območjih kjer so bile dokazane izgube kanalizacijskega sistema industrijskih odpadne vode; v podzemni vodi, odvzeti iz zgornjih delov vodonosnika, pod glinenimi lečami. Srednja vrednost skupne koncentracije BTTPs v virih pitne vode (2,0 ng/L) je bila nižja od do sedaj priporočenih mejnih vrednosti za BTs. Koncentracije BTTPs se zmanjšujejo v zasičeni coni vodonosnika z oddaljenostjo od vira onesnaženja zaradi procesa razredčenja, ki je odvisen od hidrodinamičnih razmer, časa zadrževanja in sorpcijskih lastnosti BTTPs.

Ključne besede:

medzrnski vodonosniki, urbano okolje, benzotriazoli, razgradni produkti, izvor in transport

Viri:

Trček, B., Žigon, D., Kramarič Zidar, V., Auersperger, P. 2018: The fate of benzotriazole pollutants in an urban oxic intergranular aquifer. *Water Res.*, 131: 264–273.
Trček, B., Žigon, D., Kramarič Zidar, V., Auersperger, P. 2018: Profiles of the benzotriazole pollutant transformation products in an urban intergranular aquifer. *Water Res.*, 144: 254–264.

Geopestroost: kaj, kako in zakaj?

Aleksandra Trenchovska

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (aleksandra.trenchovska@geo-zs.si)

Geopestroost je raznolikost geoloških (kamnine, minerali, fosili), geomorfoloških (površinske oblike in procesi) in pedoloških značilnosti površja ter njihova kompleksna povezanost (Gray, 2013). Izraz je prvič uporabljen v literaturi s strani geologov in geomorfologov v devedesetih letih prejšnjega stoletja. Geopestroost vključuje mikro- in makroelemente abiotske narave, ki se na podlagi vrednotenja lahko opredelijo kot geodediščina. Posamezne dele geopestroosti je potrebno ohranjati in upravljati na različne načine tako znotraj kot zunaj zavarovanih območij. Od začetkov razvoja geopestroosti do danes so predstavljene številne metode vrednotenja geopestroosti, ki temeljijo na različnih kriterijih. Geopestroost je potrebno ohranjati ker ima intrinzično, kulturno, estetsko, gospodarsko in funkcionalno vrednost in ker jo številne človeške dejavnosti ogrožajo. Brez geopestroosti bi bilo le malo biotske raznovrstnosti, zato je potrebno pri ohranjanju narave uporabljati celosten pristop z vrednotenjem obeh komponent narave, biotske in abiotske.

Vrednotenje abiotskega dela narave v Sloveniji ima dolgo tradicijo. Prvi primeri vrednotenja so se pojavili leta 1958 v okviru zakona o naravnih spomenikih, ki je obravnaval vse elemente enako ne glede na njihovo pomembnost. Z geopestroostjo kot definiranim pojmom in njenim kvalitativnim vrednotenjem se je prvi v Sloveniji obširneje ukvarjal Erhartič (2007). Z razvojem geoinformacijskih sistemov so se začele uporabljati tudi kvantitativne metode vrednotenja geopestroosti na različnih območjih v Sloveniji.

Namen prispevka je predstaviti kaj je geopestroost ter kako in zakaj bi jo morali ohranjati.

Ključne besede:

geopestroost, geologija, geomorfologija, varstvo narave, Slovenija

Viri:

Erhartič, B. 2007: Reliefne oblike kot geodiverziteta (geomorfološka naravna dediščina). *Dela*, 28: 59–74. <https://doi.org/10.4312/dela.28.59-74>
Gray, M. 2013: *Geodiversity : Valuing and Conserving Abiotic Nature*. Wiley-Blackwell, Chichester: 508 p.

Karotažne meritve v vrtinah in vodnjakih ter njihov potencial pri rešitvi geološko pogojenih problemov

Jan Udovč, Simon Mozetič, Tomislav Matoz, Andrej Lapanje

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (jan.udovc@geo-zs.si)

Karotažne oz. geofizikalne meritve v vrtinah so meritve različnih geofizikalnih parametrov vzdolž vrtin ali vodnjakov. Z njimi merimo različne lastnosti prevrtanih geoloških plasti, lastnosti podzemne vode vzdolž celotne globine vrtine ali vodonosnika ter ugotovljamo v kakšnem stanju so vrtine ali vodnjaki. Meritve se v večini primerov opravljajo zvezno, v določenih primerih pa točkovno. Izvedba meritev je lahko mehanska, pasivna ali inducirana, odvisno od želenih merjenih parametrov. Glavna področja uporabe predstavljajo: strukturna geologija, hidrogeologija, inženirska geologija, geotermija, pridobivanje mineralnih surovin, geoenergija ter varovanje okolja, geotehnika in gradbeništvo.

Moderni pristop zahteva moderne rešitve. Zaradi zniževanja stroškov in časa vrtanja se večina vrtin izvrti brez jemanja jedra kamnine oziroma se jedrujejo le posamezni odseki. Brez odvetega jedra, se geološka sestava prevrtanih kamnin in sedimentov lahko ugotovi le na podlagi drobcov materiala, ki jih med vrtanjem iznaša iz vrtine v porušenem stanju, kar rezultira v pomanjkljivih podatkih. Karotažne meritve omogočajo in situ posnetke ostenj vrtin ter drugih lastnosti kamnin in sedimentov ter geometrije strukturnih elementov. Z veliko natančnostjo nam podajo litološke prehode, usmeritev struktur v vrtinah, ugotavljanje mest dotokov, lastnosti in količine vode v vrtino, odvzem intaktnih vzorcev fluidov iz točno želene globine, podajo geometrijo vrtine s podatki odklona in usmerjenosti ter z zajetim slikovnim materialom pomagajo pri pregledu stanja in sanacijah vrtin ter vodnjakov (poškodbe, mašenje, bakterijska aktivnost, tujki v vrtini, ipd.). S temi podatki je možno objekt natančneje prostorsko opredeliti in bolje tehnično opremiti, kar je lahko pomemben indikator pri ceni projekta. Potencial preiskovalne metode je tako tržne kot raziskovalne narave.

Meritve se lahko izvajajo v času izgradnje vrtine, med njeno uporabo, še posebej v primeru težav z rabo vode, in za ustrezno načrtovanje varne opustitve vrtine.

Ključne besede:

*karotažne meritve,
geološke plasti, stanje
objektov, podzemna voda,
geofizika*

Viri:

Mozetič, S., Matoz, T., Lapanje, A., Rman, N. 2020: Geofizikalne meritve v vrtinah Karotažne meritve. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana: 17 p. Internet: https://www.geo-zs.si/?option=com_content&view=article&id=765 (8. 9. 2022)

Vpliv lastnosti plasti in diskontinuitet na spodjedanje obalnih klifov

Timotej Verbovšek, Galena Jordanova, Boštjan Rožič

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (timotej.verbovsek@ntf.uni-lj.si)

Klifi na slovenski obali so podvrženi intenzivnim geološkim procesom, ki delujejo na kamnine predvsem z erozijo in abrazijo morja, padavinami ter s temperaturnimi dnevnimi in sezonskimi cikli ohlajevanja in ogrevanja. Zelo vpliva tudi litološka zgradba, saj klife sestavljajo plasti laporovcev in peščenjakov ter redkih kalkarenitov. Skupaj s debelejšimi plastmi peščenjakov so te ključne za stabilnost klifa, saj delujejo kot mehansko odpornejše plasti, ki klif ščitijo pred hitro erozijo. Zaščitni vpliv kalkarenitov je viden na rtu Ronek ter pri Belih skalah. Poleg tega na potek erozije vplivajo geološke strukture manjših dimenzij, saj so tudi tanjši peščenjaki odporne plasti, pod katerimi poteka spodjedanje laporovcev. Vse plasti so razpokane, pojavljata pa se dva sistema razpok.

Na izbranih lokacijah med rtom Strunjan (Punto) in Belimi skalami smo z namenom preučevanja vplivov lastnosti diskontinuitet na spodjedanje posameznih plasti v klifih in za preučevanje inženirsko-geoloških lastnosti ozemlja merili naslednje parametre v plasteh peščenjakov in kalkarenitov: orientacije diskontinuitet (dveh sistemov razpok in plasti), medsebojne razdalje razpok, globino spodjedanja, enoosno tlačno trdnost kamnin (merjeno s Schmidtovim kladivom) in debelino plasti. Na izbranih lokacijah smo odvzeli tudi vzorce za kemične in mineraloške analize. Izbrali smo izstopajoče oz. debelejšje plasti, ki jih erozija vidno spodjeda.

Preliminarni rezultati kažejo na enoten vpad plasti (185/20) in vpad dveh sistemov razpok s povprečnim vpadom 35/75 in 300/80. Razdalje med razpokami so delno povezane z debelino plasti in se gibljejo med 10 in 80 cm (mediane) pri obeh sistemih razpok. Enoosne tlačne trdnosti se zelo razlikujejo; mediane znašajo med 20 in 180 MPa za peščenjake ter med 40 in 90 MPa za kalkarenite. Korelacije med izmerjenimi parametri kažejo zaenkrat zelo dobro ujemanje med debelinami plasti in globino spodjedanja ter nobenih korelacij spodjedanja z enoosno tlačno trdnostjo ali razdaljo med razpokami. Analize aktivno potekajo in jih bomo razširili na več lokacij ter naredili korelacijo z mineraloškimi in kemičnimi analizami izbranih plasti.

Ključne besede:

fliš, obala, erozija, razpoke, klif

Viri:

Admassu, Y., Shakoob, A., Wells, N. A. 2012: Evaluating selected factors affecting the depth of undercutting in rocks subject to differential weathering. *Engineering Geology*, 124/4: 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2011.09.007>
Vrabec, M., Jordanova, G. 2017: Analysis of systematic fracturing in Eocene flysch of the Slovenian coastal region. *Geologija*, 60/2: 199–210. <https://doi.org/10.5474/geologija.2017.014>

Primerjava rezultatov georadarskih in dron meritev na trasi 2. tira Divača – Koper pred predorom T1

Marjana Zajc¹, Andraž Krivic², Robert Verlič³

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, Ljubljana, Slovenija (marjana.zajc@geo-zs.si)

²Igea d.o.o., Podpeška cesta 1, Brezovica, Slovenija

³OneDrone d.o.o., Cesta Andreja Bitenca 36, Ljubljana – Šentvid, Slovenija

Na delu trase drugega tira Divača – Koper so bile na območju od severovzhodnega začetka trase pri Lokvi do vhoda v predor T1 izvedene neinvazivne meritve. Zajemale so snemanje trase z brezpilotnim letalnikom – dronom, opremljenim z lidarskim in RGB vidnim senzorjem (Igea d.o.o., OneDrone d.o.o.), ter georadarske meritve (GeoZS). Namen meritev z dronom je bil določiti območja in prostornine izkopov ter nasipov vzdolž trase, georadarske meritve pa so bile izvedene za določitev morebitnih sprememb v litologiji vzdolž trase ter za lociranje potencialnih kraških pojavov.

Pri georadarskih meritvah je bila uporabljena oprema proizvajalca Mala iz Švedske. Uporabljeni sta bili ščiteni anteni frekvenc 100 MHz (omogoča večji globinski doseg, do 16 m) ter 250 MHz (omogoča boljšo ločljivost plitvejšega dela podpovršja, do 7 m). Georadarski profili so bili v skupni dolžini 3,7 km posneti v liniji vzdolž trase, kjer je to dovoljevala terenska situacija.

Na georadarskih profilih je lepo vidna plastnatost apnenca, kraški pojavi in območja zasutij. Zvezne linije, ki predstavljajo meje med posameznimi plastmi apnenca, so mestoma prekinjene z območji brez odbojev. V kolikor so ta območja ozka in vertikalna, predstavljajo prisotnost ozkih (sub)vertikalnih glinenih zapolnitev in/ali razpok znotraj tektonsko pretrtega apnenca. Širša območja brez odbojev pa so lahko posledica ali površinskega zasutja z drobnozrnatim materialom pri gradnji ceste, naravno prisotne drobnozrnatne vrhnje plasti preperine (dno vrtače) ali pa močne tektonske pretrtosti apnenca.

Primerjava državnega lidarskega posnetka raziskanega območja iz leta 2015 (situacija pred začetkom del na trasi) in novega lidarskega posnetka z dronom je pokazala spremembe v obliki izkopov in nasutij vzdolž trase. Pri korelaciji rezultatov georadarskih meritev in lidarske analize se je izkazalo, da se podatki o debelini nasutij zelo dobro ujemajo. Georadarski profili pa poleg debeline nasutja prikazujejo tudi posamezne plasti različnih materialov znotraj nasutja.

Meritve so bile naročene in financirane s strani družbe 2TDK.

Ključne besede: Georadar, dron, lidar, kras

Uporaba fitolitov in $\delta^{13}\text{C}$ za rekonstrukcijo vegetacije na območju spodmola Gledswood Shelter 1 (GS1), severni Queensland, Avstralija

Mojca Zega¹, Michael Bird¹, Lynley Wallis²

¹James Cook University, College of Science and Engineering, Cairns, Australia (mojca.zega@myjcu.edu.au)

²Griffith University, Griffith Centre for Social and Cultural Research, Brisbane, Australia

Zanesljiva rekonstrukcija vegetacije je ključna za razumevanje preteklih klimatskih sprememb in njihovega vpliva na ekosisteme ter biodiverzitet. Standardni pristop za ugotavljanje sprememb v vegetaciji skozi čas je z uporabo peloda. Slednje pa pogosto ni mogoče, kot npr. v aridnih in semi-aridnih okoljih, zaradi zahtevnih pogojev za njegovo ohranitev. Fitoliti, nasprotno, so razširjeni rastlinski fosili, ki se dobro ohranijo v številnih sedimentacijskih okoljih. Fitoliti ali rastlinski opali so mikroskopski delci amorfnega kremenca, ki jih rastline izločajo v svoja tkiva. Ko rastlina odmre, se lahko ohranijo v prsteh ali sedimentih ter služijo kot indikatorji paleovegetacije. Različni tipi vegetacije tvorijo fitolite različnih oblik, ki jih je mogoče ločiti med seboj in sklepati na rastlinski sestav. Podobno razširjeno in dobro odporno na preperevanje, da se lahko ohrani v sedimentih tisočletja, je tudi oglje (ang. pyrogenic carbon, PyC). PyC je, poenostavljeno, zoglenela organska snov. Najbolj znana je uporaba PyC za radiokarbonske datacije. Rastline tropskega in subtropskega pasu uporabljajo pri fotosintezi specifične kemične povezave, ki dajejo različen izotopski signal $\delta^{13}\text{C}$. Slednji se ohrani v organski snovi tudi, ko rastlina odmre in tudi, če rastlina zgori, torej v PyC, kar je mogoče uporabiti pri rekonstrukciji vegetacije.

V tem projektu smo uporabili fitolite in izotopski signal $\delta^{13}\text{C}_{\text{PyC}}$ za rekonstrukcijo vegetacije na območju spodmola GS1 v severnem Queenslandu, v Avstraliji. Analizirali smo fitolite in $\delta^{13}\text{C}_{\text{PyC}}$ v izkopanih sedimentnih profilih znotraj spodmola GS1 in v njegovi okolici. Preverili smo učinkovitost kombinirane uporabe teh dveh orodij v zapletenih kopenskih kvartarnih peskih sredi tipične semi-aridne avstralske savane. Rezultati so potrdili neprekinjeno prisotnost savane v Holocenu, vendar naj bi bila drevesna struktura v zgodnjem in srednjem Holocenu gostejša v primerjavi z recentno. Primerjava notranjosti GS1 z okolico kaže na to, da analize zgolj notranjosti spodmola brez upoštevanja okolice ne dajejo zanesljivega vegetacijskega zapisa. Raziskava je prvi primer uporabe takega pristopa v Avstraliji.

Ključne besede:

fitoliti, $\delta^{13}\text{C}$, pyrogenic carbon (PyC), savana, Avstralija

Viri (Informativno):

Piperno, D. R. 2006: Phytoliths : a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists. Altamira Press, : 248 p.
Bird, M. I. & Ascough, P. L. 2012: Isotopes in pyrogenic carbon : a review. Organic Geochemistry, 42: 1529-1539.

Netipičnih jamski sedimenti iz Grofove jame na Krasu kot informacija o izbruhu Smrekovškega stratovulkana

Nadja Zupan Hajna¹, Pavel Bosák^{1,2}, Andrej Mihevc¹, Jiří Filip², Michał Banaś³, Lukáš Krmíček², Lenka Lisá², Šárka Matoušková², Jan Rohovec², Roman Skála², Martin Šťastný², Jaromír Ulrych²

¹ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija (nadja.zupan-hajna@zrc-sazu.si)

²Institute of Geology of the Czech Academy of Sciences, Razvojová 269, Praha 6, Czech Republic

³Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Sciences, Research Centre in Kraków, Senacka 1, 31-002 Kraków, Poland

Velika količina montmorillonitne gline, ki jo najdemo v reliktni kraški jami na griču nad izravnanim kraškim ravninom na SV obrobju Tržaškega zaliva, ni primerljiva z alogenimi naplavinami iz jam Klasičnega krasa, kjer je vsebnost montmorillonita zanemarljiva. XRD analize kažejo na zelo čisto sestavo montmorillonitne gline z redkimi primesmi kremenovih zrn in težkih mineralov. Na podlagi geokemičnih analiz in primerjav s sestavo piroklastičnih kamnin iz vulkanskih središč v širši regiji domnevamo, da montmorillonitna glina glede na geokemične značilnosti v smislu porazdelitve REE, vzorcev obogatenih z LRRE, razmerja LaN/YbN in bistveno negativnega razmerja Eu/Eu*, predstavlja preperel piroklastični pepel miocenskih izbruhov Smrekovškega vulkanskega kompleksa (SVK), ki so ga v depocenter prenašali SV vetrovi. AFT datiranje apatitovih zrn je pokazalo starost $22 \text{ Ma} \pm 7 \text{ Ma}$, K-Ar datiranje gline pa $23,4 \pm 1,7 \text{ Ma}$. Tako lahko obe dataciji povežemo z aktivnostjo SVK v času med 28-23 Ma. Prisotnost preperelega vulkanskega pepela v proučevani jami kaže na precejšnjo eksplozivno aktivnost stratovulkana in na usedanje pepela na obstoječe oligocensko kraško površje.

Ključne besede:

montmorillonitna glina,
kraška jama, preperevanje,
geokemija, datacije,
Smrekovški vulkanski
kompleks, Kras

Viri:

Zupan Hajna, N., Mihevc, A., Pruner, P., Bosák, P. 2008: Palaeomagnetism and Magnetostratigraphy of Karst Sediments in Slovenia. (Carsologica, 8), ZRC Publishing, Ljubljana: 266 p.
Bosák, P., Zupan Hajna, N., Mihevc, A., Filip, J., Banaś, M., Krmíček, L., Lisá, L., Matoušková, Š., Rohovec, J., Skála, R., Šťastný, M., Ulrych, J. 2022: Evidence of Miocene massive subaerial eruptions of the Smrekovec stratovolcano from relict limestone cave of NW Dinarides, SW Slovenia. V recenziji.

The new seismic hazard model for Slovenia (2021): seismic vs. aseismic fault slip ratio

Polona Zupančič¹, Michele M. C. Carafa², Vanja Kastelic², Petra Jamšek Rupnik³, Jure Atanackov³, Barbara Šket Motnikar¹, Mladen Živčič¹, Martina Čarman¹, Andrej Gosar¹

¹Slovenian Environment Agency, Vojkova cesta 1b, 1000 Ljubljana, Slovenia (polona.zupancic@gov.si)

²Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Viale Francesco Crispi, 43/47, 67100 L'Aquila, Italy

³Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia

Since 2014, Slovenian Environment Agency (ARSO) and Geological Survey of Slovenia (GeoZS) have been working together to estimate the seismic source parameters and their uncertainties, using all available seismological, geological, and seismotectonic data for developing a new national seismic hazard model (Šket Motnikar et al., 2022). In parallel to the Slovenian PSHA, the update of the European Seismic Hazard Model (ESHM20) has been in course. In collaboration with the scientists working on ESHM20, we improved details of methodology, parametrization and seismic source models. For the first time, we parameterized 89 fault-specific seismogenic sources in Slovenia and its surroundings. Fault source zone parametrization is a composite of parameters that describe its 3D geometry and kinematics (seismic source type, strike, dip, rake, the seismogenic depth extent of the source, slip rate value). The slip rate is an important parameter used to estimate the annual activity rate and affects the final hazard results through magnitude-frequency distribution. Slip rate was estimated as an expert opinion based on all available data, including geologic data, age dating, geomorphic data, geophysical and geodetic data (Atanackov et al., 2021). These estimates include total slip that is seismic and aseismic. For the seismic hazard calculation, only the seismic part of the slip rates may be used. Therefore, the percentage of slip rate released as seismic activity -seismic coupling- has to be estimated. For the hazard computation, we modelled it as a fixed fraction of 70 %, and as a fault-specific seismic coupling ratio. Exceptionally, for some seismogenic faults entirely outside Slovenia, we adopted the parametrization from Database of Individual Seismogenic Sources in Italy and surrounding areas, including slip rates estimates, which are already adjusted for coupling ratio. Details of seismic coupling estimation are presented.

Key words:

Seismic hazard, seismic source model, Slovenia, potresna nevarnost, potresni izvori, Slovenija

References:

Atanackov, J., Jamšek Rupnik, P., Jež, J., Celarc, B., Novak, M., Milanič, B., Markelj, A., Bavec, M., Kastelic, V. 2021: Database of Active Faults in Slovenia: Compiling a New Active Fault Database at the Junction between the Alps, the Dinarides and the Pannonian Basin Tectonic Domains. *Frontiers in Earth Science*, 9: 604388. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.604388>

Šket Motnikar, B., Zupančič, P., Živčič, M., Atanackov, J., Jamšek Rupnik, P., Čarman, M., Danciu, L., Gosar, A. 2022: The 2021 Seismic Hazard Model for Slovenia (SHMS21) : Overview and Results. *Bulletin of Earthquake Engineering* (Accepted for publication)

MURmap – Celostno geokemično sledenje anorganskih onesnaževal v porečju reke Mure

Gorazd Žibret¹, Polona Kralj¹, Barbara Čeplak¹, Johanna Irrgeher², Thomas Prohaska², Daniel Vollprecht², Ulrike Moser², Samo Hočevar³, Martin Šala³

¹Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija (gorazd.zibret@geo-zs.si)

²Montanistična univerza v Leobnu, Franz Josef Strasse 18, 8700 Leoben, Avstija

³Kemijski inštitut, Hajdrihova ulica 19, 1000 Ljubljana, Slovenija

V zadnjih desetletjih so bile izvedene številne študije onesnaženja rečne vode in sedimentov z različnimi anorganskimi onesnaževali, ki so škodljive okolju in predstavljajo tveganje za zdravje ljudi. Zaradi naraščajoče industrializacije, urbanizacije in intenzivnega kmetovanja so se v 20. stoletju močno povečali izpusti kovin in polkovin v okolje, posebno Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Hg, Ag, pa tudi številnih drugih. Razvoj sodobnih tehnologij na področju telekomunikacij, medicine in zelenih tehnologij je močno odvisen od rabe tako imenovanih tehnološko kritičnih elementov (TCE), kot so na primer elementi redkih zemelj (REE), Y, Ti, Nb, Ta ali In, pri čemer močno narašča tudi skrb glede njihove možne toksičnosti. Prav zato je cilj projekta celosten pristop k čezmejnemu geokemičnemu in izotopskemu sledenju anorganskih onesnaževal v reki Muri in njenih pritokih. S projektom bomo določili naravno geokemično ozadje porečja, zgodovinske in sedanje antropogene vire onesnaževanja, medsebojni vpliv med trdno in tekočo fazo v različnih fizikalnih in kemičnih pogojih vode, nosilce onesnaženj na nivoju delcev, razlike v elementni sestavi vode in suspendiranih delcev med visokim, srednjim in nizkim pretokom reke, potencialno onesnaženje in trenutne koncentracije novih visoko-tehnoloških onesnaževal, kemično in izotopsko sestavo porečja, vključno z rečno vodo in rečnimi sedimenti, in protokol vzorčenja, analize in obdelave podatkov za tako zapleten niz podatkov. Pridobljeni podatki in informacije bodo združeni v v jasn in lahko razumljiv niz ekoloških pokazateljev in kart.

Tekom projekta bomo vzorčili vodo, suspendirane delce, rečne in aluvialne sedimente reke Mure v celotnem toku, od nje-nega izvira v Visokih Turah, do Slovensko-Hrvaške meje. Vzorčenje bo potekalo v različnih vodnih režimih. Analizirali bomo glavne ione in sledne prvine, s poudarkom na novodobnih onesnaževalih. Analizirana bo tudi izotopska sestava vod in sedimentov, izvedeni testi mobilnosti prvin ter določeni nosilci posameznih prepoznanih onesnaževal.

S projektom bomo v ranljivem sistemu reke Mure osvetlili procese in medsebojen vpliv geosfere in antroposfere. Pokazali bomo učinkovitost kombiniranega zaznavanja vsebnosti elementov in izotopskih sledil, da bi razjasnili naravne in antropogene procese v zapletenem rečnem sistemu.

Projekt financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), št. projekta J1-3023, in Avstrijska fundacija za znanost FWF.

Ključne besede: Mura, geokemija, kovine, sledni elementi, sedimenti, tehnološko kritični elementi

Karakterizacija žvepljenih izvirov v krasu: študije izbranih primerov iz Slovenije

Petra Žvab Rožič¹, Barbara Čenčur Curk¹, Branko Čermelj², Martin Gaberšek³, Tjaša Kanduč⁴, Janez Mulec⁵, Klara Nagode⁴, Teja Polenšek⁶, Boštjan Rožič¹, Ljudmila Strahovnik⁷, Kaja Šušmelj¹, Timotej Verbovšek¹, Polona Vreča⁴, Mojca Zega⁸, Tea Zuliani⁴

¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija (petra.zvab@ntf.uni-lj.si)

²Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran, Fornače 41, 6330 Piran, Slovenija

³Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁴Inštitut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁵ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija

⁶IRGO Consulting d.o.o., Slovenčeva ulica 93, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁷Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, OE Celje, Vodnikova ulica 3, 3000 Celje, Slovenija

⁸James Cook University, College of Science and Engineering, Cairns, Australia

Žvepljeni izviri se pogosto pojavljajo na vulkansko aktivnih območjih, kjer na površje prihajajo termalne in mineralne vode. Voda ima lahko povišano temperaturo in vsebuje veliko raztopljenih kemičnih elementov, vključno z žveplom. Žveplo v obliki plina H₂S na površini hitro uide iz vode in ga je zato mogoče prepoznati po značilnem vonju po "gnilih jajcih". V karbonatnih kamninah so takšni naravni izviri redkejši. V Sloveniji smo podrobneje raziskali tri lokacije žvepljenih izvirov (Žvepljenica, Žvepovnik in Izola) in pri vseh ugotovili, da je vir vode vezan na karbonatne kamnine (na kraško-rzopklineke vodonosnike).

Študija predstavlja celovit pristop k poznavanju značilnosti žvepljenih kraških izvirov in raziskovanju izvora žvepla. Razlog za njihov nastanek in izvor žvepla lahko ugotovimo s pomočjo geoloških značilnosti širšega območja izvirov in v kombinaciji z geokemičnimi ter izotopskimi analizami podzemne vode. Na vseh treh lokacijah so bile uporabljene enake sistematične raziskave in kombinacija hidrogeokemijskih metod. Raziskave širšega območja so dale pomembne začetne informacije o žvepljenih izvirovih, osnovo za nadaljnje načrtovanje vzorčenja vode in v kombinaciji z ostalimi metodami tudi nepogrešljiv doprinos h končnim interpretacijam. S hidrogeokemijskimi rezultati izvirske vode in geokemičnim modeliranjem smo določili sestavo podzemne vode in interakcijo vode s kamnino v vodonosniku, ki pomagajo razumeti izvor raztopljenih snovi vode v izvirovih. Opravili smo tudi izotopske analize ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$, ^3H , $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ in $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$) podzemne vode za ugotavljanje izvora vode ter za razumevanje izvora žvepla.

Iz pridobljenih podatkov lahko sklepamo, da sestavljajo zaledje vseh analiziranih izvirov karbonatne kamnine (dolomita in apnenca), medtem ko je obogatitev z žveplom v vodonosniku raznolika; vzroki so oksidacija magmatskega sulfida, raztapljanje evaporita in redukcija sulfata. Takšne raziskave predstavljajo pomembno nadgradnjo pri razumevanju izvora žvepla in njegovi mobilnosti v podzemni vodi znotraj karbonatnih vodonosnikov.

Ključne besede: žvepljeni izviri, kraški vodonosniki, geološka karta, hidrogeokemija, stabilni izotopi

Raziskovanje vpliva namakanja na izpiranje nitrata na podzemne vode

Luka Žvokelj¹, Anja Koroša², Janko Urbanc², Marina Pintar¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva ulica 101, 1000 Ljubljana, Slovenija (luka.zvokelj@bf.uni-lj.si)

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

V sklopu priprave Načrta upravljanja z vodami Republike Slovenije 2016 – 2021 (NUV II) je bilo ugotovljeno, da so tri vodna telesa podzemnih vod (Murska, Dravska in Savinjska kotlina) še vedno v slabem kemijskem stanju zaradi prekoračenih koncentracij nitrata ter pesticida atrazin. NUV II prav tako ugotavlja, da so izvori onesnaženja tudi iz kmetijske dejavnosti. Kljub pričetu izvajanja nitratne direktive (Uradni list RS, 113/09, 5/13, 22/15, 12/17) ter z njo povezanih ukrepov, je trend zniževanja koncentracij nitrata zelo počasen, na mnogih območjih pa opazimo celo njihovo zviševanje.

Program projekta EIP VODE poteka v okviru ukrepa Sodelovanje iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2014-2020. Cilj projekta je na kmetijska gospodarstva uvesti sodobne prakse pridelave kmetijskih pridelkov, pri katerih kljub izrazito manjšemu vplivu na okolje količina in kakovost pridelka nista zmanjšana, kmetijskim gospodarstvom pa lahko prodaja viškov dušika pomeni tudi vir dodatnega dohodka.

V sklopu projekta si prizadevamo izboljšati kemijsko stanje podzemnih in površinskih vodnih teles z zmanjševanjem izpiranja hranil. Z zmanjšanjem vsebnosti vode v tleh se upočasnjuje rast korenin in upočasnjuje transport snovi skozi tla do površine korenin (Buljovcic in Engels, 2000). Strokovno pravilno namakanje rastlin v sušnem obdobju prispeva k boljšemu razvoju rastlin, učinkovitejši absorpciji hranil iz tal in posledično manjšemu izpiranju hranil v vodna telesa podzemnih voda. Za raziskovanje vpliva namakanja na izpiranje nitrata v tla smo vzpostavili testno zelenjadarsko kmetijsko površino v Ljubljani - Kleče. Poskus je zasnovan tako, da je ena polovica pridelovalne površine z vzpostavljenim namakalnim sistemom in druga polovica brez. Za opazovanje vsebnosti vode v tleh in količino padavin na obeh površinah smo uporabili sistem za opazovanje vsebnosti vode v tleh (Glavan in sod., 2021). Na obeh površinah so prav tako vgrajeni trije lizimetri za zajem izcednih voda.

V fazi preliminarnih poskusov smo ugotovili, da namakanje igra ključno vlogo pri rasti in razvoju rastlin. V letu 2021 je bil vznik korenčka na namakani površini slab in posledično so bili tudi pridelki nizki. Na nenamakani površini korenje sploh ni kalilo, zato je bilo konec julija še enkrat posejano, vendar do jeseni ni doseglo tržnega pridelka. Podrobnejši vplivi namakanja na izpiranje hranil iz tal bodo znani v drugi polovici letošnjega leta.

Ključne besede:

nitrati, kmetijska dejavnost, namakanje, izpiranje

Viri:

Buljovcic, Z., Engels, C. 2001: Nitrate uptake ability by maize roots during and after drought stress. *Plant and Soil*, 229: 125–135.

Glavan, M., Honzak, L., Žvokelj, L., Cvejić, R., Železnikar, Š., Pečan, U., Zupanc, V., Pintar, M. 2021: Strokovno pravilno namakanje : Sistem za podporo odločanju onamakanju (SPON). Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Ljubljana: 24 p.

Grajeni ekosistemi za blaženje vpliva kmetijstva na kakovost vodnih teles

Luka Žvokelj¹, Miran Renčelj², Urša Brodnik², Milan Vogrin³, Marina Pintar¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva ulica 101, 1000 Ljubljana, Slovenija (luka.zvokelj@bf.uni-lj.si)

² LIMNOS Podjetje za aplikativno ekologijo d.o.o., Požarnice 41, 1351 Brezovica pri Ljubljani, Slovenija

³ Zg. Hajdina 83c, 2288 Hajdina, Slovenija

Kmetijstvo ima pomembno vlogo pri vzdrževanju kakovosti vode v naravnem okolju. Zaradi vse bolj pospešene rasti prebivalstva (Roser in sod., 2013), se povečuje potreba po hrani, kar pospešuje intenzifikacijo kmetijskih sistemov. S tem se večja tudi raba pesticidov in mineralnih gnojil, ki se z nestrokovno rabo pospešeno izpirajo ter onesnažujejo vodna telesa. Izpiranje še pospešujejo vedno bolj izraziti vplivi podnebnih sprememb (daljša obdobja suše, katerim sledijo preobilne padavine) (Klančnik in sod., 2017). Posledično onesnaževanje vode predstavlja tveganje za vodne ekosisteme, zdrave ljudi in proizvodne dejavnosti. Z namenom blaženja posledic kmetijskih praks na okolje je nastal projekt EIP (Evropsko partnerstvo za inovacije) »Grajeni ekosistemi za blaženje vpliva kmetijstva na okolje oz. zaščito kmetijskih zemljišč (GREKO)«, ki poteka v okviru ukrepa Sodelovanje iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2014-2020. Namen projekta je povezati izkušnje kmetijstva in okoljskega inženiringa za zmanjševanje obremenitev iz kmetijstva na vodna telesa in vodne habitate. Razvilo, umestilo in testiralo se je učinek grajenih ekosistemov.

Grajeni ekosistemi so ekosistemi, ki temeljijo na samočistilnih sposobnostih narave, kjer se izprana onesnažila s pomočjo organizmov razgrajujejo in porabljajo v procesih sedimentacije, absorpcije, privzema v biomaso, nitrifikacije in denitrifikacije. Predstavljajo sonaravni in trajnostni pristop za čiščenje voda in zaščito vodnih virov po vzoru narave. V sklopu projekta se ugotavlja vpliv grajenih ekosistemov na stanje biotske raznovrstnosti, saj lahko na poljskih površinah služijo tudi kot nadomestni habitati.

Tekom projekta se je izvajalo meritve, katerih namen je bil ugotoviti, ali oziroma kako grajeni ekosistemi vplivajo na gibanje vode v tleh in vsebnost bremen (amonija, nitratov, fosfatov, trdih delcev in organskih snovi) v vodi na vtoku in iztoku iz grajenih ekosistemov in s tem na njihovo učinkovitost.

V vseh primerih se je izrazilo zmanjšala količina trdih delcev v vodi (TSS), učinkovitost pa je bila precej podobna. Na lokaciji Jablje, kjer se nahaja živinorejsko posestvo in je voda zelo obremenjena z organskimi snovmi oz. gnojevko (visoka vrednost KPK in TSS) in tudi hranili (N, P) je bila zaznana največja učinkovitost grajenih ekosistemov. Očitno visoke koncentracije opazovanih snovi pospešujejo razvoj in aktivnost mikroorganizmov. S pomočjo organizmov in sedimentacije se je fiksiralo tudi veliko fosforja.

Glede na dosedanje meritve se učinkovitost grajenega ekosistema povečuje z večanjem obremenjenosti vode na začetku sistema. Na podlagi meritev domnevamo, da imajo grajeni ekosistemi veliko hidravlično in polucijsko pufersko kapaciteto. Ob sodelovanju mikroorganizmov in močvirskih rastlin tako izboljšamo stanje vodnega telesa dolvodno ter tudi preprečimo nadaljnje linijsko onesnaženje.

Ključne besede:

intenzifikacija kmetijstva, izpiranje, okoljski inženiring, grajeni ekosistemi

Viri:

Klančnik, K. & et al. 2017: Regional analysis to support adaptation of agriculture to climate change in Vipava Valley. In: R. Cvejić, K. Klančnik, K. Kompare (Ed.) Executive summary of project Deliverable A.1, 26 pp. LIFE project: Adapting to the impacts of Climate Change in the Vipava Valley - LIFE ViVaCCAdapt (LIFE15 CCA/SI/000070).
Internet: <https://ourworldindata.org/world-population-growth> (dostopno dne 11. 4. 2022)

Študija hidrodinamičnega obnašanja vodonosnika Krško-Brežiškega polja po polnitvi akumulacijskega bazena

Branka Trček¹, Andrej Juren², Beno Mesarec¹

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija (branka.trcek@um.si)

²GeoSi Inštitut za zemljelovje d.o.o., Kobetova ulica 24, 1000 Ljubljana, Slovenija

Za potrebe izgradnje HE Brežice se je izvajal monitoring izotopske sestave stabilnih izotopov kisika in vodika ter aktivnosti tricija v podzemni vodi, površinskih vodotokih ter padavinah. Vode so se vzorčile pred zajezbo reke Save in polnitvijo akumulacijskega bazena ter hidrološko leto po polnitvi akumulacijskega bazena, po stabilizaciji nivojev. Primerjave trendov nihanja sestave stabilnih izotopov kisika in vodika v vzorčenih vodah ter razpona, razpršenosti, srednjih vrednosti in tehtanih povprečij omenjenih podatkov odsevajo mehanizem prenosa snovi in hidrodinamiko opazovanega sistema. Ocenjeno je bilo, da je bil največji delež savske vode v črpališčih pitne vode pred polnitvijo akumulacijskega bazena za HE Brežice 60 %, po polnitvi bazena pa 80 %. Povprečni delež savske vode v podzemni vodi vodnjaka Brege je bil nespremenjen, okoli 40 %, medtem ko se je znižal v podzemni vodi vodnjaka Drnovo iz 30 na 10 %. Sestava proučevanih parametrov v reki Krki odseva ločen vodonosni sistem, v reki Savi pa, da le ta napaja vodnjak v NEK, saj v njem prevladuje savska voda. Po polnitvi akumulacijskega bazena se je delež savske vode v njem še povečal, kar dokazujejo vrednosti izotopske sestave stabilnih izotopov ter koncentracije aktivnosti tricija. Zaradi zajezitve reke Save se je njen pretok zmanjšal, zato se v njej lahko zadrži večja količina lokalnih padavin, ki vpliva na povišanje koncentracij tricija v reki Savi. Te spremembe so opazne tudi v podzemni vodi vodnjaka Cerklje, kar kaže, da se je delež savske vode na tej lokaciji povečal. Na podlagi sestave stabilnih izotopov je ocenjeno, da je največji delež savske vode v podzemni vodi vodnjaka Cerklje pred polnitvijo akumulacijskega bazena 50 %, povprečen delež pa 10 %. Po polnitvi akumulacijskega bazena se ocenjuje, da je bil največji delež savske vode v vodnjaku 80 %, medtem ko je bil povprečen delež okoli 25 %.

Ključne besede:

HE Brežice, akumulacija, medzrnski vodonosnik, hidrodinamika, izotopska sestava ¹⁸O in ²H, koncentracije aktivnosti tricija

Viri:

Glavič-Cindro, D., Zorko, B. 2019: Nadzor radioaktivnosti v okolici nuklearne elektrarne Krško, Poročilo za leto 2018. IJS, Ljubljana.
Petauer, D., Hiti, T., Juren, A. 2011: Simulacije vpliva izgradnje HE Brežice na podzemno vodo vodonosnikov Krškega polja in Vrbine. GeoSi in Georaz, Ljubljana.

Seznam avtorjev/Index of authors

Adrinek Simona	20	Čarman Martina	103
Akçar Naki	65	Čenčur Curk Barbara	95, 105
Aljinović Dunja	48	Čeplak Barbara	29, 104
Andjelov Mišo	87	Čermelj Branko	105
Andrejašič Marko	25	Čeru Teja	30
Anselmetti Flavio S.	65		
Atanackov Jure	12, 103	Debeljak Irena	46
		Della Porta Giovanna	55
Bahar Blaž	58	Demšar Matevž	38, 43
Banaš Michał	102	Djurić Bojan	26
Banovec Primož	95	Dobnikar Meta	30
Bavdek Jernej	43, 75	Dolenec Matej	31, 69
Bavec Miloš	65	Dolenec Sabina	31, 69
Bavec Špela	38		
Bedjanič Mojca	21, 22, 23, 50	Fajmut Štrucl Suzana	50
Bird Michael	101	Fanetti Mattia	94
Bokal Gašper	24, 43	Filip Jiří	102
Bokan Bosiljkov Violeta	74	Frantar Peter	87, 91
Boncelj Tonejec Agata	25		
Bosák Pavel	102	Gaberšek Martin	32, 38, 105
Božič Dominik	54	Gale Luka	6, 62, 65
Božič Mateja	59	Gašparič Rok	33, 34
Bračič Železnik Branka	41	Gašparović Mateo	36
Brajkovič Rok	22, 26, 27	Gerčar David	26, 35
Brenčič Mihael	84	Gizdavec Nikola	36
Brodnik Urša	107	Gosar Andrej	37
Burja Janez	25	Gosar Mateja	32, 38, 68, 77
		Grmovšek Andrej	21, 103
Carafa Michele M.C.	103	Gros Petra	25
Cerk Matej	95	Gutman Levstik Maja	69
Cerar Sonja	28		
Christl Marcus	65	Hajek-Tadesse Valentina	62
Cilenšek Ajda	95	Hartmann Gerald	50, 64
Colmenarejo Elvira	60	Hočevar Samo	104
Cvejić Rozalija	76	Horvat Aleksander	47
Cvetko Tešović Blanka	26	Hribar Janez	25
		Hribernik Katarina	39, 58

Hrvatović Hazim	48	Kralj Polona	104
Huis Melanija	25	Kranjc Stojan	61
Ilijanić Nikolina	36	Krivic Andraž	100
Irrgeher Johanna	104	Krivic Matija	43
Ivančič Kristina	43, 61	Križnar Matija	56, 57, 85
Janežič Bojana	40	Krmíček Lukáš	102
Jamnik Brigita	41, 90	Kumar Naidu Shiva	31
Jamnik Pavel	57	Kumelj Špela	43, 58, 64
Jamšek Rupnik Petra	12, 61, 65, 103	Kur Uroš	21
Janža Mitja	20, 41	Lapanje Andrej	61, 64, 83, 98
Jarc Simona	29	Levičnik Lidija	61
Jemec Auflič Mateja	24, 42, 75	Lisá Lenka	102
Jeršek Miha	13	Ločniškar Andrej	14
Jež Jernej	12, 42, 43, 64	Lojen Sonja	40
Jordanova Galena	44, 99	Lužar – Oberiter Borna	36
Juren Andrej	108	Macut Mateja	59
Jurkovšek Bogdan	48, 49	Malenšek Andolšek Neža	22
Juvan Grega	45	Mali Nina	60, 61, 76
Kamenski Ana	51	Marinšek Miha	62
Kanduč Tjaša	63, 105	Marjanac Ljerka	89
Kastelic Vanja	103	Markelj Anže	12, 43
Kastelic Kovačič Urša	46	Markič Miloš	63
Klančičar Matej	25	Markušič Snježana	51
Kocjančič Anja	47	Matoušková Šárka	102
Kolar-Jurkovšek Tea	48, 49, 62	Mavrič Aljaž	59
Komar Darja	50	Matoz Tomislav	98
Korat Lidija	31, 92	Mazuch Martin	34
Korbar Tvrтко	51	Meglič Petra	28, 61, 64
Koren Katja	52	Mencin Gale Eva	65
Koroša Anja	60, 106	Mesarec Beno	108
Kos Saša	53	Mihevc Andrej	93, 102
Košir Adrijan	54, 55	Miklavc Primož	66
Košťák Martin	34	Miko Slobodan	36
Kovač Erazem	25	Milanič Blaž	12, 43
Kovač Viršek Manca	60	Miler Miloš	29, 38, 53, 60, 67, 68, 69
Kozjek Marko	60	Miletič Snježana	69
Krainer Karl	73	Mladenovič Ajda	69
		Modrej Danijela	64

Moser Ulrike	104	Pucihar Blaž	61
Moukoury Moume Gay Emmanuel	85	Pučko Emil	82
Mozetič Simon	98		
Mulec Janez	105	Rajver Dušan	83
Murthy Suryanarayana	31	Ratej Jože	45
		Renčelj Miran	107
Nagode Klara	105	Rižnar Igor	12, 78
Nestell Galina P.	48	Rman Nina	22, 23, 64, 83, 84, 85
Novak Ana	43, 70, 78	Rohovec Jan	102
Novak Andrej	71, 72	Rokavec Duška	39, 58, 85
Novak Matevž	12, 22, 59, 61, 73, 85	Rožič Boštjan	26, 35, 59, 86, 99, 105
		Rupnik Jaka	25
Ogrinc Nives	46		
Oselj Katja	59	Schmalzl Lilia	64
Oštir Krištof	44	Selvaraj Thirumalini	31
		Singh Rao Martand	20
Padovnik Andreja	74	Skopljak Ferid	48
Palenik Damir	51	Skála Roman	102
Pavlič Urška	87	Slapnik Lucija	43
Peh Zoran	36	Souvent Petra	87, 91
Pepelnik Timotej	61	Stermecki Lenka	50
Pérez-Rodríguez Marta	47, 77	Stojilković Borut	88
Pestotnik Simona	83	Strahovnik Ljudmila	105
Petan Sašo	91	Strgar Ana	95
Petauer Darko	61	Stupar Martina	5, 89
Peternel Tina	42, 75, 85	Svetina Janja	81, 90
Petrič Metka	76		
Petrizzo Maria Rose	47	Šala Martin	104
Pezdir Valentina	77	Šegina Ela	42, 75, 85
Pintar Marina	76, 106, 107	Šinigoj Jasna	39, 42, 58, 75
Placer Ladislav	78	Šket Motnikar Barbara	103
Poglajen Sašo	70	Šmuc Andrej	65, 66, 69, 70, 71, 72
Polenšek Teja	105	Šoster Aleš	66
Pondelak Andreja	31	Šram Dejan	91
Popit Tomislav	71, 72	Štastný Martin	102
Potočnik Doris	46	Štefančič Mateja	92
Praprotnik Kastelic Jerca	95	Štukovnik Petra	74
Prelovšek Mitja	76, 80	Šušmel Kaja	105
Prestor Joerg	81, 83, 90	Šušteršič France	66
Prohaska Thomas	104	Švara Astrid	93

Teran Klemen	82, 94
Tesovnik Anže	59
Torkar Anja	95
Trajanova Mirka	65
Trček Branka	96, 108
Trenchovska Aleksandra	97
Udovč Jan	64, 86, 98
Ulrych Jaromír	102
Urbanc Janko	61, 76, 106
Valand Nina	22, 27
Verbovšek Timotej	44, 99, 105
Verlič Robert	100
Vihtelič Andrej	42, 58
Vižintin Goran	40, 72
Vockenhuber Christof	65
Vodnik Dominik	23
Vogrin Milan	107
Vollprecht Daniel	104
Vrabec Marko	44, 70, 72
Vreča Polona	105
Wallis Lynley	101
Zajc Marjana	100
Zalar Serjun Vesna	92
Zarnik Blaž	68
Zega Mojca	101, 105
Zierler Julia	64
Zuliani Tea	105
Zupan Hajna Nadja	93, 102
Zupančič Nina	29, 46, 53, 77
Zupančič Polona	103
Žarkovič Zala	59
Žibret Gorazd	82, 94, 104
Živčič Mladen	103
Žvab Rožič Petra	22, 59, 86, 105
Žvokelj Luka	106, 107

Generalna sponzorja/General sponsors



GeoZS
Geološki zavod
Slovenije



Zlati sponzor/Golden sponsor



Razstavljalci/Exhibitors



Sponzorji/Sponsors



Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Oddelek za geologijo

Elea iC a member of iC group



GeoSi Inštitut za zemljeslovje



dana

Donat[®]



KMETIJA
UKMAR - PRIMOŽEVI
KRALJICA TERANA
2022 - 2023



*Hiša vin
Emino*

Gostitelj/Host



Občina
ROGAŠKA SLATINA

“VEDETI (NE)VIDNO – VLOGA
GEOLOGIJE V NAŠI DRUŽBI,,

