

Reka Mura v očeh geologa

Nina Rman, Mitja Janža, Dejan Šram, Kim Mezga, Katja Koren,
Miloš Markič, Miha Jeršek

Že Mali princ nas uči, da je bistvo očem nevidno. Če želimo doumeti zgodbo o nastanku in obstoju reke Mure, se je treba zazreti v tla, katerih zapis v kamninah in podzemni nas vodi daleč nazaj v Zemljino preteklost. Kako je Mura povezana s podnebnimi in geološkimi procesi, med katerimi se prepletajo tudi naši posegi v prostor, si preberite v nadaljevanju.

Od Panonskega morja do Murske ravnice

Na območju današnje severovzhodne Slovenije se razprostira Mursko-zalski sedimentacijski bazen. To je do šest kilometrov globoko območje pogreznjenih in razlomljenih blokov predkambrijskih, paleozojskih in mezozojskih kamnin (oznaka I na sliki 1), ki se razširja v sosednjo Avstrijo, Hrvaško in Madžarsko. Največje globine dosega vzdolž Donačke prelomne cone na jugu (smer Rogaška Slatina–Čakovec na Hrvaškem–Pince) in Rabske prelomne cone na severu (smer Maribor–Gornja Radgona–Grad). Bazen predstavlja zahodni del bolj znanega Panonskega bazena, ki je prišel nastajati zaradi raztezanja Zemljine skorje pred približno 18 milijoni let.

Po začetku pogrezanja se je morje umaknilo (pred 18 do 16,4 milijona let) in na kopnem sta se odložila blatna breča in konglomerat Haloške formacije (oznaka II na sliki 1). Kmalu ju je prekrilo morje Centralna Paratetida, kjer so se odlagali drobnozrnati sedimenti, tuf in apnenec. Pred približno 16 milijoni let se je dno morja še vedno pogrezalo, gladina pa se je dvignila, zato sta se povezali dve morji – Centralna in Mediteranska Paratetida. Ob robovih morskih pobočij so se med meljem odlagale leče turbiditnega peska, ki se je kasneje sprijel v

peščenjak Špiljske formacije (oznaka III na sliki 1). V osrednjem delu bazena, v okolici današnje Murske Sobote, je nastajal apnenec. Nato se je morje začasno umaknilo, del sedimentov je bil odnešen, nastajali pa so tudi dobro prepustni debeložrnati sedimenti ter apnenec Špiljske formacije (oznaka IV na sliki 1).

Območje vzhodno od današnjega Maribora, Radencev in Ptuja se je ugrezalo še naprej. Pred približno 10 milijoni let je bila morska povezava prekinjena in Panonsko morje je postajalo vse bolj podobno današnjemu Kaspiskemu jezeru. Ker se je njegovo dno še vedno pogrezalo, najintenzivneje proti današnji Madžarski, se je tudi nekdanj plitvi del pri Murski Soboti pogreznil. Nanj so reke iz dvigajočih se Alp prinašale raznovrstne delce odnesenih kamnin. Do približno 7 milijonov let so se na pobočjih in jezerskem dnu med glineni lapor odlagale tanke leče turbiditnega peska, zdaj sprijetega v peščenjak Lendavske formacije (oznaki V in VI na sliki 1). Ta predstavlja pomemben sloj za najdišča nafte in plina, kot na primer polji Dolina in Petišovci pri Lendavi, kjer so izvrtali več kot sto vrtin.

Hkrati so se v obsežnih rečnih deltah odlagale erodirane kamnine in bazen postopoma zasipavale. Nastala je deltna ravnica, kjer sta se v pogosto poplavljenih močvirjih odlagala melj in glina, tu so nastale tudi plasti premoga, medtem ko sta pesek in prod obstala v nekdanjih rečnih kanalih. Zaradi stalnega dotoka materiala se je zasipavanje Panonskega jezera pomikalo proti (jugo)vzhodu in v isti smeri se znižuje tudi starost kamnin, nastalih v istem okolju. Sedimente deltnega okolja uvrščamo v Mursko formacijo (oznaki VII in VIII na sliki 1) in so najpomemb-

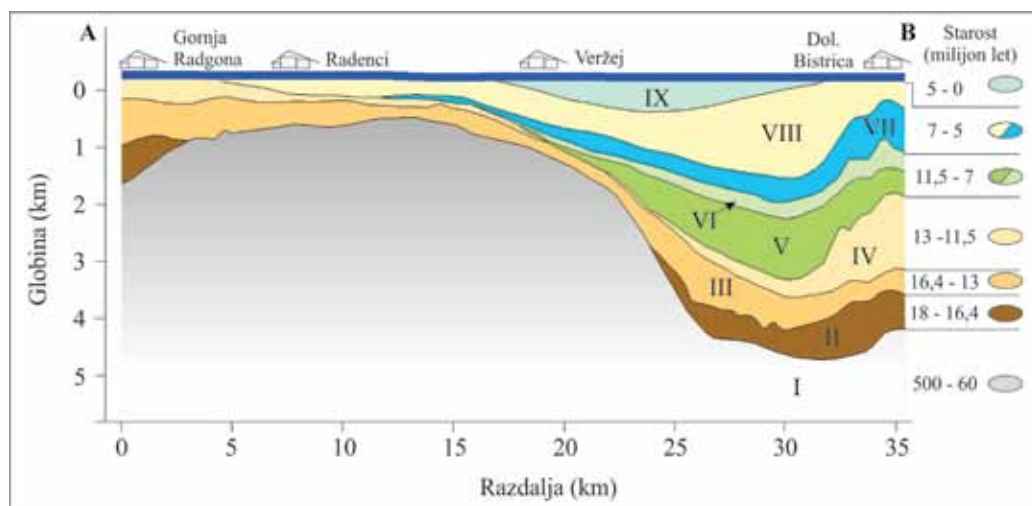
nejši vodonosnik termalne vode v Sloveniji. Pred približno 5 milijoni let je bila hitrost zasipavanja višja od ugrezavanja morskega dna, zato se je brakično morje umaknilo in nastale so obširne sladkovodne aluvialne ravnice, podobne današnji Panonski nižini. Predhodnice današnjih rek so prinašale pesek, prod in glino, ki so v največji debelini, do 900 metrov, odloženi na Ptuju. Rečne sedimente uvrščamo v Ptujsko-grajsko formacijo (oznaka IX na sliki 1). Sočasno so v Gradu, pred približno 3 milijoni let, ob globoki prelomnici na površje pritekale bazaltne lave in povzročile eksplozivne vulkanske izbruhe.

Najmlajši sedimenti nastajajo še danes. Zbiti sivkasto-zeleni prod s peskom in meljem (od 3 do 2 milijona let) z večjo količino železo-

Na Geološkem zavodu Slovenije smo izdelali tridimenzionalni regionalni geološki model severovzhodne Slovenije, s katerim si lahko sami izrišete geološke profile v poljubni smeri (slika 1) in vrtine na poljubnem mestu ter ugotovljate, kakšna je pričakovana sestava podzemlja do 5 kilometrov globine. Dostopen je na povezavi <http://www.geomol.eu/3dexplorer>.

Brez čiste pitne vode ni življenja

V kvartarnih naplavinah reke Mure so shranjene pomembne količine podzemne vode. Ta je s črpano količino približno 10 milijonov kubičnih metrov vode na leto glavni vir pitne vode tega dela Slovenije. Obširni in visoko izdatni vodonosnik Murskega proda se napaja iz padavin, dotoka površinskih vod



vih hidroksidov se v debelini do 60 metrov pojavi med Ljutomerom in Dolgo vasjo na jugu ter Veržejem, Beltinci in Dobrovnikom na severu ter se nadaljuje na Madžarsko. Vzdolž rek so nastale številne plio-kvartarne rečne terase iz prodnatih in glinastih nanosov. Izredno obsežen je najmlajši, kvartarni prodno-peščeni zasip reke Mure (mlajši od 1,8 milijona let), ki je le ponekod prekinjen z meljem in je najpomembnejši rezervoar pitne vode v regiji.

Slika 1: Geološki profil Mursko-zalskega bazena v smeri od Gornje Radgona (A) do Dolnje Bistrice (B) vzdolž reke Mure. Za smer profila glej sliko 2.

Vir: GeoZS, 2015.

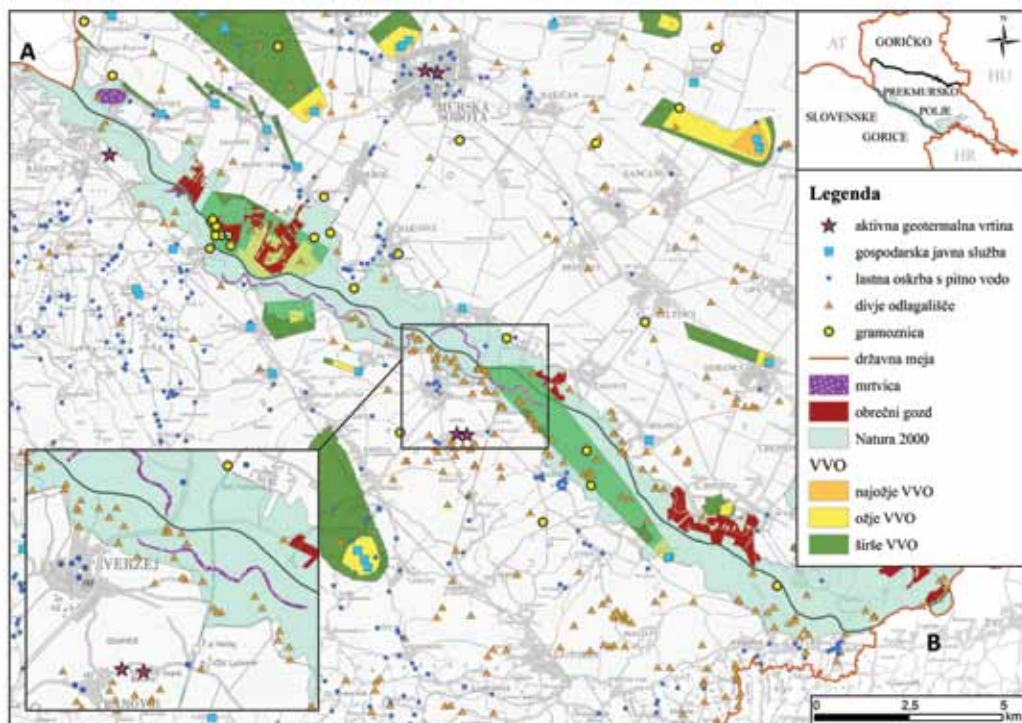
z območja Goriškega in Slovenskih goric ter reke Mure. Izmenjava vode med vodonosnikom in reko Muro je dinamična. To pomeni, da Mura napaja vodonosnik, ponekod pa se podzemna voda vanjo izliva, odvisno od lokacije. Velikost teh dveh območij ter koli-

čina izmenjane vode sta odvisni od hidroloških razmer. Gladina podzemne vode je pogojena s površinskimi vodotoki, ki delujejo kot krajevna drenažna mreža. Prevladujoča smer toka podzemne vode je vzdolž reke, to je od severozahoda proti jugovzhodu. Zaradi razmeroma tankega (le nekaj metrov debelega) in dobro prepustnega vrhnjega sloja sedimentov je vodonosnik zelo ranljiv za površinsko onesnaženje. Posledice različne rabe prostora (na primer divja odlagališča, gramoznice, kmetijstvo, poselitve; slika 2) se pogosto kažejo v povišanih koncentracijah onesnaževal v podzemni vodi in občasno je zaradi preseženih mejnih vsebnosti pesticidov in nitratov ter mikrobiološke oprečnosti voda celo neprimerna za pitje. Pomislite le na nedavno fekalno onesnaženje reke Ščavnice.

Slika 2: Pomurje je bogat vir podzemne vode, mineralnih surovin ter varovanih ekoloških in vodovarstvenih območij. Vir: GeoZS, 2015.

Vodo iz javnega sistema oskrbe s pitno vodo (gospodarske javne službe, slika 2) stalno nadzoruje upravljalec (običajno komunala), ki redno izvaja kemijske in mikrobiološke analize vzorcev vode, odvzetih na pipah uporabnikov. Vendar je v Pomurju še vedno veliko vodnjakov, ki jih uporabljajo za lastno oskrbo (slika 2). V takih primerih rednega nadzora ni, zato uporabniki pogosto ne vedo, kakšna je kakovost vode, ki jo pijejo. Podzemno vodo iz hišnih vodnjakov pogosto uporabljajo za zalivanje, a v tem primeru je kakovost podzemne vode lahko nekoliko slabša.

Osnovna zaščita vodnih virov se zagotavlja z vodovarstvenimi območji (VVO, slika 2), ki jih na podlagi poznavanja hitrosti in smeri toka podzemne vode določijo hidrogeologi. Z vzpostavitev vodovarstvenega režima na prispevnih območjih črpališč omejimo dejavnosti, ki pomenijo tveganje za onesnaženje vodnih virov. Velik del težav pri oskrbi regije s pitno vodo so odpravili z izgradnjo



Pomurskega vodovoda. Vendar je za varno in stabilno oskrbo prebivalcev s pitno vodo v prihodnje treba zagotoviti tudi stalnost aktivnosti za zaščito vodnih virov, pri čemer ima ozaveščanje javnosti ključno vlogo.

Podzemne vode so vir zdravja in energije

Med Lenartom in Radenci se vzdolž že omenjene Rabske prelomne cone pojavljajo številni izviri mineralne vode (slatine) in plina (mofete). Plin ogljikov dioksid, ki doteka iz Zemljinega plašča, pospeši raztapljanje kamnin, po katerih se pretaka podzemna voda, in nastane mineralna voda. Stekleniči se le v Boračevi pri Radencih, kjer se pridobiva iz do 200 metrov globokih vrtin, pomembna pa je tudi zaradi svojih zdravilnih lastnosti in zdraviliške rabe.

Termalne in termomineralne vode v globini od 500 do 2.000 metrov so zelo stare (več deset tisoč let) in so pronicale v tla v času riško-würmske medledene dobe v pleistocenu. Tečejo v smeri od Slovenskih gor in Goriškega proti (jugo)vzhodu. Njihov tok je bistveno bolj počasen kot tok podzemne (pitne) vode v kvartarnem Murskemrodu, zato ima vsak poseg v geotermalni vodonosnik dolgotrajne posledice za njegovo kakovostno in količinsko stanje. Ogreta podzemna voda s temperaturo do 75 stopinj Celzija se pridobiva iz štirih vodonosnikov. Nepovratno jo črpajo iz peščenega proda Ptujsko-grajske formacije na Ptuj, iz slabo sprijetih peskov Murske formacije pri desetih uporabnikih, iz peščenjakov Špiljske formacije pri treh ter iz razpokanih metamorfnih kamnin v Benediktu. Po odvzemu njene toplotne energije jo nazaj v vodonosnik vrača le en uporabnik, ki daljinsko ogreva Lendavo. Termalno vodo uporabljajo za kopanje in zdravljenje ter ogrevanje hotelskih in bazenskih kompleksov, nekaj naselij in rastlinjakov.

Vplivi na količino in kakovost podzemne vode

Prvotno je reka Mura v spodnjem toku zelo povijala in ustvarjala rečne rokave, ki so bili

ob visokem vodnem stanju poplavljeni. Naše sobivanje z Muro je pokrajino ob reki, predvsem v zadnjih desetletjih, močno zaznamovalo. Zamočvirjena območja smo osuševali, gozdne površine spreminjali v kmetijska zemljišča, z regulacijo reke, gradnjo protipoplavnih nasipov in hidroelektrarn (HE) ter urbanizacijo pa smo bistveno vplivali na naravni rečni prostor.

Regulacija in gradnja visokovodnih nasipov povečata pretok reke in zmanjšata obseg poplavl. To je povzročilo manj prelivanja preko rečnih bregov in razlivanja na poplavnih površinah. Na Muri je v Avstriji kar 30 hidroelektrarn, v Sloveniji pa ena (MHE Ceršak). Vzrok za tako številčnost hidroelektrarn v sosednji državi je v večjem rečnem padcu in ugodnejšem reliefu, kar ji daje, v primerjavi s spodnjim tokom slovenske Mure, večji hidroenergetski potencial. V preteklosti v tem delu Slovenije ni bilo potrebe po večji proizvodnji električne energije, saj je v Pomurju najpomembnejša gospodarska dejavnost kmetijstvo, medtem ko je v Avstriji to industrija. Kljub temu so prve razprave o gradnji hidroelektrarn na slovenski Muri potekale v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, s konkretnjšimi študijami pa po letu 2005, s katerimi so predvidevali gradnjo osmih hidroelektrarn.

Z izgradnjo verige hidroelektrarn na avstrijski Muri je bil prekinjen dotok proda iz zgornjega toka reke, kar je povzročilo poglobljanje rečne struge, delno poglobljanje brežin na mejnem odseku (ponekod tudi do 1,5 metra) ter zmanjšanje naravnih zadrževalnih sposobnosti in samodejnega oblikovanja rečnega prostora. S poglobljanjem struge sta se posledično znižali tudi gladina podzemne vode in intenzivnost bogatenja vodonosnika v Murskemrodu. To je povzročilo neprehodnost za vodne organizme v času nizkih voda med reko in pritoki, probleme z zagotavljanjem ustrezne kakovosti in količine pitne vode za oskrbo prebivalstva, krčenje razlivnih površin in posledično prostora za ekosisteme, osušitev mlinščic in

tako naprej. Poleg poglobljene struge reke pa na upad gladine podzemne vode vplivajo tudi izsuševanje kmetijskih površin, prodne jame z izkopi proda in peska pod gladino podzemne vode (slika 2), črpanje podzemne vode za oskrbo s pitno vodo in v druge namene ter zmanjšano napajanje s padavinami, verjetno tudi kot posledica podnebnih sprememb.

Rečni prostor reke Mure je zaradi naravnih danosti in biotske raznovrstnosti varovan z ekološkim omrežjem Natura 2000 (slika 2). Območje je življenjski prostor mnogih edinstvenih vrst, tudi poplavnih, močvirnih in obrežnih gozdov, imenovanih log ali dobrava. S posegi v rečni prostor, kot so regulacija reke, gradnja protipoplavnih nasipov in hidroelektrarn, izpusti neprečiščene odpadne vode ter neustrezna uporaba gnojil in pesticidov na kmetijskih površinah, ne vplivamo samo na videz pokrajine, temveč tudi na kakovost reke in s tem podzemne vode. Vsi posegi, vključno s podnebnimi spremembami, vplivajo na vodne in obvodne ekosisteme, predvsem tiste, ki so odvisni od podzemne vode, in so zato zelo občutljivi za spremembe. Tak primer so obrečni hrastovo-jesenovo-brestovi gozdovi na območju Ižakovcev, ki zaradi upada gladine podzemne vode propadajo. Tudi obstoj mrtvic je, zaradi regulacij in redkejših poplav, zasipavanja s smetmi in drugim odpadnim materialom, vnosa tujerodnih vrst, odstranjevanja obvodne vegetacije, gradnje objektov na bregovih in tako naprej, ogrožen. Z vodo zapolnjene mrtvice so le še tiste, ki se polnijo v odvisnosti od podzemne vode, kar pa je v veliki meri odvisno tudi od stopnje zamuljenosti dna mrtvice.

Ob slovenski Muri, ki predstavlja približno deset odstotkov celotnega porečja Mure, se nahaja nekaj turistično zanimivih krajev. Pri njihovem razvoju je treba nujno upoštevati naravne omejitve obrečnega prostora in sonaravni turizem, saj je bila raba tega prostora v zadnjih desetletjih (preveč) antropocentrična. Prostor reke Mure lahko zavarujemo, obnovimo in ohranimo le s premišljenimi akcijami: s širitvijo vodnega zemljišča, povečanjem rečne

prodonosnosti ter ureditvijo in s ponovno oživitvijo razlivnih površin in stranskih rokavov Mure in mlinščic, kar bi posledično izboljšalo količinsko stanje vodnih in obvodnih ekosistemov.

Premog in nafta ob Muri

Na območju Benice v Sloveniji in Murskega Središča na Hrvaškem so se v osemdesetih letih 20. stoletja izvajale zelo obširne raziskave premoga. Ob reki Muri so bile namreč že v 19. stoletju odkrite plasti rjavega premoga, predvsem treh en do dva metra debelih slojev, ki so jih rudarji imenovali Vladimir, Hrastinka in Pobjeda. Kurilna vrednost tega premoga v naravnem stanju je bila 14,5 megajoula na kilogram. Nove premoške plasti (slika 3) nedaleč od reke Mure so iskali z jaški/vpadniki in pogosto je vanje iz globljih plasti pritekla tudi nafta. Pridobivanje nafte je že bilo gospodarsko zanimivo početje, saj so jo uporabljali na primer za predelavo v petrolej za razsvetljavo.

Na podlagi pojavov nafte in plina na površini v Sloveniji in na Hrvaškem (Peklenica, Selnica, Vučkovec, Murski gozd, Ormož, Kog, Radgona) ter premoga ob Muri sta se v obmurskih krajih razvili tako pridobivanje nafte in plina kot premogovništvo. V celi vrsti malih premogovnikov na obeh straneh meje, ki so jih odprli večinoma že v drugi polovici 19. stoletja, je postal dejansko pomemben le eden, v Murskem Središču. Največjo proizvodnjo v višini 170.000 ton na leto je dosegel leta 1965. Zaprli so ga leta 1972, in to ravno zaradi vdora vode iz vodonosnih plasti, hidravlično povezanih z reko Muro.

Premoške plasti ob Muri se nahajajo v laporatih plasteh pontijske starosti (tako imenovana Murska formacija) in tudi v najplitvejšemrodu. Ta sega skoraj do površine in je sestavljen večinoma iz prodnikov magmatskih in metamorfnih kamnin ter kremenca. Ponekod lahko zasledimo tudi večje ali manjše hlode debel in vej, ki so jih rečni tokovi na mesto odkritja prinesli v najmlajšem geološkem obdobju, kvartarju.



*Slika 3: Premog iz raziskovalnega vpadnika pri Benici.
Foto: Miloš Markič.*

Mursko zlato

Poleg vodnega in »črnega« bogastva je Mura včasih prinašala tudi »pravo« – zlato. Najdemo ga v drobnih razvejenih kristalih ali v lističih in drobnih zrnih. Največkrat nastane s kristalizacijo iz hidrotermalnih raztopin, ki prodirajo proti površju iz Zemljinih globin. Posamezne žile kremenca z zlatom so lahko dolge več sto metrov ali celo kilometrov, debele pa le nekaj milimetrov (slika 4). Takšna primarna nahajališča zlata na površju preperevajo, površinske vode jih odnašajo iz gora v nižje ležeče predele in ko pade energija vodnega toka, se pesek in prod odložita v obliki rečnih nasipov.

Reka Mura na ta način prenaša ogromne količine peska in proda, ki ju odlaga v rečnih sipinah. S seboj prinaša številne minerale, med njimi tudi luske zlata iz avstrijskih Visokih Tur. Odlaga jih v

delih struge, kjer je energija vodnega toka manjša. Podobno je z reko Dravo, ki z Muro veljata za edini zlatonosni reki v Sloveniji.

Ob Dravi in Muri so zlato uspešno izpirali že Rimljani. Leta 1776 je cesarica Marija Terezija podelila koncesije za izpiranje zlata, ki so jih razveljavili šele po drugi svetovni vojni. S temeljito regulacijo reke Mure leta 1912 so njen rečni tok omejili na eno strugo. Istega leta so pri Murskem Središču prekopavali zlatonosni prod in pesek. Za njegovo izkoriščanje se je leta 1939 zanimal tudi Rudnik Trepča (danes na Kosovem), vendar do izkoriščanja zaradi prenizke koncentracije zlata ni prišlo. Po drugi svetovni vojni je izpiranje zlata hitro zamrlo.



Slika 4: Primarno zlato v Visokih turah v Avstriji je vezano na kremenove žile. Foto: Miha Jeršek.

Orodje za izpiranje zlata so si domačini naredili kar sami. Za prvi vtis o količini zlata v prodru so uporabljali posebno izoblikovano lopato iz orehovega lesa – gledanko. Z njo so zajeli prod na mestu z veliko rožnatega peska in ga v nekaj minutah izprali v reki. Na spodnjem robu lopate, pri ročaju, so ostale pretežno luske zlata, proti vrhu pa so se ločili čedalje lažji minerali. Če je bilo luskic vsaj petdeset, je pomenilo, da se izplača nadaljevati. Nato so postavili 1,5 metra dolgo in približno 0,6 metra široko topolovo desko, ki je služila za ločevanje težkih mineralov, in jo nagnili pod naklon 25 stopinj od vodoravnice. Nanjo so nalagali peščeni prod, ki so ga polivali z vodo iz kanglice na daljšem ročaju. Prodniki so se odvalili z deske, peščena in pretežno težka frakcija

pa je ostala na njeni hrapavi površini. Z isto kanglico so izplakovali minerale težke frakcije z deske na izpiralno desko iz topolovega lesa, ki je bila rahlo usločena. Z njo so izločili in na njej shranjevali črne minerale težke frakcije ter rumeno zlato. Ta postopek so večkrat ponovili.

Enkrat na dan oziroma odvisno od količine težke frakcije so vsebino na izpiralni deski koncentrirali z izpiranjem. Zlato so ločili od ostalih mineralov s pomočjo živega srebra. V navadno kuhinjsko skledo so dali zbrani material in krožno sukali skledo, dokler se vse luske zlata niso sprijele z živim srebrom. To je lahko trajalo tudi več deset minut. Nato so nastali želatinasti živosrebrov amalgam dali v laneno krpo in skozi jo izcedili ostanek živega srebra. Iz amalgama so z leseno lopatico na izpiralni deski naredili kompaktno kroglico. Skupaj s kovinsko lopato so jo položili v žerjavico, kjer je živo srebro izhlapelo, zlato pa ostalo na lopati. Na koncu so pridobljeno zlato stehtali. Za en gram zlata je bilo treba zbrati tudi do 9.000 luskic oziroma prekopati in izprati vsaj en kubični meter peščenega proda (slika 5).

Slika 5: Novodobna zlata mrzlica ob reku Muri. Foto: Miha Jeršek.



Dodatno branje:

Čontala, T., 2014: *Raba prostora in kakovost podzemne vode na Murskem in Prekmurskem polju*. Diplomsko delo. Ljubljana: Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani. 130 str.

Globevnik, L., 2007: *Hidroekološke lastnosti prostora reke Mure v Sloveniji – stanje, trendi*. Zbornik posvetovanja SDGG.

Globevnik, L., 2009: *Celosten pogled na vode porečja Mure in upravljanja z njimi*. Pomurje. Trajnostni regionalni razvoj ob reki Muri (zbornik). Murska Sobota. 93-105.

Jeršek, M., Vidrih, R., Bidovec, M., 2006: *Dravsko in mursko zlato*. Življenje in tehnika, 57 (7-8): 41-50, ter <http://o-razstava.si/wp-content/uploads/2015/10/Dravsko-in-mursko-zlato.pdf>.

Markič, M., 2014: *Zakaj nastopata zemeljski plin in nafta ravno na območju Lendave*. Mineralne surovine v letu 2013, 10 (1): 122-138.

Rman, N., 2013: *S kom si delimo termalno vodo v Pomurju?* Proteus, 75 (5): 217-223.

Rman, N., Žvab Rožič, P., 2014: *Naravni pojavi plinov v Sloveniji*. Proteus, 77 (1): 20-27.

Rojs, L., Koren, A., Košar, T., Kaligarič, S., Bedjanič, M., 2015: *Mistična reka Mura*. Zavod RS za varstvo narave: 22 str.

Sovič, N., 2015: *Monitoring pitne vode 2014 – letno poročilo o kakovosti pitne vode v letu 2014*. Maribor: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano. 61 str.

Šram, D., in sod., 2015: *Tridimenzionalni regionalni geološki model Mursko-zalskega bazena, severovzhodna Slovenija*. Geologija, 58 (2): 139-154.

www.geologija-revija.si/dokument.aspx?id=1254.

Avtorji



Nina Rman na Geološkem zavodu Slovenije raziskuje izvor termalne in mineralne vode in plinov ter analizira stanje geotermalnih vodonosnikov.



Mitja Janža se na Geološkem zavodu Slovenije ukvarja z raziskavami vodnih virov, predvsem s pomočjo modeliranja in daljinskega zaznavanja.



Dejan Šram na Geološkem zavodu Slovenije izvaja tridimenzionalno geološko in hidrogeološko modeliranje ter prostorske analize v okolju GIS.



Kim Mezga se na Geološkem zavodu Slovenije ukvarja z geokemijo podzemnih vod plitvih vodonosnikov in ekosistemi, odvisnimi od podzemne vode.



Katja Koren na Geološkem zavodu Slovenije raziskuje kakovost in količino podzemne vode.



Miloš Markič se na Geološkem zavodu Slovenije ukvarja z geologijo nahajališč premogov Slovenije in petrologijo premogov.



Miba Jeršek je muzejski svetovalec v Prirodoslovnem muzeju Slovenije in se ukvarja z mineralogijo in gemologijo.