GEOLOGIJA 68/2, 331-336, Ljubljana 2025

Reports and More

Izobraževalne delavnice za osnovnošolske učence na Geološkem zavodu Slovenije

Rada PETERNEL RIKANOVIĆ, Teja ČERU, Katja KOREN PEPELNIK, Blaž PUCIHAR & Marjana ZAJC

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, SI–1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: rada.peternel-rikanovic@ geo-zs.si; teja.ceru@geo-zs.si; katja.koren@geo-zs.si; blaz.pucihar@ geo-zs.si; marjana.zajc@ geo-zs.si

Uvod

V prostorih Geološkega zavoda Slovenije so nas 13. februarja 2025 obiskali učenci OŠ Križe in OŠ Tržič.

Skupina zaposlenih na Geološkem zavodu Slovenije je zanje pripravila dva tematska sklopa delavnic: izobraževalne delavnice *Podzemna voda in njeno onesnaževanje* ter izobraževalno-ustvarjalno delavnico *Kamnine in barvni pigmenti*. Program se je pričel s krajšo predstavitvijo izvajalcev in delovanja Geološkega zavoda Slovenije. Poudarili smo, da je to osrednja raziskovalna ustanova s področja geologije v Sloveniji ter na kratko opisali, s čim vse se geologija ukvarja, kje vse so se že srečali z geologijo in zakaj je pomembna za naše vsakdanje življenje.

Delavnic se je udeležilo 35 učencev od 5. do 9. razreda s statusom nadarjenih učencev, od tega 18 iz OŠ Križe in 17 učencev OŠ Tržič.

Pri zasnovi in izvedbi delavnic smo skušali slediti naslednjim ciljem:

- spodbujanje povezovanja geologije z drugimi vedami oz. znanjem pridobljenim pri šolskih predmetih, ki so del obveznega učnega načrta (geografija, kemija, biologija, fizika...);
- seznanitev s perečimi družbenimi in okoljskimi problemi (npr. prekomerna raba naravnih virov, negativni vplivi človekovih dejavnosti na okolje...); razmišljanje o vplivu geoloških procesov na posameznika (npr. geološke nevarnosti, kot so plazovi, kamninski podori, poplave...);
- spodbujanje radovednosti – učenec se uči postavljati vprašanja in spoznava nove, manj znane teme ter aktivno sodeluje v procesu pridobivanja novega znanja.

Izobraževalne delavnice Podzemna voda in njeno onesnaževanje

Tematski sklop Podzemna voda in njeno onesnaževanje je bil sestavljen iz med seboj povezanih in dopolnjujočih se podtem, ki smo jih predstavili v okviru štirih delavnic:

- podzemna voda je glavni vir pitne vode v Sloveniji – delavnica Model vodonosnika (Rada Peternel Rikanović);
- izkoriščanje podzemne vode – delavnica Vrtina (Blaž Pucihar);
- laboratorijske analize kakovosti podzemne vode – delavnica Hidrogeološki laboratorij (Katja Koren Pepelnik);
- skrita okoljska bremena – delavnica Georadar (dr. Marjana Zajc).

Skozi sosledje izbranih delavnic so učenci dobili vpogled v raziskovalno delo geologa na različnih nivojih (raziskovanje procesov, terensko in laboratorijsko delo). Učence smo zaradi različne starosti in različnega predhodnega znanja o obravnavani tematiki ter potrebnih prilagoditev razlage razdelili v štiri manjše skupine. Prva skupina so bili učenci 5. razredov, druga skupina učenci 6. razredov. Učenci 7., 8. in 9. razredov so bili razdeljeni v dve mešani skupini. Vsaka delavnica je trajala približno 20–25 minut, skupaj so pokrile približno dve šolski uri. Skupine učencev so med delavnicami krožile, vse skupine so se udeležile vseh delavnic. Delavnici Vrtina in Georadar sta potekali pred stavbo Geološkega zavoda, drugi dve v notranjih prostorih.

Učencem 5. razreda, ki se šele seznanjajo s temo podzemne vode, smo želeli pojasniti nekaj osnovnih pojmov, zato smo delavnice organizirali tako, da so se ti učenci udeležili najprej delavnice Model vodonosnika, kjer smo jim najprej pojasnili, kaj podzemna voda sploh je in zakaj je pomembna. Tako so pridobili osnovno znanje in v nadaljevanju lažje sledili ostalim delavnicam. Vsi učenci so si v sklopu te delavnice najprej ogledali kratki film Vodni krog (https://www.cicfilm.com/sl/film/36-video/jame/158-vodni-krog), ob katerem smo skupaj ugotavljali, da človek s svojimi dejanji neposredno vpliva tako na količinsko kot kakovostno stanje podzemne vode. Poudarili smo, da je to najpomembnejši vir pitne vode v Sloveniji. Na modelu medzrnskega vodonosnika smo pojasnili pomen vodonosnika in katere vrste vodonosnikov poznamo, ter razložili nekaj osnovnih pojmov, kot so gladina in tok podzemne vode. Preverili smo njihovo znanje o kroženju vode v naravi in ali vedo v kakšnem odnosu sta površinska voda in podzemna voda. S pomočjo modela vodonosnika ter

opazovanj in izkušenj iz domačega okolja so ugotovili, da so glavni viri onesnaževanja predvsem kmetijske dejavnosti in pomanjkljivo odvajanje odpadnih voda iz naših domov oz. neobstoječe kanalizacijsko omrežje. Tudi občasni, izredni dogodki, kot so prometne nesreče, lahko zaradi izpusta nevarnih snovi močno ogrozijo podzemno vodo. Skupaj smo ugotavljali, da je v naših domovih veliko nevarnih snovi, ter opozorili na njihovo pravilno shranjevanje oz. odlaganje med nevarne odpadke. Na karti zajetij in vodovarstvenih območij občine Tržič smo pogledali, katero zajetje je vir pitne vode v njihovem domu, ob tem so nas nekateri učenci seznanili, da njihov dom ni priključen na vodovod, temveč imajo lastna manjša zajetja. Spoznali so, da moramo zajetja zaščititi z vodovarstvenimi pasovi, tako zavarujemo zajetje pred nedovoljenimi posegi in dejavnostmi v njegovem zaledju in s tem pred potencialnim onesnaženjem. Učence je presenetilo, da hidrogeologi raziskujemo tudi onesnaževanje podzemne vode z mikroplastiko, le-ta predstavlja izredno pereč problem, katerega najhujše posledice se bodo pokazale šele v prihodnosti.

Za Slovenijo pravimo, da je preluknjana kot švicarski sir, kar ne velja zgolj zaradi številnih jam, ampak tudi zaradi številnih vrtin, ki nas obdajajo. Z učenci smo se zbrali ob vrtini pred Geološkim zavodom Slovenije, kjer smo pričeli z na videz zelo enostavnim vprašanjem: "Ali v okolju, v katerem bivate, obstajajo vrtine in za kakšen namen se jih uporablja?" Ob začetni dilemi smo z učenci hitro prišli do ugotovitve, da nas na vsakem koraku obdajajo vrtine, ki pa jih težje opazimo, saj je le manjši del le-teh viden in tudi takrat ne vemo, čemu služi "štrleča cev", ki gleda iz zemlje. Če je bil prvi del vprašanja nekoliko bolj zapleten, pa je drugi del postregel s številnimi odgovori. Učenci so povedali, da vrtine uporabljamo za črpanje (pitne) vode, nafte in plina. Namembnosti vrtin je več, saj služijo tudi za opazovanje in vzorčenje podzemne vode, z geomehanskimi vrtinami pa spremljamo morebitne premike zemljine in hribine. Spregovorili smo tudi o vzrokih za onesnaževanje podzemne vode. Tu so učenci predstavili številne dejavnike in vzroke, ki slabšajo kakovost podzemne vode (promet, razlitje snovi, požari, prekomerna raba fitofarmacevtskih sredstev v kmetijstvu...). Ob osvojenih osnovah vrtin smo od besed prešli k dejanjem. Učencem smo predstavili scenarij terenskega delavca, ki mora na terenu vzeti vzorec podzemne vode iz vrtine in ga predati sodelavcem v laboratoriju. Pred odhodom na teren je potrebno poskrbeti za vso potrebno opremo in pripomočke, ki jih bomo uporabili. V našem primeru smo potrebovali nivometer za meritev gladine nivoja podzemne vode, Hanno S za meritev kemijskih parametrov vode ter ročni vzorčevalnik za zajemanje vode iz vrtine. Sledil je praktičen prikaz uporabe prej omenjene terenske opreme, nato pa so jo učenci še sami preizkusili in uspešno izmerili nivo gladine podzemne vode ter z vzorčevalnikom zajeli vzorec vode. Z meritvijo parametrov zajete vode smo predstavitev vrtine zaključili. Sledil je še kratek ogled novo postavljenih lizimetrov, kjer se bo v kratkem pričelo spremljati novodobno onesnaževalo - mikroplastiko.

V sklopu laboratorijskih analiz kakovosti podzemne vode smo v hidrogeološkem laboratoriju Geološkega zavoda Slovenije učencem predstavili delo v laboratoriju. S prikazom instrumentov za določanje motnosti vode in prisotnosti bakterij v vzorcih vode smo jim želeli predstaviti povezavo med motnostjo vode in prisotnostjo določenih bakterij v vodi ter merilno metodo motnosti vode v primerjavi z opisno oceno videza vode. V ta namen smo učencem pokazali merilnik motnosti. Motnost vode je pokazatelj prisotnosti delcev v vodi. Ta je večinoma povišana na območjih kraških oz. kraško-razpoklinskih vodonosnikov, za katere je značilen hiter odtok podzemne vode po kanalih in razpokah. V takih sistemih se v vodi plavajoči delci (npr. glineni delci, organske snovi) ne zadržijo med zrni, kot je to v primeru medzrnskih vodonosnikov. Motnost vode je zato zlasti ob velikih nalivih in poplavah predvsem problem kraških vodonosnikov. V medzrnskih vodonosnikih se ti plavajoči delci zadržijo med zrni sedimentov. Tok podzemne vode je zaradi toka med zrni počasnejši kot v primeru kraško-razpoklinskih vodonosnikov, motnost pa je manjša. Večja količina plavajočih delcev zmanjšuje prosojnost vode. Motnost lahko spremljamo na primeru rek in potokov ter podzemnih voda. Spremljamo, kako se le-ta spreminja predvsem v odvisnosti od vremenskih dogodkov (obilne padavine in poplave) ali zaradi vpliva človekovih dejavnosti (izpusti odpadnih voda). Višja motnost je velikokrat povezana s povišanim številom bakterij v vodi. Plavajoči delci predstavljajo dodatno površino, na katero se lahko pritrdijo različne bakterije, kot npr. bakterije E. coli, ki so pokazatelj prisotnosti fekalnih odplak. Organski plavajoči delci so lahko tudi vir hranil za razvoj in rast bakterij. Učencem smo predstavili napravo za določanje prisotnosti in števila E. coli in koliformnih bakterij v vzorcu vode ter pokazali, kako se voda obarva, če so le-te prisotne v njej. Pojasnili smo tudi, kakšne so zahteve za kakovost pitne vode in kaj je potrebno storiti, ko distributerji opozorijo na neprimernost uporabe pitne vode zaradi prisotnosti bakterij v vodovodnem sistemu.



Sl. 1. Izobraževalne delavnice (fotografije: Petra Buh).

V sklopu delavnice Georadar je dr. Marjana Zajc predstavila meritve z georadarjem in kaj vse lahko z njim odkrijemo. Gre za neinvazivno geofizikalno metodo, s katero na Geološkem zavodu Slovenije raziskujemo podpovršje brez neposrednega poseganja v okolje. Tako lahko na okolju prijazen način ugotovimo lokacije in globine, kjer nastopajo različni geološki pojavi (npr. kraške jame, spremembe v litologiji, drsne ploskve plazov, razpoke in prelomi) ali pa so zakopani različni predmeti/objekti antropogenega izvora (npr. podzemna infrastruktura – cevi, kabli, tuneli in odprti podzemni prostori). Ker je bil na delavnici poudarek na pomembnosti virov pitne vode, smo si z učenci pogledali, kako lahko s pomočjo georadarja pripomoremo k ohranjanju kakovosti podzemne vode. Najprej smo jim predstavili raziskovalno opremo ter prikazali, kako meritve izgledajo na terenu. Razlaga o delovanju georadarja je bila prilagojena starosti posameznih skupin, kjer so učenci nižjih razredov poslušali precej bolj poenostavljeno razlago, medtem ko so učenci 8. in 9. razredov slišali tudi nekaj fizikalnih izrazov (valovanje, merjenje hitrosti, pretvorba časovne lestvice v globinsko ipd.). Pri možnostih uporabe georadarja smo se osredotočili predvsem na problematiko starih bremen in divjih odlagališč, ki so prepoznana kot resen okoljski problem povsod po svetu, tako v razvitih državah kot tudi v državah v razvoju. V preteklosti se je zaradi bolj ohlapne zakonodaje ter manj restriktivnega nadzora marsikatero onesnaževalo namreč preprosto zakopalo v tla, oziroma zasulo z zemljino. Danes nelegalno odvrženi in zakopani odpadki zaradi neposrednega vnosa onesnaženja ogrožajo kvaliteto podzemnih vod in s tem virov pitne vode. Tveganje predstavljajo tudi sicer legalno zakopana bremena, kjer so nevarne snovi odložene v embalaži, ki z leti razpada in prične spuščati nevarne snovi v okolje. Lokacijo takšne podzemne kontaminacije je možno odkriti z georadarskimi meritvami, prav tako pa pridejo te meritve prav v primerih, ko se želi odkriti mesta odtekanja vode iz poškodovanih vodovodnih cevi v tleh. Učenci so izvedeli še, da se s pomočjo georadarja za potrebe iskanja novih vodnih virov lahko določi tudi globina do gladine podzemne vode, če je le-ta v globinskem dosegu uporabljene opreme. Po predstavitvi opreme in razlagi njenega delovanja so se učenci lahko sprehodili z georadarjem po parkirišču in na ekranu sproti opazovali, kaj se dogaja pod površjem. Videli so posamezne plasti asfaltiranega parkirišča, kaj vidimo, če z opremo zapeljemo čez jašek ter kaj se nam izriše na ekranu, ko prečkamo podzemno vodovodno cev in električno napeljavo. Interes učencev, da sami poizkusijo izvajati meritve, je bil večji pri mlajših generacijah, medtem ko je bilo samo razumevanje o delovanju opreme večje pri starejših učencih.

Izobraževalno-ustvarjalna delavnica Kamnine in barvni pigmenti

Za popestritev geoloških delavnic so učenci v sklopu zadnje delavnice pod vodstvom dr. Teje Čeru svoje vtise iz prej predstavljenih delavnic prenesli na papir. Delavnica je bila zasnovana iz začetnega interaktivnega teoretičnega uvoda, v katerem so bili učenci spodbujeni k razmišljanju, iz česa vse lahko izdelamo pigmente in kako izdelamo barve. Skozi uporabnost različnih geoloških materialov za izdelavo pigmentov so spoznavali lastnosti posameznih mineralov in kamnin, kje jih lahko najdemo v svetu in pri nas in katere so še druge uporabne vrednosti različnih mineralov. Predstavitev je potekala zelo spontano, z vprašanji smo spodbujali otroke k razmišljanju in radovednosti. Pogledali smo si katere kamnine, minerali in tla so primerni za pridobivanje posamezne barve in kako so jih uporabljali že v prazgodovini pri jamskih poslikavah. Otroci so bili seznanjeni o tem, kaj je pigment, kaj vezivo in kakšna veziva so se uporabljala skozi čas. Kako na koncu izdelamo barvo, je bilo prikazano na demonstracijski mizi. Tu so bili predstavljeni kamnine/minerali in pigmenti iz Slovenije (hematit, limonit, tuf, kalcit, blestnik/gnajs) ter nekaj pigmentov od drugod po svetu. Učenci so bili s pomočjo slikovnega gradiva seznanjeni z različnimi materiali iz Slovenije, ki jih lahko srečajo med pohajkovanji po naravi. Kar nekaj jih je že poznalo različne minerale in razliko med mineralom in kamnino, saj imajo svoje lastne zbirke, nekateri pa so presenetili z znanjem o uporabnosti nekaterih mineralov (npr. hematit kot železova ruda). Med spoznavanjem različnih mineralov smo si pogledali tudi tiste, ki so se v preteklosti uporabljali, a se je njihova uporaba v 19. stoletju zaradi toksičnosti opustila (npr. cinabarit, realgar, avripigment). Po uvodnem delu so bili otroci razporejeni v skupine, kjer so na plakate z naravnimi barvami slikali utrinke geološko obarvanega dne. Najbolj navdušeni so bili nad modrim pigmentom iz azurita, saj je bil ta na njihovi paleti tudi najbolj redek – modri naravni pigmenti so namreč že od nekdaj veljali za ene najbolj redkih in zato tudi najdražjih pigmentov. V tem delu so imeli učenci čas za sprostitev in prikaz novo osvojenega znanja z likovnim izražanjem. Ustvarjene plakate otrok smo za nekaj časa izobesili na naše hodnike, da jih malo popestrijo in vnesejo nekaj otroškega duha tudi v naše vsakodnevno delo.



Sl. 2. Izobraževalno-ustvarjalna delavnica (fotografije: Petra Buh, Rada Peternel Rikanović, Teja Čeru).

Zaključki

Na koncu so učenci izpolnili ankete, ki smo jih pripravili zato, da pridobimo povratne informacije o izvedbi, vsebini, jasnosti in razumljivosti predstavljenih delavnic. Na podlagi tega bomo v prihodnje lažje snovali in načrtovali ter izpopolnjevali geološke delavnice za otroke različne starosti. Naši vtisi po delavnici so bili pozitivni, otroci so pokazali kar nekaj interesa za geološke vsebine in so bili med potekom delavnic aktivno vključeni z vprašanji. Kljub dokaj velikemu starostnemu razponu učencev, se da delavnice z nekaj prilagoditvami uspešno izvesti. So pa bile seveda nekatere vsebine primernejše za mlajše in nekatere za starejše otroke. Na motivacijo posameznika vpliva njegovo lastno zanimanje za posamezno področje, zato smo pri snovanju delavnic pokrili različne vsebine, da bi vsak v dnevu našel kaj zase in odnesel delček geologije s seboj v svoje vsakdanje življenje.