

# Geološka delavnica za osnovne šole

## Geological workshop for primary schools

Nina RMAN

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: nina.rman@geo-zs.si

Prejeto / Received 28. 4. 2010; Sprejeto / Accepted 18. 5. 2010

*Ključne besede:* geologija, osnovna šola, učna delavnica, petrologija, mineralogija, paleontologija, hidrogeologija, poskus

*Key words:* geology, primary school, learning workshop, petrology, mineralogy, paleontology, hydrogeology, test

### Izvleček

Sistematičnega poučevanja geologije v osnovni in srednji šoli v Sloveniji (še) ni. V osnovni šoli so geološke teme razdrobljene med več predmetov in razredov, zato jim je več pozornosti namenjene le v primeru izvajanja izbirnega predmeta ali geološkega krožka. S pomočjo Geološkega zavoda Slovenije že nekaj let uspešno izvajamo delavnico za osnovnošolce, ki je namenjena popularizaciji geologije. Z njo se učenci seznanijo s prepoznavanjem kamnin, mineralov in fosilov ter z lastnostmi vode.

### Abstract

Systematical teaching of geology is (yet) not established in primary and secondary school in Slovenia. In primary school, geological topics are divided among numerous subjects and levels therefore they receive more attention only if alternative courses or geological circles are realized. With help of the Geological Survey of Slovenia we have been successfully performing a geological workshop for primary school pupils aiming to popularize geology. With it pupils are acquainted with methodologies for identification of rocks, minerals, fossils and properties of water.

### Uvod

Spoznavanje geologije v osnovni šoli v Sloveniji je razdrobljeno med več predmetov (MAJČEN, 2003), geološke vsebine pa se izvajajo tudi v nekaterih Centrih šolskih in obšolskih dejavnosti. Prve informacije o kamninah in mineralih učenci pridobijo v 6. razredu pri naravoslovju, nadaljujejo v 7. razredu pri geografiji (vulkani, potresi, kras), v 8. razredu pri geografiji (tektonika, rude, podzemne vode) in biologiji (fosili) ter v 9. razredu pri geografiji Slovenije (kamnine, kras, geološka karta, tektonika). Zaradi uvrstitve v tretjo triado se zanimanje in sposobnost opazovanja narave učencev predolgo zanemarja, medtem ko nesistematično podajanje snovi otežuje nadgrajevanje že doseženega geološkega znanja. Kjer v učni literaturi obstaja neuskklajena in neprimerna raba geoloških terminov (POPIT, 2005), bi jo morali na podlagi obstoječega Geološkega slovarja (PAVŠIČ, 2006) odpraviti. Za primerjavo naj omenim, da se v Mednarodni OŠ Danile Kumar v Ljubljani že učenci 2. razreda pri temi *How the world works* seznanijo s kamninami in minerali, njihovim nastankom in uporabo, v 5. razredu pri spoznavanju evolucije pa s fosili (INTERNETNI VIR 1).

Predstavitev geologije je v veliki meri prepuščena iznajdljivosti in razgledanosti učiteljev, ki

se pogosto ne čutijo dovolj strokovno podkovani za uporabo praktičnih pripomočkov (npr. zbirk kamnin in mineralov, pH metra) ali nimajo znanja za prikaz določenih geoloških pojavov.

Namen predstavljene delavnice je pokazati, da lahko s preprostimi metodami in relativno poceni pripomočki opazujemo, poskušamo in določamo najrazličnejše naravne snovi. Primerna je za osnovne šole brez geoloških krožkov, a tudi takim morda poda kakšno idejo. Služi kot dopolnilo rednega pouka in izkustveno sredstvo za spoznavanje pestrosti narave.

### Izvedba delavnice

Delavnica je primerna za učence od 3. do 9. razreda osnovne šole, pri čemer se zahtevnost nalog in razlaga opazovanih pojavov prilagodi njihovi sposobnosti. Zasnovana je tako, da jim približa delo terenskega geologa, torej osnove petrologije, mineralogije, paleontologije in hidrogeologije. Za izvedbo potrebujemo dovolj vzorcev kamnin, mineralov in fosilov ter nekatere tehnične pripomočke (10% raztopino HCl, povečevalna stekla, pH lističe, pH meter, merilec prevodnosti vode ipd.). Delavnico lahko izvedejo učitelji sami, zaradi razpolaganja s primernimi vzorci in drugo opremo pa

je priporočena prisotnost študentov geologije ali geologov. Trenutno delavnico izvajamo pod okriljem Geološkega zavoda Slovenije in s pomočjo študentov geologije, ki tako opravijo del študijske prakse. Izvedenih je bilo že 15 delavnic na osmih šolah, od tega 3 v angleškem jeziku na mednarodni šoli v Ljubljani.

Namen geološke delavnice je, da učenci osvojijo osnovne pojme o poimenovanju in določanju kamnin, mineralov in fosilov ter postanejo pozorni na kvaliteto pitne vode. Metode dela so opazovanje, primerjanje, opisovanje, merjenje, itd., opažanja pa učenci vpisujejo na delovne liste. Poudarek je na neformalnem podajanju snovi in subjektivnem izkustvu, saj tako učenje poteka lažje in boljše.

Na začetku delavnice učence seznanimo z osnovnimi terenskimi pripomočki geologov, izmed katerih nekatere kasneje uporabijo za reševanje nalog. Vsekakor pokažemo posebno oblikovano geološko kladivo, lupe z različno povečavo, geološko karto (BUSER & DRAKSLER, 1999), geološki kompas in varnostno opremo (očala, rokavice, čelada) ter kako se ravna z nabranimi vzorci. Po predstavitvi učenci, razdeljeni v štiri skupine, spoznavajo posamezni tematski sklop, npr. 20–30 minut za vsakega. Zadnjih 20 minut delavnice namenimo utrjevanju opazovanega. Učenci naj skupaj ali po skupinah kritično razmišljajo o novih spoznanjih, pri čemer jih usmerjamo z vprašanji, kot so:

- Kako vemo, da je vzorec stalagmit in ne stalaktit?
- Razvrsti kamnine po številu in velikosti mineralov,
- Kateri mineral reagira s kislino, ali razi steklo, ali je magneten?
- Kateri deli organizmov se pri fosilih največkrat ohranijo?
- Kako se obarva indikatorski papir v kisli in kako v alkalni raztopini?

### Petrologija

Osnovno delo geologa je prepoznavanje kamnin, zato za delovni sklop o petrologiji potrebujemo vsaj 10 različnih vzorcev kamnin. Predstavljajo naj vse glavne skupine, torej magmatske, metamorfne in sedimentne kamnine. Naslednji predlogi so kamnine, ki jih lahko naberejo v Sloveniji. Magmaške globočnine predstavljata granodiorit ali tonalit s Pohorja, predornine andezit s Smrekovca ali keratofir z Jezerskega, žilnine pa pegmatitne ali aplitne žile v tonalitu. Metamorfni gnajs in skrilavec najdemo v okolici Črne na Koroškem, medtem ko blestnik na Pohorju. Sedimentne kamnine so v Sloveniji zelo dostopne. Apnenec s fosili je zanimiv na Krasu, dolomit je tipičen v Baški grapi, klastične kamnine kot npr. muljevec in peščenjak na Obali ali v Halozah, breča v Dovžanovi soteski in konglomerat v terasah ob reki Savi. Določenih kamnin, npr. bazaltne lave, obsidiana in plovca, v Sloveniji ni. Zato jih kupimo na sejmu ali naprosimo kamnoseka za ostanke pri izdelavi okenskih polic, nagrobnih kamnov ali tlakovcev.

Vsak vzorec kamnine naj bo opremljen z imenom in vrsto nastanka (npr. apnenec, sedimentna kamnina). Kamnine se makroskopsko razlikujejo predvsem po barvi in strukturi, učenci pa naj spoznajo tudi njihove druge fizikalno-kemične lastnosti. Opišejo naj barvo, specifično težo, hrupavost, odpornost proti lomljenju, število mineralov, njihovo obliko in velikost. Preverijo naj ali kamnina plava na vodi, vsebuje fosile in reagira z 10 % raztopino HCl.

Barvo kamnin in mineralov učenci določijo subjektivno (npr. temno zelena), v kolikor pa je na voljo Munsellova barvna karta (BOULDER, 1995) naj učenci višjih razredov poskusijo določiti vsaj en vzorec po karti. Pomen barvne karte je v njeni objektivnosti, saj so barve standardizirane glede na ton, nasičenost in svetlost. Specifično težo vzorca je najpreprosteje določiti s subjektivnim 'tehtanjem' na roki in primerjanjem z drugimi vzorci, kajti izrazito lahki vzorci (plovec) in težki vzorci (cinabarit, galenit) jasno odstopajo. V kolikor je na razpolago dovolj časa, se lahko izvede preprost poskus z newtono metrom (FARNDON, 2007, str. 47). Število mineralov v kamnini učenci določijo okvirno, glede na količino različno obarvanih zrn (npr. bela, zelena, črna), pri čemer kot obliko opišejo: okrogla, oglata, 6-kotna, ipd. Pri velikosti zrn ponudimo možnosti: zrna niso vidna (steklena osnova kot pri obsidianu in plovcu, ali pa so mikroskopska), enako ali različno velika (izmerijo, podajo razpon). Razredčena kislina HCl reagira le s kalcitom, zato so šumenje in mehurčki dokaz, da kamnina vsebuje mineral kalcit. Burna reakcija je značilna za apnenec, manj burna za laporovec. Ker kislina poškoduje sluznico in draži kožo, naj z njo ravnajo le odrasli. Shranjena mora biti v kapalki, na vzorec nanešena previdno in po oceni reakcije obrisana s papirnato brisačko.

Poleg opisovanja kamnin poudarimo pomen njihovega pravilnega in sistematičnega zbiranja. Učence spodbudimo, da za izbran vzorec napišejo kartotečni listič za zbirko, ki mora vsebovati podatke o: zaporedni številki vzorca, imenu in tipu kamnine, lokaciji najdišča, geološki starosti kamnine, kdaj in kdo je našel vzorec ter opis morebitnih posebnosti.

### Mineralogija

Zbirko lahko učenci ustvarijo tudi z minerali, a najprej morajo le-te med seboj ločevati. Tudi pri tej skupini potrebujemo vsaj 10 različnih, dovolj velikih (vsaj 1–2 cm) in ne dragocenih vzorcev. Zaradi barve in sijaja priporočam pirit in galenit, zaradi barve črte na porcelanu realgar, kuprit, malahit in baker, zaradi specifične teže cinabarit, zaradi trdote lojevec, halit (kameno sol), fluorit, ortoklaz, kremen in korund, zaradi prosojnosti sardo in muskovit, zaradi reakcije s kislino pa kalcit. Kot primer organskega minerala služi jantar, ki plava v slani vodi, se ob drgnjenju naelektri in ob gorenju sprošča dišeč vonj po iglavcih.

Preprosto določljive so naslednje fizikalne lastnosti mineralov: magnetnost, specifična teža in tr-

dota. Tudi optične lastnosti, kot so barva, barva črte na porcelanu, prosojnost in sijaj, so primerne za opisovanje. Seveda vedno poskusijo reakcijo minerala s kislino.

Magnetnost učenci dokažejo, če se vzorec in magnet privlačita. Trdota mineralov je opisana s primerjalno Mohsovo lestvico. Za okvirno določanje trdote zadostujejo bakren kovanec, steklena ploščica, (svoj) noht in kristal kremenca. Najprej poskusijo ali noht, kovanec in kremen razijo vzorec ter ali vzorec razi stekleno ploščico. V prvem primeru je trdota največ 2, v drugem 3, v tretjem 7, če pa vzorec razi steklo ima trdoto 7 in več. Vzorce razijo tudi med seboj, vedno domnevno mehkejšega s tršim. Na podlagi ugotovitev jih razvrstijo od najmehkejšega do najtršega. Barva črte na porcelanu je pomembna, ker je enoznačna tudi za različno obarvan mineral. Določijo jo tako, da po njem podrgnejo z vzorcem. Za porcelan lahko uporabimo keramične električne izolatorje, nebrušen del porcelanastih stenskih ploščic ali kuhinjskega porcelana. Mineral opišejo kot prozoren, če skozenj vidijo (berejo) ne glede na njegovo debelino. Prosojen preseva svetlobo, skozenj pa vidijo le, kadar je dovolj tanek. Skozi neprosojne minerale ne vidijo. Pri sijaju je dovolj, da razlikujejo med očitnimi: steklast, kovinski, peščen, masten,...

Minerali so zaradi značilnih pojavnih oblik in barv zelo primerni za urejanje v zbirke, zato učence seznanimo, da mora dobra zbirka za vsak vzorec posebej vsebovati podatke o: zaporedni številki vzorca, imenu in mineralni skupini, njegovi kemijski sestavi, nahajališču in imenu formacije v kateri je najden, kdaj in kdo ga je našel ter opis morebitnih posebnosti.

### Paleontologija

Še bolj kot bleščeči minerali učenčevu domišljijo burijo fosilizirani organizmi. Zelo težko jim bomo pokazali prave dinosavrove stopinje, a kakšna kost paleolitskega medveda ali zob morskega psa sta prav tako zanimiva. Za ta sklop torej potrebujemo vsaj 10 primerkov fosilov v različnih sedimentnih kamninah. Morda jih naberejo in določimo sami (pri čemer ne ropamo zaščitnih najdišč in redkih fosilov!!!), najlaže pa se je z njimi oskrbeti na sejnih. Izmed fosilov izberejo različne preseke školjk, polžev, amonitov, koral, morskih lilij, ... Zanimivi so tudi planktonski organizmi, foraminifere, alge, mahovi in drevesni listi v lehnjaku ter najrazličnejši deli rastlin v premogu. Pokažemo lahko tudi ihnofosile oz. sledove življenja (ostanki lazenja, hoje, prehranjevanja), jantar z ujetimi žuželkami in dendrite/psevdo-fosile/lažne fosile (mineralne tvorbe podobne fosilom). Za primerjavo naj kakšen vzorec vsebuje mikrofosile (vidni le z lupo), preostali pa naj bodo dovolj veliki za opazovanje.

Pri vzorcih je pomembno, da poleg imena fosila napišemo tudi vrsto kamnine. S tem učenci spoznajo, da se fosili nahajajo v raznovrstnih sedimentnih kamninah ter da so apnenci v Sloveniji najpogostejši nosilci fosilov in izredno različne-

ga videza. Učenci določijo vrsto fosila, življenjsko okolje organizma, starost kamnine ter ostale lastnosti fosila (velikost, barvo, prerez, hrapavost, reakcijo s kislino) ter kamnine (barvo, hrapavost, reakcijo s kislino).

Vrsto fosila določijo na podlagi oblike, velikosti in ohranjenosti lupine. Ločujejo med odtisom oz. kamenim jedrom (ohranjen odtis notranje ali zunanje lupine), lupino, sledovi fosilov (oblika kaže na lazenje, plazenje ipd.), inkrustacijo (organizmi so prevlečeni s skorjo – lehnjak), ... Za velikost izmerijo njegov najdaljši preseki. Za lažjo predstavo naj uporabijo priročnike, ki prikazujejo fosile (Pavšič, 1995).

Namen te skupine je, da učenci spoznajo enkratnost in neponovljivost fosilov ter njihovo vlogo za določanje starosti kamnin in življenjskega okolja (BAVEC, 1999). Poudarimo tudi pomen njihove ohranitve za naravno dediščino. Zbirka mora vsebovati podatke o: zaporedni številki vzorca, vrsti in rodu fosila, njegovi starosti, natančnem opisu nahajališča, kamninski formaciji, času najdbe in najditelju ter morebitne posebnosti.

### Hidrogeologija

Ko učenci izvedo, da se geologi ukvarjamo tudi z raziskovanjem (podzemne) vode, so nemalokrat presenečeni. Vendarle pa je zaradi zanimive metodologije dela hidrogeološka skupina običajno najbolj priljubljena. Na voljo naj bodo vzorci vode, ki se uporablja v gospodinjstvu in je nenevarna za zdravje. To so npr. slana in sladka voda, voda s sodo bikarbono, voda s citronko, alkoholni ali jabolčni kis, voda iz pipe, deževnica, snežnica ali destilirana voda ter nekaj pijač, tudi gaziranih (npr. voda z limono, ledeni čaj, kokakola, fanta, jabolčni sok). Dodamo tudi neoznačen vzorec (enak enemu izmed označenih), ki ga učenci s pomočjo rezultatov preostalih testov določijo sami.

Učencih sprva opišejo vonj, barvo in motnost vzorca, in če je le mogoče še okus. Sledi določanje temperature, elektroprevodnosti in kislosti vzorca. Zadnja dva parametra glede na razumevanje določijo z različno natančnostjo (indikatorski lističi, pH meter).

Vonj določijo kot: brez vonja, oster, dišeč, 'po kisu', ... Barva in motnost sta subjektivni oceni, opozorimo pa na vpliv debeline kozarca. Določanje okusa je izredno dobro sprejeto, a se zaradi velikega števila učencev le redko izvaja. Ker so nekatere raztopine in alkoholni kis izrazitega okusa, učence izrecno opozorimo, da vzorcev ne pijejo ter usta poplaknejo s pitno vodo. Temperaturo vode merijo sočasno s prevodnostjo raztopine, saj sta obe vrednosti podani na merilcu elektroprevodnosti vode. Visoka prevodnost vzorca kaže na veliko raztopljenih snovi (elektrolitov). Manj natančen, a nič manj zanimiv je poskus penjenja milnice (INTERNETNI VIR 2). V posamezno epruveto nalijemo nekaj centimetrov vzorca (volumen oz. višina naj bo v vseh epruvetah enaka) in vanjo dodamo po eno kapljico detergenta za pomivanje posode. Epruveto zamašimo, učenci pa jo stresejo in iz-

merijo višino pene. Višja kot je pena vzorca, manj raztopljenih snovi vsebuje oz. mehkejša je voda. Najpomembnejši pojem, ki ga učenci osvojijo pri tem sklopu je kislost vzorca. Tisti, ki še niso seznanjeni s pojmom pH, naj za določanje kislosti uporabijo indikatorske lističe s pripadajočo skalo. Najprej določijo barvo lističa, zatem iz barvne skale odčitajo vrednost pH. Tisti, ki pojem kislosti in alkalnosti vode že poznajo, lahko uporabijo pH meter, s čimer vrednost pH določijo zelo natančno, in jo primerjajo z natančnostjo določitve z barvnimi indikatorji. Pri meritvah poudarimo, da je za pitje priporočljiva nevtralna pijača, medtem ko imajo gazirane pijače običajno zelo nizek pH.

### Diskusija

Opisana delavnica je nastala na željo učiteljske razrednega pouka, ki je hotela svojim učencem pokazati kamnine iz učnega načrta. Z njo učence seznanimo s štirimi pomembnimi vejami geologije: petrologijo, mineralogijo, paleontologijo in hidrogeologijo. S prikazom 'osnovnega znanja in delovanja' geologov se poznavanje geologije kot véde širi in popularizacija lahko le pozitivno pripomore k spoznavanju njenega pomena za raziskovanje in ohranjanje naravnega okolja.

Preproste raziskovalne metode ter dostopni pripomočki so primerni, da jih učenci uporabijo pri svojem raziskovanju tudi kasneje. Zahtevnost opazovanja pri posameznem sklopu je potrebno prilagoditi starosti in znanju učencev. Na podlagi izkušenj menim, da je pri mlajših najboljše spodbujati subjektivno opisovanje lastnosti. Če opišejo plovec kot *lahek luknjičast bel kamen, ki plava na vodi in ne reagira s kislino* ter ga narišejo, si ga takorekoč za vedno zapomnijo. Nasprotno so učenci zadnje triade sposobni bolj kritičnega in natančnega razmišljanja, zato jih motivira znanstveno opisovanje kot *lahka kamnina bele (5 B 9/1) barve s stekleno osnovo, plava na vodi zaradi nepovezanih por in ne reagira s kislino, ker ne vsebuje kalcita*. Spodbujati je potrebno tudi uporabo priročnikov, s katerimi lahko določijo npr. starost fosila (PAVŠIČ, 1995), vrsto minerala (VIDRIH & MIKUŽ, 1995), ipd. Pri hidrogeološki skupini spodbudimo razmišljanje o kemijski sestavi vzorcev, tako da na kozarce napišemo kemijske formule raztopljenih snovi in z danimi vzorci prikažemo mehčanje vode ter preproste reakcije nevtralizacije. Poleg predstavljenih poskusov je na voljo še veliko drugih, ki ponazarjajo različne mineraloške pojave, kot so npr. raztapljanje apnenca v kokakoli/vodi iz pipe, sedimentacija tal v kozarcu za vlaganje, izdelava 'sobnega vulkana' (INTERNETNI VIR 3), rast minerala iz raztopine (BAVEC, 1998). Če je na voljo dovolj časa, jih lahko tudi vključimo v delavnico.

Največjo težavo pri izvedbi delavnice običajno predstavljajo primerni in raznoliki geološki vzorci. Kot omenjeno, jih z malo angažiranosti naberemo sami v naravi ali kupimo na sejmskih dogodkih (marčevska Collecta v Ljubljani, majski MINFOS v Tržiču, novembrski Mineralien Tage v Münchnu) ali pa se obrnemo na kamnoseke. Velikost delav-

nih skupin je posledično omejena predvsem s številom vzorcev za opazovanje. Za optimalen potek delavnic je priporočljivo 5 učencev na skupino. Seveda jih je lahko tudi več, a v tem primeru naj ima vsaka skupina svojega demonstratorja.

### Zaključek

*Na mladih svet stoji*, zato je pomembno, da učenci spoznajo pomen geologije za vsakdanje življenje. Naj izvedo, kdo rešuje probleme s plazenjem zemljin, iskanjem mineralnih surovin, razlago okamenelih školjk ali upravljanjem s pitno vodo. Če bodo prepričani o enkratnosti geoloških pojavov, geološkem bogastvu Slovenije in pomenu njihovega varovanja, bo cilj delavnice izpolnjen. In kdo ve, morda kateri izmed učencev postane geolog(-inja).

### Literatura

- BAVEC, M. 1999: Kamnine skrivajo okamenelo življenje. *Otrok in družina* (Ljubljana) 3: 46–47.
- BAVEC, M. 1998: Jajce je podobno jajcu. Ali je tudi kamen podoben kamnu? *Otrok in družina* (Ljubljana) 10: 46–47.
- BOULDER, 1995: Rock-color chart with genuine Munsell color Chips. Geological Society of America.
- BUSER, S. & DRAKSLER, V. 1999: Geološka karta Slovenije – Šolska karta 1 : 500 000. Geodetski zavod Slovenije in Založba Mladinska knjiga (Ljubljana).
- FARNDON, J. 2007: The Complete Guide to Rocks & Minerals. Anness Publishing 1–256.
- MAJČEN, T. 2003: Geologija v osnovnošolskih programih. V: Horvat, A. (ed.): Geološki zbornik 17, OG NTF (Ljubljana): 110–115.
- PAVŠIČ, J. 1995: Fosili, Zanimive okamnine iz Slovenije. Tehniška založba Slovenije (Ljubljana): 1–139.
- PAVŠIČ, J. (ed.) 2006: Geološki terminološki slovar. Založba ZRC, ZRC SAZU (Ljubljana): 1–331.
- POPIT, S. 2005: Geologija v šoli. V: Horvat, A. (ed.): Geološki zbornik 18, OG NTF (Ljubljana): 100–103.
- VIDRIH, R. & MIKUŽ, V. 1995: Minerali na Slovenskem. Tehniška založba Slovenije (Ljubljana): 1–379.
- INTERNETNI VIR 1: dostopno 1. 4. 2010 na: <http://en.os-danilekumar.si/>
- INTERNETNI VIR 2: dostopno 1. 4. 2010 na: [http://www.osbos.si/e-kemija/e-gradivo/6-sklop/trdota\\_vode.html](http://www.osbos.si/e-kemija/e-gradivo/6-sklop/trdota_vode.html)
- INTERNETNI VIR 3: dostopno 1. 4. 2010 na: <http://spikesworld.spike-jamie.com/science/liquids/index.html>; [http://pages.interlog.com/~wrenfolk/edu\\_exp.html](http://pages.interlog.com/~wrenfolk/edu_exp.html); <http://ga.water.usgs.gov/edu/mearth.html>; <http://www.earth.ox.ac.uk/~oesis/micro/index.html>; <http://spikesworld.spike-jamie.com/science/geology/index.html>