

Miloš Bavec

ZGODBE IZ PODZEMLJA

Geologija za vse otroke

Ilustracije Tina Žen

Vsebina



Kako je nastal naš planet in kako je jabolko pomagalo,
da to vemo 2

Kdo brska po našem planetu (in predvsem čemu) in kaj
vemo o starosti (vsega)? 7

Minerali in kamnine 14



Sledi življenja v kamninah 21

Vulkani in tektonika 27

Potresi 34

Ledeniki, ledena doba in podnebne spremembe 40

Kdo so bili naši praprapra...pradedki 47

Kaj pa prihodnost? 53



KAKO JE NASTAL NAŠ PLANET IN KAKO JE JABOLKO POMAGALO, DA TO VEMO

Ali so Zemljo ustvarile čarovnice?

Buum, je reklo, in Vse se je začelo. Najprej so nastali vesolje in sonca, pa planeti z Zemljo vred, najprej žareči in vroči, potem vse hladnejši, in na Zemlji se je v nekakšni župasti vodi razvilo prvo življenje in se je razvijalo in razvilo vse do ljudi, trenutnih zmagovalcev planeta. Vmes pa še cel kup vulkanov, meteoritov, dinozavrov, potresov. Kako to vemo? Ker so to ugotovili znanstveniki, raziskovalci, začeli pa so ... kako že?

Zgodbice o nastanku vsega, kar nas obdaja, vesolja in z njim tudi Zemlje, so že od pradavnih časov burile domišljijo naših prednikov. Ob tabornih ognjih so si v dolgih večerih pripovedovali zgodbe o čarovnicah in demonih, ki so ustvarili Zemljo, pa o ogromni kači, ki je zamahnila z repom in ustvarila rečne doline, pa o vseh mogočih dobrih in slabih vilah, vražičkih, hudičkih in še in še. Domišljije ljudem pri iskanju odgovorov na velika vprašanja nikoli ni manjkalo. In ravno domišljija je tista, ki znanstvenike še danes velikokrat pripelje do najpomembnejših spoznanj. Tudi pri razlaganju nastanka našega planeta jim je bila v pomoč.

Žal so bili v preteklosti tudi časi, ko so ljudi z domišljijo preganjali. Posebno hudo se je nekaterim godilo v srednjem veku, ki mu radi rečemo kar obdobje mračnjaštva. Takrat se je marsikomu, ki je preveč na glas razmišljal o naravi, zgodilo, da so ga enostavno sežgali na grmadi, pred tem pa so ga navadno še malo mučili na natezalnici. Kljub temu so ljudje razmišljali naprej, čeprav so morda o tem nekoliko manj govorili. Ob tem so se odgovori porajali kar sami. Ljudje so bili vse bolj prepričani, da Zemlja ni v središču vesolja, da ni ploščata, ampak kroglasta, da se vrti ...



Za vse je krivo jabolko!



Še pred letom 1700 se je po angleškem parku sprehajal imenitno oblečen gospod. Bilo je vroče, in se je odločil, da se bo malce ohladil v senci mo- gočne jablane. Ko je, naslonjen nanjo, ravno malce zadremal, je z drevesa naravnost na njegovo glavo padlo veliko zrelo jabolko. Na srečo ta glava ni bila kakšna neumna betica, temveč je bila pritrjena na vrat zelo pame- tnega gospoda, ki so ga klicali Isaac Newton, kasneje s plemiškim nazivom Sir Isaac Newton.

In Sir Isaac je začel razmišljati. Le zakaj jabolko vedno pade navzdol, ne pa vstran ali navzgor? In je razmišljal in razmišljal in razmišljal in končno se mu je posvetilo: Zemlja privlači vse manjše predmete ter živa bitja na njej in v njeni bližnji okolici. Jabolko torej ne pade dol, ampak proti Zemlji, natanč- neje v smeri njenega središča. In je spet razmišljal in prišel do ugotovitve, ki je popolnoma spremenila pogled takratnih znanstvenikov na svet. Ugo- tovil je, da ni samo Zemlja tista, ki privlači manjše predmete, ampak da to



Isaac Newton je našel navdih za rešitev problema sile težnosti, ko mu je na glavo padlo jabolko.

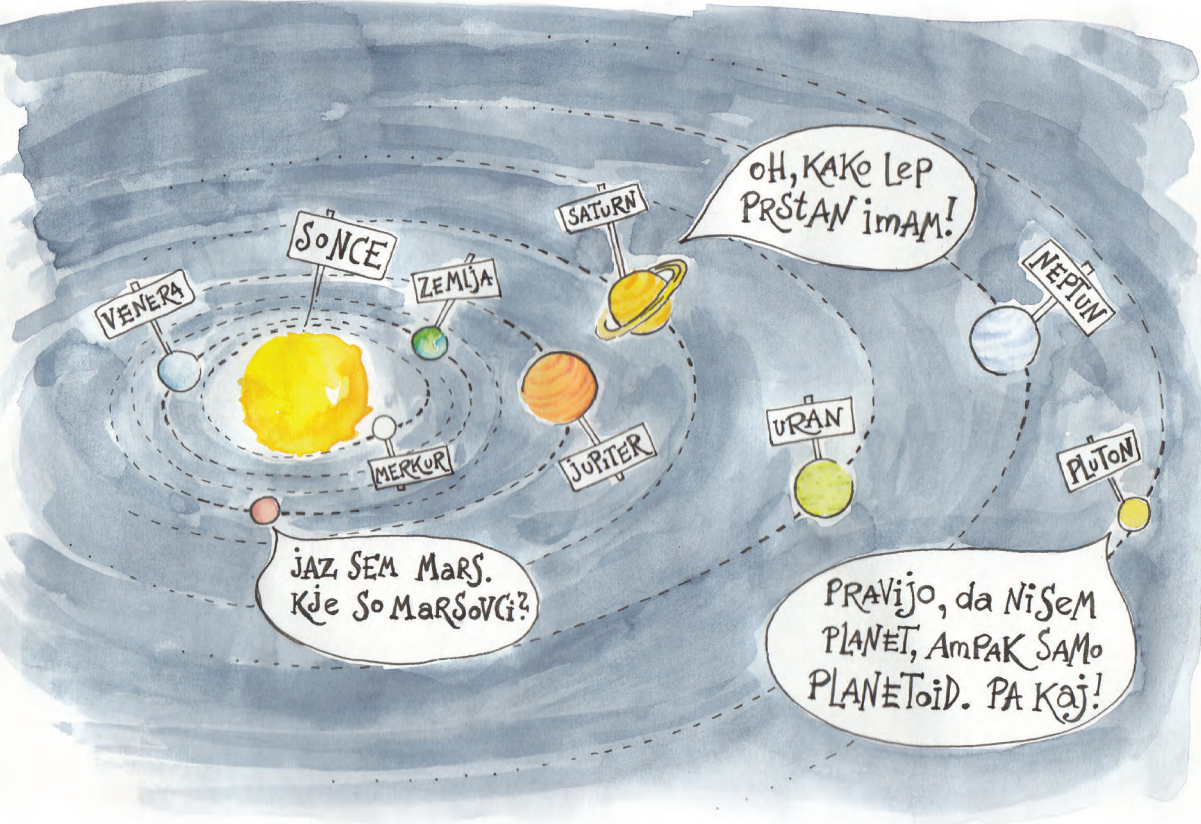
velja za vse velike reči. Sonce privlači planete, planeti privlačijo svoje lune – in končno: velik predmet privlači manjšega. Silo, ki je za to kriva in deluje podobno kot nekakšen magnet, je poimenoval sila težnosti. Rečemo ji lahko tudi sila privlačnosti. Ravno ta sila je »kriva« za to, da se lahko sprehodimo okrog in okrog naše Zemlje, ne da bi na »spodnji strani« padli z nje in odleteli v vesolje.

Kaj ima torej sila privlačnosti skupnega z nastankom planetov? Zelo veliko. Vesolje je (recimo tako) nastalo ob velikem poku, pred štirinajstimi milijardami let. Kmalu po tem je nastal nekakšen gromozanski oblak delcev, ki se je verjetno vrtel okrog svoje osi. Med vrtenjem so se prašni delci zaradi privlačne sile med njimi začeli zbirati v kroglaste gmote, od katerih so se sčasoma odcepile nekatere manjše krogle. Vse te velike gmote so se še naprej manjšale in stiskale (ker so delci z obrobja zaradi privlačne sile na vsak način želeli proti središču) in končno so iz njih nastali sonca, planeti in druga nebesna telesa.

Ali je sonce eno samo?

Res je Sonce, ki greje naš planet, samo eno, vendar je v vesolju kar nekaj milijard nebesnih teles, ki so podobna našemu soncu. Tista najbližja lahko ob jasnih nočeh opazujemo na nebu in jim rečemo zvezde. Da, zvezde, razen nekaterih izjem, niso nič drugega kot zelo oddaljena sonca. Okrog vsakega je razporejenih nekaj planetov. Sila privlačnosti jim preprečuje, da bi odleteli stran v globine vesolja, in tako lepo in vztrajno krožijo okrog njega.



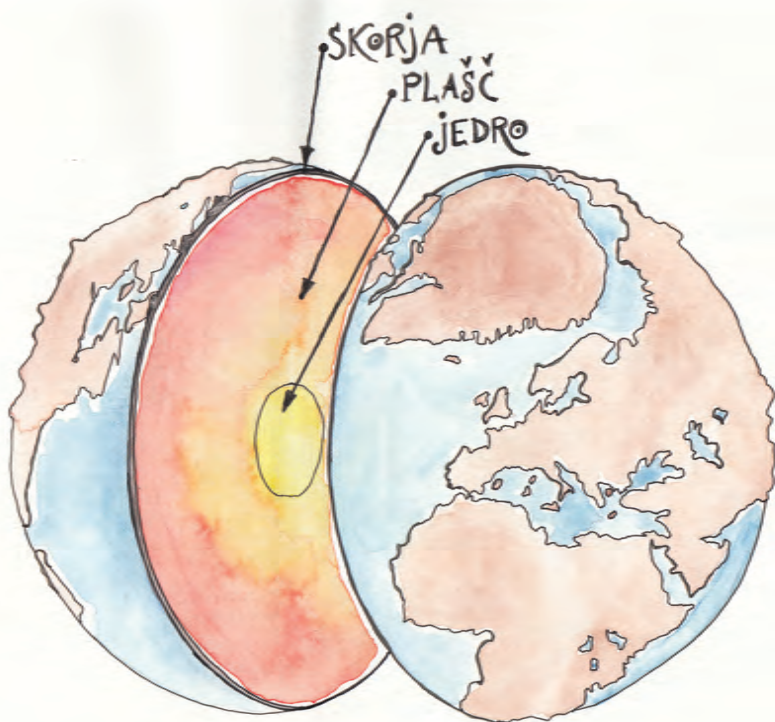


V našem osončju kroži okrog sonca osem planetov. Tistim, ki so bliže Soncu – Merkurju, Veneri, Zemlji in Marsu – rečemo notranji planeti, tistim bolj oddaljenim – Jupitru, Saturnu, Uranu in Neptunu – pa zunanji planeti.

V notranjosti Zemlje je vroče. Res vroče!

Tudi pri nastajanju Zemlje je imela, tako kot pri nastajanju drugih planetov, glavno vlogo sila težnosti ali sila privlačnosti. Dokler je bila vse ena sama žareča krogla, so najtežji delci še kar zlahka potonili v središče, lažji pa so ostajali bliže površine. Ker želijo delci tudi dandanes potovati proti središču Zemlje, prostora zanje pa ni več, je tam nastal ogromen pritisk, ki bi lahko spremenil v palačinko tudi najtršo stvar na svetu. Poleg tega je tam tako neznosno vroče, da se z lahkoto topijo tudi kamnine in kovine. Velik del Zemljine notranjosti je torej tekoč. Na površju to dokazujejo vulkani, ki ponekod bruhajo raztopljeno lavo iz notranjosti Zemlje. Tam se ohladi in spremeni v trdno kamnino.

Trdna tla pod našimi nogami, ki jim rečemo zemeljska skorja, so sestavljena iz trdnih kamnin. Le za kakšnih štirideset kilometrov (zelo približno) v globino jih je. Skorja plava na kamninah plašča in trdnega jedra, ki skupaj sestavljajo kar naslednjih 6000 kilometrov do središča našega planeta. Trdna skorja je torej le tanka lupina, ki jo še najlažje primerjamo z jabolčno (pa smo spet pri jabolku), le da v notranjosti Zemlje ni sladkega in sočnega posladka, temveč neprijazni in razbeljeni kraji, kjer ne morejo preživeti niti kamni.



Notranjo zgradbo Zemlje lahko opišemo še nekoliko natančneje: kot je narisano na sliki. V sredini je približno 3500 km jedra (polmer), ki ga sestavljata notranje (trdno, 4500 °C) in zunanje jedro (tekoče, 3200 °C). Navzven sledi plašč (niti čisto zares trden niti zares tekoč), ki je prav tako sestavljen iz notranjega (1800 °C do 2800 °C) in zunanjega (700 °C do 1300 °C) dela, debel pa je približno 2900 km. Na njem plava trdna skorja, po kateri hodimo in ki je debela le od 5 (!) do 70 km. Polmer našega planeta je približno 6370 km. Zakaj približno? Ker je zaradi hitrega vrtenja Zemlja malce sploščena. Tako je na ekvatorju njen polmer menda natančno 6378,16 km, med poloma pa so njen polmer izmerili na 6357,72 km. Hm, kaj pa gore?

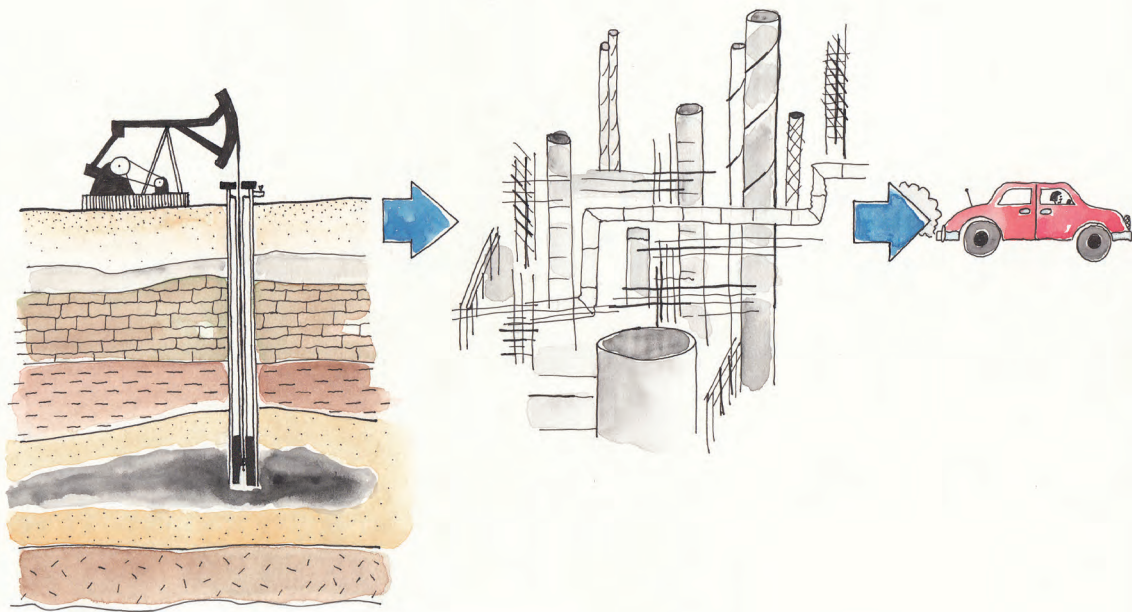
- ♦ Zemlja je začela nastajati takrat kot ostalo vesolje – ob velikem poku
- ♦ Pri nastajanju Zemlje in vesolja je pomembno vlogo odigrala sila težnosti
- ♦ Trdna skorja je kot tanka lupina okrog debele, vroče in v globini slabo poznane Zemljine notranjosti

KDO BRSKA PO NAŠEM PLANETU (IN PREDVSEM GEMU) IN KAJ VEMO O STAROSTI (VSEGA)?

Z matematiko se ukvarjajo matematiki, s kemijo kemiki, z glasbo glasbeniki, s športom športniki ... Kdo pa se ukvarja z našo dobro staro materjo Zemljo? Kdo so tisti, ki se potikajo po grmovju, s kladivi razbijajo kamne in si jih potem ogledujejo s povečevalnimi stekli, zbirajo fosile, z velikimi stroji vrtajo luknje v tla ... in ob vsem tem početju stikajo glave in modrujejo, kot da gre za nekaj popolnoma resnega?

To so **geologi**; pomembni in čisto resni vedi, s katero se ukvarjajo, rečemo **geologija**. Geologiji bi lahko po naše rekli tudi zemljologija, zemljeznanstvo ali **veda o Zemlji**, a predlagam, da se raje držimo kar povsod uveljavljenega imena, ki izvira iz grščine (*gea* v stari grščini pomeni Zemljo, *logos* pa vedo). Zakaj preiskujejo Zemljo? Saj je odgovor kar preveč enostaven, kajne? Na Zemlji živimo, Zemlja nam daje hrano, vodo, rudnine, energijo ... Zemlja je za nas, ljudi, pomembnejša od vsega drugega v vesolju. Torej ni nenavadno, da jo želimo kar najbolje poznati, kajne?





Nafta leži globoko v zemeljski notranjosti. Geologi jo znajo poiskati, potem jo naftna podjetja skozi vrtine prečrpajo na površje. Tam jo predelajo v naftne derivate, ki poganjajo avtomobile in stroje, nepogrešljivi pa so tudi pri izdelavi plastike in drugih »umetnih« materialov.

Geologi torej preiskujejo življenje našega ljubega planeta in skrivnosti, ki jih skriva njegova notranjost. Življenje? Da, v malce prenesenem smislu zlahka zatrdimo, da Zemlja, tako kot vsi drugi planeti, živi svoje življenje. Rodila se je pred davnimi, davnimi leti. Njeno dolgo življenje je bilo včasih na videz mirno, včasih pa prav divje razrvano. Zemlja bo nekoč izginila, umrla. A ne boj se, ta dan je še tako neizmerno in nepredstavljivo daleč, da ga ne bodo imeli sreče opazovati niti naši prapraprapraprapravniki!

In prav zato, da nas ne bo strah, da bi naš stari planet že kar pojutrišnjem umrl pod našimi nogami, in da bomo razumeli, koliko je pravzaprav že star, se moramo naučiti gledati na čas tudi z geološkimi očmi.

Od nastanka vesolja do danes

Ljudje poseljujemo Zemljo šele kratek čas. Najstarejše sledove, ki so jih arheologi in geologi z izkopavanjem našli v vzhodni Afriki, so naši najzgodnejši predniki pustili šele pred kakšnimi tremi milijoni let. To se, v primerjavi s starostjo našega planeta, ki je pred skoraj **petimi milijardami** let nastal z zgoščevanjem ogromnega oblaka vesoljskega prahu in plinov, zdi kot včeraj. Ne pozabi: ena milijarda je enaka tisoč milijonom.

Koliko je staro vesolje in kako je sploh nastalo? Pri tem vprašanju se rado zatakne tudi znanstvenikom. Čeprav kakšnih silno oprijemljivih dokazov za to ni, danes verjamemo, da je vesolje nastalo ob nekakšni največji eksploziji vseh časov – v velikem poku pred približno štirinajstimi milijardami let. In kaj je bilo tam, kjer je danes vesolje, pred njegovim nastankom? Ne vem ... Poskusi vprašati očka ali mamico, a povem ti, da ju boš s tem vprašanjem najbrž spravil v zadrego, ker ti ne bosta znala prav natančno odgovoriti.

Pomembnejše »letnice« Zemljine zgodovine si bomo morda lažje zapomnili zapisane s številkami (let pred sedanostjo), z vsemi ničlami vred. Pazi, nekatere številke so bolj ali manj le ocene in niso natančne.

14.000.000.000	štirinajst milijard let	veliki pok – nastanek vesolja
4.500.000.000	štiri in pol milijarde let	nastanek Zemlje
4.000.000.000	štiri milijarde let	pojav najzgodnejših življenjskih oblik
3.000.000	tri milijone let	pojav človekovih prednikov na dveh nogah
200.000	dvesto tisoč let	pojav sodobnega človeka v Afriki
35.000	petintrideset tisoč let	prihod sodobnega človeka v Evropo

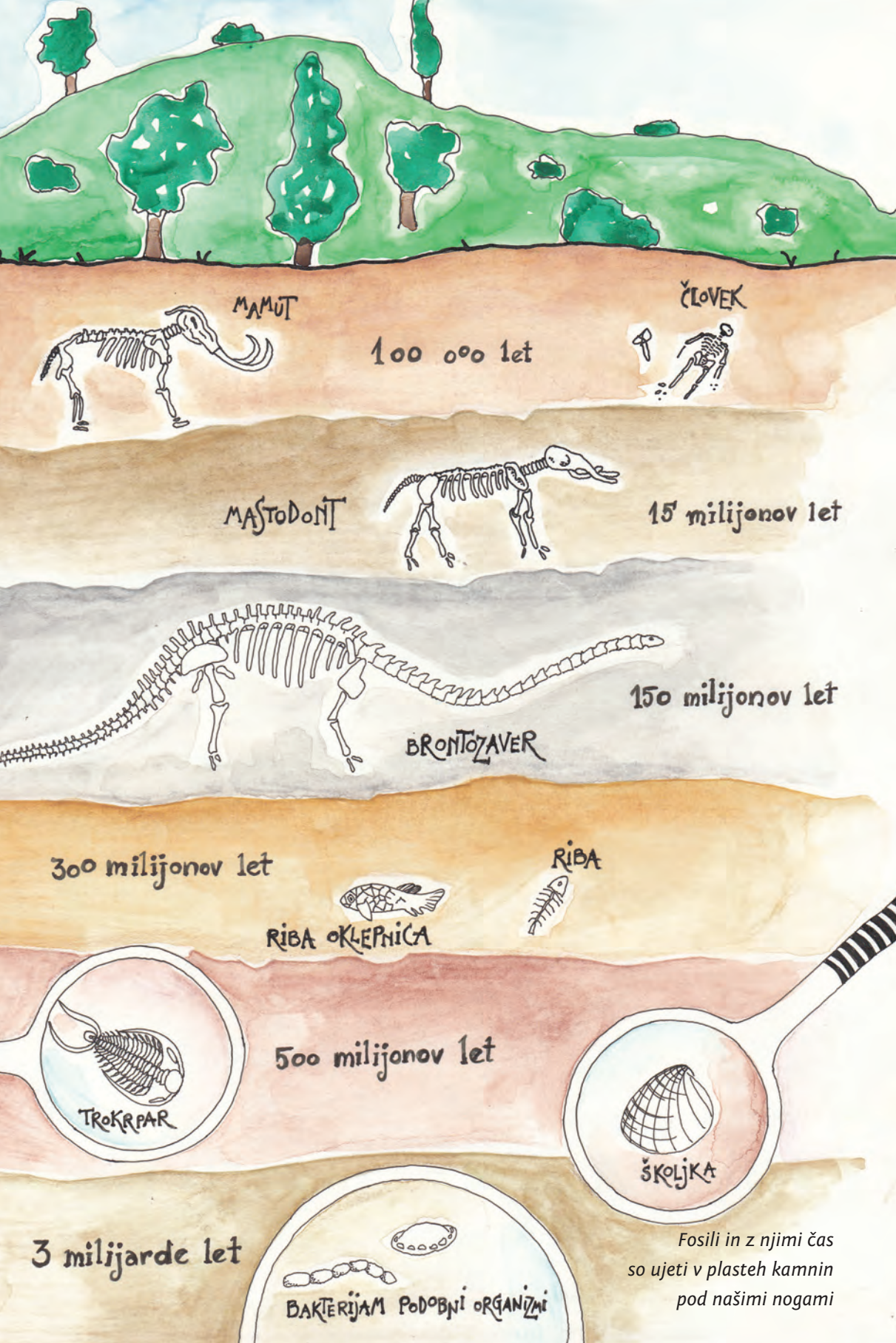


Čas je zapisan v kamninah

Od nastanka Zemlje do danes so na njeni površini na različne načine nastajale nove in nove **kamnine** (o različnih načinih njihovega nastanka si preberi v nadaljevanju). Vsaka je nastajala v časovnem obdobju, ki se je vsaj po kakšni malenkosti razlikovalo od drugih obdobj. Veliko teh malenkosti je ostalo ujetih v kamnine in danes mirno čakajo, da jih bodo raziskovalci Zemlje odkrili, »prebrali« in razložili. Ja, geologi znajo »brati« kamnine. Čas njihovega nastanka je zapisan na različne načine. Poglejmo si nekaj najpomembnejših.

Najbrž daleč najzanimivejši in verjetno za geologijo tudi najpomembnejši zapisi časa in načina nastajanja (sedimentnih) kamnin so vsekakor najrazličnejši vanje ujeti ostanki rastlin in živali, ki jim z eno besedo rečemo **fosili** ali **okamnine**. Fosili so ostanki živih bitij. Največkrat, ne pa v vseh primerih, so nastali, ko je žival po smrti prekril mulj, pesek ali kaj podobnega, kar je preprečilo njeno razpadanje. Sčasoma so ostanki umrlega bitja in mulj skupaj okamnili in se tako v kamnini ohranili do danes. Seveda se razen izjemoma niso ohranile cele rastline ali živali, pač pa le njihovi trdnejši, odpornejši deli. Tako raziskovalci ne najdejo celih školjk, rib ali dinozavrov, temveč le njihove lupine ali okostja, ki pa so dostikrat dovolj zgovoren dokaz o starosti določene kamnine. Za določanje starosti so prav posebno dragoceni ostanki organizmov, ki so se med razvojem hitro spreminjali ali so živeli le v določenem geološkem obdobju in so kmalu izumrli.

Plasti kamnin (predvsem sedimentnih) običajno ležijo druga na drugi, tako kot so nastajale. To pomeni, da so spodnje plasti vedno starejše od na njih ležečih mlajših in nam je lahko že **zaporedje plasti kamnin** v pomoč pri ugotavljanju starosti (če nam tega zaporedja ne zmečkajo in premešajo tektonski premiki; tudi o tem v nadaljevanju).



MAMUT

100 000 let

ČLOVEK

MASTODONT

15 milijonov let

BRONTOSAUR

150 milijonov let

300 milijonov let

RIBA

RIBA OKLEPNICA

TROKRPAR

500 milijonov let

ŠKOLJKA

3 milijarde let

BAKTERIJAM PODOBNI ORGANIZMI

Fosili in z njimi čas
so ujeti v plasteh kamnin
pod našimi nogami

Mnoge **kemijske prvine** (ali kemijski elementi: delci, ki jih z navadnimi kemijskimi procesi ne moremo razdeliti na manjše in ki so gradniki vsega v vesolju) nastopajo v naravi v različnih oblikah, ki jih imenujemo **izotopi**. Razmerja med izotopi so se v geološki zgodovini vedno spreminjala in vedno so se ohranila tudi v kamninah iz določenega časa. Izotope, ujete v kamninah, znajo danes spretni znanstveniki »ugrabit« in ugotoviti razmerja med njimi. Iz teh razmerij je mogoče včasih prav neverjetno natančno določiti starost nastanka določene kamnine ali plasti kamnin. Prvine, ki se pogosto uporabljajo v povezavi z določanjem starosti, so kisik, ogljik, uran, torij, kalij, argon, klor, berilij ...

- ♦ Zemljo raziskujejo geologi
- ♦ Zemlja je stara okrog pet milijard let
- ♦ Pri določanju starosti kamnin si geologi pomagajo tudi s fosili in razmerji med kemijskimi izotopi

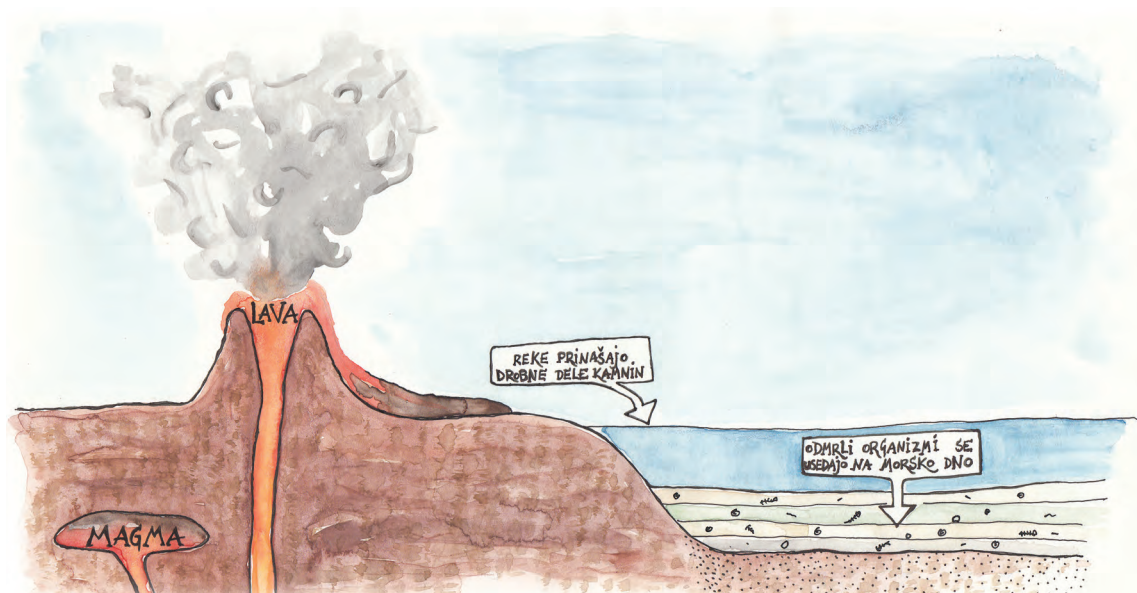
MINERALI IN KAMNINE

Ko si od daleč ogledujemo gore, se nam morda prikrađe misel: Saj so lepe, a kaj, ko so tako ... sive. Pa niso samo sive. Je že res, da kamnine na površini zaradi nenehne izpostavljenosti soncu, dežju in mrazu izgubijo nekaj svoje barvitosti in raznolikosti, a že malo močnejši udarec s kladivom (kladivo je nekakšen razpoznavni znak geologov) nam lahko odpre povsem nov pogled. Pod sivo površino se neredko skriva rdeča, rumena, bela, črna ali pa katerakoli druga barva. In minerali, fosili ...

Kamnine so nastale (in še nastajajo) na tri različne načine

Na prvi pogled so si kamnine neredko res zelo podobne, vendar vemo, da so nastale na tri povsem različne načine.

Tistim, ki so nastajale in ponekod še nastajajo z ohlajanjem in strjevanjem raztaljene magme oziroma lave, rečemo **magmatske kamnine**. Kakšna je že razlika med lavo in magmo? Enostavna: lava je magma, ki je prodrla na zemeljsko površje. Iz vulkanov torej bruha lava, magma pa se strjuje globoko pod zemeljskim površjem. Magmatske kamnine so običajno nekoliko težje in trše od ostalih, vendar se na takšno določanje ne gre najbolj zanesti. Najbolj znane so bazalt, diabaz, granit in tonalit, poznamo pa jih še na stotine. V Sloveniji jih najlaže najdemo na Pohorju, ki je v precejšnji meri sestavljeno iz njih. Največ je tam različice, ki se imenuje granodiorit. No, rečejo ji tudi tonalit, kar je v največ primerih skoraj, ne pa popolnoma pravilno. S sivimi kockami iz granodiorita je tlakovana marsikatera cesta.



magmatske kamnine

sedimentne kamnine

Magmatske kamnine nastanejo z ohlajanjem in strjevanjem magme oziroma lave, sedimentne kamnine pa predvsem z usedanjem drobcenih kamninskih kosov ter ostankov mrtvih živalic in rastlin v morju.

Druga skupina kamnin, teh je v Sloveniji in njeni soseščini največ, so **sedimentne kamnine**. Nastajale so na povsem drugačen način kot magmatske, z usedanjem drobnih delcev v morjih, jezerih in rekah. Nekatere različice so nastajale tudi na kopnem. Drobni delci so bili lahko majhni koščki starejših kamnin, ki so jih v morje prinesle reke, lahko so bila to okostja drobnih živalic, ki so se, potem ko so živalce umrle, usedla na morsko dno. Iz usedlih drobcev je na dnu reke, jezera ali morja najprej nastal prod, pesek ali mulj. Tak mulj nastaja še danes. Le spomnimo se ga, ko nam polzi med prsti, kadar brodim po plitvem dnu kakšnega jezerskega ali morskega kopališča. Ravno iz takšnega mulja so po dolgih, dolgih, dolgih letih stiskanja, strjevanja in spreminjanja nastale trdne sedimentne kamnine. In na enak način nastajajo še danes. Mulj med usedanjem prekrije tudi ostanke večjih živih bitij, na primer lupine školjk, okostja rib in rakov ter druge sledove življenja. Ko se mulj spremeni v kamnino, se spremenijo tudi ostanki teh živih bitij – nastanejo fosili, najzanimivejša posebnost sedimentnih kamnin. Glavne sedimentne kamnine so apnenec, dolomit,

glinavec, peščenjak, konglomerat ... Sestavljajo največji del Slovenije. Še posebej veliko je pri nas apnenca in dolomita, ki gradita skoraj celotne slovenske Alpe. Ali lahko verjameš, da so vse te ogromne gore nastale iz majčkenih živalic, ki so umirale in se usedale na muljasto morsko dno? Zdi se neverjetno, vendar drži. Vedeti moramo namreč, da so bile kamnine sedanjih Alp skrite pod morsko gladino več deset ali celo več sto milijonov let (!!!), in če malce preračunamo, ugotovimo, da se je moralo za nastanek mogočnih Alp vsako leto na dnu morja odložiti le za kakšen milimeter mulja. Kako je torej s tem? Zakaj moramo danes do strjenega mulja z nekdanjega morskega dna in do vanj ujetih fosilnih rib ure in ure sopihati navzgor, vse tja do vrha Triglava? Zaradi procesov, imenovanih **tektonika**. Tektonske sile so nekdanje morsko dno tako dolgo stiskale, da se je začelo mečkati in dvigovati. Naše Alpe so iz morja pogledale pred nekaj milijoni let in od takrat še vedno vztrajno silijo navzgor. In veš, zakaj se to dogaja? Ker Afrika (no, afriška tektonska plošča, če smo malce natančnejši) že nekaj deset milijonov let prav nasilno rine v Evropo (evropsko tektonsko ploščo), in nas pravzaprav Alpe z mečkanjem in dvigovanjem v nekem smislu branijo, da nas Afrika ne povozi.

Tale Afrika nam bo morda malo pomagala pri spoznavanju tretje velike skupine kamnin. To so metamorfne kamnine. Nastale so s preoblikovanjem že obstoječih kamnin, in za to so spet krivi tektonski procesi. Ti procesi so posledica nenehnega premikanja zemeljske skorje. Cele gore, kaj gore, tudi celi kontinenti, kot smo ravnokar izvedeli, se premikajo in narivajo. Zaradi tektonskih premikov se lahko (prej obstoječe) kamnine pogreznejo zelo globoko v zemeljsko skorjo, kjer se pod vplivom izjemno visokega pritiska in strašanske vročine spremenijo v metamorfne kamnine. Pri nas najdemo metamorfne kamnine (na primer gnajs, skrilavec in marmor) na Pohorju in na Koroškem.

Tudi diamant je »le« kamen

V kamninah, predvsem v magmatskih in metamorfnih, pa tudi v sedimentnih, lahko z malo sreče najdemo čudovito obarvane in pravilno oblikovane »kamenčke«, ki jim rečemo **kristali**, ti pa so narejeni iz **mineralov**. Nastali so v kamnini, seveda po povsem naravni poti. Najpogosteje so se izločili iz raztopine, bogate z določeno snovjo. Takšno izločanje, imenujemo

ga **kristalizacija**, si lahko ponazorimo tudi s precej enostavnim poskusom doma. V kozarcu vode raztopimo čim več modre galice (bakrov sulfat, dobimo ga v kmetijski trgovini) in vanj namočimo nitko. V nekaj dneh bodo na nitki zrasli čudoviti kristali. Podobno se izločijo tudi kristali soli iz slane vode, ki smo jo kuhali tako dolgo, da je vsa voda izhlapela, ali pa kristali sladkorja iz sladke vode.

POTREBUJEMO:



- KOZAREC VODE
- MODRE GALICE
- SUKANEC ALI VOLNENO NIT

NAVODILO:



1.

MODRE GALICE Z
MEŠANJEM STORIMO V VODI



2.

NAMOČIMO
SUKANEC IN
ČAKAMO NEKAJ DNI ...



3.

NASTANEJO
ČUDOVITI KRISTALI!

Ob preprostem poskusu lahko opazujemo nastajanje kristalov. Potrebujemo kozarec, vodo, dve veliki žlici modre galice in košček sukanca. 1) Vodi (bolje je, če je vroča) dodamo čim več modre galice. Dodajamo in mešamo, dokler se še topi. 2) V raztopino namočimo nitko in počakamo nekaj dni. 3) Na nitki so se nabrali čudoviti kristali modre galice. Kristali in minerali v naravi običajno nastajajo veliko, veliko počasneje.