

Prečo je kameň tvrdý a kameň v dejinách ľudstva

Prof. RNDr. Dušan Hovorka, DrSc.

Čo je kameň?

Kameň, (alebo učenejšie: hornina) je anorganická prírodnina, ktorá vznikla v zemskej kôre alebo priamo na jej povrchu rôznymi geologickými procesmi. V hovorovej reči sa výraz "kameň" používa najčastejšie pre označenie rôzne veľkého uvoľneného kusa horniny. Takýmto kameňom je napr. kus žuly v lome pri ceste z Bratislavy do Devína. Kameň i hornina, či dokonca horninový horský masív, aký tvorí napr. žula Malých Karpát pri Bratislave, je spravidla tvorený niekoľkými stavebnými prvkami - minerálmi.

Keďže v priebehu prednášky budeme používať názvy minerál a hornina, pokúsme sa o veľmi učenú definíciu týchto označení.

Minerál je fyzikálne teleso, ktoré má charakteristickú, pre daný minerál typickú vnútornú stavbu. V prípade skupiny minerálov, ktoré označujeme ako silikáty, týmito základnými stavebnými časticami sú štvorsteny, tetraédre (jeden kation kremeňa - Si - a 4 aniony kyslíka (SiO_4)). Podľa usporiadania tetraédrov rôzne minerály majú výrazne rozdielne tvary: granát je izometrický, sluda je lupenitá, amfibol je stĺpkovitý. Minerál, ktorý má preň charakteristický tvar označujeme ako kryštál. Pekné kryštály rôznych minerálov zbierajú amatérski zberatelia a vymieňajú i predávajú ich na burzách.

Kameň (hornina) je spravidla tvorený niekoľkými minerálmi. V prípade žuly je to kremeň, živec a sluda. No poznáme aj kamene či horniny tvorené len jedným minerálom. napr. kryštáliky kalcitu (čo je minerál zo skupiny uhličitanov) tvoria horninu, či dokonca horské masívy, známu pod označením vápenec. Na záver: kameň je vo väčšine prípadov hornina, menej často kameňom môže byť aj minerál.

Problematiku vzájomného vzťahu minerálu a kameňa si najlepšie vysvetlíme na nasledovnom príklade: minerál môžeme prirovnať k tehle, z ktorej murár stavia stenu či celý dom. A tým domom je hornina. Keď dom zostarne, alebo prekáža novej výstavbe, ľudia ho búrajú - rozpadnuté kusy stien v tomto prípade môžeme prirovnať ku kameňom. Je logické, že murár pri stavbe domu tehly kladie rôznym spôsobom, či vzájomne rôzne orientované. Tak aj minerály v hornine majú navzájom rôznu orientáciu, rôznu veľkosť, či jednotlivé druhy minerálov (tehál v múre) majú rôzne zastúpenie (množstvo) v danej hornine (múre, dome).

Okrem kameňov, ktoré sa vyskytujú v prírode vo veľkom množstve a sú jej súčasťou, toto označenie používame aj v iných súvislostiach. Tak napr. niektoré orgány ľudského tela pri niektorých chorobách spôsobujú vznik ľadvinových, močových či zubných kameňov. Prídavné meno kamenný používame tiež v rôznych spojeniach, napr. kamenné či čierne uhlie, kamenná soľ, kamenné meteority (o ktorých ste už počuli v predchádzajúcej prednáške).

Zvláštnu kategóriu tvoria zriedkavo sa vyskytujúce minerály, ktoré sa vyznačujú vysokou tvrdosťou, pekným zafarbením či hrou farieb, ale aj stálosťou po úprave podržať si nadobudnutý tvar ai. Označujeme ich ako drahé kamene (drahokamy), či drahé minerály. Ohromujúce bohatstvo indických radžov a maharadžov v stredoveku bolo podmienené vysokým množstvom výskytov drahých kameňov, akými sú rubín, safír, beryl, diamant ai., ktoré sa už od staroveku používali ako očka do prsteňov, náušnic, ako ozdobný kameň v príveskoch, opaskoch, ale aj ako dominantna šperkov či korunovačných klenotov kráľov a cisárov. Drahé kamene sa predávajú na špecializovaných burzách (Amsterdam, Tel Aviv ai.), pričom diamant je oddávna považovaný za kráľa drahých kameňov.

Drahé kamene sa spravidla nepoužívajú v tom tvare, v akom sa vyskytujú v

prírode, ale sa brúsia (kameňom) na rôzne tvary. Pritom brúsenie veľkého diamantu trvá mesiace, v ojedinelých prípadoch aj roky. Veľkosť drahých kameňov sa neudáva v milimetroch či centimetroch, ale karátoch. Jeden karát predstavuje hmotnosť jedného semienka chlebovníka ("pánbožkov chlebík") a je to 0,2 gramu. Teda 3 karátové diamantové očko v prstene je už niekoľko milimetrov veľký a súčasne je to vysokocenený drahý kameň.

Zemská kôra tvorí najvrchnejší pevný obal zemského telesa. Je tvorená minerálmi, horninami a zeminami. Definíciu minerálu, kameňa a horniny sme už uviedli. Aký je však rozdiel medzi horninou a zeminou?

Zemina je spravidla nespevnená, mäkká, často plastická či sypká anorganická prírodnina, vznikajúca a vyskytujúca sa priamo na zemskom povrchu, resp. len v malých hĺbkach. Medzi zeminy geológovia zaraďujú rôzne typy hĺn, napr. spraš (ktorá tvorí základ úrodnej pôdy trnavskej sprašovej tabule), ale aj ďalšie typy.

Keďže už poznáme rozdielny význam slov minerál, kameň, hornina a zemina, môžeme sa pustiť do ďalšieho rozprávania.

Prečo je kameň tvrdý?

Pod pojmom tvrdosť rozumieme fyzikálnu veličinu, ktorá sa najčastejšie vyjadruje stupňom odporu, ktorý kladie skúmaný kameň či minerál všetkým druhom mechanického pôsobenia, napr. je to odpor proti rýpaniu, brúseniu, vŕtaniu, píleniu, hladeniu atď. Väčšina hornín je tvorená niekoľkými minerálmi, a preto tvrdosť horniny bude závisieť od tvrdosti jednotlivých minerálov, ktoré ju tvoria, ale súčasne aj od spôsobu spojenia týchto minerálov v hornine. Pojem tvrdosť je všeobecný, obvykle sa spresňuje podľa spôsobu mechanického pôsobenia na kameň/horninu: napr. hovoríme o tvrdosti voči obrusovaniu, ktorá hodnota sa pozorne vyhodnocuje najmä v prípade, že daný druh horniny chceme použiť na dlažbu ciest či chodníkov, ale súčasne aj tvrdosť voči vŕtaniu hornín. Od nej závisí materiál (diamant, tvrdokov) vrtnej korunky či jej typ. Medzi horninami rozlišujeme mäkké (sol' kamenná), stredne tvrdé (vápenec), tvrdé (žula, čadič) a veľmi tvrdé (eklogit) horniny. Zeminy a to najmä ich plastické typy, patria všeobecne do skupiny veľmi mäkkých typov prírodnín

Ako vznikajú horniny?

Zem na ktorej vznikla a rozvíja sa ľudská civilizácia, predstavuje jedno z telies slnečnej sústavy. Je to v podstate guľa, ktorá smerom dovnútra sa vyznačuje nerovným zložením. S pribúdajúcou hĺbkou narastá teplota Zeme. Najvrchnejší obal Zeme geológovia označujú ako "zemskú kôru". (čo môžeme prirovnať kôrke chleba). Je pevná, no miestami cez ňu preniká roztavená hmota - magma (keď je vo vnútri zeme), alebo láva - keď dosiahne zemský povrch. V zemskej kôre okrem pohybu magmy prebiehajú aj ďalšie geologické procesy, ktorých výsledkom je vznik rôznych druhov hornín. Ktoré sú to?

Vyvetré či prvotné horniny vznikajú ochladzovaním a kryštalizáciou roztavenej hmoty s vysokou (800 - 13000 C) teplotou, ktorú voláme magma. Miesto kde sa magma (= láva) vylieva na zemský povrch označujeme ako sopka (vulkán). Z magmy vykryštalizovali napr. žuly a diority, z lávy zase ryolity andezity a čadiče. Žuly, ktoré vznikli vo vnútri zeme u nás tvoria hrebene vysokých pohorí, akými sú Malá Fatra, Nízke a Vysoké Tatry. Ako sa žuly dostali do takých výšok? Z hĺbín zeme do výšok boli vytlačené počas pôsobenia bočných tlakov, ktoré v priebehu najmladších druhohôr a najmä v treťohorách spôsobili vznik karpatského horstva. Výlevné horniny uvedené vyššie tvoria na Slovensku mohutné pohoria, akými sú napr. Štiavnické a Kremnické vrchy, Poľana, či Vihorlat.

Usadené horniny vznikajú ukladaním úlomkov minerálov a hornín na súši i v moriach a oceánoch, ale súčasne vznikajú aj vyzrážaním z vodného prostredia, či nahromadením malých a drobných schránok rôznych organizmov v moriach a oceánoch. Podľa spôsobu vzniku usadené horniny geológovia rozdeľujú na: a) úlomkovité (riečny, jazerný a morský štrk, piesok, spraš - usadenina vzniknutá v ľadovej dobe najmä činnosťou vetra, atď.), b) horniny vzniknuté vyzrážaním z roztokov,

napr. travertín vznikajúci z horúcich prameňov vo väčšine našich kúpeľov (je tvorený kryštálkami aragonitu a kalcitu), ale aj soľ kamenná (vzniká vyzrážaním z morskej vody po jej zahustení), c) organogénne horniny tvorené skamenenými telami živočíchov a rastlín (rozsievky, rádiolárie, hubky ai.).

Premenené (metamorfované horniny vznikajú premenou za zvýšenej teploty a zvýšeného tlaku z obidvoch prív uvedených typov hornín. V našich pohoriach spomedzi metamorfovaných hornín najčastejšie sú fylity, svory, (často až s 1 cm veľkými granátmi), ruly a amfibolity. V prípade, že žula tvorí hrebeň niektorého pohoria, uvedené typy metamorfovaných hornín spravidla tvoria ich svahy. Medzi premenené horniny patria aj mramory - sú to premenené vápence ktoré sa dajú leštiť.

V súvislosti s kameňmi či horninami vysvetlíme si aj pojem choroba kameňov. Nie je to ozajstná choroba - tou trpia len živé bytosti, teda aj človek. No je to postupný rozpad pevných hornín najmä v dôsledku kyslého dažďa. ktorého voda obsahuje rozpustený oxid uhličitý, či v dôsledku štiplavých výfukov najmä bratislavských autobusov a nákladných aut, ale aj exhalátov z továrenských komínov. Kamene ktorými sú obložené niektoré verejné budovy (banky, poisťovne) strácajú postupne lesk a následne dochádza k premene jednotlivých tehličiek (= minerálov) horniny použitej ako obkladový kameň. Tak ako lekári pomáhajú liečiť ľudské choroby, existujú špecialisti, ktorí liečia choré kamene, t. j. zastavujú proces ich postupného rozpadu.

Kameň v dejinách ľudstva

Doba kamenná predstavuje najdlhší úsek vývoja človeka. Po nej nasledovalo dovtedy neznáme zrýchlenie vývoja, pričom hlavnou príčinou bolo jednak osvojenie si pestovania kultúrnych rastlín, a z neho vyplývajúceho zaobstarávania si potravy, a jednak osvojenie si tavenia kovov a z nich vyplývajúcej výroby potrieb denného života, ale aj zbraní a rôznych kultových a symbolizujúcich predmetov. Po kameni prvá bola meď, ktorá spolu s cínom .predstavuje veľmi užitočnú zliatinu - bronz. Podľa bronzu bola pomenovaná celá epocha - doba bronzová. Po nej nasledovala doba železná. Používajúc kategórie surovín, súčasnú dobu môžeme označiť za dobu plastov, ropy, hliníka a jadrovej energie.

Kameň doby kamennej

Bolo to v Tanzánii v Afrike, kde asi pred,2,5 miliónmi rokov človek začal cielavedome používať najprv neopracované/nepripravené kamene na lovenie zveri, na mliaždenie kostí (pre získanie špiku), či na iné činnosti. Postupne začal kamene aj prispôbovať pre určité použitie. Po státisíce rokov trvajúcim vývoji už chápal, že nie každý kameň je vhodný na tvarovanie - vyberal si len jemnozrnité tvrdé typy, ktoré otlkaním poskytovali ostré hrany. V staršej dobe kamennej (paleolite) trvajúcej až do obdobia pred 15-12000 rokmi pred dneškom, človek používal najmä horniny tvorené kremeňom (pazúrik, limnokvarcit, radiolarit) alebo sopečné sklo(obsidián). Keďže základný úkon potrebný pre vyrobienie kamenného nástroja bolo štiepanie hornín, celé (výrazne najdlhšie) obdobie vo vývoji človeka sa označuje ako staršia doba kamenná, alebo doba štiepaných kamenných nástrojov.

Postupným otepľovaním ku koncu doby kamennej (asi za posledných 25000 rokov) došlo k rozpúšťaniu ľadovcovej pokrývky Európy. Zmenené klimatické podmienky podmienujú rozvoj rastlinstva, ale aj prudký nárast počtu obyvateľstva. Človek zanechal kočovný spôsob života, usadil sa. a začal pestovať poľnohospodárske plodiny. V strednej Európe sa to odohrало asi pred 6000 rokmi. Niekoľkomesačné čakanie na úrodu podmienilo, že si človek začal stavať obydlia na trvalejšie používanie. No a na ich stavbu potreboval viacej a dokonalejších kamenných nástrojov. S pribúdajúcimi rokmi vhodných typov kameňov v blízkom či vzdialenejšom okolí sídliska ubúdalo a preto začal niektoré typy (patria do všetkých uvedených základných kategórií) obrusovať, či hladit iným kameňom. Preto celé toto obdobie archeológia označuje mladšia doba kamenná či doba brúsených/hladených kamenných nástrojov (=neolit).

V priebehu neolitu do denného života ľudí strednej Európy vstúpila aj ďalšia surovina - boli to zeminy a z nich najmä rôzne typy hlin. Človek z hlíny začal tvarovať rôzne nádoby, ale aj veľké hrubostenné zásobnice na obilie či iné denné potreby. Rôzne keramické výrobky následne aj vypaľoval a po určitom časovom vývoji ich povrch aj zdobil maľovaním či rytím alebo vypichovaním. Použité prírodné farby, rytá či vypichovaná ozdoba povrchu spolu s tvarom keramických nádob umožňuje archeológom zaraďovať keramické úlomky do určitých časových a priestorových kultúrnych okruhov: hovoríme o lengyelskej, bukovahorskej, železovskej ai. kultúre.

Ku koncu mladšej doby kamennej príslušníci ľudského rodu pravdepodobne náhodou prišli na to, ako z niektorých minerálov v ohni vytaviť čistý kov. Prvými kovmi bola meď, cín a olovo, a asi pred 3500 rokmi človek už dokázal vytaviť aj surové železo. I napriek tomu, že železná sekera nahradila kamennú sekera či dláto, kameň nestratil na význame ani v ďalších storočiach či tisícročiach. Povieme si o tom v nasledovnom.

Kamene (a zeminy) na počiatku histórie

Celú dobu používania kameňa v dennom živote človeka ako základnej suroviny neorganického prírody označujeme ako doba predhistorická. Človek nezanechal po sebe napísané, ale len hmotné dokumenty. Asi pred 3500 rokmi v Prednej Ázii, ktoré územie teraz patrí do Mezopotámie, národ Sumerov ako prvý vynášiel spôsob zaznamenávať udalosti z denného života či najmä udalosti zo života panovníkov na hlinených tabuľkách klinovým písmom. Sumeri predstavovali vyspelý národ, ktorý pre zvýšenie úrodnosti polí medzi riekami Tigridom a Eufratom vybudoval zavlažovacie kanály, vynášiel koleso, a vytvoril aj dnes údiv spôsobujúce sochy a plastiky. Staval silne opevnené mestá s prísny vnútorným členením. Stavby Sumerov boli prevažne z nepálených (v krajine bol nedostatok dreva) ale len na slnku vysušených tehál. Ako miesta kultových obradov v mestách staval vysoké stupňovité veže - zikkuraty. Takouto vežou v 18. storočí p.n.l. bola aj babylonská veža. (v meste Babylon).

Bola postavená tiež z nepálených tehál (len vonkajšia vrstva hrubých múrov bola z tehál vypálených v ohni). Po čase došlo k zmene klímy: nastúpilo obdobie dlhotrvajúcich dažďov: tehly zvlhli a monumentálna babylonská veža si doslovne "kľakla na kolená". Archeológovia na jej mieste vykopali len veľkú hrbu hlíny. Čo je však dôležité - pod ňou našli tisíce hlinených tabuliek s rôznymi textami v klinovom písme. Takto územie Medziriečia (čo je po slovensky Mezopotámia) sa stalo zásluhou Sumerov, ale neskôr aj Chaldejcov, Asýrčanov, Akádčanov a iných národov kolískou, kde sa začala písaná história ľudstva.

Ale dnešná Mezopotámia nebola jediným miestom vzniku ľudskej civilizácie. Len trochu neskôr ako vznikli stavby Sumerov v Egypte mocný národ začal stavať obrovské kamenné stavby - pyramídy. Boli to hrobky ich panovníkov, faraónov. Kameň na stavbu pyramíd získavali z veľkých lomov vzdialených desiatky až stovky kilometrov od miesta stavieb. Dopravovali ich po rieke Níl na obrovských pltiach a na suchej zemi ich ťahali povrazmi na guľatých drevách. Do výšky ich ťahali po zo zemín urobených prístupových rampách. Bola to úmorná práca desaťtisícov felahov - veď jednotlivé kamenné bloky mali hmotnosť až 20 ton (osobné auto je 1 až 1,5 tony ťažké).

No Egyptania oproti poznatkom Sumerov pokročili. Vedeli už taviť kremeň či kremenný piesok a vyrobiť z neho sklo, vedeli vypáliť email, na písanie dokumentov používali rastlinu papyrus, pričom vymysleli hieroglyfické písmo. Medzi najdôležitejšie kultúrne pamiatky celého ľudstva patrí čadičová doska nájdená v er Rašide (Rosette) v Nílskej delte na ktorej dvojjazyčne - grécky a egyptsky - bol vytesaný text, pričom boli použité 3 druhy písma: grécke, démotické a hieroglyfické. Táto doska poslúžila Francúzovi Champollionovi na rozlúštenie hieroglyfického písma. A to bolo opravdivé okno do poznania Egypta obdobia faraónov.

Kamene stredoveku a novoveku

Grécka a rímska civilizácia používala rôzne druhy kameňov na stavbu nádherných palácov, koloseí, ale aj vynikajúcich dláždených ciest, akvaduktov. Kameň, a to najmä mramor, používali aj umelci na stvárnenie svojich predstáv.

Jedným z najznámejších kameňov je mramor z okolia mesta Carrara v Apuánskych Alpách sz. Talianska. Tento mramor (typ statuario) používal Michelangelo ako materiál svojich sôch, z ktorých Mojžiš či David sú pravdepodobne doteraz neprekonanými sochárskymi dielami. Keď ľudia objavili parný stroj a začali stavať železničné trate spotreba kameňa prudko vzrástla. Tento narastajúci trend spotreby kameňa pokračoval a pokračuje - veď kameň je základným materiálom na stavbu ciest a diaľnic, letiskových pristávacích plôch, je potrebný pri regulácii vodných tokov, ale aj na výrobu vápna, cementu, tehál čo strešnej krytiny. Narastá aj spotreba kvalitných ílov na výrobu keramiky rôzneho druhu, ale aj ako prísady do zubných pást, kvalitného kriedového papiera. Neustále narastá aj spotreba kremeňa na výrobu skla, grafitu na výrobu ceruziek a stovky ďalších upotrebení.

Stále väčší význam majú kamene, ktoré človek rôzne upravuje. Tak napr. jeden typ vulkanického skla - perlit (ktorý vzniká pri prudkom ochladení lávy, napr. pri jej vyliatí sa do vody), je taký, ktorý obsahuje zvýšené (do 5 hmotn. %) množstvo vody. Po zahriatí uvoľňuje vodné pary. A tie sklo doslova roztrhajú na drobné, pórovité kúsky bielej farby. Celý proces spôsobuje zväčšenie objemu vulkanického skla - toto sa zväčšuje, expanduje. Vzniká expandované vulkanické sklo. Proces je veľmi podobný výrobe popkornu - bieleho kukuričného pukanca. Takto upravené vulkanické sklo, známe ako expandovaný perlit, je vynikajúcim tepelno a zvukovoizolačným materiálom. Vyrába sa všade tam, kde je pri výstavbe vysoká spotreba izolačných materiálov.

Iným druhom upravenej horniny, v tomto prípade je to čadič, je jeho tavenie v peciach. Z takto roztaveného čadiča (pri teplote okolo 1250-1300° C) sa odlievajú obkladačky, ktoré sú tvrdšie ako kvalitná oceľ a nerozkladajú ich ani kyseliny ani lúhy. Iným výrobkom je čadičová vata ktorá sa predáva v matracovitých baloch pod označením Nobasil. Je tiež výborným izolačným materiálom. Vyrába sa v Novej Bani.

Zo všetkého, čo sme uviedli je zrejmé, že to pohádkové "soľ nad zlato" môžeme dnes bez rozpakov pozmeniť na "kameň nad zlato. I keď to na prvé počutie znie neuveriteľne, je to pravda. Zamyslite sa, ako by sme žili, keby nepoužívali keramické výrobky z hlíny (hrnčeky, taniere), keby sme sa v zime na biely sneh a štipajúci mráz nepozerali z vykúrenej izby cez okenné sklenené tabule, keby človek nevedel či nemohol vyrobiť vápno, cement a i. No a celkom nakoniec - čo by sme varili, keby sme nemali kamennú soľ - lebo aj tá patrí do v prírode sa vyskytujúcej skupiny minerálov (kameňov).

O autorovi

Prof. RNDr. Dušan Hovorka DrSc., je geovedec - petrograf (petrografia = náuka o horninách) ktorý celý život pracuje na Univerzite Komenského v Bratislave. Ako expert Technoexportu Praha pracoval 14 mesiacov na ostrove Sulavesi v Indonézii, kde realizoval terénny výskum cementárskych surovín.

Zaoberal a zaoberá sa problematikou vyvretých a metamorfovaných hornín. Z tohoto okruhu problematiky publikoval práce z územia SR, ČR, Maďarska, Poľska, Rumunska, Ukrajiny, Grécka ai. V posledných rokoch v centre vedeckovýskumnej činnosti prof. Hovorku sú horniny z veľkých hĺbok zemskej kôry a vrchného pláštia Zeme.

Viedol a vedie niekoľko projektov agentúry Vega, v rokoch 1999-2002 bol iniciátorom a vedúcim medzinárodného IGCP/UNESCO projektu, venovaného problematike surovín kamenných nástrojov mladšej doby kamennej Európy. Na projekte pracovali archeológovia a geovedci z viacej ako 20 štátov Európy a USA.

Je autorom/spoluautorom viacej ako 150 vedeckých prác. Z nich je 6 knižných monografií. Na 3 z nich obdržal ocenenie (prémium) Slovenského Literárneho fondu, resp. Literárneho fondu.

Spolu s doc. Illášovou na Slovensku kreovali nový interdisciplinárny vedný odbor - petroarcheológiu/geoarcheológiu. Prof. Hovorka bol a je členom početných vedeckých grémií (Predsedníctvo Slovenskej komisie pre UNESCO pri MZV SR, v minulosti 2 funkčné obdobia člen SKVH pri MŠ SR, je predsedom komisie pre obhajoby doktorských (DrSc.) dizertačných prác v geologických vedných odboroch ai.

Ako predseda Národného geologického komitétu Československa a následne Slovenska zúčastnil sa svetových geologických kongresov v Prahe, Kyoto, Beijingu a Rio de Janeiro. Mal niekoľko vystúpení na Generálnych konferenciách UNESCO v Paríži. Ako člen medzinárodných vedeckých projektov pracoval na Polárnom Urale, v Kazachstane, na Čukotke, vo Švédsku a Nórsku, na ostrovoch Egejského mora. Odborné exkurzie realizoval prakticky do všetkých základných geologických jednotiek Európy.