

Zdeněk Kukul

S GEOLOGEM PO ČESKÉ REPUBLICE



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

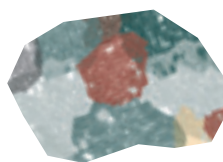


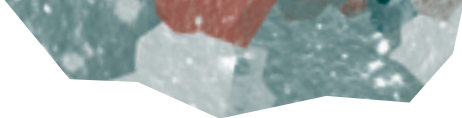
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zdeněk Kukul

**S GEOLOGEM
PO ČESKÉ REPUBLICE**





Recenzent

doc. RNDr. Václav Ziegler, CSc.

© Zdeněk Kukal, 2014

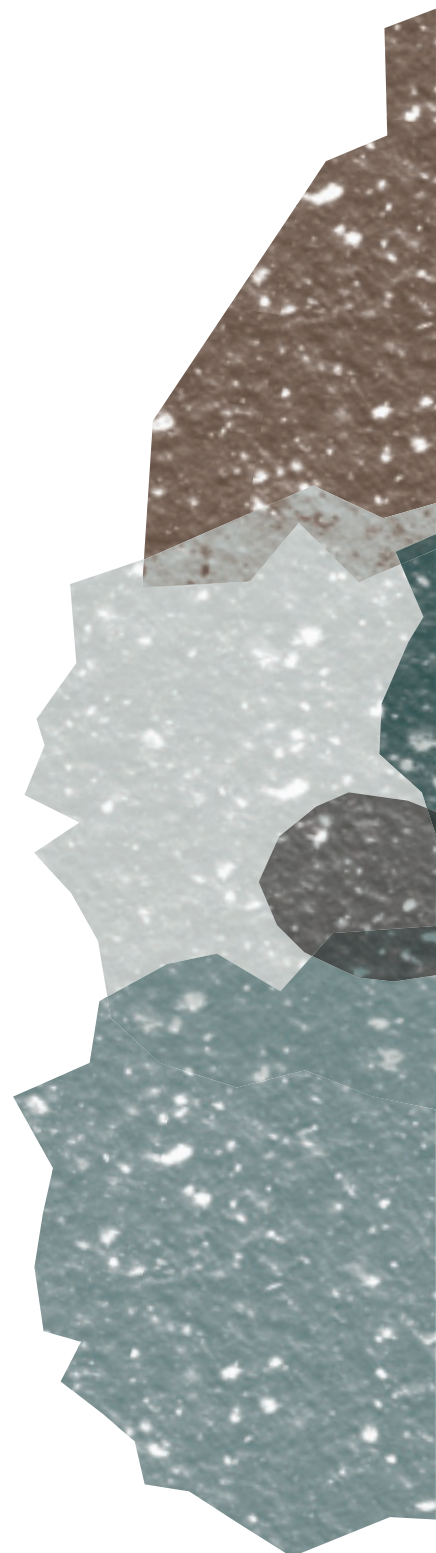
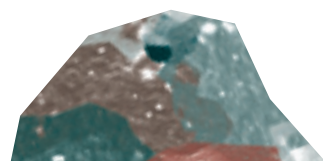
Illustrations © Helena Neubertová, 2014

ISBN 978-80-7075-868-7

Zdeněk Kukal

S GEOLOGEM PO ČESKÉ REPUBLICE

Česká geologická služba
Praha 2014



Úvod

Zveme všechny do světa neživé přírody. O geologii se sice tvrdí, že zkoumá přírodu neživou, ale sami uvidíte, že je plná pohybu, dobrodružství i záhad. Projdete se s geologem naší republikou, někde se zastavíme na dlouho, něco proběhneme, něco necháme na příště.

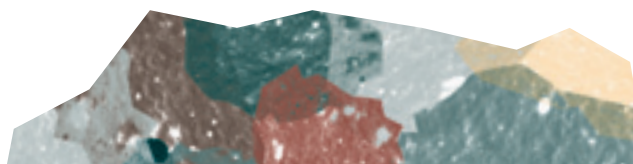
Cestovat budeme:

Prstem po mapě
Očima po stránkách knížek
Nohama po kamenech
Nakonec i po klávesnici počítače



Někde se zdržíme a psát budeme o těchto tématech:

- Radosti a potíže geologů
 - Proč jsou výchozy tak důležité
- České horniny a nerosty
 - Drahé kameny a korunovační klenoty
- Nejdůležitější geologické procesy, tektonika a eroze
 - Jak se z hlubin dostaly horniny na povrch
 - Nejčastější, nejkrásnější a nejdůležitější horniny
 - Horninová extraliga
- Zvětrávání hornin
 - Půdy na domácí půdě
 - Geologické jednotky České republiky
- Rozlámané, zohýbané a přesunuté Česko
 - Přírodní katastrofy, které nás kdysi u nás, ale ještě bez nás postihly
- Horniny rovin, nížin, pahorkatin, vrchovin a hor
 - Kras, skalní města a horské horniny
 - Nerostné suroviny a ložiska
- Slavní čeští geologové
- Co nás v daleké budoucnosti čeká, nemine a mine



Je toho tolik, o čem bychom chtěli psát, ale na příště musíme nechat povídání o tom, jak hydrogeologové pečují o podzemní vody, jak geofyzikové pronikají do zemských hlubin a varují před zemětřesením, o tom, jak nás inženýrství geologové brání před sesuvy a kontrolují stavební práce, jak geochemici varují před znečištěním vod, půd a hornin a dokonce i před radioaktivním nebezpečím.

Nepíšeme ani o paleontolozích, kteří jsou v pozadí údajů o stáří hornin a vývoji života. Stále častěji musí geolog také pečovat o geologické památky a chránit je, ale ani o tom se zde nemůžeme podrobněji rozepisovat.

Nicméně vidíte, že geolog má povinností na stovky.

Geolog musí sestavit z mozaiky poznatků všemožných oborů celek. Takovým celkem je geologická mapa, celkem je i publikace o geologickém vývoji. Cílem je shrnutí údajů o nerostných přírodních zdrojích.

Geology potřebujeme, geology všech druhů, od těch, kteří do té mozaiky poznatků přispívají, přes ty, kteří z nich sestaví celkový obraz, až po ty, kteří využijí tento obraz k našemu prospěchu.

Proto si geologů važte a... nedělejte to, co je v názvu další kapitoly.

Z návalu čtení si chvilkami odpočiňte a ze zdvořilosti se zasmějte japonskému nebo nejaponskému žertu. O některých geologických věcech se píše tak hezky, že se próza sama zrýmuje.

V naší knížce se několikrát mihne postava Járy Cimrmana, českého génia, geniálně vymyšleného našimi skutečnými autory. Ti pod jménem Cimrmanovým sepsali řadu divadelních her, nechali ho vynalézat, objevovat, organizovat, navrhovat a dělat spoustu dalších věcí. Cimrman nás baví již desítky let a věříme, že ještě bude. Proč by se Jára Cimrman nemohl zamíchat i do geologie?



Nestřílejte na geology

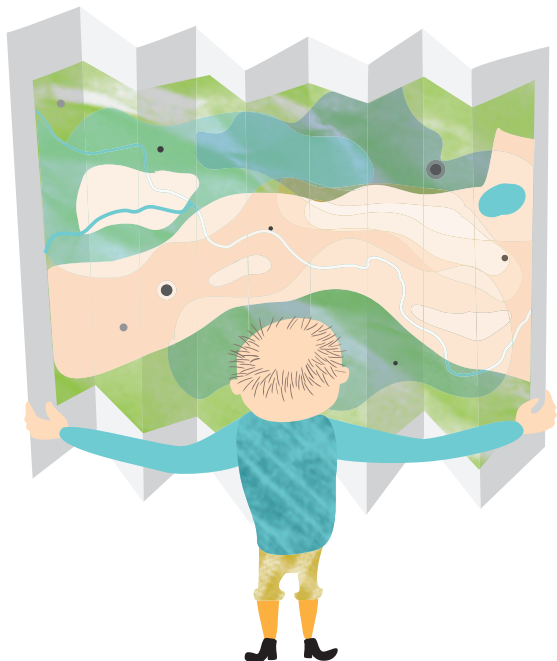
Jsou geologové ohroženým druhem?

„Nestřílejte na pianistu“ – to byly nápisy na plakátech v saloonech divokého západu, „Nestřílejte na geologa“, to mohla být výzva bezpečnostním orgánům za minulého politického režimu. Terénní geologové byli mnohdy v podezření, že rozsévají mandelinku bramborovou po polích nebo že jsou maskovanými špióny či že chystají jakousi záškodnickou činnost. Někteří strávili hodiny na policejních stanicích, když byli zadrženi na uhelných či rudních haldách. I od té střelby nebylo daleko. Ten, kdo chodil po kraji s mapou v ruce, byl vždycky podezřelý. Nezapomeňme na ty geology, kteří za údajnou špionáž byli odsouzeni a strávili léta ve věznicích. Později byli ovšem spravedlivě rehabilitováni. Dnes má geolog občas potíže se vstupem na soukromé pozemky, do činných lomů, ale s trochou trpělivosti se to vyřešit dá. Naopak řada soukromých podniků s geology spolupracuje s radostí. Geolog ctí nařízení o ochraně životního prostředí, váží si památek geologické historie, k ochraně navrhuje lokality další. Jsou geologové, kteří svůj význam krapet přehánějí a trochu si přizpůsobí starší budovatelské heslo: „Já jsem horník, kdo je víc!“

*Jsem geolog, a kdo je víc!
Chytrých je jistě na tisíc,
pro mě však nejvíc znamená
přírody krása kamenná.*

Tenhle “básník“ aspoň přizná, že koumáci jsou i mezi jinými odborníky. Dojme nás svým vyznáním o kamenných krásách přírody.





Většina geologů se svým řemeslem chlubí právem. Je jich ve světě i u nás dost. Někteří stráví skoro celý život v terénu, jiní se usadí nad mikroskopem, otevrou počítače a spustí laboratorní přístroje.

Geologové vám řeknou, po čem šlapete, z čeho je váš dům, celé město, staré hrady, zámky, kostely a kláštery. Z čeho se stavělo dřívě a z čeho dnes. Máme geologické mapy různých měřítek, víme, jaké horniny jsou na povrchu naší republiky, a zhruba také víme, co je pod jejím povrchem.

Rozumný geolog to však se svými znalostmi nepřehání. Nicméně je dobré se dozvědět, co ještě nevíme. Vždyť naše geologická historie je tak složitá a dlouhá, přes miliardu let. Desítky milionů let byl klid, pak se najednou zemská kůra i plášť zbláznily, zdvihaly se hory, trhaly a přesouvaly se bloky a probudily se vulkány.

Je na geology, aby celou geologickou historii odhalil. Pomohou mu horniny a zkameněliny. Zkamenělý život a stáří Země nám objasní paleontologové. Bez nich bychom těžko srovnávali vrstvy a řadili je podle stáří. Však to byla paleontologie, která obzvláště proslavila českou geologii. Geologové radí hospodářům, kde se mohou tvořit půdy úrodné a kde na to není pomyslení.

Geologové mají i další starosti, podle ekonomů a politiků ty nejdůležitější: Najdou nerostné suroviny a posoudí jejich objemy a jakost. Hledají podzemní vodu. Pomáhají předpovídat přírodní katastrofy i rizika, z nich hlavně ty, co jsou pro nás nejnebezpečnější, zátopy a sesuvy svahů. Moc a moc důležitým úkolem geologů je nejen obdivovat přírodní krásy, ale dělat vše pro to, aby byly zachovány pro budoucnost. Nejen pro ně, samotné geology, ale pro celou společnost. Naše lokality jsou důležité i pro geology evropské nebo světové. Vždyť jsme u nás organizovali stovky geologických konferencí a zasedání. Dokonce i dva světové kongresy.



Výchoz, to je pro geology poklad

„Sláva výchozům – čest potaženým!“ Dva překlapy jsme udělali schválně, tohle olympijské a sokolské heslo jsme maličko upravili: místo vítězů jsou výchozy, místo poražených potažení.

Výchoz, to je pro geology poklad. Tam, kde je skalnatý povrch, je výchozů dost, jinde aby jej špendlíčkem hrabal. V lesích, na polích, pastvinách nebo na říčních nivách bývají vzácné. Výchoz je obnažená hornina, podle které poznáme, z čeho je povrch tvořen. Z velkých výchozů poznáme i sled hornin, jejich tektonické porušení i další okolnosti. Ve výchozu je hornina propojena se svým podložím, není to jen velký balvan, který se tam dostal bůhvíodkud.

Co ta druhá část hesla, jakým „potaženým“ máme vzdát čest? Rozumíme tím „povlečený, zanesený, zakrytý“. Hornina je třeba tak navětralá, že původní horninu nepoznáme. Nebo je přikrytá mladšími nánosy.

Na té cti ale trváme. Vždyť pokryvy jsou také důležité, mohou to být říční usazeniny, ledovcové šterky, svahoviny, spráše i půdy. Pro geology specialisty jsou cenné. Důležité výchozy geolog označí v mapě a dokumentuje je. To znamená, že z nich vyčte vše, co se dá. Složení horniny, tektonické porušení, přítomnost zkamenělin, zajímavých nerostů i vztah k okolním výchozům. Vždy přemýšlí o tom, zda právě tento výchoz není klíč k vysvětlení geologické stavby širšího území.

Výchozy jsou jednak přírodní, jednak umělé. Umělý výchoz se nazývá odkryv. Přírodní nám připravila sama příroda. Skály, stěny strží, erozní zbytky pevných hornin, stěny říčních údolí a mnohé jiné. Umělé

výchozy připravil pro geology člověk, schválně nebo mimochodem.

Kde není široko daleko výchoz a kde by ho geolog moc potřeboval, může si udělat výchoz umělý. Je to sonda nebo rýha. Prokope se půda a pokryv až na skálu.

Drahé nedorozumění a zbytečná práce

Geolog řekne technikovi či kopáči: „Vykopejte sondu až na skálu“. Kopáč kope, prokope lesní půdu, pár šutrů, měkký tuf a na skálu se nemůže dokopat. Geolog se pak chytí za hlavu, protože tou „skálou“ byl tuf, i když ne zrovna tvrdý, toho se chtěl dokopat.



◀ Takový výchoz je mimořádně zajímavý. V přeměněných horninách geolog objevil mocnou žílu křemene.



O horninách a nerostech, hlavně českých

Chceme-li poznat geologii Česka, nelze začít jinak než horninami a nerosty.

Horniny a nerosty jsou základem celé geologie.

Horninu bez nerostů si nedokážeme představit, nerost bez horniny většinou také ne. Nerosty sice mnohdy nalezneme bez hornin, ale jejich hlavní úlohou je přece jen tvořit horniny. Nerost k nerostu, k němu další a máme horninu! Tu pojmenujeme podle toho, kolik kterého nerostu v ní je.

Z hornin je celá zemská kůra, větší část zemského pláště a zřejmě i kus zemského jádra. Ta menší část Země je z tavenin. Když ty vychladnou, budou z nich další horniny.

Horniny a nerosty jsou neživou přírodou a ta je základem pro všechno živé, pro rostliny, živočichy, člověka. Po horninách chodíme, máme je neustále před očima, často je držíme v rukou, provázejí nás celým životem. Horniny nám poskytují nerostné zdroje, z hornin se tvoří půda – naše živitelka.

▼ Broušené diamanty.



◀ Vrstva pískovce, nad ní vrstva prachovce, pak zase pískovec, prachovec a tak dále.

Diamanty, dokonce i české

Diamant je nejtvrďší přírodní nerost.

Slovo „přírodní“ je důležité, technici totiž dokázali vyrobit i tvrdší materiály, ale umělé. Diamant byl objeven napřed v náplavech, pak i v pevné hornině nazvané kimberlit.

Ke vzniku potřebuje nutně vysoké teploty a obrovské tlaky, takové, jaké jsou 100 km pod zemským povrchem.

České diamanty byly dlouho tři. Jednoho jsme se zřekli, diamantem nebyl. Zbylé dva údajně pocházejí z Českého středohoří. Nalezli je v serpentinitu (česky hadci), odkud se po zvětrání horniny dostaly do rozsypů. Diamanty to sice jsou, ale jejich historie je nejasná. Dokonce je zde podezření, že jsou odjinud a někdo je podstrčil.

Až v roce 2011 k těmto dvěma diamantům přibyl ne jeden, ale několik dalších. A české určitě jsou. Byly nalezeny v severních Čechách v hornině granulitu. Jsou sice jen 5 až 30 mikrometrů velké, ale přece jen naše.



Již Jára Cimrman, český génius, varoval před falešnými diamanty ve špercích. A mnohokrát zabránil podvodu. Věděl dobře, že diamant v tvrdosti nenajde konkurenci, v jeho době umělé a ještě tvrdší nerosty nedokázali lidé vyrobit. Znal však také slabou stránku diamantu, to, že není štěpný a že je křehký. Stačilo na kamínek klepnout kladivem. Jeho náhražky, křišťálek nebo zirkon, vydržely nebo se rozštíply, zatímco z diamantu byl prášek. Touto metodou Cimrman pomáhal i u soudu. Z kronik je znám případ klenotníka Pobudy z Pardubic, kterého Cimrmanova metoda usvědčila z podvodů. O geologických zájmech Cimrmana ještě uslyšíte.

Horniny zkoumá petrologie, nerosty mineralogie

Petrologie a mineralogie jsou vědními obory, které geologie potřebuje víc než co jiného. Jaký je obvyklý postup geologických prací? Geolog mapuje, v terénu odebere vzorky hornin a poprosí PETROLOGA, aby mu je určil. Ten prohlédne v mikroskopu výbrus horniny a najde a určí v nich nerosty. Pokud si není jist nebo tuší něco vzácného, nechá si v laboratořích udělat chemickou analýzu či nějakou analýzu složitější. To už je práce MINERALOGA.

Petrografie vs. petrologie

Vědě o horninách se dříve říkalo petrografie. Dnes dáváme přednost slovu petrologie. Chceme tak zdůraznit, že tato věda horniny nejen popisuje, ale též zkoumá jejich vznik. Ale i „petrografie“ se občas objeví a není to zase taková chyba.

Mineralogie je vědním oborem studujícím minerály. Jelikož se minerálům česky říkalo a říká nerosty, byla mineralogie též nerostopisem. *Obdobou byl živočichopis, dnes zoologie, zkoumající zvířata a rostlinopis, dnes botanika, studující rostliny.*

Podívejme se na jeden z mnoha příkladů. V dutině horniny objeví mineralog několik krystalků žlutého nerostu. Proměří krystal, zkusí tvrdost, štěpnost a další vlastnosti, prosvítí nerost rentgenovými paprsky a doufá, že objevil



nerost nový, dosud nenalezený a nepopsaný. Našim mineralogům se to již mnohokrát povedlo.

Práce tím nekončí, naopak! Mineralog musí všechny údaje o nerostu poslat Komisi pro nové minerály (součást Mezinárodní mineralogické asociace), která návrh buď přijme, nebo zamítne. (Máme tam českého zástupce, ten by návrh mohl podpořit.) Když přijme, může se oslavovat. K dosavadním pěti tisícům nerostů přibude další. Objevitel musí nerost pojmenovat. Jak? Po sobě? To nejde, tak se rozhodne pro jméno nějakého slavného badatele. Třeba slavíkit podle známého profesora, mineraloga Františka Slavíka. Může také zvolit jméno podle místa nálezů. Našel ho v Kutné Hoře, tak to bude kutnohorit! Všimněte si, že v obou případech začíná název malým písmenem. Rozhodně si na internetu sežeňte seznam

minerálů a hledejte v knížce Encyklopedie minerálů. Nechcete přece zvolit název, který již existuje! Raději se vyhněte háčkům a čárkám, aby cizinci neměli potíže s pravopisem a výslovností.

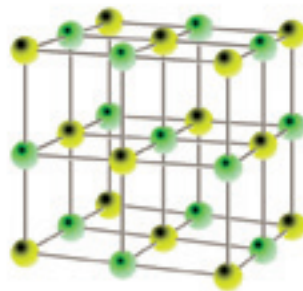
Nerosty rostou

NEROST je totéž co MINERÁL (cizí slovo). České slovo nerost zní docela pěkně, ve skutečnosti ovšem neROST roste, a někdy dost rychle. Avšak zdaleka ne tak rychle jako ROSTliny.

Nicméně růst pomalu je lepší, než nerůst vůbec. Třeba v žule roste centimetrový krystal křemene a živce až 100 let. V rychle chladnoucí čerstvé lávě na povrchu vyroste droboučký, jen asi 0,1 mm velký krystalek živce za měsíc. Nádherným krystalům fialových brazilských ametystů trvá 1000–5000 let, než dorostou do krásy. Světovými rekordmany mezi minerály jsou síra, sádrovec nebo sůl kamenná. Síra krystalizuje ze sirných výparů sopečných kráterů za hodiny, nanejvýš za několik dnů. Ještě rychleji rostou krystaly sádrovice na zasolených přímořských plošinách. Sůl kamenná vám z odpařené mořské vody krystalizuje za chvíli.

Většina nerostů se vyskytuje jako krystaly. Tvar krystalů odpovídá vnitřní struktuře nerostů. Jsou totiž z malých stavebních jednotek, atomů, iontů či molekul. A právě to, jak jsou uspořádány, se projeví ve tvaru krystalů. Příkladem je sůl kamenná. Její krychličky jsou dokonale štěpné, protože stavební částice jsou v pravidelných liniích rovnoběžných se stěnou krychle.

O diamantu víme, že štěpný není. Proč? Protože jeho atomy uhlíku nejsou seřazeny do pravidelných ploch. Není sice štěpný, ale je křehký! Ani křehkost, ani nedostatek štěpnosti neubírá diamantu na tvrdosti ani na vzácnosti. Když krystaly rostou pomalu a kolem je dost místa, mohou dorůst k dokonalosti a ohromující velikosti.

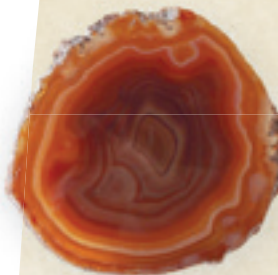


▲ Krystalová mřížka a krychlové krystaly halitu čili soli kamenné.



Beztvaré nerosty

Výjimka prý potvrzuje pravidlo. Platí to i pro nerosty. V některých se nedokázaly atomy uspořádat, a tak se nestaly krystaly. Říkáme, že jsou amorfní, česky beztvaré. Patří k nim opál, oxidy železa s vodou zvané limonit a také přírodní sklo. Sice nekystalizují, tvoří povlaky, hlízy a čočky, ale takovému australskému drahému opálu to na kráse neubírá.



▲ Achát. Je z křemene s příměsí amorfního opálu.



Někdy rostou jedním směrem na společném podkladu, pak se tvoří drúzy. Takové drúzy brazilských ametystů i křišťálů patří k ozdobám sbírek.

Nerosty bohužel mají většinou málo místa a rostou tak, že jeden druhému při krystalizaci překážejí. To se stane, když magma rychle tuhne, když překotně krystalizují nerosty z chladnoucích horkých vod nebo když se sypká usazenina rychleji přemění v pevnou horninu. Některé nerosty jsou vzácnější, drahé, žádané, mají krásnou bar-

vu a používají se k ozdobným účelům. Jsou to DRAHÉ KAMENY.

Většinou žádný drahý kámen nemáme, ale přečíst si jejich seznam neuškodí. Když ho máte, podívejte se, co je to za nerost a jaké má složení. Třeba vás překvapí, že váš safír je vlastně nerost s odborným názvem korund. A takových případů je víc. V tabulce je najdete. (A nebojte se tabulek, máte v nich přehledně to, co by jinak bylo v nepřehledném textu.)

DRAHOKAM	NEROST (liší-li se název) / složení	BARVA
diamant	čistý uhlík	bezbarvý, někdy nažloutlý i jinak zbarvený
smaragd	beryl / křemičitan	zelený
rubín	korund / oxid hliníku	červený
safír	korund / oxid hliníku	modrý
topas	křemičitan s hliníkem a fluorem	žlutý
drahý opál	amorfní, oxid křemíku s vodou	pestrý, hlavně mléčně bílý
beryl	křemičitan s beryliem a hliníkem	modrozelený
zirkon	křemičitan se zirkoniem	bezbarvý i barevný (Pozor na něj! Někdy je ve špercích místo diamantu!)
tyrkys	fosfát s hliníkem a mědí	modrý
ametyst	křemen / oxid křemíku	fialový
citrín	křemen / oxid křemíku	žlutý
achát	křemen a opál s příměsmi	barevný, vzorovaný
český granát	pyrop / křemičitan s hliníkem a hořčíkem	rudý
vltavín čili moldavit	křemité sklo	zelený až černý
jantar	organický materiál, fosilní pryskyřice	žlutý, hnědý



Diamant je z čistého uhlíku. Známe nerost, který má stejné složení, je to tuha čili grafit. Připadá vám nemožné, že dva tak odlišné nerosty mají stejné složení?

Rozdíl je v uspořádání atomů, tuha je má pěkně v řadách. K drahým kamenům samozřejmě patří i ryzí zlato, stříbro a platina. Kromě nich také zajímavý spinel (oxid hliníku s hořčíkem), s nímž se mohou zaměnit daleko dražší kameny, a turmalín (složitý hlinítokřemičitan s fluorem). Pěkné odrůdy křemene pokládáme také za drahé kameny, např. čirý křišťál.

V tabulce již máme fialový ametyst a žlutý citrín, k nim můžeme přidat ještě růžový růženín, hnědou záhnědu a bílý mléčný křemen.

Červený karneol, zelený chryzopras, skvrnitý heliotrop i převážně červený jaspis jsou sice oxidy křemíku, ale řadíme je do rodiny chalcedonu. To je křemen s příměsí opálu a vody se zajímavou vláknitou strukturou.

Přísnost musí být

Někteří přísní odborníci tvrdí, že za opravdové drahé kameny lze považovat jen čtyři z vyjmenovaných v tabulce. Jsou to samozřejmě diamant, smaragd, rubín a safír. Ostatním by se mělo říkat šperkové nebo klenotnické kameny.

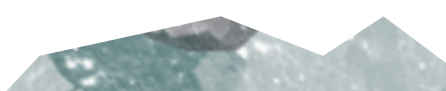
Pro geology jsou horninotvorné nerosty ještě důležitější než nerosty drahé. Jsou to ty, které se běžně vyskytují v horninách a často jsou jejich hlavní složkou. K nejdůležitějším horninotvorným nerostům patří křemen, křemičitan a uhličitan. Z křemičitanů je to velká skupina živců, které dělíme podle obsahu draslíku, sodíku a vápníku. Důležité jsou i slídy, z nichž je nejběžnější světlá slída – muskovit a tmavá slída – biotit. Všem se musí líbit svory, u nás hojně metamorfované horniny, které se doslova blyští velkými šupinami muskovitu.

Drahé kameny na korunovačních klenotech

Na českých korunovačních klenotech je několik desítek opravdových drahých kamenů. Na koruně je velký rubelit (4 x 3,7 cm). Byl dříve pokládán za rubín, prý jeden z nejkrásnějších na světě. Rubelit je však „pouze“ druhem turmalínu.

Jsou na ní i menší kameny, 20 modrých safírů, 46 červených spinelů, křemene, akvamaríny i perly. Na žezlu je 5 rubínů a na jeho vrcholku pěkný spinel. Jablko je pokryto osmi safíry, šesti spinely a perlami. Původ těchto kamenů je sporný. Odkud mohou být? Safíry snad z Thajska nebo Srí Lanky, smaragdy možná z Egypta, ale dokázáno to není. Rubelit by mohl být z Afghánistánu nebo ze Srí Lanky. Cena všech drahých kamenů na klenotech byla vypočtena na 21 564 338 406 Kč (haléře jsou zaokrouhleny nahoru). (Je to vtípek, nebo to myslíme vážně?)

Už podle toho přepočtu z haléřů na koruny uhodnete, že si z vás střílíme. Cenu bychom snad mohli odhadnout podle kvality a počtu karátů drahých kamenů, ale je tu samozřejmě mnohonásobná hodnota historická a umělecká. Cena je prostě nevyčíslitelná!



Pro usazené horniny jsou neodmyslitelné jílové minerály, což jsou křemičitany různého složení a struktury. Kaolinit je z nich nejznámější. V tmavých vyvřelinách, jako je čedič, převládají jiné křemičitany – amfiboly a pyroxen, někdy i olivín. Z celkového objemu zemské kůry tvoří 90 % křemičitany.

Po křemičitanech jsou nejdůležitější uhličitany. Kalcit, doprovázený dolomitem, je často jediným nerostem vápenců a dolomitů. Pozor! Mezi názvy vápenců a kalcitů



▲ Krystaly kalcitu.

je rozdíl! Kalcit je nerost, vápenců je hornina, tvořená převážně kalcitem.

V rudách nás zajímají siřníky neboli sulfidy, mezi něž patří pyrit (FeS_2), galenit (PbS), sfalerit (ZnS) a další. Siřníky se někdy pletou se síranými čili sulfáty. Síranem je veledůležitý sádrovec ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) a anhydrit, který nemá vodu.

Za krystaly do muzea

Krásu krystalů obdivujeme i v muzejních sbírkách. Kromě pražského Národního muzea je řada dalších, příbramské, turnovské, novopacké, třebečské, ostravské nebo slezské v Opavě. I v dalších městech najdeme sbírky s pozoruhodnými minerály a horninami. Vstupné nemusíte platit na prodejní sbírky. Dvě prodejny minerálů, údajně největší ve střední Evropě, jsou v Praze proti Masarykovu nádraží a v Ruzyni. Chvilí co chvíli se v různých městech organizují sběratelské burzy, které mohou navštívit všichni zájemci.

V posledních letech u nás vyšlo několika atlasů nerostů, obvykle s krásnými obrázky.

Z nerostů jsou horniny

Horniny jsou základní stavební jednotkou pevného zemského tělesa. Obvykle jsou z několika nerostů. V některých případech mohou být z nerostu jediného.

Rozlišujeme tři základní skupiny hornin:

magmatické čili vyvřeliny;

sedimentární čili usazeniny;

metamorfované čili přeměněné.



Užívat můžete jak české, tak mezinárodní názvy, odborníci ovšem dávají přednost těm mezinárodním.

Tak jako nerosty mají i horniny svá pojmenování. Běžně se jich užívá na šedesát. Názvů mírně přibývá, horniny se pojmenovávají hlavně podle místa nálezů. Podobně jako u nerostů rozhoduje o platnosti názvu Mezinárodní geologická unie se svou komisí.

Věčným zemským KOLOBĚHEM se jedny horniny mění v druhé, ty na třetí a ty zase zpět na první. Napřed byly na Zemi horniny magmatické, z nich byla ta nejstarší zemská kůra. V hloubkách se působením vysokých teplot a tlaků měnily na horniny metamorfované. Ty se dostaly na povrch, tam zvětraly, rozpadaly se a dodávaly materiál na sedimenty. Tím se dovršil první cyklus. Pak však byly cykly další: nahromadily se velké mocnosti sedimentů, ty se v hloubkách roztavily na magma nebo byly metamorfovány. Magma buď utuhlo v hloubce, nebo se jako láva vylilo na povrch. A láva znovu zvětrala a ze zvětralin byly další sedimenty.

Netočí se vám už z těch cyklů hlava? Klid, jeden takový cyklus trval i statisíce let!

Poznámka: Český génius Jára Cimrman si byl dobře vědom toho, že v přírodě není všechno tak rychlé. Kromě toho jeho doba nebyla uspěchaná. Proto místo „KOLOBĚHU“ používal slova „KOLOCHOD“.

V jeho denících se zachovalo, že se mu nelíbilo všude užívané slovo „HORNINY“. Říkal, že horniny jsou přece jen na horách, zatímco v údolích jsou „DOLNINY“.

Tady bohužel Cimrman narazil, známý český geolog se ozval a napsal, že to jsou pěkné „KONINY“.

Každý kámen není horninou

Je cihla hornina? Ale kdepak! A beton, to je hornina? Také ne! Hornina je přece přírodnina, zatímco kámen je kus horniny nebo nerostu, ať již přírodní nebo vytvořený člověkem. Kámen musí být pevný, jinak by to nebyl kámen. Hornina pevná být nemusí. Písek nebo spraš, to jsou také horniny.

Mezi lidmi se o kamenech mluví a píše daleko častěji než o horninách. Kolikrát se v krásné literatuře objeví slovo hornina? Málokdy. Naproti tomu kámen je jak v detektivkách, tak v básních.

I známé verše slavného básníka nás nabádají, abychom všichni byli z křemene, pak že bude celý národ z kvádrů. A křemen je pevným kamenem.

I kámen proto museli odborníci přesně definovat. Ta nejhezčí definice zní takto:

„Kámen je pevná hornina, případně minerál nebo kus umělého původu přírodnině se podobající. Je jakéhokoli tvaru, nejméně několik centimetrů velký, přírodou omezený nebo uměle opracovaný.“

Všimněte si upřesnění „přírodnině se podobající“. Taková podoba může geology pořádně pomýlit. Staré kusy cihel se nebezpečně podobají zvětralé hornině se železem, rozpadlý beton slepenci, odpadlé kusy staré omítky pískovci, střepy skla ze skláren jsou stejné jako sopečné sklo, struska ze slévárny vypadá jako struska vulkanická. Naštěstí se všechny omyly, které jsou z vyprávění o geolozích známy, nakonec vysvětlily. Geolog si prostě musí dát pozor.

Pozorný musí být i student. Náš příběh není vymyšlený. Skutečný profesor zkoušel skutečné studenty z poznávání hornin. Hezký červený pórovitý kousek měl být podle studenta laterit (laterit je sediment bohatý železem). Profesor ho opravil slovy „kdepak, je to cihla“. Po zkoušce student varoval čekající adepty: „Pozor, má tam cihlu.“ Jeden z dalších toho chtěl využít a o podobném červeném kameni prohlásil: „To je cihla, pane profesore.“

Profesor však něco podobného čekal a cihlu vyměnil za opravdový laterit.



Horniny z magmatu a lávy

Kilometry pod zemským povrchem se horniny taví, tvoří se magma, které se hromadí v magmatických krbech. Je žhavé, nestálé, plné plynů a snaží se nejsnazší cestou dostat na povrch. Rozpuštěné plyny jej pohánějí.

Magma se buď na povrch nedostane, nebo se na něj proderá a vylije se jako láva. V prvním případě utuhne pod povrchem. Je z něj vyvřelina hlubinná. Z lávy na povrchu utuhlé je hornina výlevná.



▲ Žula, hlubinná vyvřelina s křemenem, živci a tmavými nerosty.

Žula je typickou hlubinnou vyvřelinou, čedič zase typickou výlevnou. Žula je totéž co granit. Odborníci říkají raději granit, i když proti žule nic nemají. Jen si prosím nemyslete, že „žula“ je krásné české slovo, jak se někdy tvrdí. Kdepak, je to zkomolenina německého „die Sohle“. Horninu pojmenujeme podle nerostného i chemického složení. Rozhoduje obsah oxidu křemíku, procento křemene, živců a tmavých nerostů (tj. amfibolu, pyroxenu a tmavé slídy).

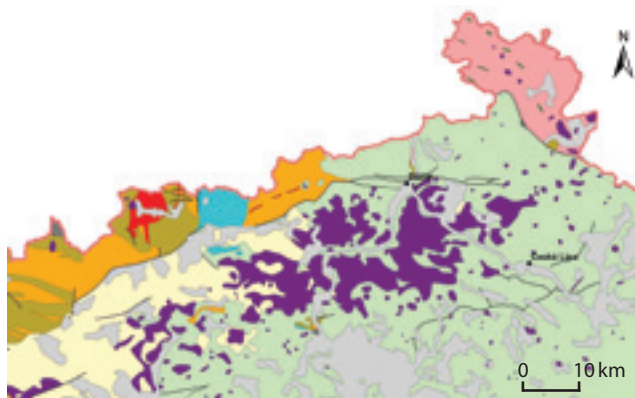
Žuly mají hodně křemene, přibývá-li tmavých minerálů a ubývá křemene, přecházejí do granodioritů, syenitů, dioritů až gaber.

Žuly jsou sice našim národním kamenem, ale není jich nejvíce. Podle geologické mapy jsme vypočítali, že na povrchu republiky je „jen“ 10% žul. Červená barva žul je na mapě výrazná, do Prahy však nedosáhne, jen k Úvalům a Říčánům zasáhne středočeský plutonický

Kyselé a bazické horniny

Tyto názvy se používají jak pro horniny, tak pro taveniny. Pracují-li metalurgové s taveninami, kyselé jsou bohaté oxidem křemíku, bazické bázemi, tedy hlavně hořčíkem a vápníkem. Kyselé taveniny jsou tužší, tečou pomaleji, bazické jsou řidší.

komplex o rozloze 3000 km². Pluton říkáme velkým tělesům hlubinných vyvřelin, komplex je to proto, že v něm bylo rozpoznáno na 20 typů hornin. Ještě větší je pluton moldanubický na Českomoravské vrchovině a části Šumavy, jeho hlavní část je však v Rakousku. Pak jsou další žulové masivy od Krušných hor až po Brno.



▲ Geologická mapa Českého středohoří. Výlevné horniny jsou označeny fialovou barvou.

I výlevné horniny mají řadu názvů, základními typy jsou čedič (bazalt) a znělec (fonolit). Další dělení je podle toho, zda obsahují olivín, nefelin či sodalit. Tvoří krajinu Doupovských hor, Českého středohoří, i Lužických hor, jejichž části připomínají „sopečnou“ oblast s homolemi, suký a dalšími tělesy. Slovo „sopečný“ je v uvozovkách, protože většina láv utuhla těsně pod povrchem.

Na něj se dostala až po erozi, která snížila zemský povrch o dobrých 400 m. Doslova je vypreparovala z obalu měkkých křídových a třetihorních sedimentů.

Tmavě fialová barva výlevných hornin na geologické mapě jasně ukazuje na jejich rozšíření.



Znělec zní jako jiné horniny

Znělec je hezky znějící český název. Je to doslovný překlad německého „Klingenstein“ (klingen znamená „zvonití“). Když vezmeme plát znělce, tak při poklepu opravdu slyšíme zvonivý zvuk. Pouhý poklep však není rozhodujícím znakem. Obětí takového omylu byl i student, který při zkoušce z poznávání hornin poklepl na vzorek a prohlásil: „Pane profesore, hornina zní, je to znělec.“ Profesor však pohotově odpověděl: „Kdepak, duní, takže je to dunit.“ (Dunit je tmavá hornina hlavně z olivínu.) A student musel k opravné zkoušce.

Horniny usazené – z písku, prachu, bahna a organismů

Můžeme jim říkat i horniny uložené anebo cizím slovem sedimentární.

Dělení usazených hornin je jednoduché, dělí se na **klasické** a **neklasické**.



▲ Románská rotunda v Holubicích, postavená z křídové opuky.

Známá usazená hornina nejasného složení

Opuka je starý český název pro usazenou horninu, která má proměnlivé složení. V některých opukách je více jílu, v jiných uhličitano vápenatého, v ostatních více křemenných zrněk nebo dokonce jehlic mořských hub a křemitého tmelu. Důležité ovšem je, že je to náš nejnámější stavební kámen. Celá románská Praha byla ve 12. a 13. století postavena z opuk. Nejen Praha, ale stovky dalších kostelů a budov, zejména v severních Čechách, jsou z opuky. Opuka je krásný kámen, snadno se láme a opracovává. Má jednu vadu, je příliš pórovitá a rychle zvětrává. Proto se na stavbách občas vyměňují staré kvádry za nové.

Klastické usazeniny jsou z úlomků a zrn. Patří k nim slepence, pískovce, prachovce a jílové usazeniny.

Neklastické se tvořily chemickými a biochemickými pochody. Jsou to vápence, dolomity, křemité horniny (např. rohovce a buližníky), také soli, fosfáty, sádrovec i uhlí.



▲ Karbonský slepenec z podkrkonošské pánve.

Slepence jsou hrubozrnné klastické sedimenty s úlomky většími než 2mm. Mohou být z křemene i kousků starších hornin. Pískovce patří mezi nejhojnější sedimenty. Klastická zrna 0,05 až 2mm velká spojuje jílovité pojivo nebo nějaký chemický tmel. Pískovce dělíme na křemenné pískovce, arkózy a droby. První mají hlavně křemenná zrna, druhé s křemeny i živce a úlomky hornin a třetí navíc i jílovité pojivo.



▲ Křemenný pískovec z křídových uloženin Adršpašských skal.

Prachovce jsou přechodem mezi pískovci a jílovci. Jílovce jsou zpevněným jílem. Je jich mnoho různých druhů a usazují se všude tam, kde není silný proud a velké vlnění – jak v mořích, tak v jezerech a na říčních nivách. Pořádně zpevněné a dokonce trochu rekrystalizované jílovce jsou jílové břidlice.

Ze skupiny neklastických sedimentů jsou nejdůležitější vápence. Nazýváme je různě, podle toho, zda jsou jen z vápnatého kalu, zda je tvoří kostry korálů, schránky měkkýšů nebo zda jsou sráženy z teplých pramenů. Vápence známe z mělkých i hlubokých moří i jezer, u nás se proslavily vápence silurské a devonské, plné zkamenělin trilobitů, a nejen jich. Vápence tohoto stáří jsou krásně odkryté např. v Praze na Barrandově skále i na mnohých dalších místech.

Mezi neklastické sedimenty patří i silicity, tvořené chemickým a biogenním křemenem. Patří mezi ně i hojně buližníky a také rohovce. Pazourky jsou druhem rohovců. A buližník, to je samý křemen. Křemen neklastický, ale sráženy v mořích z rozpuštěného oxidu křemíku.

Několikrát zmíněný génius Jára Cimrman buližníky dobře znal. Obdivoval jejich tvrdost a razanci. Z jeho pozůstalosti o nich pojednává následující rýmováčka:

*Chtěl bych býti buližníkem,
který vržen uličníkem
vlétne oknem do ložnice
té mé švarné nevěrnice...
Pokračování vypustíme, protože by vrhlo špatné
světlo na charakter génia.*

Jsou i další neklastické usazeniny, z nichž jsou velmi důležité ferolity, bohaté na železo. Ferolity od Zdic, Nučic, Mníšku pod Brdy nebo Ejpovic byly důležitými železnými rudami.

Horniny přeměněné – metamorfované

Když řekneme „hornina metamorfovaná“, mluvíme o hornině, kterou vysoké tlaky a teploty změnil, dodaly jí jiné minerální složení, strukturu i texturu. V češtině můžeme pro metamorfované horniny užívat i název horniny přeměněné, musíme si však uvědomit, že slovo přeměna má širší význam. Může znamenat ledacos, třeba i přeměnu na horninu zvětralou. Naštěstí je takové nedorozumění vzácné. Ruly, svory, fylity, to jsou zcela běžné metamorfované horniny. Patří k nim i amfibolit. Ten má v sobě hodně tmavých nerostů a vzniká přeměnou čedičů. Nejsilnější



▲ Svor, pěkná metamorfovaná hornina s tmavšími i světlejšími pásky a čóčkami i spoustou slídy.

proměnu prodělal granulit, hezká světlá hornina, která vznikla přetvořením žuly nebo jiné, ještě kyselejší vyvřeliny. Byly k tomu zapotřebí podmínky panující až ve stokilometrové hloubce pod povrchem.

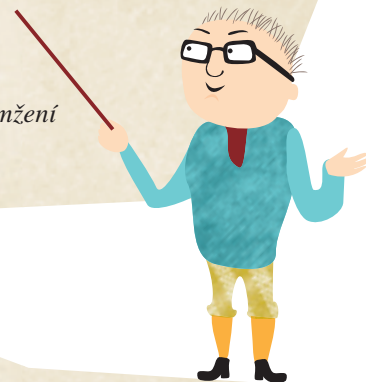
Krystalické vápence neboli mramory jsou metamorfované sedimentární vápence, metakvarcity jsou přeměněné křemenné pískovce. Vidíte, že si petrologové pomáhají předponou meta-. Prostě ji předsuneme před vyvřelinu nebo sediment, třeba diabas či drobu, a máme horniny metamorfované: metadiabas a metadrobu.

Ortorula, nebo pararula?

Petrologové rozlišují jednoduše předponami orto- a para-, zda byla původním materiálem metamorfitu vyvřelina nebo usazenina. Takže z jílové břidlice vzniká pararula, ze žuly ortorula.

Stoupá-li intenzita metamorfózy, mění se jílová břidlice nejprve ve fylit, pak na svor a na pararulu. Chcete si to lépe zapamatovat? Prosim, zrýmujeme si to.

*Z břidlice je fylit,
nenechme se zmýlit.
Přidej trochu tlaku,
slíd je jako máku
a máme svor, ten v okamženi
celý na rulu se změní.*



Pozor na mramory

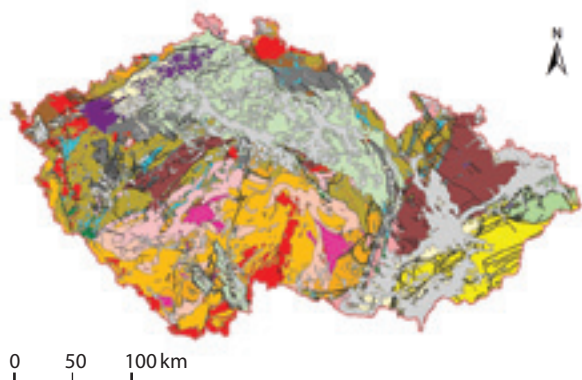
Odborníci říkají krystalickým vápencům mramory, proč ne? Ale pro kameníky, stavitele, obchodníky jsou mramory všechny pěkné a leštitelné vápence, ať již metamorfované či usazené.

Není nad kontakty

Všechny jmenované metamorfované horniny tvoří velké masy, někdy jsou jich obrovité objemy, metamorfóza probíhá v rozsáhlém prostoru. Známe však i přeměnu místní a té říkáme kontaktní. Takový žulový pluton, vyvře-li do svého okolí, stačí vypálit horniny do vzdálenosti několika stovek metrů.

Mapu do ruky a počítáme

Už jsme to spočítali i za vás. Jistě vás bude zajímat, jaké horniny máme u nás na povrchu, kolik jich je a na jak velkých plochách. Bylo to docela jednoduché, změřili jsme plochu barevných skvrn na geologické mapě, dříve na mapě starší, nově i na moderní „půlmilionce“ (v měřítku 1 : 500 000). Má to pouze jeden háček. U starohor je těžké ostře ohraničit plochy mezi usazeninami a přeměněnými horniny, jsou mezi nimi totiž velmi pozvolné přechody. Nicméně jsme to riskovali s vědomím, že chyba nemůže být větší než jednoprocenní.



▲ Geologická mapa České republiky.

Napínavá horninová extraliga

Hlas lidu měl odpovědět na otázku: „Jakých hornin je v Česku nejvíc?“ (Rozumí se jejich plocha na povrchu.)

Odpovídaly dvě skupiny:

1) Negeologové stanovili zhruba toto pořadí:

žuly, vápence, pískovce, ruly.

2) Pořadí podle studentů geologie z prvních univerzitních ročníků:

Pískovce, jílovce, metamorfované horniny, žuly (na stěně posluchárny visela geologická mapa, takže se mohli orientovat a většina z nich toho využila).

Negeology ovlivnila pověst žul jako našeho národního kamene a jejich rozšíření přehnali. Geologové se v podstatě trefili.

A je tu další tabulka. Bez obav si ji prostudujte, jsou to výsledky našich výpočtů. Čísla na zmíněnou otázku jasně odpoví.

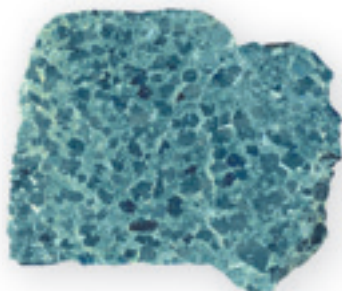
Plochy hornin a útvarů na povrchu Česka

HORNINA A ÚTVAR	% Z PLOCHY ČESKA
křídové sedimenty	23,6
sedimenty Karpat	19,9
silně metamorfované horniny (ruly, svory, amfibolity, granulity)	17,0
žulové a podobné hlubinné vyvřeliny	10,0
spodnokarbonské sedimenty	7,1
starohorní sedimenty	5,8
staroprvohorní slepence a pískovce	4,9
permokarbonské sedimenty	4,1
slabě metamorfované horniny (fylity)	2,5
staroprvohorní vápence	2,3
třetihorní výlevné vyvřeliny	1,0
starohorní bulžníky	0,9
starohorní a prvohorní vulkanity	0,6
druhohorní vápence	0,3

Vida, žuly nám klesly až na čtvrté místo. Naopak příjemně překvapily ruly s dalšími silně metamorfovanými horninami. Jsou totiž na mapě vybarveny takovou nenápadnou hnědavou barvou. Ale když se podíváme pozorně, zjistíme, že v jižních Čechách i na jihozápadní Moravě je jich plno, k tomu jsou jejich ostrůvky ještě na severozápadní Moravě! Křída se svými pískovci potvrdila roli favorita. Kdo se podívá na mapu, ihned ho zaujme velká zelená plocha křídly severních Čech, přecházející na Moravu, doplněná jihočeskými pánvemi a křídou beskydskou. Do první desítky se nenápadně posunuly spodnokarbonské sedimenty. Není divu, kulmských drob a jílových břidlic jsou v Nížkém Jeseníku, Oderských vrších i na Dražanské vrchovině velké plochy. Ani starohorní droby a jílové břidlice neklamaly, mezi Prahou a Plzní je jich všude plno. Od třetihorních vulkanitů bychom čekali víc, ale jak jsou nápadné v krajině, tak je jejich plocha malá. Musejí si počkat pár tisíc let, až eroze obnaží jejich části pod povrchem, pak se umístí lépe.

Soutěž o nejkrásnější český kámen – Miss hornina

Jsme národ sportovní, proto jsme vypsalí ještě další soutěže. Jakých hornin je u nás na povrchu nejvíce, to už víme. Jsou to sedimenty. Musíme ale dát příležitost vyvřelinám i metamorfům vyhrát v jiných horninových závodech.



▲ Gabrodiorit z Pecerad, s krystaly pyroxenu.

Co by mělo rozhodovat při hledání naší nejkrásnější horniny? Barva, struktura, textura, zvláštní barevné efekty? Nebo počet slavných uměleckých děl z ní vytvořených? „To je otázka,“ řekl by Hamlet. Naši odborníci, nejen geologové, hlasovali pro gabrodiorit z Pecerad v Posázaví. Je to hornina patřící původem do středočeského plutonického komplexu. Je temně zeleného lesku, má velké vyrostlice pyroxenu a dá se krásně vyleštit. Místní gabrodiorit se již dávno netěží, je poměrně vzácný. Vypravme se za ním na hřbitovy v Posázaví, kde jsou z něj stovky náhrobků.

Gabrodioritu první místo přejeme, ale docela jsme fandili vápencům, tedy mramorům. Slivenecký vápenec devonského stáří je nádherně tmavě červený s bílými žilkami a hnízdy i zelenými šmouhami. Dodnes se láme na Cikánce u Radotína. Na Moravě uchvátí svou krásou nedvědický mramor. Byl drahý, na hradě z něj Perštejnové tesali jen okrasné prvky, ale blízký kostel v Doubravníku je z něho celý! Nad takovou krásou budete víc než žasnout.





Na čem stojí naše hrady?

Podívejme se, na jakých horninách stojí nejvíce našich hradů.

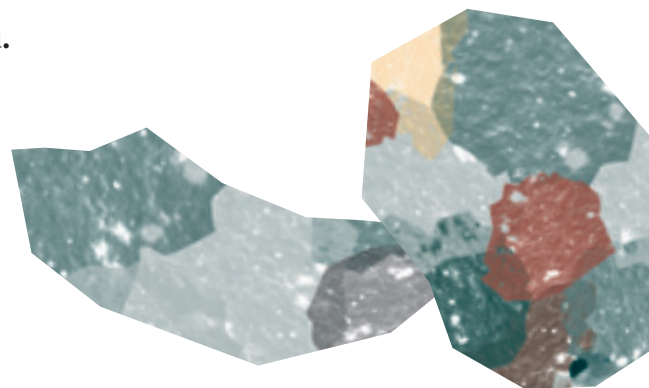
Do naší statistiky jsme zahrnuli 249 hradů. Hrady se stavěly na vyvýšeninách, na skalním podkladu, který se často prolínal se zdivem hradu. Horniny pod hradem se daly určit snadno. Na čem tedy vlastně naše hrady stojí, na jakých horninách? Na jakých horninách nejčastěji a na jakých málokdy?

Výsledky byly překvapující, jak dosvědčí následující tabulka.

Horniny, na kterých stojí naše hrady

GEOLOGICKÝ PODKLAD, HORNINY	PROCENTO HRADŮ
silně metamorfované horniny	30,7
křídové sedimenty	15,3
třetihorní vulkanity	11,1
hlubinné žulové vyvřeliny	10,0
starohorní sedimenty	8,8
staroprvohorní slepence a pískovce	5,0
spodnokarbonské sedimenty	5,0
slabě metamorfované horniny	3,5
sedimenty Karpat	3,8
druhohorní vápence	1,5

(Ostatní pouze desetiny procenta.)



Metamorfované horniny tentokrát vítězí!

Jak vidíte, stavitelé hradů si oblíbili skály z metamorfovaných hornin, často stavěli na skalách rulových, svorových, amfibolitových. Jak to vysvětlit? Pravděpodobně je to tím, že metamorfované horniny jsou v pohraničních oblastech a ty se opevňovaly proti nájezdům. Také historicky důležité a hustě obydlené Železné hory a některé části Českomoravské vrchoviny s metamorfovanými horninami bylo nutné hlídat.



▲ Hrad Loket s žulovým podložím karlovarského masivu.

◀ Hrad Pernštejn, postavený na přeměněných horninách. Růžová ortorula je přímo pod hradem.



Kámen nejdůležitější

Stejně jako u rostlin nebo u hospodářských zvířat můžeme také v případě hornin uvažovat, která hornina je důležitá a která méně. Geologové se však těžko shodnou. Je pravda, že petrolog – znalec vyvřelin – bude za nejdůležitější považovat tu svoji, odborník na uložení dá přednost svému sedimentu. Co by vlastně mělo být měřítkem důležitosti? Četnost? Množství v zemské kůře? Význam pro vývoj Země? Význam pro člověka, použitelnost jako stavební materiál, zdroj surovin? Úvahy podle těchto ukazatelů k cíli nevedou, každá by vyústila v jinou odpověď.

Uveďme následující příklady. Odpovídá sedimentární petrograf: „Sedimenty jsou nejdůležitější, je jich na souši nejvíc (nad 70 %). Jsou na nejvyšším místě na světě, na hoře Mt. Everest, právě tak jako na nejhlubším místě oceánu, v Mariánském příkopu. Jsou v nich zkameněliny, podle kterých jsme odkryli historii Země.

Odpovídá petrolog, specialista na vyvřeliny: „Nejdůležitější jsou vyvřeliny. Země se zrodila z vyvřelin, první zemská kůra byla z vyvřelin. Kromě toho je žula nejběžnějším stavebním kamenem a z vyvřelin pochází většina rud.“ Odpovídá petrolog, specialista na metamorfity: „Nejpevnější části pevnin, štíty a platformy, jsou z metamorfitů.“



Natvrdlý petrolog

Geologové dobře vědí, že petrologie se s oblibou, i když neoficiálně, dělí na tvrdou a měkkou. Tvrdá zkoumá magmatity a metamorfity, měkká sedimenty. Hned zavěťtíte, že takové dělení a pojmenování někdy zcela logické není. Sedimenty bulizník nebo křemenec jsou přece tvrdší než většina vyvřelých a metamorfovaných hornin!

Toto dělení zesměšňoval i slavný geolog, profesor Radim Kettner (viz str. 85). Prý by pojmenování „tvrdý petrolog“ mohlo znamenat i „natvrdlý“, zatímco „sedimentární petrolog“ zase „usazený“ či „usedlý“.

◀ Hornina z rodiny žul. Granodiorit s amfibolem a biotitem ze Železných hor.

V době, kdy jsme marně přemýšleli, která hornina je nejdůležitější, pomohl nám nečekaný nález zlomku rukopisu neznámého autora, který byl ukryt ve věži Klarova paláce na pražské Malé Straně, současného sídla České geologické služby. Papír byl zežloutlý, ale zachovalý, písmo čitelné. Radiometrická uhlíková analýza nepopsaného kusu papíru prozradila, že pochází z roku 1835. Jedná se o rukopis divadelní hry, zřejmě komedie s názvem „Rohovec čtverrohý“. Jeho část zde uvádíme v původní podobě.



▲ Klarův palác, současné sídlo České geologické služby.

Odehrává se na chodbě Vysokého učení. Osoby jsou dvě, on je statný, rázný chlap, ona menší postavy, lyrický typ.

On: Proč mě stále odmítáš, víš přec, že má budoucnost nadějná jest, jedva doktorát udělám, horninami vyvřelými a přeměněnými zabývati se budu a kariéru nadějnou jim věnuji. Doufám, že lásku tvou tak získati mohu.

Ona: Mohl bys, kdybys o horniny usazené více dbal. V nich je naděje učenců i celého národa našeho.

On: Petrografko měkká, zatvrzelá! Proč nechceš pravdu zvědět? Nebýt vyvřelin tvrdých, ani sedimentů měkkých by nebylo. Kůra prvotní zemská jen z vyvřelin pocházela a všechny usazeniny teprve z nich původ měly.

Ona: Byli jsme před vyvřelinami, budeme i po nich. S vyvřelinami ruku v ruce tufy z jícnu vylétávaly. Kyselá voda mořská z vyvřelin zvětraliny tvořila. A co to jiného je než sedimenty? A kterýchžto hornin na povrchu zemském stále přibývati bude? Hled', již z procent dvaasedmdesáti kryta jest země sedimenty.

On: Chybou je stále na povrchu zůstávati. Spusťme se zvíci o kilometr hlouběji. Usazenin tam medle ubývá, tvrdé horniny jejich místo zaujímají (zatváří se vítězně).

Ona: Nikoli, spouštět se nehodlám a nebudu. Na povrchu věci však nezůstávám. Co jiného naše půda živitelka než sediment je? A tvoje vyvřeliny jí kryty jsou.



On (pokouší se jinak): Na žulu lepu pohled! Nikde není taková pevnost skryta jako v kvádru žulovém. Kde v sedimentu krásu vyrostlic živcových najdeš?

Ona: Na mramory zapomínáš, krása jejich ploch naleštěných směle s vyvřelinou každou soutěžití může.

On: Jen pevnost žul smělé vztyčila mostů klenby. Jen vyvřelina šlépějím lidských kroků odolá. Však uvidíš, že chodby Krtka pražského žulou dlážděny budou!

Ona (postupuje o krok vpřed, její ňadra dmou se vzrušením): Vari! Naše kaplička nad Vltavou i svatostánek vědy české – Muzeum národní, to všechno ze sedimentů budováno jest. Co dlažba pražská, umně z kostiček vápenců zhotovená? Co kostky křemencové, hlavy kočičí zvané? A co všechny sochy z brlení Karlova mostu? Pomni, že rohovec i bulizník, horniny toť křemité, pevností nejpevnějším žulám a čedičům se vyrovnají. A víš, že mramorův druhů desítky na stěnách Krtka pražského skvěti se budou, aby poutníkům čekání na povoz zkrátily?

On (znejistí, uhýbá pohledem): Co užitku lidem z vyvřelin vzešlo! Když ony vychládající horké vody ze sebe vypouštěly, z nichž kovy užitečné se usazovaly. Zlata a stříbra habaděj se z roztoků sráží.

Ona (posměšně): Bloude, nevíš-li, že zlata daleko více z písků řek pochází? Nevíš, že nerosty rudní v sedimentech se hromadí? Nevíš, že uhlí kamenné i petrolej sedimentem jest?

On: Předkové naši kameny sbírajíce, v obsidiánu, skle vyvřelém, zalíbení našli? Obsidián pak nástrojem byl, který z opice polidštění umožnil.

Ona: O co užitečnější pazourky byly – rohovec to stáří křídového. Nevyhynul by snad rod náš, kdyby pralidé v jeskyních útočiště nenalezali? Kolik dutin podzemních ve vápencovém krasu vzniklo!

On (svěsí hlavu): Zanechme sporů těch lichých. Já dále horninám tvrdým věnovati se budu, ale přitom tebe i sedimenty ctít. Vždyť kámen každý lidem užitečný jest, jako přírodnina i tovar nejrůznější.

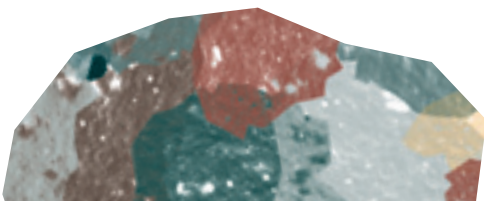
Ona (běře ho za ruku): Sám Rozum z tebe promluvil. Není kamene důležitého a méně důležitého. Všechny v kůře zemské místo mají a všechny lidstvo k civilizaci dovedly...

(Zde rukopis končí.)

Je velmi pravděpodobné, že název hry „Rohovec čtverrohý“ inspiroval Václava Klimenta Klicperu k sepsání komedie „Rohovín Čtverrohý“.

Dramatický obraz komedie neznámého autora názorně ukazuje na přednosti různých hornin a zesměšňuje spory o tom, které jsou nejdůležitější.

Teď je řada na vás, na čtenářích. Co si myslíte, opravdu takový rukopis existuje, nebo jsme si to všechno vymysleli, a jde tedy o podvrh?





Nejdůležitější geologické procesy, nejen v Česku

Geologické pochody utvářely naši Zemi, nadělily nám nerostné bohatství, umožnily vznik a vývoj od nejprimitivnějších organismů až po člověka. Pomalé pochody zaznamenáme jen stěží, rychlé geologické katastrofy však ohromí svými děsivými účinky a následky. Tak tomu bylo po více než čtyři miliardy let, tak tomu je dnes a bude.

Člověk geologické pochody ovlivnit může, pánem přírody však není a nebude. I když vám za chvíli dokážeme, že dnes přetváří krajinu rychleji než příroda. Je-li průměrná délka života člověka 70 let a délka geologické historie naší republiky miliarda let, pak 10 let lidského života odpovídá 150 milionům let geologické historie. Některé geologické pochody jsou rychlé, jiné pomalé. Rychlý je pohyb laviny, lávového proudu, otřesů zemského povrchu při zemětřesení. Pomalé je usazování sedimentů v hlubokém moři i zvětrávání a tvorba půdy.

Během geologické historie probíhaly stejné geologické pochody jako dnes. Nebo snad ne? Tuto představu pro-sazoval v třicátých letech slavný anglický geolog Charles Lyell (jak jinak než SIR). Dodnes jí v podstatě věříme a říkáme jí aktuogeologie.

Vždyt před stovkami milionů let se sedimenty ukládaly v mořích, řekách nebo jezerech stejně jako dnes. Stejně zvětrávaly horniny, lávy se vylévaly podobně jako dnes třeba na Havaji.

◀ Vířivý pohyb vody vyhlodal na dně šumavské říčky Vydry erozní útvary zvané obří hrnce.



Srovnejme rychlost některých geologických a lidských pochodů

- Krušné hory a Beskydy vyrostou o 2 mm za rok – člověk, pokud roste, vyroste průměrně o 8 cm za rok.
- Povrch Hornomoravského a Dolnomoravského úvalu klesá o 0,5 mm za rok – živý plot vyroste až o 1,8 m za rok.

TOKIO



LIMA



GEO



- Atlantský oceán se rozšiřuje o 4 cm za rok – nehet na ruce nám vyroste o 0,1 mm za den.

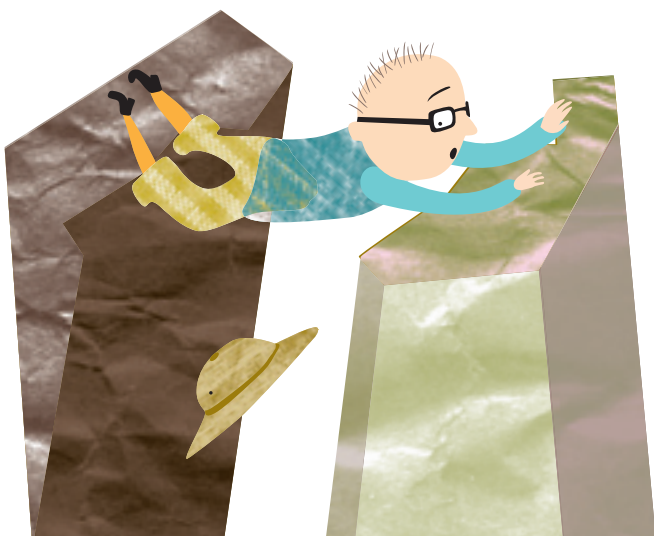
- Eroze snižuje povrch pevnin v průměru o 10 cm za 1000 let – vlasy, pokud nejsme plešatí, nám povyroste o 3 mm za 10 dní.

Zdají se vám geologické pochody až příliš pomalé? Možná, ale geologická historie má času dost. Jen zkuste trochu násobit: Za pouhé čtvrtohory, asi za 2 miliony let, nám Krušné hory a Beskydy povyroستly o 2 km. A moravské úvaly se naopak snížily o stovky metrů. Atlantský oceán se za milion let rozšířil o 4 km a bude se rozpínat dál. Eroze bude dál vymílat a snižovat povrch Evropy o 10 m za 100 000 let.

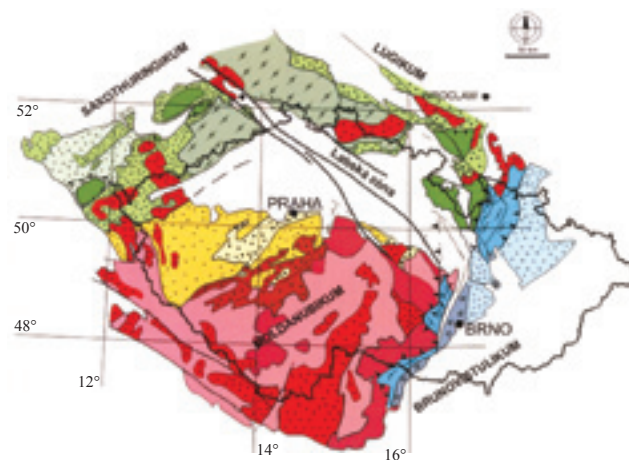
Po celou dobu geologické historie platily fyzikální zákony, voda tekla z kopce, kameny se valily ze svahu, déšť padal shora dolů, lehčí hmoty vystupovaly, těžší klesaly.

Všimli jste si, že jsme si nechali pootevřená zadní vrátka? Napsali jsme, že „jí v podstatě věříme“. Všechno má své „ale“. Mořská voda mívala občas jiné složení, někdy byla slanější, jindy sladší. Před 100 miliony let bylo tepleji než dnes a kolem pólů nebyly ledovce. Před miliardou let nebyl v atmosféře kyslík, jindy v ní bylo více metanu a oxidu uhličitého. Dnes v mořích nenajdeme polohy sedimentárních železných rud, jaké známe třeba z našich barrandienských prvohor. Deště byly někdy kyselejší než dnes. Marně bychom pátrali v současných oceánech po tak mocných vrstvách slepenců, jaké známe třeba z karpatských třetihor nebo barrandienských starohor. I další příklady bychom našli.

I u nás se pohybovaly desky? Desková tektonika je představa vysvětlující geologické pochody v zemské kůře a svrchním pláští. Předpokládá, že nejsvrchnější obal zemský je rozdělen na několik velkých a mnoho



malých desek, které jsou 80 až 120 km tlusté. Pohybují se rychlostí několika cm za rok, buď od sebe, proti sobě nebo podél sebe. V některých zónách se tvoří oceánská kůra, oceány se rozpínají a odtlačují od sebe pevniny. Na jiných místech se oceánská kůra podsouvá pod pevninskou, někde na sebe desky narážejí. Takovým nárazem se zdvihnou pohoří, např. Alpy se vztyčily nárazem africké desky na evropskou, Himálaj kolizí indické desky s eurasijskou. I vznik Pyrenejí se tak dá vysvětlit. Iberská deska s dnešním Španělskem a Portugalskem se posunula a narazila na zbytek Evropy. V místech střetu se zdvihlo pohoří. Jihoamerické Andy jsou na styku desky Nazca s deskou pacifickou a jihoamerickou.



▲ Tektonická mapa Českého masivu, trochu zjednodušená.

Desky se pohybovaly po celém zemském povrchu, proč by se to nedělo i u nás?

Většina geologů věří, že náš Český masiv se zformoval až během variské horotvorné činnosti, v době od svrchního devonu do konce karbonu. Proč ne? Mohlo to původně být několik mikrokontinentů, chceme-li teránů, které se na konci prvohor srazily. Vždyť, jak ukážeme, se geologické jednotky Českého masivu svým vývojem i složením liší.

Terán

Nepleťte si terén s teránem. Terén známe všichni, geologové jezdí do terénu, fotbalový zápas byl odložen, protože terén byl promočený, terénní závod byl v terénu. Terán však znamená malou desku, mikrokontinent. Pohybovala se na velké vzdálenosti, mohla se rozštěpit nebo splynout s terány jinými, stmelit se ve zpevněný masiv. Zřejmě to platí i pro náš Český masiv.

Většina geologů tedy věří v deskovou tektoniku, spory jsou však stále o tom, co vyvolává pohyb desek. Kde je ten zdroj energie? Přece je jí potřeba ohromné množství!

Nejpravděpodobnější je, že zdrojem energie jsou tepelné proudy ve svrchním plášti. Nejžhavější taveniny se soustředí do ohnisek a jako chocholy vystupují k povrchu. Tam se projeví jako horké skvrny, protrhnou zemskou kůru a odsunují od sebe desky. Jsou však i jiné představy. Prý za pohyb desek mohou slapové síly vznikající přitažlivostí Měsíce a Slunce. I změnám atmosférického tlaku na zemský povrch se připisují vlivy. Není to však příliš pravděpodobné. Od šedesátých let 20. století, kdy byla teorie deskové tektoniky vypracována, byla rozvinuta do širě i podrobností. Paleomagnetické metody, tedy geofyzikální výzkumy studující magnetické pole Země v minulosti, platnost teorie potvrdily. Stejně jako obrovský a neuvěřitelně drahý projekt hlubinného vrtání do mořského dna. V jednom však ještě není jasno. Většina geologů věří, že desková tektonika fungovala již od samého počátku geologického vývoje Země, tedy déle než 4 miliardy let. Jiní předpokládají, že její začátky byly později, snad až v mladších prvohorách.



Alfred Wegener a kontinentální drift

Do češtiny jej překládáme jako pohyb kontinentů. Vykřikneme-li kontinentální drift, ozve se nám Alfred Wegener. Německý geofyzik, meteorolog a také geolog, který zemřel jako padesátník při přechodu Grónského ledovce. V roce 1915 předložil 65 geologických, paleontologických i geodetických důkazů, že existovala prapevnina, která se rozdělila na dnešní kontinenty. Dvě třetiny z těchto poznatků platí dodnes a jsou součástí deskové tektoniky. Wegener nemohl pohyb pevnin měřit pomocí satelitů, dnes taková měření jeho předpoklady potvrzují. Osudy některých geniů jsou smutné, Wegener se za života uznání nedočkal. Ba naopak, dokonce se mu vysmívali. Bohužel v roce 1930 tragicky zahynul, dříve než mohl potvrdit pořekadlo, že „kdo se směje naпослед, směje se nejlíp.“ Dnes je Wegener mnohými považován za největšího geologa všech dob. A proslavil se i tím, že překonal světový rekord v letu balónem.



Dva hlavní druhy geologických pochodů

Snadno je od sebe odlišíme, jeden druh má svůj původ pod zemským povrchem, druhý na zemském povrchu a nad ním. První se nazývá pochody endogenní čili vnitřní, druhý pochody exogenní čili vnější. Tato cizí slova se snadno zapamatují. Máte-li „endoprotézu“, je to náhrada kloubu uvnitř těla. Exosféra je vnější vrstvou atmosféry.



Příklady endogenních pochodů

Zemětřesení, vulkanismus, metamorfóza hornin, tektonika, horotvorné pochody...

Příklady exogenních pochodů

Činnost vody v řekách, mořích či atmosféře, činnost ledu, zvětrávání i sedimentace...

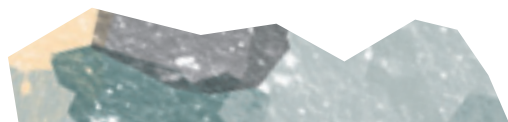


▲ Dozvuky vulkanických pochodů. Plyny pronikají na povrch vodou mokřadů. Sirňák 7 km od Mariánských Lázní.



▲ Sázavské peřeje Stvořidla u Ledče nad Sázavou. Řeka si proráží cestu žulovým masivem.

◀ Pohled na České středohoří ze svahu Plešivce pokrytého sutí.



Dvě nejpoužívanější geologická slova

Jsou to **TEKTONIKA** a **EROZE**. Co je to tektonika, to už víte, erozi najdete v křížovkách jako „vymílání na pět“.

Eroze je typický exogenní pochod, začíná přeměnou pevných hornin na štěrk, písek i jílu, pokračuje jejich říčním, větrným nebo ledovcovým transportem a končí sedimentací.

Eroze může být mechanická i chemická. Mechanická působí fyzikálními silami, chemická je rafinovanější. Útočí kyselinami, louhy, pak vše přenáší v roztoku.

Erozi pozorujeme všude kolem nás. Zakalená voda v potoce nese v suspenzi erodovaný materiál, vítr přenáší prach z erodované půdy. Ledovec eroduje ještě rychleji než řeka. O kousek níže píšeme o našich starých velehorách na Táborsku, Českomoravské vrchovině i v Jeseníkách. Představte si jen, jak rychlá musela být eroze, aby je snížila o několik kilometrů.

Moře eroduje obrovskou silou příboje. Ten útočí na pobřežní srázy i pláže silou několika tun na metr čtvereční. Pobřeží před ním ustupuje, někdy i desítky metrů za rok. To vyvádělo i naše křídové moře, když útočilo na staré rulové i buližníkové suky a pod abrazními srázy uložilo suť.



▲ Abrazní pobřežní srázy v Étretat v Normandii na pobřeží průlivu La Manche.

Moře pod Krkonošemi

Na polském pobřeží Baltského moře nedaleko Kolobrzegu jsou příbojem podemleté trosky kláštera ze 13. století. Víme dobře, že klášter byl původně 1500 m od břehu. Pobřežní sráz tedy ustupoval rychlostí 2,5 m za rok. Bude-li to pokračovat, naši potomci uvidí z Krkonoš Baltské moře. Za jak dlouho? Mělo by to být asi za 200 000 let. To je ovšem jen teorie, kdyby se abrazí postavily do cesty tvrdší horniny, hodně by ji to zpomalilo.

Velehory i nudná plošina v Čechách

Přesvědčíte se o síle endogenních i exogenních pochodů. O tatranské velehory jsme přišli rozdělením republiky v roce 1993. Dvakrát nás však o velehory připravila eroze. Bylo to dávno během geologické historie. Poprvé před 600–550 miliony let, tedy ke konci starohor. Horotvorné pochody zdvihly zemský povrch tam, kde je



▲ Současný reliéf České republiky. Hornatiny jsou tmavě hnědé, pahorkatiny a vrchoviny světle hnědé.

dnes Lounsko a Žatecko. Za 10 až 20 milionů let však eroze ubrousila horským velikánům vrcholky. Tento erodovaný materiál najdeme v prvohorních kambrických slepencích právě na Příbramsku, Jinecku a v Brdech. Dokonce se podle orientace valounů v těchto říčních slepencích podařilo zjistit, že je nesly divoké toky od severozápadu.

Pak došlo snad k největší události v geologické historii Českého masivu. Před 380 až 300 miliony let, ke konci devonu a během karbonu, se srazily tektonické desky a mezi nimi se vztyčily velehory. Mohly být i 3 km vysoké. Opět se do nich pustila eroze, ta vymílala horniny a odnášela valouny s pískem jednak k Nížkému Jeseníku, jednak do středočeských a západočeských permokarbonských pánví. Velehory byly zarovnány a kilometry horského masivu přeměněny na kilometry mocné vrstvy klastických sedimentů. Ty jsou tvořeny právě tím rozrušeným materiálem pocházejícím ze skal velehor.



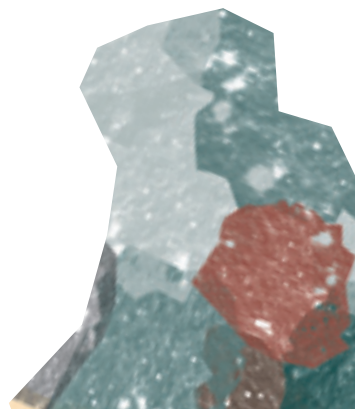
▲ Ke konci prvohor byly u nás velehory, a to na Táborsku, na Českomoravské vrchovině i v Jeseníkách.

Tyto „mladší“ velehory byly téměř jistě na místě dnešního Hrubého Jeseníku a pravděpodobně na Táborsku, Sedlčansku a Českomoravské vrchovině.

Pak nastalo dlouhé období klidu. Dobrých 150–200 milionů let. Za tu dobu se změnil Český masiv na nudnou plošinu, kterou částečně zalévalo mělké moře, z něhož tu a tam vyčníval starý buližníkový ostrůvek. To jsme už v období druhohor, v křídovém útvaru.

Důležitý úkol

Horotvorná činnost skončila před 300 miliony let zdvihem až 3 km vysokého pohoří, před 100 miliony let byl však Český masiv plošinou jen 100–200 m vysoko nad mořskou hladinou. Jak rychlá byla eroze, která tuto změnu způsobila? Rychlost vyjadřujeme nejraději v centimetrech za 1000 let.





Česko rozlámané

Na řadě je tektonika, ta tektonika nejtektoničtější, protože budeme vyprávět o zlomech.

Lámání hornin patří k běžným tektonickým pochodům. Tektonika totiž může horniny stlačovat, roztahovat, drtit, ohýbat, posunovat i lámat. Když se horniny lámou, jsou porušeny zlomem. Hornina praskne a vytvoří se zlomová plocha, která oddělí obě strany bloku. Podle zlomové plochy se bloky pohnou, buď vertikálně, nebo horizontálně, či kombinovaně. Vertikální pohyb vyústí buď v pokles, nebo přesmyk.

V prvním případě se zemská kůra roztahuje, v druhém smršťuje.



▲ Poklesové zlomy v křídových pískovcích v lomu Střeleč v Českém ráji.

Zlomy se projeví v reliéfu zemského povrchu i ve vzájemném vztahu geologických útvarů a hornin. Geologové hledají v krajině různé znaky, které by přítomnost zlomu mohly prozradit. Je to třeba strmý svah, stupně v reliéfu

◀ Pražský zlom, výrazná tektonická porucha přesmykového charakteru.

povrchu, náhlé změny směru říčních údolí, protáhlé sníženiny, delší rovná údolí či hřbety. To jsou ovšem jen znaky, tím ještě zlom není prokázán. Pak musí geolog potvrdit nebo vyvrátit přítomnost zlomu. Jelikož je geolog, bude pracovat geologicky.

Zlom se prozradí tím, že:

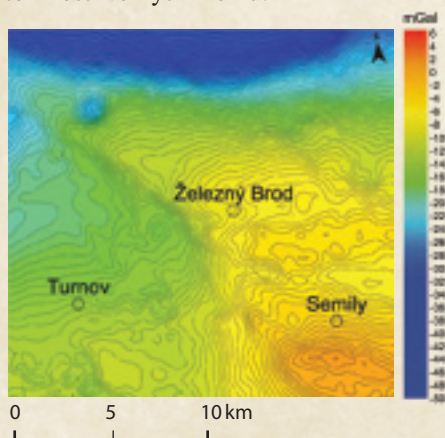
- přeseke horninové těleso, buď jej ukončí, nebo posune,
- způsobí opakování sledu hornin,
- rozdrť horniny podél zlomové plochy,
- vytvoří pukliny a slabá místa, čímž umožní magmatu vystoupit na povrch,
- objeví se prameny podzemních vod, někdy dokonce minerálních a teplých,
- podle zlomových ploch vystoupí horké roztoky, z kterých se usadí rudní minerály.

Některé zlomy jsou odkryté a jejich zlomové plochy vycházejí na povrch. Hůře se zjišťují zlomy přikryté mladšími sedimenty. Pak by mohla pomoci geofyzika.



Geofyzikové hledají zlomy

O geofyzice jsme ještě nemluvili. Je to věda používající fyzikální metody k výzkumu Země. Uplatňují se metody studující seizmiku, gravitaci, zemské teplo, magnetismus i radioaktivitu. Geofyzika může odhalit přítomnost zlomu podle epicenter zemětřesení, podle zvýšeného toku tepla na povrch nebo podle nápadného rozdílu v hustotě blízkých hornin. V české geologii se geofyzika mnohokrát významně uplatnila a potvrdila či vyvrátila názory o přítomnosti velkých zlomů.



▲ Projev lužického zlomu v mapě gravimetrických anomálií. Zlom probíhá v místě největší změny tíže (na rozhraní mezi modrou a zelenou barvou).

Malých zlomů máme v republice tisíce. Na každé geologické mapě jsou plné čáry, to jsou zlomy dokázané, pak čáry přerušované značí zlomy předpokládané, neprokázané. Najděte si jakoukoli geologickou mapu a můžete se o tom přesvědčit.

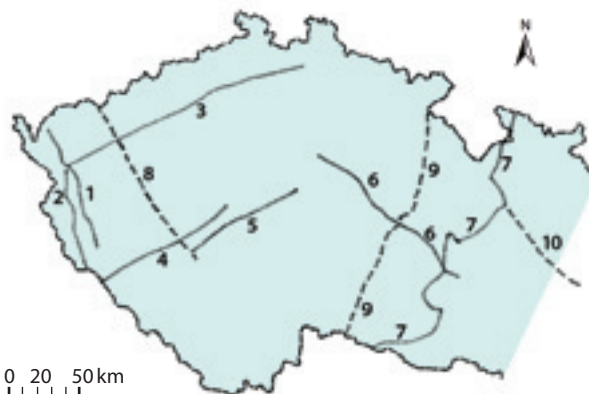
Otevřete si na webových stránkách České geologické služby podrobnou nebo zjednodušenou geologickou mapu okolí vašeho bydliště. Někjaký zlom tam pravděpodobně bude.



▲ Výřez z geologické mapy 1 : 50 000 na mapovém serveru ČGS (mapy.geology.cz/geocr_50/).

Kromě malých místních zlomů máme i zlomy velké, dlouhé, významné. Říkáme jim hlubinné. Ty zasahují mnoho kilometrů hluboko do zemské kůry a někdy dokonce i do svrchního pláště. Oddělují od sebe větší geologické jednotky.

Některé z těchto zlomů jsou již „mrtvé“, říkáme i „zamrzlé“, i když s ledem to nemá nic společného. Prostě již nejsou činné, bloky se tam nepohybují. Naopak



▲ Mapa hlubinných zlomů v Českém masivu. Jejich pojmenování je v textu, kromě č. 2 – zlom tachovský, č. 5 – středočeský šev, č. 10 – zlomové pásmo Hané.

některé takové zlomy jsou dodnes aktivní, bloky se stále hýbou.

Velké hlubinné zlomy jsou pro geologii naší republiky tak důležité, že jsme připojili jejich mapu a o některých něco napíšeme. Doporučujeme vám také, abyste si tuto mapu prohlédli a posoudili, který zlom je blízko vašemu bydlišti.

Mariánskolázeňský zlom (na mapě označen jako č. 1) od sebe odděluje silně metamorfované horniny od mírně metamorfovaných. Podle zlomu pronikaly masivy hlubinných vyvřelin a proudily vody s oxidem uhličitým. Ani rudonosné roztoky nebyly výjimkou.

Litoměřický zlom (č. 3). Jeden z nejdůležitějších zlomů v celém Českém masivu. Je starý, ale činný byl ještě geologicky nedávno, protože podnítil vulkanismus Doupovských hor i Českého středohoří. Je též pravděpodobné, že ovlivnil klesání povrchu a prohloubení podkrušnohorských pánví s hnědým uhlím.

Klatovský zlom (č. 4). Dohromady s dalším zlomem mu říkáme středočeský šev.

Třeba na Příbramsku a Dobříšsku se projevuje v krajině hřbety a údolími a zavinil střídání pevných kambrických slepenců a starohorních drob.

Poděbradský zlom (č. 6). Protíná východní Čechy a postupuje hluboko na Moravu. Oddělil a zdvihl Železné hory. Na Moravě vyhloubil příkop, dnes zakrytý karpat-skými sedimenty.

Moravskoslezské zlomové pásmo (č. 7). Je to zlomové pásmo běžící od severu k jihu. Má na svědomí boskovický příkop, geomorfologicky nazvaný Boskovická brázda, zřejmě největší prolomový útvar na území republiky.

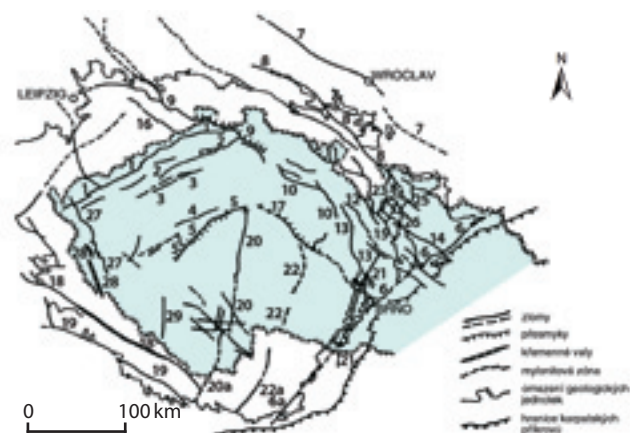
Jáchymovský zlom (č. 8). S tím je problém, spíše je to soubor menších zlomů. Jisté je, že ohraničuje a usekává geologické jednotky. Podle brutálně tektonické představy ohraničuje jihočeské pánve.

Je Temelín na zlomu?

Když se otvírala temelínská jaderná elektrárna, jedním z požadavků bylo podrobné posouzení zemětřeseného nebezpečí. Na jedné z map objevila komise, že kolem elektrárny probíhá zlom, tento náš zlom jáchymovský. Zlom by přece mohl být aktivní a hrozit zemětřeseními. Komise nařídila další posuzování a geofyzikální průzkumy. Nakonec se ukázalo, že zlom tak daleko k jihu nepokračuje a Temelín je seizmicky naprosto bezpečný.

Přibyslavský zlom (č. 9). Velmi důležitý, protínající od Náchoda po Slavonice východní Čechy a kus Moravy. Odsekává geologické jednotky, přiváděl na povrch magma, jinde drtil horniny až na tektonickou brekci.

Kromě těchto hlubinných zlomů jsou desítky dalších, také důležitých. Máme například mapu dvaceti dvou, které se projeví v krajině i na plastické mapě republiky. Tahle mapa je pro specialisty, ale o několika zlomech alespoň slovy.



▲ Takto je rozlámána naše republika. Většina zlomů se projevuje na reliéfu povrchu.

Krušnohorský zlom (č. 1), ohraničující od Sokolova po Děčín na jihovýchodě Krušné hory, zdvihl během mladších třetihor i čtvrtohor blok tohoto pohoří. Strmý zlomový svah je 500 až 600 m vysoký!

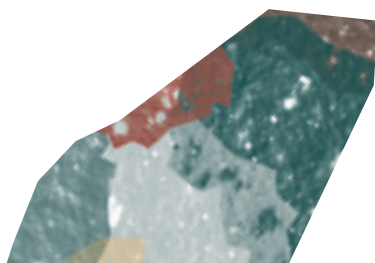


▲ Měděnec v Krušných horách nad krušnohorským zlomem.

Boskovický příkop (č. 21, rozlišujeme geograficky Boskovickou brázdou s velkým „B“ a geologicky boskovický příkop s malým „b“).

Boskovický příkop je vidět i z kosmu

Boskovický příkop je až 10 km široký, táhne se od Jevíčka po Moravský Krumlov a na satelitních snímcích patří k nejpozoruhodnějším útvarům ve střední Evropě. Na východním okraji je zřetelný zlom. Na západě jsou spíše vrstvy ohnuté. Je vyplněn permokarbonskými sedimenty s uhelnými slojemi rosicko-oslavanského revíru.



Železnohorský zlom (č. 17) omezuje velmi nápadně na jihozápadě Železné hory. Je to typický zlomový svah, pěkný sešup třeba od hradu Lichnice, na stoupání nepřijemný krpál.

Lužický zlom (č. 9, možná že byl objeven Járou Cimrmanem). Probíhá od Drážďan přes státní hranici (přítom ji nijak neposune ani jinak nenaruší) k Turnovu, pokračuje dále k Jičínu a noří se pod křídové sedimenty.



▲ Suché skály na Maloskalsku v Českém ráji.

Je to důležitý zlom, zdvihal, přesmykal, drtil. Slavné Suché skály u Malé Skály na Turnovsku vztyčil a udělal z nich místy i brekcii. Přesmykl lužický žulový masiv přes křídové sedimenty.

Z dalších desítek zlomů vybíráme ještě **Český křemenný val** (č. 28). To je až neuvěřitelný útvar, sledovatelný na jihu od Poběžovic až skoro k Mariánským Lázním. V pásmu zlomů se usadil křemen, skoro čistý a hodně pevný. Proto jej eroze vypreparovala a dnes ho sledujeme jako pásmo hřebítků, kamýků, skalek. Některé z nich jsou chráněnými přírodními výtvy.

Nakonec si necháme **závistký přesmyk** (č. 5). Pro Pražáky a zájemce z okolí těžko najdeme hezčí místo na geologickou exkurzi. Proti centru Zbraslavi v zářezu silnice u mostu přes Vltavu je 400 m dlouhý odkryv ordovických

pískovců. Přes silnici k jihu je kopec Hradiště s keltským oppidem na temeni. Toto návrší je ze starohorních vyvřelin, porfyritů. Ty byly při variské orogenezi zdviženy o dobrý kilometr a přesunuty přes ordovické pískovce. Takže starší horniny leží na mladších. Zlomová plocha probíhá údolím, kudy vede silnice na Dolní Břežany.



▲ Závistký přesmyk na jižním okraji Prahy. Zprava, od jihu, byla starohorní kra přesunuta přes ordovické sedimenty.

I střed Prahy se přesmykl

Podobný zlom, jako je závistký přesmyk, přetíná celou Prahu od Rudné na jihozápadu až ke Kyjím na severovýchodu. Říkáme mu pražský zlom. Nejenom že tento přesmyk zavínil, že se v Praze stejná souvrství křemenců a jílovců opakují, ale drtil horniny a přiváděl na povrch podzemní vody. To znesnadnilo a prodloužilo budování pražského metra.


Podívali jsme se na různé části naší republiky a ukázali si, jak zlomy porušují zemskou kůru, jak je rozpoznáme a jak se projevují na povrchu. Mnoho zlomů je však ukryto pod mladšími sedimenty. Podezříváme zlomy z náhlého ohnutí vodních toků, mohly se totiž přizpůsobit směru zlomů. I hluboce zaříznutá údolí by se mohla vyhloubit podél zlomů. Vždyť eroze si vybírá tu nejsnazší cestu a zlomová plocha bývá takovým choulostivým místem.

Bloky a zase bloky

V sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století se těšily zlomy obzvláštnímu zájmu. Geologické heslo roku bylo: „Hledejte zlomy, hlavně ty hluboké. Takové zlomy jsou přeci cestou pro rudonosné roztoky. Kde jinde než tam bychom mohli najít velká rudní ložiska!“ Republika byla „rozblokována“ a průzkumy se soustředily na jejich zlomové hranice. Z vědeckého hlediska byly tyto akce velmi užitečné, z hospodářského hlediska však přinejmenším problematické.



▲ Část mapy „rozblokovévané“ republiky.



Vrásky jsou poučné i krásné

Tvar vrás je dobrým vodítkem k zjištění směru tlaků. I v mikroskopu zkoumá obor zvaný mikrotektonika rekonstrukci tlaků. Drobné vráskování ve fylitech vypadá v mikroskopu jako ozdoba. Centimetrové a decimetrové vrásky ve svorech, ještě zdůrazněné šupinkami světlé slídy, zaujmou i estéta, právě tak jako zohýbané světlé, nastříknuté vrstvičky v migmatitech. Metrové a větší vrásky ve vápencích vypadají jako hříčka přírody.

Česko zohýbané



Tam, kde tlaky horninu nerozlomí, mohou ji ohnout. Tak se vytvoří vrása. Jsou vrásky mikroskopických rozměrů, tedy spíše vrásky, i vrásky mnohakilometrové. Těm obrovitým říkají geologové velevrásky.

Je téměř nepochopitelné, jak se mohou ohnout vrstvy docela pevných vápenců a pískovců. Sice na první pohled neuvěřitelné, ale na druhý už ano. I v laboratořích se to povedlo. Stačí velké tlaky a zvýšená teplota, pevná hornina je najednou plastická a doslova teče. Příroda má navíc při vrásnění času dost, takový vrásový ohyb se tvoří tisíce let.

Vrásky bez tektoniky

Není to jen tektonika, která dokáže zohýbat vrstvy. V severočeské hnědouhelné pánvi najdeme pěkné vrásky v třetihorních jílovcích a prachovcích. Někdy jsou zohýbané i čtvrtohorní vrstvy sedimentů. Někdy za to může mírný pohyb ze svahu, jindy na vrstvy tlačí nadloží a ohne je. I střídavé zvlhčování a vysychání, mrznutí a roztávání udělá z rovné vrstvy vrásku.

Dělení vrás podle tvaru je složité. Zatím si vystačíme s pojmy antiklinála, synklinála, antiklinorium a synklinorium. Antiklinála je vrása, jejíž ohyb nahoru je vypouklý, synklinála má naopak ohyb prohloubený. Mnoho vrás je složitých, tvoří je dílčí menší vrásky a pak jim říkáme antiklinorium a synklinorium.

Zlomům říkáme tektonické deformace **KŘEHKÉ**, vrásám deformace **PLASTICKÉ**. To je pro obě deformace výstižné pojmenování.

◀ V Národním parku Podyjí je u Vranova nad Dyjí lokalita zvaná Hamerské vrásky. Pláty bítešské ortoruly jsou zohýbány do neuvěřitelných tvarů.

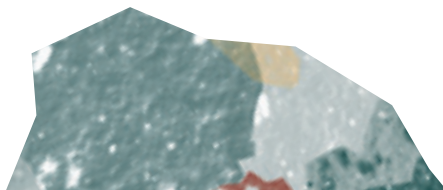
Jakých deformací je v naší republice více? Rozumíme tím deformace geologické, jinak by se na to odpovídalo těžko. Plastických deformací je víc. Téměř všechny horniny Českého masivu a Karpat jsou zvrásněny. Připomeneme vrásky nejrůznějších rozměrů v starohorních a prvohorních sedimentech Barrandienu.

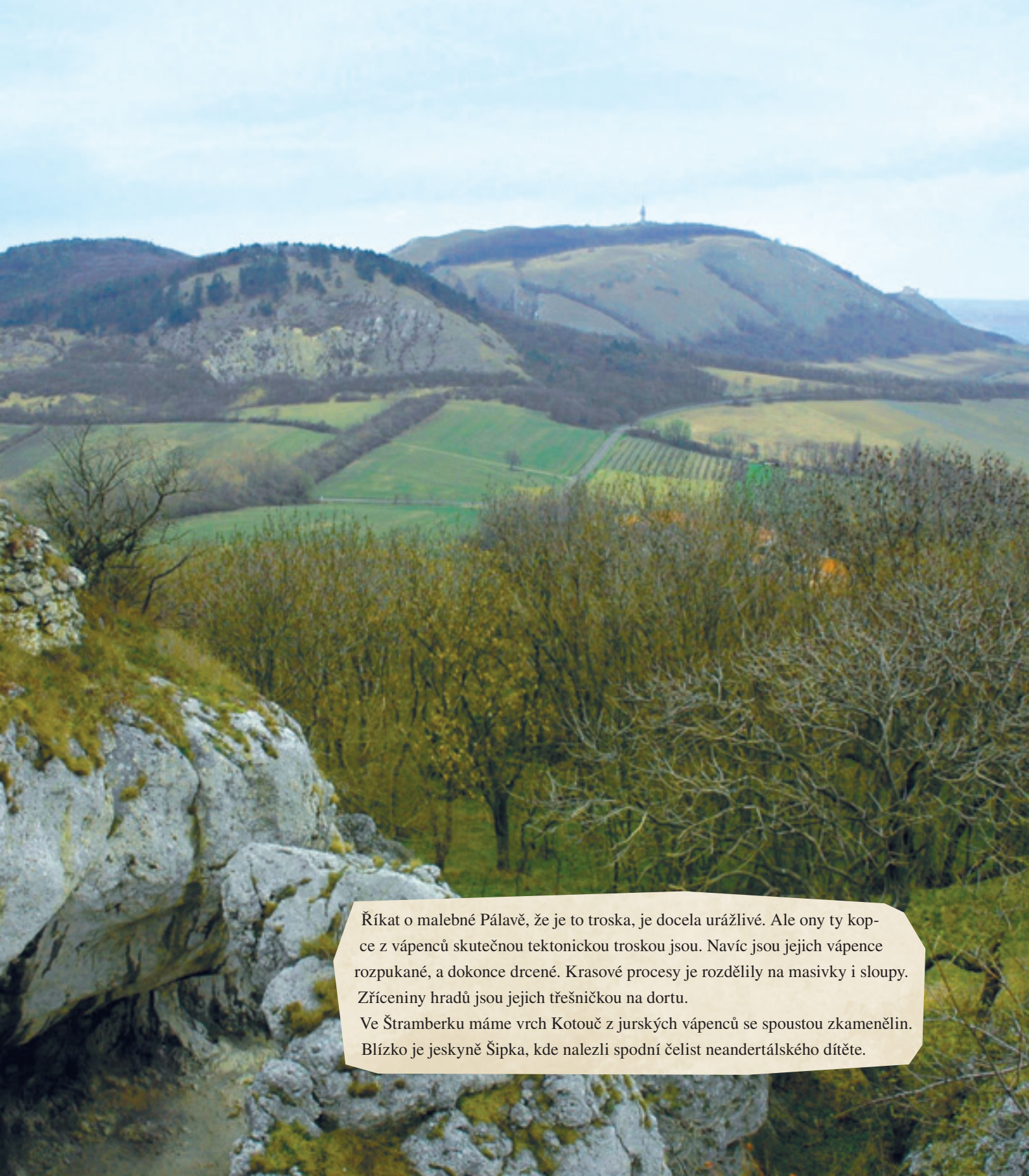
Některé naše vrásky byly tisíckrát fotografované i pro zahraniční geologické učebnice. Nejznámějším příkladem je Barrandova skála v Praze-Velké Chuchli, ale i jinde mezi Prahou a Berounem najdeme v prvohorních vápencích pěkné příklady.

Nezapomínejme na Moravu! Stovky nejrůznějších vrás najdeme v spodnokarbonských drobách a jílových břidlicích Nízkého Jeseníku. Jak vrásky v Hrubém Jeseníku, tak jihomoravské klenby, svratecká a dyjská, jsou velkými antiklinorii.

I v křídě jsou vrásky. Křídové sedimenty jsou sice obrazem tektonicky klidného režimu, ale přesto i tam najdeme vrásky. Vzdáleně se ozývala mladá tektonická činnost v Karpatech a křídové vrstvy se ohýbaly do plochých antiklinál a synklinál. Pod Orlickými horami se vytvořilo několik antiklinál, též pod Želenými horami, u Hradce Králové a Benešova nad Ploučnicí.

V Západních Karpatech se při sunutí příkrovů a oddělení šupin zvrásnily celé komplexy sedimentů. Hlavně tam, kde se střídají lavice pískovců s jílovcí.





Říkat o malebné Pálavě, že je to troska, je docela urážlivé. Ale ony ty kopce z vápenců skutečnou tektonickou troskou jsou. Navíc jsou jejich vápence rozpukané, a dokonce drčené. Krasové procesy je rozdělily na masivky i sloupky. Zříceniny hradů jsou jejich třešničkou na dortu.

Ve Štramberku máme vrch Kotouč z jurských vápenců se spoustou zkamenělin. Blízko je jeskyně Šipka, kde našli spodní čelist neandertálského dítěte.

Česko posunuté

To, co bylo v Alpách dlouho známo, objevili geologové a naftaři v roce 1904 v Moravskoslezských Beskydech. Vrty prošly staršími sedimenty a najednou se ocitly v sedimentech mladších. To je přece proti všem geologickým zákonům! Ale není, jedná se o příkrovy. Starší sedimenty byly tlakem přesunuty jako desky přes mladší!

Dlouho někteří geologové příkrovům nevěřili, dokonce i geologové známi. Pak se však po tolika jasných důkazech podřídili museli.

Definice příkrovu je jasná: Je to horninové těleso tektonicky nasunutá na odlišný geologický podklad a oddělená od něj plochou přesunu. Někteří k definici ještě dodávají: „Přemístění musí být nejméně pětikilometrové, jinak to je jen přesmyk, a ne příkrov.“

I pětikilometrová podmínka je v Karpatech splněna. Příkrovy se v křídě a třetihorách sunuly ne jako jediná mohutná deska, ale jako menší desky dílčí, ještě roztržštěné na šupiny. Karpatské příkrovy jsou složením dost jednotvárné, samý pískovec a jílovec, v nich občas slepencová poloha. Najednou se však objeví krásné bělavé vápence Pálavy a Štramberka. Máme i starší příkrovy? Karpatské příkrovy jsou geologicky poměrně mladé, křídové a hlavně třetihorní, ale jak je to se starší tektonikou? Tady se geologové dělí

na dvě velké skupiny. Jedni tvrdí, ano, příkrovy máme v metamorfovaných horninách moldanubika, v Hrubém Jeseníku i na jihozápadní Moravě. Dokonce se objevil i výjimečný názor, že celý Český masiv je vlastně gigantickým příkrovem. Podle druhého názoru jsou příkrovy typické pro mladou alpínskou a karpatskou horotvornou činnost, ale ne pro horotvorné činnosti starší. Problém příkrovů je jednou z nejžhavějších otázek našeho geologického vývoje. Je to výzva pro mladší generaci geologů, případně i pro jejich následníky.

Příkrovy se sunuly nepravidelně, ne rychleji než několik centimetrů za rok.

Nebyl to hladký pohyb, ale posun přerušovaný, trhaný. Dokonce vyvlekl a vytrhl z podloží dva tektonické útržky, Pálavu a Štramberk. Ty vyčnívají z karpatských jednotvárných sedimentů jako ozdoba krajiny. Geologové jim říkají BRADLA.

Hrozí konflikt s Rakušany

Konflikt geologický, bohudíky ne politický. Žil byl v Rakousku na začátku 20. století geolog Franz Eduard Suess, syn ještě slavnějšího profesora Eduarda Suesse. Studoval na jihozápadní Moravě tektonický styk dvou geologických jednotek, moldanubika a moravika. Napsal, že moldanubikum bylo od jihozápadu nasunuto jako příkrov na moravikum. Suessovo renomé a nakonec i naše vztahy s Rakušany způsobily, že se tato teorie dostala do učebnic a považovala se za pravdivou. Byla však zpochybněna, u nás v druhé polovině 20. století. U nás ano, ne však v Rakousku. Rakušané v Suesse stále věří a dost tvrdě jeho teorii proti našim geologům hájí. Čemu budeme věřit my?

◀ Pavlovské vrchy na jižní Moravě jsou z jurských vápenců.



Jak eroze obnažila hlubinné horniny

Jsme konečně u druhého slova, které geologové nejčastěji používají. Je to EROZE. Luštitelé křížovek slovo dobře znají, je to prostě vymílání na pět.

Eroze v přírodě ničí to, co tektonika zdvihla, to co nakupila sopečná činnost. Ukusuje z pevných hornin a odnáší jejich zvětraliny. Erozi vidíme kolem nás i dnes. Kde a jakou?

a) Po bouřce se valí řeka plná rmutu. Ta suspenze, co nese, je výsledek eroze. Bouřka spláchla půdu a zvětralínu.



▲ Povrch bez vegetace je nejsnazší obětí eroze. Pozorujeme to na peruánských horách.

b) Silný vítr nese za sucha oblaka prachu a písku. To je větrná čili eolická eroze půd i zvětralých hornin.

c) Ze svahu se řítí suť, hlína s pískem i balvany. To je také eroze, tady obnažila podložní pevné horniny.

d) Jinou erozi můžete vidět, i když ne u nás. Alpský ledovec vyryl v údolí do podkladu brázdy a tlačil před sebou zmršť velkých i malých úlomků. To je ledovcová eroze, která probíhala během dob ledových i v českých horách.



▲ Ledovec eroduje intenzivněji než řeka. Náš příklad je z Kanady.

e) Ze skály padá pískovcový blok na silnici. Blok se uvolnil, protože ho podemlela eroze.



▲ Příklad nejjednodušší mechanické eroze. V opuštěném lomu ve Zvoleněvsi padají ze svahu uvolněné bloky pískovců.

◀ Sílu eroze pozorujeme na každém kroku. Výběrová eroze modelovala povrch do nejrozmanitějších tvarů.

f) Krtkové rozryli zahrádku a zůstaly po nich krtiny. I to je eroze, tentokrát biologická.

g) Dělníci vykopali jámu na základy budovy. To je eroze antropogenní – lidská.

h) Další druh eroze vám prozradí chemická analýza. Voda v potoce má vysoký obsah uhličitánů. To také způsobila eroze říčky, která protékala vápencovým územím. Takové erozi se říká chemická.

Eroze vymílá, vyhlubuje údolí, obrušuje ostré hrany hřbetů, zarovnáva svahy, dokáže z hor udělat plošinu. Ne za týden, ale za statisíce a miliony let. Příklad již znáte: eroze zničila naše velehory na Příbramsku a v Jeseníkách, které zdvihla variská horotvorná činnost. Eroze bojuje proti tektonice. Co tektonika zdvihne, eroze sníží! Eroze pracuje ve velkém i malém měřítku. Ve velkém poničí hory, v malém třeba udělá egyptské sfínze z obličejů placku.

Eroze je vybíravá, ráda se zahlubí do slabých míst, kde nenachází větší odpor. Do zvětralých hornin, do puklin, do měkčích nerostů v hornině. Proto říkáme takové erozi výběrová, cizím slovem selektivní.



▲ Selektivní eroze karbonských pískovců na Dvořákově stezce z Nelahozevsi do Kralup nad Vltavou.

Eroze je rychlá, ale někdy na tektoniku nestačí

Erozní pochody už známe, ještě přidáme něco o tom, jak rychle eroze pracuje. Víme to, čísla jsou solidní, geologové to vypočítali podle tisíců údajů. Napřed vypočítáme průměrnou hodnotu. Pro všechny pevniny platí, že eroze snižuje povrch o 10 cm za 1000 let. V horách je eroze rychlejší, proto himálajská eroze sníží hřbety až o 100 cm za 1000 let. Česká pohoří se erozí snižují o 10–20 cm za 1000 let.

POZOR: Tektonika si to nedá líbit, erozi vrací úder. Tektonické zdvihy bývají rychlejší než eroze. Proto se třeba naše Krušné hory a Hrubý Jeseník zdvihají o 2 mm za rok (přepočteme, o kolik to bude za 1000 let – vychází 200 cm za 1000 let, kam se hrabe eroze!). Pokud uvažujete logicky, mělo by to tak být. Je přece jasné, že kdyby byla eroze všude rychlejší než tektonika, tak bychom žádné hory nemohli mít. Mt. Everest je na tom také dobře, o nějaký centimetr povyroste, holt vápence na jeho vrcholku jsou pašáci. Horší je to s Krkonošemi a Šumavou, mírně se snižují, ale jen malinko, žádná tragédie.

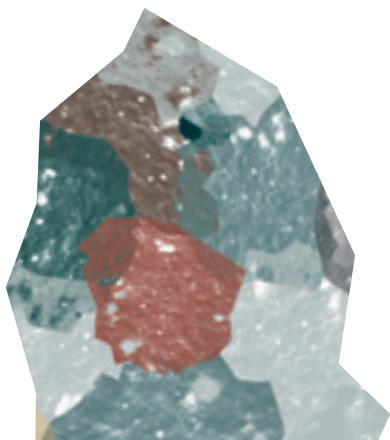


Eroze je důležitý geologický proces, i nezaslouží si, aby-
chom o ní psali jen v próze, pár rýmů jí věnujeme:

*Já o voze, ty o koze,
co je to ta eroze?
Když vody po sněhu táhí
hotoví se k vymílání,
říční tok
rok co rok
do hloubky se zarývá
a podloží odkrývá.*

Odsoudili jsme sice erozi za ničení, ale ona také něco
vybuduje, zvláště v naší republice. Kdyby nebylo eroze,
neobdivovali bychom kouzelné České středohoří. Eroze
totiž za posledních několik milionů let snížila povrch
o 300–400 m, tím ale obnažila pevné čedičové a znělco-
vé žíly a podpovrchové kupy. Ani skalní města a krasové
krásky by nevznikly bez eroze!

Eroze je tak zajímavá, nějak se nám ji nechce opustit.
U nás, a vlastně všude, můžeme rychlost eroze vypočítat
podle množství materiálu, který řeky unášejí. Povedlo
se to měřením suspenze v Labi v Hřensku, v Moravě
ve Strážnici a Odry v Bohumíně. Vypočítali jsme, že
říční eroze odnáší z povrchu republiky za rok vrstvičku
tlustou 0,025 mm. Násobíme-li tisíci, vyjde nám 2,5 cm
za 1000 let. Je to málo, ale nejásejme předčasně. Nejsou
do toho započteny katastrofy. Třeba ta strašná povodeň
v roce 2002 odnesla z povrchu za několik dní až stokrát
tolik, než je roční průměr.



Kaňony řek se stále prohlubují

V české krajině obdivujeme též kaňony Vltavy,
Jizery, Svratky, Chrudimky a jiných řek. Na tektonice
záleželo, zda se budou líně plazit a meandrovat v níži-
nách, nebo se povrch zdvihne a toky se pustí do za-
hlubování. Víme, že ke konci křídly naše tektonika
vlivem ohlasu alpské orogeneze poněkud ožila.
Zdvihání, i když nijak překotné, převládalo nad
poklesy, a tak naše řeky prohlubovaly svá koryta.
V třetihorách i současně probíhajících čtvrtohorách to
bylo a je centimetr za rok tam, kde byl zdvih nejrych-
lejší. V zachovaných nížinách byla a je tato rychlost
nanejvýš milimetr za rok.



▲ Pohled na zahloubené údolí Labe
z Vrabince u Děčína.





Kdysi v hloubce, dnes na povrchu

Žul a příbuzných vyvřelin máme na povrchu republiky dost, i když ne nejvíc.

Jak je to možné, vždyť se žulové magma taví při teplotě 800 °C, kde by se taková teplota na povrchu vzala? Magma muselo tuhnout v hloubce. A co ruly a jiné metamorfované horniny? Ty ke své přeměně potřebují tlaky vyšší než 100 MPa a teploty aspoň pás stovek stupňů. Takové podmínky jsou v hloubce mnoha kilometrů pod povrchem! Proto žuly utuhly v hloubkách a tam se též přeměnily horniny metamorfované. Z několikakilometrových hloubek se musely nějak dostat na povrch. Pomohla eroze, kterou jsme pomluvili o pár řádek výš. Zopakujte si údaje o rychlosti eroze a odhadněte, jak dlouho to obnažení žul a rul mohlo trvat. Vyjde vám, že by stačilo 10 milionů let, aby se na povrch dostal žulový pluton z tříkilometrové hloubky.

Naše žuly, chcete-li granity, jsou složením a stářím různorodé. Určování radiometrického stáří je přiřadilo do různých etap geologické historie. Podařilo se objevit nejstarší žuly, vlastně už ne žuly, protože jsou metamorfovány na ortoruly. Hornině říkáme světlícká ortorula, leží v moldanubicu v jižních Čechách a má v sobě nerosty zirkony staré 2100 milionů let. Pěkně to zazní, když to řekneme slovy „dvě miliardy a něco“. Starohorních žul je u nás dost, mají 650 až 520 milionů let, třeba v Hrubém Jeseníku, kolem Brna, v Podyjí, v jižních Čechách i jinde.

Pár žulových a ortorulových masivů zařadíme do kambria a ordoviku. Vyvrcholení přijde v karbonu, což způsobily variské horotvorné pochody, kulminující

Nevyřešený problém granulitů

Granulity, velmi zajímavé metamorfované horniny, potřebují ke vzniku ještě drastičtější podmínky než žuly. Jiný metamorfit, bazický eklogit s pyroxenem a granátem, vyžaduje tlak až 1400 MPa. To by odpovídalo tak padesátikilometrové hloubce. Tady by samotná eroze k pouti na povrch nestačila. Přispěla tektonika? Zřejmě ano, granulity a eklogity mohly být vyvlečeny nahoru podle nějakého tektonického pásma. Mohla pomoci i desková tektonika svým podsouváním a přesouváním.

▲ Granulit.



před 380 až 290 miliony let. Tak stará je velká část středočeského plutonického komplexu, moldanubického plutonu, krkonošsko-jizerského masivu, masivu Žulové i další.

Poznámka: Některým žulovým tělesům říkáme komplex, jiným pluton, jiným masiv. Toho se neděste, záleží hlavně na velikosti a trochu i zvyku. Třeba u toho středočeského zavedli petrologové název plutonický komplex. Nejde o žádný komplex méněcennosti, ale o komplexní těleso velmi různorodého složení.

◀ Erozí obnažené žuly v Jizerských horách nad Oldřichovským sedlem.



Zvětrávání a půdy

Zvětrávání je změna složení hornin vlivem atmosféry, vody, ledu i organismů. Je to rozrušování nerostů a hornin v jiných podmínkách, než za jakých vznikly. Dostanou-li se horniny pod vliv atmosféry, tedy dešťových srážek, větru, mrazu, tekoucí i vztlínající vody, pak své složení mění.

Zvětrávání, nebo větrání?

Velkou chybou je říkat místo „zvětrávání“ „větrání“. A bohužel se to stává často. Pamatujte, že místnosti se větrají, horniny zvětrávají.

Zvětrávání ničí pevnou horninu, proto jej technici, architekti a stavitelé proklínají. Jenže zvětráváním vzniká půda, proto mu zemědělci blahořečí.

Zvětrávání zpestřuje geologické pochody, tvoří nové minerály i horniny a vytváří ložiska. Nejen našeho slavného kaolinu, ale i zdrojů železných rud, rud hliníku, uranu, niklu i některých dalších. Proto proti němu geologové nic nemají.



▲ Opuštěná pískovna u Rudic, zbytky po těžbě železných rud, které se tvořily chemickým zvětráváním.

◀ Křemencová suť na svazích Plešivce v Brdech, pohled do Hostomické kotliny.

- *Poznámka: Tady se bohužel český génius Jára Cimrman mýlil. Znal sice slovo zvětrávání, ale domníval se, že se jedná jen a jen o působení větru. Z větrných Lužických hor měl s větrem velké zkušenosti. Zvětrávání podle něj byl pouze odnos větrem. Přínos látek větrem nazýval KVĚTRÁVÁNÍ.*

Odhadujeme, že 90 % povrchu světové souše pokrývají zvětraliny včetně půd. V Česku to nebude víc než 40 %.

Jsou dva druhy zvětrávání: mechanické čili fyzikální a chemické

Mechanickým zvětráváním rozumíme rozpad horniny na úlomky beze změny jejich nerostného a chemického složení. Při chemickém zvětrávání k takovým změnám dochází.

Při mechanickém zvětrávání se tvoří suť, kamenná moře, ze skal se uvolňují bloky, pevná hornina se rozpadne až na písek. Nejúčinněji se na tomto procesu podílí mrznutí a tání. Led má větší objem než voda, proto zmrzlá voda v dutině i puklině horninu roztrhne. I střídání teplot je důležité. Opakuje-li se zahřátí a ochlazení tisíckrát, mění se objem horniny a ta se rozpadá. Jsou i další pochody pro horninu osudné, třeba krystalizace solí, vysychání a zvlhčování, změny tlaku.

Ten poslední proces, změny tlaku, je důležitý a bývá podceňován. Souvisí s erozí, o které jste se již ledacos dozvěděli. Víte, že eroze odstraní metry, i desítky a stovky metrů hornin a zemin a obnaží podloží? Tím se odlehčí horniny, které předtím byly pod tlakem. Rozpínají se a rozpadají.

Hříčky zvětrávání

Na našem území máme tisíce svědků mechanického zvětrávání. Na horách jsou kamenná moře, na jiných svazích sutě. Na žulách a rulách jsou odloučené bloky a balvany, na vápencích úlomky hornin. V pískovcových skalních městech se do roklí řítí bloky z podemletých skalních věží. Zajímavým příkladem mechanického zvětrávání je rozpad na koule. Z horniny je výtvar podobný cibuli, neboť se z koule odlupují další a další navětralé slupky. I u našich žul a čedičů najdeme takové příklady. To, že naše předky ohromil takový pravidelný tvar a někdy mírně nedokonalé koule ještě více zakulatili, docela chápe-me. Nevěřte ale různým fantaziím, podle kterých koule kulatily kulantní mimozemské civilizace.

Pozůstatky mechanického zvětrávání jsou snadno přístupné zvětrávání chemickému.

Je to soubor složitých procesů. Především jde o rozpouštění, ony totiž všechny nerosty a horniny jsou více či méně rozpustné ve vodě. Dále zapracuje oxidace. Kyslíku bývá všude dost, siřníky, křemičitany, ryzí kovy oxidují a mění se na oxidy a hydroxidy. Proto také zvětralinu mění barvu, hlavně na hnědou a červenou. Na horniny bohatší železem narůstá tzv. železný klobouk, na bělavém pískovci se tvoří hnědé skvrny i celé krusty, červenat se vlastně může všechno.



▲ Železný klobouk se tvořil chemickým zvětráváním hornin bohatších železem, jako v Rudicích v Moravském krasu.

Chemickým zvětráním do hornin vniká voda, vážou ji na sebe původně bezvodé nerosty. Vznikají jílové minerály, jedna ze základních složek zvětralin.

Intenzita chemického zvětrávání závisí především na dostatku vody a na teplotě. Nejúčinnější je v teplém a vlhkém podnebí, tedy ve vlhkých tropech. I na našem území takové tropy byly, především během permokarbonu, kdy se Český masiv pohyboval přes rovník. Na našich horninách najdeme téměř všude stopy silnějšího nebo slabšího chemického zvětrávání. Jen ne tam, kde pořádná eroze zvětralinu smyla a odstranila.

Diplomatická odpověď

Tuto otázku dáváme sami sobě: „Co má na zvětrávání větší vliv, podnebí, nebo složení horniny?“ Odpověď je diplomatická: „Vliv má oboje, záleží na hornině.“ Horniny s křemenem zvětrávají pomaleji než vápence i žuly. Přesto však to nejsilnější chemické zvětrávání dokáže původní rozdíly ve složení hornin setřít.

Síla a lest stromů

Nezapomněli jsme na biologické zvětrávání, ono se však připojuje částečně k mechanickému, částečně k chemickému.

Ještě poznámka k mechanickému působení. V literatuře najdeme hezké popisy, jak kořeny stromů a rostlin vnikají jako klíny i do těch nejmenších spár a trhají horninu na kusy. Jiní odborníci tomu moc nevěří a tvrdí, že si kořeny spíše než silou pomáhají lstí. Produkují totiž organické kyseliny, které horninu naleptají.



▲ Kořeny stromů pomáhají při mechanickém i chemickém zvětrávání žul.

Moře, ale kamenné

Moře sice nemáme, ale kamenných moří na stovky. V dobách ledových se taková nahromadění balvanů vytvořila za staletí až tisíciletí. Žula zvětrává poměrně rychle, v horkém vlhkém podnebí se ze žulových skal odlupují vrstvičky za desítky až stovky let, u nás spíše za ta staletí. Hrubozrnná žula se rozpadne na písek za „pouhých“ sto let. Výrazné skalní útvary s věžemi, sloupy nebo stěnami se mohou rozpadnout za několik desítek tisíc let. To čeká i naše pískovcová skalní města.

Chemické zvětrávání bývá pomalejší než mechanické. Na zmíněném pražském Starém židovském hřbitově pískovcové náhrobky zvětraly za pět století do hloubky pouhého milimetru. Na opukách a pískovcích velkoměsta se několikamilimetrová zvětrávací kůra vytvoří za několik století. Daleko od hlučícího davu, v čistším ovzduší, vše proběhne asi desetkrát pomaleji.

Rychlé a pomalé zvětrávání

Měření rychlosti zvětrávání je poměrně jednoduché. Najdeme co nejstarší, původně čerstvou horninu a změříme, jak tlustá je na ní zvětralá vrstvička.



▲ Pískovcové náhrobky na Starém židovském hřbitově v Praze.

Náhrobní kameny nám pomohly, ty byly přece tesány z čerstvé horniny. Porozhlédli jsme se po Starém židovském hřbitově v Praze, kde jsou 400 až 500 let staré kameny z pískovců, opuk a vápenců. Opuky zvětraly nejrychleji, a to do hloubky 1 až 2 cm, vápence zvětrávají nepravidelně, jsou na nich i několikacentimetrové zvětralé prohlubiny. To ovšem jde jen o několik posledních staletí. Přitom geologové počítají ve statisících a milionech let. Násobme naše centimetry a hned vidíme, že zvětrávání, má-li dostatek času, dokáže rozrušit celý skalní masiv.

O krasu jen krásně

Oslava krasu se nám z ničeho nic sama zrymovala:

*Na zemi závrty, škrapy a doliny,
pod zemí jeskyně zas,
a tohle všechno je kras.*

*Máme kras Moravský a Český,
oba vypadají hezky,
všechny hrají na city
vápenci a kalcity.*



▲ Krasová jeskyně Šipka v jurských vápencích ve Štramberku.

Latinský původ slova kras

Nikdo nepochybuje, že kras je krásný, že se v krasové krajině nalézají přírodní krásy. Kupodivu nemá původ tohoto výrazu s krásami nic společného!

Vyvinul se totiž z latinského zeměpisného názvu Carsus (čti Karzus), jak staří Římané říkali vápencové oblasti dnešního Slovinska.

Kras je především z vápenců. Krasovou oblast většinou poznáme na první pohled, bělavé skály, krasové plošiny rozryté žleby a stržemi, na povrchu jezírka, škrapy a závrty. Občas narazíme i na propasti. Vápence voda rozpouští snáze než jiné horniny, rozbrázdí povrch, prohloubí závrty a odloučí rozvrtnané vápencové skalky. Voda pronikne do podzemí, kde jednak hloubí a rozpouští, jednak usazuje bohatou jeskynní výzdobu. Moravský i Český kras se svými povrchovými i podzemními krasovými tvary jsou geologickou ozdobou republiky.

I když jejich plocha je dohromady jen 400 km², jsou největším lákadlem pro přírodovědce i turisty. Zdaleka však nejsou jedinými krásy u nás. Upozorníme na kras u Hranic na Moravě, kde se naproti lázním Teplicím nad Bečvou rozkládá naše nejhlubší krasová propast, prozkoumaná

do hloubky 244 m. Přímo v těchto lázních je velezajímavá Zbrašovská aragonitová jeskyně, nazvaná podle nerostu aragonitu. *To je uhličitán vápenatý o stejném složení jako kalcit, ale s jinou krystalovou strukturou.*

Na severní Moravě máme štramberské jeskyně se slavnou jeskyní Šipkou. A na jižní Moravě je krasová krajina Pálavy. Menší krasové útvary jsou třeba na Táborsku, v Železných horách, v Podkrkonoší, Rýchorech v Krkonoších, Rychlebských horách, v Pošumaví i v Hrubém Jeseníku.

Skalní města

Skalní města jsou skupiny skalních hřbetů, bloků, věží, sloupů, pyramid i jiných tvarů. Podobají se hradním zříceninám, rozbořeným městům nebo všemu dohromady. Rozhodně konkurují krasu svým půvabem a geologickými atrakcemi. Česká skalní města jsou z křídových pískovců, jejich písek se tedy usazoval zhruba před stem milionů let. Po zpevnění a tektonickém zdvižení byla skalní města souvislým pískovcovým masivem. I když je pískovec docela pevný, masivy byly rozpukané. Zařizly se do nich říčky a potoky a rozdělily masiv na několik masivků menších a pak na hřbety, sloupy a věže.



Skalní města jsou z pískovce, rýmovačka to potvrdí, dokonce se zmíní o složení pískovců.

Skalní města

*nejsou z těsta,
ale z pískovce.*

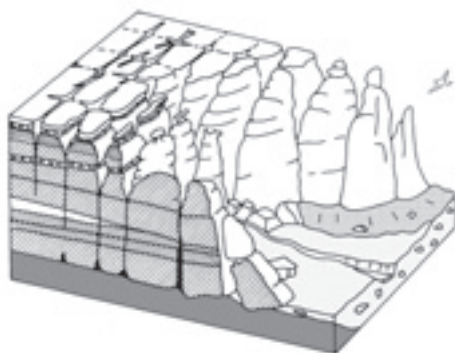
*Z pískovce české křídly,
z křemene, živce a slídy.*

Vítr, voda, led

za statisíce let

pískovce nám rozhlodaly,

tvary měst teď mají skály.



▲ Postup vzniku skalního města. Pukliny se rozšiřují, promění se v kaňony. Hřbety se rozpadnou na skalní věže a sloupy.

Nikde na světě není tolik skalních měst na poměrně malé ploše jako u nás. Je to však s nimi jako s lidským životem. Člověk musí počítat se svým skonem, skalní města se svým zánikem. Přes veškerou možnou ochranu člověk přírodní geologické procesy nezabrzdí. Eroze skalní města vytvořila, ale bude to právě ona, kdo je za desítky tisíc let zničí. Jejich hřbety se rozpadnou na bloky, věže a sloupy, zřítí se a za pár desítek, nanejvýš stovek tisíc let z nich zbude jen hromada kamení. Nezoufejme, útěchou nám může být, že eroze stejně rychle další skalní města staví. Z krajů dosud celistvých pískovcových skalních masivů se právě teď někde oddělují stěny a sloupy.

Teď však raději o životě našich skalních měst, napřed o tom, že se pyšní největší skalní branou v Evropě. Je to samozřejmě Pravčická brána v Českém Švýcarsku. A devadesátimetrová výška pískovcových věží není u nás výjimkou.

Výjimečné Suché skály na Turnovsku nedaleko Malé Skály v Českém ráji se vypínají jako šedesátimetrová zeď. Jejich pískovce jsou rozdrčené, připomínají spíše jihotyrolské Dolomity. Však se jim také říká České Dolomity, někdy Kantorovy varhany.

Původ názvu „Kantorovy varhany“ je rozkošný. Podle legendy žil v Železném Brodu kantor muzikant, který marně toužil po varhanách. Na Štědrý den se vydal do Suchých skal, kde se skučení větru mezi věžemi proměnilo v libé zvuky. Kantor je doprovázel na housle a tak si spolu zahráli vánoční koledy.



▲ Hruboskalsko se stovkami pískovcových skalních věží.

Čtyři stovky věží najdeme v Hruboskalském skalním městě, důvěrně zvaném Skalák. Nejnavštěvovanějšími skalními městy jsou však Prachovské skály kousek od Jičína a Adršpašské skály na Broumovsku. Byly již roku 1933 vyhlášeny za přírodní rezervaci. České Švýcarsko je dokonce národním parkem.



Z rovin do hor

Byly to geologické pochody, které určily, kde v naší republice budeme mít roviny, sníženiny, pahorkatiny, vrchoviny a hornatiny.

Výše uvedené geografické pojmy nám sice prozradí, o jakou krajinu jde, aby však napověděly, jaké tam jsou horniny, to zas ne! Musí zasáhnout geolog. Tak se ho zeptáme a poprosíme, aby byl co nejstručnější. Pokusí se, i když je prý nevyléčitelným pisálkem.

V **rovinách** podél řek nebude nic jiného než velké mocnosti třetihorních a čtvrtohorních sedimentů.




▲ Pohled z Mělníka přes Labe na Říp.

Pak máme **sníženiny**, to jsou pánve, kotliny, brázdy a úvaly. Tektonika je omezila zlomy a snížila jejich dno. Mají různý podklad a bývají vyplněny mladými uloženinami.

Pahorkatiny jsou výše a jejich povrch je trochu divočejší. Mohou být z různých hornin, třeba Středočeská pahorkatina má mnoho žul. Pahorkatinám s plochým povr-

chem říkáme **tabule**. Z nich je nejznámější Česká tabule ve středních a severních Čechách s křídovými sedimenty. Šplháme výš a výš a jsme ve **vrchovinách**. To už jsme několik set metrů nad mořem a na povrchu jsou vyšší kopce a hlubší údolí. Jsou podobné pahorkatinám, geologické složení je pestré. Mohou být ze žul, metamorfovaných hornin i starších sedimentů. Často jsou tektonicky porušené.

Nejvýše jsou **hornatiny**. To už je horská krajina, stovky metrů vysoko nad mořem a s velmi členitým povrchem. Na hory si za chvíli pořádně posvítíme, jsou moc a moc zajímavé a prozradí mnoho o geologické historii.



Ještě před tím se zkuste podívat na obyčejnou mapu republiky a odhadnout, jak velká je v republice plocha rovin, sníženin, pahorkatin, vrchovin a hornatin. Nechceme to v kilometrech čtverečných, ale v procentech z celkové plochy státu.

Hotovo?

Tak teď to prozradíme, je to celkem očekávané: Rovin je jen 5 procent, sníženin je hodně – 20 %, pahorkatin dokonce 35 %. Pak to ubývá, čím výše, tím méně, vrchovin je 25 % a hornatin „jen“ 15 %.

◀ Naše nejvyšší hora Sněžka. Podle nového měření nemá jen 1602 m, ale je o metr vyšší. Hora je ze svorů a kontaktně metamorfovaných hornin.

Horské horniny

Z jakých hornin jsou naše nejvyšší hory? Geologii našich pohoří a jejich vrcholů známe poměrně dobře, neboť jsou plné odkryvů a zajímavostí. Na vrcholy velmi často vedou značené cesty, z vrcholů se můžeme pokochat rozhledem, mnoho hor je chráněnou přírodní památkou.

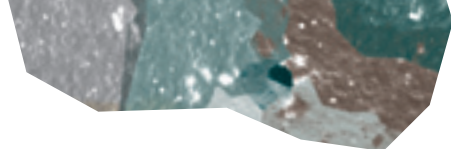
Každého milovníka přírody bude zajímat, je-li temeno ze žuly, ruly, čediče nebo pískovce.

Geolog rád odpoví, vezme to podle abecedy a uspořádá do tabulky. Je to tak daleko přehlednější než dlouhý jednotvárný text.

Pozn.: Mezi horninami se objeví i migmatity (neplette si je s magmatity), na ně jsme v popisu hornin zapomněli, a hned to napravíme: Jsou to metamorfované horniny rulového složení, v kterých se objevují vrstvičky a pásy magmatu žulového.

Geologické složení vrcholů našich pohoří a dalších zajímavých hor

NÁZEV HORY, NADMOŘSKÁ VÝŠKA	POHOŘÍ	HORNINA
Brdo, 587 m	Chřiby	třetihorní jílovce, pískovce a slepence
Čerchov, 1042 m	Český les	migmatitické ruly
Děčínský Sněžník, 723 m	Sněžnická hornatina	křídové pískovce
Devět skal, 836 m	Českomoravská vrchovina	ruly a migmatity
Hostýn, 735 m	Hostýnské vrchy	třetihorní pískovce
Hradiště, 934 m	Doupovské hory	čediče
Javorník, 1019 m	Javorníky	třetihorní pískovce a jílovce
Javořice, 837 m	Českomoravská vrchovina	žuly
Ještěd, 1012 m	Ještědský hřbet	ordovické metakvarcité
Jezerní hora, 1343 m	Šumava	metakvarcité, vložka ve svorech
Jizera, 1122 m	Jizerské hory	žuly, dvojslídne
Kamenec, 1072 m	Novohradské hory	granodiority
Klášťov, 753 m	Vizovická vrchovina	třetihorní pískovce
Kelčský Javorník, 864 m	Hostýnské vrchy	třetihorní pískovce
Keprník, 1422 m	Hrubý Jeseník	pararuly, migmatitizované
Kleť, 1084 m	Blanský les	granulity
Klínovec, 1244 m	Krušné hory	svory a ortoruly
Kotel, 1435 m	Krkonoše	svory a metakvarcité
Kozí hřbety, 1387 m	Krkonoše	svory a metakvarcité, kontaktně metamorfované
Králický Sněžník, 1423 m	skupina Králického Sněžníku	ortoruly až migmatity



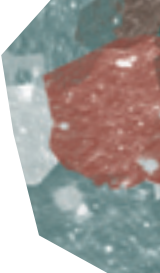
NÁZEV HORY, NADMOŘSKÁ VÝŠKA	POHOŘÍ	HORNINA
Lesný, 983 m	Slavkovský les	žuly
Luční hora, 1555 m	Krkonoše	svory a metakvarcity
Luž, 791 m	Lužické hory	znělce
Lysá hora, 1323 m	Moravskoslezské Beskydy	pískovce a jílovce
Milešovka, 837 m	České středohoří	trachytické znělce
Pešava, 697 m	Železné hory	ruly
Petrovy kameny, 1488 m	Hrubý Jeseník	žuly, zbrídlíčnatělé
Plechý, 1378 m	Šumava	žuly
Praděd, 1491 m	Hrubý Jeseník	ruly, zbrídlíčnatělé
Radeč, 721 m	Zbirožská vrchovina	ordovické křemence a jílovce
Radhošť, 1129 m	Moravskoslezské Beskydy	pískovce a jílovce
Říp, 459 m	Řípská tabule	nefelinit, druh čediče
Slunečná, 800 m	Nízký Jeseník	spodnokarbonské droby a jílové břidlice
Smrk, 1125 m	Rychlebské hory	ortoruly a metakvarcity
Smrk, 1124 m	Jizerské hory	ortoruly
Sněžka, 1602 m	Krkonoše	svory, kontaktně metamorfované
Tok, 865 m	Brdy	kambrické slepence a pískovce
Velká Deštná, 1115 m	Orlické hory	svory a ruly
Velká Javořina, 970 m	Bílé Karpaty	pískovce
Velký Blaník, 638 m	Středočeská pahorkatina	ortoruly, dvojslídne
Violík, 1472 m	Krkonoše	žuly
Vlhošť, 614 m	Polomené hory	znělce trachytické v Dokeské pahorkatině
Zelená hora, 537 m	Blatenská pahorkatina	žuly
Zvíčina, 671 m	Krkonošské podhůří	ordovické pískovce, fylity a metadiabasy

Projdeme si horniny v tabulce a srovnáme s nadmořskými výškami. Sedimenty jsou sice na vrcholu Mt. Everestu, ale u nás se moc vysoko nedostaly, pouze na Lysou horu v Moravskoslezských Beskydech. Nejvýše jsou v Česku horniny metamorfované, jak na Sněžce a jiných krkonoš-

ských vrcholech, tak na Pradědu a Králickém Sněžníku. Na druhém místě jsou žulové vyvřeliny, a to na Plechém na Šumavě a na Violíku v Krkonoších. Výlevné horniny, vulkanity, se nad tisícovku dostanou pouze v krušnohorském Špičáku a na Bukovci v Jizerských horách.







O půdě na domácí půdě

Málokterý vědecký výzkum pomáhá výživě lidstva tak jako studium půdy. Půda je tak běžná, že bez povšimnutí rozkopneme hroudu, kterou děšť smyl z pole. Je tak obyčejná, že přehlédneme hluboké rozorané brázdy po žních. Přitom je půda prostředím pro růst rostlin, pro existenci živočichů. Je zásobárnou vody a čistírnou vody podzemní. Význam půdy pro existenci lidstva vyjádřilo mnoho významných filozofů, politiků i vědců.

Z citátů o významu půdy

- „Společnost, která ničí půdu, ničí sama sebe.“

Winston Churchill

- „Vznik a zánik národů ovládá tentýž zákon: Ztráta úrodnosti půdy způsobuje jejich úpadek, udržení úrodnosti půdy je základní podmínkou pro jejich stabilitu, bohatství a moc.“

Justus von Liebig

V plánech agresorů bývalo na prvním místě připravit nepřítele o půdu a tím o obživu. Z historie víme, že zánik některých civilizací souvisel se ztrátou úrodnosti půdy. Víme, že když římský vojevůdce Scipio Africanus nakonec porazil kartaginského Hannibala, nechal prosolit všechnu kartaginskou půdu. Nebyla obživa, zaniklo Kartágo!

V půdě se stýká nerostná složka naší Země se živem. V půdě se prolíná litosféra, hydrosféra, biosféra i atmosféra, tedy neživá příroda, organismy i vzduch.

Definovat půdu? Není to jednoduché

Nakousli jsme to, a tak se nemůžeme vyhnout definici půdy. Není to snadné, definice byly navrhovány, pak zavrhovány, až pořádná nezbyla skoro ani jedna. Vlastně

tahle ano: **Půda je nejsvrchnější částí zemské kůry. Je tvořena směsí nerostných součástí, odumřelé organické hmoty a živých organismů. Je vertikálně členěna, propojena se svým podložím a vzniká ze zvětralin nebo nezpevněných nerostných a organických usazenin.**

Komentář k definici: Půda je opravdu v 99,99999 % případů úplně nahoře na zemské kůře. Další část definice je jasná, každá půda má nerostné součásti, odumřelou organickou hmotou a živé organismy, a to v různých poměrech. Někdy se dodává, že půda obsahuje vzduch i vodu. To však pokládáme za samozřejmé a v definici to být nemusí.



▲ Podzol vrchovin. Zřetelná je světlá vyloužená vrstva.

◀ Zoraná pole kolem Police nad Metují. Převládají půdy typu kambizemí.

Minerální součásti jsou obvykle hlavní složkou půdy. Jsou to jílové minerály, křemen, živce, úlomky hornin, kalcit, oxidy železa i další nerosty.

Odumřelá organická hmota, to jsou mrtvé organismy, které kdysi na půdě a v půdě žily, ale po odumření se proměnily v organickou hmotu.

Půda je plná života, bez života by to ani půda nebyla! Žijí v ní bakterie s jinými mikroorganismy, houby, prvoci, hlístice i členovci. A dokonce i obratlovci!

Vertikální členění je nutné, rozdělení na půdní horizonty je jedním z hlavních rozpoznávacích znaků půdy. Půdní profil, tedy řez od povrchu až do půdního podloží, je obrazem vzniku a vývoje půdy a zároveň podkladem pro její pojmenování a zařazení do klasifikace. Další podmínkou je propojení s podložím.

V definici také právem zdůrazňujeme, že se půdy tvoří nejen ze zvětralin, ale i z nezpěvněných sedimentů. Půdy jsou na říčních nivách, na spraších, na rašelinách, bahnech mokřadů a ty rozhodně zvětralinami nejsou. Pohřbené půdy jsou překryty nadložními usazeninami. Na krásně vyvinutou půdu může vítr navát spraš, takže ji pohřbí. Nebo na ni řeka nanese při povodni jíl.



◀ Glej, zamokřená půda.

Jak se tvoří půdy?

Všechny důležité pochody, které vedou ke vzniku půd, nazýváme souhrnně půdotvornými. Je jich mnoho, jsou složité a jejich podrobný výklad by vyžadoval stovky stránek nebo gigabajty na počítači. Proto přehledně a jednoduše: Podstatou je výchozí materiál, **matečná hornina**, z které a na které se půda tvoří.

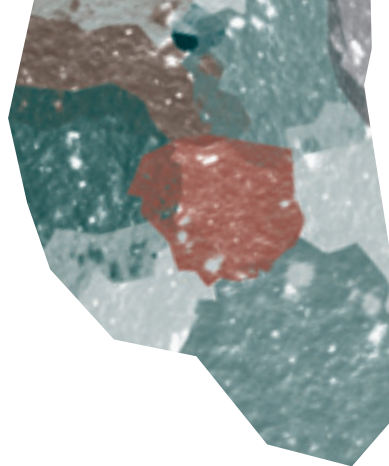
Půdy fosilní

Fosilní půdy, to je jiný kalibr. Geology přece musí napadnout, že když se půdy tvoří dnes, vznikaly i dávno v geologické historii. Mají pravdu jen částečně, mohly se vyvíjet až po oživení souše. Vždyť půdy potřebují organické látky v živé i mrtvé podobě! Nejstarší půdy jsou devonské, to znamená něco kolem 390 milionů let staré. V permokarbonu a mladší geologické historii jsou již fosilní půdy zcela běžné. Na konci prvohor souš pokrývaly oživené pralesy, bylo horko a vlhko, proto se půdy tvořily snadno.



Nepoleťte pedologii s pedofilii

Pedologie je nauka o půdách. Slovo je odvozeno od řeckého „pedon“ (půda) a „logos“ (slovo, věda). To druhé, ošklivé slovo nemá bohudíky s půdou nic společného. Je odvozeno od řeckého pais (dítě, chlapec) a filias (láska, přátelství). Co to slovo znamená, to vám vysvětlí pedagog.



Hornina může být pevná a pomalu zvětrávající, nebo sypká a zvětrávající snadno. Její složení ovlivní fyzikální, minerální i chemické vlastnosti půd. Na matečné hornině záleží, zda bude půda bohatá vápníkem a hořčíkem, či alkáliemi, fosfáty a dusičnany.

Podnebí má zásadní význam. Trochu přehnaně se dokonce tvrdí, že stejné podnebí může vytvořit stejnou půdu z různých matečných hornin. V každém případě teplota a dešťové srážky doslova určují vznik různých druhů půd. S tím souvisí i vodní režim, neboť voda vyplavuje, vnáší, přináší, odnáší, podle toho, kolik jí je a jak se chová. Vysoké teploty a značná vlhkost podporují rychlost zvětrávání a tvorbu půd.

Tvorbu půd významně ovlivňuje i rostlinstvo a tvary zemského povrchu.



▲ Půdy na svazích jsou často náchylné k sesuvům. Příkladem jsou sesuvy pod Jezeřím na Mostecku.

Rychlost tvorby a zániku půd

Z pohledu člověka půda vzniká velmi pomalu. Ve střední Evropě se za sto let tvoří jen centimetr půd. Přitom různými zábory i přírodní erozí půdy ubývá rychleji. Rizikem je i znehodnocování půd průmyslovou činností. Nebezpečné je hromadění arzenu, olova a chromu v půdě. Vždyť to jsou zdraví nebezpečné prvky! Kromě toho se do půdy dostávají i jedovaté organické látky. Litr vylitého benzínu stačí na zamoření několika desítek tun půdy.



Geologické jednotky České republiky

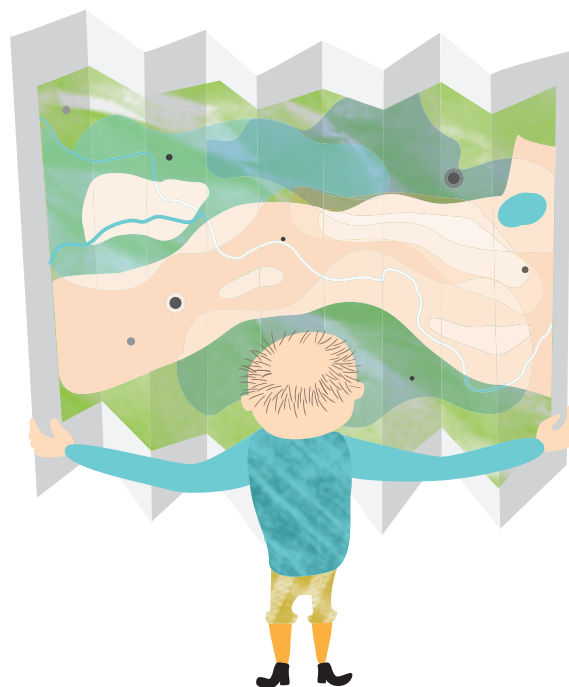
Již od poloviny 19. století si naši geologičtí předchůdci všimli, že geologie našeho území je velmi pestrá a proměnlivá. Začali jednotlivé oblasti srovnávat s jinými a nacházeli mezi jejich vývojem zásadní rozdíly. Po dalších podrobných studiích se podařilo republiku rozdělit na několik geologických jednotek. Až na nějakou maličkost jsou uznávány téměř všemi našimi geology. Jsou důležité i z evropského hlediska, protože téměř všechny přesahují do okolních zemí.

Uvedené geologické jednotky jsou jednak obrazem vývoje a geologického složení, jednak působí jako tvůrci povrchu krajiny. Např. křídové sedimenty jsou na rovinách a pahorkatinách, silně metamorfované horniny na vrchovinách a hornatinách, žulové horniny na pahorkatinách a vrchovinách, třetihorní sedimenty na povrchu rovin a pánví. Složení hornin se s rostoucí hloubkou pod povrchem rychle mění. V hypotetickém řezu vedeném 3 km pod povrchem převládnu metamorfované horniny, zvětší se plocha žulových vyvřelin, zcela zmizí platformní pokryv, méně bude starohorních i karbonských hornin. Zůstanou kořeny karpatských příkrovů, části karpatské předhlubně a vídeňské pánve.

Podle rozšíření hornin v naší republice i podle geologického vývoje ji rozdělíme na několik geologických jednotek. Dvě velké a několik menších. V této kapitole se neobejdeme bez několika cizích slov, ale jinak to nepůjde. Zkuste vydržet a geology pochopit! Názvy těchto jednotek nejsou jen naším vynálezem, ale některé použili již dříve rakouští nebo jiní evropští badatelé.

Český masiv a Karpaty

To jsou dvě velké a důležité jednotky, opravdové jedničky v evropské geologii. Český masiv nerespektuje státní



hranice a přesahuje do Německa, Rakouska i Polska. Karpaty jsou součástí velké oblouku, pokračujícího až na Balkán. U nás je jich jen malý kousek, který nazýváme Vnější Západní Karpaty.

Hranice mezi Českým masivem a Karpaty je geologicky nápadná, je to linie vedoucí zhruba od Ostravy k jihozápadu přes Zlín k Mikulovu.

◀ Panská skála v Kamenickém Šenově je nejznámějším příkladem sloupcovité odlučnosti čedičů. Tento pohled na České středohoří je z vrcholu skály.

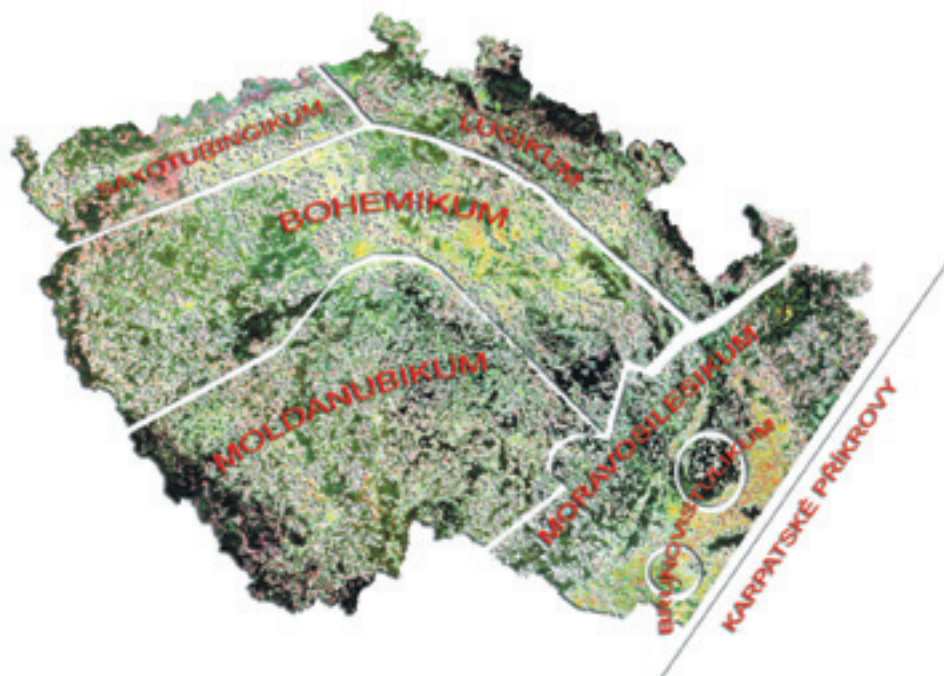


▲ Vápencová bradla Pavlovských vrchů.

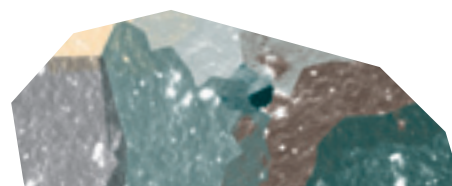
Český masiv je zbytkem variské Evropy, tzn. masivem původních mikrokontinentů čili teránů, sblíže-

ných a spojených při variské orogenezi. Použili jsme výraz mikrokontinent a terán. První znamená menší blok zemské kůry s pevninskou strukturou, tedy i se žulovou vrstvou. Prostě a jasně: malý kontinent. Terán si nepleťte s terénem. Je to blok zemské kůry, který se pohyboval, rozděloval i srážel. Do jisté míry je to totéž jako mikrokontinent. Variská Evropa znamená Evropu vytvořenou srážkou mikrokontinentů při variském horotvorném pochodu. Píšeme „zbytkem variské Evropy“, protože po variském horotvorném pochodu se přeměnil erozí i menšími tektonickými procesy.

Původní mikrokontinenty mají odlišný geologický vývoj a geologické složení. Stručně je můžeme charakterizovat (sledujte přitom prosím naši mapu jednotek) takto:



▲ Hlavní geologické jednotky v České republice.





a) **Moldanubikum**, nazvané podle Vltavy a Dunaje, je souborem metamorfovaných a žulových hornin s oblastmi více nebo méně přeměněných sedimentů. Zabírá celou jižní polovinu Čech a přesahuje na Moravu. Typickou součástí je středočeský plutonický komplex.

b) **Bohemikum**, jeho název je jasný, je to oblouk starohorních a prvohorních sedimentů, částečně s metamorfity a magmatity. Část bohemika středních a západních Čech se nazývá tepelsko-barrandienská oblast, k níž patří i světoznámý Barrandien s mocným sledem nemetamorfovaných kambrických až středodevonských uloženin.

c) **Saxothuringikum**, jednotka nazvaná podle Saska a Durynska, je komplexem metamorfovaných staroprvohorních sedimentů, prostoupených plutonem. Zasahuje k nám jen do Smrčín a Krušných hor.

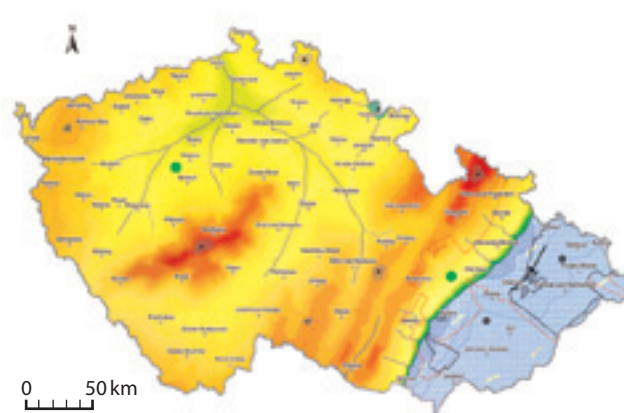
d) **Lugikum**, podle Lužice, je geologicky složitou oblastí, zasahující do republiky z Polska. Součástí je krkonošsko-jizerský pluton, dále jsou přítomny metamorfované sedimenty a magmatity.

e) **Moravosilesikum**, samozřejmě s Moravou a Slezskem, je velkou oblastí s metamorfity i magmatity, flyšovými a molasovými karbonskými sedimenty a pásmem vulkanitů.

f) **Brunovistulikum**, podle Brna a Visly, je oblastí se starohorními metamorfity a magmatity. Na starém podkladu jsou devonské a karbonské sedimenty.

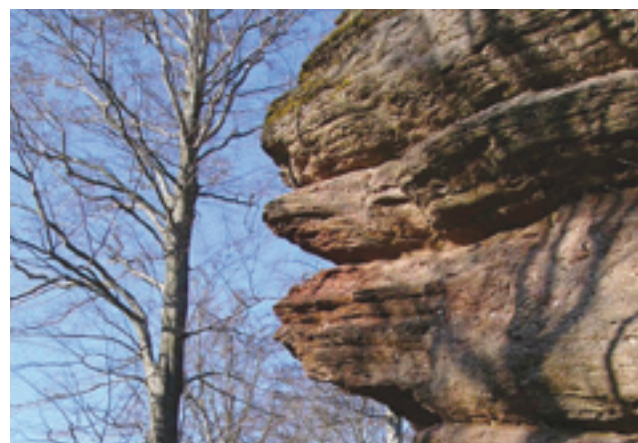
g) **Karpatská předhlubeň** je pánví na jihovýchodě republiky, vzniklou při přesouvání karpatských příkrovů přes Český masiv. Je vyplněna mladými sedimenty.

Variská orogeneze, která vrcholila před 380 až 300 miliony lety, je předělem v geologickém vývoji. Menší desky, které tu byly dříve, se srazily, tektonické pochody vrcholily, do kůry pronikaly žuly a jiné vyvřeliny. Zemská kůra se zdvíhala až do velehorských výšek. Velehory předpokládáme v Jeseníkách, na Příbramsku, Táborsku i na Českomoravské vrchovině. Jak to víme? Jak se vůbec mohou geologové odvážit tvrdit takovou neuvěřitelnou věc?



▲ Na místě tmavohnědých ploch měly být na konci prvohor velehory, dosahující snad i tříkilometrových výšek.

Nevěřící zkusíme přesvědčit. Velehory čněly nad ostatní krajinou. Okamžitě po zdvižení se staly obětí eroze. Ta z nich smývala štěrky, písky, jíly a všechnu tu změť usazovala do okolních pánví. Do pánve středočeské, západočeské i podkrkonošské. Nahromadila tam kilometry hrubých usazenin. Totéž se stalo na západě od jesenických velehor. V Nížkém Jeseníku dnes máme kilometry pískovců i slepenců, opět svědků velehorské eroze!



▲ Permokarbonské slepence podkrkonošské pánve pod hradem Břečtejnem u obce Hrádeček.

- „Můžete s tím nesouhlasit, ale to je všechno, co s tím můžete dělat,“ to jsou slova velkého Járy Cimrmana. Tohle ale na nás neplatí, můžeme s tím dělat dost. Geologie se vyvíjí, staré představy se opouštějí a nalézají důkazy pro představy nové. Proč by to nemohlo platit i pro naše staré velehory?

Spodnokarbonské sedimenty mají ještě orogenní charakter, svrchnokarbonské a permské pokládáme za přechodné a mladší sedimenty jsou již platformního charakteru. Většina žulových plutonů je variského stáří, právě tak jako pochody metamorfující paleozoické sedimenty.



▲ V obci Lobeč, která je částí Kralup nad Vltavou, jsou odkryty křídové sedimenty nad karbonskými. Výchoz je svědkem transgrese křídového moře.

Křídová platformní sedimentace začíná terestrickými sedimenty, poté následovala světová mořská transgrese, což se u nás projevilo sedimentací souboru křídových pískovců, jílovců, slínovců i tzv. opuk. Křídové sedimenty jsou nejrozšířenějšími horninami Českého masivu.

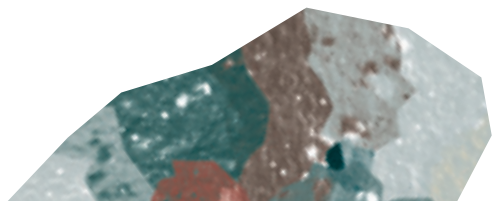


▲ Sokolovská hnědouhelná pánev je jednou z třetihorních podkrušnohorských pánví.

Třetihorní Český masiv byl až na jeho jihovýchodní části souší. Rozvinula se říční síť podobná dnešní, která po sobě zanechala mnoho erozních zbytků. Jako reakce na tektonické pohyby při alpínské orogenezi došlo k pohybům podél zlomů a vytvořily se sníženiny. V podkrušnohorské oblasti se rozlilo velké jezero, v němž se usadil komplex sedimentů s hnědouhelnými slojemi. I v jihočeských pánvích se v nadloží křídý hromadily třetihorní uloženiny.



▲ Jeden z malebných pohledů na České středohoří. V pozadí je Milešovka.



Obnovila se vulkanická činnost, jejímž výsledkem byl masiv Doupovských hor, podpovrchové i povrchové vulkanity Českého středohoří, Lužických hor a dalších oblastí.

Čtvrtohorní sedimenty jsou v různých druzích i mocnostech rozmístěny po celém území republiky. Pevninský ledovec zasáhl jen do nejsevernějších Čech a do moravských úvalů a zanechal po sobě ledovcové šterky a písky. Dále od ledovců sedimentovaly říční šterky a písky i svahové sedimenty. Během ledových dob se též ukládaly spraše. Z meziledových dob jsou známy jezerní uloženi-ny, jíly říčních niv i sladkovodní vápence.



▲ Vršatecké podhradí jihozápadně od Púchova. Jsou to tektonická vápencová bradla jurského stáří mezi flyšovými jednotkami.

Vnější Západní Karpaty jsou součástí karpatské soustavy. Jejich jurské a křídové sedimenty pocházejí z rovníkového oceánu Tethys. Ten se postupně uzavíral, tím se pevniny srážely a oceánské uloženi-ny přesouvaly. Tak vznikla příkrovová stavba, ve které se hlavní skupiny příkrovů, magurská a menilito-krosněnská, člení na řadu menších šupin. Mezi nimi jsou uskrípnuté bloky jurských a křídových vápenců, z nichž jsou nejznámější Pálava a Štramperk. Během mladších třetihor se v čele příkrovů vytvořila karpatská předhlubeň jako typická čelní pánev i vídeňská pánev, jejíž malá část zasahuje na naše území. Ve vídeňské pánvi se mořská sedimentace před 10 milio-ny let změnila na nemořskou, terestrickou, a tím se moře navždy stáhlo z území republiky.



Stopy přírodních katastrof

Přírodní katastrofa je podle definice OSN i jiných vážených organizací rychlý přírodní proces, který po sobě zanechal lidské oběti a způsobil velké škody.

Nás ovšem zajímají katastrofy geologické, to znamená zemětřesení, sopečná činnost, svahové pohyby i povodně. V paměti lidstva zůstaly obrovské ničivé katastrofy, z nichž některé ohrozily kvetoucí civilizace. I v naší republice kroniky zaznamenaly nebezpečná zemětřesení a ničivé zátopy.

Vrátíme se však daleko do historie, do historie geologické, a zkusíme najít stopy geologických katastrof, které se odehrály ne před tisícovkou let, ale před miliony i stamiliony let.

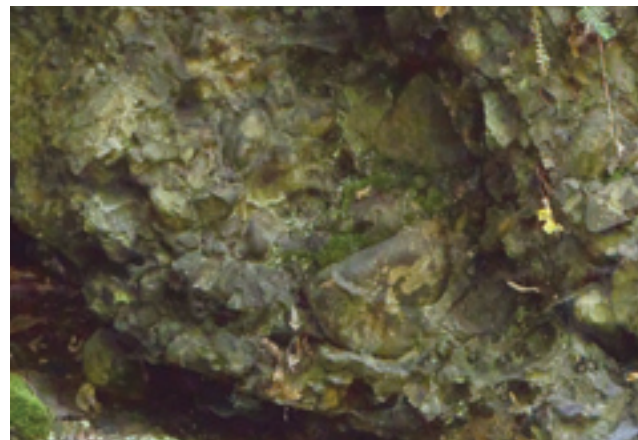
Nezapomeňme, že i ta největší přírodní katastrofa je vlastně přirozeným pochodem ve vývoji naší Země. Obrovitá zemětřesení byla dávno před tím, než po ní kráčeli první příslušníci *Homo sapiens*. Sopečné výbuchy se svými lávami a tufy utvářely velké části zemské kůry. Sesuvy se řítily do údolí a po pevninských svazích i do hlubokého moře. Povodní bylo v dávné geologické historii více než dnes, vždyť povrch Země byl dlouho bez vegetace, která alespoň částečně může průtok vody regulovat. Občas, zhruba jednou za 50 milionů let, dopadla na zemský povrch planetka nebo kometa odkudsi z vesmíru a přerušila pokojný vývoj zemské kůry a zanechala po sobě spoušť. Tehdy hynuly druhy, rody, celé skupiny organismů. Země se z toho vzpamatovávala miliony let.

◀ Rozvodněná řeka Morava v červenci roku 1997.

Geologové objevují stále víc a víc stop přírodních katastrof, i takových, ke kterým došlo v Česku. Čím dále do minulosti, tím méně stop v geologii krajiny zanechaly. Začneme tedy těmi nejstaršími, aby příroda či člověk mezitím nezahladili stopy další.

Co se stalo ve starohorách a prvohorách?

Před 800 až 500 miliony let, během proterozoika čili starohor, se v hlubším moři ukládaly mohutné série pískovců, prachovců i jílovců. Tento mocný sled bývá najednou přerušeno polohami slepenců. Jsou to štěrky, které se vlivem otřesů bouřlivě sesuly do hlubokého moře. Otřesy byly zřejmě silné, protože právě v těch dobách probíhala horotvorná činnost. Stopy těchto katastrof jsou dobře zachovány i v Praze v Modřanské rokli, kolem Dobříše i v západních Čechách.



▲ Starohorní dobříšské slepence v Modřanské rokli v Praze. Jsou svědkem tektonického neklidu.

V nejstarších prvohorách, v kambriu, před 500 miliony let, se z čerstvě zdvižených holých hornatin do mezihorských pánví valily při záplavách laviny štěrku a písků. V Brdech, kolem Jinců i u Skryjí po nich zůstaly mnohasetmetrové soubory různých slepenců i hrubozrnných pískovců. Toto kambrické prostředí lze přirovnat k dnešním mezihorským kotlinám suchých subtropických oblastí.



▲ Spodnokambrické slepence u Jinců v Brdech. Sedimentovaly v mezihorských kotlinách za aridního podnebí.

Na konci kambria, před 500 až 490 miliony let, došlo k sopečné katastrofě. Z vulkánů se vylilo a vyvrhlo na 1500 m mocnosti láv a tufů. Částečně na suchou zemi, dílem i na mořské dno. Lávy svým složením odpovídají andezitu, což je výlečná hornina bez křemene, ale zato s živicí, biotitem, amfibolem a pyroxenem. Podle radiometrických údajů trvalo soptění kolem 10 milionů let, to z geologického hlediska není tak dlouhá doba. Tomuto mohutnému masivu říkáme křivoklátsko-rokycanský komplex. Jeho zbytky proráží Berounka právě u Křivoklátu.

V spodnokarbonských uloženinách Nížkého Jeseníku, Oderských vrchů i Dražanské vrchoviny, kolem 310 milionů let starých, se mezi drobnými objeví polohy slepenců i s několikametrovými ostrohrannými bloky. Tehdy vrcho-

lila variská horotvorná činnost a tato orogeneze zdvihla povrch až do velehorských výšek. Zemětřesení uvolnilo suť na příkrých svazích a ta se řítila i do hlubokého moře. Takový katastrofický pochod se mnohokrát opakoval.

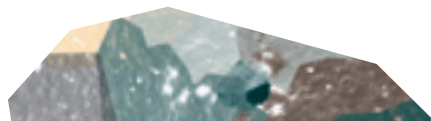


▲ Svahy Ještědu jsou pokryty mohutnými sutěmi z metakvarcitových bloků.

O dvě desítky milionů let později, během permokarbonu, se na území současných středních, západních i severních Čech rozkládaly velké mezihorské kotliny. Stříдалo se suché a vlhké podnebí, z horských hřbetů se do pánví valily štěrky a písky. Rozhodně to byla období záplavových katastrof. Během vlhkých etap byly příbřežní mokřady zarostlé a z vegetace se v močálech tvořily slaje černého uhlí. Na Moravě a ve Slezsku se zatím hory zarovnály a v klidnějších podmínkách v dosahu moře se rostlinná hmota měnila v černé uhlí.

Druhohorní katastrofy

Z hlediska světové geologie je největším přelomem v geologické historii hranice mezi permem a triasem, tedy mezi prvohorami a druhohorami. Tehdy vyhynulo, doslova bleskově, na 90 % živočišných druhů. Proč, to přesně nevíme. Někdo soudí, že na Zemi dopadlo velké mimozemské těleso, jiní obviňují silný vulkanismus



na Sibiři. Bohužel česká geologie k vyřešení původu této katastrofy nepřispěje, sice jakous takous hranici permu a triasu u nás máme, ale je nejasná a špatně zachovaná.



▲ Křížové zvrstvení na pískovcových věžích v Adršpachu. Tvořilo se při pohybu obřích podmořských dun za bouří.

Přeskočili jsme do doby před 90 miliony let, do času křídového moře. I zde stopy po katastrofách najdeme. Český masiv byl v subtropickém podnebním pásu, takže bouře a tropické cyklóny nebyly ničím výjimečným. Po mořském dně se pohybovaly obrovské duny a skládaly se



▲ Během křídvy ukládalo bouřlivé moře kolem ostrůvků slepence s obřimi valouny. Příkladem je Kaňk v Kutné Hoře.

do šikmých vrstev. Příbojovou abrazí ostrůvků se kolem nich hromadily kupy částečně omletých balvanů.

Katastrofální třetihory

K další, mladší celosvětové katastrofě naše geologie zase nemá co dodat. Na našem území nenajdeme stopy po pádu planety k Yucatanu před 65 miliony let. Tentokrát jsme si téměř jisti, že za vyhynutí dinosaurů a definitivní nástup savců může tento dopad.

O pár milionů let později přece jen nějakou katastrofu najdeme. V mírné krajině Vnějších Západních Karpat je geologická formace, které říkáme flyš. Je to pravidelné střídání vrstev hrubších a jemnějších sedimentů. Proces, jenž uložil ty hrubší vrstvy, byl jistě katastrofou. Proud, uvolněný otřesem, byl bleskurychlý a hustý a zanesl materiál ze šelfu až do hlubokého moře. Takovému proudu říkáme turbiditní. Během milionu let se valilo na sto takových turbiditních



▲ Typický flyš se střídáním hrubších a jemnějších sedimentů. Odkryv nižnického souvrství v Bystřici pod Lopeníkem v okrese Uherské Hradiště.

proudů a přispělo k nahromadění několikakilometrových mocností flyše.

V Čechách i na Moravě máme svědky jiné katastrofy, která nás minula asi o 400km. Před 15 miliony let



▲ Vltavín čili moldavit z třeboňské pánve.

dopadla do Bavor, tam, kde je dnes pěkné historické městečko Nördlingen, planetka, chcete-li asteroid. Vyhlubila kráter široký 20 km a drtila i tavná hornina. Kapičky taveniny zanesl větrný vír na naše území, tady ztuhly a napadaly do třetihorních jezer i písků jižních Čech a jižní Moravy. Jsou to slavné moldavity, česky vltavíny, patřící do velké rodiny tektitů. Představme si scénu dopadu planetky. Děšť kapek moldavitů tak hrozný nebyl, ale zastínění slunečního svitu, prachové bouře a rychlé změny počasí, to za katastrofu pokládat můžeme.

Doslova sérii sopečných katastrof způsobily třetihorní vulkány před 20 až 40 miliony let. Tato sopečná činnost, částečně povrchová, potvrdila ráz krajiny severních, severozápadních Čech i severní Moravy. Můžeme ji nazvat katastrofou? Asi ano, proudy lávy snad tak neškodily, ale spad pyroklastického materiálu, vývrhy sopečného popelu do atmosféry, to zřejmě ano. Vulkanicky divoká musela být krajina obří soustavy vulkánů Doupovských hor na Karlovarsku. Nejen geologa, ale každého zaujmou stovky kuželů, jehlanů, kup, suků, stěn a hřbetů, které vyčnívají jako dominanty nad krajinu. Navíc jejich vrcholky dodnes zdobí desítky starých hradů, z nichž některé sehrály v našich dějinách důležitou úlohu. Petrologové se na těchto mladých vulkanitech vyřádili, použili pro ně nejméně 40 názvů, my si dnes vystačíme s dvěma nejdůležitějšími: bazalt čili čedič, fonolit čili znělec.



▲ Podle mnohých jsou čedičové sloupce na Zlatém vrchu u Lískova krásnější než na slavné Panské skále.

Krajina bez Řípu

Třetihorní vulkanická krajina vypadala jinak než dnešní. Nezapomeňme, že od skončení sopečné činnosti eroze snížila zemský povrch o 300 až 400 m. Odstranila velké části povrchových tvarů a na povrch se dostaly lávy, které utuhly hlouběji. I slavný Říp nebyl povrchovou kupou, ale vznikl jako přírodní kanál třetihorní sopky.



▲ Jeden z mnoha krásných pohledů na legendární Říp. Ještě před deseti miliony let bychom jej marně hledali.

Geologicky docela nedávno

Čtvrtohorní světové katastrofy se nedočkáte, ale menších bylo dost. Během starších čtvrtohor, v pleistocénu, zanechaly obří sesuvy a divočí říčky v podhůří náplavové kužely. Dodnes obávané mury, bahnotoky nesoucí hrubou drť, ovládaly horská údolí. Povodně, napájené tajícími ledovci, byly mohutnější než dnešní.

I velké prachové a písčité bouře byly katastrofou. Větry nanášely spraš do akumulací, které jsou až dvacetimetrové. Silné větry přemísťovaly i písky a zanechaly zbytky pískových dun, na jižní Moravě v povodí Moravy a Dyje jsou dokonce dunová pole až 100 km² velká. Mnohde rozpoznáme typický pahorkovitý povrch zarostlých dun.



▲ Malý zbytek původně mocného pokryvu eolických písků u Pístů na Nymbursku.

Člověk je výkonným geologickým činitelem

Geologické činnosti člověka si přírodovědci začali všímat již v 19. století. Dnes se tento obor studuje velmi pečlivě, potřebujeme vědět nejen to, co člověk ovlivňuje, ale i jak to ovlivňuje.

Hamlet by řekl: „slova, slova, slova“, my říkáme: „čísla, čísla, čísla“.

Člověk urychluje erozi i sedimentaci, člověk přemísťuje stále víc hornin a zemin.

Mezi geology se objevily i rozumné návrhy, že by se v geologické historii měl objevit název pro období, kdy lidé začali výrazně ovlivňovat přírodu. Navržený název je **antropocén** (na jeho začátku se geologové zatím neshodnou, ale mohla by to být druhá polovina 18. století).

Teď to neuvěřitelné, srovnání množství lidmi a přírodou přemísťených povrchových hornin a zemin v České republice za rok:

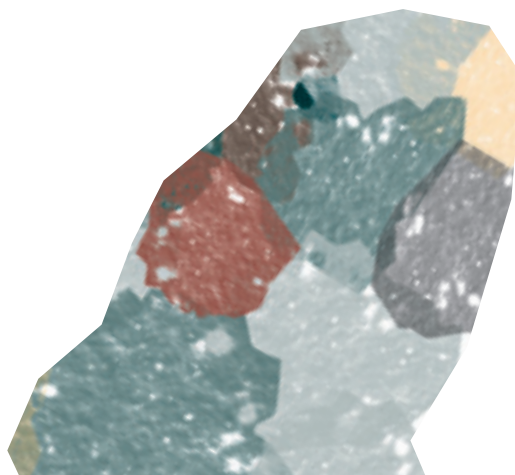
ČLOVĚK : PŘÍRODA = 330 milionů m³ : 4 miliony m³.

Slovní vyjádření je ještě neuvěřitelnější než čísla.

Člověk u nás přemísťuje ročně 80krát více povrchového materiálu než příroda.

V České republice se přemísťuje 33 m³ materiálu na jednoho obyvatele ročně.

A ještě srovnání se světem. Je to desetkrát víc, než je světový průměr, a dvakrát víc než ve Spojených státech amerických.



BARBARANDE



O několika českých geolozích

V dějinách české geologie se objevila řada osobností, které značně přispěly k jejímu pokroku. Nejen to, byly to osobnosti širokého rozhledu, mnohdy i společensky činné. Bylo jich dost a váháme, které z nich do naší knížky vybrat.

Dočetete se jen o několika z nich, které podle našeho názoru chybět nemohou. Kdo se chce dozvědět více o starých českých geolozích, může si v knihovně najít brožurky, třeba od profesora Radima Kettnera. Kromě toho právě vycházejí „Dějiny přírodních věd zemí Koruny české“ v nakladatelství Paseka.



Začneme českým géniem, všeučmelem, o kterém toho moc nevíme, a ani jeho portrét není znám, víme ale, že se jmenoval Jára Cimrman. Naši odborníci cimrmanologové „objevují“ nové a nové překvapivé údaje z jeho pozůstalosti a nyní víme, že přispěl i ke geologickým znalostem. O jeho životě víme málo, ale nové objevy z jeho pozůstalosti dokazují, že se zabýval i neživou přírodou, geologií. Čeští cimrmanologové zjistili, že se v roce 1902 přistěhoval do Liptákova v Pojizeří, kde vyučoval na základní škole. Není sporu o tom, že ještě ve Vídni poprvé použil termínu „VÍDEŇSKÁ PÁNEV“. Rakouský cimrmanolog Fischer tvrdí, že tím rozuměl nádobí používané ke smažení wiener-schnitzelu, tedy řízku. Naši badatelé to považují za omyl a jsou přesvědčeni, že vídeňskou pánví správně rozuměl velkou třetihorní sedimentační pánev v Západních Karpatech, zasahující z Rakouska na jižní Moravu.

Další Cimrmanův objev souvisel s přírodovědnými výlety, které podnikal s žáky do okolních hor. Při jednom z nich si v Lužických horách žák Kabrle zlomil nohu. Cimrman poprvé prohlásil „TOHLE JE LUŽICKÝ ZLOM“. Myslel tím samozřejmě, že místo, kde se to stalo, je důležitou tektonickou zónou s přesmykem.

Špatně dopadl Cimrmanův výklad geologického termínu denudace. Víme, že to je OBNAŽOVÁNÍ podložních hornin erozí. Podle svědků Cimrman názorně demonstroval tento pochod na sobě. Je pravděpodobné, že protest rodičů způsobil Cimrmanův útěk z Liptákova.

◀ Barrandova skála v Praze. Do zvrásněných spodnosedevonských vápenců byla zasazena deska se jménem Barranda a odhalena v roce 1884.

Vrátíme se do 17. století, kdy měli velkou moc a slovo jezuité. I mezi nimi byli učenci, dokonce jeden, který se zajímal o nerosty a horniny. Bohuslav Balbín žil v letech 1621 až 1688. Psal latinsky. Název jedné z jeho knih o neživé přírodě zní česky „Krásy a bohatství české země“. Balbín znal dobře Kozákov, kde se prý najdou barevné křemeny, acháty a jaspisy.

V dalším textu upoutá zpráva o nálezu hroudy zlata u Dobřichovic. Je to městečko nad Berounkou mezi Prahou a Berounem. Musel se však zmýlit. Nebylo to zlato, spíš konkrce pyritu, sulfidu železa. Pyrit je v ordovických sedimentech dost častý, a když je čerstvý, má zlatavou barvu.

Balbína zajímaly i minerální vody, hlavně ty, o kterých se tvrdilo, že jsou léčivé. Pro mnichy v klášteře Teplá, kousek od Mariánských Lázní, objevil prameny Slaný a Smradoch. Názvy odpovídaly, v prameni Slaný byla opravdu slaná voda, v prameni Smradoch voda smrděla po sirovodíku.

Bez Barranda by nebyl Barrandien ani Barrandov

Teď, prosím, smekněte klobouk a pokloňte se památce Joachima Barranda.

Nebyl sice Čech, ale strávil u nás skoro celý vědecký život a naši geologii proslavil. Narodil se v roce 1799 v jižní Francii. Studoval civilní inženýrství a přírodní vědy. Jako učitel se dostal do královské rodiny, což byla výhoda, ale také nevýhoda. V roce 1830 byla královská rodina vyhnána z Francie a po pobytu v Anglii se Barrande v roce 1832 přistěhoval do Čech. Tam se stýkal s význačnými učiteli i politiky. Nakrátko se vrátil k inženýrství a začal projektovat prodloužení pražsko-lánské koňky. Při terénních pracích objevil, snad náhodou, snad záměrně, bohaté naleziště silurských a devonských zkamenělin. Prý to první bylo v Praze někde v Hlubo-

čepech. Celý život pak sbíral, popisoval a určoval zkameněliny v prvohorních sedimentech od Prahy k Plzni. V roce 1852 vydal první svazek monumentálního díla o českých starších prvohorách. Ten první svazek byl věnován trilobitům. Do roku 1881 následovalo dalších 21 svazků, jejichž vydání převážně financoval sám. Jen si představte, 22 svazků, 6000 stran, přes 1000 tabulí s obrázky! V závěti odkázal své sbírky a knihovnu Českému muzeu a dokonce i spoustu zlatých na pokračování své práce. Zemřel roku 1883 a je pochován v Rakousku. Na jeho počest byla celá oblast ze starohorních a staroprvihorních sedimentů zhruba mezi Prahou a Plzní nazvána Barrandienem. Od února roku 1924 má Barrandovo jméno i malebná část Prahy – Barrandov.



▲ Portrét Joachima Barranda namaloval v roce 1884 J. Šichan podle fotografie J. Kořenského. Vedle Barrandova portrétu je titulní strana jeho gigantického díla.

Řekneme-li, že Barrandův význam pro českou geologii byl ohromný, nepřeháníme, spíš ještě „podháníme“. Barrandien navštěvují stovky zahraničních odborníků, na počest Barranda se organizují konference a Barrandovi následníci dodnes čerpají z jeho děl.

Několik rýmů je tím nejmenším, co jeho památce můžeme věnovat.

*Chodil touhle cestou prašnou
s kladívkem a těžkou brašnou,
do Berouna, Zdic a zpátky,
ve dny všední i ve svátky.
Svůj život dal vědě,
do terénu chodě, nad knihami sedě.
Čteme jako v bibli
v jeho velkém díle.
Jak obrovská píle!
A po jeho smrti
kdekdo bydlí
v Barrandově čtvrti.*

Po takové osobnosti, jako byl Joachim Barrande, jen těžko, přetěžko budeme psát o velkých českých geoložích. Ale jsou tací, kteří si to zaslouží.

Slavný český ložiskový geolog



František Pošepný

Roku 1836 se narodil v Jilemnici **František Pošepný**, podle mnoha odborníků nejslavnější český geolog všech dob.

Byl to Čech, i když ho Němci podepisovali Franz Posepny. Nevadí, my víme své, on na těch háčcích trval.

Již za studií ho zaujala ložiska rud, později sám mohl zkoumat rudy v Podkrkonoší, Sedmihradsku, Maďarsku a nakonec i na Příbramsku. O zlatých i jiných rudách toho mnoho věděl a napsal. Teprve po pensionování sepsal své nejslavnější a bez přehánění objevné a průkopnické dílo „Vznik rudních ložisek“. Vyšlo anglicky v roce 1893, poté německy, později v roce 1927 i česky. Proč si Pošepného celý svět tak váží? Protože jako první na světě rozpoznal, že se rudní minerály usazují z hor-

kých roztoků, které se uvolňují z magmatu a stoupají po puklinách k povrchu. Všichni naši znalci dodnes čerpají z velkého díla Pošepného o výskytu zlata v českých a okolních zemích.



O otci české geologie



Jan Krejčí

V roce 1849 měli v Rakousku báječný nápad a po britském vzoru založili státní geologickou službu. Jedním z jejích hlavních úkolů bylo systematicky prozkoumat celé území mocnářství a tím samozřejmě i českých zemí. Ty byly kupodivu první na řadě. Na naše území se vrhli zkušení rakouští geologové a s nimi i několik Čechů. Z nich jsme jednoho pokřtili na „otce české geologie“. Nebyl to ani Purkyně, ani Presl, ti se proslavili jinak, ale **Jan Krejčí**.

Narodil se v Klatovech, studoval na piaristickém a akademickém gymnáziu a geologie se stala jeho koníčkem i osudem. Ve dvaceti letech napsal česky, to byla tehdy výjimka, o horopisu Země české a okolí Prahy. Brzy poté získal doktorát, bádával, přednášel a psal.



▲ Tak vypadala budova Rakouského říšského geologického ústavu, palác Razumovských ve Vídni, v roce 1851.



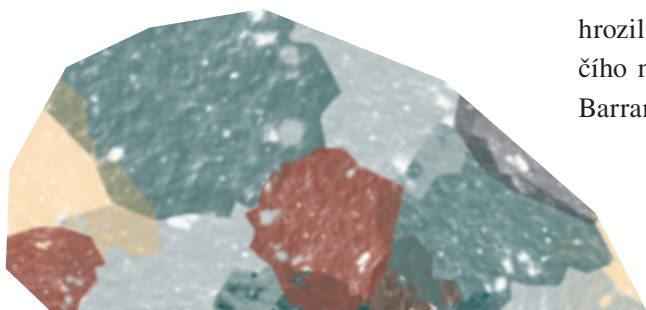
▲ Pamětní deska na Vyšehradě připomínající Jana Krejčího.

Teď to neuvěřitelné, nejen pro vás: Krejčí byl první, kdo použil slovo GEOLOGIE, jak v němčině, tak v češtině.

Byl to pracant, vyznal se v přírodních vědách, brzy ho jmenovali docentem i profesorem. Dokonce byl na pražské polytechnice rektorem, a to už něco znamenalo. V českých vědeckých i politických kruzích byl Krejčí osobností a ovlivnil v druhé polovině 19. století geologické výzkumy a výuku.

Jeho kariéra vyvrcholila v roce 1876 vydáním knihy s hezkým názvem „Geologie čili nauka o útvarech zemských, se zvláštním ohledem na krajiny československé“. Byla to učebnice geologie psaná ČESKY. Také proto se Krejčímu říká „otec české geologie“.

Všimněte si také data, Krejčí byl vlastně současníkem Barranda. Dostal se s ním do sporu, samozřejmě geologického. O tom bylo napsáno dost, podstatou byly různé názory na tzv. barrandienské „kolonie“. Podle Barranda to byly vrstvy s mladší faunou, která na zkoušku kolonizovala části mořského dna, podle Krejčího za to mohly tektonické pohyby. Barrandě se tenkrát rozzlobil a pohrozil, že si své sbírky z Prahy odveze. To byl na Krejčího nátlak, tak raději odvolal, i když měl pravdu. Ale Barranda tím usmířil.



Velryba v muzeu

Víte, kdo sehnal pro Národní muzeum kostru velryby? Byli to dva bráchové, **Antonín a Václav Fričové**. Antonín byl známý badatel. Zatímco Barrandovou parketou byly starší prvohory, Antonín Frič psal o české křídě. Psal výborně, popisoval zkameněliny a rozdělil křídou na stratigrafické jednotky. Jeho souvrství s menšími změnami platí dodnes. Psal i populární knížky, propagoval geologii i další přírodní vědy, a co je důležité, vydával časopis Vesmír. A tento Vesmír vychází úspěšně dodnes.

Antonínův bratr Václav měl v Praze populární obchod s přírodninami a oba bratři opravdu koupili pro muzeum kostru velryby.



▲ Žraločí zub v křídovém pískovci.



▲ Amoniti patřili k obrům křídového moře.



▲ Lom u Červených Peček, jedna z lokalit, kde bádala Antonín Frič.



Radim Kettner

Obr postavou i věhlasem

Jsme již ve 20. století. Jednou z největších osobností byl profesor **Radim Kettner**. Od třicátých do šedesátých let byl skutečným geologickým generálem. Můžeme říci, že mnoho ostatních žilo v jeho stínu.

Obrovitý postavou, obrovitý rozsahem svých zájmů a znalostí. Svě stopy zanechal od starohor do čtvrtohor, od ložiskové geologie po geologii inženýrskou, od stratigrafie po tektoniku.

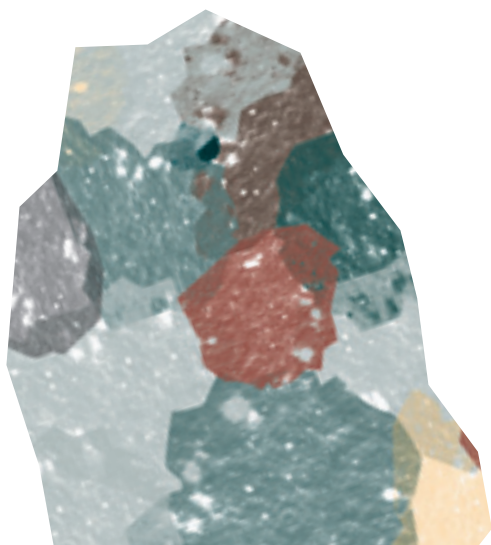
Dlouhá léta přednášel, jeho žáků se jen těžko dopočítáme. Ještě současná generace geologických důchodců vzpomíná na Kettnera jako na učitele.

Napsal třísvazkovou učebnici „Všeobecná geologie“. První díl vyšel již v roce 1941, později byl vydán znovu. Tomu, kdo má všechny tři díly v knihovně, ostatní geologové závidí. Profesor Kettner byl svědkem několika revolucí v geologických vědách, nemluvě o změnách v politických poměrech. Žil v době rozkvětu učení o geosynklinálách a příkrovech.



Mezi současnými geology kolují žertovné i vážnější historky ze života profesora Kettnera a některé z nich byly dokonce sepsány.

Tady je jedna pologeologická. Profesor Kettner pořádně přispěl k poznání geologie Karpat na Slovensku. Často se tam vracel se svými žáky. V padesátých letech se vypravil na jižní Slovensko k jeskyni Domica. Byl totiž jedním z jejích objevitelů a podrobně ji prozkoumal. Proto byl i se svou svitou domorodci srdečně přivítán a pozván na zabijačku. Avšak po několika jelitech a jitrnicích s úsměvem prohlásil: „Tak se mi zdá, že tady zabíjeli housky.“



Nejlepší žák profesora Kettnera



Ivo Chlupáč

Byl jím profesor **Ivo Chlupáč** (1931–2002), geolog, paleontolog, pedagog. Měl talent snad na všechno, kdyby nebyl geologem, byl by uznávaným filologem, historikem, spisovatelem, bůhví čím ještě. Pouze sport nebyl jeho silnou stránkou.

Abychom byli spravedliví, dodáme,

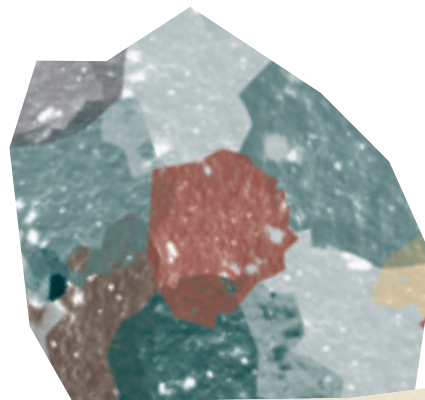
že lezení po skalách se nebál. Dlouho pracoval v České geologické službě, pak se stal profesorem na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Byl skvělým pedagogem, jeho žáci na něj vzpomínají dodnes. Bohudíky jeho jméno nemůže být zapomenuto, protože je po něm pojmenováno geologické muzeum v budově fakulty na Albertově.



▲ Ivo Chlupáč na jedné ze stovek exkurzí.

Dal do pořádku stratigrafií Barrandienu, s přáteli o něm napsal několik knížek. Věnoval se též moravským i jiným prvohorám. Oblíbené jsou jeho geologické vycházky po okolí Prahy. Jeden z jeho geologických průvodců vyšel anglicky v Německu a byl hned rozebrán. Ivo Chlupáč přivedl do Čech mnoho cizích odborníků,

spolupracoval s nimi v mezinárodních komisích. Jako nenahraditelný znalec stratigrafie byl zván na geologické kongresy a konference. Dvě vydání jeho knížky „Geologická minulost České republiky“ jsou a budou základním českým geologickým dílem.



Ivo Chlupáč byl velmi populární osobností, nejen geologickou. Jeho příspěvky v rozhlase poslouchala široká veřejnost. Je také autorem seznamu pražských strašidel. Zajímají nás názory takové výjimečné osoby. Toto upřímné vyznání napsal Ivo Chlupáč v roce 2002:

Považuji krásné a příjemné ženy za obdivuhodný, avšak dosud značně záhadný výtvar přírody.

Domnívám se, že děti a vnoučata je třeba v rámci rozvoje výchovy a obrazotvornosti strašit známými i zcela nově vymyšlenými strašidly (pokud možno s demonstracemi konkrétních materiálů).

Nedůvěřuji odvážnějším hypotézám, tektonickým zvláště.

Nedůvěřuji všem žijícím politikům.

Považuji současnou konzumní společnost za nejrychlejší cestu k vymření lidstva, a to v geologicky blízké budoucnosti.

Nevěřím, že vědecké výsledky lze hodnotit body, a považuji to pouze za invazi úředníků do vědy.

Nedůvěřuji mnoha geofyzikálním a paleogeografickým interpretacím.

Nemám rád hluk, televizi a mnohé další moderní vynálezy.

Mám rád sběratele zkamenělin a minerálů, jakož i jiných kuriozit.

Lituji, že se mi nepodařilo alespoň o slepičí krok posunout znalosti o stáří moldanubika. Rovněž lituji, že jsem ani zdálky neviděl kámen mudrců, a podivuji se, že jsem se o něm nedozvěděl ani v učebnicích geologie a petrologie, ani systematické mineralogie. Nenalezl jsem jej ani ve sbírkách renomovaných ústavů a o jeho tvaru a vlastnostech jsem se nedozvěděl ani v prestižních časopisech.





Co čeká naši matičku Zemi a naši republiku?

Bude přibývat přírodních katastrof? Zaplaví moře velký kus souše a uvidí ho naši potomci z Krkonoš? Jak se změní střed Evropy, bude-li pokračovat pohyb tektonických desek? Probudí se nové sopky?

To jsou otázky, které trápí nejen geology. Zkusíme krátce odpovědět:

a) Ničivá zeměřesení naši republiku neohrozí. I když menších otřesů by mohlo přibývat s tím, jak se bude rozšiřovat rift rýnského prolomu.

b) Hladina moře sice stoupá, ale naši republiku to nepostihne. Při zrychleném postupu Baltského moře do souše bychom mohli moře pod Krkonošemi očekávat tak za 200 000 let.

c) Pokud bude pokračovat oteplování, budou naše horniny rychleji zvětrávat. Ze žul bude více písku, vápence snáze zkrasoví. Některá skalní města zcela zaniknou, eroze je zničí. Vytvoří se však skalní města nová.

d) Můžeme očekávat další pomalý růst Krušných hor a Hrubého Jeseníku? Naopak, větší rozdíly mezi teplotami a přivalové deště zrychlí erozi.

I říční zátopy by mohly být častější. Rovněž sesuvy a jiné svahové pohyby by měly být v budoucnu nebezpečnější.

e) Obnovení sopečné činnosti nečekáme. Zásoby magmatu pod našimi mladými sopkami se již vyčerpaly.

f) Jak to bude s lidskými zásahy do geologických pochodů? Lidských zásahů bude čím dál tím víc, ale budou, alespoň doufáme, omezeny nařízením i zákony tak, aby netrpělo životní prostředí.

g) Rudních ani nerudních ložisek nepřibude, energetických surovin také ne.



▲ Obáváme se rostoucího počtu přírodních katastrof. Například sesuvů podobných tomu, který zavalil dálnici D8.

Co čeká svět kolem nás?

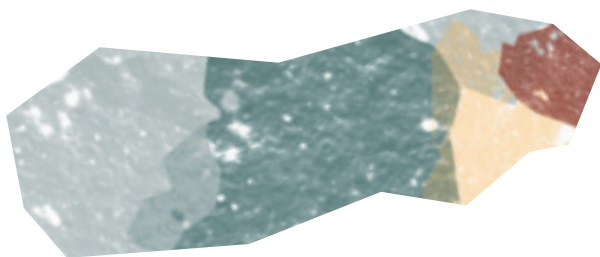
Oceán zaplaví na tři procenta plochy současně souše. Za 10 milionů let bude východní Afrika pořádně natržená a vytvoří se zárodek Afrického oceánu. Za 50 milionů let se podél Rýna začne trhat i Evropa. Za 100 milionů let úplně zmizí Středozevní moře a Afrika se natlačí na Evropu. Možná si řeknete, že je to daleká budoucnost a starat bychom se o to vůbec nemuseli. Jenomže geology zajímají i ty desítky a stovky milionů let, nejen minulé, ale i budoucí.

◀ To nejsou včelí plástve, ale voštiny na pískovcových stěnách. Vznikají působením vody a zvětrávacím rozpadem pískovce. Později se voštiny propojí a celá stěna se zhroutí.



Nerostné suroviny – na světě i v České republice, v historii civilizace i dnes

Nerostné suroviny jsou přírodní nerostné látky připravené ke zpracování a použití.



Bez nerostných surovin by neexistovala lidská civilizace, ani ta nejprimitivnější, natož ta nejvyspělejší. Od svého zrodu používají lidé nerostné suroviny. Ty provázejí lidstvo celým vývojem. Nejprve je člověk jen jednoduše používal k lovu, přípravě potravy či výrobě oděvu. Za staletí poté dosáhlo zpracování a zušlechťování nerostných surovin dnešní pokročilé úrovně. Tyto obecné a nevyvratitelné poznatky platí i pro naši republiku. Proto kapitola o nerostných surovinách nesmí chybět ani v naší knížce.

Geologický vývoj i současný geologický obraz Česka je úzce spjat s nerostnými surovinami. Desítky geologů se zabývaly i zabývají studiem nerostných surovin ze všech hledisek, od jejich vyhledávání přes výpočet jejich zásob, studium jejich složení až k návrhům na jejich využití. SUROVINA je nezpracovaná „surová“ látka, připravená ke zpracování a použití.

NEROSTNÁ je proto, že je z nerostů. Pozor, ale je v tom háček, dokonce celý hák!

Do nerostných surovin totiž zařazujeme i některé vzniklé organického i některé kapalné, jako je rtuť.

Už tušíte zradu: Vždyť nerostnou surovinou jsou i žula, pískovec, železná ruda, a ty jsou přece ne z jednoho, ale z více nerostů. Máte pravdu, většina nerostných surovin není jen z jednoho nerostu, ale z hornin.

Proto si zapamatujte, že NEROSTNÉ SUROVINY jsou většinou z hornin. Nejsme ale puntičkáři, vždyť samotné horniny jsou z nerostů, tak jim klidně říkejme NEROSTNÉ.

Ještě poznámka k „anorganickému původu“: Anorganického původu rozhodně nejsou ropa se zemním plynem, černé i hnědé uhlí a rašelina. Jsou původu organického, ropa a zemní plyn vznikly z těl drobných mořských organismů, uhlí s rašelinou z rostlin. Nezapomeňme ani na podmořský metan, kterému se právem říká palivo budoucnosti. I tento plyn je organického původu, neboť se vytvořil rozkladem organismů.

Všechno, co používáme, po čem chodíme, co máme kolem sebe a co není organického původu, bylo a je nerostnou surovinou.

◀ Opuštěný povrchový důl Medard v podkrušnohorské sokolovské pánvi se zbytky nevyrubané sloje hnědého uhlí a nadložními jíly.

Historie lidského rodu je historií hledání, zpracování a používání nerostných surovin. Jakmile si člověk stavěl příbytky z kamení a cihel, začal ve velkém používat nerudní nerostné suroviny. Jakmile začal kovat nářadí a zbraně, vyráběl je z rudních nerostných surovin. Když začal topit uhlím a pohánět stroje naftou, přišly mu vhod suroviny energetické.



▲ Ruda mědi, chalkopyrit (CuFeS_2).

Základního dělení nerostných surovin

Rudní (říkáme i rudné) suroviny jsou zdrojem jednoho nebo více kovů. Název můžeme zkrátit na RUDY.

Nerudní (i nerudné) suroviny jsou zdrojem nekovových prvků. Název můžeme zkrátit na NERUDY.



Kov a nekov

Mezi kovy patří hlavně zlato, stříbro, olovo, měď, nikl, zinek a kobalt.



▲ Ryzí měď.

Mezi nekovy řadíme fosfor, síru nebo uhlík.



▲ Síra.

Pozn.: Vápník a draslík sice chemicky také patří mezi kovy, ale jsou zdrojem nekovů. V uvedeném dělení jsou určité výjimky. Třeba bauxit s oxidy hliníku a magnezit, uhličitán hořčiku, se pokládají za nerudy, i když jsou zdrojem hliníku a hořčiku, tedy kovů. S tím si ale starosti nedělejte, prostě řiďte se tím, co odborníci vymysleli a na co jsme si již zvykli. Vápence, kamenivo, stavební kameny i kamenná sůl, to všechno byly, jsou a budou nerudní suroviny.



▲ Čerpání ropy na naftovém poli v Kuvajtu.

Stejně důležité jako rudní a nerudní suroviny jsou i **SUROVINY ENERGETICKÉ**. Tento název se vžil pro takové suroviny, které jsou zdrojem energie. Pojmenování jsme celkem rozumně převzali ze zahraniční literatury.

Do energetických surovin zařazujeme černé a hnědé uhlí, lignit, rašelinu, antracit, dále ropu s roponosnými písky a břidlicemi, zemní plyn, hydráty metanu a asfalt.

Patří sem i radioaktivní suroviny s uranem, thoriem a radiumem. Právem. Uran je přece zdrojem energie, a jak důležité! I jejich zařazení mezi rudní a nerudní suroviny by mělo smysl. Uranová ložiska totiž najdeme jak v rudních horninách s rudními minerály, tak v pískovcích a jílovcích, typických nerudných surovinách.

Kde se učí o nerostných surovinách

Nauka o nerostných surovinách patří k základním odvětvím geologie. Proto tam, kde se na univerzitách učí geologie, učí se i o nerostných surovinách. Přednáší se a přísně zkouší. Pro tento předmět se u nás vžil název **LOŽISKOVÁ GEOLOGIE**, dnes se přejmenovává na **EKONOMICKOU GEOLOGII**. Oprávněně, protože nerostné suroviny úzce souvisejí s průmyslem a obchodem, tedy s ekonomikou.



Co je to ložisko

Máme ložiskovou geologii. Co je to geologie, víme, ale co je to **LOŽISKO**? Ložisko může být kuličkové, to je užitečné, ložisko nemoci v těle může být zhoubné. Ložisko nerostných surovin je to nejbáječnější, co geologické pochody ve prospěch lidstva vytvořily. Většina z vás si dovede představit, co v geologii ložisko znamená, ale trochu podrobností neuškodí:

Ložisko je přírodní nahromadění užitečných nerostů a hornin.

Ložisko se stane ložiskem, až když se jej člověk naučí využívat. Pěkným příkladem je uran. V Jáchymově i jinde vznikaly uranové minerály přes 100 milionů let, ale teprve ve 20. století lidé objevili jejich význam. Tak se jáchymovské nerosty staly uranovým ložiskem. Jiný příklad: O ropě daleko na severu u Aljašky se vědělo dlouho, ale teprve pokroky v technice, technologii a dopravě ji zpřístupnily tak, že se stala ložiskem.

Pokud byly objeveny nové metody na zpracování, mohou se stát ložiskem i staré důlní haldy, odpady, zbytky po dřívější těžbě.



▲ Příbramský revír je plný hald.

Krásné a ošklivé suroviny

Co je v neživé přírodě krásné, ještě nemusí být nejužitečnější. Co je ošklivé, můžeme často těžít a zpracovávat ve velkém. Krásné jsou třeba křemenné žíly s lesklými sirníky olova a železa (jsou to nerosty gale-

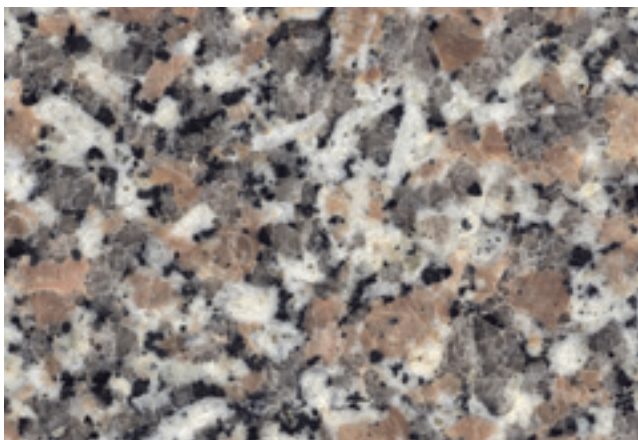


▲ Panenka Marie s Jezulátkem z křídového pískovce shlíží na polickou pánev.

nit a pyrit), krystaly fluoritu (fluorid vápníku), krásné jsou stébelnaté ruly od Kutné Hory ve zdech starých kostelů. O královnu krásy mezi vyvřelinami soutěží mnoho druhů žul, z nichž vyniká třeba liberecká žula s velkými načervenalými živci. Až je nám líto, že po ní musíme šlapat na nástupištích pražského metra. Bělavé jihočeské krystalické vápence také pochválíme, stejně jako mladší vápence štramberské. Jiskřivé křídové sklářské křemenné pískovce pod Troskami a Bezdězem si to také zaslouží. Zlaté opuky se chválí samy, krásu hořických křídových pískovců vyzdvihnou ruce sochařů.

Ošklivých, řekněme raději nepřilíš vzhledných, nerostných surovin je také dost. Spodnokarbonské droby a břidlice v obřích lomech Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů asi nebudou ozdobou sbírek, ale co jiného bychom drtili na kamenivo a dávali do podkladu silnic i železnic? Totéž platí pro starohorní droby z vltavského údolí. Čtvrtohorní říční štěrky a písky z jižních Čech a jižní Moravy estéty nezaujmu, ale jako stavební suroviny jsou nepostradatelné. Na první cenu v ošklivosti, nepočítáme-li hnědé uhlí, navrhuje starohorní kamenečné břidlice ze západních Čech. Dnes už jako surovina nejsou k ničemu, ale kdysi se z nich vyráběly hektolitry kyseliny sírové.





▲ Leštěná liberecká žula je překrásným dekoračním kamenem.



▲ Opuka z Rakovnícka sice vzhledem neohromí, ale byla a je neocenitelnou stavební i dekorační surovinou.

Neviděli jste pěkné suroviny v terénu? Honem do sbírek!

Příležitostí máte dost. Pokud nenajdete sbírky ve vašem městě, trochu si zacestujte a vybírejte z tohoto seznamu: Národní muzeum v Praze, naše nejstarší muzeum v Opavě, brněnská muzea, Pošepného muzeum Ostravské technické univerzity – Vysoké školy báňské, sbírky univerzit, klenotnice v Nové Pace, písecké muzeum, muzeum zlata v Jílovém u Prahy, sbírky v Třebíči, Muzeum Českého ráje v Turnově atd.

Takových sbírek jsou u nás desítky a byli byste překvapeni, jaké krásné a cenné kousky nerostných surovin jsou v nich vystaveny.



▲ Část sbírek České geologické služby v Praze na Klárově.





O lidech a surovinách

Etapy ve vývoji civilizace jsou nazvány podle nerostných surovin. Znáte přece dobu kamennou, bronzovou i železnou. My si teď tyto doby a jejich názvy trochu upravíme.

Geologická doba kamenná


Naši předkové již před 700 000 let hledali obyčejné kameny na výrobu pěstních klínů a jiných nástrojů k lovu. Na povrchu nalézali žilné křemeny a bulžníky, kameny s trochou zkušeností snadno štípatelné. Vhodných surovin bylo víc a víc, lámal se pevný křemenec, amfibolit, sbíraly se rohovce, uplatnily se i masivní vyvřeliny. V Českých zemích jich bylo dost, pro oblíbené pazourky se však muselo do ciziny.



▲ Pazourek v křídových vápencích. Mnoho užitečných nástrojů našich předků je pazourkových.

◀ Štěrk s pískem je na rýžovacích miskách připraven k rýžování. Pár zlatých zrněk snad na pánvích zůstane.

Pazourky

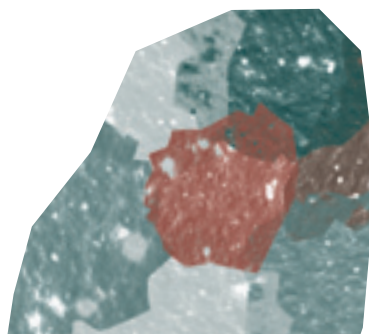


Pazourky jsou z velmi jemně krystalického křemene a chalcedonu. Jsou to konkrerce ve vápencích, mají černou i hnědavou barvu a typická je pro ně bílá patina. Pozoruhodné jsou jejich hlízovité, nepravidelné tvary. Doporučujeme je hledat v křídových vápencových útesech na pobřeží Baltského i Severního moře. Tak, jak abraze rozmývá nepevný vápenec, odolné pazourky bývají zachovány a hromadí se na úpatí útesů.

Středověk již vyžadoval při použití kamene specialisty. Kameníci znali pevnost kamenů a možnosti jejich opracování. Znali výhody křídové opuky, karbonských pískovců i žulových hornin. Stavitelé chtěli nejen stavět, ale i zdobit. Někde nebylo dost kamene, stavělo se proto z cihel.

Geologická doba železná

Železné rudy se hledaly snadno. Horniny bohaté železem totiž zvětrávaly, železo oxidovalo a na povrchu se tvořil „železný klobouk“. Měkký, pórovitý, snadno těžitelný a zpracovatelný. Staří Keltové a po nich Slované rubali desítky takových klobouků po celém našem území.



Od 10. století se železná ruda začala dobývat i hornicky, měkkými šachtami a krátkými štolami.



▲ Železná ruda ze železného klobouku. Je z oxidů a hydroxidů železa.

Cín a měď nad zlato

Měď se k nám musela dovážet, ale cínu bylo dost. Dokonce jsme konkurovali i klasickým anglickým ložiskům. Cínová ložiska byla v Krušných horách a Slavkovském lese, kde se minerály cínu tvořily ve svrchních částech žulových masivů. Pak horniny zvětraly a těžké nerosty cínu se hromadily v říčních nánosech. V podkrušnohorských potocích objevili prospektoři zrna cínových nerostů již dávno, pak postupovali proti proudu, až se dostali ke Krupce, kde se začalo těžit ložisko pod povrchem, a to v roce 1297.

Nekalá česká konkurence

Anglický kronikář Angelicus napsal, že v západní Evropě se ve 12. a 13. století živě obchodovalo s cínem, ale že se objevila nepřijemná konkurence z Čech. Stěžoval si, že pronikání českého cínu na trh srazilo ceny cínu z anglického Cornwallu. Na samotných hranicích s Německem máme sídlo s hotýlky a celníci, které je nazváno podle cínu. Je to Cínovec, německy Zinnwald.

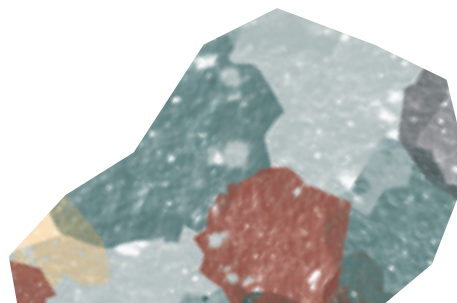


Geologická doba zlatá

Zlato je mimořádné, bylo a je měřítkem bohatství. Je krásné, odolné, kujné a taví se za nízkých teplot.

Ložiska zlata dělíme na primární a sekundární. Primární vznikají usazováním z horkých roztoků, sekundární jejich zvětráním a spláchnutím zvětralin do vodních toků. Zlato je sedmkrát těžší než křemen, a tak ho proud oddělil a nahromadil jako nuggety, zlaté plíšky, prostě zlatinky.

Keltové i staří Slované věděli, že zlatonosná je Otava, jihočeská Blanice, pošumavské potoky a Vltava až skoro k Praze. I jinde, třeba v Hrubém Jeseníku, se vyplatilo rýžovat.





▲ Zlatá horečka na českém potoce. Bude zlatonosný?

Zlato se rýžovalo tak dlouho a mohutně, že ve 14. století ho moc nezbylo. Později jsme se několikrát pokoušeli přemývat stará rýžoviště, ale bez úspěchu.

Neuvěřitelné množství zlata!

Kolik se vlastně získalo v našich dějinách tohoto drahého kovu? To byste neuhádli. Náš nejlepší současný odborník na ložiska zlata dr. Petr Morávek vypočítal, že se za tři tisíce let v Českých zemích vytěžilo 95 tun zlata. Z toho na starých rýžovištích 39 tun.

Těžba zlata se na počátku 20. století přesunula do Roudného u Vlašimi, našeho nejbohatšího dolu. Zlatonosný křemen tam byl mimořádně bohatý, obsahoval až 25 g zlata v tuně horniny a ročně se získávalo i 200–250 kg zlata. Bohatší rudy však byly již v roce 1930 vytěženy, ani za okupace, ani později se nepodařilo těžbu obnovit. Stará ložiska kolem Jílového u Prahy byla otevřena v roce 1945 a kutalo se tam až do roku 1969. Za těch 24 let se vytěžilo 1137 kg zlata.



▲ Kutná Hora byla ve 13. století bohatá stříbrem. Pohled od údolí Vrchlice na chrám sv. Barbory a jezuitský seminář.

Geologická doba stříbrná

Stříbro bylo ve 13. století symbolem bohatství Českého státu. Hřivnami stříbra se platilo, odváděly poplatky, stříbro bylo základem peněžnictví a ekonomie.

Stříbro se nerýžovalo, v náplavech se totiž snadno rozpadne. Hlavním zdrojem stříbra jsou přimíšeniny v rudách olova, hlavně v nerostu galenitu (sirníku olova). U nás se těžily takové rudy nejméně od roku 1118, pomalu se začínalo těžit v Kutné Hoře, hlavním dodavatelem byla však tehdy Jihlava. V polovině 13. století se Kutná Hora stala nejslavnějším evropským revírem. Kutnohorské ložisko bylo objeveno na povrchu, neboť celým městem se táhl pás zvětralých hornin bohatých stříbrem. Když je vytěžili, prokopali se do hydrotermálního ložiska se stříbrnosným galenitem. Vyskytovalo se i ryzí stříbro. Městské archivy byly vedeny pečlivě a dozvídáme se z nich, že v letech 1300 až 1350 se ročně získalo na 20 tun stříbra.

Příbram se stala centrem českého hornictví již na konci 19. století. V roce 1875 se dokonce zapsala do tabulky světových rekordů ve vertikálním hloubení, neboť důl Vojtěch byl prokopán do hloubky 1000 m.

Stříbra se výtěžily desítky tisíc kilogramů a po občasných krizích pokračoval rozkvět dolování i po první světové válce. Po druhé světové válce pak pokračovala stříbrná a rudná historie Příbrami jako novověk uranový.



◀ Hornický skanzen na Ševčínském dole v Příbrami – Březových Horách.

Doporučujeme návštěvu hornického skanzenu v Příbrami – Březových Horách. Tamní muzeum vystavuje jedny z nejpečnějších vzorků rud. V poslední době se otvírají další doly, v okolí Prahy Jílové a Mníšek pod Brdy, další jsou v Krušných horách a Jeseníkách. Jejich seznam a údaje můžete najít na internetu a v geologických průvodcích.

Stříbrný a uranový Jáchymov

V roce 1516 nastala „jáchymovská stříbrná horečka“. Ruda se těžila z bohatých čočkovitých žil. Jáchymov vyrostl do třetího města v království.

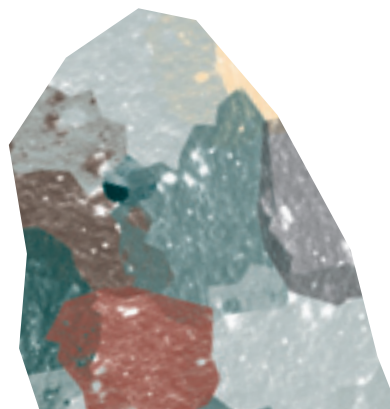


Muž, který proslavil Jáchymov



Georg Agricola

V roce 1494 se v saském městečku Gluchau narodil Georg Bauer. Když vystudoval, nechal si své jméno přeložit do latiny a stal se Georgem Agricolou (Bauer německy, Agricola latinsky, obojí znamená sedlák). Vystudoval sice na lékaře a lékárníka, ale zaujaly ho nerosty, a proto se zabydlil v Jáchymově. Studoval o nich všechno od jejich barvy, složení, výskytu až ke způsobu dolování. Z Jáchymova již bylo známo 90 nerostů, Agricola jich našel a popsal 30. Krok za krokem se blížil k sepsání svého veledíla. Dokončil jej v roce 1550 a nazval „De re metallica libri XII“ (v českém překladu z roku 1933 „Jiřího Agricoly dvanáct knih o hornictví a hutnictví“). Neděste se, nebylo to dvanáct tlustých svazků, ale jedna bichle s dvanácti kapitolami. V jedné z nich je o způsobu dobývání, v dalších o zlatě, stříbře a jiných rudách, nechybí ani rozbor rud a jejich zpracování. Po krátkém pobytu v Sasku se Agricola vrátil v roce 1550 do Jáchymova, ale těžba stříbra dokonávala. Zklamán Agricola Jáchymov opustil a odjel do Saska, kde v Chemnitz (Saská Kamenice) v roce 1555 zemřel.



Těžba stříbra v Jáchymově vrcholila rokem 1533, odhadneme, že do první poloviny 17. století se získalo 750 tun kovového stříbra. Razily se z něj mimořádně ryzí jáchymovské toлары, tvrdá měna po celé Evropě.

Český původ dolaru

Je dobře známo, dokonce i v Americe, že z pojmenování toлары je odvozen název dolaru, a to podle německého názvu Jáchymova Joachimsthal (znamená Jáchymovo údolí). Raženým stříbrným mincím se říkalo Joachimsthaler, z thaler byly toлары a pak dolary.



▲ Jednodolarová bankovka. Kdo by hledal původ názvu americké měny v našem Jáchymově?!

Uranové rudy se v Jáchymově začaly těžit od poloviny 19. století, napřed se zpracovávaly na uranová barviva a používaly na barvení porcelánu a skla. Nová etapa začala v roce 1892, kdy bylo objeveno polonium, a v roce 1902 objevili radium. Pak zřídili v Jáchymově radiovou laboratoř a v roce 1910 továrnu, která ročně vyráběla až 2g radia pro léčebné účely.

Polonium i radium objevila Polka, provdaná za Francouze, Marie Curie-Sklodowska, a to v jáchymovských horninách, v odpadu po zpracování uranu na barvy.

Doba drahokamová

Drahé kameny patří mezi nerostné suroviny. I když přímo k životu potřebné nejsou, jsou symbolem moci, zdobí klenoty, platilo se jimi a dodnes jsou tvrdou měnou. Tak jako zlato se i náš nejznámější drahý kámen, pyrop, získával z říčních náplavů. Dostal se do nich zvětráváním původních tmavých hornin. Patří do skupiny granátů a říká se mu právem „český granát“ (granáty jsou křemičitany, mají však různé složení, např. pyrop obsahuje hořčík, hliník i železo). V Českém středohoří je několik nalezišť pyropů, které jsou z původních hornin přepraveny do štěrků a písků. V třebešickém muzeu jsou krásné výstavní kousky granátových šperků. Již dlouho je centrem zpracování granátů město Turnov.



▲ Český granát je minerál pyrop. Je to křemičitan s hořčíkem, hliníkem i železem.

Pozor! Drobné granáty jsou poměrně hojné. Velké granáty v nových špercích však nebudou pyropy, tedy české granáty, ale spíše jiné druhy granátů, almandiny nebo andradity.

Sláva českých drahých kamenů vrcholila v době Karla IV. V Praze založili první prubířskou školu ve střední Evropě, přijížděli k nám prospektoři z ciziny, znám byl již Kozákov se svými achátovými poklady a na Jizerské louce se rýžovaly safíry. Obchod s drahými kameny kvetl, v Krušnohoří se těžily jaspisy a ametysty, kterými se obkládaly stěny kaplí. Druhým vrcholem zájmu o drahé kameny bylo panování Rudolfa II. O něm a jeho špercích se můžete dočíst v mnoha knížkách.

Geologická doba železná a olověná

Rozvoj průmyslu v druhé polovině 19. století vyvolal potřebu železa a uhlí. S železnými rudami to u nás špatné nebylo. Mezi Berounem a Plzní našli další velká ložiska, další centra byla na Moravě v Jeseníkách a Beskydech. Většinou šlo o rudy v usazených horninách, objemy rud byly velké, ale železa v nich nemnoho.

Olovo s kobaltem i dalšími kovy se těžilo v Příbrami, kde se rudy usazovaly z horkých roztoků, vystupujících z blízkých žulových magmat. Jiná ložiska byla rozestata po našem území, na Moravě třeba v Horním Benešově a Rýmařově.

Těžba cínu pokračovala v Krušných horách, ale konkurenty Anglie jsme již dávno přestali být.

Železný podnikatel

Do české železnorudné geologie zasáhl Bethel Henry Strousberg (1823–1884), hrdina životopisného románu Adolfa Branalda „Král železnic“. Plánoval a stavěl železnice, v tom byl úspěšný, méně již v železářství. Na Zbirožsku chtěl postavit „Nový Manchester“. Zásoby rud na jeho panství byly nemalé, avšak rudy byly chudé a nepřiliš vhodné na hutnění. V Kařezu u Zbiroha postavil Strousberg ocelárnu a válcovnu, všechno se pak zhroutilo a po krachu podnikatele uvěznil.



▲ Ze Zbiroha dnes nejvíce zaujme „Zámek tří císařů“.

Doba uhelná

I přes některé pokrokové hlasy mělo uhlí dlouho špatnou pověst. Sice se o něm vědělo, neboť na začátku 19. století se už rozeznalo černé uhlí od hnědého, nedůvěra k němu však přetrvávala. Známé byly sloje ve středních a západních Čechách a ještě lépe v Podkrušnohoří.

Od poloviny 19. století došlo k prudkému rozvoji těžby a použití uhlí. Hnědé uhlí z Podkrkonoší se vozilo do Drážďan, těžba černého uhlí začala i v rosicko-oslavanské pánvi. Dolů byly stovky, na Kladensku se rubalo až do hloubky 412 m. Hlavní rozkvět Ostravska nastal až po roce 1880.

Současné problémy těžby uhlí jsou známy, na Ostravsku a Karvinsku postupuje těžba hloub a hloub, náklady jsou vyšší a vyšší a doly se zavírají.

Jistě čtete o zásobách našeho hnědého uhlí v podkrušnohorských pánvích. Zásoby jsou velké, ale jsou omezeny tzv. ekologickými limity dobývacích prostorů. Pokud by nebyly překročeny, stačily by zdejší zásoby uhlí do roku 2028. Po zrušení limitů by tam byly zásoby na mnoho dalších let. Dovedete si přestavit, že podnikatelé by rádi rozšířili těžbu, ekologové ne. Co si o tom myslíte?

Krtek objevil uhlí

Napínavé jsou historky o tom, jak došlo k objevům slojí. Na Kladensku údajně vyhrabal uhlí krtek.

Ve Vrapicích u Kladna prý zase zemědělec lámal uhlí z výchozu ve sklepě a chlubil se tím v hospodě, až ho sousedé udali. Občas sloje vycházely na povrch, třeba na Ostravsku v údolí Ostravice, na Mostecku, Chomutovsku i Plzeňsku.

■ vytěžená ložiska a ostatní zdroje
■ výhradní evidovaná ložiska



▲ Ložiska hnědého uhlí. Podle „Surovinových zdrojů České republiky“ (ČGS – Geofond).

Doba ropná

Naše země byly z geologických a jiných důvodů ve využití ropy hodně pozadu za světem. I když se na konci 19. století o ložiskách ropy a její nepostradatelnosti již ledacos vědělo. Na severovýchodní Moravě byly nalezeny přírodní vývěry ropy a plynu. Pokusy o čerpání však nebyly úspěšné. První ropný vrt u nás prohloubili v roce 1902, znalosti geologie Západních Karpat však byly v plenkách. Teprve za první světové války objevili ropné ložisko kousek za hranicemi ve slovenských Gbelích, pak se vrtalo na naší straně u Lanžhotu až do hloubky 1268 m. Zakládaly se těžařské společnosti a začala ropná horečka.

■ vytěžená ložiska a ostatní zdroje
■ výhradní evidovaná ložiska



▲ Ložiska ropy v České republice.

Ropná horečka stoupala a klesala, aby se dnes po několika „aspirinech“ uklidnila. I když nějakou ropu a zemní plyn čerpáme, stačí to tak na 4% naší spotřeby. To je žalostně málo.

Doba nerudní

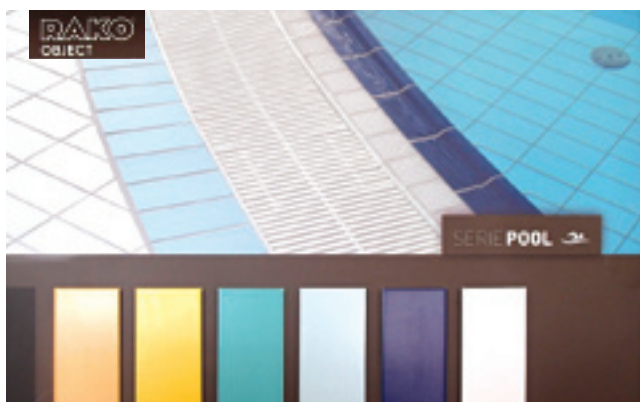
S rudami, ropou i plynem je na tom naše republika špatně. Útěchou však je, že jsme nerudní velmocí. Keramických, sklářských a stavebních surovin je u nás dost a dost, některé ani nestačíme spotřebovat a vyvážíme je. Jsou to třeba kaolin, křemenné písky, vápence a šterkopísky.



▲ Vápencový lom Čertovy schody u Koněprus. Lámou se v něm hodnotné vysokoprocentní vápence.

Geologové i ekonomové se zajímají i o něco tak obyčejného, jako jsou jíly a jílovce. Jejich použití je dost široké, záleží na složení suroviny. Některé jíly se hodí na výrobu keramiky, jiné snesou vysoké teploty, proto jim říkáme žáruvzdorné. Obyčejné jíly jsou dobrou cihlářskou surovinou.

Ložiska kaolinu jsou naší chloubou. Už jejich vznik je zajímavý. Kaolin se totiž tvoří obyčejným zvětráváním nebo působením teplých vod z hornin bohatých živcem.



▲ České kachlíky jsou pojmem, vyrábějí se z lupků i kaolinu.



▲ Ložisko kaolinu u Kaznějova na Plzeňsku.

Když se řekne kaolin, ozve se vám „keramika“, ale není to jediné použití. Výroba papíru, gumy, barev, kosmetiky se bez kaolinu neobejde.

Ložisek kaolinu je u nás mnoho. Nejznámější jsou na Karlovarsku a Plzeňsku, další jsou v Čechách v Podkrušnohoří a na Třeboňsku. I na Moravě je kaolin, a to na Znojemsku a u Vidnavy.

Vápence jsou sice obyčejnou, ale cennou surovinou. Buď jsou to vápence sedimentární, nebo krystalické.

■ vytěžená ložiska a ostatní zdroje
■ výhradní evidovaná ložiska



▲ Ložiska kaolinu v České republice.

Seznam použití by byl příliš dlouhý. Zdůrazníme výrobu cementu, vápna, malty, použití v hutnictví, potravinářství, chemii, energetice, zemědělství, sklářství atd. Hezké vápence jsou důležitým stavebním a dekoračním kamenem. Řekneme-li mramor, rozumí tím geologové krystalický vápenec, tedy metamorfovanou horninu, technici a obchodníci pak jakýkoli, ale hlavně pěkný leštitelný vápenec.

Mapa ložisek vápenců je zaplněna lokalitami od Krušných hor až po nejvýchodnější Moravu.

Stavebních surovin je u nás dostatek, ať již jde o stavební kámen, písky a štěrky, drcené kamenivo i dekorační kameny. Pozor na konkurenci, náš trh s dekoračními kameny je v poslední době zaplaven krásnými kameny hlavně z Číny a Indie.

■ vytěžená ložiska a ostatní zdroje
■ výhradní evidovaná ložiska



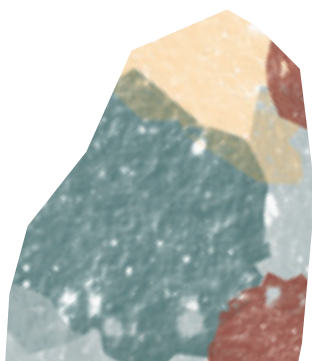
▲ Ložiska vápenců. V Česku je jich mnoho, proto jsme opravdovou vápencovou velmocí.

Nechceme konflikt, ale harmonii

Mnohokrát se střetly zájmy podnikatelů a obchodníků se zájmy ochránců životního prostředí. Spory jsou někdy velmi ostré. Proč? Přece existuje nějaké rozumné řešení! Víme, že potřebujeme jak nerostné suroviny, tak hezkou krajinu s čistou vodou a úrodnou půdou. Snažme se o to, aby se oba názory sladily a všichni z toho měli prospěch.



▲ Z Indie, Číny, Egypta i jiných zemí dovážíme překrásné dekorační kameny. Některé jsou vystaveny v Mukařově u Říčan.





Co dnes geology obzvlášť zajímá?

Nejde jen o nerostné suroviny, ale i o řadu nevyjasněných teoretických otázek.

Jistě že nás bude stále zajímat, kolik máme zásob surovin, jak se budeme bránit proti přírodním rizikům, jak ochráníme naši neživou přírodu. Teď se zaměříme spíše na tu stránku obecnou, řekněme teoretickou. V geologii však hranice mezi tzv. teorií a praxí neexistují. Z údajně pouze teoretické představy nakonec často vyplynou poznatky velmi praktické.

Geologický vývoj naší republiky je dobře znám, ale některé otázky ještě vyřešeny nejsou. Je jich mnoho, vybe-

reme několik z nich. Nejsou seřazeny a očíslovány podle důležitosti, všechny jsou důležité.

1. Jak staré jsou původní horniny části Českého masivu, které byly metamorfovány na ruly, svory nebo krystalické vápence? Jsou starohorní, nebo prvohorní?
2. Najdou se v našich starohorních jílových břidlicích nebo fylitech makrofosilie, tedy zkameněliny viditelné pouhým okem?
3. Kolik je opravdových příkrovů v oblastech postižených variskou horotvornou činností?
4. Jak daleko na jih sahalo v Čechách křídové moře? Přibližně k hranicím současné rozlohy křídového útvaru, nebo dál?
5. Jaký byl vlastně vývoj podkrušnohorských pánví s hnědouhelnými slojemi? Vznikly jako tektonický prolom, zvaný rift? A jak přesně vypadá hranice pánví s Krušnými horami?
6. Najdou se v karpatských sedimentech stopy světové katastrofy na stratigrafické hranici mezi křídou a třetihorami způsobené pádem asteroidu v Yucatanu?



◀ Pohled z Ostaše na Adršpaško-teplické skalní město.



Několik slov na závěr

Závěr má být optimistický, prostě „happy end“. Bude, nemusíme se vůbec přemáhat. Snad jsme vás přesvědčili, že:

- geologie je krásná věda,
- obraz naší republiky je dílem geologických procesů,
- i v geologii jsme součástí Evropy i celého světa,
- vliv lidstva na geologické pochody je čím dál tím větší,
- geologie má budoucnost a čeká na další objevy.

Skromně dodáme, že jsme měli velké geology, že naše geologie je na velmi slušné úrovni a má předpoklady k dalšímu rozvoji. Vděčí za to i mimořádně pestrému geologickému složení území České republiky.



▲ Duha nad Růžovským vrchem v Národním parku České Švýcarsko. Věříme, že předpovídá barevnou budoucnost naší geologie a mnoho zajímavých objevů.

◀ Geolog obzírá terén v Chráněné krajinné oblasti Kokořínsko.

Rejstřík

- abraze mořská 36
Adršpašské skály 77
Adršpašsko-teplické skály 107
Agricola, Georg 100
achát 13
aktuogeologie 31, 32
akvamarín 15
Alpy 32
ametyst 14, 15
amfibol 16
amfibolit 21
antiklinála 45
anhydrit 16
antropocén 79
arkóza 20
Atlantský oceán 31, 32
- Balbín, Bohuslav 82
Barrande, Joachim 81, 82, 83
Barrandova skála 80, 81
bazalt 18
beryl 14
Beskydy 31
biotit 15
bloky tektonické 41
boskovický příkop 42
botanika 12
břidlice jílová 19
budoucnost geologická Česka 89, 90
budoucnost Země 89, 90
buližník 20
burzy sběratelské 16
- Cikánka, lom 23
Cimrman, Jára 5, 12, 17, 20, 81
cín 98
citrín 14, 15
- čedič 18
–, sloupce 68, 69, 78
Červené Pečky, křída 85
Česká geologická služba 28, 40, 95
České středohoří 18, 34, 35, 72
Českomoravská vrchovina 25
- Český masiv 32, 33, 69, 70
–, složení a vývoj 68, 69, 70
–, velehory 36, 27
Český ráj 42
člověk, činitel geologický 79
čtvrtohory, katastrofy 79
- desková tektonika 32, 33
–, v Česku 32, 33
diamant 13, 14
diamanty 11, 12, 13, 14
– české 11
dolomit 16
Doubravník, mramor 23
drift kontinentální 33
droba 23
drůza 14
duna, Pisty 79
dunit 19
- eklogit 53
encyklopedie minerálů 13
eroze 36, 37, 48, 49, 50, 51
–, druhy 36, 37, 38
– ledovcová 49
–, rychlost 50
– selektivní 49, 50, 51
– výběrová 49, 50, 51
Étretat, Normandie 36
- ferolity 21
flyš 77
fonolit 18
Frič, Antonín 85
–, Václav 85
fylit 21
- gabro 23
gabrodiorit 23
galenit 16
geofyzika 40, 41
geologové čeští 81–87
granát český 14, 101
granodiorit 26, 27
granulit 53

halit 13
 Himálaj 32
 Holubice, rotunda 19
 hornatiny 36, 61
 horniny 11–24
 – bazické 18
 – horské 62, 63
 – hlubinné 17, 18
 –, klasifikace 16
 – kyselé 18
 – magmatické 16, 17, 18
 – metamorfované 16, 21, 22, 23
 –, množství v ČR 22, 23
 – přeměněné 16, 21, 22, 23
 – sedimentární 16, 19, 20, 21
 – usazené 16, 19, 20, 21
 – – klastické 20, 21
 – – neklastické 21
 – výlevné 18, 19
 hory české, horniny 62, 23
 hrady české 25, 26
 – –, na čem stojí 25, 26
 hrnec obří 31

chalcedon 15
 chalkopyrit, měď 92
 Chlupáč, Ivo 86, 87
 Chlupáčovo muzeum 87
 chryzopras 15

Jáchymov 100, 101
 jantar 14
 jaspis 15
 jednotky geologické Česka 69, 70, 71,
 Ještěd 76
 jílovec 22
 Jizerské hory 52, 53

kalcit 16
 kámen, definice 17
 – nejdůležitější 27, 28, 29
 – nejkrásnější 23
 kameny drahé 14, 15
 – dekorační 105
 – klenotnické 15
 – v podloží hradů 25, 26
 kaolin, ložiska 104
 karneol 15
 Karpaty, Vnější Západní 69, 70, 71
 katastrofy přírodní, stopy 74–79

 – – druhohorní 76, 77
 – – geologicky nedávné 79
 – – starohorní a prvohorní 75, 76
 Kettner, Radim 27, 85, 86
 Klárovo, palác 28
 klenoty korunovační české 15
 Klicpera, Václav Kliment 29
 klobouk železný 56
 Kokořínsko, chráněná krajinná oblast 108, 109
 koloběh hornin 16, 17
 Komise pro nové minerály 12
 konglomerát 75, 76, 77
 kongres geologický 7
 korund 14
 král železnic 102
 kras 58
 krb magmatický 18
 Krejčí, Jan 84
 Krušné hory 31
 krystaly 13, 14, 15
 –, růst 13
 křemen 15
 –, růst 13
 – mléčný 14
 křemičitany 15
 křída, období 72
 křišťál 14, 15
 kůra zemská 11, 27

Labe, kaňon 51
 laterit 17
 láva 18
 Lobeč, karbon a křída 72
 Locket, hrad 25
 ložiska surovin 93–101
 ložisko, definice 93
 Lyell, Charles 31

magma 17, 18
 mapa geologická 22
 – tektonická 32
 – zlomů 41
 Mariánský příkop 27
 měď 92
 Medard, lom 90
 Měděnec 4
 města skalní 58, 59, 77
 metamorfóza kontaktní 19
 Mezinárodní mineralogická asociace 12
 migmatit 62

mikrokontinent 32, 33
mineralogie 12, 13
minerály 11–24
moldavit 14
Morava, povodeň 74, 75
moře kamenné 54, 55, 57
mramor 21, 23
Mt. Everest 27
muskovit 15
muzea 16

nerosty 11–24
– amorfní 13
– beztvaré 13
– horninotvorné 15
–, pojmenování 12, 13
–, růst 13
–, sbírky 16, 95
nerudy 92, 100–105

odkryv 9
odlúčnost sloupcovitá 68, 69
olovo, ložiska 102
opál drahý 14
opuka 19, 95
ortorula 21
Ostaš 106, 107

pahorkatiny 61
Pálava 46
paleontologové 7
Panská skála 68, 69
pánve 61
pararula 21
Pavlovské vrchy 47, 70
pazourek 97
Pecerady, gabrodiorit 23
pedologie 67
perly, korunovační klenoty 15
Pernštejn, hrad 24, 25
petrografie 12
petrolog 27
petrologie 12
pískovec 20
– křemenný 20
plášť zemský 33
Plešivec, sutě 34
pluton 18
Podýjí, národní park 44, 45

pochody horotvorné 36, 37
– geologické 35–51
– – endogenní 35, 36
– – exogenní 35, 36
– –, rychlost 31
pokles 39
Pošepný, František 63
prachovec 20
pražský zlom, 38, 39
procesy geologické 31–34
– – nejdůležitější 31
– –, rychlost 31
přesmyk 39, 40
– závistký 42
Příbram 94, 99, 100
příkop boskovický 42
příkrovy 47, 48
– karpatské 48
půda 65, 66, 67
–, definice 65, 66
–, eroze 66, 67
– fosilní 66
–, rychlost tvorby 67
–, vznik 65, 66
pyrit 16
pyrop 14
pyroxen 16

rohovec 20
ropa a plyn, ložiska 93, 103
roviny 61
rubelit 15
rubín 14, 15
rudy 92–101
– cínové 98
– olovené 102
– železné 97, 98, 102
růženín 15
Růžovský vrch 109
rýha 9
rýžování 96, 99
Říp 78

sádrovec 16
safír 14, 15
sbírky, geologické 95
sesuvy 89
sfalerit 16
silicity 20
sira 92

- Sirňák, plyny 35
 simíky 16
 sklo přírodní 13
 Slavík, František 12
 slepenec starohorní 75
 – kambříký 76
 – křídový 77
 slídy 15
 smaragd 14, 15
 Sněžka 60, 61
 sokolovská pánev 72
 sonda 9
 sopky, probuzení 89
 spinel 14, 15
 –, korunovační klenoty 15
 Starý židovský hřbitov 57
 stavba bloková, tektonická 41
 Strousberg, Bethel Henry 102
 stříbro 98, 99
 –, ložiska 99, 100
 Stvořidla, peřeje 35
 Suess, Eduard 47
 Suess, Franz Eduard 47
 Suché skály 59
 sůl kamenná 13, 92
 sulfidy 16
 suroviny, druhy 91, 92
 – energetické 105, 106
 – nerostné, Česka 91–105
 – –, historie 93–105
 – – nerudní 98, 99, 100–105
 – – rudní 95, 96, 97, 98–102
 suť 34, 35, 55, 56, 57
 svor 21
 synklinála 45

 Šipka, jeskyně 58
 štěpnost minerálů 13
 Štramberk 47
 –, bradlo vápencové 58

 tektonika 32–52
 – desková 32, 33
 – křehká 32–38
 – plastická 68–42
 –, rychlost 50, 51
 Temelín, zlom 41
 Terán 33
 topas 14
 turmalín 15

 tvrdost minerálů 12
 tyrkys 14
 uhlí 102, 103
 –, ložiska 102, 103
 uhličítany 16
 uran 100, 101

 vápence, ložiska 104
 vápeneč 20
 – krystalický 21
 velehory české 36, 37
 – prvohorní 37, 71
 velryba, kostra 85
 vltavín 14, 78
 voštiny 89
 vrásky 44, 45
 vrchoviny 61
 Vršatecké podhradie 73
 vulkány třetihorní 78
 Vydra, řeka 30, 31
 výchoz 9
 – zakrytý 9

 Wegener, Alfred 33

 záhněda 15
 zájmy hlavní geologické 107
 Zbiroh 102
 zirkon 14
 zlato 15, 99
 zlom lužický 40
 zlomy 38, 39, 40, 41, 42, 43
 – hlubinné 40, 41, 42
 – malé 41, 42
 znělec 18
 zoologie 12
 zvětrávání 54–60
 – biologické 57
 –, druhy 55, 56
 – chemické 55, 57, 58
 – mechanické 55, 56, 57
 – rychlost 57

 Železné hory 25
 železo, ložiska 21, 97, 98, 101
 žíla 9
 živce 15
 žula 18, 26
 – leštěná 95
 –, obnažování 53, 54

Obsah

Úvod	4
Nestřílejte na geology	6
Výchoz, to je pro geology poklad	9
O horninách a nerostech, hlavně českých	11
Na čem stojí naše hrady?	25
Kámen nejdůležitější	27
Nejdůležitější geologické procesy, nejen v Česku	31
Dva hlavní druhy geologických pochodů	35
Česko rozlámané	39
Česko zohýbané	45
Česko posunuté	47
Jak eroze obnažila hlubinné horniny	49
Kdysi v hloubce, dnes na povrchu	53
Zvětrávání a půdy	55
Z rovin do hor	61
O půdě na domácí půdě	65
Geologické jednotky České republiky	69
Stopy přírodních katastrof	75
O několika českých geolozích	81
Co čeká naši matičku Zemi a naši republiku?	89
Nerostné suroviny – na světě i v České republice, v historii civilizace i dnes	91
O lidech a surovinách	97
Co dnes geology obzvlášť zajímá?	107
Několik slov na závěr	109
Rejstřík	110



▲ Pohled z Oblíku na šumavské hvozdy v okolí Srní.

Autoři fotografií

Bokr P.: 38, 72 (2), 76, 85, 95 (2), 104, 104 (3), **Čech S.:** 39,

Čechová V.: 19, 21, 43, 53, 75, 77 (2), 78 (3), 79, 99 (2), 102, 105 (2), **Gürtler R.:** 60, 64, 77,

Gürtlerová P.: 10, 13 (3), 18, 20 (2), 22, 25, 26, 34, 35 (2), 36, 37, 40 (2), 42, 48, 49 (2,3), 50, 51, 52, 55, 56, 59 (2), 61, 68, 71 (2), 72, 72 (3), 73, 76 (2), 78 (2), 80, 84 (2), 88, 92 (2), 94 (2), 95 (3), 97, 100, 104 (2), 106, 108, 115,

Hanžl P.: 8, **Janderková J.:** 65, 66, **Kachlík V.:** 20, **Krejčí O.:** 77 (3),

Kukal Z. (archiv): 32, 35, 58, 40 (3), 41, 43 (2), 70, 71, 74, 82, 84, 103, 104 (4), 105, **Kycl P.:** 67, 89,

Man O.: 13 (2), **Neubertová A.:** 42 (2), **Polechová M.:** 85 (2), **Poňavič M.:** 78, **Rak Š.:** 86, **Skácelová Z.:** 40,

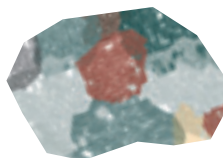
Šírová Motyčková K.: 30, 35, 44, 54, 58, 85 (3), 90, **Šebesta J.:** 49, **Štědrá V.:** 99,

Štrupl V.: 94, **Toužimský M.:** 23, 95, **Valečka J.:** 109, **Vyhnánek J.:** 16, **Žáček V.:** 46.

Fotolia.com: 11, 13, 24, 57, 92, 92 (3), 93, 96, 98, 101, 104 (2).

Některé z použitých fotografií jsou uloženy ve Fotoarchivu ČGS – geology.cz/fotoarchiv.

Zdeněk Kukul
**S GEOLOGEM
PO ČESKÉ REPUBLICE**



Ilustrovala Helena Neubertová
Grafická úprava Eva Šedinová
Výběr fotografií Pavla Gürtlerová
Recenzent Václav Ziegler
Redaktor Petr Maděra

Vydala Česká geologická služba, Praha 2014
Tisk PBtisk, a. s., Dělostřelecká 344, 261 01 Příbram
Vydání 1., 116 stran
03/09 446-416-14
ISBN 978-80-7075-868-7

Doc. RNDr. Zdeněk Kukul, DrSc. (nar. 1932) se kromě své vědecké práce v České geologické službě, zaměřené především na usazené horniny, věnuje soustavně i popularizaci geologie a vědy vůbec. Napsal řadu úspěšných knih, a nejen o geologické historii České republiky nebo o kamenech u nás i ve světě (*Člověk a kámen*, *Geologická paměť krajiny*). S oblibou uváděl na pravou míru třeba legendy o tajemné Atlantidě, bermudském trojúhelníku a mnohé další. Vždy ho také přitahovaly oceány, na výzkumných lodích plul Atlantským oceánem, Perským zálivem i Černým mořem a napsal knihy o vzniku pevnin a oceánů či o přírodních katastrofách. Jeho *Základy oceánografie* jsou dodnes důležitou učebnicí. Knihami jako *Geologická abeceda* se Zdeněk Kukul v posledních letech obrací stále častěji také k dětskému čtenáři.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ