



Kruh na původní výstupové cestě na věž Jestřebická perla na Kokořínsku (2014)

# Zvětrávání povrchu skal, skalní nestability a řízení



Ptala se Božena Valentová, odpovídal a fotil Jiří Adamovič – geolog, který se věnuje geomorfologii pískovcových skalních oblastí.

## I skály padají...

*Nemá smysl si nic namlouvat, lezení po skalách není úplně bezpečný sport. Záleží samozřejmě na každém lezci – lezeckou techniku, sílu, psychickou odolnost lze „natrénovat“ a mít tak riziko pádu pod kontrolou.*

*Bezpečnost lezení ale ovlivňují i vnější faktory, které lze mít pod kontrolou jen částečně, nebo dokonce vůbec. Vnější faktory – počasí, laviny... - se projevují hlavně při lezení v horách. Na skalách tato rizika pochopitelně nehrozí (i když ani příchod náhlé bouřky nelze podceňovat), nicméně s jedním vnějším faktorem je nutno počítat.*

*Tímto faktorem je, „horolezecky laicky“ řečeno, nedostatečná pevnost skály, tj. riziko ulomení chytu či stu-*

*pu, selhání přírodního jištění, riziko pádu kamení či dokonce odlomení celého skalního bloku. Část nehod, někdy i fatálních, ke kterým při lezení dochází, jde na vrub právě těmto rizikům.*

**Jak tato rizika vznikají, co je ovlivňuje, na co si máme dát pozor?**

Výše popsaná rizika jsou důsledkem zvětrávání a eroze, jimž jsou skály trvale vystaveny. Při zvětrávání se uplatňují fyzikální procesy, z nichž největší význam má mrznutí a rozmrzání. Led má větší objem než voda, proto při mrazech horninu trhá. Proto je potřeba větší opatrnosti při lezení v době tání,

kdy voda zamrzlá v puklinách opět přechází do kapalného skupenství a často nechává „viset“ ve stěně zcela volné bloky, oddělené působením posledního mrazu. Riziko přínášejí i další klimatické situace, opatrnost je třeba např. při lezení po vydatnějších deštích. K dalším faktorům, které způsobují zvětrávání a následný odnos materiálu, patří např. krystalizace solí (blíže v části věnované pískovcům), změny teplot nebo vegetace.

***Případné ulomení chytu či stupu je spíše subtilnější geologický proces, jakkoli může mít pro lezce fatální následky. Co ale když se utrhne velký skalní blok, spadne celá skalní věž? Našla jsem pro tento proces označení skalní říčení.***

Tyto případy patří do velké skupiny svahových pohybů, které mají jednoho společného jmenovatele: gravitaci. Dojde-li ke ztrátě soudržnosti horninového masivu, působením gravitace se masiv nebo jeho část přemístí z vyšší (tj. méně stabilní) pozice do nižší, stabilnější pozice. Pro potřeby horolezectví asi nemá smysl bavit se o pomalých gravitačních deformacích: plíživých pohybech, které trvají dny, týdny, nebo i roky. A z těch rychlých svahových pohybů, kam patří i různé sesuvy, bahnotoky a podobně, má pro horolezce určitě největší význam popovídat si právě o skalním říčení. Je to situace, kdy dojde k náhlému pádu celého skalního výchozu nebo jeho části.

***Působí tyto procesy na všech skalách stejně, nebo jsou skály (horniny), kterých bychom se měli „bát“ víc?***

Na tuto otázku neexistuje jednoduchá odpověď. Záleží na tom, zda se obáváme spíše ulomení jemného chytu, nebo pádu celých skalních bloků. To první záleží na náchyllosti horniny vůči zvětrávání, zatímco to druhé záleží na mnoha faktorech, z nichž nejdůležitější je křehké porušení horniny - puklinatost. Například křemence jsou velmi odolné vůči zvětrávání, ale při působení napětí se chovají spíše křehce a jako takové mohou být místy hustě rozpukané. Svoji roli může hrát i textura horniny: notoricky známé pláty břidlic nebo střídání vápenců s jílovcí, jejichž důsledkem může být vylomení celých desek, atd.

Tou nejdůležitější vlastností, která určuje míru náchyllosti skály k erozivním procesům a na němž je rozvolňování každého skalního masivu samozřejmě závislé, je již zmíněné rozpukání - geologové by řekli tektonické porušení - a orientace puklin vůči stěně. Nezáleží ani tak na typu horniny, jako na intenzitě a stylu jejího rozpukání. Styl rozpukání je specifický pro každou horninu. Při lezení na sloupcovitě odlučném čediči si jistě každý uvědomuje riziko vylomení celého sloupce a techniku lezení a jištění tomu přizpůsobí. Když se vrátíme k lezení v době tání, je jasné, že riziko je vyšší nejen dokud neroztaje všechen led, ale také dokud nedojde k přiměřenému vysušení puklin.

***Do jaké míry lze rizika předvídat, čeho je dobré si všimnout?***

Myslím, že většinu vyjmenovaných případů mohou skalní lezci na základě své předchozí zkušenosti a informací, které si o konkrétní výstupové cestě opatří, docela dobře předvídat.

Je ovšem několik věcí, kterých by si měli zvláště všimnout tehdy, kdy se chystají na



*Paty skal v okolí Drábských světniček (Český ráj) jsou postižené jak plíživým sjížděním jednotlivých skalních kulí, tak náhlými případy skalního říčení.*

zlezení zatím nedotčeného skalního objektu. Například je dobré si ujasnit, kde leží u každého objektu (tedy věže) jeho těžiště. Pokud se těžiště promítne mimo základnu toho objektu, je ostrážitost namístě. V takových případech je potřeba zjistit, jak vypadá propojení skalního objektu s jeho podložím – to většinou není vidět, protože pata věže je zakrytá sutí, pískem nebo hlínou. Minimálně u často lezených excentrických věží by se pevné propojení s podložím mělo ověřit geofyzikálně, například metodami mělkého seismického průzkumu. To je samozřejmě mimo možnosti individuálního lezce.

Co se ale dá ověřit poměrně snadno, vizuálně, je přítomnost rizikových puklin, zvláště těch, které mohou fungovat jako kluzné plochy. Je jasné, že nejrizikovější je sklon kolem 45° a úklon po svahu dolů. Riziko gravitačního oživení pukliny se ještě zvyšuje, když je puklina v důsledku starších tektonických pohybů pěkně vyhlazená (dá se říct, že má dobře „namazáno“). Pokud je puklina nevhodně orientace propojená nebo téměř propojená napříč celým skalním masivem, můžeme zříčení horninových bloků očekávat velmi brzy. Živé pohyby na puklině můžeme jednoduše otestovat tak, že puklinu osadíme tenkým sklíčkem pevně připojeným (třeba zasádrovaným) k oběma stěnám pukliny a čas od času ho zkontrolujeme. Jinak se ovšem pro přesný monitoring pohybů na puklinách používá daleko sofistikovanějších metod. A ještě jedné věci bych si všiml: svislé pukliny jsou – aspoň na pískovcích – od sebe velmi často oddalovány pákovým efektem pronikajících kořenů. Skalní stěny, nad kterými rostou stromy, jsou tedy z hlediska stability také rizikové – zvláště tehdy, kdy svislé pukliny jsou zhruba rovnoběžné se skalní stěnou.

***Dá se říci, že jsme „pískovcová velmoc“. Jak jsou na tom pískovce z hlediska výše popsaných procesů a rizik?***

Asi 30 % objemu klasického pískovce je tvořeno póry. To z něj činí horninu, kte-



*Hradní skála v Jestřebí na Českolipsku: po skalním řícení v říjnu 2009 toho z hradu zbylo jen málo, foto J. Adamovič*

rá je více než jiné horniny citlivá na vnější klimatické vlivy. Když se póry zaplní vodou, je hornina téměř o jednu pětinu těžší, při proschnutí se opět odlehčí. Je potřeba si také uvědomit, že opakovaným zvlhčováním a vysoušením pískovce krystalizují v pórovém prostoru soli, složené z iontů obsažených v pórových vodách. Nejtypičtějším minerálem je sádrovec, tvořený vápníkem vyloučeným z pískovce samotného nebo ze spráše v jeho nadloží a sírou obsaženou v atmosférických srážkách. Krystalizační tlak spojený se vznikem těchto solí je tak velký,

že na kontaktu s krystaly dochází k drčení křemenných zrn. Výsledkem je neustálé oddrolování zrníček na povrchu pískovcových stěn, ale třeba i ve spárách a kominách. Specifika spojená s přítomností pórů neplatí pro pískovce silně tmelené křemítem tmelem, jaké jsou například na Suchých skalách v Českém ráji. U karbonátového tmelu ale zase může hrát roli jeho rozpouštění zasakujícími dešťovými vodami, což má za následek přeměnu pevného pískovce na sypký písek.

Pevnost pískovce záleží v zásadě na míře jeho stmelení. A druhotný tmel v pórech pískovce vznikne buď přeměnou některých součástí v původním pískovci již obsažených (např. karbonátový tmel ze schránek mlžů nebo slabý křemíty tmel vznikající tlakovým rozpouštěním křemene), vysrážením z roztoků, které skrz pískovec proudí (např. železitý tmel na Kokořínsku), anebo tlakově-tepelnými účinky v blízkosti velkých zlomů (např. křemence na Suchých skalách u lužického zlomu). Podle geologické situace tak jsou oblasti, kde je pískovec soudržnější, tvrdší, a oblasti, kde se snadno drolí. To však nesouvisí se stabilitou stěn, protože tam hraje hlavní roli rozpukání. Třeba na křemencových Suchých skalách je mnohem vyšší počet nestabilních bloků než v měkkých pískovcích na Apoleně nebo ve Skaláku.

#### ***Proč není bezpečné lézt na mokřém / vlhkém pískovci, proč jsou některé pískovcové oblasti v zimním období uzavřeny?***

Z vlhkého pískovce se snáze oddrolují zrnka a lezení po dešti tak vede k rychlejšímu úbytku horniny. Může to být ale i záležitost soudržnosti celé horniny, a to v případě pískovců bez jakéhokoliv tmelu, držících pohromadě jen těsným prostorovým uspořádáním zrn – příkladem budiž skalní město Apolena v Českém ráji. Jak nedávno ukázal tým vedený J. Bruthansem, při namočení ztrácejí tyto pískovce 90 % své soudržnosti, klesá jejich pevnost v tlaku i tahu. Suché kostky takového pískovce lze přejet autem bez toho, že by se rozpadly. Po ponoření do vody se ale kostka stejného pískovce po pár hodinách samovolně rozsepne na hromádku písku.

#### ***Jak je to s řícením pískovcových skal v současnosti?***

Podíváme-li se na případy skalního řícení v našich pískovcích v posledních dvou desetiletích, zjistíme, že prakticky každý rok dochází k pádu velkého skalního objektu o objemu několika set metrů krychlových. Namátkou lze jmenovat velké řícení v roce 1997 u Loubí na Kokořínsku, v roce 2003 rozpad věže Harém na Apoleně nebo v roce 2011 zřícení stěny na patě hradu Valdštejn v Českém ráji. Mimořádně „produktivní“ byl rok 2009, kdy padla část věže Velké Apollo ve Sloupu, část skály s hradem Jestřebí na Českolipsku, věž nad chatou U Galejníka na Juliovcích v Lužických horách a věž Pinta na Příhrazech. Záčátkem téhož roku se zřítila také velká věž nedaleko věže Zobák v Písečném dolu na Kokořínsku. Překvapivý byl pád dost frekventované věže Jestřebická perla na Kokořínsku v lednu 2014. Bloky zřícené v posledních desetiletích tvoří poměrně významnou část osypů na patě pískovcových skal i přesto, že životnost těchto bloků před úplným rozpadem na písek se počítá ve stovkách