

Mikroformy a mezofomy na pískovcích

V tomto článku se pokusíme představit některé formy charakteristické pro pískovcové oblasti, které propůjčují jinak kompaktním skalám roztočivé tvary a umožňují tak porozumět dlouhodobým procesům zvětrávání a eroze, které se podílejí na formování reliéfu naší krajiny. U konkrétních tvarů si ukážeme, jak vznikají a jak se vyvíjejí, a poukážeme na některé omyly, které se bohužel udržují v některých učebních textech a v povědomí laické veřejnosti.

Výskyt pískovců

Nejvýznamnějšími pískovcovými oblastmi v Česku jsou česká křídová pánve a oblast karpatského flyše, avšak pískovcová města jako specifický typ reliéfu nalezneme jen v první jmenované oblasti (konkrétně na Kokořínsku, v Českosaském Švýcarsku, v Broumovských stěnách či v Českém ráji). Pískovce české křídové pánve vznikly zpevněním (diagenézou) sedimentů, které zde uložilo moře na konci druhohor, přesněji během (zejména v období před 99–83 miliony let; Chlupáč et al. 2007) geologického útvaru křídý (toto období proběhlo před 145–65 miliony let), proto se mluví o české křídové pánvi, kde termín křída vyjadřuje stáří, nikoliv typ horniny. Za vznik našich skalních měst vděčíme kvádrovým pískovcům, které svým rozpukáním umožňují vývoj skalních měst na okrajích pískovcových plošin, jaké známe z Prachovských skal či Kokořínska. V oblasti moravských Karpat jsou pískovce spolu se slepenci a jílovci součástí flyšových hornin. Pískovcové a slepencové vrstvy jsou odolnější než jílovce a vystupují na povrch v podobě skalních výchozů, které jsou uspořádány do linií sledujících průběh vrstev (Křížek 2004a). Ostatní oblasti výskytu reliéfu vzniklého na pískovcích jsou plošně malé a objevují se sporadicky, například v okolí bývalých limnických pánví (např. kladenského souvrství) (Adamovič, Mikuláš, Čílek 2010).

Tvary vznikající na pískovcích

Na pískovcích často vznikají působením zvětrávání a eroze různé tvary neboli formy, které mohou mít velikost od několika centimetrů až po desítky či stovky metrů. Pískovcový reliéf je charakteristický velkou bohatostí tvarů, a proto budeme dále věnovat pozornost jen rozměrově malým tvarům, tzv. mikroformám a mezofor-
mám. Rychlost vzniku jednotlivých tvarů

závisí na mnoha faktorech, např. na druhu pískovce, klimatu, konfiguraci reliéfu, vegetaci atd. Proto je mnohdy obtížné srovnávat stáří jednotlivých tvarů vyskytujících se v odlišných lokalitách. Nicméně u každého tvaru, který vznikne na pískovci, lze zpravidla určit hlavního činitele, jehož působením tento tvar vznikl (tabulka). Těmito činiteli jsou eroze a mechanické (fyzikální) a chemické zvětrávání, které se vzájemně kombinují. Důležitou roli při formování jednotlivých mikroforem má selektivní zvětrávání a selektivní eroze. Oba tyto procesy fungují díky tomu, že každá hornina, pískovec nevymáje, je chemicky nehomogenní nebo různě rozpukaná, a tudíž podléhá různou měrou erozi a zvětrávání. Například železité pískovce jsou pevnější a odolnější než pískovce s vápnitým tmelem. Tyto lokální nehomogenity pískovců spolu s jejich schopností vést vodu, která uvnitř pískovcového masivu přenáší rozpouštěné látky, mohou vést ke vzniku **skalních hřibů**, jejichž horní část, zvaná hlava, překrývá a přečíná dolní část – nohu. Pokud má hlava deskovitý tvar, mluvíme o **skalní pokličce**. Odolnější vrstvy zvětřávají pomaleji a částečně chrání, podobně jako deštník, podložní, méně odolné vrstvy. Jestliže deska spadne, dochází k rychlé destrukci méně odolného sloupu, původní nohy. Nejznámější jsou zřejmě Kokořínské a Jestřebické pokličky v CHKO Kokořínsko (více Křížek 2004b). V tomto konkrétním příkladu mají pokličky charakter **prozelezných desek** tvořených železitým pískovcem. V aridních oblastech se na vzniku skalních hřibů podílí i větrná abraze.

Obdobně jako u skalních pokliček stojí přítomnost odolnějších vrstev pískovce, které jsou obohaceny o křemičitý tmel, za vznikem **skalních lišt a říms**. Tyto tvary se vyvíjejí na skalních stěnách v podobě drobných výstupků až souvislých stupňů,

jež jsou dlouhé až několik desítek metrů. Pokud šířka skalních lišt a říms přesahuje na pískovcové skále několik decimetrů, pak se hovoří o **skalním převisu**, jehož velikost dovoluje, aby člověku posloužil jako improvizované přístřeší.

Průlinová činnost vody spojená s rozpouštěním tmelu a v důsledku toho s rozvolňováním pískovce stojí za vznikem asi nejtypičtějších tvarů, které na pískovcích vznikají. Jsou jimi **voštiny**, které mají podobu drobných dutinek (o průměru od několika centimetrů až po první desítky centimetrů) připomínajících včelí plástve. Dříve se lidé domnívali, že se na vzniku voštin podílel vítr, a proto se ve starší literatuře voštiny nazývaly aerosty. Dnes však víme, že vítr tyto formy nevytváří. Dokazují to i bohatě vyvinuté voštiny uvnitř labyrintů skalních měst, kde se modelační činnost větru nemohla uplatnit. Jelikož chemické složení tmelu a ani činnost vody nejsou všude stejné, vznikají na pískovcích různé typy voštin (obr. 1c, d; více o typologii voštin viz Adamovič, Mikuláš, Čílek 2010). Při pokročilém vývoji voštin mohou vzniknout i **skalní hodiny** (obr. 1a), když dojde k destrukci stěn sousedních voštin a zůstane mezi nimi jen sloupek tvarem podobný přesýpacím hodinám. Při rozpouštění a odnosu tmelu velmi často dochází ke zdánlivě paradoxnímu jevu, kdy vnitřek skály je více zvětralý než její povrch (obr. 1b). To je způsobeno tím, že voda, která obsahuje rozpouštěné látky, se při povrchu skály vypařuje a svrchní vrstvy jsou tak obohacovány a cementovány. Takto vznikají dutiny typu **tafone**, které mají užší vstup a směrem dovnitř skály se rozšiřují.

Působením srážek a následným chemickým a mechanickým působením mrznoucí a povrchově stékající vody mohou vznikat na vodorovných a ukloněných skalních površích oválné uzavřené prohlubně – **skalní mísy** a **pseudoškrapy** – drobné hříbtky (obvykle vysoké několik centimetrů), vzájemně oddělené drobnými prohlubněmi po odnesení méně odolného pískovce. Obecně se tvary podobné formám vznikajícím v krasu nazývají pseudokrasové. To znamená, že jsou morfologicky podobné (proto pseudo-) tvarům vznikajícím na krasových horninách, tj. zejména na vápencích a dolo-
mitech. Do kategorie pseudokrasových forem patří rovněž **pseudojeskyně**, které jsou vázány zejména na puklinový systém pískovců, podél kterého dochází k odnosu zvětralého pískovce a k odsedání jednotlivých

V ZORNÉM POLI GEOGRAFŮ

pískovcových bloků. Takovéto jeskyně jsou charakteristické výraznou tvarovou asymetrií a malou šířkou chodby v poměru k jejich délce.

Posledním z rozměrově menších tvarů (tzv. mikroforem) jsou **skalní okna**, která vznikají spojením dvou protilehlých dutin, nebo křížením svislých puklin, na nichž snadněji zvětřávají vrstvy pískovce. Kromě selektivního zvětrávání se může při vzniku tohoto tvaru uplatnit i větrná eroze.

Závěr

Výše popsané mikroformy a mezofomy patří mezi nejčastější tvary vznikající na pískovcích. Vyvinutost těchto forem není závislá jen na čase, ale i na kvalitativních znacích pískovců, charakteristice klimatu a přítomnosti vody. Mnohé z popsaných tvarů nejsou vázané jen na pískovce a vznikají i v jiných skalních horninách. Morfologicky podobné tvary lze najít např. v žulách (skalní mísy), v metamorfitech (skalní okna) nebo ve vápencích (jeskyně, škrapy). Přesto jsou pískovce unikátní bohatostí a proměnlivostí tvarů, které na nich vznikají, a množstvím mikroforem a mezoforem směle konkurují reliéfu na krasových horninách. Pískovce jsou však málo odolné vůči antropogenním zásahům, a proto je nutné na nich vníkat reliéf chránit. Reliéf vzniklý na pískovcích si rozhodně nezadá v nápaditosti a provedení s vrcholnými díly stavitelů a mistrů sochařů, kterým pískovec mnohdy posloužil jako stavební materiál, z něhož vznikly takové památky jako Karlův most, Staroměstská radnice či Svatovítská katedrála.

Marek Křížek,
PřF UK v Praze
krizekma@natur.cuni.cz
Klára Krbcová,
PřF UK v Praze
klara.krbcova@seznam.cz

Small Sandstone Landforms. This article deals with small landforms developed in sandstones. These landforms are characterized by their genesis and development (the geomorphologic processes by which they are formed have been described). The article points out the most common errors related to the origin of such landforms.

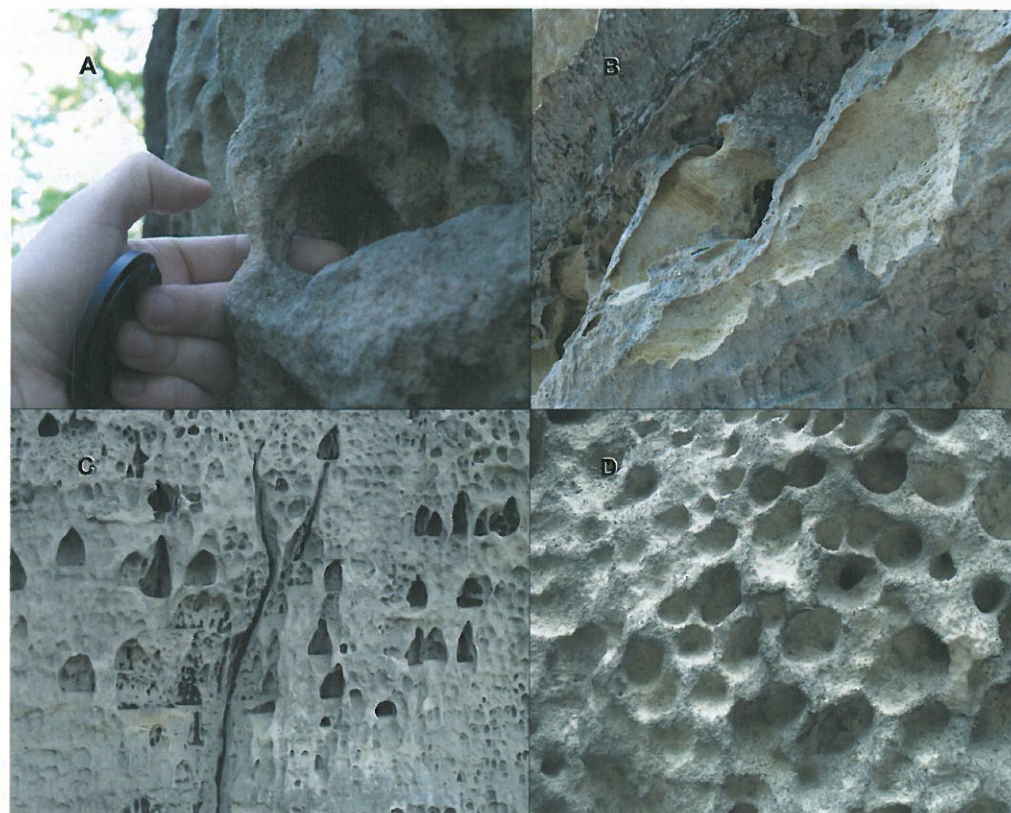
APLIKACE DO VÝUKY:

1. Znáte další tvary, se kterými se lze setkat v pískovcovém reliéfu a které v článku nebyly zmíněny? Které to jsou? Charakterizujte je.
2. Na kterých známých památkách u nás byl použit pískovec jako stavební materiál?
3. Je ve vaší obci budova či socha, za jejíž základ posloužil pískovec? Pokuste se zjistit, odkud tento pískovec pochází.
4. Nacházejí se ve vašem regionu přirozené výchozy pískovců? Které z tvarů uvedených v článku jsou na nich vyvinuty?

LITERATURA A ZDROJE DAT:

- ADAMOVIČ, J., MIKULÁŠ, R., ČÍLEK, V. (2010): Atlas pískovcových skalních měst České a Slovenské republiky. Academia, Praha, 459 s.
- DIXON, J. (2004) Weathering. In Goudie, A.S. /editor/ (2007): Encyclopedia of geomorphology, volume 2. Routledge, London, s. 1108–1112.

- HÄRTEL, H., et al. (editoři) (2007): Sandstone landscapes. Academia, Praha, 496 s.
- CHLUPÁČ, I., et al. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 436 s.
- MIKULÁŠ, R. (2007): Microforms of sandstone relief. In Härtel, H., Čílek, V., Herben, T., Jackson, A., Williams, R. (editoři): Sandstone landscapes. Academia, Praha, s. 66–75.
- MIKULÁŠ, R. (2006): Mezoreliéf a mikrorelief pískovcových skalních měst a výchozů. In Jenč, P., Šoltysová, L. (2006): Pískovcový fenomén Českého ráje. Základní organizace Českého svazu ochránců přírody Křtiny, Turnov, s. 51–62.
- KŘÍŽEK, M. (2004a): Hostýn a Hostýnské vrchy. Geografické rozhledy, roč. 13, č. 5, s. 132–133.
- KŘÍŽEK, M. (2004b): Chráněná krajinná oblast Kokořínsko. Geografické rozhledy, roč. 13, č. 4, s. 96–97.
- TWIDALE, C. R. (2002): The two-stage concept of landform and landscape development involving etching: origin, development and implications of an idea. Earth-Science Reviews, 57, s. 37–74.



Vybrané tvary vyskytující se na pískovcích.

A – Skalní hodiny v CHKO Kokořínsko. Foto: M. Křížek. B – Odolnější krusta vytvořená na povrchu pískovcové skály v národním parku České Švýcarsko. Foto: M. Křížek. C – Kukaňovitá voštiny v CHKO Kokořínsko. Foto: K. Krbcová. D – Kulové voštiny v CHKO Kokořínsko. Foto: K. Krbcová.

Eroze – proces, při kterém dochází k rozrušování a odnosu materiálu. Tímto materiálem může být půda, zvětraliny nebo jakákoliv hornina.

Tmel – hmota, která v pískovci spojuje a při sobě drží jednotlivá zrna písku.

Zvětrávání – skupina procesů, v jejichž důsledku dochází k rozpadu hornin na zemském povrchu nebo v jeho blízkosti. Příčinou zvětrávání je existence odlišných podmínek při vzniku hornin a následných podmínek panujících na zemském povrchu (Dixon in Goudie /editor/, 2007). Zvětrávání se dělí na chemické a mechanické. Chemické zvětrávání rozrušuje horninu rozličnými chemickými procesy (např. hydratace, hydrolyza, oxidace, redukce). Intenzita chemického zvětrávání narůstá se zvětšující se humiditou a vyššími teplotami. Mechanické zvětrávání rozrušuje horninu fyzikálními silami (termálně, růstem krystalů, bobtnáním atd.), takže nedochází ke změně jejího chemického složení. Mechanické zvětrávání převládá v chladném a aridním prostředí.

Přehled tvarů vznikajících na pískovcích podle v důležitosti procesu vzniku

Chemické zvětrávání	Mechanické zvětrávání	Eroze	Tvary vázané na jiný důležitý proces
pseudoškrapy	skalní okna	skalní hříby	tvary vázané na výskyt vrstevních ploch a puklin (jeskyně)
skalní hodiny		skalní mísy	tvary vzniklé v důsledku pronikání magmatu do horniny a ohřátí vody v pórech a puklinách (prozelezné desky)
skalní římsy a lišty			
tafone		skalní převisy	
voštiny			

Zdroj: Adamovič, Mikuláš, Čílek (2010), Mikuláš in Härtel et al. (2007), Mikuláš in Jenč a Šoltysová (2006), Twidale (2007).