

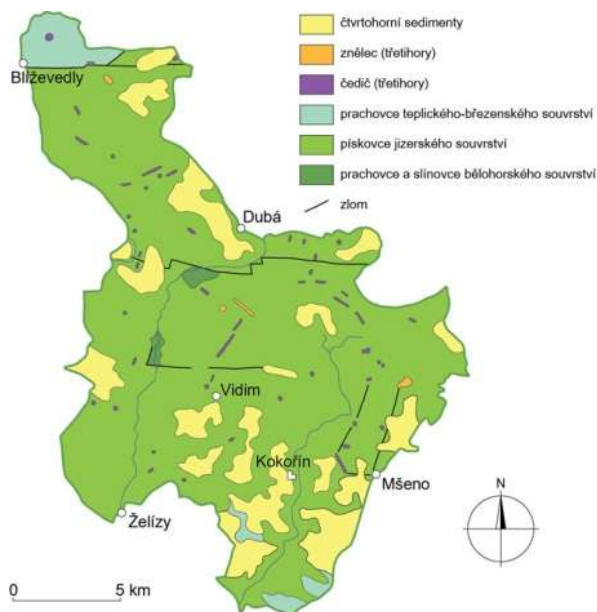
Kokořínsko jsou hlavně pískovce

Geologický základ kokořínské krajiny

Území s charakteristicky vyvinutým pískovcovým reliéfem na ploše 272 km² mezi Mělníkem a Českou Lípou bylo vyhlášeno chráněnou krajinnou oblastí 19. 3. 1976 a nazváno podle středověkého hradu Kokořína. Zahnuje jižní část Ralské pahorkatiny a jen svým východním okrajem zasahuje do Jizerské tabule. Celé území je odvodňováno Pšovkou, Liběchovkou a Obrtkou do Labe. Podkladem pro vyhlášení chráněné krajinné oblasti byla jedinečnost krajinného reliéfu, kde se střídají plošinné prvky s nesmírně členitými skalnatými úseky. Protože se utváření reliéfu vždy odvíjí především od geologické stavby území, podívejme se, čím v tomto směru Kokořínsko vyniká.

Zdáleka nejčastějším horninovým typem, se kterým se lze na Kokořínsku setkat, jsou křemenné pískovce druhohorního stáří. V druhohorách, konkrétně v období křídý, byla většina Českého masivu zaplavena mořem. Zatímco ve větší vzdálenosti od pobřeží, v hloubkách 100–200 metrů, se usazoval především prach a vápnitý kal, široká pobřežní zóna s hloubkami do 50 metrů měla mírně svazité dno, přes které byly mořskými proudy hnány pískové a štěrkové duny. Období rychlého usazování písku se střídala s obdobími, kdy bylo písčité dno kolonizováno benticky žijícími živočichy, především mlži, korýši nebo červy. Neustálé změny hloubek tehdejšího moře, změny proudového režimu i různá intenzita kolonizace mořského dna organismy – to vše se promítlo do zachovaného vrstevního sledu. Stoupáme-li tedy vzhůru údolím a pozorujeme okolní pískovcové skály, sledujeme vlastně, jak se měnilo mořské dno od nejstarší doby po nejmladší. Časový úsek, který lze tímto způsobem na Kokořínsku postihnout, odpovídá přibližně pěti miliónům let.

Většina pískovcových skalních měst u nás zachycuje přibližně stejný časový úsek. V čem jsou tedy kokořínské pískovce odlišné od jiných? Je to především pravidelné střídání různých typů pískovce nad sebou, nejlépe patrné na jižním Kokořínsku. Mělkovodní křemenné pískovce dnes tvoří strmé skalní stěny a pro jejich rozčlenění pravidelnou sítí svislých puklin se jim někdy říká kvádrové pískovce. V hlubším moři naopak vznikaly velmi jemnozrnné, prachovité pískovce, často zcela prohnětené vrtavou činností mořských organismů. Takové pískovce jsou málo odolné vůči zvětrávání, skalní stupně tvoří jen výjimečně a spíše se vyznačují mírně ukloněným nebo dokonce plošinným reliéfem. Uvedené dva typy se v oblasti mezi Mělníkem a Dubou několikrát nad sebou opakují. Pro zdejší krajinu je proto typický stupňovitý charakter svahů a údolí, s několika patry skal nad sebou.



Zjednodušená geologická mapa území CHKO Kokořínsko. Upraveno podle Adamoviče (2006).



Na některých místech, jako např. v Pastuší roklí, můžeme najít zřetelné stopy po hrabavé a vrtavé činnosti živočichů na mořském dně.



Šikmo ukloněné vrstvičky písku decimetrových mocností (nad kladívkem jsou čtyři na sobě ležící soubory) dokládají přemístování písečných dun po mořském dně v době, kdy pískovce vznikaly. Azimut úklonu vrstviček odpovídá tehdejšímu směru mořských proudů. Vrchol Malého Vlhoště.



Štěrky tvořené křemennými valouny o velikosti až 4 centimetry se ukládaly na štěrkových dunách ve velmi malých hloubkách. Tento snímek je z hradu Kokořína.

Na rozdíl od jiných pískovcových oblastí jsou zde navíc pískovce často druhotně zpevněny železitým nebo křemitým tmelem, který se vysrážel mezi pískovými zrny v souvislosti s pozdější sopečnou činností. Různé drobné formy selektivního (tedy „výběrového“) zvětrávání takových pískovců, nebo i celé skalní hřbety vyztužené železitým pískovcem, jsou nejlépe pozorovatelné právě na Kokořínsku. V utváření reliéfu se k nim přidávají samotné vulkanické proniky, které tvoří nejvyšší kopce, jako například Vráteňskou horu, Nedvězí nebo Vlhošť. Vývoj reliéfu byl do velké míry určován i zlomovým porušením a nakláněním jednotlivých ker.

Podíváme-li se tedy na celkovou geomorfologickou stavbu, můžeme území CHKO Kokořínsko rozdělit na tři části. Největšími rozdíly reliéfu s ostrými hřbety, složitou údolní sítí a skalními městy se vyznačuje centrální část, náležející tektonicky vyzdvíženě a rozlámané bletecké kře. V ose této kry leží dvojice významných proniků kyselých vulkanických hornin: Vráteňská hora a Nedvězí. Jižní třetina území je oproti tomu tvořena mírně ukloněnou plošinou, porušenou údolními toků směřujícími k jihu – do Labe. Středně členitý reliéf severní třetiny území, od údolí Liběchovky u Dubé na sever, je vzhledem k malému zlomovému porušení ovlivněn především průběhem žil čedičových hornin, v jejichž blízkosti získaly pískovce větší odolnost vůči erozi. Zdejší vrchol znělcového Vlhoště je nejvyšším bodem CHKO. Okolí vrchu Ronov, tvořené měkkými prachovci, je součástí hluboko zakleslé kry Českého středohoří.



Pohled z Vráteňské hory k severozápadu. Krajina má charakter pískovcové plošiny, z níž vyčnívají kopce vyztužené sopečnými žilami a komíny. V popředí je skupina Vápenného vrchu, Kuželíku a Zámeckého vrchu s hradem Houskou, dále Velký Beškovský kopec a na obzoru Vlhošť.

Vysoký obsah pórů v kokořínských pískovcích spolu s ideálním ročním úhrnem srážek a příznivou průměrnou teplotou mají za následek, že se mezi procesy pozvolné destrukce skalních stěn nejvíce uplatňuje solné zvětrávání. Při něm dochází na povrchu skalních stěn i nehluboko pod ním ke srážení solí (především sádrovce), které svou krystalizační silou odtlačují jednotlivá písková zrna od sebe a pískovec tak rozdrůžují. Právě tento proces vede ke vzniku nejpestřejší škály drobných i větších forem pískovcového reliéfu, jako jsou voštiny, škrapy, skalní dutiny a výklenky nebo skalní okna. V některých jiných pískovcových oblastech u nás, například na Broumovsku nebo v moravské části Karpat, má

solné zvětrávání z důvodu permanentní vlhkosti skalního povrchu daleko menší účinek. To se pak projevuje přítomností téměř hladkých stěn bez voštinové výzdoby.

Pohled na kokořínskou krajinu z opačného směru – z vrcholu Ronova. Nejblíže je Vlhošť, tvořený znělcem a lemovaný třemi patry pískovcových skal. V pozadí pak Velký Beškovský kopec a skupina Houseckých vrchů s Vráteňskou horou.



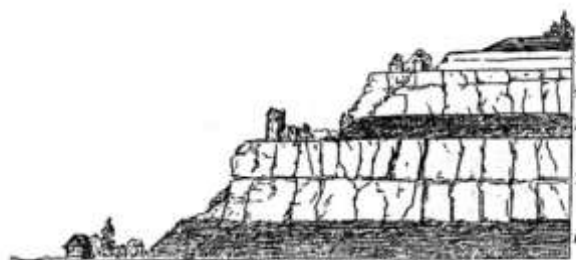
Kokořínské kvádry

Všechny skalní výchozy pískovců v CHKO Kokořínsko jsou řazené k jizerskému souvrství. Tato jednotka se v rámci křídového útvaru časově řadí ke stupni turon, který začal před 94 milióny lety a skončil před 87 milióny lety. Celé jizerské souvrství má na Kokořínsku mocnost 260–300 m. Obsahuje celkem pět nad sebou ležících těles křemenných pískovců; každé z nich tvoří v údolních svazích samostatné skalní patro. Tato patra byla staršími geology označována za „kvádry“. Prostorové rozmístění jednotlivých těles křemenných pískovců v různých geologických kráčích lze dnes na velké části Kokořínka poměrně spolehlivě určit na základě údajů z průzkumných vrtů. Dřívější badatelé měli úlohu těžší a museli umět vymapovat jednotlivé „kvádry“ v terénu jen na základě přítomnosti vúdčích fosilií a toho, co je vidět na povrchu.

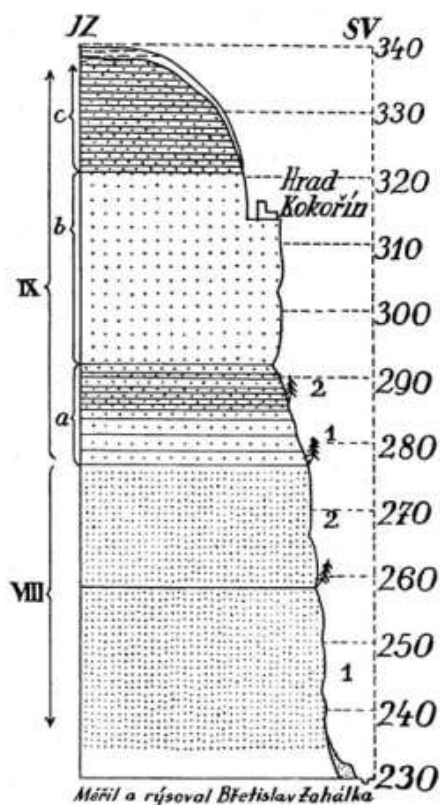
Jan Krejčí, jeden z prvních českých geologů, prošel Kokořínský důl od Mělnické Vrutice po Vojtěchov a ve své hlavní práci v roce 1869 přiřadil zdejší sedimenty k „Jizerským vrstvám“ (dnes jizerské souvrství). Zmiňoval odtud dva pískovcové „tarasy“, na horní hraně údolí zakončené polohou vápnatého pískovce s ústřicemi.

Paleontolog Antonín Frič pak v roce 1883 nazval tato patra křemenných pískovců *první kokořínský kvádr* a *druhý kokořínský kvádr* a zjistil, že jejich mocnosti se směrem k jihu zmenšují. Polohu prachovitého pískovce naspodu druhého kokořínského kvádr nazval *hleděbské opukové vločky*. V nadloží druhého kvádr si (i přes svou malou mocnost cca 10 metrů) získaly Fričovu pozornost sedimenty, ve kterých se díky zvýšenému obsahu karbonátu zachovaly četné schránky měkkýšů a těla mechovek. Pískovce s vápnatým tmelem a ústřičnou faunou nazval *trigoniové vrstvy chroušecké*. V jejich nadloží odlišil *bryozoické vrstvy u Kaniny* – sedimenty, v nichž vápnatá složka už zcela převažuje. Ty dnes můžeme považovat za přechod do vyšší jednotky – teplického souvrství – a můžeme v nich sbírat poměrně bohatou faunu zahrnující mechovky, mlže nebo dírkovce.

Takto vykreslil svou představu kokořínských „kvádrů“ (tedy nad sebou ležících pískovcových těles) Antonín Frič v roce 1883. Hrad Kokořín v ní chybně umístil na vrchol prvního kvádru.



Výkr. č. 11. Profil u Kokořína. 1. Byšické přechodní vrstvy s kvádrem rhynchonellovým, pískem sypkým většinou zakrytý. 2. První kvádr Kokořínský s troskou Kokořínem. 3. Opukové vločky. 4. Druhý kvádr Kokořínský s vesnicí Kokořínem. 5. Vrstvy trigoniové. 6. Vrstvy bryozoické na návrší, které dělí údolí Kokořínské od údolí u Žimoře a Truskavny.



Profil křídovými sedimenty kolem hradu Kokořína podle Břetislava Zahálky (1941). První kokořínský kvádr označil číslicí VIII, druhý kvádr IXb. Hrad Kokořín správně umístil na druhý kvádr, ačkoliv poněkud výše, než je realita.



Ačkoliv hrad Kokořín stojí již na pískovcích druhého kokořínského kvádru, cestou od Doliny nahoru můžeme dobře pozorovat i podložní jednotky.

Na přelomu 19. a 20. století se stratigrafii kokořínských pískovců v rámci studia celé české křídly věnoval Čeněk Zahálka. Ve své škále přisoudil prvnímu kokořínskému kvádru označení *pásma VIII*, hledsebským vložkám *pásma IXa* a druhému kokořínskému kvádru *pásma IXb*. Jeho syn Břetislav Zahálka nakonec doplnil pozorování o podrobný popis profilu křídovými sedimenty kolem hradu Kokořína.

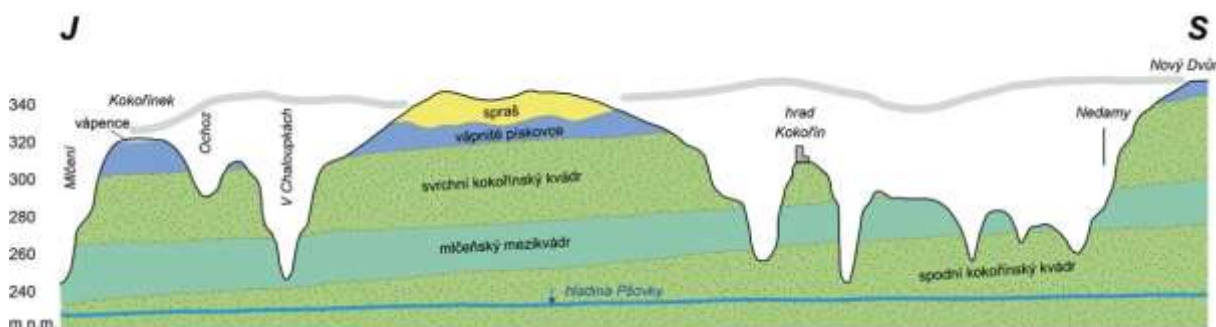
Fričovi ani Zahálkům se nepodařilo spolehlivě vysledovat průběh kokořínských kvádrů dál na sever. Svou roli jistě sehrál i fakt, že severní část Kokořínska byla tehdy zpracována německými geology, především Bruno Müllerem. Ti používali zcela jiné členění křídových sedimentů a měli tendenci propojovat vymapovaná pískovcová tělesa spíše s pískovci Saského Švýcarska dále na severozápad.



Na patě skal v ústí rokle Jarmila u hradu Kokořína vycházejí rozpadavé pra-chovité pískovce s pevnějšími vápnitými polohami. Odpo-vidají nejvyšší části „hledsebských opukových vložek“ v pojetí Antonína Friče (1883) a nahoru přecházejí do druhého kokořínského kvádru.

Při dnešní znalosti uložení sedimentů v Kokořinském dole můžeme soudit, že další příčinou dřívější neschopnosti vysledovat průběh pískovcových těles dále na sever bylo podcenění jejich úklonu. Povrch plošiny kolem Kokořína a Kaniny se uklání velmi mírně (do 1°) k JJZ a „pocitivě“ kopíruje jak úklon jednotlivých těles křemenných pískovců, tak i horní hranici celého jizerského souvrství. V těchto místech ještě vidíme ve stěnách Kokořinského dolu i druhý kokořinský kvádr v úplné mocnosti. Od úrovně Hlučova na sever je však povrch této plošiny destruovaný a horní část souvrství se zde nezachovala – podlehla erozi. Už ve stěnách rokle Močidla tak nezbylo z celého druhého kokořinského kvádru nic.

Ještě dále na sever, v Boudecké roklí a v okolí Vojtěchova, je horní patro skal tvořeno už samotným prvním kokořinským kvádrem. V jeho podloží se postupně vynořují hlubší pískovcová tělesa, která jsou u hradu Kokořína ukrytá desítky metrů pod hladinou Pšovky. Tento trend v zásadě pokračuje severním směrem až po severní zlomový okraj blatecké kry na spojnici Deštná – Ždírec.



Podélný profil Kokořinským dolem s vyznačením geologické stavby. Všechna tělesa pískovců, tzv. kvádry, náleží jizerskému souvrství. Jak je z obrázku patrné, vrstvy se uklánějí k jihu pod větším úhlem, než jaký je sklon toku Pšovky. Proto můžeme v různých úsecích údolí pozorovat různé pískovcové jednotky. Jako mlčeňský mezikvádr je zde označeno samostatné pískovcové těleso vystupující v nadloží prvního kokořinského kvádru. Antonín Frič i Břetislav Zahálka ho s ním slučovali, přestože je od něj všude odděleno úsekem bez skalních výchozů.

Ve skalním defilé za mlýnem Štampach jsou vrstvy ve spodní části mlčeňského mezikvádru ukloněny strměji k jihu (na snímku doleva) než vrstvy v jejich nadloží. Znamená to, že se ukládaly na úbočí většího písečného valu, ležícího na jinak rovném mořském dně.



Podkovánské skály za hostincem U Grobiána jsou tvořené především pískovci mlčeňského mezikvádru. Klasický první kvádr zde tvoří jen několik metrů mocné patro (na obrázku dole) a dál směrem na jih se v důsledku úklonu vrstev již zcela zanorí do dna údolí.





Těleso prvního kokořínského kvádru tvoří stěny Boudecké rokle.

Sopečná činnost a její produkty

Druhohorní moře za sebou zanechalo téměř tisícimetrovou mocnost sedimentů. Tlakem nadloží se ještě na konci druhohor písek stlačil, zpevnil a změnil na pískovec. Začátek třetihor byl poznamenán velkými změnami. Sedimentární výplň české křídové pánve byla vyzdvižena, rozlámána a z velké části erodována. Při pozdějším uvolnění napětí se některé bloky zemské kůry naopak zanořily až o několik set metrů hluboko. Nejvýraznějším projevem těchto pohybů na Kokořínsku je vznik zlomů, podle nichž zaklesla oblast Českého středohoří. Jižní okrajový zlom takto vzniklého příkopu prochází ve směru východ–západ mezi Vlhoštěm a Ronovem.

Souběžně s pohyby na zlomech, před 40 až 20 milióny lety, proniklo na Kokořínsku na mnoha místech na povrch magma v podobě lávových proudů nebo vrstev tufů. Tato tělesa později podlehla erozi a do dnešní doby se nezachovala. Výskyty třetihorních vulkanických hornin se tak omezují na přírodní dráhy bývalých sopek a podpovrchově utuhlá tělesa, jako jsou lakolity, pravé a ložní žíly. Lakolity jsou zpravidla tvořené kyselými vulkanickými horninami trachytového nebo znělcového složení a jsou doprovázené žilnými proniky hornin čedičového složení. Trachyt a znělec tvoří významné vrcholy Vlhoště, Nedvězí a Vrátnské hory. Čedičové horniny najdeme např. na vrcholcích Ronova, Kostelce, Dubové hory, Koreckého vrchu, Velkého Beškovského vrchu, Újezdského Špičáku, Supí hory a mnoha kopců v okolí Mšena a Housky. Tam, kde se žhavé magma dostalo do styku s pískovcem nasyceným vodou, došlo k explozivnímu vzniku vulkanických brekcií, jako na Housce, na Husí cestě, v Náckově roklí a jinde.

Různé sopečné horniny se na Kokořínsku dobývaly nebo ještě dobývají na výrobu drceného kameniva (znělec na Maršovickém vrchu u Dubé) nebo na dlažbu a obklady (tefrit na Dubí hoře u Dubičné). Na území CHKO byla – s výjimkou donedávna činného lomu na Vrátnské hoře – v minulosti těžena spíše menší tělesa vulkanitů, například Šibenec, Víno a Čepička u Mšena, Dubová hora u Dubé, Máselník u Dřevčic nebo dvě tělesa čedičových hornin na severním úbočí Vlhoště, a to vždy drobnými lomy a jen pro místní využití.



Zlomový svah mezi Blíževdly a Holany vymezuje zakleslou kru Českého středohoří. Skalní město Bročky, tvořené pískovci jizerského souvrství, leží ještě ve vyšší kře. Zakleslá kra (v popředí) je tvořená měkkými prachovci březenského souvrství.



Porušení polohy železitého pískovce drobným zlomem. Kry na obrázku vlevo podle něj zaklesla asi o 1 metr. Severní úbočí Supí hory.



Zlomy oddělující příkop Českého středohoří od Kokořínska jsou doprovázené prokřemeněním. Křemité hmoty mají podobu světlých pásek, jak je vidět například na této skále severně od Hvězdy.



Drobnější čedičové žíly na Kokořínsku jsou zpravidla rozložené na hnědý nebo červený jíl a poznají se spíš podle nápadných rozsedlin, lemovaných skalami prokřemenělého a proželeznělého pískovce. Na obrázku je tzv. střelníční žíla u Doks.



Detailní pohled na soubory křemitých žilek a železitých inkrustací ve stěně čedičové žíly na Dolní Housce.



Velká tělesa znělce (vulkanická hornina světlejší a kyslejší než čedič) tvoří jádra nejvyšších kopců na Kokořínsku. Příkladem je Vlhošť, nejvyšší vrchol Kokořínska (614 m).



Výchozy čedičové horniny na svazích Lipového vrchu (471 m) u Housky.

Vznik železitých pískovců a formy jejich výskytu

Pro celou pískovcovou oblast mezi Mělníkem a Dubou jsou typické výskyty horizontálních poloh železitých pískovců a slepenců, tvořících plochá temena tabulových vrchů nebo tzv. skalní pokličky. Minerály železa, především goethit, lepidokrokrit a hematit, tvoří dotkový nebo dokonce výplňový tmel mezi křemennými zrny. Zatímco v prvním kokořínském kvádru se železo soustředí do jediné výrazné slepencové polohy (Pokličky v Kokořínském a Vojtěšském dole), v druhém kvádru – např. v roklích Kočičina a Vrbodol – bývá rozloženo i do několika poloh nad sebou.



Temeno plošiny Rač nad Bukovcem tvoří vodorovná poloha odolného železitého pískovce. Podobně jako v Kokořínském dole se železo soustředí do vrcholu prvního kokořínského kvádru.



Při ústí rokle Močidla do Kokořínského dolu dala železem prosycená slepencová vrstva vznik skalním hřibům zvaným Pokličky.



Železitý tmel nemusí ale vždy sledovat jednu vrstvu. Na Kokořínsku jsou velmi časté i zprohýbané, několik centimetrů silné laminy železitého pískovce; ty mohou být uzavřené do podoby víceméně kulovitých konkrécií nebo lineárně protažené do podoby trubic. V geomorfologické literatuře se pro ně vžil název *železité inkrustace*. Vznik podobných útvarů vysvětluje Ostwald-Liesegangova teorie samočinného uspořádání vysrážených sloučenin při mísení dvou reagujících látek.

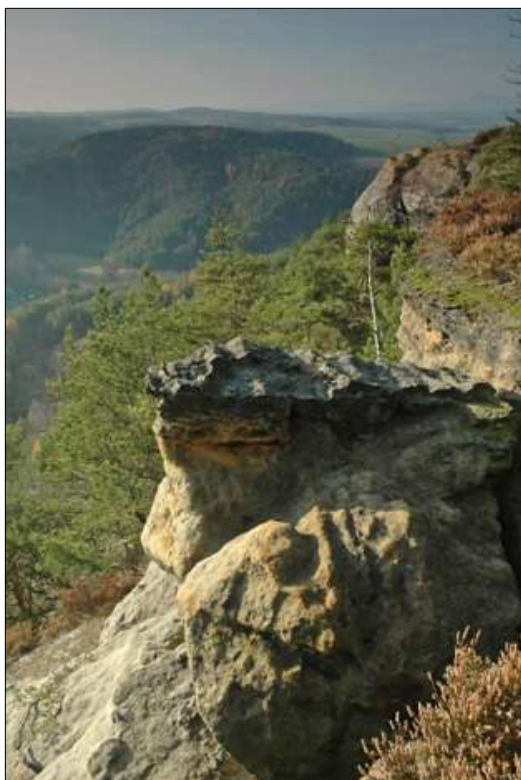
Některé pásy železitého pískovce na Kamenném vrchu (382 m) u Křenova jsou uspořádané do podoby nepravidelných vícevrstvných konkrécií. (vlevo)

V minulosti bylo vysloveno několik hypotéz o původu proželesnění v kokořínských pískovcích. Podle jedné z nich, vyslovené hydrogeologem Karlem Zimou, se železo vysráželo z podzemních vod během čtvrtohorního zahlubování koryta Pšovky a Liběchovky. Každá z horizontálních železitéch desek by tak byla stopou po jedné konkrétní úrovni zahloubení říčního toku. Tato představa ale nedokáže vysvětlit, proč by se hladina podzemní vody vždy zastavila právě na úrovni, kde je pískovec proložen slepencem. Kromě toho, polohy železitéch slepenců byly nalezeny i ve vrtech hluboko pod dnešní hladinou podzemní vody.

Jasno do problému vneslo nedávné zjištění, že všechny výskyty železitéch pískovců na Kokořínsku jsou v prostorovém vztahu k tělesům sopečných hornin. Z nich zejména čediče obsahují řadu minerálů, jejichž rozkladem dochází k uvolňování železa do okolí. Lze tedy soudit, že tepelný účinek magmatu pronikajícího v třetihorách do prostředí zvodnělých pískovců podnítl oběh podzemních vod a ty byly nasyceny železem ze samotného magmatu i z hlubších úrovní zemské kůry. V okysličeném prostředí blíže k zemskému povrchu se z nich pak srážely minerály trojmocného železa v podobě tmelu v pískovcích nebo výplní puklin. Největší koncentrace železa pak vznikly v místech, kde byl pískovec původně nejvíc propustný: na velmi hrubých polohách, na puklinách a drcených pásmech, které jsou s tělesy vulkanitů v kontaktu.



Horizontální poloha železitého slepence na vrcholu druhého kokořínského kvádru zpevnila také temeno pískovcové plošiny Žluč u Dobřene. Místy se zde vytvořily hříbovitě skalní útvary podoby „pokliček“.



Železitý pískovec na Rači má podobu zprohýbané desky s přechodem do systému jednotně orientovaných trubíc.



Poloha železitého slepence pokračuje z ústí rokle Močidla do Vojtěšského dolu, kde se u Jestřebice setkáme s dalšími skalními hříby.



Nepravidelně zprohýbané železité inkrustace prostupují celou vrcholovou partii vrchu Špičák (390 m) u Střezivojic. Za jejich vznik je odpovědné skryté těleso čedičové horniny, které bylo geofyzikálně ověřeno v nižších partiích kopce.



Drcené pásmo směru východ-západ, které předurčilo průběh Švábského dolu u Holan, se po určité době stalo transportní cestou pro železem bohaté roztoky. Pozůstatkem tohoto procesu jsou paralelně orientované soubory železitých trubic.



Nejznámějším skalním útvarem mimo Kokořínský důl, který vděčí za svůj vznik vysráženému železitému tmelu, je nepochybně skalní palice Čap nad Pavlíčkami.



Pískovce předposledního patra skal na Vlošti (ekvivalent mlčeňského mezikvádru) jsou místy prosycené sloučeninami železa. Vznikají tak neobvyklé tvary zvětřování pískovce, jako skalní hříbtky nebo skalní sloupy.

Vývoj zemského povrchu od konce třetihor

Na konci třetihor mělo Kokořínsko charakter plošiny s mělkými říčními údolími. Jeho střední část byla nejspíš odvodňována přímo k západu. Vlivem střídání chladných a teplejších období ve čtvrtohorách, za poslední 2 milióny let, se říční údolí hlouběji zařizla a odolnější horniny výrazněji vystoupily nad okolní reliéf. Působením mrazu se vytvořila suťová pole na úbočích kopců tvořených vulkanity nebo železitými pískovci. Vznikla skalní města a pestrá škála drobných i větších tvarů skalního reliéfu. Převažující západní větry odnášely z ledovcových akumulací prachové částice a na plošinách postupně uložily až 15 metrů mocné pokryvy spraše. Vítr uložil i sprašové závěje na svazích hluboko zařiznutých říčních údolí. Ty se dodnes zachovaly na několika místech v pravém boku údolí Pšovky a Liběchovky.



Z mocných sprašových závějí v údolích Pšovky a Liběchovky zůstaly dodnes jen nepatrné zbytky: většina byla odstraněna říční erozí a drobnou těžbou. Na obrázku je spraš v zářezu silnice u Medonos.



Na řadě míst na Kokořínsku vznikly na konci poslední doby ledové výklenky vázané na patu skal. Ty se v důsledku vztlínání půdních vod stále pomalu zvětšují vydrolováním jednotlivých křemenných zrn. V obdobích klimatické nestability se může tento pozvolný proces překloupit do „katastrofického“ opadu celých bloků ze stropu výklenků. Znamky podobných jevů najdeme i na převisu Krápník.

Modelace pískovcového skalního povrchu ale neskončila s koncem poslední doby ledové. I v dnešní době dochází k tvorbě drobnějších forem reliéfu. Vlivem deště a stékání dešťové vody po povrchu vznikají různé formy škrápů (žlábkovité, hrotovité). Jejich zvláštním případem jsou skalní mísy, na jejichž tvarování se podílí také mráz nebo činnost mikroorganismů. Solné zvětřování, popsané již v úvodní kapitole, vede v závislosti na minerálním složení pískovce buď k tvorbě hladkých povrchů nebo ke vzniku voštin a dutin. Voštiny jsou důlky na svislých nebo převislých skalních stěnách, často uspořádané do obrazců majících podobu včelí plástve. Na Kokořínsku jsou nejběžnější voštiny sférického nebo sklípkovitého typu, často uspořádané ve vodorovných řadách sledujících průběh vrstevních ploch.



Ukázka zvlášť hlubokých voštin z rokle u Augustýnky u Dobřene. (vpravo)



Dnešní modelace pískovcových skalních výchozů závisí do velké míry na sklonu stěny. Zatímco na strmých stěnách dominuje solné zvětrávání za vzniku voštin a dutin, mírně ukloněné povrchy jsou modelovány převážně dešťovým ronem. Výrazný kontrast mezi oběma typy zvětrávání lze vidět na jižních stěnách Vlhoště.



Pro některé úrovně vrstevního sledu je typická tvorba větších oválných dutin. Přestože se dutiny rozšiřují nejspíše solným zvětráváním, velká část z nich má původ v rozpouštění původního karbonátového tmelu v pískovci. Úroveň s velkými skalními dutinami se vytvořila v Šemanovickém dolu.



Při vzájemném propojení dutin mohou vznikat nejrůznější skalní perforace, jako skalní hodiny, skalní okna nebo skalní brány. Toto je skalní brána v Dolní Vidimi.



Propojením dutin ve skalním žeburu ve Vojtěšském dole vznikla tato známá skalní brána.

Literatura

Adamovič, J. (2006): Kokořínsko. Geologie chráněných krajinných oblastí České republiky. – Česká geologická služba Praha.

Adamovič, J., Mikuláš, R. & Cílek, V. (2010): Atlas pískovcových skalních měst České a Slovenské republiky. – Academia, 460 s. Praha.

Balatka, B. & Sládek, J. (1981): Geomorfologie Chráněné krajinné oblasti Kokořínsko a přilehlého území. – Bohemia centralis, 1980, 10, 7-53. Praha.

Frič, A. (1883): Studie v oboru křídového útvaru v Čechách, III. Jizerské vrstvy. – Archiv pro přír. prozk. Čech., 5, 2. F. Řivnáč, Praha.

Klein, V. (2005): Kokořínsko. Geologie. In Ložek, V., Kubíková, J., Spryňar, P. a kol., Chráněná území ČR, svazek XIII. Střední Čechy. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 904 s. Praha.

kolektiv (2005): Horolezecký průvodce Dubské skály. Kokořínsko a přilehlé oblasti. – Vod-ka, a.s., 422 s. Litoměřice.

Zahálka, B. (1941): Profil křídou u hradu Kokořína. – Věda přírodní, 20 (1940/41), 6, 3 s. Praha.

Zahálka, Č. (1895b): Pásmo IX křidového útvaru v okolí Řipu s poznámkou o geologických nárysech. Kokořínské podolí mezi Lhotkou a Kokořínem. – Věstník Královské české společnosti nauk, tř. mat.-přír., 43, 1-27. Praha.

Zima, K. (1950): Geologické poměry jihozápadní části Polomených hor. – Sborník Státního geologického ústavu ČR, Geol., 17, 289-339. Praha.

Zimerman, V. & Piller, J. (2004): Kokořínsko – krásy a zajímavosti. – Richard Kubeš, 108 s. Mělník.

text, foto a kresby:

Jiří Adamovič

adamovic@gli.cas.cz