



1. Řeka Berounka protéká napříč Českým krasem. Při průchodu vápencovými souvrstvími vytváří hluboce zařízlé údolí s četnými přirozenými výchozy na obou březích. Pohled z Tetínských stěn.



2. Stěna nad klášterem ve Svatém Janu pod Skalou je významným profilem hraničních vrstev siluru a devonu. Při úpatí stěny za kostelem se nachází pěnovecová kupa (viz obr. 9).



3. Budňanská skála u Karlštejna je jednou z nejvýznamnějších a také nejznámějších geologických lokalit Českého krasu. Vzhledem k výbornému odkrytí vrstevního sledu a bohatství zkamenělin byla vybrána za mezinárodní pomocný stratotyp (parastratotyp) hranice silur /devon.



4. Rozsáhlý jámový lom Velká Amerika poskytuje názorný odkryv vrstevního sledu spodního devonu. Lom se svou částečnou přirozenou rekultivací stal malebným fenoménem v morfolologii krajiny.



5. Malebné přirozené výchozy (skalní stěny) s typickou krasovou morfologií Kotýsu tvoří výraznou dominantu krajiny v jihozápadní části Českého krasu. Stěna je stratotypem kotýských vápenců lochkovského souvrství (spodní devon).

Na obálce jsou varhany v Koněpruských jeskyních, tvořené nejmladší generací kalcitových sintrů.



6. Z vod známého krasového pramene Koda se v kaňonovém Údolí děsů u Srbska i v současnosti usazují sladkovodní vápence (pěnovce) a vytvářejí hrázky a kaskády.



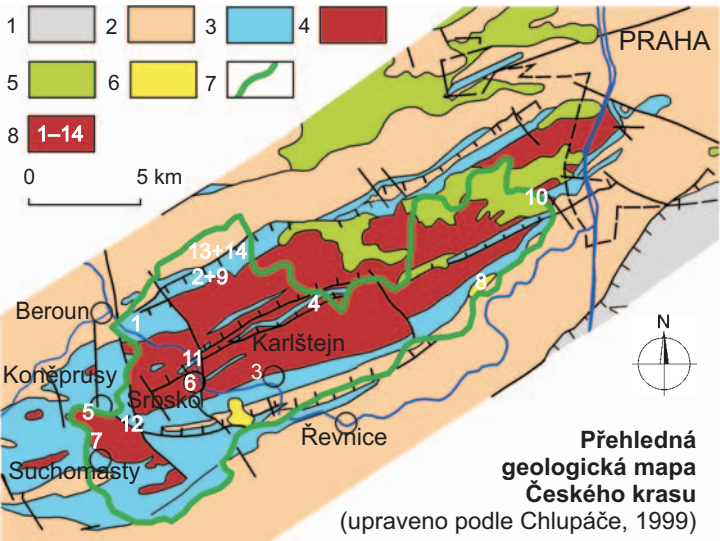
7. Mezinárodní stratotyp hranice silur/devon na Klonku u Suchomast byl vyhlášen v roce 1972 a je označen památníkem s vysvětlujícím textem. Vlastní odkryv není veřejnosti přístupný.



8. Významným odkryvem třetihorních usazenin je pískovna na Sulavě u Černošic. Třetihorní stáří zde potvrzují i nálezy fosilií.



9. V údolí Svatého Jana pod Skalou vyvěrá známý krasový pramen (obrázek vpravo). Z jeho vod se ve čtvrtohorách postupně usadil mohutný komplex pěnovců (horní obrázek), které jsou v současnosti předmětem intenzivních výzkumů. Pramen má několik větví, z nichž nejvýznamnější a nejvydatnější jsou lvanka a lvan; dohromady mají vydatnost asi 16 litrů za sekundu.



- 1 – proterozoické mořské sedimenty a vulkanity
- 2 – ordovické mořské sedimenty a vulkanity
- 3 – silurské mořské sedimenty a vulkanity
- 4 – devonské mořské sedimenty
- 5 – svrchnokřídové sladkovodní a mořské sedimenty
- 6 – neogenní říční sedimenty
- 7 – hranice CHKO Český kras
- 8 – lokality na fotografiích



10. Jedním z aktivních lomů na území CHKO Český kras je Hvízdalka u Radotína. Tunel viditelný v pravé části fotografie slouží k odvozu rubaniny z lomu. Halda vytvářená nad tunelem je přizpůsobena původnímu tvaru údolí.



11. Skalní defilé silurských a spodnodedonských vápenců odkryté v údolí Berounky severně od Srbska. V popředí skalní útes Na Bříči s významnými paleontologickými a archeologickými lokalitami v jeskyních.



12. V lomu Na Kobyle je podél celé sv. stěny sledovatelný očkavský přesmyk. Nad světlými vápenci spodnodedonského stáří (v popředí) jsou nasunuty starší, tenčí vrstevnaté šedočerné vápence svrchnosilurského stáří. V lomu jsou odkryty krasové jevy významné pro poznání nejmladší geologické minulosti Českého krasu.



13. Svédkem intenzivní vulkanické činnosti v siluru jsou i tzv. polštářové lávy, které vznikly vytlitím lávy na mořské dno. Na snímku zachycen výchoz při silnici z Loděnic do Bubovic.



14. Český kras je územím velmi bohatým na zkameněliny. Na obrázku je trilobit *Aulacopleura konincki* (Barrande), hojně se vyskytující například na lokalitě při silnici z Loděnic do Bubovic.

Foto Jiří Rudolský (1, 3, 4, 6–14), Jan Vondra (letecký snímek), Ondřej Jäger (2, 5, obálka).



Letecký snímek meandrujícího údolí říčky Loděnice (Kačáku) ústící do řeky Berounky.

V geologickém ráji

Chráněné krajinné oblasti jsou významné harmonicky utvářenou krajinou, množstvím přirozených ekosystémů, popřípadě dochovanými památkami historického osídlení. Geologická stavba území, jeho reliéf i složení hornin dávají každému chráněnému území České republiky jeho neopakovatelnou tvářnost a ovlivňují bohatství živé přírody i výskyt mnoha druhů rostlin a živočichů.

Území Českého krasu je známé především romantickou krásou vápencových kaňonů a roklí, bohatostí rostlinných stepních společenstev a množstvím vzácných druhů živočichů a rostlin. Významné je však i pro světovou geologii, a to obzvláště paleontologii, vědní obor zkoumající život v minulosti Země, i stratigrafii, která studuje stáří hornin a způsoby, jak se jejich vrstvy usazovaly jedna nad druhou. Zkameněliny z území Českého krasu a jeho okolí mezinárodně prosluly zejména díky dílu Joachima Barranda. Jeho nejvýznamnější práce "Système Silurien du Centre de la Bohême" čítá 22 svazků s 5 696 stranami a 1076 technicky dokonalými litografickými tabulemi popisovaných zkamenělin. Z jeho následovníků nutno jmenovat alespoň otce české geologie Jana Krejčího a Jaroslava Petrboka, který poprvé použil pro tuto oblast název Český kras. Geologická stavba území je systematicky

studována již více než 200 let a během této doby se stala jednou z nejlépe prozkoumaných částí světa. Velkou měrou k tomu v 2. polovině 20. století přispěli geologové Ústředního ústavu geologického, kteří podrobně zmapovali celou oblast. Její význam ještě vzrostl díky ustanovení stratotypu, tzn. mezinárodně závazné hranice, prvohorních útvarů siluru a devonu na Klonku u Suchomast a pomocného stratotypu této hranice na Budňanské skále u Karlštejna. Český kras každoročně navštíví řada proslulých badatelů i studentů ze světových univerzit a z geologických institucí i geologických exkurzí.

Území Českého krasu, ležící přibližně mezi Prahou a Berounem, tvoří převážně vápence silurského a devonského stáří. Nejcennější jádro tohoto území je od roku 1972 vyhlášeno jako Chráněná krajinná oblast Český kras. Samotná chráněná oblast zaujímá plochu 128 km², zatímco celý Český kras je asi o třetinu větší (viz mapka).

Geologickou historii Českého krasu můžeme sledovat od starších prvohor. Tehdy, na počátku ordoviku, před zhruba 500 mil. let, vniklo moře do nejdříve poměrně úzkého mořského průlivu tzv. pražské pánve, který vznikl v místech, kde poklesla zemská kůra porušená zlomy. Na dně zalité deprese se začala usazovat souvrství písčitých a jílových hornin. Chladnější moře, ležící ve vyšších zeměpisných

šířkách na jižní polokouli, bylo plné života. Nejčastěji v něm žili trilobiti, ramenonožci a ostnokožci, ze vzácnějších například loděnkovití hlavonožci či mlži. Koncem ordoviku se moře díky světovému zalednění několikrát silněji ochladilo, což způsobilo velké vymírání fauny. Ještě na konci ordoviku, před více než 435 mil. let, došlo k oteplení, rychlému tání kontinentálních ledovců a výraznému zdvihu hladiny moří. Tím vznikaly hlubší, nevětrané pánve, ve kterých se usazovaly černé břidlice, typické pro spodní část siluru. Blízko mořské hladiny, kde bylo více kyslíku, se vznášeli planktonní graptoliti, jejichž hojné zbytky dnes nalézáme v těchto břidlicích. V průběhu siluru propukla v pražské pánvi unikátní silná sopečná činnost, při které vznikla vulkanická centra zřejmě zasahující až nad hladinu. Svědčí o tom nálezy bohatého společenstva spor primitivních suchozemských rostlin, patřící k nejstarším na světě. Deska zemské kůry (často hovoříme o velkém ostrovu či mikrokontinentu zvaném Perunika) s pražskou pánví se pohybovala severním směrem a postupně se dostávala do mírného a subtropického pásma. Takové životní podmínky byly mimořádně příznivé pro rozvoj teplomilné mělkovodní fauny (korálnatce, ramenonožce, lilijice, hlavonožce, plže, mlže, mechovky, trilobity aj.), která obývala svahy vulkánů. S výjimkou nejhlubších částí pánve začala sedimentace vápenců a jejich usazování prakticky bez přerušení pokračovalo až do středního devonu. Především devonské vápence později zkrasověly a nyní tvoří „jádro“ Českého krasu. V jihozápadní části, v okolí Koněprus, během spodního devonu (zhruba před 410 miliony let) dokonce vznikl opravdový útes, podobný dnešním korálovým útesům. V útesových oblastech žili ve spodním devonu ramenonožci, korálnatci nebo vápnitým houbám podobné stromatopory, korálnatci, mechovky, lilijice a trilobiti, v hlubších, klidnějších částech pánve byli hojní drobní živočichové s jehličkovitými schránkami zvaní tentakuliti. Začínající horotvorná činnost nadzvedla terén a na konci středního devonu, před 370 mil. let, moře ustoupilo. Během variské orogeneze byly usazené horniny stlačeny, zprohýbány do vrás a porušeny zlomy. Území Českého krasu se tak stalo součástí rozsáhlého evropského variského horstva.

Český kras byl tehdy souší a zůstal jí téměř 300 mil. let. To je dostatek času k tomu, aby eroze uhladila kopcovitý reliéf do roviny. V této době se již pravděpodobně dostaly k povrchu také vápence usazené v prvohorách a začalo probíhat první krasovění. Krasověním vznikají jevy jako jsou jeskyně, propasti, kaňony, závrtý apod., které jsou pro krasová území typické. Principy krasového procesu jsou jednoduché. Dešťové vody, které v půdě rozpustí oxid uhličitý, se stanou slabými kyselinami. Ty jsou schopny rozpuště část vápence a tak vytvoří malý prostor – kousek jeskyně. V místech, kde se z vody opět sráží vápenec, vznikne buď sintr a krápníková výzdoba, nebo – dojde-li k vysrážení až před krasovým pramenem – pórovité pěnovce.

Koncem prvohor pokrývaly Český kras s jeho širokým okolím močály. V nich se hromadila vegetace, z níž vznikly sloje černého uhlí, jejichž zbytky můžeme ještě dnes nalézt v těsné blízkosti Českého krasu, např. u Stradonic či severně od Chrutenic.

V období svrchní křídly (v mladších druhohorách, před 98 miliony let) bylo území nejprve pokryto rozsáhlými deltami řek s hojnými močály a posléze naposledy zalito mělkým teplým mořem. Uložení tohoto moře, bohatého na vymřelé hlavonožce amonity, mlže, žraloky a rejnoky, byly převážně písčité a slinité. Dnes křídové usazeniny vyplňují pouze prohlubeniny v terénu, neboť jinde byly již

zcela odstraněny říční erozí. Tyto zbytky nám pomáhají určit rozsah původního křídového moře, po jehož ústupu se území Českého krasu již natrvalo stalo souší.

Z konce třetihor se dochovaly hlavně říční usazeniny, které nalézáme v různých nadmořských výškách. To dokazuje, že již v té době, zhruba před 4 až 5 miliony let, toky vyhloubily údolí hluboká nejméně 140 m. Tím vznikly velké výškové rozdíly mezi územími, kde se vody do vápenců vsakovaly a kde v podobě krasových pramenů vyvěraly. Tento výškový skok umožnil vznik podpovrchových krasových jevů (jeskyní), jak to dokládají i nálezy krupiček třetihorních želv v jeskyních v Červeném lomu u Suchomast. Třetihorní údolí bylo pravděpodobně několikrát vyplněno říčními usazeninami a opětovně vyčištěno při zvýšeném průtoku v řekách.

V průběhu čtvrtohor se vytvořil reliéf Českého krasu podobný dnešnímu. Řeka se zahlubovala postupně a v závislosti na střídání ledových a meziledových dob vytvořila řadu terasových stupňů. Na některých zanechala i písčité a šterkovité usazeniny. V místech vývěrů podzemních krasových vod obohacených rozpuštěným karbonátem dochází za přispění mikroorganismů k jeho opětovnému srážení ve formě pramenných vápenců – pěnovců. Ve tvořících se pěnovcích zůstaly a zkameněly zbytky rostlin i živočichů, které do pramene napadaly. Podle změn fosilních společenstev v jednotlivých vrstvách usazených nad sebou a podle změn ve vzájemném poměru stabilních izotopů kyslíku, uhlíku a dalších prvků v pěnovci těchto vrstev dokáže geologové určit, jak se vyvíjelo podněbí zdejší krajiny od poslední ledové doby. Pěnovcové kupy proto byly v minulosti a jsou i v současné době intenzivně studovány.

Bohatý paleontologický materiál z nejmladší geologické historie byl nalezen v jeskynních uloženích. Známe jsou například nálezy kostí jeskynních medvědů, koní, hyen či srstnatého nosorožce. V mnoha jeskyních Českého krasu zanechal své stopy rovněž pravěký člověk. Mezi nejznámější patří nálezy rytin kozorožce v tzv. Děravé jeskyni na Kotýsu u Koněprusa a zbytky po osídlení ve starší době kamenné, nalezené v jeskyních Turské maštale v Tetínské roklí či v jeskyni Na Průchodě u Svatého Jana pod Skalou.

I půdy mají v Českém krasu pestré složení. Na území CHKO jsou to většinou hnědé karbonátové půdy v lesích. Na rozrušených vápencích se vytvořily rendziny, které často doprovází typicky krasová půda terra fusca, někdy nazývaná červenice. Vzácněji se na suťových svazích vyskytují rankery. Zemědělsky využívané jsou hlavně hnědé půdy na terasových stupních Berounky.

Podle dosavadních znalostí vznikaly jeskyně v Českém krasu většinou pod hladinou podzemní vody. Vodou zaplavené jeskynní kanály vytvářejí kolena, která mohou zasahovat až do hloubky několika set metrů. O tom svědčí stále a vysoké teploty některých pramenů. Nevynuly se zde však ponory, kterými by se povrchové vody dostávaly najednou do podzemí, takže se jeskyně nemohly rozvinout tak jako jinde. Také spolupůsobení teplých, z hloubek vystupujících vod na vznik jeskyní v některých lokalitách nelze vyloučit. V současné době je na území Českého krasu evidováno přes 500 jeskyní, ale každým rokem dochází k objevům dalších a tak tento počet neustále roste.

Nejznámějším a zároveň nejrozsáhlejším jeskynním systémem jsou veřejnosti přístupné Koněpruské jeskyně jižně od Berouna. V jejich horním patře se ve středověku ukrývala tajná penězokazecká dílna, která byla objevena současně s jeskyněmi při těžbě vápenců v okolních lomech. Nejhlubší známou jeskyní v

Českém krasu je jeskyně Arnoldka u Bubovic. Hladina podzemního jezera na jejím dně v hloubce 113 m kolísá podle srážek až o 15 metrů. Na Chlumu u Srbska se v opuštěném lomu nalézají vchody do dalšího významného jeskynního systému Chlumských jeskyní. Jejich význam pro čtvrtohorní geologii objevil již v první polovině minulého století Jaroslav Petrbok.

Český kras je díky své geologické stavbě významným zdrojem nerostných surovin, především velmi kvalitních vápenců, které se tu v minulosti intenzivně těžily. Dnes opuštěné, většinou zarostlé a přirozeně rekultivované lomy výrazně přispěly k obohacení krajiny i vzrůstu vědecké hodnoty území. V současné době se těžba koncentruje do několika větších lomů v blízkosti Prahy a Berouna. Soužití těžební činnosti a ochrany přírody je zde možné jen při důsledné rekultivaci vytěžených prostor a jejich návratu k podobě blízké přírodě. V části Čertových schodů, největšího ložiska vápenců v CHKO Český kras, tak vhodnými sanačními zásahy vznikne geologický park, který názorně zpřístupní geologické zajímavosti širokému okruhu zájemců.

Historicky nejvýznamnější a také nejnavštěvovanější památkou Českého krasu je hrad Karlštejn. Při výběru místa pro jeho stavbu hrála nemalou roli geologická stavba území. Nižší pahorek s příkrými skalnatými srázy, tvořený spodnosedonskými vápenci, byl ideální jako úkryt mezi vyššími okolními kopci, při zachování výhody umístění na těžko dostupném skalním ostrohu. Další důležitou podmínkou byl dostatek stavebního materiálu v blízkém okolí. A nebyl to materiál ledajaký. Nabízel se dostatek hrubých stavebních kvádrů i okrasných mramorů na výzdobu. Většinou jsou to vápence požárského a zlíčovského souvrství z nejbližšího okolí hradu.

Ochrana, kterou poskytuje chráněná krajinná oblast významným geologickým jevům v Českém krasu, je ještě zdůrazněna vyhlášením maloplošných chráněných území pro jednotlivé lokality. Mezi nej důležitější patří Národní přírodní památky Klonk u Suchomast, Zlatý kůň či Černá rokle. V současnosti je v Českém krasu 17 maloplošných chráněných území, z nichž sedm bylo vyhlášeno právě a jenom z důvodu ochrany geologických lokalit; i u zbývajících je nutnost ochrany neživé přírody na čelném místě. Stovky pozoruhodných geologických objektů jsou evidovány v databázi významných geologických lokalit České geologické služby. Jejich význam ještě roste v rámci činnosti evropské asociace ProGEO, chránící geologické dědictví.



ČESKÝ KRAS Geologie chráněných krajinných oblastí České republiky

Petr Budil, Ondřej Jäger. Recenzent Zdeněk Kukul. Odpovědná redaktorka Vlasta Čechová. Grafická úprava Hana Pěvřátílová. Sazba Libuše Richtrová. Osvit a tisk PROGRES TISK, Praha. Vydala Česká geologická služba, Klárov 3, Praha 1. Vydání první. 03/9 446-462-02
© Česká geologická služba, 2002
ISBN 80-7075-594-6



ČESKÝ KRAS

Geologie chráněných krajinných oblastí
České republiky

