

## Krasovění devonských vápenců Moravského krasu a okolí

### Karstification on Devonian Limestones of Moravian Karst (English summary)

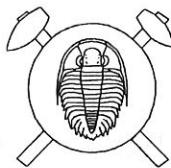
(3 obr. v textu)

JAROSLAV DVOŘÁK

*Český geologický ústav, Leitnerova 22, 658 69 Brno*

Ve středním a svrchním devonu a nejnižším karbonu vznikaly na vápencích Moravského krasu jen škrapy a neptunické žíly. V permu se vyvinul cockpitový kras v okolí boskovické brázdy. Ze spodní křídy známe mohutně vyvinutý tropický kuželovitý kras z okolí Rudic. Od paleogénu vznikala již údolí a na ně vázané subhorizontální jeskyně. Většina jich vznikla ve starém miocénu. V pleistocénu se krasovění zopamilo.

**Key words:** Palaeozoic, Mesozoic, Tertiary, Quaternary, karstification, Moravian Karst



## Úvod

V práci je podán přehled časového průběhu krasovění od paleozoika do kvartéru v závislosti na vývoji reliéfu okolní krajiny. Poslední výzkumy ukazují, že krasové procesy probíhaly dlouhodobě a mnohé, dnes obdivované fenomény, jsou mnohem starší, než se do nedávna uvažovalo. Moravský kras je klasickou oblastí, kde lze tyto stálé probíhající procesy studovat.

### Geologická charakteristika vápenců Moravského krasu

Těleso devonských vápenců Moravského krasu směřuje generelně sj. směrem a uklání se kolem  $30^{\circ}$  k V. Pod v. okrajem se chemicky čisté vápence macošského souvrství (střední devon a frasn) prstovitě zastupují se stejně starou pánevní vintockou facií, tvořenou tence vrstevnatými vápenci s jílovitými laminami. Vintocká facie je pro puklinovou vodu nepropustná. Na J jsou vápence Moravského krasu u Brna-Líšně ukončeny velkou poklesovou dislokací. Pokleslá kra o výšce skoku přes 1 km zabírá dnes rychlé migraci puklinové vody směrem k J. Geologie je popsána podrobně jinde (Dvořák in Musil et al. 1993).

### Krasovění v paleozoiku

Po první mořské transgresi v eifelu a uložení vápenců vavřineckých v s. části Moravského krasu došlo kolem rozhraní eifel/givet k plošně omezené regresi moře a krasovění vápenců. Vrt HV 104, situovaný ve Křtinském údolí u Josefova poblíž odbočky silnice do Olomučan (obr. 3 in Musil et al. 1993), doložil existenci až 0,5 m hlubokých šrap.

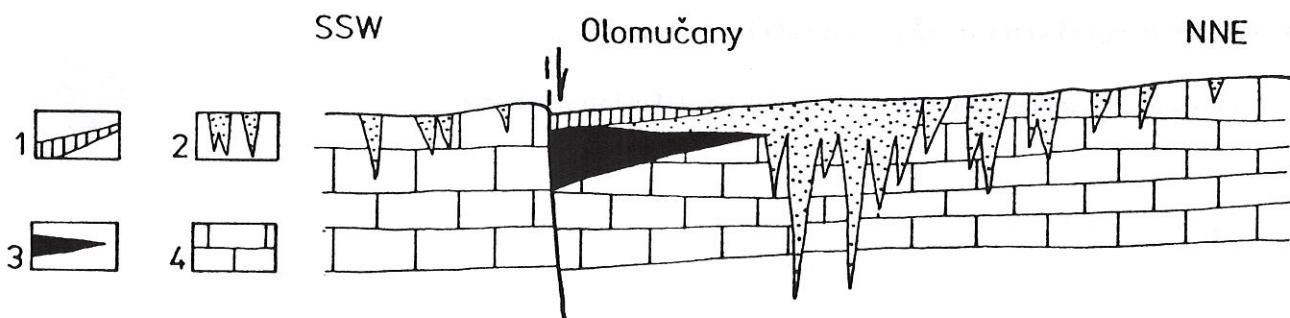
Koncem devonu (v nejvyšším frasu a famenu) moře ustoupilo z větší části dnešního Moravského krasu k jeho v. okraji. Během famenu a větší části tournai probíhalo krasovění až 1000 m mocných vysoce chemicky čistých vápenců macošského souvrství. Poněvadž území se nacházelo většinou jen několik metrů nad hladinou moře, vytvořily se jen škrapy a mělké nerovnosti, které byly později (ve svrchním tournai) zaplněny mořskými sedi-

menty po obnovené transgresi (např. lom Hlubny na z. okraji Březiny). Do této kategorie náleží též korozní rozšíření několik desítek metrů hlubokých trhlin v masivních jádrech pravých útesů. Jedna z těchto trhlin (neptunických žil) byla popsána z opuštěného lomu jjv. od Sloupu (Dvořák – Friáková 1981). Neptunická žila byla vyplňena níže tmavými biotritickými vápenci svrchnotournaiského stáří, výše pak výpnitými drobami stáří spodního visé. Při sz. okraji Moravského krasu se vápence zvedaly až 20 m nad hladinu moře. Též jjv. od Brna (nesvačilská kra) zjistily hluboké vrty Moravských naftových dolů šrapové zkrasovění svrchnodevonských vápenců (Dvořák 1978) během dlouhého hiátu až do nové mořské transgrese ve svrchním visé. Drobné krasové deprese byly vyplněny kyselými tufity viséského stáří, dopravenými sem větry.

Po skončení variské tektonogeneze a zarovnání reliéfu probíhalo krasovění v nejvyšším svrchním karbonu a permu v podmírkách horkého klimatu, většinou suchého, ale občas i humidního. Stopy tohoto krasovění z Moravského krasu neznáme, ale byly popsány Bosákem (1978) z v. okraje boskovické brázdy (Čebínka). Vyvinuty jsou geologické varhany, až 20 m hluboké, vyplňené rudohnědými vápencovými brekciemi s písčito-arkózovou mezerní hmotou. Západně od boskovické brázdy, v aktivním lomu na návsi Dřínová z. od Tišnova (kota 379 m n.m.), byly odkryty až 10 m hluboké geologické varhany, vyplňené červeno hnědými arkózovými pískovci a z části brekciemi, kde klasty jsou tvořeny vybělenými úlomky silně zvětralých, původně černých fyllitů prekambrického stáří. Ty byly v místě lomu na devonské vápence nasunuty. Můžeme tedy v okolí boskovické brázdy mluvit o pohřbeném cockpitovém krasu, stáří stefan a spodní perm. Hloubka geologických varhan dokládá vyzdvižení území alespoň více desítek metrů nad hladinou tehdejšího moře.

### Krasovění v mezozoiku

Z období triasu a jury nemáme o krasovění devonských vápenců na Moravě doklady. Na Hádech u Brna leží svrchní jura na nekrasovějících břidlicích a vápencích líšeňského souvrství famenského stáří, kdežto u Olomučan,



Obr. 1. Schematický řez mezozoikem v okolí Olomučan. Bez měřítka. Ilustruje zachování svrchnojurských sedimentů při zlomu u Olomučan v důsledku náklonu ssv. kry k JJZ. V jihozápaní části kry se nahromadilo více rudických vrstev a zachovaly se též sedimenty svrchní křídy. 1 – sedimenty svrchnokřídového stáří; 2 – rudické vrstvy (spodní křída); 3 – sedimenty svrchnojurského stáří; 4 – chemicky čisté vápence macošského souvrství (devon).

kde jurské spongility ostře nasedají na vápence macošského souvrství, není styk odkryt natolik, aby bylo možné posoudit míru předjurského zkrasování.

Proti tomu máme množství údajů pro typický tropický cockpitový kras, který se vyvýjel během spodní křídy v Moravském krasu nejen v okolí Rudic (Bosák 1979), ale též s. od Moravského krasu v okolí Němcic a Vratíkova (Dvořák 1953 in Musil et al. 1993). Zarovnaný povrch v okolí Moravského krasu byl v té době nakloněn generelně k VJV. Hloubka geologických varhan, přesahující 180 m, svědčí o dosti značné nadmořské výše okolí. Do pozvolna klesajících depresí byly hlavně z oblasti krystalinika Českomoravské vrchoviny (svědectví těžkých minerálů) splavovány pestré kaolinické a laterické zvětraliny, dokládající humidní tropické až subtropické klimatické podmínky (Dvořák in Musil et al. 1993).

Dnešní znalost rozšíření rudických vrstev, vyplňujících spodnokřídové geologické varhany, na povrchu Moravského krasu je velmi nedokonalá. V poslední době jsem písky rudických vrstev zjistil v těsné blízkosti propasti Macochy. Limonitické železné rudy (báze rudických vrstev) jsem již dříve nalezl jako výplň hluboké trhliny v Amatérské jeskyni poblíž míst, kde se větve sloupská a holštějnská spojují. Těžba limonitických zvětralinových železných rud u Němcic a v okolí Vratíkova dokládá značné rozšíření spodnokřídového kuželovitého krasu v celém území (u Vratíkova jsou zbytky vápencových věží zachovány dodnes). Nahromadění zvětralin rudických vrstev mezi Rudicemi a Olomučany je důsledkem synsedimentárního velmi pomalého jz. naklánění kry, ležící sv. od Olomučan (obr. 1). Tento zlom leží jz. od Olomučan, probíhá ve směru SZ–JV a je pokračováním blanenského prolomu. Funoval jistě během ukládání rudických vrstev a pokles způsobil zachování svrchnojurských sedimentů před destrukcí právě v blízkosti zlomu u Olomučan.

Není vyloučeno, že Macocha zčásti vznikla též tím, že se písky rudických vrstev „vysypaly“ z hluboké kapsy, predisponované sz.-jv. směřující dislokací, do rozlehlého dómu na Punkvě a byly později vyplaveny povodněmi mimo jeskyně.

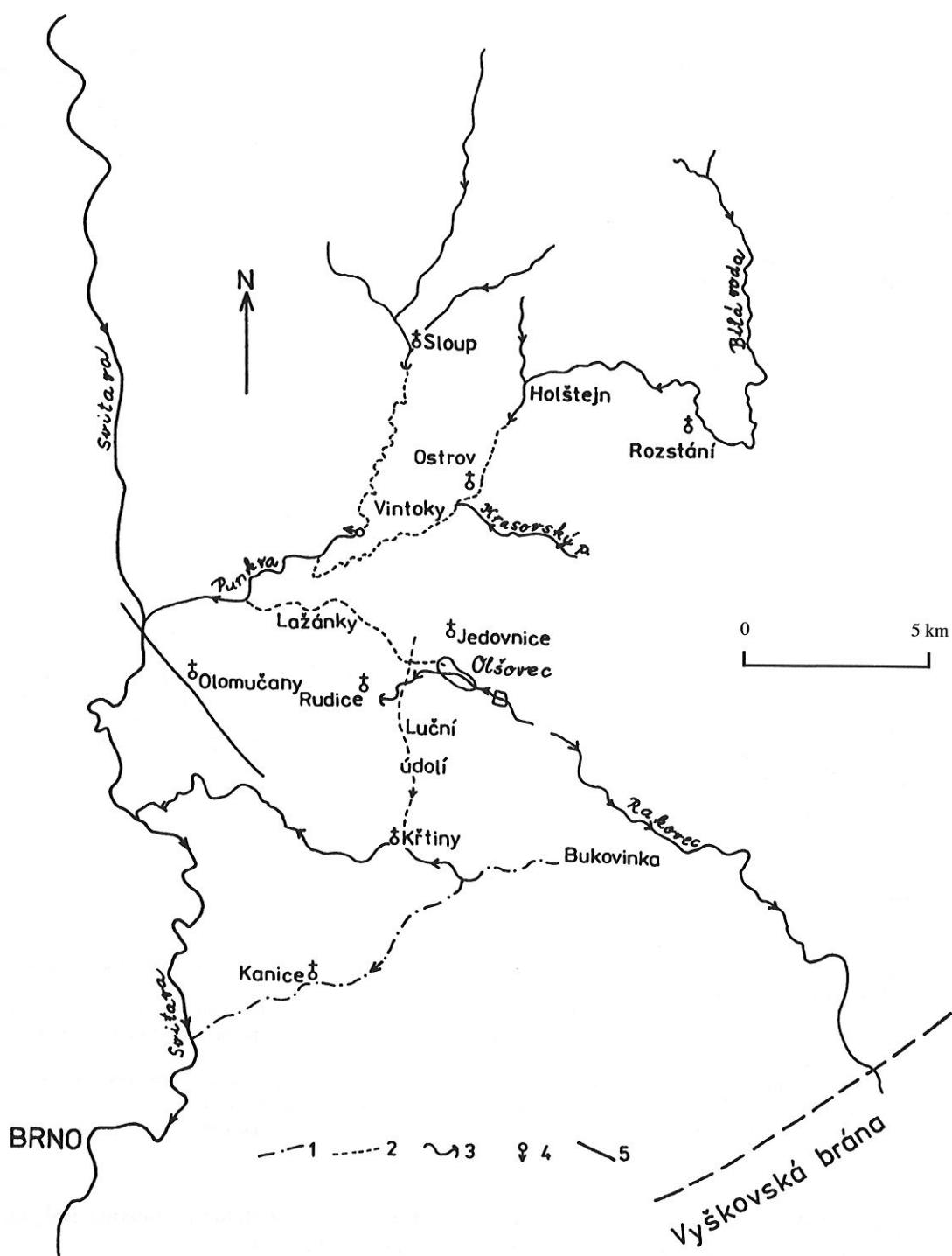
Ve svrchní křídě byl proces krasování přerušen zaplavením území mořem. Po jeho ústupu došlo k vytváření

silicikrust na zarovnaném povrchu ještě během nejvyšší křídy (svědectvím jsou místy hojné „sluňáky“).

### Krasování v terciéru

V paleogénu začíná tvorba S–J probíhajících plochých, k J odvodňovaných údolí na území celé Drahanské vrchoviny i z. odtud (Svitava – srov. Dvořák 1995). Údolí byla široká a plochá (např. Luční údolí mezi Jednovnicemi a Křtinami – obr. 2). Na popsaný, poměrně dlouhodobě stabilizovaný stupeň vývoje reliéfu, je vázána tvorba plošně rozsáhlých jeskynních subhorizontálních chodeb horních patr Sloupsko-šošůveckých jeskyní (včetně Kůlny), které nerespektují později vzniklou uzávěrovou stěnu hlubokého slepého údolí. To platí též o jeskyni Nezaměstnaných u Holštejna, dnes (podobně jako u Sloupu) z větší části zanesené říčními štěrk a píska. Paleogén byl obdobím s teplým humidičním klimatem, ideálním pro vznik jeskynních prostor (nešlo již o tropické lateritické zvětrávání). Území mezi Sloupem a Holštejnem leželo v té době více desítek metrů nad hladinou moře, které se nacházelo v oblasti nesvačilské kry j. od Brna (Dvořák 1995). Jak v Moravském krasu, tak např. u Javoříčka v s. části Drahanské vrchoviny, se dodnes zachovaly jen trosky tehdejší jeskynní úrovně.

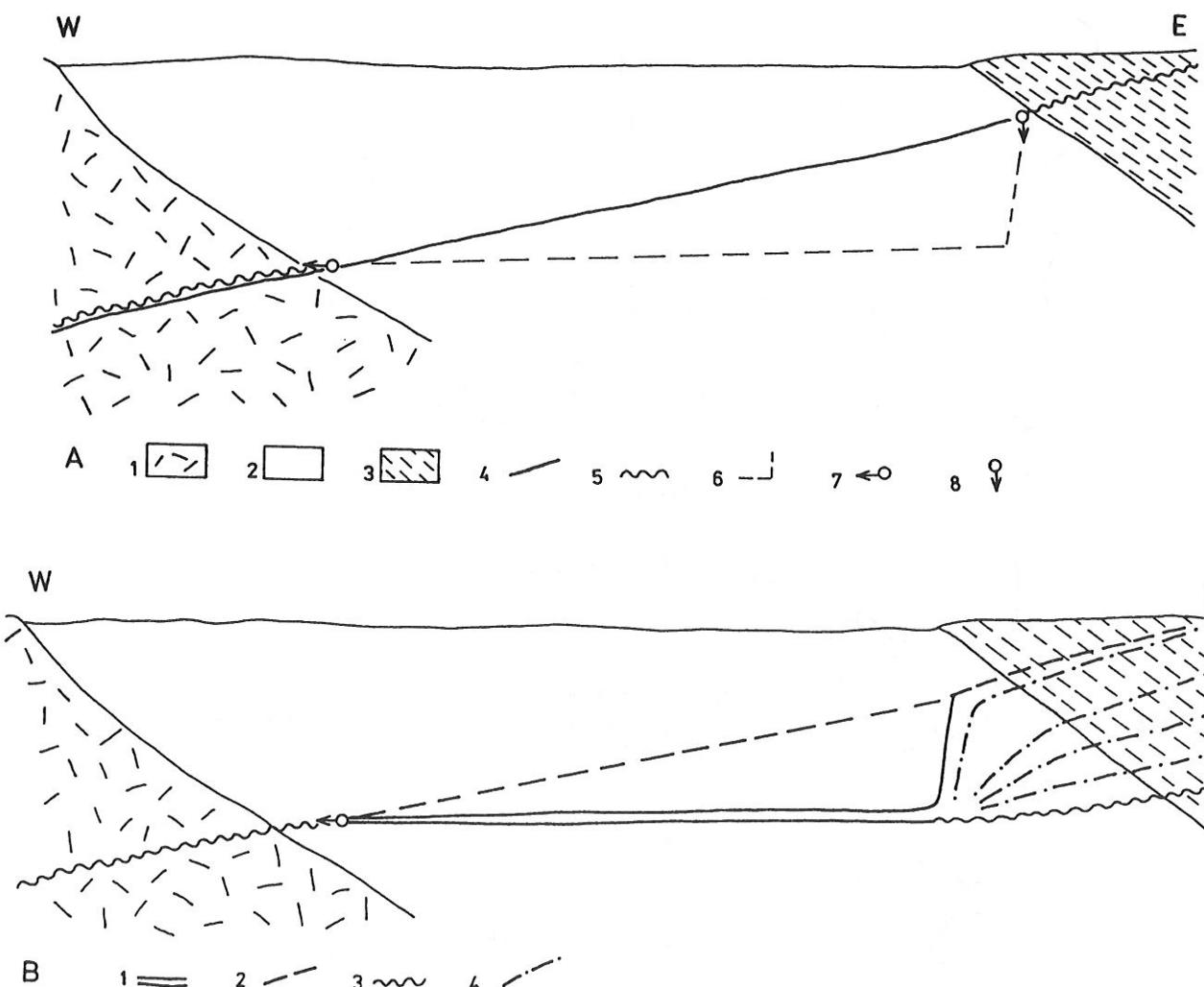
Kolem rozhraní paleogén/miocén došlo k oživení vertikálních pohybů ve v. části Českého masivu. Drahanská vrchovina se zvedala, jv. okolí Brna klesalo. Velmi vodnatý a dlouhý tok paleo-Svitavy se relativně rychle zařezával do hornin brněnského masivu a v jeho okolí se vytvářela síť přítoků stromovitého půdorysu (Czudek 1984). Proto mají levé přítoky Svitavy generelní směr od SV k JZ až od V k Z. Rychlá zpětná eroze v údolích těchto přítoků způsobila, že přítoky paleo-Svitavy pirátsky načepovaly potoky v sj. údolích (paleo-Punkva a paleo-Jedovnický potok v Lažáneckém údolí, paleo-potoky v Suchém a Pustém žlebu, paleo-Křtinský potok pak paleo-potok Lučního údolí, paleo-Bílá Voda, u Rozstání paleo-potok, tekoucí v tomto místě od S k J – srov. obr. 2). Hojné srážky v humidním teplém klimatu a pozvolný zdvih Drahanské vrchoviny začátkem miocénu měly hlavní vliv na relativně rychlou tvorbu úzkých hlubokých, ve vápencích maco-



Obr. 2. Řeka Svitava a její přítoky v Moravském krasu a okolí. Od S k J směřující údolí na severu, ale i Luční údolí mezi Jedovnicemi a Křtinami jsou pozůstatkem původního paleogenního odvodňování (srov. i směr toku Svitavy).  
1 – údolí Bukovinka–Řečmanice, zaplněné spodnomiocenními jíly a štěrký (ottnang); 2 – suchá nebo jen málo inundovaná údolí; 3 – krasový poron; 4 – krasový vývěr; 5 – zlom.

ského souvrství kaňonovitých údolí. Ve spodním miocénu (ottnang) poklesla j. část Moravského krasu natolik, že údolí, která vznikla v předcházejícím období (hlavně údolí směřující od Bukoviny a Březiny k Ochozi a k Říčmanicím) byla zaplněna jílovitými štěrký a laminovanými nevápnitými jíly jezerního původu. V s. části Moravského krasu se v tomto období údolí stabilizovala.

Po relativně rychlém erozním zařezání hlubokých údolí do hornin Moravského krasu se zdvih Drahanské vrchoviny zpomalil. Hydrografická situace se stabilizovala a začal se vytvářet krasový fenomen, který máme dnes v hlavních rysech již zachován. Zarovnaný povrch Drahanské vrchoviny ležel v té době přibližně 150 až 200 m nad hladinou tehdejšího moře.



Obr. 3. A – Schematický řez s. částí Moravského krasu. Bez měřítka. První stadium podzemního odvodňování v devonských vápencích po vytvoření hlubokých údolí ve spodním miocénu.  
 1 – horniny brněnského granitoidního masivu; 2 – devonské vápence; 3 – nadložní hlíznaté vápence a břidlice nejvyššího devonu a spodního karbonu; 4 – dno povrchového údolí; 5 – aktivní povrchový tok na nekrasovějícím podkladu; 6 – podzemní odvodňování vertikální a subhorizontální; 7 – krasový vývěr; 8 – krasové propadání.  
 B – jako A, konečné stadium podzemního odvodňování. Po vytvoření slepého údolí a později okrajového polje v místě ponoru zůstává povrchové údolí ve vápencích trvale suché. Naznačena jsou stadia vývoje slepého údolí v důsledku rychlé zpětné eroze.  
 1 – jeskynní prostory; 2 – suché údolí ve vápencích; 3 – povrchový aktivní tok; 4 – stadia vývoje slepého údolí; ostatní viz vysvětlivky u obr. A.

Základním předpokladem procesu krasovění v chemicky čistých vápencích je jejich rozpuškání, zejména vertikální. Pukliny vyplňovala voda, jejíž hladina se ploše ukládala k vývěru v místě, kde nekrasovějící horniny již tvořily nepropustnou barieru. Hlavní potoky přitékaly do oblasti vápenců Moravského krasu od S nebo od V. Proti tomu hlavní vývěry se nacházely při jeho z. okraji (to platí pro s. a střední část Moravského krasu). Jakmile potok přitekl na chemicky čisté vápence, začala se jeho voda ztráct ve vertikálních puklinách a stekat až k hladině spodních puklinových vod. Puklinami pak tato voda odtekala až k prameni. Korozním rozšiřováním puklin (i jiných ploch odlučnosti jako např. vrstevních ploch nebo ploch kliváže) vznikaly jak vertikální propasti při pono-

rech, tak subhorizontálně probíhající jeskynní úrovně. Postupně se zvětšovaly.

Další rychlý vývoj nastal v území ponoru. Propastotvůrce propadání vod působilo jako vodopád a vyvolávalo zrychlenou zpětnou erozi, aby byl odstraněn tento stupeň (viz obr. 3). Relativně rychlou erozí propadajícího se toku vznikalo typické slepé údolí, stále hlubší, až vertikální stupeň zcela zmizel a potok tekl do jeskyně „jako do tunelu“. V době, kdy bylo slepé údolí plně vyvinuté, začínalo se tvořit okrajové polje (Panoš 1963). V dobách zvýšeného stavu vody v ponorech voda při vzestupné hladině korodovala postupně patu téměř vertikálních svahů údolí. Tento proces můžeme dnes sledovat v nejnižší části Hřebenáče u Sloupu.

Po silnějším korozním narušení paty svahu slepého údolí došlo k řícení jeho stěn. Odlomené bloky vápenců byly postupně rozpouštěny a proces rozširování slepého údolí pokračoval dále. Takto vznikalo okrajové polje. Recentním příkladem popsaného procesu je pád uzávěrové stěny slepého údolí v Nové Rasovně u Holštejna v roce 1965. Okrajové polje u Sloupu a Holštejna mají „neckovitý“ profil.

Současně s tvorbou okrajových poljí u Sloupu, Holštejna, ale i Vintok u Ostrova, se vytvořila subhorizontální úroveň Amatérské jeskyně. Jeskyni Kateřinskou považují za paleovýr ostrovských vod.

Ve střední části Moravského krasu se ještě před badeňem vytvořil jeskynní systém Jedovnice–Býčí skála. Na Křtinském potoce můžeme za starou jeskynní úroveň považovat systém jeskyně Výpustku. O dnešní úrovni, většinou zaplněné vodou, nelze dnes říci nic konkrétního.

Předpokládám, že právě popsaný stupeň krasování vápenců Moravského krasu proběhl hlavně v otnangu až karpatu. Koncem karpatu se vytvořil prolom Vyškovské brány (Dvořák 1995). Po jeho vzniku následovalo vytvoření až 400 m hlubokých údolí v jv. části Drahanské vrchoviny vyvolané rychlou zpětnou erozí. Největší potok – paleo-Rakovec – pirátsky načepoval v. od Jedovnic paleo-Jedovnický potok, odtékající k Z (podrobněji Dvořák 1994, 1995).

Během spodního badenu klesala celá oblast Moravského krasu pod hladinu moře. Údolí byla zaplněna místy píska, ale zejména šedozeLENavými vápnitými jíly s bohatou foraminiferovou faunou. Po ústupu moře ve svrchním badenu byly mořské sedimenty spodnobadenského stáří ze starých údolí odnášeny. U Jedovnic se zčásti vytvořilo nové, nepříliš hluboko zařezané údolí mezi dnešním rybníkem Olšovec a Rudickým propadáním. V tomto propadání se voda začala ztrácet v nově vzniklých proplňovitých jeskyních, predisponovaných vertikálními puklinami. Po několika stech metrech se tento nový jeskynní systém napojil na starý, předbadenský, který ústil do Křtinského údolí jeskyně Býčí skálou. V době nového podzemního odvodňování Rudické propadání–Býčí skála, muselo již být údolí Křtinského potoka zcela zbabeno spodnobadenských sedimentů. Do této doby odtékal Jedovnický potok Lučním údolím do Křtin a odtud Křtinským údolím až do Svitavy. Přispěl tak k uvolnění Křtinského údolí od spodnobadenských sedimentů.

Jedovnický potok v období po ústupu spodnobadenského moře neměl dostatek času, aby jeho zpětná eroze odstranila vertikální stupeň v místě dnešního rudického propadání. Odstraněno zůstalo přibližně 15 m paleozoických hornin, zbývá k denudaci ještě 80 m. Krasový proces je v tomto místě v počátcích.

Systém vázaný na říčku Punkvu byl od mořských sedimentů spodnobadenského stáří zbaven dokonale. Poto-

kům, jejichž sjednocením vzniká říčka Punkva, se po regresi spodnobadenského moře nenaskytla žádná možnost odvodňování než starými údolími.

### Krasovění v kvartéru

V pleistocénu došlo ke zvratu – krasovění se z největší části zpomalilo. Permafrost uzavřel vývěry, jeskyně byly zaplněny říčními sedimenty včetně okrajových poljí. Interglaciály nemohly celý proces obnovit. Polje u Sloupu a Holštejna byla vyplněna hlavně štěrkou s valouny drob a méně píska, kdežto slepé údolí (nebo též menší okrajové polje?) před Vintokami u Ostrova deluválními hlinito-písčitými sedimenty s klasty břidlic a drob. Nové údolí Jedovnického potoka těsně před Rudickým propadáním bylo ucpáno píska (redepozice spodnobadenských sedimentů?). Sloupský potok i Bílá Voda tekly v pleistocénu na povrchu Pustým a Suchým žlebem. Proto v nich nenacházíme pleistocenní spráše.

V holocénu proces krasovění zesílil: pleistocenní sedimenty, vyplňující polje, jsou postupně odnášeny do jeskyní a za povodní transportovány k vývěru. Unášecí síla vody v jeskyních (jako v potrubí) je za povodní obrovská. Holštejnské polje je od pleistocenní výplně uvolněno poněkud více než sloupské. U Holštejna je dnes opět patrná uzávěrová stěna slepého údolí. U Sloupu jsme však svědky současného transportu štěrků z povrchu do podzemí. Ve čtyřicátych létech zmizelo po povodni více desítek až stovek krychlových metrů sedimentů v podzemí. V zimě 1995–1996 se pohyb sedimentů opakoval.

*Předloženo 13. 1. 1997*

### Literatura

- Bosák, P. (1978): Krasové jevy v okolí obce Čebín na Tišnovsku a jejich stáří. – Čs. Kras, 30, 125–128. Praha.  
 – (1979): Spodnokřídový fosilní kras Rudické plošiny v Moravském krasu. – Čs. Kras, 31, 57–67. Praha.  
 Czudek, T. (1984): Neotektonik und Talbildung am SO-Rand des Böhmischen Hochlandes. – Sbor. Čs. geogr. Společ., 89, 102–111. Praha.  
 Dvořák, J. (1953): Ke genezi rudických vrstev. – Čs. Kras, 6, 218–219. Brno.  
 – (1978): Geologie paleozoika v podloží Karpat jv. od Drahanské vrchoviny. – Zem. Plyn Nafta, 23, 185–203. Hodonín.  
 – (1994): Neogenní výplň údolí u Jedovnic a otázka stáří hlavních jeskynních úrovní v severní části Moravského krasu. – J. Czech Geol. Soc., 39, 2–3, 235–240. Praha.  
 – (1995): Tektonický a morfologický vývoj jv. okraje Českého masívu při podsouvání pod Karpaty. – Knih. Zem. Plyn Nafta, 16, 15–24. Hodonín.  
 Dvořák, J.–Friáková, O. (1981): Paleogeografie famenu a tournai v severní části Moravského krasu. – Čas. Mineral. Geol., 26, 301–306. Praha.  
 Musil, R. et al. (1993): Moravský kras, labyrinty poznání. Adamov.  
 Panoš, V. (1963): Sloupské okrajové údolní polje a jeho odtokové jeskyně (Moravský kras). – Kras v Českoslov., 1–2, 1–10. Brno.

## Karstification on Devonian Limestones of Moravian Karst

The limestones of the Devonian Macocha Formation present within the Moravian Karst are generally dipping eastwards at an angle of 30°. In Palaeozoic time, only karren forms and neptunian dykes evolved. Cockpit karst of Permian age developed merely in the neighbourhood of the Boskovice graben. During Lower Cretaceous time, tropical conical karst landscape was formed throughout the Moravian Karst. The largest number of the lateritic and kaolinic weathering products originating in the period mentioned above, have been preserved in the sunken part of the block situated between the villages of Olomučany and Rudice. In the course of Palaeogene time, large subhorizontal cave systems, related to north-southerly drainage in the flat valleys, formed near Sloup and Holštejn. During the Lower Miocene, deep valleys and the associated cave systems including marginal poljes near Sloup and Holštejn developed. The Lower Badenian marine transgression, which filled the valleys with calcareous clays, interrupted the evolution of karst forms. After the regression of the sea the marine sediments were removed from the valleys, poljes and caves. Where new valleys and caves (the Rudice sink-hole) had been formed, the karstification did not advance to such an extent as it did in Lower Miocene time. In the Pleistocene, karstification slowed down and the marginal poljes were filled with gravel. As late as the Holocene, the Pleistocene sediments were gradually removed through the caves of the Moravian Karst.

### Explanation of Text-figs.

1. Schematic section through the Mesozoic sediments in the vicinity of Olomučany; not to scale. The figure illustrates the preservation of Upper Jurassic limestones along the Olomučany fault due to the SSW-tilt of the NNE block. In the SW part of the block, a considerable part of the Rudice Formation has accumulated, Upper Cretaceous sediments have also been preserved.  
1 – sediments of Upper Cretaceous age; 2 – Rudice Formation (Lower Cretaceous); 3 – sediments of Upper Jurassic age; 4 – chemically pure limestones of the Macocha Formation (Devonian).
2. The river Svitava and its tributaries within the Moravian Karst and its neighbourhood. The N-S-trending valley in the North and the „Luční“ valley between Jedovnice and Křtiny are remnants of the initial Palaeogene drainage pattern (cf. also the direction of the Svitava river-course).  
1 – Bukovinka–Řečmanice valley, filled with Lower Miocene clays and gravels (Otnangian); 2 – dry or poorly inundated valleys; 3 – karst sink-hole; 4 – karst spring, 5 – dislocation.
3. A – Schematic section through the northern part of the Moravian Karst; not to scale. Initial stage of underground drainage within the Devonian limestones after the formation of deep valleys in Lower Miocene time.  
1 – rocks of the Brno granitoid massif; 2 – Devonian limestones; 3 – overlying nodular limestones and shales of Uppermost Devonian and Lower Carboniferous age; 4 – bottom of a surface valley; 5 – active surface water course upon a non-karstifying basement; 6 – vertical and subhorizontal underground drainage; 7 – karst spring; 8 – karst sink-hole.  
B – The same as shown in Fig. 3A; final stage of underground drainage. After a blind valley and, later, a marginal polje has formed at the sink-hole site, the surface valley in the limestones remains permanently dry. Indicated are the evolutionary stages of the blind valley as a result of fast retrogressive erosion.  
1 – caves; 2 – dry valleys in limestones; 3 – active surface flow; 4 – evolutionary stages of the blind valley; – for the rest see the explanatory notes in Fig. 3A.

---

## JOURNAL OF THE CZECH GEOLOGICAL SOCIETY

Volume 43 – Number 3 – 1998

Vydává: Česká geologická společnost – Redakce: Klárov 131/3, 118 21 Praha 1 (telefon: 24002523). – Výroba: RNDr. Mirko Vaněček – Rozšířuje ÚDP, a.s. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace ÚDP, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvožďanská 5–7, 149 00 Praha 4. Objednávky do zahraničí vyřizuje ÚDP, a.s. administrace vývozu tisku, Hvožďanská 5–7, 149 00 Praha 4. – Roční předplatné Kč 200,- cena tohoto čísla Kč 50,- (tyto ceny jsou platné pouze pro Českou republiku). Vychází čtyřikrát ročně.  
Address of the editorial office: Journal of the Czech Geological Society, Mrs. O. Chlupáčová, Klárov 131/3, 118 21 Praha 1, Czech Republic. Sole agents for all western countries with the exception of the Federal Republic of Germany JOHN BENJAMINS B. V., Amstelsijk 44, Amsterdam, Holland. Orders from the F.R.G. should be sent to Kubon & Sagner, P.O. Box 68, 8 000 München 34 or to any other, subscription agency in the F.R.G.