ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
XCVIII (2013): 1, 91–109, 2013

ŠKRAPY VE VÁPENCÍCH PAVLOVSKÝCH VRCHŮ

LAPIÉS (KARREN) IN LIMESTONES OF THE HILLS PAVLOVSKÉ VRCHY
(SOUTHERN MORAVIA, CZECH REPUBLIC)

JAN VÍTEK

Abstract

Vítek, J. (2013): Škrapy ve vápencích Pavlovských vrchů. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 98, 1, 91–109.

Lapiés (karren) in limestones of the Hills Pavlovské vrchy (Southern Moravia, Czech Republic)

Complex information about small surface forms in limestone areas of the Czech Republic is missing up-to now. The author presents geomorphological characteristic of lapiés (karren) in limestones of the Hills Pavlovské vrchy in Southern Moravia supplemented by some information from the Hills Falkensteiner Höhenzügen in Austria. Lapiés developed on rocky outcrops of Ernstbrunn Limestones (age Upper Jurassic up to Lower Cretaceous). The author studied especially lapiés crests that form top parts of some rock blocks and rock towers. Grikes (kluftkarren, joint karren), pit karren, slaggy karren, tubular karren, on some places rock-rills (rillenkarren), pointed karren, rund karren, kamenitzas (solution pans), stone pavements (plane karren), etc. developed on subhorizontal or slightly inclined surfaces. Wall lapiés (wand karren), cellular karren (honeycombs) developed on vertical and steeper inclined stone surfaces. Solution rock holes (cavernous karren) are typical feature in the studied area (some of them can be termed as tafoni or basis-tafoni). The author found the largest concentration of various types of lapiés on hill Děvín (554 m a.s.l.) in the northern part of the Hills Pavlovské vrchy where he studied karst forms in detail in three test areas (segments). Lapiés in the Hills Pavlovské vrchy developed due to chemical (corrosion) and mechanical processes strongly controlled by the lithology and texture of the Ernstbrunn Limestones. The management and nature protection problems in the Protected Landscape Area (PLA) Pálava and biospherical reservation are discussed in the closing part of the paper.

Key words: lapiés (karren), geomorphology, Ernstbrunn limestones, Pavlovské vrchy Hills, Southern Moravia.

Jan Vítek, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové; e-mail: jan.vitek @uhk.cz

1. Úvod

K typickým tvarům krasového reliéfu patří škrapy – drobné i větší konkávní a konvexní tvary, rozčleňující skalní povrch vápenců, případně jiných hornin. Škrapy ve vápencových oblastech České republiky nejsou tak dokonale vyvinuty, jako např. v alpských, dinárských, karpatských aj. krasových oblastech a speciální pozornost jim zde dosud věnována nebyla. Předložený příspěvek podává geomorfologickou charakteristiku škrapů v mezozoických vápencích Pavlovských vrchů na jižní Moravě s uvedením několika dalších příkladů i z pokračování této oblasti na rakouském území.

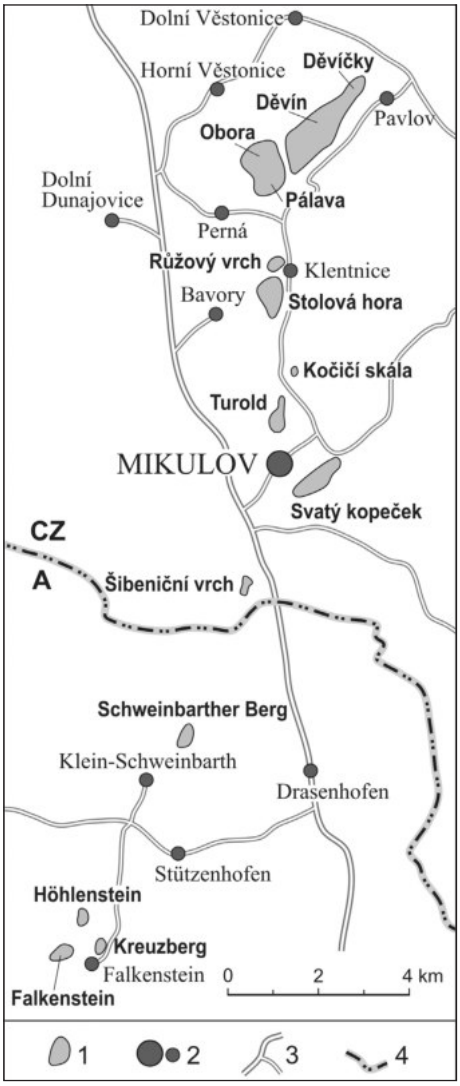
2. Přehled geologických a geomorfologických poměrů

Pavlovské vrchy jsou svérázným územím, vytvářejícím výraznou krajinnou dominantu jižní Moravy. Tvoří je asi 10 km dlouhé (ve směru S-J) seskupení návrší – bradel – z vápen-

ců mezozoického stáří, které na jihu útržkovitě pokračuje i na rakouském území. Z regionálně geologického hlediska (např. STRÁNÍK *et al*., 1999, POUL a MELICHAR 2005) se toto území nachází na styku karpatské předhlubně a alpsko-karpatského orogénu, kde vápencová skalní bradla jsou začleněna do terciérních sedimentů ždánické jednotky. Dle regionálně geomorfologického členění (např. DEMEK a MACKOVČIN, *eds.* 2006, BÍNA a DEMEK 2012) jsou Pavlovské vrchy součástí soustavy Vnější Západní Karpaty a podsoustavy Jihomoravské Karpaty, kde tvoří západní podcelek v celku Mikulovská vrchovina. Návrší Pavlovských vrchů se ve směru S-J postupně snižují – na S vrcholí kótou Děvín (554,4 m), vystupující 385 m nad hladinou vodní nádrže Nové Mlýny v nivě Dyje, zatímco na J Šibeniční vrch (238,3 m) převyšuje přilehlé okolí v blízkosti státní hranice o 40 m. Bezprostřední pokračování tohoto pásma na rakouském území, zvané Falkensteiner Höhenzügen a vrcholící hradním vrchem Falkenstein (415 m), je součástí vrchoviny Leiser Berge (RIEDL 1960).

Složitým geologickým poměrům (včetně litologie, stratigrafie a tektoniky) Pavlovských vrchů byla už věnována poměrně velká pozornost (např. JÜTTNER 1922, VALOUŠEK 1926, ELIÁŠ 1992, ČTYROKÝ *et al.* 1995, STRÁNÍK *et al.,* 1999, POUL 2006, POUL a MELICHAR 2005, SCHNEIDER *et al.* 2013 a řada dalších). Skalnatá návrší (bradla) Pavlovských vrchů jsou tvořena především vápenci (v menší míře i dalšími sedimenty, např. vápnitými jílovci) jurského a křídového stáří. Na stavbě Pavlovských vrchů se uplatňuje několik litostratigrafických sledů, označovaných (např. ELIÁŠ 1992, ČTYROKÝ *et al.* 1995, STRÁNÍK *et al*., 1999) jako klentnické souvrství (z jurských vápnitých jílovců s vložkami vápenců) a ernstbrunnské (vápencové) souvrství jurského až křídového stáří; na bázi ernstbrunnských vápenců bývá vyčleňována ještě poloha „hlíznatých vápenců“, které POUL (2006 aj.) pokládá za odlučnou plochu tektonických pohybů.

Převážná část skalnatých partií v Pavlovských vrchách – včetně skalních výchozů s níže popisovanými lokalitami škrapů – je tvořena ernstbrunnskými vápenci. ELIÁŠ (1992), STRÁNÍK *et al.* (1999), POUL (2005), SCHNEIDER *et al*. (2013) aj. je charakterizují jako masivní nebo lavicovitě



Obr. 1. Přehledná mapa zájmového území. Vysvětlivky: 1 – vápencový vrch (bradlo), 2 – město, obec, 3 – silnice, 4 – státní hranice České republiky (CZ) a Rakouska (A).

Fig. 1. General map of the studied area. Explanations: 1 – limestone hill (nappe outlier), 2 – settlement (town, village), 3 – road, 4 – state boundary of the Czech Republic (CZ) and Austria (A).

vrstvené horniny, převážně bílé až světle šedé, mikritické, místy klastické (složené z ooidů, litoklastů a bioklastů). Povrch vápencových výchozů jeví tříšťnatý až lasturový lom.

Morfotektonickým vývojem Pavlovských vrchů se v poslední době zabývali zejména IVAN a KIRCHNER (1996), POUL a MELICHAR (2005), POUL (2006) aj., přehled dřívějších názorů a souhrn nových poznatků přináší POUL *et al.* 2009. Nejnovější koncepce strukturní stavby (viz např. POUL a MELICHAR 2005) vychází z předpokladu existence původní jedné vápencové „šupiny", která byla vylomena z podloží v mladší fázi alpínské orogeneze, začleněna do méně odolných flyšových sedimentů a během tektonických pohybů deformována do složitých vrásových, přesmykových a zlomových struktur. Ty jsou patrné nejen uvnitř jednotlivých těles (bradel), ale podle příčných zlomů došlo též k dislokaci a uspořádání souboru návrší do současného stavu, blízkému směru S-J. Antiklinální stavba byla rozpoznána např. na Stolové hoře (STRÁNÍK *et al.* 1999), nově též na Svatém kopečku (POUL 2006). Mnohá návrší jsou v příčném profilu asymetrická s převažujícím sklonem vrstev k JV. Typickou kuestovou strukturu má zejména vrch Děvín (554 m) se strmým, skalnatým z. a jz. svahem na čele vrstev a v podstatě strukturním jv. svahem, sledujícím sklon vrstev (průměrně 40°) k JV. Rovněž některé skalnaté partie (např. z. výběžek vrchu Obora) jsou kuestou až strmě skloněným kozím hřbetem.

Současný reliéf jednotlivých bradel Pavlovských vrchů lze tedy charakterizovat jako strukturně denudační. Vrcholové partie větších návrší jsou sečné (erozní) a není vyloučeno, že vedle subaerických procesů byly modelovány abrazí miocenního moře (např. DEMEK, MACKA *et al.* 1970, BALATKA *et al.* 1974, IVAN *ed.* 1976). Strmé svahy některých návrší (např. z. svah Děvína, Růžový vrch, z. svah Obory, z. a v. svah Stolové hory aj.) jsou výrazně postiženy gravitačními svahovými procesy se vznikem rozsedlin a s odklonem, případně řícením skalních bloků a věží. Tyto procesy byly podpořeny gelivací, exfoliací atd. Ve vápencích vznikly krasové jevy a tvary. Z podzemních krasových útvarů je nejvýznamnější veřejnosti přístupná Jeskyně na Turoldu a několik dalších jeskyní (BOSÁK *et al.* 1984, HROMAS *ed.* 2009, POUL *et al.* (2009); povrchovým tvarům – škrapům – je věnována pozornost v tomto příspěvku.

3. Dosavadní literární údaje

Některým povrchovým mezo- a mikroformám ve vápencích Pavlovských vrchů byla už dříve věnována větší pozornost. Zejména zásluhou K. Jüttnera a B. Valouška si lze udělat představu o tvarech reliéfu, které později zničila těžba vápenců, např. o povrchovém krasu na Turoldu a některých dalších útvarech, včetně mikroforem skalního povrchu. JÜTTNER (1922) zřejmě jako první upozornil na skalní prohlubně (jím zvané Wirbellöcher) na stěnách Soutěsky a v okolí a považoval je za produkt příboje miocenního moře nebo stepní větrné koraze. (Tyto prohlubně byly později označovány též jako Jüttnerovy jámy, viz např. RUBÍN 1964.) JÜTTNER (1922) se zmínil též o škrapech (Karren) na vodorovných nebo mírně skloněných vápencových plochách a jejich vznik vysvětlil rozpouštěcí činností atmosférické vody; jiné jamky zase považuje za výsledek činnosti „vrtavých hub" rodu *Vioa*. Na hojný výskyt škrapů zejména ze hřbetu Děvína a Turoldu upozornil VALOUŠEK (1926) a zmínil se též o skalních dutinách v Soutěsce a okolí, na jz. svahu Stolové aj. Užívá pro ně označení „koflíkovité vyhloubeniny" nebo „vírové jámy" a přiklání se k názoru K. Jüttnera, že jde o dílo výmolné činnosti vodních vírů na pobřeží miocenního moře, nebo rušivé činnosti „větrů stepních v dobách diluviálních". Za výsledek mořské abraze považuje „konkávní dutiny, podobné vchodům do jeskyní" též SCHNABEL (1933) a upozorňuje i na „vývrtové otvory" na skalách u Sirotčího hradu, vzniklé dle jeho názoru činností mořských mlžů rodu *Pholas*.

Skalním dutinám na stěně Soutěsky a v okolí věnovali větší pozornost DEMEK a MACKA (1953) a správně je vysvětlili jako produkt krasových procesů. Nasvědčují tomu miniaturní praménky (vývěry vody z puklin nebo tenkých kanálků) uvnitř některých prohlubní

a také výskyt drobných stalaktitů. Podle těchto autorů je vývoj dutin podporován též mechanickým zvětráváním a příznivější podmínky pro vývoj dutin jsou v kompaktním nežli brekciovitém vápenci. Vodou zvlhčovaný povrch stěn pod skalními dutinami je porostlý řasami, které tvoří nápadné tmavé pruhy. K podobným závěrům došel též Rubín (1964). Ivan a Kirchner (1996) považují tyto útvary za tafoni a upozorňují na význam převažující z. a j. expozice skalních stěn s dutinami (v Soutěsce a okolí, pod Kotlem a Stolovou horou). Vznik dutin vysvětlují kombinací chemického, mechanického (tzv. negativní exfoliací) i biogenního zvětrávání a upozorňují na zbytky Fe-Mn kůry ve stěnách některých prohlubní.

Výskyt škrapů je zmiňován ve většině publikací, věnovaných krasovým tvarům Pavlovských vrchů. Např. Bosák *et al.* (1984) v práci o krasu na Turoldu píše o „pemzovitém" vzhledu povrchu vápenců, typickém pro selektivní „škvárové" škrapy, které morfologicky dělí na cylindrické, puklinové a obecné škrapy.

4. Metodika a terminologie

Geomorfologický výzkum v oblasti Pavlovských vrchů byl autorem realizován zejména v letech 2011–2012, a to v rámci projektu „Implementace soustavy Natura 2000 v územích v péči Agentury ochrany přírody a krajiny ČR a jejich monitoring – inventarizační průzkumy". Hlavní pozornost byla věnována georeliéfu na vápencích na území NPR Děvín–Kotel–Soutěska, kde zejména vrch Děvín (554 m) se vyznačuje nejen největší koncentrací, ale též nejvýraznější diverzitou škrapových tvarů. Děvín je zároveň nejrozsáhlejším souvislým vápencovým návrším v oblasti Pavlovských vrchů a pro podrobnější geomorfologický výzkum a dokumentaci škrapů zde byly vymezeny tři vzájemně odlišné územní segmenty (viz obr. 2 a kapitoly 5.1–5.3). V zájmu maximální ochrany biotopů byl terénní výzkum na území národní přírodní rezervace realizován mimo hlavní vegetační období, což platí i pro orientační studie v ostatních, rovněž chráněných lokalitách na území CHKO Pálava (Stolová hora, 459 m, Kočičí skála, 362 m, Turold, 385 m, Svatý kopeček, 363 m, Šibeniční vrch, 238 m aj.) i na vápencových návrších v rakouském pokračování tohoto území až po obec Falkenstein (vrchy Schweinbarther Berg 337 m, Höhlenstein 390 m, Falkenstein 415 m, Kreuzberg aj.).

Podkladem pro terénní dokumentaci a pro sestavení grafických příloh (obr. 1, 2, 5) byly Základní mapy ČR v měřítku 1:10 000, listů: 34-12-25, 34-14-05 a 34-14-10.

Typologii a terminologii škrapů z rozličných krasových oblastí byla v karsologické literatuře už věnována poměrně velká pozornost. Základy moderní typologie škrapů podali např. Bögli (1960), Sweeting (1972) a Panoš (1980, 2001), nově též Ford a Williams (2007) a Ginés *et al., eds*. (2009) aj.; ve vápencových oblastech Slovenského krasu jim pozornost věnovali Bella *et al.* (2009) a Bella a Gaál (2010).

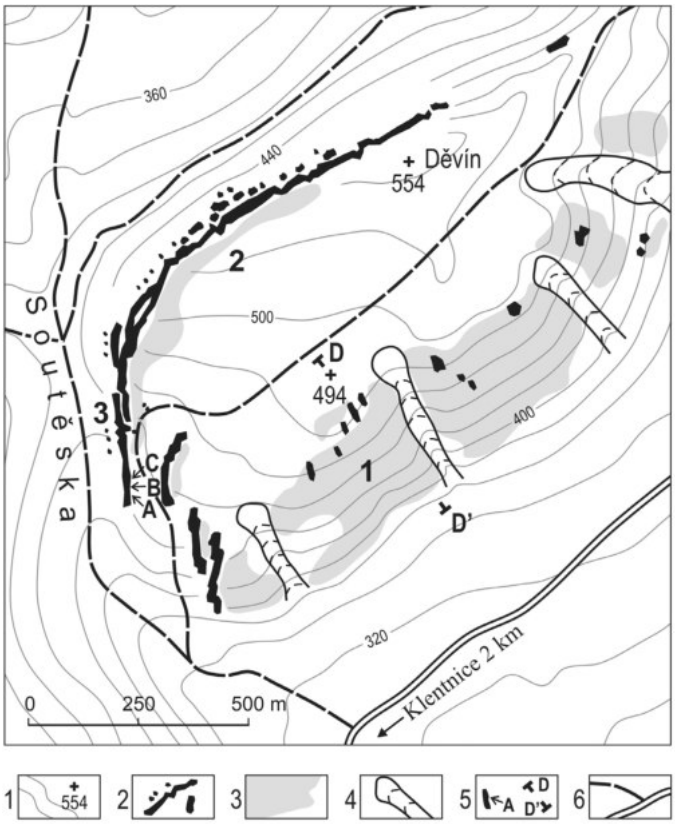
Terminologie a typologie výše uvedených autorů byla využita při morfogenetické charakteristice většiny škrapových tvarů, uvedených v tomto příspěvku. Na vápencích Pavlovských vrchů bylo registrováno nejméně 13 typů škrapů (v závorce jsou uvedeny jejich mezinárodní ekvivalenty): puklinové škrapy (grikes, joint karren, kluftkarren), jamkové š. (pit karren), škrapové skalní hřebeny (lapiés crets, karren rock ridges), škvárovité š. (slaggy karren), rourovité š. (tubular karren), rýhové š. (rillenkarren), hrotovité š. (pointed karren, spitzkarren), oblé š. (rundkarren), kamenice (kamenitzas, solution pans), krasová dlažba neboli ploché š. (plane karren, flachkarren), stěnové š. (wandkarren), voštinové š. (cellular karren) a dutinové š. (cavernous karren).

5. Geomorfologická charakteristika škrapů ve vápencích Pavlovských vrchů

V oblasti Pavlovských vrchů jsou škrapy součástí skalních výchozů tvořených zejména ernstbrunnskými vápenci. Některé z nich (např. škrapové hřebeny, škvárovité, puklino-

vé a jamkové škrapy) jsou poměrně hojně rozšířené, v zájmu komplexnosti byly ke škrapům zařazeny též skalní dutiny (dutinové škrapy), jejichž výskyt je charakteristický právě pro studovanou oblast. Jako modelová území s výskytem všech registrovaných typů škrapů v oblasti Pavlovských vrchů byly vybrány 3 segmenty vrchu Děvín (554 m) a bližší pozornost je jim věnována v kapitolách 5.1–5.3. V následující části této kapitoly je podán přehled škrapů na ostatních místech Pavlovských vrchů i několika lokalitách v rakouském pokračování tohoto území (Falkensteiner Höhenzügen). Některé zkratky užívané v kapitolách 5.1–5.3: hl. = hloubka, š. = šířka, v. = výška.

Výraznými skalními mikroformami až mezoformami jsou **škrapové hřebeny**, vzniklé rozčleněním vrcholových částí okrajových skalních útvarů nebo svahových hřbetů dle puklin, případně v závislosti na litologii a struktuře vápenců. Vedle četných míst na svazích Děvína (viz kapitoly 5.1 a 5.2, obr. 2) lze uvést příklady z řady dalších návrší, např. ze s. svahu hradního vrchu Děvíčky (vrcholky útvarů Tři panny), ze skalních útesů na z. a sz. svahu Obory (Trůn, Martínka aj.), na skalních věžích a blocích Růžového vrchu pod Sirotčím hrádkem, na v. a z. svazích Stolové hory (na Klentnických a Bavorských skalách), na z. a jz. svahu Svatého kopečku, jz. svahu Šibeničního vrchu, podobně jako na rakouských návrších Schweinbarther Berg, Kreuzberg, Falkenstein aj.

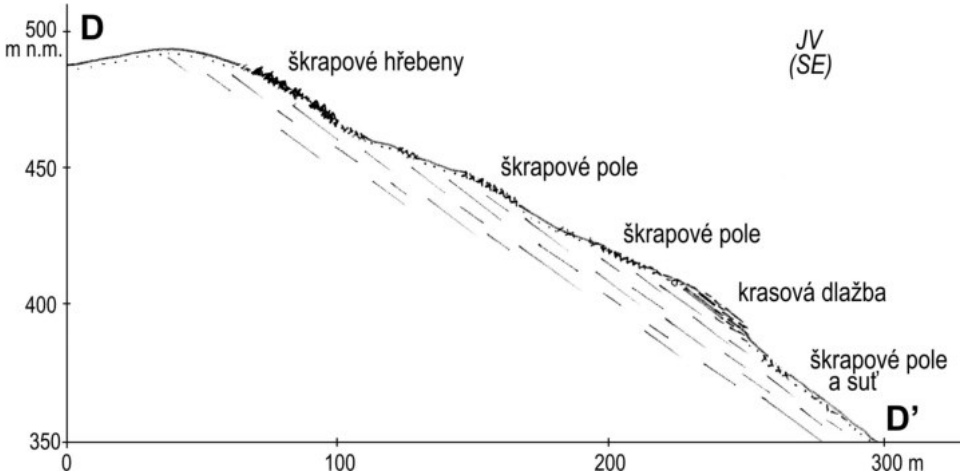


Obr. 2. Mapa vrchu Děvín (554 m) s vyznačením lokalit škrapů (segmenty 1, 2, 3 – viz kapitola 5,1–5,3). Vysvětlivky: 1 – vrstevnice po 20 m; 2 – skalní stěna, skalní hřeben, blok, balvan; 3 – škrapové pole; 4 – úpad a strž; 5 – lokalizace profilů A, B, C – viz obr. 15, profil D–D` – viz obr. 5; 6 – silnice, cesta.

Fig. 2. Map of the Hill Děvín (554 m a.s.l.) with lapiés localities (segments 1, 2, 3 see chapter 5,1–5,3). Explanations: 1 – contour lines with interval 20 m; 2 – rock wall, rock crest, block, boulder; 3 – karrenfeld; 4 – dell and gully; 5 – profiles A, B, C – sse Fig. 15, profile D–D´ – see Fig. 5; 6. road, track.

Obr. 3. Škrapový hřeben (útvar Koruna) pod hranou sz. svahu vrchu Děvín. Foto J. Vítek.
Fig. 3. Crest with lapiés (rock formation Koruna) beneath the edge of the NW slope of Hill Děvín. Photo J. Vítek.

Obr. 4. Oblé a puklinové škrapy na hřbetu vrchu Höhlenstein v rakouském pokračování Pavlovských vrchů; v pozadí hradní vrch Falkenstein. Foto J. Vítek.
Fig. 4. Rundkarren and grikes (kluftkarren) on the top of the Hill Höhlenstein in prolongation of the Hills Pavlovské vrchy in Austria; in background Hill Falkenstein with the castle. Photo J. Vítek.



Obr. 5. Profil (D–D`) jihovýchodním svahem vrchu Děvín; lokalizace viz obr. 2.
Fig. 5. Profile (D–D´) of the S-E slope of Hill Děvín; location see Fig. 2.

Na odkrytých svazích jsou místy vyvinuta **škrapová pole**, tvořená soustavou drobných výchozů vápenců. Plošně nejrozsáhlejší pokrývají jv. až jjv. svah Děvína (viz kapitola 5.1), menší plochy tvoří při sz. a z. hraně téhož vrchu (viz kapitola 5.2), podobně jako nad skalnatou hranou z. výběžku Obory (tj. nad a mezi skalními útesy Martínky a Trůnu) a na jjv. svahu Pálavy. Různě velká škrapová pole jsou i na Stolové hoře, zejména na v. a jv. svahu, na sz. výběžku (elevace 420 m n.m.) a mezi skalními hřebeny a útesy na z. až jjz. svahu; na Svatém kopečku pokrývají značnou část jv. až jz. svahu, menší plochy zaujímají i na svazích obou elevací Šibeničního vrchu.

Součástí škrapových polí a některých dalších skalních výchozů jsou rozličné typy škrapů. Mimo vrch Děvín (kapitoly 5.1–3) patří k významnějším lokalitám jejich výskytu též vrch Turold, i když většinu tvarů povrchového krasu (viz JÜTTNER 1922, VALOUŠEK 1926) zde zničila dřívější těžba vápence. Několik skalek a balvanů nad lomovou stěnou a s. od vrcholku člení **jamkové**, **rourovité** a **puklinové škrapy** (sledující směry puklin 55°, 105° a 153°), sdružované též pod pojem **škvárové škrapy** (např. BOSÁK *et al.*, 1984). Pod horní hranou lomové stěny jsou odkryty též **voštinové škrapy** – drobné prohlubně s rozměry 3–13 cm a hloubkou do 5 cm, vymezené mřížkovitě uspořádanými lištami (obr. 8) z odolnějších poloh horniny. Puklinové a jamkové škrapy jsou běžné také na subhorizontálních a subvertikálních stěnách Kočičí skály, na četných výchozech na svazích Stolové hory, Svatého kopečku, Šibeničního vrchu aj.

Ve výběžku Pavlovských vrchů na rakouském území byly na j. hřbetu Höhlensteinu u Falkensteinu registrovány krasové mikroformy, které lze řadit mezi **oblé škrapy** (obr. 4). V délce asi 15 m a šířce 2–4 m tvoří soustavu nízkých (do 30 cm) a převážně úzkých (5–25 cm) oblých hřbítků (se sklonem k JV), vzájemně oddělených puklinovými mezerami, vyplněnými půdou s travnatou aj. vegetací. Oblé škrapy se obvykle zprvu tvoří pod půdní pokrývkou, což je zřejmé i z této lokality.

K pozoruhodným a pro studované území charakteristickým krasovým mikroformám patří **dutinové škrapy** – oblé skalní dutiny na subvertikálních skalních stěnách. Jejich známé a v literatuře často zmiňované lokalitě na stěně Soutěsky bude věnována pozornost v kapitole 5.3. V obdobné morfogenetické pozici a v různých stadiích vývoje se tyto dutinové tvary vyskytují i na jiných místech (např. VALOUŠEK 1926 na ně upozornil na z. svahu Stolové hory). Několik dutin se zahlubuje též do stěn skalních útvarů Martinka a Obří kámen na zsz. svahu Obory. Nacházejí se ve vyšší části stěn, tvořené celistvým vápencem. Některé dutiny (s rozměry do 50 cm a hloubkou kolem 30 cm) mají oválný tvar, většinou

jsou svisle protáhlé (až na 1 m) dle puklin a nahoře (pod převislou partií) se nálevkovitě zužují. Také na stěně nejjižnějšího útvaru této skalní skupiny se mělké dutiny (o průměru asi 40 cm a hloubce do 10 cm) zahlubují pod převislou (exfoliací částečně vyčleněnou) šupinou. Totéž platí o dutině v počátečním stadiu vývoje na skalní stěně pod hradem Děvíčky v sousedství útvarů Tři panny.

5.1 Jihovýchodní svah Děvína

Tento segment (viz obr. 2 a 5) zaujímá bezlesou (stepní) část jv. svahu Děvína, přibližně 0,5–1 km jižně od vrcholu (v 554 m n. m.), a to od oblé horní hrany svahu (zvýrazněné oblou elevací v 494 m n. m.), po téměř souvislý lesní porost ve spodní části svahu. Touto partii svahu prochází výrazný, převážně zarostlý erozní zářez. Začíná při hraně svahu úpadem a postupně se prohlubuje do strže.

V horní části svahu vystupují po obou stranách strže skupiny skalních výchozů ernstbrunnských vápenců. Tvoří soustavu hřebínků, protáhlých až několik desítek metrů po svahu a převyšujících okolí o 3–6 m. Zejména na třech výchozech pod elevací 494 m vznikla hustá síť škrapů. První skalka (jz. od horního okraje strže) je 12 m dlouhá, 5,5 m široká a nejvíce (od spodního úpatí) 4,5 m vysoká. Je zcela rozčleněna **puklinovými** a **hrotovitými škrapy**, respektive soustavou úzkých (5–40 cm širokých) hřebínků a břitů (obr. 6), protáhlých ve směru SZ-JV až SSZ-JJV (např. dle puklin 117°, 137°, 142°, 150°, 157°, 160° atd.) a vzájemně oddělených úzkými, až 1,2 m hlubokými mezerami. Ty jsou zčásti vyplněny půdou a prorůstá jimi bylinná i dřevinná vegetace.

Pro subvertikální stěny a subhorizontální plochy druhého (směrem k JZ) skalního hřbebenu (dlouhého 40 m, širokého 5–18 m a vysokého až 4 m) jsou charakteristické zejména jamkové, puklinové a rourovité škrapy. **Jamkové škrapy** – drobné dolíčkovité prohlubně s rozměry a hloubkou 1–5 cm – často představují zárodečný tvar pro vývoj dalších škrapů. Jejich spojováním dle puklin se tvoří protáhlé puklinové škrapy, rozšiřováním a prohlubováním jamek vznikají též rourovité škrapy. **Puklinové škrapy** jsou převážně úzké štěrbiny (protáhlé ve směru výše uvedených puklin), buď otevřené na jedné nebo na obou stranách, případně uzavřené (tyto jsou široké obvykle 2–4 cm, nejvíce 12 cm, a dlouhé 15–60 cm). Štěrbiny nejsou vždy přímé, ale mívají též hrbolatý až klikatý průběh, a to buď v závislosti na litologii nebo pokud vznikají spojováním jamkových škrapů. Mnohde na sebe navazují téměř pravoúhle nebo šikmo (pod úhly 60°, 120° aj.), jsou hluboké od několika cm do desítek cm a nezřídka zcela perforují, případně destruují okrajové skalní výčnělky (obr. 10) nebo samostatné balvany. Totéž platí o **rourovitých škrapech** – kruhovitých nebo oválných prohlubních (obr. 11) s obvyklým průměrem 4–15 cm a hloubkou až několika decimetrů. Např. na skloněném j. okraji skalního výchozu byla dokumentována oválná prohlubeň s otvorem 13×12 cm a hl. 42 cm, ústící menším otvorem i na spodní straně. Mnohé prohlubně jsou částečně vyplněné půdou s trsy travin i mladých dřevin. Šikmý povrch některých výchozů je zbrázděný nedokonale vyvinutými **rýhovými škrapy**, vzniklými korozními účinky stékající srážkové vody. Tvoří soustavu drobných (do 0,5–1 cm širokých i hlubokých), většinou nepravidelných rýh, protáhlých ve směru sklonu a vzájemně oddělených ostrými přepážkami.

Výrazným škrapovým členěním se vyznačuje i třetí skalní výchoz na j. temeni elevace 494 m, dlouhý 6,5 m (dle sklonu svahu), široký 4 m a vysoký až 4,5 m. Kromě hojných puklinových, jamkových a rourovitých škrapů zde byla dokumentována miskovitá prohlubeň **kamenice** (obr. 7), zahloubená do subhorizontální plochy na jv. okraji výchozu. Její rozměry jsou 18,6 cm (ve směru 130°) × 14,2 cm (20°), největší hloubka (v ssv. části) 9,5 cm. Stěny misky jsou mírně převislé, dno je drsné a téměř ploché, po dešti zaplněné vodou (při dokumentaci 23. 3. 2012 zde byly nalezeny vývržky hmyzožravého ptáka).

V nižší, poněkud mírnější části svahu přecházejí skalní výchozy do soustavy nesouvislých škrapových hřebínků, vysokých 1–2 m a protáhlých ve směru sklonu svahu. Mnohé se vyznačují asymetrickým profilem (s převislou jz. stranou), zřejmě kontrolovaným texturou

Obr. 6. Škrapová skalka s puklinovými a hrotovitými škrapy v horní části jv. svahu Děvína. Foto J. Vítek.
Fig. 6. Stone formation with lapiés (kluftkarren and pointed karren) in the upper part of the SE slope Hill Děvín. Photo J. Vítek.

Obr. 7. Kamenice (malá skalní mísa) na okraji skalního výchozu na jv. svahu Děvína. Foto J. Vítek.
Fig. 7. Kamenitza (small solution pan) on the rim of the rock outcrop on the SE slope of Hill Děvín. Photo J. Vítek.

Obr. 8. Voštinové škrapy v horní části stěny vápencového lomu na Turoldu. Foto J. Vítek.
Fig. 8. Cellular karren in the upper part of the wall of the limestone quarry on Hill Turold. Photo J. Vítek.

Obr. 9. Krasová dlažba (ploché škrapy) na jv. svahu Děvína. Foto J. Vítek.
Fig. 9. Stone pavement (plane karren) on the SE slope of Hill Děvín. Photo J. Vítek.

Obr. 10. Hustá síť puklinových a škvárovitých škrapů na nízkém vápencového skalním výchozu na jv. svahu Děvína. Foto J. Vítek.

Fig. 10. Dense network of grikes and slaggy karren on the low limestone rock outcrop on the SE slope of Hill Děvín. Photo J. Vítek.

Obr. 11. Rourovité a puklinové škrapy v subvertikální stěně výchozu na jv. svahu Děvína.

Fig. 11. Tubular karren and grikes on steep wall of the small outcrop on SE slope of Hill Děvín. Photo J. Vítek.

vápencového souvrství. Totéž je patrné i na okolních drobných výchozech – **oblých škrapech**, vysokých i širokých 10–30 cm (výjimečně 60 cm) a vzájemně oddělených ploškami s půdou a vegetací.

Spodní část jv. svahu Děvína je do značné míry pokryta **škrapovými poli** s rozličnými typy škrapů, které se poněkud liší v partiích sv. a jz. od zarostlé erozní strže. Svah sv. od strže má zprvu mírnější sklon (30°) a vápencové výchozy zde byly destruovány podle puklin, jdoucích napříč sklonu svahu (např. směrů 115°, 122°, 128° aj.), do **puklinových škrapů**, až 0,5 m hlubokých a tvořících soustavy dlouhé až několik desítek metrů. Ostré hrany ploch výchozů i způsob rozpadu svědčí i o významné roli gelivace. V nižší, strmější části svahu jsou skloněné vrstvy vápenců (až 50° k JJV) rozčleněné do soustavy drobných stupňovitých (schodovitých) výchozů, vyčleněných dle subvertikálních nebo šikmých puklin. Směrem vzhůru se proto se tyto skalky stříškovitě až hrotovitě zužují a lze je považovat za **hrotovité škrapy**.

Také svah jz. od erozní strže (tj. pod třemi výše popsanými skalními hřebeny) je tvořen téměř souvislým škrapovým polem (viz též obr. 2 a 5), vzniklým rozrušením vápencových vrstev, skloněných 30–45° k JV. V závislosti na struktuře a textuře zde vznikly dva hlavní typy škrapů. **Puklinové škrapy** člení skloněné vápencové vrstvy do hřebínků, vysokých a širokých okolo 0,5 m a protáhlých ve směru sklonu svahu (dle puklin 127°, 130°, 140°, 143°, 155°, 161° atd.; směry příčných puklin jsou 60°, 63°, 9° aj.). Mezery mezi těmito drobnými výchozy jsou buď úzké a sevřené, nebo širší, vyplněné půdou s vegetací. V nižší, mírně konvexní části svahu vystupují deskovitě vrstevnaté vápence (se sklonem 35° k JV), tvořící několik menších skalních hřebínků a místy též **krasovou dlažbu** (respektive **ploché škrapy**). V důsledku koroze, exfoliace a gelivace dochází na skalním povrchu k odčleňování různě velkých (od několika cm po 20–40 cm) a převážně tenkých (2–5 cm, výjimečně 10–15 cm) vápencových desek, které se dle puklin rozpadají v přibližně čtvercových, obdélníkových, trojúhelníkových nebo nepravidelných tvarech (obr. 9). Uvolněné ploché kameny jsou přemisťovány gravitací a akumulují se ve spodní části svahu. (Tyto partie tak lze zčásti považovat za degradované škrapy.)

5.2 Hrana západního svahu Děvína

Tento úsek zaujímá partii při skalnaté hraně sz. a z. svahu Děvína, a to od vrcholové kóty (554 m) asi 0,5 km jz. směrem, kde (již nad stěnou Soutěsky) mění směr k J. Hrana odděluje strmý svah kuesty, tvořený svislou nebo stupňovitou skalní stěnou, od mírnějšího týlového svahu kuesty, sledujícího sklon vápencových vrstev k JV až JJV. Tyto strukturní poměry se projevují i na geomorfologii škrapových polí v bezprostředním okolí vrcholu Děvína; plochy drobných skalních výchozů jsou na strmějším sz. svahu vymezeny šikmými až subvertikálními puklinami (směrů 39°, 42°; 136°, 147° atd.), kdežto na mírnějším týlním svahu jde o skloněné (30–55° k JJV) vrstevní plochy.

Hrana svahu stupňovitě klesá k JZ, kde ji zvýrazňuje několik skalnatých elevací s členitou a posléze souvislou skalní stěnou na sz. svahu. Gravitační svahové pohyby zde vedly k odčlenění a odklonu mohutných skalních bloků, jejichž vrcholové i boční partie byly korozí a gelivací modelovány do **škrapových hřebenů** s výrazně členěnými vrcholovými partiemi (např. útvar zvaný Koruna, obr. 3).

V místě, kde dochází ke změně směru svahu k JZ na JJZ až J (tj. nad skalními stupni přecházejícími do stěny Soutěsky – viz 5. 3), tvoří hranu svahu stupňovitě klesající skalnatý hřebínek, destruovaný v okrajových partiích gelivací a exfoliací. Vyznačuje se velkou koncentrací škrapových tvarů (zmíněných již Valouškem 1926). Převážně jde o **puklinové škrapy**, dlouhé v rozmezí 10–80 cm, široké až 8 cm, hluboké do 30 cm a většinou se tvořící rozšiřováním a spojováním **jamkových škrapů** (tj. drobných jamek s rozměry a hloubkou několik cm). Štěrbiny škrapů na sebe místy navazují téměř pravoúhle. Úzké puklinové škrapy jsou běžné i na subvertikálních skalních plochách. Příkladem je asi 1,5 m vysoký stupeň skalní hrany, zbrázděný soustavou až 60 cm dlouhých, 3–6 cm širokých a až 20 cm hlubo-

kých škrapů. Na ně místy navazují mělké, ale rovněž ostře vymezené **rýhové škrapy**, vzniklé bez zjevné závislosti na průběhu puklin. Vzhledem k jejich poloze pod drnovými porosty (které jsou „zásobárnou“ stékající vody) nad skalní hranou lze tyto škrapy považovat též za dekantační.

Na svislých stěnách skalní hrany se tvoří též **voštinové škrapy**. Např. do 2 m vysokého výchozu (již nad stěnou Soutěskou) se zahlubuje několik desítek samostatných nebo vzájemně propojených jamek s rozměry a hloubkou do 5 cm. Některé zjevně sledují průběh puklin, vznik jiných byl patrně podpořen střípkovitou odlučností vápenců. Na vodorovných plochách se postupným zvětšováním, případně spojováním jamkových škrapů tvoří též miskovité škrapy – **kamenice –** s plochým, hrbolatým dnem a mírně převislými stěnami; největší má rozměry 41 cm (ve směru 100°) × 15,5 cm (25°) a je 11 cm hluboká. Poblíž se nachází dvojice menších a navzájem spojených kamenic šlépějovitého tvaru. Běžné jsou i **rourovité škrapy**, buď prázdné (např. s rozměry otvoru 11×9 cm a hloubkou 18 cm), nebo částečně vyplněné půdou (včetně drobných úlomků horniny) a vegetací.

5.3 Stěna Soutěsky

Soutěskou je nazýván tektonicky podmíněný a erozí zvýrazněný údolní tvar, oddělující jz. část vrchu Děvín (554 m) od v. svahu vrchu Obora (483 m). Východní část Soutěsky tvoří skalní stěna z ernstbrunnských vápenců, která na S volně předchází do skalnatého sz. svahu Děvína; celé defilé je tak nejrozsáhlejším skalním výchozem v Pavlovských vrchách. Stěna Soutěsky je ve směru přibližně J-S dlouhá 400 m, asi uprostřed délky ji částečně snižuje sedlo a dělí ji tak do dvou poněkud odlišných částí.

Severní část stěny (obr. 12) je ve svislém profilu tvořena dvěma až třemi stupni, oddělenými několik metrů širokými travnatými terasami. Ani stěny skalních stupňů nejsou pří-

Obr. 12. Celkový pohled na stěnu Soutěsky na jjz. okraji vrchu Děvín; patrné je střídání konvexních a konkávních části se vznikem převisů. Foto J. Vítek.

Fig. 12. General view of the wall of the gorge Soutěska in the SSW part of Hill Děvín; this is evident changing convex and concave sections with forming of overhangs. Photo J. Vítek.

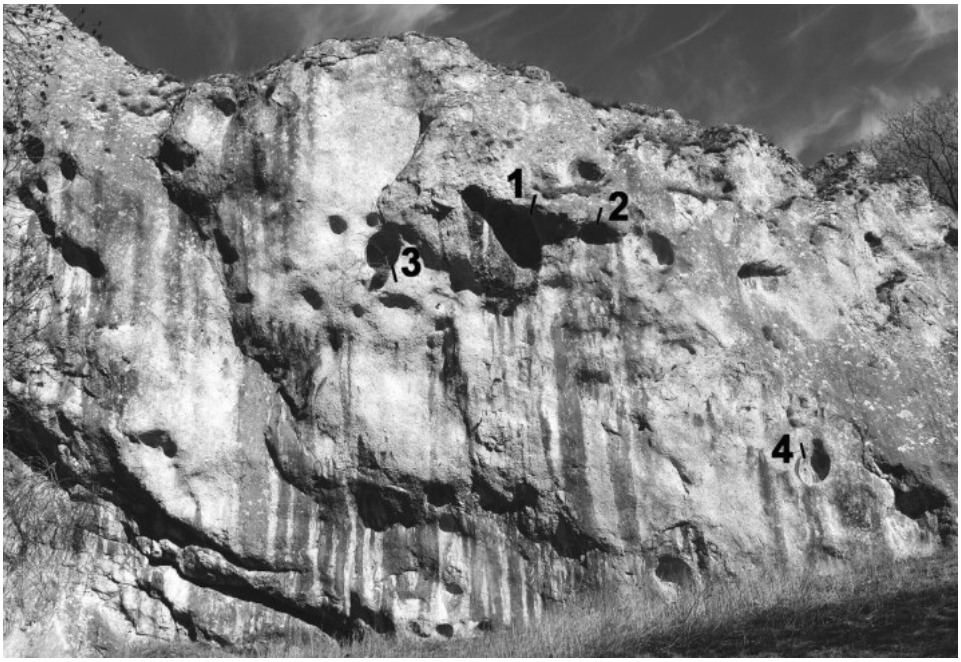
mé, ale v příčném profilu mají více či méně zřetelný „esovitý“ (respektive „vlnkovitý“) průběh, ve kterém se střídají konvexní (převislé) části s konkávními (vhloubenými) tvary. V partii přechodu části konvexní do konkávní se místy tvoří převisy. Např. v s. části stěny Soutěsky je dvěma převisy členěn prostřední, asi 10 m vysoký skalní stupeň. Zvláště výrazný převis (asi 15 m dlouhý, 3 m hluboký a v otvoru 4 m vysoký) vznikl pod hranou stěny s. od sedla Soutěsky (v místě zvaném Sauloch). Jeho dno je součástí terasy oddělující spodní stupeň skalní stěny. Do konkávní zadní stěny převisu se zahlubuje několik skalních dutin (až 30 cm širokých a 15 cm hlubokých), buď oválných s hlubší a širší horní části nebo svisle protáhlých dle puklin. Do některých dutin shora ústí tenký kanálek.

Poněkud odlišný ráz má jižní polovina stěny Soutěsky. Subvertikální skalní stěna je zde v podstatě přímá, tj. bez terasovitých stupňů, ale i zde lze v příčném profilu sledovat „esovitý“ průběh se vznikem konvexních a konkávních tvarů, až převisů. Zčásti to platí i pro nápadný a v zsz. části převislý věžovitý útvar (zvaný Dračí hlava), vystupující nad sedlem Soutěsky. Pod ním je skalní stěna přes 20 m vysoká a v šířce asi 10 m ji člení soustava **stěnových škrapů** (obr. 13). V horní, konvexní části stěny začínají jako puklinové škrapy a v hlavní subvertikální části tvoří soustavu žlábků, hlubokých převážně 5–15 cm, místy až 40–80 cm. Některé žlábky zřetelně sledují směr puklin (směrů 112°, 118°, 127° atd.), jiné mají nepravidelný průběh s konkávním dnem a místy se prohlubují nebo spojují do svisle protáhlých dutin. Žlábky jsou navzájem odděleny oblými nebo hrbolatými hřbítky širokými 10–40 cm. Tyto stěnové škrapy vznikly chemickým i mechanickým působením srážkové vody (stékající povrchově nebo prolínající puklinami a tenkými kanálky), významně kontrolovaným strukturními a litologickými poměry horniny.

Obr. 13. Střední část stěny Soutěsky (pod útvarem Dračí hlava) se soustavou stěnových škrapů. Foto J. Vítek.

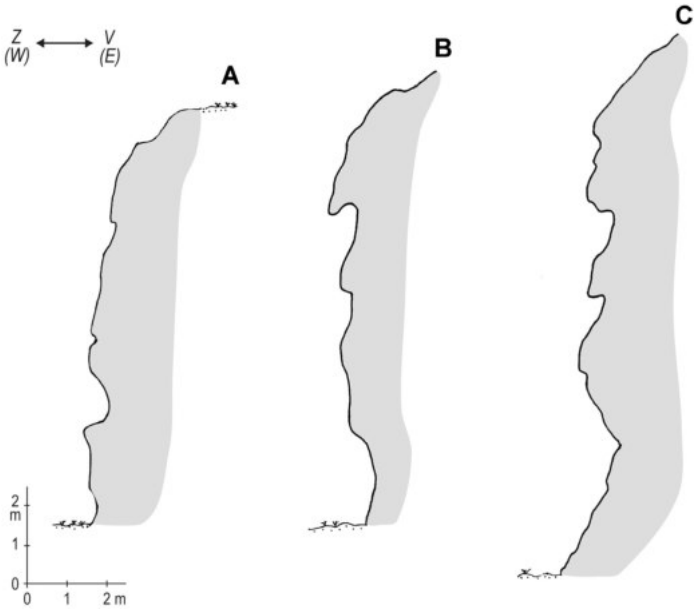
Fig. 13. Central part of the wall of the gorge Soutěska with the system of wandkarren. Photo J. Vítek.

Pro následující část skalní stěny Soutěsky jsou charakteristické vhloubené krasové mikroformy – převisy a skalní dutiny. Zejména do nejjižnější části skalní stěny (8–15 m vysoké) se na úseku asi 40 m dlouhém zahlubuje několik desítek oválných dutin (obr. 14, 15, 16), které lze označit jako **dutinové škrapy**. Patří k nejznámějším tvarům povrchového krasu ve vápencích Pavlovských vrchů, jimž věnovala pozornost už řada autorů (Jüttner 1922, Valoušek 1926, Schnabel 1933, Demek a Macka 1953, Ivan a Kirchner 1996 a jiní, viz též 3. a 6. kapitola). Dutiny mají oválný nebo vejcovitý tvar, jsou protáhlé buď subhorizontálně ve směru zvrstvení, nebo subvertikálně dle průběhu puklin. Vyskytují se v různém stadiu vývoje a rozličných tvarových varietách. Některé (obvykle na téměř svislých skalních plochách) mají tvar souměrně okrouhlých misek (s rozměry 10–60 cm a hloubkou 5–20 cm), četnější a také výraznější jsou dutiny, které se zahlubují v místě „ostřejšího“ přechodu konvexní (převislé) části stěny do konkávní části (viz též obr. 15 a 16). Některé z těchto dutin se výklenkovitě rozšiřují (nebo vzájemně spojují), mnohé se od otvoru do nitra částečně zvyšují (téměř výhradně ve stropní části) a bočně rozšiřují; morfologicky tak připomínají dutiny typů tafoni nebo basis-tafoni.



Obr. 14. Jižní část stěny Soutěsky s dutinovými škrapy (1–4 lokalizace dutin popisovaných v kapitole 5.3). Foto J. Vítek.

Fig. 14. Southern part of the wall of the gorge Soutěska with cavernous karren (1–4 location of the rock holes described in the chapter 5.3). Photo J. Vítek.



Obr. 15. Profily (A, B, C) stěnou Soutěsky s dutinovými škrapy (skalními dutinami); lokalizace viz obr. 2.

Fig. 15. Profiles (A, B, C) of the gorge Soutěska wall with cavernous karren (solution rock holes); location see Fig. 2.

Charakteristika a rozměry vybraných skalních dutin (lokalizace viz obr. 14):

1. Výrazná dutina asi 6 m nad úpatím skalní stěny, vzniklá propojením a rozšířením nejméně tří původních prohlubní na rozmezí konvexní a konkávní částí stěny. Rozměry dutiny (viz též profil B na obr. 2 a 15): v. otvoru 126 cm, vnitřku 133 cm; š. otvoru 122 cm (sklon 40° k J), vnitřku 126 cm a hl. 58 cm.
2. Horizontálně protáhlá dutina v j. sousedství předchozí. Rozměry: v. 58 cm (uvnitř se pod převislou horní částí zvyšuje na 63 cm); š. 96 cm a hl. 38 cm.
3. Oválná dutina v konkávní části stěny (asi 2 m s. od dutiny č. 1). V horní části zadní stěny dutiny ústí tři kanálky (o průměru asi 0,5 cm). Mírně skloněné dno dutiny je již v konvexní části stěny a při dokumentaci (r. 2011–2012) bylo překryto několik cm mocnou vrstvou zeminy s travnatým trsem a mladým jedincem dřeviny (mahalebka obecná, *Prumus mahaleb*). Rozměry dutiny: v. 63 cm, š. 48 cm (uvnitř 56 cm), hl. 41 cm.
4. Samostatná dutina vejcovitého tvaru asi 2,5 m nad úpatím stěny (viz profil A na obr. 2 a 15). Rozměry: v. 113 cm; š. 96 cm (uvnitř se v j. části rozšiřuje na 112 cm) a hl. 46 cm. Do zadní stěny ústí několik tenkých kanálků. Pod touto dutinou je při úpatí skalní stěny menší a mělčí miskovitá prohlubeň. Řada dalších dutin (vodorovně rozšířených až na 1 m) člení úpatí skalní stěny i v s. sousedství.

Při úpatí jjv. okraje skalní stěny Soutěsky vznikl kombinací krasových a kryogenních procesů jeskynní výklenek s rozměry: hl. 2,4 m, š. 2,1 m a v. 1,2–1,9 (otvor) m a skalnatým, žlábkovitě členitým dnem.

Obr. 16. Detail jižní částí stěny Soutěsky s dutinovými škrapy. Foto J. Vítek.
Fig. 16. Detail of southern part of the gorge Soutěska wall with cavernous karren. Photo J. Vítek.

6. Diskuse a morfogenetický souhrn

Významnou součástí georeliéfu Pavlovských vrchů jsou tvary povrchového krasu – škrapy. Z analýzy těchto mikroforem (případně mezoforem) na ernstbrunnských vápencích jurského až křídového stáří je zjevné, že jejich vznik a vývoj byl do značné míry kontrolován litologickými, strukturními a texturními poměry. Souvrství ernstbrunnských vápenců se vyznačuje poměrně značnou nesourodostí. Ta je dána jednak poměrně velkou litologickou variabilitou (vápence obsahují složky autochtonní i redeponované, místy došlo i k dolomitizaci – viz ELIÁŠ 1992, STRÁNÍK *et al.* 1999 aj.), jednak přítomností tektonických a zřejmě též synsedimentárních deformací. Na význam litologie a mikrostruktury při krasovění dolomitických vápenců upozornil např. BOSÁK *et al.* (1984), který za jednu z příčin vzniku hojných členitých škrapových tvarů (jím sdružovaných pod pojmem škvárové škrapy) považuje selektivní odstranění mikritové složky mezi dolomitovými klenci v hornině a desintegraci podél ploch dolomitových klenců.

Tento proces, podporovaný gelivací (případně exfoliací), se nepochybně uplatňuje i při vývoji členitých skalních tvarů (škrapových hřebenů), jejichž vzhled je významně kontrolován i průběhem puklin. Přítomnost puklin do značné míry ovlivňuje vznik a vývoj puklinových škrapů, stěnových žlábkových škrapů (dosahující ve stěně Soutěsky souvisle délky až 10 m, viz kapitola 5.3), jakož i oblých škrapů, tvořících se alespoň v počáteční fázi vývoje pod půdní pokrývkou. Také pro vznik některých jamkových (případně dutinových a rourovitých) škrapů je významná přítomnost puklin nebo mikrotektonických poruch. Jimi proniká srážková voda, což místy vede i ke vzniku korozních kanálků (registrovaných již DEMKEM a MACKOU 1953).

Bez zjevné závislosti na průběhu puklin se korozí plošně stékající srážkové (nebo dekantační) vody místy tvoří rýhové škrapy – drobné žlábky (kolem 1 cm hluboké i široké), oddělené ostrými hřebínky. Na celistvé („nerozpukané“) hornině hraje významnou roli při vzniku škrapů přítomnost iniciální prohlubně (drobné jamky) na skalním povrchu, často vzniklé v důsledku tříšťnatého nebo lasturového lomu horniny. Obdobným způsobem se na subhorizontálním nebo šikmém skalním povrchu tak tvoří i jamkové, případně rourovité škrapy (mnohde prorostlé vegetací, včetně mladých jedinců dřevin) a mělké miskovité prohlubně – kamenice – s plochým nebo „hrbolatým“ dnem. Na subvertikálních stěnách vede korozní rozšiřování „iniciálních“ jamek ke vzniku voštinových škrapů. Vývoj voštin ve vápencích vysvětluje CÍLEK (1993) odlišným průběhem korozních procesů v konkávní a konvexní části jamky, na význam pórovité textury při vzniku voštin aj. mikroforem v chemogenních vápencích upozornili PILOUS (1985) a VÍTEK (1973). Jiný typ voštin (registrovaný např. na stěně lomu na Turoldu a uváděný též BOSÁKEM *et al.* 1983 z podzemí Jeskyně na Turoldu) je výsledkem selektivního vypreparování tvrdších žilek horniny, tvořících pak lišty mezi drobnými prohlubněmi.

V ostatních krasových oblastech České republiky vzácný, ale pro některé partie Pavlovských vrchů příznačný, je výskyt oválných dutin na subvertikálních skalních stěnách. V souladu se současnou karsologickou typologií (např. GOUDIE 2009) je řadím mezi dutinové škrapy. Těmto vhloubeným mikroformám byla v Pavlovských vrchách věnována pozornost už dříve (viz kapitola 3), ale teprve DEMEK a MACKA (1953) vysvětlili jejich vznik krasovými procesy – korozními účinky prolínající srážkové vody; důkazem občasného stékání vody jsou tmavé pruhy z povlaků řas pod mnoha dutinami. IVAN a KIRCHNER (1996) označují tyto tvary tafoni a kromě korozních účinků zmiňují význam negativní exfoliace a upozorňují na relikty Fe-Mn kůry na stěnách některých dutin. Na základě analýzy těchto tvarů (viz kapitola 5.3) se domnívám, že význam koroze při vývoji těchto dutinových škrapů je zásadní; za tafoni lze považovat ty dutiny, které se do nitra více či méně zahlubují pod odolnější povrchovou partií, což zdaleka neplatí pro všechny. Vznik mnohých dutin je významně kontrolován texturními poměry vápencového souvrství, respektive přítomnosti více či méně zřetelných (patrně již synsedimentárních) deformací, projevujících se též

morfologicky „prohnutím“ skalní stěny (viz obr. 15 a 16). Některé dutiny (včetně nejvýraznějších) se tvoří v místě zřetelného přechodu konvexně a konkávně prohnuté stěny a téměř vždy se rozšiřují i zvyšují ve své horní (až stropní) části. Morfologicky tak připomínají dutiny typu basis-tafoni, tvořící se na odlučných plochách vrstev nebo subhorizontálních puklin.

7. Závěr

Příspěvek podává geomorfologickou typologii povrchových krasových tvarů – škrapů – v mezozoických vápencích Pavlovských vrchů na jižní Moravě a na několika navazujících návrších na rakouském území. Ve studovaném území bylo registrováno 13 typů škrapů, z nichž některé patří k nejdokonaleji vyvinutým v krasových oblastech České republiky. Škrapové tvary tak významným způsobem přispívají k diverzitě neobyčejné hodnotné přírody Pavlovských vrchů. Území je součástí Chráněné krajinné oblasti Pálava, vyhlášené v roce 1976 na ploše 8332 ha (Mackovčin *et al.* 2007) a zároveň tvoří jednu ze stěžejních částí Biosférické rezervace Dolní Morava. Ochrana tvarů povrchového krasu, včetně škrapů, je zvýrazněna skutečností, že nejvýznamnější lokality jsou součástí maloplošných zvláště chráněných území – národních přírodních rezervací Děvín – Kotel – Soutěska a Tabulová – Růžový vrch – Kočičí kámen, přírodních rezervací Svatý kopeček, Turold a Šibeničník a přírodní památky Kočičí skála.

Zatímco z hlediska výskytu tvarů podzemního krasu je v oblasti Pavlovských vrchů nejvýznamnější lokalitou vrch Turold s veřejnosti přístupnou jeskyní (většina dalších krasových tvarů zde byla už dříve zničena těžbou vápenců), největší koncentrací i rozmanitostí povrchových krasových tvarů, včetně škrapů, se vyznačují výchozy ernstbrunnských vápenců na území NPR Děvín – Kotel – Soutěska. Většina výskytů škrapů zde nevyžaduje zvláštní ochrannou péči, protože se tyto lokality nacházejí mimo dosah turistických cest a jen některé (např. na stěnách skalního útvaru Martínka) jsou potenciálně ohroženy horolezeckou činností. Z tohoto důvodu je zamezení horolezecké činnosti na dalších lokalitách (např. na stěnách Soutěsky) zcela na místě.

LITERATURA

Balatka B., Czudek, T., Demek, J., Ivan, A., Sládek, J., 1974: Geomorfologie Pavlovských vrchů a jejich okolí. – *Sbor. Čs. Spol. zem.,* 79, 1–10.

Bella, P., Gaál, Ľ., Kilík, J., 2009: Kečovské škrapové pole. – *Acta carsolog. Slovaca*, 47, 2, 187–200.

Bella, P., Gaál, Ľ., 2010: Škrapy na južnom svahu Plešiveckej planiny v Slovenskom krase. – *Acta carsolog. Slovaca,* 48, 2, 209–222.

Bína, J., Demek, J., 2012: Z nížin do hor. Geomorfologické jednotky ČR. – Academia, Praha, 344 p.

Bosák, P., ed., Čadek, J., Horáček, I., Ložek, V., Tůma, S., Ulrich, J., 1984: Krasové jevy vrchu Turold u Mikulova. – *Studie ČSAV,* 5, 108 p.

Bögli, A., 1960: Kalklösung und Karrenbildung. – *Zeit. f. Geomorph., Suppl.* 2, 4–21.

Cílek, V., 1993: Voštiny ve vápenci. Krasové sedimenty. – *Knihovna Čes. spel. Sp.,* sv. 21, 87–89.

Čtyroký, P., Havlíček, P., Stráník, Z., Pálenský, P., 1995: Geologická a přírodovědná mapa CHKO a BR Pálava, 1:25 000. – ČGÚ, Praha.

Demek, J., Macka, M., 1953: Příspěvek k otázce mísovitých prohlubní ve vápencích Pavlovských vrchů. – *Sbor. Čs. Spol. zem.,* 58: 54–56. Praha.

Demek, J., Macka, M. *et al.*, 1970: Pavlovské vrchy a jejich okolí. – *Stud. geogr.,* 11, 198 s.

Demek, J. a Mackovčin, P., eds. (2006): Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon. – AOPK, Brno, 586 p.

Eliáš, M., 1992: Sedimentology of the Klentnice formation and the Ernstbrunn Limestone. – *Věst. Ústř. Úst. geol.,* 67, 179–196. Praha.

Ford, D., Williams, P, 2007: Karst Hydrogeology and Geomorphology. Wiley, Chichester, 562 p.

Ginés, A., 2009: Karrenfield landscapes and karren landforms, 13-24. – In: Ginés A., Knez M., Slabe T., Dreybrodt W., ed.: Karst rock features. Karren sculpturing. – *Carsologica,* 9, Založba ZRC, Ljubljana, 562 p.

Goudie, A. S., 2009: Cavernous weathering, 85–87. – In: Ginés A., Knez M., Slabe T., Dreybrodt W., ed.: Karst rock features. Karren sculpturing. – *Carsologica,* 9, Založba ZRC, Ljubljana, 562 p.

Hromas, J., ed. a kol., 2009: Jeskyně. – In: Chráněná území ČR, sv. XIV, AOPK ČR a EkoCentrum, Brno, Praha, 608 p.

Ivan, A., ed., Balatka, B., Czudek, T., Demek, J., Sládek, J., 1976: Geomorfologická mapa Pavlovských vrchů a jejich okolí. 1:50 000. 2. upravené vydání. Geogr. ústav ČSAV Brno v Kartografii Praha.

Ivan, A., Kirchner, K., 1996: Nové poznatky o geomorfologii Pavlovských vrchů. – *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995*, 11–13.

Jüttner, K., 1922: Entstehung und Bau der Pollauer Berge. – A. Bartosch, Mikulov, 68 p.

Mackovčin, P., Jatiová, M., Demek, J., Slavík, P. *et al.*, 2007: Brněnsko. – In: Chráněná území ČR, sv. IX, AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 932 p.

Panoš, V., 1980: Klasifikace a terminologie škrapů. – *Acta Univ. Palack. Olomuc., Geogr., Geol.,* 19, 53–73.

Panoš, V., 2001: Karsologická a speleologická terminologie. – Kniž. centrum, Žilina. 352 p.

Pilous, V., 1985: Morfogenetická typizace pramenitových, pěnovcových a travertinových forem reliéfu. – *Rozpravy ČSAV*, ř. MPV, 95, 4, 1–106.

Poul, I., 2006: Nový tektonický model Pavlovských vrchů: flat-ramp-flat geometrie v externích Západních Karpatech. – Rigorózní práce, PřF MU Brno, ms.

Poul, I., ed., Bubík, M., Lisá, L., Nývltová Fišáková, M., Bajer, A., 2009: Po stopách geologie a vína. – *Exkurzní průvodce ČGS,* 23, 58 p.

Poul, I., Melichar, R., 2005: The new structural model of the Pavlow Hills, Western Carpathians. *Geolines,* 19, 96.

Riedl, H., 1960: Beitrage zur Morphologie des Gebietes der Leiser Berge und des Falkensteiner Höhenzuges. – *Mitt. Öster. Gegr. Gesel.,* 102, 65–76.

Rubín, J., 1964: Jüttnerovy jámy. – *Lidé a země,* 6, 282–283.

Schnabel, E., 1933: Pavlovské kopce. – *Příroda, 26*, 12–16.

Schneider, S., Harzhauser, M., Kroh, A., Lukeneder, A., Zuschin, M., 2013: Ernstbrunn Limestone and Klentnice beds (Kimmeridgian–Berriasian; Waschberg-Ždánice Unit; NE Austria and SE Czech Republic): state of the art and bibliography. – *Bull. Geosciences*, 88, 1, 105–130.

Stráník, Z., Čtyroký, P., Havlíček, P., 1999: Geologická minulost Pavlovských vrchů. – *Sbor. geol. Věd., Geol.,* 49, 5–32.

Sweeting, M. M., 1972: Karst landforms. – Macmillan, London a. Basingstoke, 362 p.

Valoušek, B., 1926: Geologická exkurse na Pavlovské vrchy u Mikulova. – *Příroda,* 19, 10, 275–283.

Vítek, J., 1973: Mikroformy zvětrávání travertinu na Dreveníku u Spišského Podhradí. – *Zpr. Geogr. Úst. ČSAV,* 10, 7, 23–30.