

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta

Katedra fyzickej geografie a geoinformatiky

Fenomény krasu Malých Karpát

Alexander Lačný^{1,2}, Laura Dušeková^{3,4}, Michaela Galová¹

¹Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa Chránenej krajinej oblasti Malé Karpaty, Štúrova 115, 900 01 Modra; alexander.lacny@sopsr.sk, michaela.galova@sopsr.sk

²Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4; alexander.lacny@uniba.sk

³Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš; laura.dusekova@sopsr.sk

⁴Ústav geodézie, kartografie a geografických informačných systémov, Fakulta BERG, Technická Univerzita v Košiciach, Park Komenského 19, 040 01 Košice; laura.dusekova@student.tuke.sk

TEXT K PREDNÁŠKE

2023

Realizované v rámci projektu KEGA 065UK-4/2021

Úvod

Z hornín pri ktorých sa dá predpokladať rozpustnosť a tým aj podmienky pre krasové procesy sú na Slovensku najrozšírenejšie karbonáty. Krasové územia budované rozpustnými karbonátovými horninami zaberajú na Slovensku rozlohu vyše 2 700 km² (BELLA 2016).

Problematike vyčleňovania krasových území Malých Karpát sa v minulosti venovalo viacero autorov, a to najmä geomorfológov a speleológov. Z významných prác treba spomenúť práce Droppu (DROPPA 1952), Stankovianskeho (STANKOVIANSKY 1982), Mittera (MITTER 1983), Hochmutha (HOCHMUTH 2008) či Šmídu (ŠMÍDA 2008, 2010), ktorí vo svojich prácach definovali územia jednotlivých krasových území. Rozdelenia a rozsahy území sa však často líšili. Problémom Malých Karpát je, že rozloha a definícia jednotlivých krasových území je úzko spätá s geológiou územia. Nové poznatky sa prejavili aj pri zostavovaní novej geologickej mapy Malých Karpát (POLÁK ET AL. 2011), ktorá nahradila predošlú mapu z roku 1972 (MAHEL ET AL. 1972). Taktiež vývoj speleológie v Malokarpatskom krase za uplynulé desaťročie zmenil pohľad na niektoré krasové územia. V našom príspevku sa chceme zamerať najmä na rozsah a definíciu jednotlivých krasových území s ohľadom na aktuálne poznatky.

V Malých Karpatoch pracuje v súčasnosti šesť jaskyniarskych skupín, ktoré svojimi výsledkami najvýznamnejšie prispeli k poznaniu Malokarpatského krasu. Sú to jaskyniarske skupiny: Speleo Bratislava, Jaskyniari Plavecké Podhradie, Oblastná skupina Inovec, Oblastná skupina Čachtice, Speleoklub Trnava a Speleoklub UK. Prvopočiatky systematického jaskyniarskeho prieskumu Malých Karpát možno datovať do obdobia po prvej svetovej vojne.

Geológia a geomorfológia Malých Karpát

Malé Karpaty sa nachádzajú v západnej časti Slovenskej republiky. Tvorené sú viacerými geomorfologickými podcelkami (Devínske, Pezinské, Brezovské a Čachtické Karpaty), ktoré patria k fatransko-tatranskej oblasti (MAZÚR & LUKNIŠ 1978). Pestrá geologická stavba a rôznorodosť hornín predurčili Malé Karpaty ku vzniku krasu vo forme menších a väčších krasových území, viažucich sa na karbonátové súvrstvia. Tie vystupujú ako ostrovy krasovatejúcich hornín, oddelenými nekrasom. Z pohľadu geológie budujú vonkajšiu zónu Centrálnych Západných Karpát (PLAŠIENKA ET AL. 1997; PLAŠIENKA 1999). Malé Karpaty predstavujú dôležitý segment na styku Západných Karpát a Východných Álp. Na ich stavbe sa podieľajú paleoalpínske jednotky tatrika, fatrika a hronika. Tatrikum je budované kryštalinikom a jeho mezozoickým sedimentárnym obalom. Na povrch vystupuje najmä

v južnej a centrálnej časti pohoria. V severnej časti Malých Karpát sa okrem tatrika nachádzajú aj príkrovové štruktúry fatrika a hronika. Popríkrovové sedimenty vrchnej kriedy sú zastúpené brezovskou skupinou (SALAJ ET AL. 1987). Paleogénne sedimenty sú v Malých Karpatoch zastúpené malokarpatskou skupinou (BUČEK IN POLÁK ET AL. 2012), ktorá sa nachádza v severozápadnej časti územia. Dnešnú podobu nadobudli Malé Karpaty v neskorom neogéne (MINÁR ET AL. 2011), kedy sa pohorie tektonicky a morfológicky osamostatnilo od neogénnych paniev. Do územia regiónu zasahujú neogénne sedimenty. Sedimentačné prostredie bolo spočiatku morské, s neskorším vysladzovaním. Na okraji sa vytvárali sedimenty deltovo-aluviálnych kužeľov výnosových tokov (jablonické zlepenca) ústiach do panvy. Počas kvartéru sa modelovala riečna sieť. Práve v období kvartéru sa uplatnila významná fáza prehĺbovania údolí a tvorby jaskýň.

Malokarpatský kras

Prvá definícia Malokarpatského krasu bola daná Beňovským (BEŇOVSKÝ 1951). Na jeho práce nadviazal Stankoviansky (1982), ale najmä Mitter (1983), ktorý geomorfologicky rozčlenil jednotlivé krasové územia na celky a podcelky. Stankoviansky (1982) rozčlenil krasové územia do ôsmich celkov (Čachtický kras, Brezovský kras, Plavecký kras, Smolenický kras, Kuchynsko-orešiansky kras, Borinský kras, Cajlanský kras a Kras Devínskej Kobyly). Mitter (1983) člení kras do štyroch krasových oblastí (Kras Devínskych Karpát, Kras Pezinských Karpát, Kras Brezovských Karpát, Kras Čachtických Karpát) a až do 14 krasových celkov. Členenie do krasových celkov sa osvedčilo menej a prakticky sa nevyužíva v speleologickej ani geomorfologickej literatúre. Naopak členenie Hochmutha (HOCHMUTH 2008), ktoré viac-menej vychádza z členenia Stankovianskeho (STANKOVIANSKY 1982) sa ujalo a bežne sa používa (Čachtický kras, Dobrovodský kras, Plavecký kras, Smolenický kras, Kuchynsko-orešanský kras, Borinský kras, Cajlanský kras a Devínsky kras). Toto členenie sme si zvolili aj my (obr. 1). Podobne vyčlenil krasové územia aj Šmída (2010). Namiesto Kuchynsko-orešanského krasu používa pre toto krasové územie názov Orešanský kras. Navyše z tohto územia opísal závrty z jednotlivých krasových oblastí (ŠMÍDA 2008). Hainburské vrchy sú z geologického hľadiska pokračovaním Malých Karpát. Aj tu vystupuje na povrch kras, v ktorom sa nachádza 25 jaskýň zaujímavej genézy (NEUHUBER ET AL. 2021).

Šmída (2008) uvádzal z územia Malých Karpát 450 závrto. Sprístupnením lidarových dát toto číslo stúplo na 650 (tab. 1) a je predpoklad, že v budúcnosti bude ešte o čosi rásť. Za

typické malokarpatské závrty možno považovať štruktúry s obvodom v rozmedzí 10 – 40 m, s hĺbkou od 1 do 5 m. Najčastejšie sú v usporiadaných líniách, ktoré kopírujú tektonické a litologické diskontinuity v podzemí.

Jaskyňa je podľa zákona NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny definovaná ako človeku prístupný a prírodnými procesmi vytvorený dutý podzemný priestor v zemskej kôre, ktorého dĺžka alebo hĺbka presahuje dva metre a rozmery povrchového otvoru sú menšie ako jeho dĺžka alebo hĺbka.

V zmysle Bellu (BELLA 2016) možno väčšinu z jaskýň Malokarpatského krasu považovať za vadózne a epifreatické disolučné jaskyne. Znamená to, že vznikali presakujúcou zrážkovou vodou, prípadne v epifreatickej, resp. plytkej freatickej zóne pozdĺž hladiny podzemnej vody a v zóne jej kolísania (obr. 2A). V dolinách s povrchovými aktívnymi vodnými tokmi a ich vníkaním do karbonátového substrátu vznikali zasa fluviokrasové jaskyne (obr. 2B). Dôkazom takejto činnosti je alochtónny obliakový materiál uložený v sedimente jaskýň a typické morfológické znaky na stenách a strope. Posledné výskumy poukazujú na to, že jaskyne v Plaveckom hradnom vrchu pri Plaveckom Podhradí sú hypogénneho pôvodu (BELLA 2010; BELLA & BOSÁK 2012; BELLA & GAÁL 2017; BELLA ET AL. 2018, 2019A,B) a tiež aj 25 jaskýň v Hainburských vrchoch, ktoré takisto vykazujú znaky hypogénnej speleogenézy (NEUHUBER ET AL. 2020). Aktuálne možno uvažovať o podobnej speleogenéze Jaskyne v Štokeravskej vápenke (Šumienka). Genéza je založená na rozpúšťaní karbonátov i silikátov hydrotermálnymi alebo inými vodami hlbinného pôvodu, ako aj hlbinnými vodami miešajúcimi sa s atmosférickými vodami.

V súčasnosti je v Malých Karpatoch evidovaných 362 jaskýň (Zdroj: SMOPaJ, stav k 29. 9. 2021), ak k nim prirátame 25 jaskýň z Rakúska, výsledkom je číslo 387. V rámci geomorfologických podcelkov je v Devínskych Karpatoch evidovaných 21 jaskýň, v Pezinských Karpatoch 247 jaskýň, v Brezovských Karpatoch 60 a v Čachtických Karpatoch 34 jaskýň. Celkový rozsah krasových území je 272,9 km². Pri rozlohe geomorfologického celku Malých Karpát 843,6 km², tvoria krasové oblasti až 32,4 % z jeho povrchu.

Na území Malých Karpát bolo doteraz zmapovaných 59 lokalít penovcov, travertínov alebo inkrustácií, ktoré súvisia s krasovými oblasťami. Až 53 z nich bolo opísaných v článku Lačného et al. (LAČNÝ ET AL. 2018). Od roku 2018 prišlo ešte k nálezom lokalít: Vývery pod Plaveckou jaskyňou (N48°29'47,3" E17°15'52,5"), v oblasti pod lúkou Jágerka (N48°27'21,3" E17°22'12,7"), zachytené pramene severne od Plaveckej jaskyne (N48°30'08,9" E17°16'12,7"),

Medených Hámrov (N48°34'21,7" E17°35'09,7"), Železníka (N48°26'59,9" E17°21'59,8") a Kanichovskej kopanice (N48°33'52,7" E17°24'26,2").

Čachtický kras

Čachtický kras je najsevernejším krasovým územím Malých Karpát, patriacim do podcelku Čachtické Karpaty. Krasové územie sa nachádza na obidvoch stranách antecedentného kaňonu, prielomu Višňovského potoka (Hrabutnice), v blízkosti Čachtického hradu i severne od prielomu (HOCHMUTH 2008). Kras je tu viazaný na mezozoické karbonáty hronika. Čachtické Karpaty predstavujú megaantiklinálu hrasťového typu, ohraničenú na západe sedimentmi Myjavskej pahorkatiny a na východe depresiou výbežku Podunajskej nížiny s okrajovými zlomami uklonenými na západ, resp. východ. Na severe a juhu Čachtických Karpát vystupujú mladšie členy (najmä jurské), strednú časť pohoria tvoria wettersteinské vápence a dolomity (Čachtická planina) a hlavný dolomit (kras Plešivca) (BEGAN ET AL. 1984).

Jakál (1993) charakterizuje toto krasové územie ako rozčlenený kras masívnych chrbtov, hrastí a kombinovaných vrásovo zlomových štruktúr, s čiastočne až dobre vyvinutým endo a exokrasom. Časť budovaná vápencami a dolomitmi sa rozprestiera na ploche cca 34,5 km² (obr. 3). Pohorie morfoloicky netvorí jeden súvislý celok. Kaňonom riečky Jablonka, v úseku medzi Hrachovišťom a Čachticami, sa delí na dve časti. Severná časť je označovaná ako Nedze a južná ako Plešivec.

Z hľadiska výstupov podzemných vôd karbonátovej štruktúry sú Čachtické Karpaty charakteristické veľmi malým počtom krasovo-puklinových prameňov. Podzemné vody tu vystupujú na povrch v siedmich krasovo-puklinových prameňoch, z ktorých časť vytvára líniové alebo plošné prameniská (KULLMAN ET AL. 1994). Významné sú krasové pramene Teplica a Hladový prameň v doline Jablonky. KULLMAN ET AL. (1994) udáva, že pri čerpaní vody z hĺbkovej sondy pri Novom Meste nad Váhom klesla voda v Teplici o päť metrov. Možno predpokladať, že Teplicu napája voda uzavretého krasového systému. Jediným prameňom vyvierajúcim vnútri hydrogeologickej štruktúry je nezachytený občasný prameň „Hladový“ v doline Jablonky. Treba poukázať aj na fakt, že pri hĺbení hydrocentrály v Novom Meste nad Váhom boli v jej stavebnej jame dokumentované prítoky vôd s výdatnosťou 700 – 1800 l/s (KULLMAN 1990). Časť z nich môže pochádzať zo skrasovatených karbonátov.

Najdominantnejšou súčasťou Čachtického krasu je bezpochyby Čachtická planina. Tá sa rozprestiera na ploche 21 km² s najvyšším bodom Salašky (588 m n. m.). Čachtickej planine dominujú závrty, často usmernené do línií (obr. 2C). Na Čachtickej planine bolo zdokumentovaných 86 závrto, z toho bolo detailne opísaných 85 (LAČNÝ ET AL. 2019A). Posledný bol zdokumentovaný v roku 2021 (N48,754815°, E17,77546°). Prevažná väčšina závrto nepresahuje šírku 20 m a hĺbku päť metrov. Vyskytujú sa tam však i krasové jamy väčších rozmerov so šírkou 140 – 195 m a dokonca až 257 m a hĺbkou do 30 m. Závrty sa zriedka vyskytujú individuálne, ale sú usporiadané v líniách, v dnách suchých dolín na okrajoch planiny, alebo na tektonicky predisponovaných líniách priamo na plošine. Často obsahujú prítokové (ronové) ryhy. Stretávame sa tu aj so spojenými závrmi. Väčšinou ide o zoskupenie dvoch závrto. Niekoľko závrto možno označiť ako materské a dcérske, označované aj ako parazitické závrty, či depresie. Najlepším príkladom je závr Megero, s obvodom až 606 m, s ôsmimi dcérskymi závrmi.

Čo do veľkosti závrto je Čachtická planina relatívne heterogénna. Nachádzajú sa tu závrty, ktorých obvody dosahujú niekoľko stoviek metrov. Takýchto závrto je päť (Megero, Špringerove jamy 1,2,3, Jesenského duby). Ide o najväčšie závrty v rámci územia Malých Karpát. Väčšina závrto na Čachtickej planine má líniové usporiadanie. Tieto línie vznikali na tektonicky predisponovanom horninovom prostredí. Závrty v líniách väčšinou korešpondovali s významnými dolinami Čachtickej planiny. Usporiadanie závrtoých línií sleduje trend (ZSZ – VJV) a korešponduje so zlomovým systémom, na ktorý sú viazané doliny a povrchové toky. Ďalšími významnými smermi, podieľajúcimi sa na vzniku závrto, sú S – J (línia Jesenského duby) a SZ – JV (LAČNÝ ET AL. 2019A).

Cez jeden zo závrto Čachtickej planiny sa objavila najdlhšia jaskyňa Malých Karpát – Čachtická jaskyňa s dĺžkou 3 865 m a hĺbkou 110 m (SLUKA 2005) (obr. 4A). Výskum krasových javov tu realizuje Oblastná skupina Čachtice, od nich pochádzajú aj aktuálne informácie z prieskumu jaskýň z tohto územia. V minulosti krasové javy opísal na Čachtickej planine Vince (2000), či Šmída (1997).

Jaskyňa Hladový prameň (Občasná vyvieracka) bola objavená pri výkopových prácach v roku 1952 v smere vodného toku a má zmapovanú dĺžku 122 m (od ústia lúky), inak je jej dĺžka 88 m (obr. 4B). Interval zatápania jej priestorov bol každých sedem rokov a ďalších sedem bola jaskyňa suchá. Tesne pred koncom zimy v roku 1960 sa podarilo objaviť koncové jazero, kde mal potápač objaviť neznáme priestory a pokračovania, ktoré nie sú do dnešného dňa ani

po troch čerpacích pokusoch overené. Na tej istej zlomovej línii sa nachádza priepasť Agáčiny, ktorá bola objavená súbežne s prácami v jaskyni Hladový prameň. Jej dosiahnutá hĺbka je viac ako 65 m. Práce boli ukončené pre nebezpečie zosuvu svahu nad výkopom. Pokračovaním po zlome v smere na Salašky (588 m n. m.) sa dostaneme k jaskyni OMVJ (Odkiaľ Majko vyhnal jaskyniarov). Výkopové práce v závrte začali jaskyniari v roku 2013, kde sa v hĺbke 30 m otvorila puklina a následne krasový kanál do hĺbky 76 m s dĺžkou 100 m. Ďalšou významnou lokalitou je priepasť Štepnica kopaná v rokoch 1971 až 1984. Voľný priestor sa podarilo objaviť až v hĺbke 45 m a následne sa postúpilo ešte o 40 m hlbšie, čím priepasť dosiahla hĺbku 85 m. Vince (2000) či Pospíšil (1994) opisujú na Čachtickej planine ďalšie jaskyne: JKKMD (Jaskyňa, ktorú kopal môj deda), Jesenského duby, Sutinka, Špringerove jamy, Malá kamenná, jeden z najväčších závrto v Čachtickom krase – Megero, jaskyňa Slušná (Drieňová).

Jaskyňa Malá kamenná (Jaskyňa pod Čerešňou, Jaskyňa nad kameňolomom) s dĺžkou 66 m a hĺbkou 33 m bola objavená už pred rokom 1950 do hĺbky 30 m. Následne sa blokovisko nad vstupom zosunulo a až v roku 1970 boli práce obnovené. Jaskyňa Sutinka je jedna z najvyššie položených jaskýň v Čachtickom krase s intenzívnym prievanom. Hlboká je v súčasnosti 15 m a dlhá 20 m. V oblasti lokality Jesenského duby sa nachádzajú tri jaskyniarske sondy, ktoré nepresiahli hĺbku 15 m. Ešte vyššie sa nachádza jaskyňa SS-1 (Severný Stôl), objavená v roku 2004 na základe lokalizácie zimného výduchu vo vrcholovej časti Salašiek (588 m n. m.) s hĺbkou 18 m, dĺžkou 45 m (HOCHMUTH 2008).

V Starej vyvieracke v blízkosti záhradkovej kolónie nad Čachticami vedú práce najmä jaskyniari z Oblastnej skupiny Inovec. Predpokladá sa, že táto vyvieracka pôvodne odvodňovala takmer celú Čachtickú planinu. Intenzívne prebieha ťažba sedimentu v celom profile hlavných jaskynných chodieb.

Škrapy sa vyskytujú na celom území Čachtického krasu, najmä však na odlesnených miestach. Najväčšie rozmery dosahujú na Drapláku (obr. 2D), Skalke, Bakalári a na stráni východne a juhovýchodne od Hrušového (STANKOVIANSKY 1979). Priestorové rozmiestnenie škráp na Drapláku závisí od vystupujúcich čiel vápencových vrstiev (MITTER 1974). Vytvára rovnobežné rady škráp v usporiadaní severozápad — juhovýchod. Pásky škráp sú vzdialené od seba 1 — 1,5 m a medzi nimi sú pruhy trávnatého porastu. Dominujú puklinové, rúrovité, žliabkovité a prechodné škrapy. Šírka rúrovitých škráp nepresahuje 10 — 20 cm, hĺbka 15 — 20 cm, zväčša sú však menších rozmerov. V Čachtickom krase bol zároveň zdokumentovaný paleokras predegenburského veku (LEHOTSKÝ 1998).

Dobrovodský kras

je krasové územie nachádzajúce sa v oblasti Dobrej Vody v Brezovských Karpatoch. Opísaný a pomenovaný bol Droppom (DROPPA 1952). Má rozlohu 87,2 km² a zahŕňa vrcholy Klenovej (585 m n. m.), Vrátna (576 m n. m.), Slopov (432 m n. m.), Orlich skál (430 m n. m.) a Bzovej (425 m n. m.) (obr. 5). Ide o najrozsiahlejšie krasové územie Malých Karpát. V minulosti bol označovaný aj ako Brezovský kras (STANKOVIANSKY 1982). Je rozdelený na dve časti. Kras tvorí antiklinálnu štruktúru SV-JZ smeru s výraznou zníženinou v strede územia. Rozsiahlejšia, severozápadná časť je budovaná vápencovo-dolomitickým komplexom a je bohatšia na výskyt povrchových aj podzemných foriem. Menšia, juhovýchodná časť, je budovaná prevažne dolomitmi, až na oblasť pri obci Chtelnica, kde dominujú triasové vápence. Samotný kras je budovaný karbonátmi považského príkrovu hronika. Ten sa nachádza v rozsahu od spodného triasu (skýť) až po súvrstvia kriedy (SALAJ ET AL. 1987). Je charakteristický plytkovodným vývojom vo forme vápencov. V oblasti dominujú hlavne dolomity, organogénne a rífové wettersteinské vápence a dolomity, ružové hľuznaté schreyeralmské vápence, dachsteinské vápence či tzv. oponické vrstvy (SALAJ ET AL. 1987). Sedimentácia týchto vápencov prebiehala najmä v plytkovodnom prostredí rôznych lagún a rífov. Časť krasových javov sa vytvorila aj v neogénnych bazálnych zlepencoch (SALAJ ET AL. 1987), nazývaných aj ako jablonické vrstvy. Zlepence sú prevažne karbonátové, zložené z obliakov triasových a jurských vápencov, v menšej miere z rôznych, hlavne vrchnokriedových pieskovcov, ojedinele z obliakov kremeňa, arkóz, porfyroidov a rúl. Keďže ide o ojedinelé výskyty krasových javov, najmä závrtovej v týchto horninách, neboli zahrnuté do celkovej rozlohy Dobrovodského krasu. Mitter (1983) ich čiastočne do územia priraduje. Navyše kras člení na severnejší Brezovský kras a južnejší Chtelnický kras a medzi nimi na neogénnych zlepencoch Dobrovodsko-prašnický kras. Ide o málo známe krasové územie, kde v minulosti pracovala dnes zaniknutá Oblastná jaskyniarska skupina Chtelnica. V súčasnosti tu pracuje Oblastná skupina Inovec a v časti okolo Chtelnice aj Speleoklub Trnava. Typickým predstaviteľom krasu sú povrchové krasové formy – závrty (obr. 6A). Významné sú závrtovej línie v oblasti Hlbokého dolu, Chtelnických Uhlísk a Cínovca. Dosiaľ tu bolo zaevidovaných 263 závrtovej (LAČNÝ ET AL. 2021). Šmída (2008) tu v minulosti predpokladal výskyt cca 170 závrtovej. Niektoré z nich jaskyniari sondážne otvárali. V závrte na Chtelnických Uhliskách č. 13 (Trinástka – tiež jaskyňa C13) sa dosiahla hĺbka 22 m a č. 18

(Osemnástka – jaskyňa C18) 30 m. Ďalšia ponorová jaskyňa ležiaca v závrtovej línii Hlbokého dolu je jaskyňa D46 dlhá 75 m, hlboká 32 m, ukončená sifónom. Z podzemných krasových javov je potrebné spomenúť jaskyňu Slopy, dlhú 75 m a hlbokú 35 m, vertikálnu Jaskyňu pod Vrátnom s hĺbkou 17 m. Archeologicky je zaujímavá jaskyňa Veľká pec a obraz o podzemnom krase dotvára aj jaskyňa Klenová (hĺbka 18 m). V Chtelnickej časti sa nachádza najdlhšia jaskyňa Dobrovodského krasu – Zbojnícka jaskyňa s dĺžkou 190 m a hĺbkou 22 m (J. HALAMA, PERS. COM., 2021) (obr. 6B). V tejto časti sa nachádza aj Jaskyňa v Chrástí, do ktorej vteká menší potok (dĺžka 60 m) a novým prírastkom je jaskyňa Hradisko D10 nad dechtickým kameňolomom s dĺžkou 62 m a hĺbkou 14 m. V celom krase dominujú korozívne jaskyne. Ide o seizmoaktívnu zónu s aktívnou tektonikou. Z povrchových krasových foriem treba spomenúť ešte škrapy. Lokálne sa vyskytujú na celom území krasu. Rozsiahlejší výskyt možno nájsť na Orlich skalách, v oblasti Slopov, na plošinách Malej a Veľkej Peci, Kamenca a v oblasti Kresanej skaly nad Chtelnicou. Významná je aj lokalita v oblasti Hodinkovej veže (obr. 6C), kde sa vyvinuli na skalnej stene jarčekovité škrapy väčšieho rozsahu. Dominujú rúrovité a puklinové škrapy. Dobrovodský kras je bohatý aj na výdatné krasové vyvieračky, ako napr. Mariáš, Hlávka, Stratený (schovávací) stok, Vítek. Iné pomenovanie Strateného stoku je Vyvieračka Pod Bachárkou. Ide o občasnú (periodickú) vyvieračku, ktorá je súčasťou vápencovo-dolomitického masívu Vrátna.

Zaujímavý je aj rozsah penovcov a travertínov. Táto oblasť bola precízne spracovaná Briestenským (BRIESTENSKÝ 2008). Zmapoval tu celkovo 201 prameňov, z ktorých sa v súčasnosti v 32 prejavuje recentná tvorba penovcov a travertínov. Príčinou sledovania týchto objektov bol predpoklad ich väzby s významnými aktívnymi líniami v Brezovskej elevácii. Výskyty sú viazané poväčšine na triasové dolomity a vápence. Najznámejším výskytom v dobrovodskej oblasti je lokalita Ľahký kameň, ktorá bola v roku 1993 vyhlásená za prírodnú pamiatku. Významné akumulácie spevnených travertínov možno nájsť v blízkosti štátnej cesty z Hradišťa pod Vrátnom v smere na Brezovú pod Bradlom, medzi Michaličkovým a Holdošovským mlynom. Ide v podstate o čelo travertínovej terasy, ktoré bolo dobývané súbežne s cestou. Lomová stena dĺžky 20 m a výšky cca šesť metrov predstavuje viacgeneračnú sedimentáciu travertínov. Terasa dosahuje dĺžku asi 300 m (KOVANDA 1971). V celej oblasti sa okrem aktívne ťažených lomov nachádza množstvo zaniknutých lomov na vápenec a dolomit.

Plavecký kras

Plavecký kras sa tiahne naprieč pohorím Malých Karpát v smere ZJS – VSV a zahŕňa územie v približnom trojuholníku Rohožník – Trstín – Prievaly (MITTER 1983). Ako prvý kras popísal Droppa (1952), ktorý však v súčasnosti úplne nepredstavuje túto definíciu. Stankovianskym (1974) bol Plavecký kras spolu s Kuchynsko-orešanským a Smolenickým krasom zaradený do tzv. Krasu Bielych Hôr. Rozloha krasových hornín je v území až 57,4 km² (obr. 7). Najvyššou kótou regiónu sú Záruby (767,4 m n. m.), ktoré sú súčasne aj najvyšším vrcholom pohoria. Kras je viazaný výlučne na karbonáty hronika. Centrálna časť je tvorená v zmysle Havrila (HAVRILA 2011) veterlínskym príkrovom, severnú časť buduje považský príkrov. Pre vznik krasu je dôležitý komplex karbonátov budovaný od stredného po vrchný trias (POLÁK ET AL. 2011). Nekrasové časti spodnotriasového šuňavského a benkovského súvrstvia a takisto vrchnotriasových lunzských vrstiev sú kontaktnými zónami súvisiacimi so vznikom niektorých závrto. Z juhovýchodu kras oddeľuje od Kuchynsko-orešanského krasu pás nekrasových hornín tzv. ipoltickej skupiny, v minulosti označovanej aj melafýrová séria. Bukovská brázda rozdeľuje Plavecký kras na Sološnícko-trstínsky a Kras Plaveckého predhoria (MITTER 1983). Hochmuth (2008) aj Šmída (2010) Plavecký kras definujú ako celok, bez tohto rozčlenenia. Stankoviansky (1974) tu definuje kulisovito usporiadané štruktúrne monoklinálne hrebene typu crets a hog-backs, ktoré sú vyvinuté na vystupujúcich vrstvových čelách k severozápadu uklonených vápencových súvrství (od JZ k SV: Vápenná, Kamenná, Čierna skala, Veterlín, Čelo, Záruby a Havranica). Aktuálne najkomplexnejšie zo všetkých aspektov opísal Plavecký kras Šmída (2010). Popisuje, že Plavecký kras je morfojednotkou čo sa týka povrchového skrasovatenia veľmi dobre napĺňajúcou takmer všetky atribúty tzv. kontaktného krasu, s okrajovými ponornými závrťmi, ponormi a možno tiež relikťami okrajových polí či krasových rovín. V Plaveckom krase sa nachádza celý rad úplne geneticky odlišných podzemných lokalít, väčšina z nich sa vytvárala ako kvázi stráňové lokality a len miestne, kratšie a „visuté“ odvodňovania pripovrchových častí masívu (ŠMÍDA 2010).

Súčasťou Plaveckého krasu, sú okrem iného, aj rôzne paleokrasové karbonatické brekcie, tvorené prevažne litoklastami karbonátov s ílovitou červenou matrix. Michalík (1984) tu rozčlenil päť typov brekcií. Predtransgresívne sedimenty predstavujú balvanovité karbonátové brekcie, zlepené svahových sutí, ktoré sú zvyškami paleokrasových foriem kriedovo-paleocénneho veku, poukazujúcich na teplú paleoklímu (ČINČURA 1992).

V rámci celého Plaveckého krasu je známych 83 závrto a osem veľmi plytkých depresí krasového pôvodu, kde sa na ich dne nachádzajú bahníská (LAČNÝ ET AL. 2020A). Zaevidovaná bola aj lokalita Bana JZ od Zárub (768 m n. m.), ktorá je pravdepodobne kolapsom väčšej jaskynnej dutiny v podzemí, navyše antropogénne prepracovaná (LAČNÝ ET AL. 2019B). Najväčšie zo závrto Plaveckého krasu formované ako významné ponorné závrty (Studánky, Starý Plášť, Pri križi) sa vyskytujú v blízkosti výrazných litologických rozhraní benkovského súvrstvia tvoreného najmä kremencami arkózami a drobami (griesbach-namal) a nadložnými karbonátmi gutensteinskej fácie (egej-spodný pelsón), či lunzského súvrstvia (Závrť na Hurtovcí) (?vrchný jul – spodný tuval) (POLÁK ET AL. 2011). Významné ponorné závrty sa nachádzajú aj na Javorinke, Báborskej, Kršlenici, či Kržli. Na krasovej plošine neďaleko kóty Javorinka (561 m n. m.) jaskyniari prenikli cez korozívny závrť do jaskyne, ktorú neskôr nazvali Ofrflané. Jaskyňa v súčasnosti dosahuje dĺžku 325 m s deniveláciou 67 m. Zaujímavým je nález fragmentu zubu z mamuta srstnatého. V Plaveckom krase sa zo všetkých krasových území Malých Karpát nachádza najviac jaskýň. Podľa aktuálneho stavu je to 168 jaskýň s celkovou dĺžkou 6 017 m (M. VELŠMID, PERS. COM, 2021). Toto číslo sa dosiahlo najmä vďaka práci jaskyniarov z viacerých jaskyniarskych skupín, najmä jaskyniarov zo skupiny Plavecké Podhradie. Nachádza sa tu najvyššie položená jaskyňa Malých Karpát – Haviareň, a to vo výške 728 m n. m. pod vrchom Vápennej (752 m n. m.). Aktuálne dosahuje dĺžku 300 m s hĺbkou 92 m. Zaujímavosťou je, že vstupnú štôľňu s dĺžkou 68 metrov razili dvaja haviari desať rokov. V Mokrej doline, takmer naproti sebe, sa nachádzajú jaskyne Tmavá skala (dĺžka 50 m) a Deravá skala (dĺžka 34 m). Okrem impozantného portálu tu boli zaznamenané archeologicky cenné vrstvy siahajúce do paleolitu. Osídlenie jaskyne v určitých fázach pokračovalo cez neolit až do stredoveku. Tmavá skala je výnimočná najmä nálezmi kostrových pozostatkov po medveďovi jaskynnóm (*Ursus spelaeus*) (DOSEDLA 1950; ŠMÍDA 2010). Zaujímavosťou je, že v jaskyni sa nachádzajú iba opracované obliaky karbonátov heterogénnych veľkostí, zatiaľ bez nálezu nekrasových obliakov (DOSEDLA 1950). Pod Plaveckým hradným vrchom sa nachádza hneď niekoľko významných jaskýň. Ide najmä o jaskyne Plavecká jaskyňa (dĺžka 1 253 m), Plavecká priepasť 2 (dĺžka 335 m) alebo jaskyňa Pec (dĺžka 243 m). Plavecká jaskyňa bola sprístupnená už okolo roku 1800 grófom Jozefom Františkom Pálffym (1764 – 1827) (LALKOVIČ 2010), ktorý bol okrem iného aj iniciátorom sprístupnenia jaskyne Haviareň v masíve Vápennej. Plaveckú jaskyňu preto možno považovať za prvú sprístupnenú jaskyňu na území dnešného Slovenska. Jaskyňa má v súčasnosti tri

podlažia a dosahuje dĺžku viac ako jeden kilometer. Okrem pestrej krasovej výzdoby sa tu našli aj kosti z jaskynného medveďa, či nožík z pazúrika. Zvláštna je svojou vyššou teplotou okolo 11 až 12 °C . V súčasnosti je jednou z najteplejších jaskýň na Slovensku. Vyššie teploty a umiestnenie jaskyne na okraji pohoria napovedajú, že speleogenéza jaskyne je taktiež zaujímavá. Posledné výskumy poukazujú, že jaskyne v Plaveckom hradnom vrchu pri Plaveckom Podhradí sú hypogénneho pôvodu. Vytvárali sa vodami vystupujúcimi pozdĺž okrajovej zlomovej zóny Malých Karpát, na rozhraní so Záhorskou nížinou, resp. severovýchodnou časťou Viedenskej panvy (BELLA 2010; BELLA & BOSÁK 2012; BELLA & GAÁL 2017; BELLA ET AL. 2018, 2019A,B). Tektonická predispozícia a tamojšie hydrogeologické pomery poukazujú na to, že jaskyne majú tzv. hypogénny pôvod. Významne je zastúpená sulfurická fáza. Vody tu prúdili zdola nahor po významných zlomových štruktúrach. Rozpúšťanie karbonátov tu umocnili ešte vody, ktoré boli mierne ohriate a dokonca obohatené o hlbinné CO₂ a H₂S. Ide o takzvané sulfurické jaskyne. Jaskyne podobnej genézy sa vyskytujú takisto na okraji pohoria v Hainburských vrchoch. V novoobjavených priestoroch Plaveckej jaskyne sa našli kríčkovité útvary aragonitu rastúce na sádrovci, čo dotvára predstavu o veľmi špecifickej jaskyni.

Do zoznamu významných jaskýň len nedávno pribudla Vajsáblova priepasť (LAČNÝ 2020). Jaskyňa má priepasťovitý charakter, kde systémom rozsiahlych priepastí hlbokých aj viac ako 25 m sa dá dostať pomerne hlboko (obr. 6D). V súčasnosti vieme, že jaskyňa dosahuje na pomery Malých Karpát obrovskú hĺbku 179,5 m a tým sa stala najhlbšou jaskyňou Malých Karpát (LAČNÝ 2021). V hĺbke cca 100 metrov boli na stenách priepasti nájdené tzv. kryogénne kalcity. Ich prítomnosť dokladuje, že vo štvrtohorných dobách ľadových boli mnohé jaskyne zaľadnené. Kryogénne kalcity sa našli aj v neďalekej Hačovej jaskyni nachádzajúcej sa neďaleko kóty Čelo (718 m n. m.) (ŠMÍDA 2010). Jaskyňa po aktuálnych objavoch dosahuje zmapovanú dĺžku 711 m (B. ŠMÍDA, PERS. COM., 2021).

Už na okraji Plaveckého krasu v blízkosti obce Trstín aktívny kameňolom otvoril Trstínsku vodnú priepasť (obr. 8A). Už samotný názov evokuje prítomnosť vody na jej dne. Jaskyňa bola objavená v roku 1964 pri prácach v kameňolome (DROPPA 1967). Výnimočná je dvoma podzemnými jazerami, ktoré sa pri zvýšenej hladine spoja v jedno. Ide o plošne najrozsiahlejší podzemný priestor vyplnený vodou, aký bol v Malých Karpatoch dosiaľ zaznamenaný. Vody sú atmosférického pôvodu, nevylučujú sa však ani prítoky z povedľa ležiaceho potoka Raková. Jazerá sa nachádzajú v hĺbke cca 45 m a jaskyňa dosahuje dĺžku 210

m (LAČNÝ 2007). Typickú krasovú výzdobu, ako napríklad kvaple, tu nájdeme iba poskromne. Jaskyňa naopak vyniká pizolitovou výzdobou.

Škrapy nie sú vôbec pre územie Plaveckého krasu typickou mikroformou. Ich nálezy sú tu zriedkavé a majú zväčša nedokonalú, málo rozvinutú formu. V ojedinelých, mimoriadne exponovaných (odlesnených) pomeroch, napr. na hrebeňoch kuest, sa na nich vytvorili náznaky škrapového poľa. Najväčšie z nich sa nachádza na najsevernejšej z vyvýšení Kamennej, JV od Jaskyne pri kríži (ŠMÍDA 2010).

Významné akumulácie penovcov možno nájsť južne od Plaveckého Mikuláša v častiach pod Jeleňou horou a východne od Plaveckého Mikuláša v oblasti prírodnej rezervácie Bukovina (LAČNÝ ET AL. 2018).

Výskyty pod Jeleňou horou možno rozdeliť do dvoch lokalít – Hoblickú dolinu a Biele hlíny (označ. aj ako Kamenistá dolina). Obe lokality sú viazané na zachytené pramene, ktorých vody ďalej tečú do potoka Trstienka. Na lokalite Biele hlíny sa v údolí z prameňov vytvorili dve väčšie kaskády tvorené terasami penovcov. Následne boli ľavostranne podrezané potokom. Ide o významnú akumuláciu penovcov, ktoré tu boli v jednej časti dokonca aj ťažené. Odkryv tu dosahuje výšku cca päť metrov (obr. 8B). Ďalej v potoku prebieha recentná tvorba travertínových kaskádok a penovcov. Ďalšou oblasťou je prírodná rezervácia Bukovina. Penovce sa vyskytujú v misovitých depresiách a na malých plošinkách terás. Podzemné vody tu vystupujú v podobe plošných výverov so stabilným prítokom.

Smolenický kras

Smolenický kras je menšie krasové územie vystupujúce na východnom okraji strednej časti Malých Karpát s rozlohou približne 5,2 km² (obr. 9). Viazaný je na karbonáty fatrika. Typickými predstaviteľmi krasu sú jaskyňa Driny a krasová dolina Hlboča s jediným občasným vodopádom v Malých Karpatoch. Súvrstvia sú uklonené monoklinálne na sever-severozápad a ponárajú sa pod štruktúru Plaveckého krasu (MITTER 1983). Známe sú vyvýšeniny Driny, Molpír a Cejtach. Na juhozápade Smolenický kras prechádza do Kuchynsko-orešanského krasu, na severe susedí s Plaveckým krasom. Tieto krasy sa niekedy označujú ako Kras Bielych hôr (STANKOVIANSKY 1974). V súčasnosti je v Smolenickom krase evidovaných 12 jaskýň. Smolenický kras je z geologického hľadiska pokračovaním Kuchynsko-orešanského krasu, práve v nadväznosti najmä na jursko-kriedové členy vysockého príkrovu fatrika. Podľa Maheľa (MAHEL 1986) podstatnú časť príkrovu fatrika v Malých Karpatoch buduje práve vysocká jednotka.

Zliechovská jednotka je zastúpená iba minoritne v stratigrafickom rozsahu od spodnej jury po vrchnú kriedu. Azda najtypickejším predstaviteľom Smolenického krasu je spolu s dolinou Hlboča nepochybne jaskyňa Driny. Dáva nám možnosť vytvoriť si obraz o vplyve krasovatenia a o procesoch vzniku podzemných priestorov v danom území. Jaskyňa Driny je lokalizovaná juhozápadne od Smoleníc. Vchod sa nachádza na západnom svahu vrchu Driny (434 m n. m.), vystupujúceho z juhozápadného úbočia Cejtachu (483 m n. m.). Sprístupnený vchod sa nachádza vo výške 399 m n. m. a pôvodný objavový komín vo výške 430 m n. m. Aktuálna dĺžka jaskyne je 680 m a vertikálne rozpätie 40 m. Jaskyňa Driny má puklinovo-korózný charakter. Vytvorená je v hnedosivých spodnokriedových rohovcových vápencoch vysokého typu (MICHALÍK ET AL. 1992). Bezprostredne v jej blízkosti sa nachádza aj Malá jaskyňa, ktorej vstup bol čiastočne prerobený na speleobar so zázemím pre personál jaskyne.

Z podpovrchových javov okrem Jaskyne Driny treba spomenúť Diery v Zavesenej 1 a 2, ktorých dĺžky nepresahujú osem metrov. Jedna z nich bola sondážne otváraná, keďže sa predpokladal genetický súvis s jaskyňou Driny (DROPPA 1952). Sondážne sa otvárala aj neďaleko ležiaca Jaskyňa puklina pod orechom (obr. 8C). Významná je najmä jaskynnými chodbami, ktoré boli vytvorené krasovými vodami na významnej zlomovej štruktúre, a zároveň polohou v blízkosti Jaskyne Driny. Dá sa teda predpokladať aj vzťah podobných krasových činiteľov pôsobiacich na jaskyňu. Jaskyňa je známa pravdepodobne z neolitu? (nálezy z tohto obdobia). Prvý ju vo svojej práci spomenul A. Droppa (1952), ktorý sa počas speleologického prieskumu jaskyne Driny venoval aj výkopovým prácam na tejto lokalite. Jaskyňu považoval spolu so svojimi spolupracovníkmi za perspektívnu z hľadiska objavenia voľných jaskynných priestorov. Aktuálne dosahuje dĺžku 31 m (LAČNÝ ET AL. 2017).

Za zmienku stoja aj jaskyne v Horštúnskych skalách, v skalnom výbežku západne od jaskyne Driny. Najdlhšia jaskyňa v Horštúnskych skalách dosahuje dĺžku 33 m. Na strope sa vytvorili skalopsy indikujúce intenzívnejšie korozívne prepracovanie jaskyne. To sa týka aj jaskýň v Horštúnskych skalách 2 (dĺžka 24 m) a 3 (dĺžka 5 m) (LAČNÝ ET AL. 2017).

V severnom svahu doliny Hlboča sa nachádzajú jaskynky Mníchove diery 1, 2 a 3 (LAČNÝ ET AL. 2017). Sú fluviokrasového pôvodu a v minulosti fungovali ako ponory niekdajšieho povrchového toku, ktorý tiekol údolím Hlboče (DROPPA 1952). Činnosť tohto toku netrvala pravdepodobne dostatočne dlhý čas na vytvorenie väčších jaskýň a tok pokračoval vo svojom zarezávaní do podlažia. V súčasnosti sa preto nachádzajú niekoľko desiatok metrov nad suchým údolím. Silu týchto procesov je možné vidieť na začiatku doliny nad občasným

vodopádom, kde sa nachádzajú krútnavové hrnce s priemerom aj 1,5 metra. V južnom svahu doliny Hlboča nad kaplnkou evidujeme ešte jednu jaskyňu. Jaskyňa bola lokalizovaná okolo roku 2007 za pomoci lesníka M. Obúlaného zo Smoleníc. Od dĺžky dva metre je zasypaná sedimentom. Ďalší jaskynný otvor sa nachádza 15 m v smere ku kaplnke. Aktuálne na území pracuje Speleoklub Trnava.

Čo sa týka škráp, na ne je Smolenický kras chudobnejší. Dôvodom môže byť striedanie kremitých (rohovcových) vrstiev s karbonátmi. Výraznejšie sa škrapy nachádzajú na odlesnených častiach na hrebienkoch v oblasti Molpíra a vrcholu Drín (434 m n. m.). Dominujú puklinové škrapy, ktoré sa vytvorili na vrstvových plochách a priečnych puklinách. Ojedinelý je aj výskyt rúrovitých škráp.

Kuchynsko-orešanský kras

Kuchynsko-orešanský kras sa nachádza v severnej časti Pezinských Malých Karpát medzi obcami Kuchyňa a Horné Orešany. Má značne pruhovitú stavbu, kde sa striedajú karbonátové a nekarbonátové súvrstvia, čo limituje vývoj a rozsah krasu. Odzrkadľuje sa to aj na veľkosti jaskýň, ktoré zatiaľ nepresahujú dĺžku 60 metrov. Napriek tomu ide o pomerne pestré krasové územie, kde možno pozorovať takmer všetky krasové javy od vyvieraciek, ponorov, závrto, priepastí, po jaskyne či škrapy. Kuchynsko-orešanský kras bol v minulosti súčasťou Smolenického krasu (DROPPA 1952). Pojem Kuchynsko-orešanský kras zaviedol až geomorfológ Miloš Stankovianský v roku 1974 (STANKOVIANSKY 1974) a oddelil toto územie od Smolenického krasu. Rozloha Kuchynsko-orešanského krasu je 58,1 km² (obr.10).

Samotný Kuchynsko-orešanský kras je vyvinutý v horninách vysockého príkrovu fatrika (*sensu* ANDRUSOV 1965) a v mezozoických sedimentárnych komplexoch tatrika. Na severe susedí s Plaveckým krasom, ktorý je vytvorený už v horninách hronika. V pokračovaní vysockého príkrovu na SV do oblasti Smoleníc sa v karbonátových horninách vyvinul Smolenický kras. Oddelený je výraznou zníženinou v oblasti obce Lošonec. Za jeho južnú hranicu a oddelenie od Cajlanského krasu možno považovať výraznú dolinu v oblasti obce Píla, resp. posledné zvyšky súvrstvia Slepého (LAČNÝ 2013). V súčasnosti, vďaka jaskyniarom (Speleoklub Trnava, Jaskyniari Plavecké Podhradie), evidujeme v tomto krase 43 jaskýň.

V zmysle Bellu (BELLA 2016) možno väčšinu z jaskýň Kuchynsko-orešanského krasu považovať za vadózne a epifreatické disolučné jaskyne. Vznikali teda presakujúcou zrážkovou vodou, prípadne v epifreatickej, resp. plytkej freatickej zóne pozdĺž hladiny podzemnej vody

a v zóne jej kolísania. V jaskyniach Husí stok 1, Sová 1 a Pytliakova diera boli nájdené opracované obliačky alochtónneho materiálu (LAČNÝ 2011), ktorý okrem morfológie priestorov naznačuje, že pôjde o inaktívne jaskyne vzniknuté aj fluviálnou činnosťou. Speleogeneticky sú málo preskúmané jaskyne v oblasti Vysokej (754 m n. m.) a Prístodolku (591 m n. m.). Z pohľadu speleogenézy treba upriamiť pozornosť aj na systém jaskýň Večerná-Čárka, ktorý je v súčasnosti najdlhšou jaskyňou Kuchynsko-orešanského krasu (dĺžka 58 m). Jeho výskumom sme sa zaoberali v roku 2019 (LAČNÝ ET AL. 2020B). Systém má freatický pôvod, o čom svedčia početné a dobre zachované korózne skalné tvary. Jeho vznik podmienili početné strmé tektonické poruchy, ktoré sa na viacerých miestach križujú. Pozdĺž nich prúdili vody hlbšej cirkulácie zosponu nahor. Lokalita sa nachádza v blízkosti výrazného zlomového rozhrania Malých Karpát so Záhorskou nížinou. Úvahu o jej prípadnom hypogénnom pôvode však treba preukázať ďalším výskumom. Jaskyne Strapek (zaniknutá), Orešanská sonda a Vápenický závrť sú súčasťou korozívnych závrťov a boli otvárané miestnymi speleológmi.

Z pohľadu horninového substrátu je v rámci Kuchynsko-orešanského krasu zaujímavá Leonardova jaskyňa pod kaplnkou na cintoríne v Doľanoch. Nachádza sa v tzv. doľanských zlepenkoch báhoňského súvrstvia. Realizovaný výskum poukázal na to, že sa jaskyňa nachádza v spodnej, brekciovitej časti zlepencového telesa, kde karbonatické klasty obsahujú až 96 % z celkového počtu klastov a základná hmota je silno vápny pieskovec (CSIBRI 2018).

Výrazným znakom Kuchynsko-orešanského krasu sú závrty. S aktuálnym počtom 115 závrťov (LAČNÝ ET AL. 2020C) sa v rámci krasových oblastí Malých Karpát radí na druhé miesto za Dobrovodským krasom. Okrem izolovaných závrťov sa dominantná časť nachádza vo forme závrťových línií na lokalitách Dlhý vrch (481 m n. m. a 474 m n. m.) s počtom 28 závrťov, Biela skala (561 m n. m.) so 40 závrťmi, Komberek (408 m n. m.) s počtom 35 závrťov a v oblasti Godovej skaly, kde sa nachádza šesť závrťov (LAČNÝ ET AL. 2020C).

Azda najvýznamnejšou oblasťou na výskyt penovcov a travertínov je oblasť Sološnickej a Rohožnickej doliny (obr. 8D). Penovce a travertíny sa vyskytujú prevažne vo forme terás a stupňov tvoriacich väčšie aj menšie kaskády, ale aj vo forme kužeľov (LAČNÝ ET AL. 2018). Výskyty sú tu viazané na mezozoické karbonáty fatrika, tzv. vysokého príkrovu (POLÁK ET AL. 2011). Často sa vyskytujú na litologických rozhraniach karpatského keupru s karbonátovými komplexmi, prípadne korešponujú so zlomovými štruktúrami, na ktoré sú viazané doliny s aktívnymi vodnými tokmi a vyvieraciami.

Za významnú formu exokrasu možno považovať v prípade Kuchynsko-orešanského krasu škrapy. Novodomec (1967) ich spomína z oblasti Sklenej huty (445 m n. m.), Mesačnej (461 m n. m.), Dlhého vrchu (481 m n. m. a 474 m n. m.) a Komberka (408,6 m. n. m.). Stankoviansky (1974) navyše opisuje škrapy z Vysokej (754 m n. m.), Bielej skaly (561 m n. m.) a Jelenca (695 m n. m.). Z tejto oblasti opisuje stráňové škrapy jarčekovitého typu (obr. 8E). Inak bežnými škrapami sú puklinovité, žliabkovité a rúrovité škrapy. Tie sa nám podarilo lokalizovať v oblasti Vápeníc (318 m n. m.), juhozápadne od Komberka (obr. 11A).

Cajlanský kras

Tento krasovej oblasti nebola v minulosti venovaná veľká pozornosť, možno aj z dôvodu dosiaľ malého rozsahu identifikovaných podpovrchových krasových foriem. Krasová oblasť vznikla na zložito zvrásnených vápencoch a dolomitoch na S-SZ obvode Cajlanskej Veľkej homoly (516 m n. m.) (MITTTER 1983). Pás krasovatejúcich hornín sa nachádza aj od lokality Rybníček popod Veľkú homoľu (709 m n. m) až k Tisovým skalám, kde sa nachádza Observatórium Univerzity Komenského. Kras je tu prekrytý deluviálnymi sedimentmi (BIZUBOVÁ ET AL. 2000). Tento pás ďalej pokračuje až k obci Píla, do oblasti kóty Kukla (564 m n. m.). Na východnom úbočí tvorí terén rozčlenený hlbokými dolinami stráňových tokov z chrbta južnej časti Malých Karpát patriacich k modranskému granodioritovému masívu. Substrát pre krasovatenie tvoria gutensteinské vápence a dolomity obalu tatrika (anis-ladin) a v oblasti Modry – Harmónie to môžu byť paleozoické mramory a erlany Pezinskej skupiny (POLÁK ET AL. 2011). Ide o jedno z najmenších krasových území. Plošne sa rozprestiera na území s rozlohou iba 3,2 km² (obr. 12). Z podpovrchových krasových foriem možno spomenúť jaskyne Cajla (tiež Tibra, dlhá 75 m), Malú jaskyňu v lome (tiež Tank, dlhá 7 m), jaskyňu Pec (tiež Jaskyňa pri ceste, dlhá 25 m) nachádzajúcu sa v blízkosti hlavnej cesty na Babu (536 m n. m.) a Braňov závrť (dlhý 30 m) (HOCHMUTH 2008). V paleozoických mramoroch by sa mala nachádzať bližšie neurčená jaskyňa. V Cajlanskom krase sa nachádza 49 závrťov (okrem Braňovho závrťu), vystupujúcich na kontakte kremencov lúžňanského súvrstvia a gutensteinských vápencov a dolomitov v línii od Rybníčka po Observatórium Univerzity Komenského. Niektoré z nich sa nachádzajú v dosť špecifickej pozícii pod vrstvou deluviálnych sedimentov. Výskumom sa dokázalo, že ide o takzvaný skrytý kras (LAČNÝ ET AL. 2021). V rámci Cajlanského krasu, v oblasti obce Píla, by sa mala nachádzať ešte jedna zaniknutá jaskyňa (LAČNÝ 2016). Aktuálne na území pracujú jaskyniari zo Speleo Bratislava.

Borinský kras

Krasové územie (v minulosti sa používal tiež názov Pajštúnsky kras) sa nachádza v povodí Stupavského potoka, powyše obce Borinka. Stupavský potok v JZ časti pohoria tečie približne v osi pohoria, teda subsekventne a prerezáva v svojej spodnej časti tzv. borinské vápence (jura, lias) (HOCHMUTH 2008). Tie sú súčasťou jednotky infratatrika, na ktoré je nasunuté kryštalinikum tatrika (PLAŠIENKA 1999). Takýto kontakt výrazne napomohol k tvorbe podpovrchových aj povrchových krasových javov. Na svahoch dolín sa vyskytujú najčastejšie fragmenty jaskýň fluviálneho pôvodu (HOCHMUTH 2008). Výskumu tohto krasového územia sa venujú členovia Speleo Bratislava. Doteraz je tu známych viac ako 50 jaskýň. Geomorfologickým výskumom a krasovým javom sa tu v minulosti venoval Liška (1982). Krasové územie sa rozprestiera na ploche 26,3 km² (obr. 13).

Severná časť územia zberá svoje vody na nekrasovom území v okolí Tureckého vrchu (537,9 m n. m.) a Somára (649,7 m n. m.), v južnej časti sú jaskyne viazané na dolinu Stupavského potoka. Najvýznamnejším krasovým javom severného územia je jaskynný systém Veľké Prepadlé s aktuálnou dĺžkou 1 755 m. Vznikol v roku 2008 prepojením troch ponorných jaskýň: Veľké Prepadlé (označovaná tiež J-1), Veľká ponorová jaskyňa (P-2) a Jaskyne J-2 (MAGDOLEN 2008).

V smere toku poznáme ponory na Košariskách, nižšie Silnického jaskyňu (Jaskyňa pod Dujničom) dlhú 321 m a hlbokú 42 m s aktívnym vodným tokom (MAGDOLEN 1998). V blízkosti sa nachádza Jaskyňa pod Okopancom (Notre Dame) dlhá 43 m (MAGDOLEN 1999). Povedľa cesty na Košariská sa nachádza jaskyňa Sedmička, ktorá je dlhá 1 025 m (TENCER 2019). Jaskyňa Vlčie jamy je dlhá 127 m (MAGDOLEN 1993) a Zbojnická jaskyňa naproti kameňolomu je dlhá 125 m. Nižšie oproti kameňolomu leží fluviokrasová, 35 m dlhá jaskyňa Trojuholník. Vody z ponorov sa nakoniec sústredene objavujú v Riečnej jaskyni (obr. 11B) zatiaľ dlhej odhadom 100 m, po preplávaní prítokového sifónu J. Blahom a M. Ševečkom a po pár desiatkach metrov vyvierajú vodárensky zachytenou vyvieráčkou v Medených Hámroch.

Čo sa týka prieskumu, všetko záleží od vytrvalosti bratislavských speleológov. Tí majú na konte aktuálne mnoho nových objavov. V roku 2018 sa im podarilo preniknúť do voľných

priestorov Strednej Gardy (MAGDOLEN & ŠEVČÍK 2019). Celková dĺžka jaskyne po zameraní dosiahla 279 m pri hĺbke 51,1 m.

Málokto, najmä z Bratislavčanov však vie, že len niekoľko desiatok kilometrov od hlavného mesta, sa rozprestiera unikátny, viac ako dvojkilometrový jaskynný systém. Borinský jaskynný systém v masíve Okopanca (518 m n. m.) vznikol najprv spojením troch jaskýň: Majkovej jaskyne, jaskyne Stará garda a Jubilejnej jaskyne, preskúmaných v roku 2014 (MAGDOLEN 2014). Po napojení Strednej gardy (obr. 11C) na Starú gardu v roku 2018, Borinský jaskynný systém dosiahol dĺžku 2 295 m s deniveláciou 108 m (MAGDOLEN & ŠEVČÍK 2019). Blízko jaskynného systému sa nachádza styk vápencov s kryštalinikom, čo sa v podzemí odzrkadľuje prítomnosťou granitových okruhliakov či piesčitých sedimentov. Pomocou kozmogenných nuklidov bolo zistené, že tento sediment bol v jaskyni uložený pred cca 1,72 mil. rokov (ŠUJAN ET AL. 2017). V jaskynnom systéme sa striedajú širšie priestory založené na vertikálnych poruchách s nízkymi horizontálnymi, resp. uklonenými chodbami, ktoré vytvárajú labyrintovité horizonty. V jaskyni možno nájsť aj jaskynné perly a korality. Predpokladá sa, že jaskynný systém môže byť v budúcnosti ešte väčší, a to napríklad prepojením s inými jaskyňami v okolí. Najbližšie má k tomu prepojenie s Hornou Gardou. Tá aktuálne dosahuje dĺžku 220 m (MAGDOLEN & ŠEVČÍK 2020). Veľká časť jaskynných priestorov je vytvorená najmä koróznou činnosťou vody, ale tiež rútením. V podzemných priestoroch sa v nachádza aj dobre formovaná stará erózna úroveň a to v hĺbke 30 – 50 m.

Aktuálne novými objavmi sa môže popýšiť Ponor trpaslíkov. V ponore pri sútoku Cúrskeho a Borinského potoka sa začalo pracovať v roku 2012. Významné objavy jaskyniari dosiahli v roku 2019 (MAGDOLEN & ŠEVČÍK 2020). Aktuálne jaskyňa dosahuje dĺžku 121 m pri denivelácii 23,5 m.

Významná, z pohľadu fungovania krasu, je Limbašská vyvieracia. Nachádza sa v hornej časti Račieho potoka, západne od obce Limbach, na kontakte borinských vápencov s granitoidmi bratislavského masívu. Infiltračná zóna tohto systému bola farbiacimi skúškami potvrdená z ponoru - jaskyne Veľké Prepadlé. Prechádza popod hrebeň Malých Karpát. Táto komunikácia systému vyvrátila predstavu, že jadro pohoria v tomto úseku tvoria granitoidy, ale potvrdilo sa, že geologická stavba je značne zložitejšia a aj granitoidy sú tu v príkrovovej

pozícii, pod ktorými sa nachádzajú mladšie spodnojurské borinské vápence. Vyvieracia občas vysychá. Počas tohto stavu preberá funkciu ponoru a stáva sa estavelou.

V Borinskom krase sa vyvinuli závrty najmä na kontaktných zónach rozpustných, no tektonicky prepracovaných vápencov s kryštalinikom. V niektorých prípadoch aj na významných tektonických líniách. Niektoré sú menšie (Vlčie jamy), iné zasahujú hĺbkou takmer až k horizontu miestnych podzemných odvodňujúcich tokov (Stará garda) (ŠMÍDA 2008). Dobre vyvinutá skupina závrto so sondážou otvorenou jaskyňou Staré Hájne v blízkosti zaniknutého lomu nad Medenými Hámrami popisuje Fillo (2005) a Magdolen (2005). V Borinskom krase bolo identifikovaných 44 závrto (LAČNÝ ET AL. 2022). Problémom na ich určenie bola intenzívna antropogénna činnosť v okolí.

Devínsky kras

je viazaný na karbonátové súvrstvia Devínskych Karpát, ktoré tvoria izolované ostrovčeky medzi nekrasovými horninami, najmä tatrika. Ide o najmenšie krasové územie Malých Karpát s rozlohou iba 1 km² (obr. 14). Devínske Karpaty sú budované horninami paleozoika, mezozoika, terciéru a kvartéru (POLÁK ET AL. 2011). V rámci obalových sekvencií tatrika Malých Karpát bolo vyčlenených viacero mezozoických sukcesí (PLAŠIENKA 1999; PLAŠIENKA ET AL. 1991). V oblasti Devínskych Karpát je to devínska sukcesia. Kras je tu viazaný na mezozoické a aj na terciérne karbonáty. Jaskyne Devínskeho krasu aj na základe predchádzajúcich výskumov detailne opísal Lehotský (1994). Zaznamenal až 22 jaskýň, z toho 14 krasových.

Najdlhšou jaskyňou je Medzivrstvová jaskyňa s dĺžkou 165 m. Jaskyňa má charakter labyrintu vzájomne poprepájaných chodieb. Dominujú horizontálne pasáže. Vstupné časti vznikli prirodzene rozpúšťaním vápniteho tmelu v pieskovci. Zaujímavosťou je, že koncové časti sú vytvorené umelo po ťažbe piesku na umývanie riadu (LEHOTSKÝ 2008). Pod Medzivrstvou jaskyňou sa nachádza ešte jeden podzemný priestor. Pracovne sa volá Brezno pod Hrubým brehom. Nie je zameraný, odhadom má cca 25 m pri hĺbke cca osem metrov. Genéza tohto priestoru nie je plne objasnená, ale najpravdepodobnejšie ide o odkryté banské

dielo na ťažbu pieskov na umývanie riadu. Zdokumentovaná bola P. Magdolenom a P. Holúbkom.

Významnou jaskyňou čo do genézy je Abrázna jaskyňa. Je to najzápadnejšia jaskyňa pohoria. Je pozostatkom pobrežnej modelácie bývalého treťohorného mora. Vznikla morským príbojom – rozrušovaním príbrežného skalného zrubu nad morom, pred 13 – 14 miliónmi rokov (Mišík 1976; 1980). Abrázna jaskyňa teda nepatrí medzi klasické krasové jaskyne, ktoré vznikli pomalým rozpúšťaním vápnitej horniny presakujúcou, alebo tečúcou vodou po puklinách. V skalných stenách pred jaskyňou sú zreteľné stopy po morských vrtavých organizmoch. Nachádza sa v nadmorskej výške 169 m a spolu s jaskyňami v devínskom hradnom brale patrí medzi najnižšie položené jaskyne na Slovensku. Tejto genézy sú pravdepodobne aj niektoré pseudokrasové jaskyne (Kremencové jaskyne 1 – 5).

V brale Devínskeho hradu sa vyskytujú viaceré puklinové jaskyne vzniknuté mrazovým zvetrávaním a koróziou (Jaskyňa pod Citadelou, Jaskyňa pri amfiteátri, obe dlhé šesť metrov, Múrová jaskyňa, Neznáma jaskyňa, Nová jaskyňa, Previsová a Vtáčia I. a II. a i.) (LEHOTSKÝ 1994). Aj na Devínskom hrade sa našla podzemná dutina s dierkami po morských lastúrnikoch, svedčiaca o existencii jaskýň v pobrežnej zóne. Krasové prejavy tzv. exhumovaného paleokrasu sa tu doteraz podarilo zaznamenať v štyroch jaskyniach – Severnej jaskyni, Previsovej jaskyni, Tunelovej jaskyni a novo opísanej Abráznej pukline pod Citadelou (LEHOTSKÝ 2011; 2012). Na povrchu Devínskej hradnej skaly boli identifikované viaceré typy škráp, významné tu boli zastúpené najmä misovité formy.

Devínsky kras síce nie je zaujímavý veľkosťami jaskýň, za to je však významný z pohľadu ich genézy. Okrem typických krasových jaskýň sa tu nachádzajú jaskyne pseudokrasové rôznej genézy. Nové výsledky poukazujú aj na možnosť, že jedna z nich môže byť hypogénneho pôvodu. Ide o Jaskyňu v Štokeravskej vápenke (Šumienka) (obr. 15), kde bratislavskí speleológovia obnovili činnosť v roku 2016 (MAGDOLEN 2021). Jaskyňa aktuálne dosahuje dĺžku 40,6 m a hĺbku 5,6 m. Jedna z hypotéz je aj taká, že jaskyňa vznikla vzostupnými prúdmi zdola nahor, čo dokladajú aj stopy prúdenia guľovitých útvarov či výsledky výskumu izotopového zloženia vôd. Mohlo by ísť o hypogénnu jaskyňu (MAGDOLEN 2021). Jednou z teórií vzniku je aj možnosť, že vznikla v zóne miešania slanej a sladkej vody v neogéne (LEHOTSKÝ 2009).

v Devínskom krase sa regulérne závrty nevyskytujú. Zamerali sme sa na severnú časť Devínskej Kobyly, kde by sa mali nachádzať podozrivé depresie, a to na dve lokality – Psie skaly (N48°11'50,5" E17°00'13,4") a Biele skaly (N48°11'28,5" E17°00'09,4"). Na prvej lokalite sa nachádzali antropogénne depresie s výkopkami a uhlíkmi, čo napovedá, že išlo o vápenné jamy. Na lokalite Biele skaly sme našli štyri depresie v približne S-J línii. V spodnej časti sa opäť nachádzali uhlíky a terén bol mierne prepracovaný. Dná však boli suché a nachádzali sa tu akoby splavené drevá. Pôvod však stále zostáva otázný. Všeobecne sú severné svahy a doliny Devínskej Kobyly doslova posiate jamami antropogénneho pôvodu. Nie je vylúčené, že niektoré z antropogénnych jám mohli byť v minulosti závrtni. Najmä tie, nachádzajúce sa na kontakte krasových a nekrasových hornín. Exaktných dôkazov je však nateraz málo.

Škrapy v Devínskom krase sa vyskytujú len ojedinele a sú veľmi slabo vyvinuté. Dominujú puklinové škrapy (LEHOTSKÝ 1994).

Záver

Malé Karpaty si z pohľadu geológie prešli dlhou a náročnou cestou. Procesy, ktoré ich formovali sa ostro vpísali aj do zložitosti, ale zároveň výnimočnosti Malokarpatského krasu. Tá spočíva v rôznorodosti a speleogenéze jednotlivých jaskýň, ale aj povrchových krasových javov. Je predpoklad, že v krase Malých Karpát príde v nasledujúcom období ešte k zaujímavým objavom nielen rozsiahlych jaskynných priestorov, ale aj nálezom cenných údajov pre vedu. Už dnes však môžeme napísať, že pohorie Malé Karpaty a tu zastúpený kras je výnimočný z pohľadu celých Západných Karpát.

Rozsah krasových území nie je nemenný a nie je vylúčené, že v budúcnosti príde na základe nových poznatkov k ich redefiníciám. Nie je to ukončený proces. Je iba odrazom aktuálnych poznatkov a vedomostí, ktoré o krasových územiach v súčasnosti máme.

Na výskyt podpovrchových krasových javov je najviac bohatý Plavecký kras. Naopak, povrchové krasové formy – závrty a škrapy dominujú v územiach Čachtického, Dobrovodského a Kuchynsko-orešanského krasu. Smolenický kras je charakteristický jedinou sprístupnenou jaskyňou na západnom Slovensku s pestrou krasovou výzdobou, či výraznou krasovou dolinou Hlboča. V Cajlanskom krase bol len nedávno opísaný zaujímavý fenomén prekrytého krasu (LAČNÝ ET AL. 2021). Ostro vpísaným znakom Borinského krasu je kontaktnosť krasových a nekrasových hornín. Agresívne vody z nekrasu tu vytvorili siete jaskynných priestorov.

Najvýznamnejšie z nich sú Borinský jaskynný systém a Veľké Prepadlé. Devínsky kras je malé roztrúsené krasové územie s výskytom menších jaskýň, ale zaujímavou a rôznorodou speleogenézou, napríklad príbojových či hypogénnych jaskýň. Krasové územia Malých Karpát si preto aj do budúcnosti zasluhujú našu pozornosť, detailný výskum a ochranu.

PodĎakovanie:

Príspevok bol vypracovaný s podporou projektu APVV-21-281 a Plánu hlavných úloh Štátnej ochrany prírody SR na rok 2022. PodĎakovanie patrí zároveň jaskyniarom, podieľajúcich sa na výskume tejto krasovej oblasti a ktorí prispeli aj informáciami k tomuto príspevku. Ďakujeme RNDr. Romanovi Lehotskému za odbornú recenziu, ktorá ešte zvýšila kvalitu manuskriptu.

Poznámka: Nerecenzovaná verzia manuskriptu vyšla v roku 2022 ako publikácia pri príležitosti uskutočnenia 62. Jaskyniarskeho týždňa SSS v Malých Karpatoch.

Použitá literatúra:

ANDRUSOV D. 1965: Geológia československých Karpát. III diel. Bratislava, Vydavateľstvo SAV, 392 s.

BELLA P. 2010: Vytváranie jaskýň vodami vystupujúcimi pozdĺž okrajového zlomu Malých Karpát pri Plaveckom Podhradí – hydrogeologické podmienky a morfológické znaky. *Aragonit*, 15, 2, 65 – 70.

BELLA P. 2016: Jaskyne na Slovensku – Genetické typy a morfológia. Verbum – vydavateľstvo Katolíckej univerzity v Ružomberku. 124 s.

BELLA P. & BOSÁK P. 2012: Speleogenesis along deep regional faults by ascending waters: case studies from Slovakia and Czech Republic. *Acta Carsologica*, 41, 2 – 3, 169 – 192.

BELLA P., BOSÁK P. & MIKYSEK P. 2018: Multi-phased and multi-process hypogenic speleogenesis along deep fault system: Plavecká jaskyňa Cave, Malé Karpaty Mountains, Slovakia. In ŠUJAN M., CSIBRI T., KISS P. & RYBÁR S. (Eds.): Environmental, Structural and Stratigraphical Evolution of Western Carpathians. Abstract Book, 11th ESSEWECA Conference (November 29 – 30, 2018, Bratislava, Slovakia). Comenius University, Bratislava, 12.

BELLA P., BOSÁK P., MIKYSEK P., LITVA J., HERCMAN H. & PAWLAK J. 2019A: Multi-phased hypogene speleogenesis in a marginal horst structure of the Malé Karpaty Mountains, Slovakia. *International Journal of Speleology*, 48, 2, 203 – 220.

BELLA P., BOSÁK P. & LITVA J. 2019B: Hypogénny pôvod jaskyne Pec (Plavecký kras, Malé Karpaty): Tektonická predispozícia a morfológické znaky. *Slovenský kras*, 57/2, 133 – 146.

- BELLA P. & GAÁL Ľ. 2017: Hypogene caves in Slovakia. In KLIMCHOUK A., PALMER A., DE WAELE J., AUREL A. & AUDRA P. (Eds.): Hypogene Karst Regions and Caves of the World. Cave and Karst Systems of the World. Springer, Cham, 299 – 311.
- BEGAN A., HANÁČEK J., MELLO J. & SALAJ J. 1984: Geologická mapa Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát. Bratislava, Slov. geol. úrad - Geol. Úst. D. Štúra.
- BEŇOVSKÝ J. 1951: Odkrytie malokarpatského krasu. *Krásy Slovenska*, 28, 10, Bratislava, 238 – 240.
- BIZUBOVÁ M., KOLÉNY M. & NOVÁKOVÁ M. 2000: Príspevok k poznaniu niektorých krasových území v Pezinských Karpatoch. *Slovenský kras*, 38, 155 – 163.
- BRIESTENSKÝ M. 2008: Indikátory zlomovej aktivity Brezovskej časti Malých Karpát. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 1/2008, 16 – 25.
- CSIBRI T. 2018: Hruboklastické fácie spodného a stredného miocénu na styku Východných Álp a Západných Karpát. Minimová práca, Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, 99 s.
- ČINČURA J. 1992: Paleokarst breccias of the Biele hory Mts. (Malé Karpaty Mts., Western Carpathians). *Geologica Carpathica*, 43, 2, Bratislava, 105 – 110.
- DOSEDLA J. 1950: Paleolitické stanice Dzeravá a Tmavá skala v Malých Karpatech. Sborník Československé společnosti zeměpisné, 55, 1 – 2, Praha, 39 – 50.
- DROPPA A. 1952: Kras na juhovýchodnej strane Malých Karpát. In: Virsík M. et al. (Eds.): Kras a jaskyne Malých Karpát. Sprievodca Slovakotouru. Tatran, Bratislava, 63 – 138.
- DROPPA A. 1967: Výskum vodnej priepasti pri Trstíne. *Slovenský kras*, 14, 163 – 165.
- LAČNÝ A., DUŠEKOVÁ L., HÓK J., GALOVÁ M., HALAMA J. & DEMOVIČ I. 2022: Dolines of the Dobrá Voda Karst linked with brittle tectonic structures (Malé Karpaty Mts.). *Acta Geologica Slovaca*, 14, 1, 1 – 14.
- FILLO I. 2005: Staré Hájne. *Spravodaj SSS*, 36, 1, Liptovský Mikuláš, 38 – 40.
- HAVRILA M. 2011: Hronikum: paleogeografia a stratigrafia (vrchný pelsón – tuval), štrukturalizácia a stavba. Geol. práce, Spr. 117 (Bratislava), 106 s.
- HOCHMUTH Z. 2008: Krasové územia a jaskyne Slovenska. *Geographia Cassoviensis*, ročník II., 2/2008, 11 – 18.
- JAKÁL J. 1993: Karst geomorphology of Slovakia. Typology. *Geographia Slovaca*, 4, Bratislava, 38 s.

- KOVANDA J. 1971: Kvartérní vápence Československa. Sborník geologických věd - Antropozoikum, 7, 236 s.
- KULLMAN E. 1990: Krasovo-puklinové vody 1. vydanie, Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 186 s.
- KULLMAN E., MALÍK P. & VRANA K. 1994: Podzemné vody karbonátov mezozoika Čachtických Karpát. Západné Karpaty, séria hydrogeológia, inžinierska geológia a geotermálna energia, 12, 63–117.
- LAČNÝ A. 2007: Objav v Trstínskej vodnej priepasti. *Spravodaj SSS*, 38, 2, 30 – 31.
- LAČNÝ A. 2011: Príspevok ku genéze krasu a jaskýň v Dlhom vrchu. (Kuchynsko-orešanský kras, Malé Karpaty). *Slovenský kras*, 49/1, 57 – 76.
- LAČNÝ A. 2013: Vzťah tektoniky a litológie pri genéze jaskýň v Kuchynsko-orešanskom krase. *Acta Geologica Slovaca*, 5, 1, 97 – 105.
- LAČNÝ A. 2016: O zaniknutej jaskyni v blízkosti obce Píla (Malé Karpaty). *Spravodaj SSS*, 47, 2, 27 – 28.
- LAČNÝ A. 2020: Cesta do útrob najhlbšej jaskyne Malých Karpát - Vajsáblovej priepasti. *Spravodaj SSS*, 51, 3, 37 – 43.
- LAČNÝ A. 2021: 20 rokov v podzemí 2001-2020. Speleoklub Trnava., 176 s.
- LAČNÝ A., MICHALÍKOVÁ S., CSIBRI T., KLUČIAR T., DOSTÁL I., PUTIŠKA R. & KUŠNIRÁK D. 2017: Nový súhrn poznatkov o Smolenickom krase (Malé Karpaty). *Slovenský kras*, 55/1, 23 – 46.
- LAČNÝ A., MARTINÁK M., VONGREJ V. & CSIBRI T. 2018: Penovce a travertíny Malých Karpát. *Slovenský kras*, 56/2, 133 – 146.
- LAČNÝ A., KUBIČINA L. & CSIBRI T. 2019A: Morfometrická analýza závrtovej Čachtickej planiny. *Slovenský kras*, 57/2, 147 – 164.
- LAČNÝ A., PUTIŠKA R. & CSIBRI, T. 2019B: Aplikácia geofyzikálneho výskumu metódou ERT na lokalite Bana (Malé Karpaty, Plavecký kras). *Slovenský kras*, 57/1, 39 – 45.
- LAČNÝ A., VOJTKO R., VELŠMID M., DUŠEKOVÁ L. & PAPČO J. 2020A: Geological control of the origin of dolines in the Plavecký Karst (Malé Karpaty Mts., Slovakia). *Acta Geologica Slovaca*, 12, 2, 137 – 152.
- LAČNÝ A., BELLA P., VELŠMID M. & CSIBRI T. 2020B: The Večerná-Čárka cave system (Kuchyňa-Orešany Karst, Malé Karpaty Mountains, Slovakia) – tectonically controlled phreatic speleogenesis in the marginal part of block mountains. *Acta Geologica Slovaca*, 12, 1, 1 –13.

- LAČNÝ A. & CSIBRI T. 2020c: Súhrn poznatkov o Kuchynsko-orešanskom krase. *Slovenský kras*, 58/2, 149 – 168.
- LAČNÝ A., PUTIŠKA R., VOJTOK R., DUŠEKOVÁ L., MOJZEŠ A., BRIXOVÁ B., ZVARA I., ANDRÁSSY E. & MAGDOLEN P. 2021: Study of dolines of the Cajla Karst originated on covered karst landform (Malé Karpaty Mts., Western Carpathians). *Acta Geologica Slovaca*, 13, 2, 170 – 190.
- LAČNÝ A., MAGDOLEN P. & DUŠEKOVÁ L. 2022: Morfometrická charakteristika závrstov Borinského krasu v Malých Karpatoch. *Slovenský kras*, 60/2, 141 – 160.
- LALKOVIČ M. 2010: Plavecká jaskyňa – prvá sprístupnená jaskyňa na Slovenku. *Aragonit*, 15/1, 19 – 28.
- LEHOTSKÝ R. 1994: Krasové a pseudokrasové jaskyne Devínskych karpát. *Slovenský kras*, 32, 23 – 40.
- LEHOTSKÝ R. 1998: Nález predegenburského paleokrasu v Čachtických Karpatoch. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 60 – 62.
- LEHOTSKÝ R. 2008: Zabudnutá ťažba sarmatských pieskov v Bratislave – Dúbravke. Nerastné bohatstvo v lomoch II., Západné a východné Slovensko, zborník prednášok, Slovenské banské múzeum, Banská Štiavnica, 35 – 36.
- LEHOTSKÝ R. 2009: Neogénny paleokras Malých Karpát. Rigorózna práca. Univ. Komenského v Bratislave, 115 s.
- LEHOTSKÝ R. 2011: Abrázna puklina pod Citadelou - významná lokalita prednovrchnobádenského paleokrasu v Devínskom hradnom vrchu. *Aragonit*, 16, 1 – 2, 60.
- LEHOTSKÝ R. 2012: Exhumovaný predvrchnobádenský paleokras brala Devínskeho hradného vrchu (Malé Karpaty). *Slovenský kras*, 50, 2, 149 – 158.
- LIŠKA M. 1982: Výskum Borinského krasu a jeho ochrana. Výskumné práce z ochrany prírody, 4, Bratislava, 3 – 73.
- MAGDOLEN P. 1993: Jaskyňa Vlčie jamy, *Spravodaj SSS*, 24, 1, 14 – 16.
- MAGDOLEN P. 1998: Silnického jaskyňa – ukončený prieskum? *Spravodaj SSS*, 29, 4, 36 – 41.
- MAGDOLEN P. 1999: Jaskyňa Notre Dame stále vzdoruje. *Spravodaj SSS*, 30, 3, 22 – 25.
- MAGDOLEN P. 2005: Nové fakty o Starom Hájnom. *Spravodaj SSS*, 36, 2, 22 – 24.
- MAGDOLEN P. 2014: Nový jaskynný systém v Malých Karpatoch. *Spravodaj SSS*, 45, 3, 45.
- MAGDOLEN P. 2021: Hypogénna jaskyňa v Bratislavskom okrese. *Spravodaj SSS*, 52, 4, 28 – 32.
- MAGDOLEN P. 2008: Veľké Prepadlé – uzavretý systém. *Spravodaj SSS*, 39, 4, 6 – 12.

- MAGDOLEN P. & ŠEVČÍK M. 2019: Príbeh Strednej gardy. *Spravodaj SSS*, 50, 3, 6 – 14.
- MAGDOLEN P. & ŠEVČÍK M. 2020: Ponor trpaslíkov sa zmenil na jaskyňu. *Spravodaj SSS*, 51, 3, 13 – 21.
- MAHEL M. 1986: Geologická stavba československých Karpát – Paleoalpínske jednotky 1. Veda, Bratislava, 503 s.
- MAHEL M., CAMEL B., (EDS), BUDAY T., HALOUZKA R., MATĚJKA A., PERŽEL M., SABOL A., VOZÁR J., HANÁČEK J., JANÁČEK J., LEŠKO B., LUKNIŠ M., VASS D. & ŽÁKOVSKÝ R. 1972: Geologická mapa Malých Karpát 1:50 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- MAZÚR E. & LUKNIŠ M. 1978: Regionálne geomorfologické členenie Slovenskej socialistickej republiky. *Geografický časopis*, Bratislava, 30/2, 101 – 125.
- MICHALÍK J. 1984: Some remarks on developmental and structural interpretation of the north western part of the Malé Karpaty Mts. (West Carpathians). *Geologica Carpathica*, 35, 4, Bratislava, 489 – 504.
- MICHALÍK J., REHÁKOVÁ D. & MARKO F. 1992: Stratigrafia a tektonika spodnokriedovej vápencovej sekvencie v profile jaskyne Driny (vysocká jednotka, Malé Karpaty). *Mineralia Slovaca*, 24, 235 – 243.
- MINÁR J., BIELIK M., KOVÁČ M., PLAŠIENKA D., BARKA I., STANKOVIANSKY M. & ZEYEN H. 2011: New morphostructural subdivision of the Western Carpathians: An approach integrating geodynamics into targeted morphometric analysis. *Tectonophysics*, 502, 158 – 174.
- Mišík M. 1976: Geologické exkurzie po Slovensku. SPN Bratislava, 18 – 34.
- Mišík M. 1980: Miocene sinter crusts (speleothems) and calcrete deposits from neptunian dykes, Malé Karpaty Mts. *Geologica Carpathica*, 31/4, 495 – 512.
- MITTER P. 1974: Čachtický kras. *Slovenský kras*, 12, 115 – 134.
- Mitter P. 1983: Geomorfologická rajonizácia krasu Malých Karpát. *Slovenský kras*, Martin, 21, 3 – 34.
- NEUHUBER S., PLAN L., GIER S., HINTERSBERGER E., LACHNER J., SCHOLZ D., LÜTHGENS C., BRAUMANN S., BODENLENZ F., VOIT K. & FIEBIG M. 2021: Numerical age dating of cave sediments to quantify vertical movement at the Alpine-Carpathian transition in the Plio- and Pleistocene. *Geologica Carpathica*, 71, 6, 539 – 557.

- NOVODOMEČ R. 1967: Geomorfologické pomery povodia Parnej v Malých Karpatoch. *Geografický časopis*, Bratislava, 19, 3, 212 – 223.
- PLAŠIENKA D. 1999: Tektochronológia a paleotektonický model jursko-kriedového vývoja Centrálnych Západných Karpát. Veda, Vyd. SAV, Bratislava, 125 s.
- PLAŠIENKA D., MICHALÍK J., GROSS P. & PUTIŠ M. 1991: Paleotectonic evolution of the Malé Karpaty Mts. – an overview. *Geologica Carpathica*, 42, 195 – 208.
- PLAŠIENKA D., GREČULA P., PUTIŠ M., KOVÁČ M. & HOVORKA D. 1997: Evolution and structure of the Western Carpathians: an overview. In: GREČULA P., HOVORKA D. & PUTIŠ M. (Eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. *Mineralia Slovaca – Monograph*, Bratislava, 1 – 24.
- POLÁK M., PLAŠIENKA D., KOHÚT M., PUTIŠ M., BEZÁK V., FILO I., OLŠAVSKÝ M., HAVRILA M., BUČEK S., MAGLAY J., ELEČKO M., FORDINÁL K., NAGY A., HRAŠKO Ľ., NÉMETH Z., IVANIČKA J. & BROSKA, I. 2011: Geologická mapa regiónu Malých Karpát v M = 1: 50 000. MŽP SR, Štátny geologický ústav, mapové dielo.
- POLÁK M., PLAŠIENKA D., KOHÚT M., PUTIŠ M., BEZÁK V., MAGLAY J., OLŠAVSKÝ M., HAVRILA M., BUČEK S., ELEČKO M., FORDINÁL K., NAGY A., HRAŠKO Ľ., NÉMETH Z., MALÍK P., LIŠČÁK P., MADARAS J., SLAVKAY M., KUBEŠ P., KUCHARIČ Ľ., BOOROVÁ D., ZLÍNSKA A., SÍRÁŇOVÁ Z. & ŽECOVÁ K. 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty v mierke 1 : 50 000. MŽP SR, Štátny geologický ústav, 309 s.
- POSPÍŠIL P. 1994: Z činnosti oblastnej skupiny Čachtice. *Spravodaj SSS*, 25, 4, 9 –1 4.
- SALAJ J., BEGAN A., HANÁČEK J., MELLO J., KULLMAN E., ČECHOVÁ A. & ŠUCHA P. 1987: Vysvetlivky ku geologickej mape Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát 1 : 50 000. Geol. úst. D. Štúra, Bratislava, 181 s.
- STANKOVIANSKY M. 1974: Príspevok k poznaniu krasu Bielych hôr v Malých Karpatoch. *Geografický časopis*, 26, 3, 241 – 257.
- SLUKA M. 2005: Ako vznikala mapa Čachtickej jaskyne. *Spravodaj SSS*, 36,2, 40 – 43.
- STANKOVIANSKY M. 1979: Geomorfologické pomery Čachtických Karpát s osobitným zreteľom na Čachtický kras. *Slovenský kras*, 17, 59 – 76.
- STANKOVIANSKY M. 1982: Geomorfologické pomery krasových území Malých Karpát. In: Geomorfologická konferencie konaná na počesť 100. výročia narodenia profesora J. V. Daneše (Praha, 3. – 5. 6. 1980). 233 – 242.
- ŠMÍDA B. 1997: Zo speleologického prieskumu Čachtického krasu. *Spravodaj SSS*, 28, 1 29 –33.

ŠMÍDA B. 2008: Krasové jamy (závrty) Západných Karpát: štúdium ich morfológie a genézy. Minimová práca, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, 113 s.

ŠMÍDA B. 2010: Geomorfológia a genéza Plaveckého krasu ako modelového územia tzv. kontaktného krasu Západných Karpát s nižšou energiou reliéftvorby. Dizertačná práca, PriF UK Bratislava, 221 s.

ŠUJAN M., LAČNÝ A., BRAUCHER R., MAGDOLEN P. & ASTER TEAM 2017: Early Pleistocene age of fluvial sediment in the Stará Garda Cave revealed by $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ burial dating: implications for geomorphic evolution of the Malé Karpaty Mts. (Western Carpathians). *Acta Carsologica*, 46,2-3, 251 – 264.

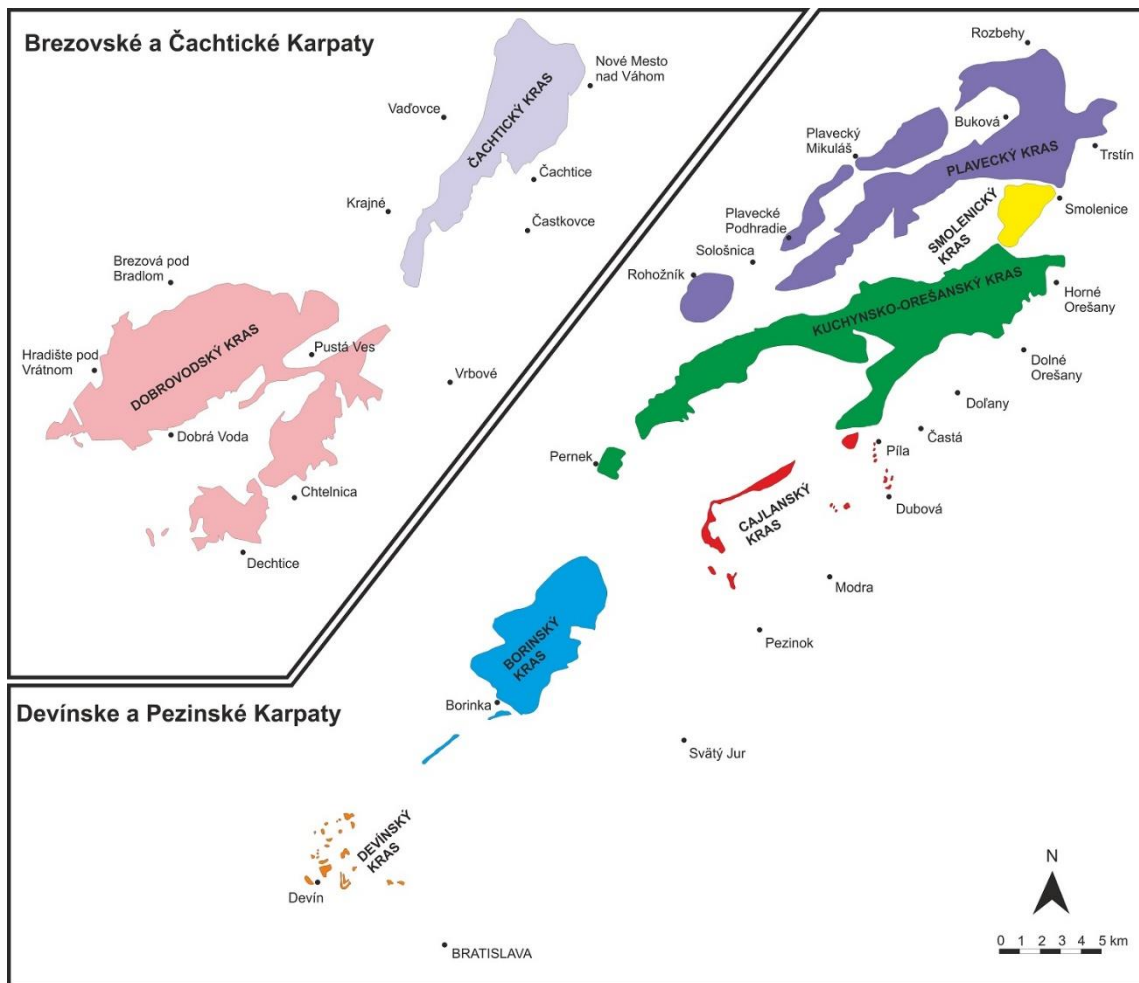
TENCER J. 2019: Tabuľka najdlhších jaskýň na Slovensku, stav k 31. 3. 2019. *Spravodaj SSS*, 50, 1, 105.

VINCE L. 2000: Geológia Čachtického krasu alebo fantázia prútkára. *Spravodaj SSS*, 31, 2, 43 – 45.

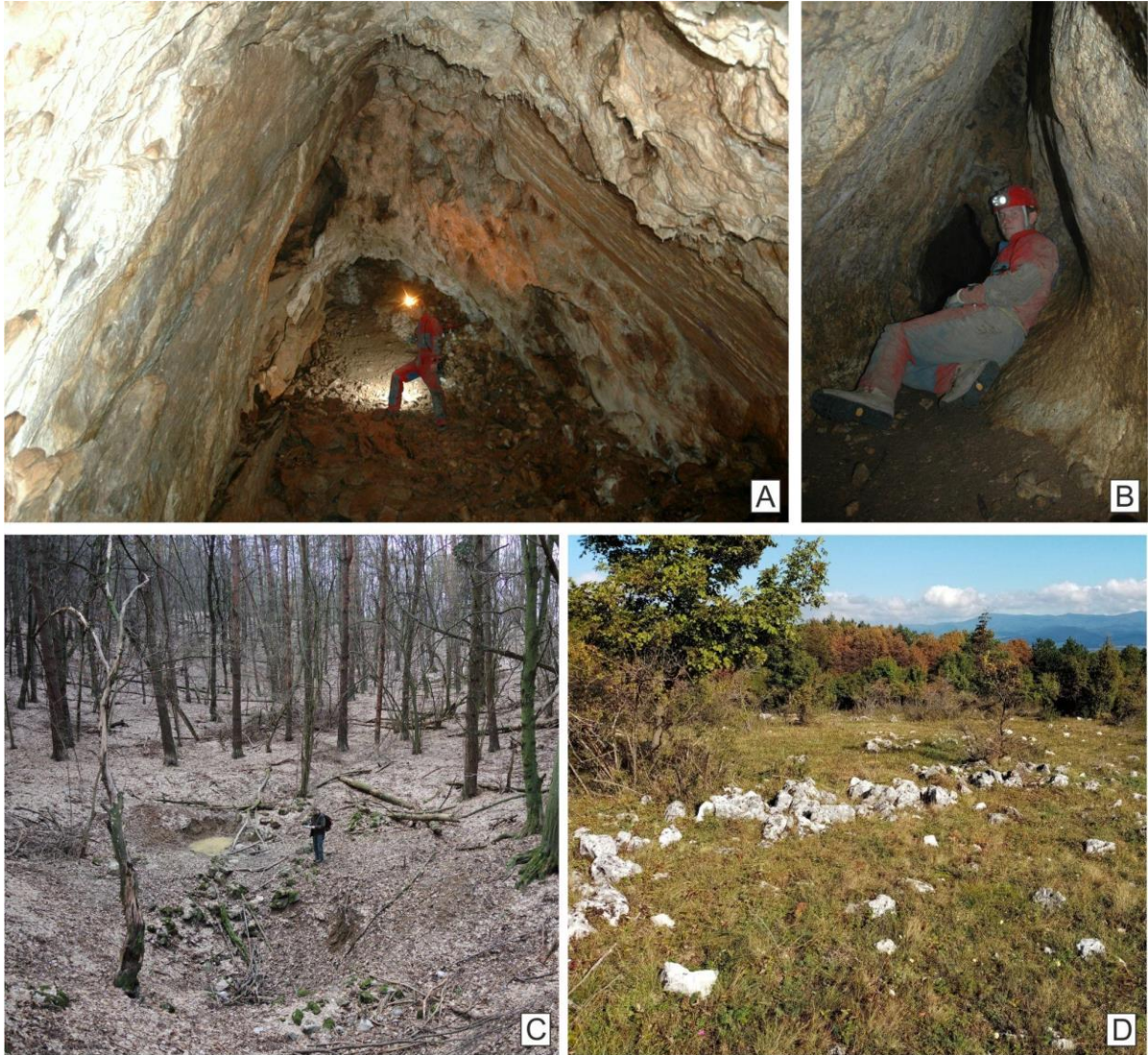
Tab. 1. Počty identifikovaných závrto v krasových územiach Malých Karpát

Čachtický kras	86
Dobrovodský kras	263
Plavecký kras	92
Smolenický kras	0
Kuchynsko-orešanský kras	115
Cajlanský kras	50
Borinský kras	44
Devínsky kras	0

Obrázky



Obr. 1. Schematické znázornenie krasových území Malých Karpát



Obr 2. A) Korozívne prepracovaná tektonická predispozícia S-J smeru v Havranickej jaskyni. Foto: A. Lačný, **B)** Fluviálnou činnosťou vytvorená trubica na dne s autochtóнным sedimentom v jaskyni Sová (Kuchynsko-orešanský kras). Foto: A. Lačný, **C)** Líniové umiestnenie závrto v Čachtickej planine. Foto: L. Kubičina, **D)** Škrapy v oblasti Drapliaka (Čachtická planina). Foto: A. Lačný



Obr. 3. Plošná rozloha Čachtického krasu



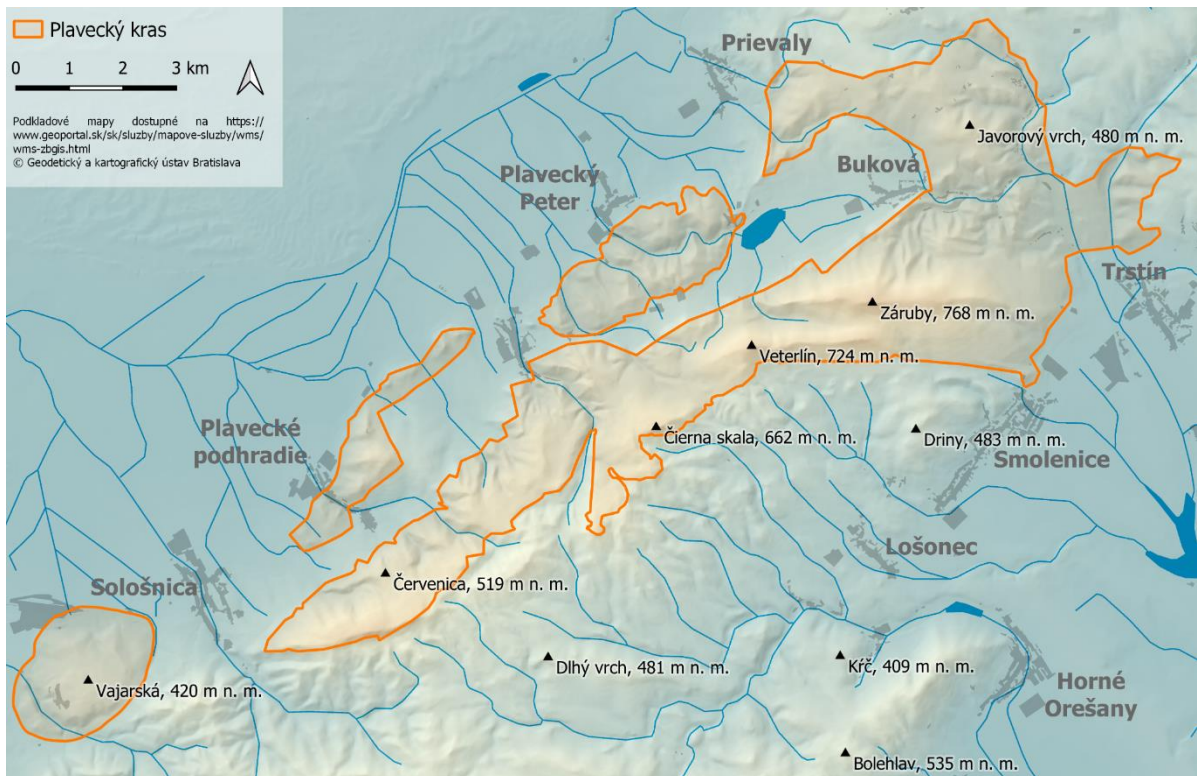
Obr. 4. A) Kvapľová výzdoba v Čachtickej jaskyni (Biely dóm). Foto: L. Kubičina, **B)** Priebek sčasti zatopených chodieb v Hladovom prameni. Foto: L. Kubičina



Obr. 5. Plošná rozloha Dobrovodského krasu



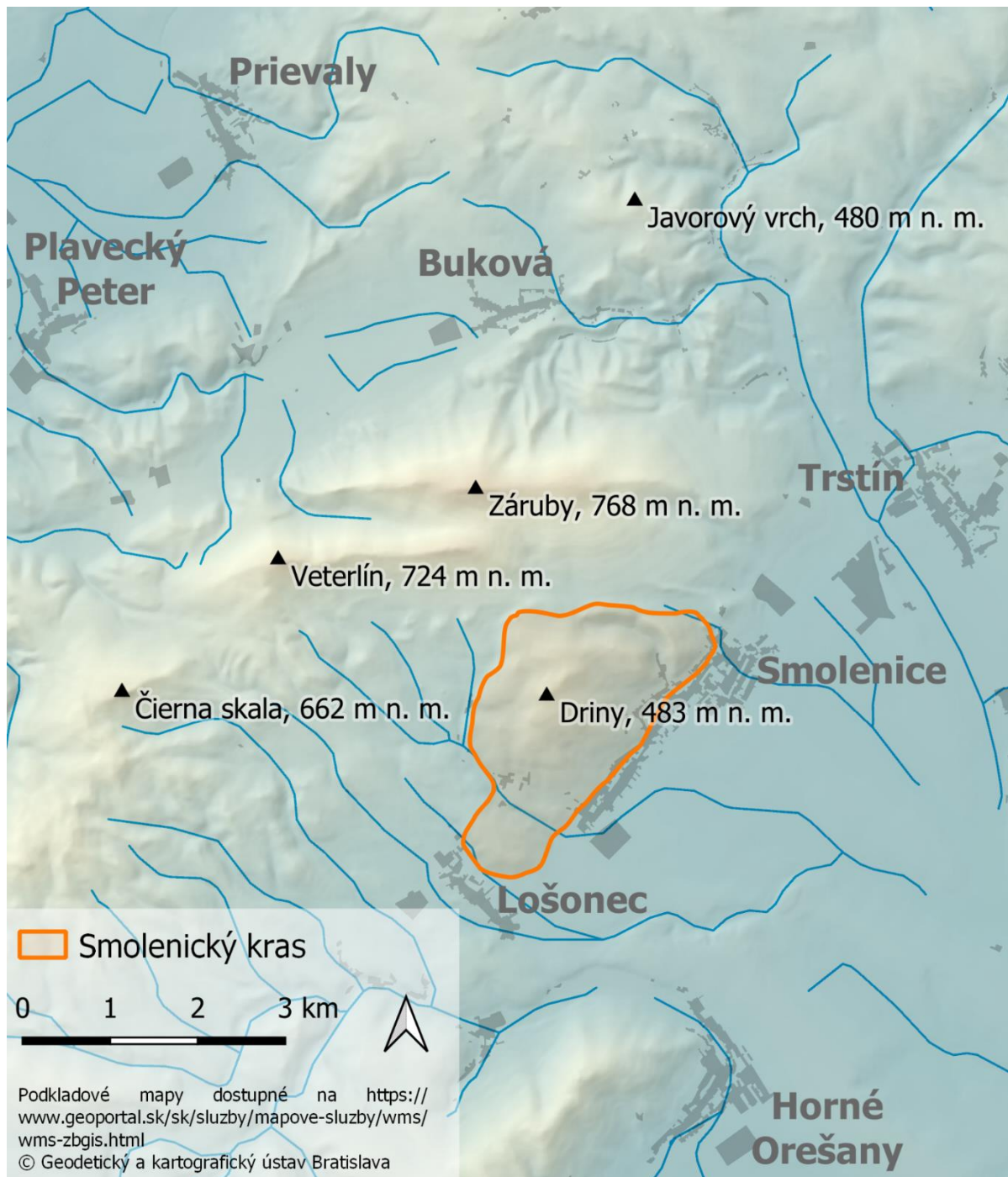
Obr. 6. **A)** Typický malokarpatský závrť z Dobrovodského krasu. Foto: M. Galová, **B)** Koróziou premodelované pukliny Zbojníckej jaskyne. Foto: T. Oravec, **C)** Jarčekovitý typ škrapov na lokalite Hodinková veža (Dobrovodský kras). Foto: A. Lačný, **D)** Veľké studne charakteristické pre Vajsáblovu priepasť v hlbších častiach (Sieň Speleoklubu Trnava). Foto: M. Zvonár



Obr. 7. Plošná rozloha Plaveckého krasu



Obr. 8. **A)** Podzemné jazerá v Trstínskej vodnej priepasti. Foto: A. Lačný, **B)** V minulosti ťažený zárez penovca na lokalite Biele hlíny. Foto: A. Lačný, **C)** Hlavná pasáž Pukliny pod orechom s jej modeláciou. Foto: A. Lačný, **D)** Ostro zarezaný potok na jednej z terás pri zachytených prameňoch Hajzochová (Rohožnícka dolina). Foto: A. Lačný, **E)** Jarčekovitý typ škráp východne od Jelenca N48° 26' 11,3" E17° 18' 29,5" (Kuchynsko-orešanský kras). Foto: A. Lačný



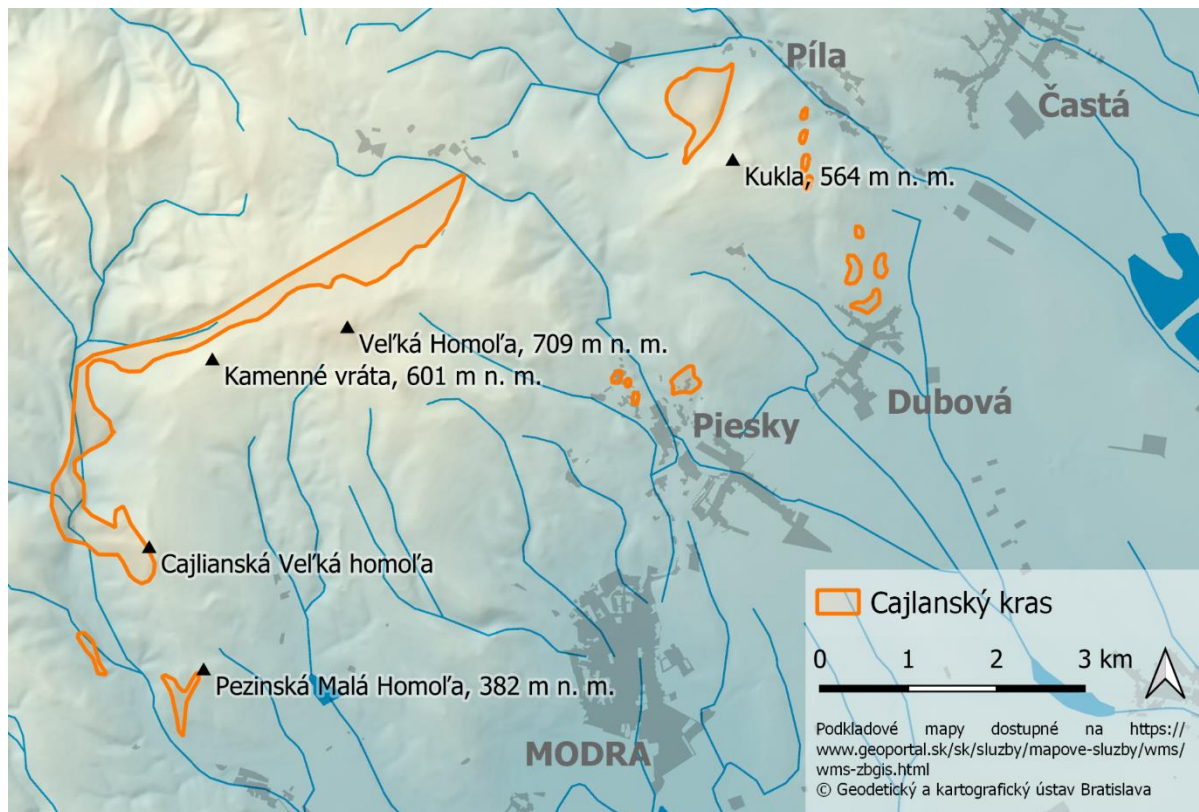
Obr. 9. Plošná rozloha Smolenického krasu



Obr. 10. Plošná rozloha Kuchynsko-orešanského krasu



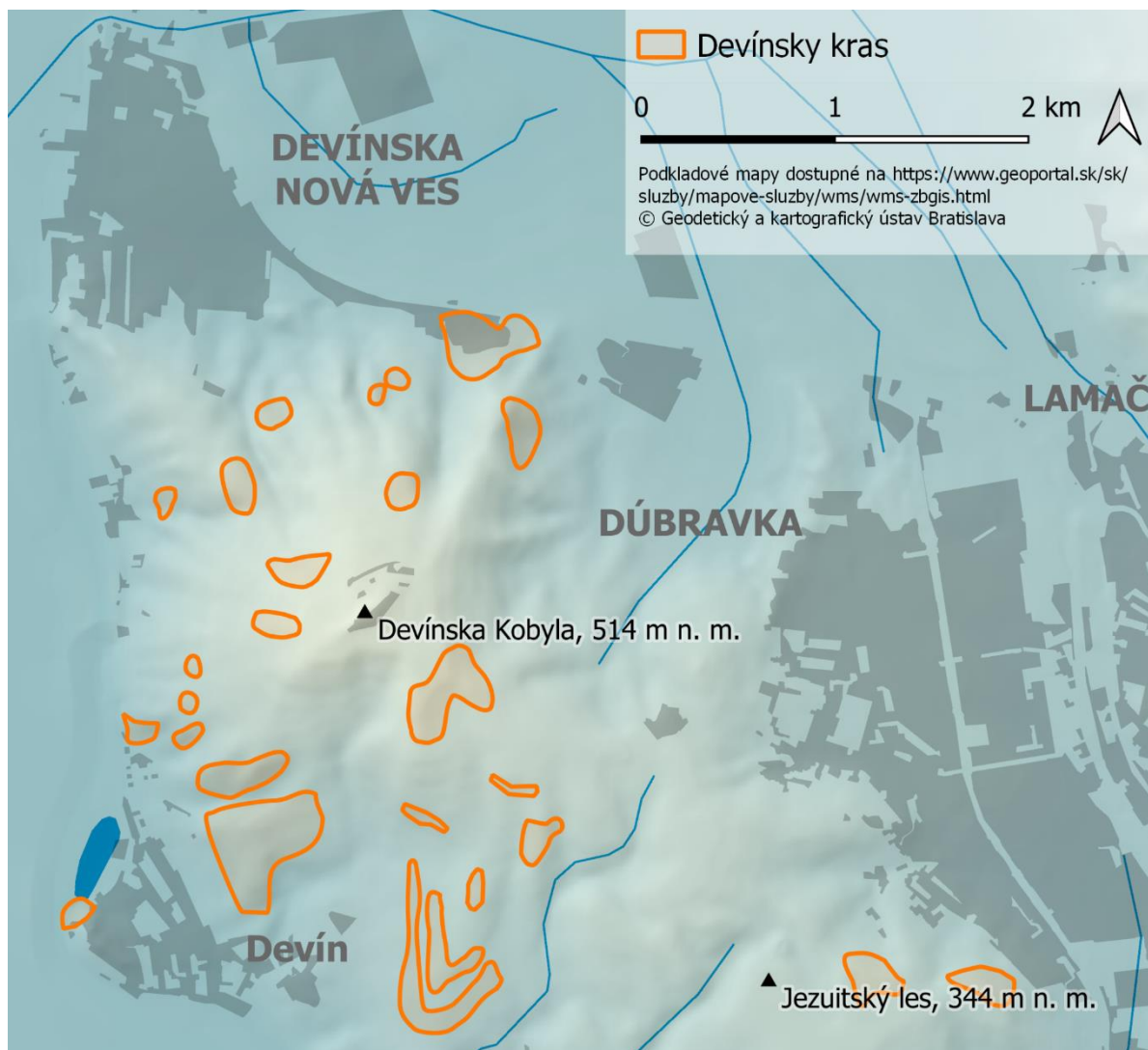
Obr. 11. A) Rúrovitá a puklinovitá škrapa na lokalite Vápenice (Kuchynsko-orešanský kras). Foto: A. Lačný, **B)** Pohľad na tvary Riečnej jaskyne, kde prebieha speleologický prieskum. Foto: M. Zverka, **C)** Stropné korýtko v jaskyni Stredná garda. Foto: M. Ševčík



Obr. 12. Plošná rozloha Čajlanského krasu



Obr. 13. Plošná rozloha Borinského krasu



Obr. 14. Plošná rozloha Devínskeho krasu



Obr. 15. Charakter priestorov v Jaskyni v Štokeravskej vápenke (Šumienka). Foto: M. Ševčík