



Krasové územia Západných Karpát

ALEXANDER LAČNÝ

KRAS

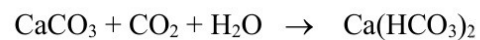
- ▶ Kras predstavuje zvláštny typ krajiny pokrývajúci 20% povrchu svetovej súše
- ▶ Tri základné podmienky:
- ▶ **Prítomnosť rozpustných hornín**
- ▶ **Vody**
- ▶ **Vytvorenie podpovrchovej drenážnej siete**



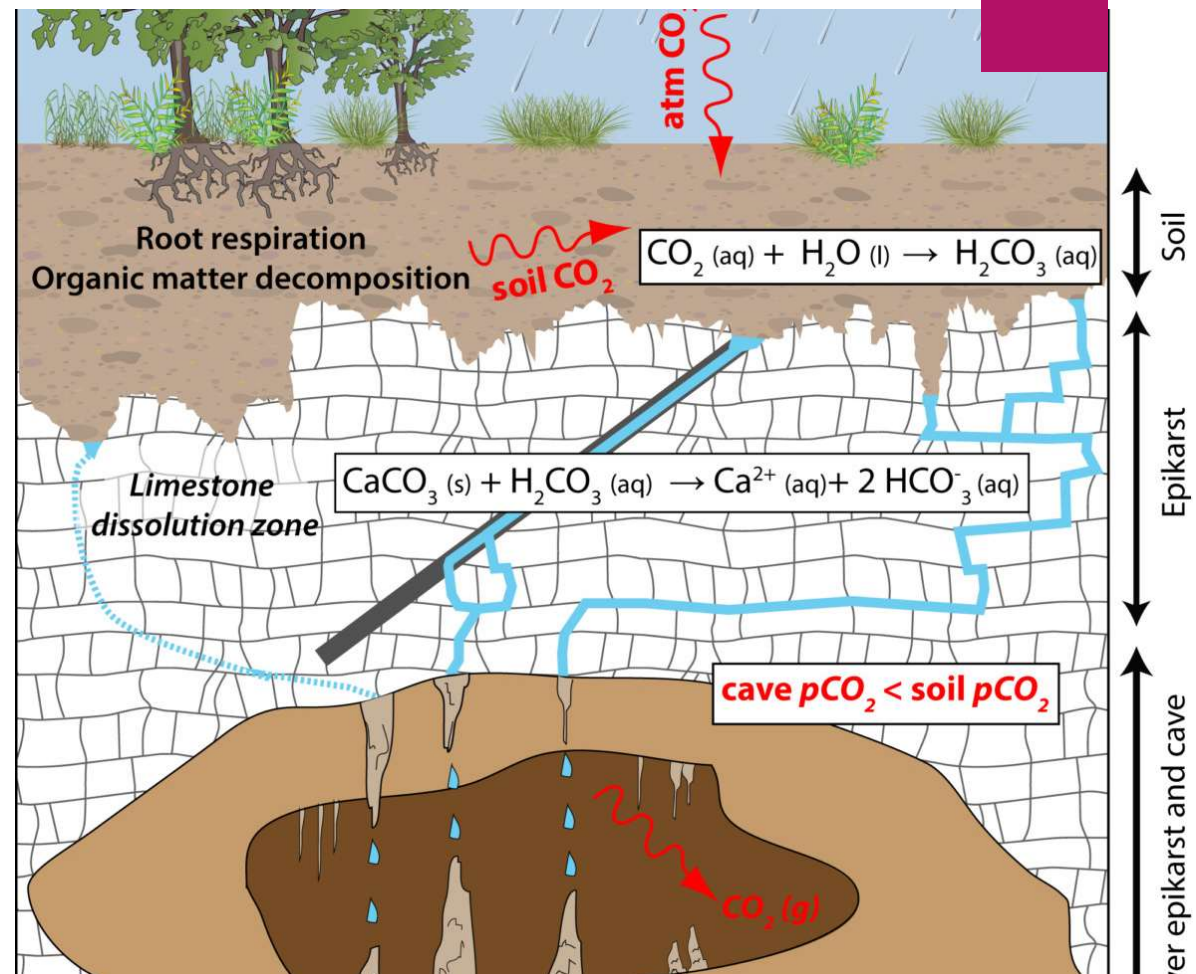
Kras ako systém prenosu hmoty v rozpustných horninách

KRAS v UŽŠOM SLOVA ZMYSLE

- Rozpúšťanie (korózia, denudácia)



- Vyzrážanie (akumulácia)

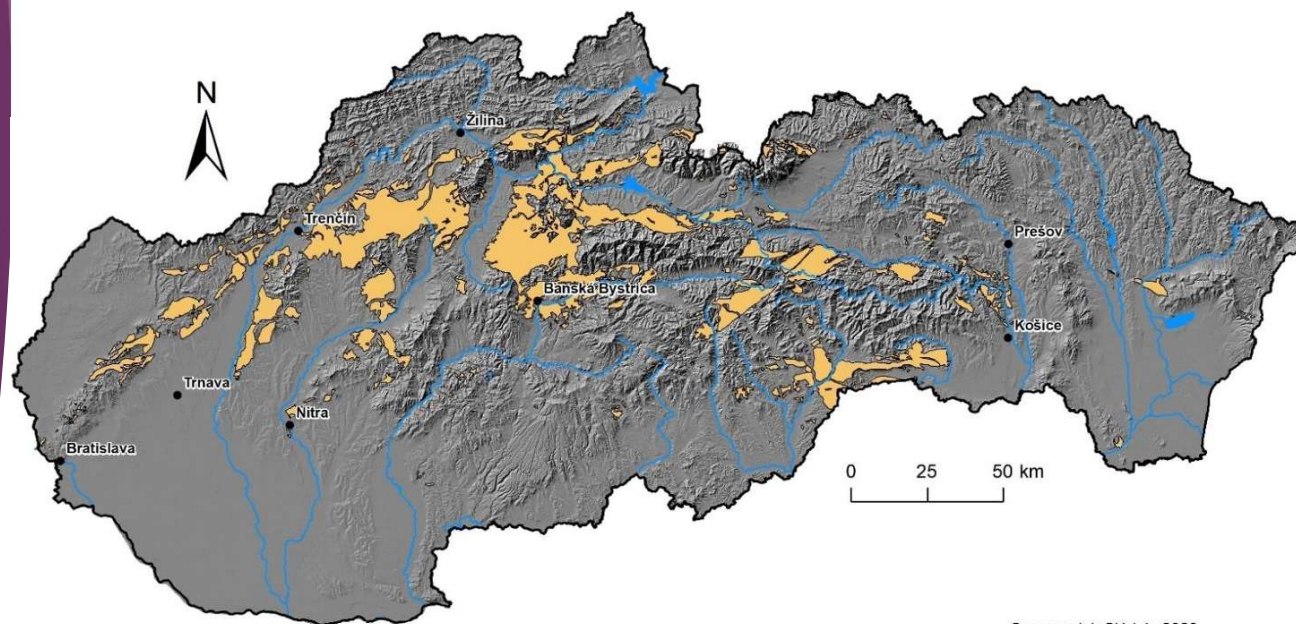


Zdroj: <https://blogs.egu.eu/divisions/cl/files/2019/11/laia-karst-system-simple.jpg>

Kras na Slovensku

- ▶ Na Slovensku vyše 3280 km²
- ▶ Kras tvorí cca 6% rozlohy Slovenska
- ▶ Dominujú karbonáty (najrozšírenejšie mezozoické karbonáty – trias, jura, krieda)
- ▶ Výskyt aj v mramorch, magnezitoch, sádrovcoch
- ▶ Gemerské pásmo, Veporské pásmo, Pásmo jadrových pohorí
- ▶ Najväčšiu rozlohu krasu má Slovenský kras - 800 km².

ROZŠÍRENIE KRASOVÝCH HORNÍN NA SLOVENSKU



Spracoval: I. Sládek, 2023
Podkladové mapy: ŠGÚDŠ, ÚGKK SR

KRASOVÉ ÚZEMIA ZÁPADNÝCH KARPÁT

Vyčleňovanie krasových území na základe geológie
a geomorfológie (Droppa, Jakál, Mazúr, Mitter, Hochmuth a ďalší)

B. KRAS ZÁPADNÝCH KARPÁT

Menšie krasové oblasti, ktoré morfológicky patria k Západným Karpátom, ležia vo východnej časti ČSR. Ide najmä o Štramberkský a Juhomoravský kras. **Štramberkský kras** predstavuje typ krasu bradlovej štruktúry a tvoria ho jurské vápence. Budujú ho izolované trosky vápencových vrchov Kotúč, Zámecký vrch a Skalka. Známy je výskyt kratších jaskýň, z ktorých najväčšia je Šipka s nálezom čeluste neandertálskeho človeka.

K **Juhomoravskému krasu** zaraďujeme typ krasu bradlovej štruktúry Pavlovských vrchov. Kras je vytvorený na jurských vápencoch. Jaskyňa na *Turolde* je sprístupnená v dĺžke asi 200 m. Pozoruhodná je aj jaskyňa Pod Sirotčím bradlom.

Zdroj: Praktická speleleológia, 1982 (Jozef Jakál a kol.)

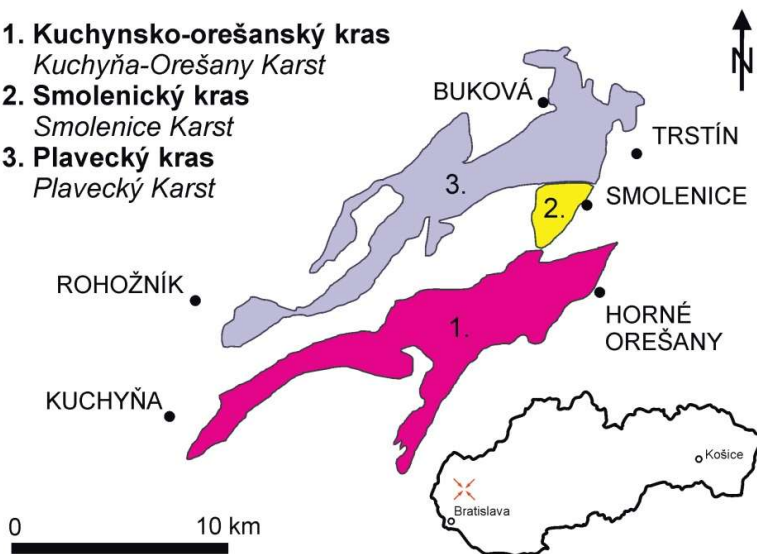
Zdroj: Krasové územia a jaskyne Slovenska, 2008 (Zdenko Hochmuth)→

Krasové územia v pohoriach vnútorných Karpát

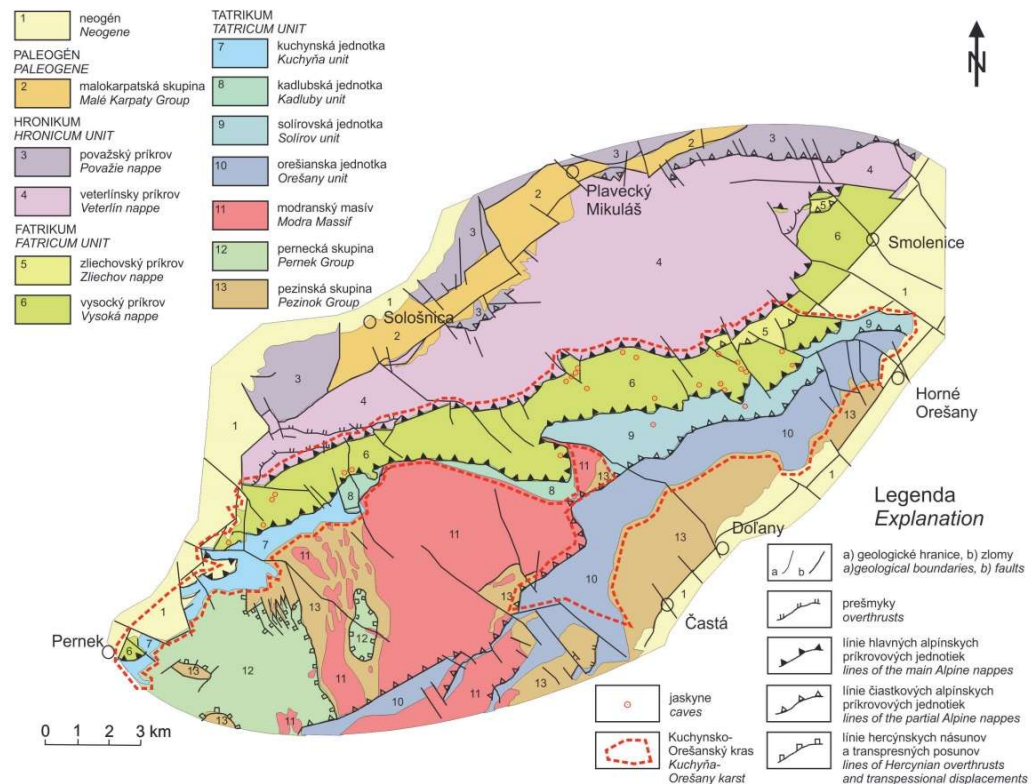
Krasové územia Malých Karpát.....	●
Krasové územia Považského Inovca.....	
Krasové územia Tribča.....	
Krasové územia Strážovských vrchov.....	
Krasové územia Súľovských vrchov.....	
Krasové územia Malej Fatry.....	
Krasové územia pohoria Žiar.....	
Krasové územia Veľkej Fatry.....	
Krasové územia Chočských vrchov.....	
Krasové územia Tatier.....	
Krasové územia Nízkych Tatier.....	
Krasové územia Starohorských vrchov.....	
Krasové územia Kozích chrbtov.....	
Krasové územia Slovenského raja.....	
Krasové územia Muránskej planiny.....	
Krasové územia Veporských vrchov.....	
Krasové územia Revúckej vrchoviny.....	
Krasové územia Slovenského krasu.....	
Krasové územia Volovských vrchov.....	
Krasové územia Čiernej hory.....	
Krasové územia Braniska.....	
Krasové územia Humenských vrchov.....	
Krasové ostrovy v kotlinách a pahorkatinách juhovýchodného Slovenska.....	●
Krasové územia Rimavskej kotliny.....	
Kras Bodvianskej pahorkatiny.....	
Krasové územia Košickej kotliny.....	●
Krasové ostrovy vo flyši stredného a východného Slovenska.....	
Krasové ostrovy v Podtatranskej (Liptovskej) kotlině.....	
Kras Ostrej a Tupej skaly v Oravskej vrchovine.....	
Kras Hornádskej kotliny.....	
Krasové územia Zvolenskej kotliny.....	
Krasové územia Horehronského podolia.....	
Kras vo výstupoch mezozoických kryh západne od Humenských vrchov.....	
Krasový ostrov v Štiavnických vrchoch.....	
Krasové územia v travertínoch.....	●
Kras bradlového pásma západného a severného Slovenska.....	●

Problematika vyčleňovania krasových území

1. Kuchynsko-orešanský kras
Kuchyňa-Orešany Karst
2. Smolenický kras
Smolenice Karst
3. Plavecký kras
Plavecký Karst

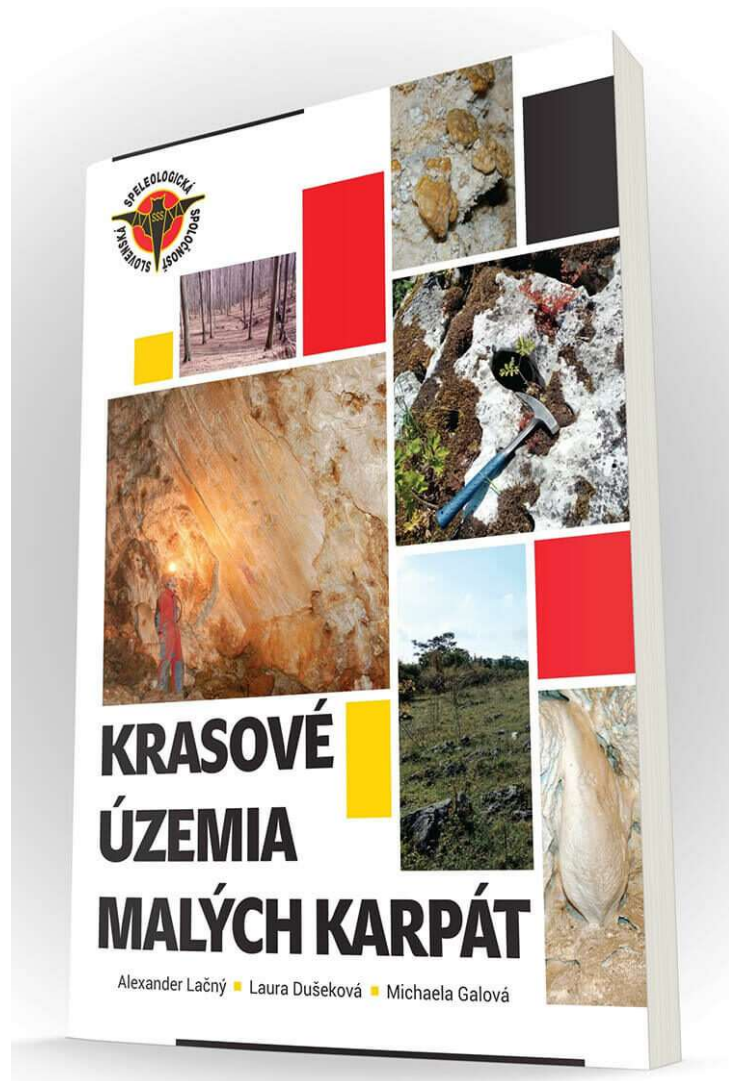


Obr. 1. Geomorfologické členenie krasu Malých Karpát (upravené podľa Mittera, 1983).



Vyčlenenie Kuchynsko-orešanského krasu (Lačný, 2013)

- Ostrovčekovité výskyty krasu zjednotiť na princípe genetických a geologických súvislostí a prípadne využiť aj výrazné morfológické hranice, pretože často signalizujú litologické obmedzenia (Hochmuth 2008).

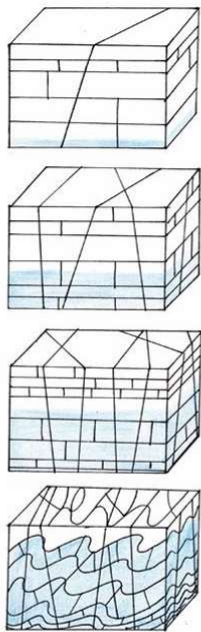


Krasové územia Malých Karpát

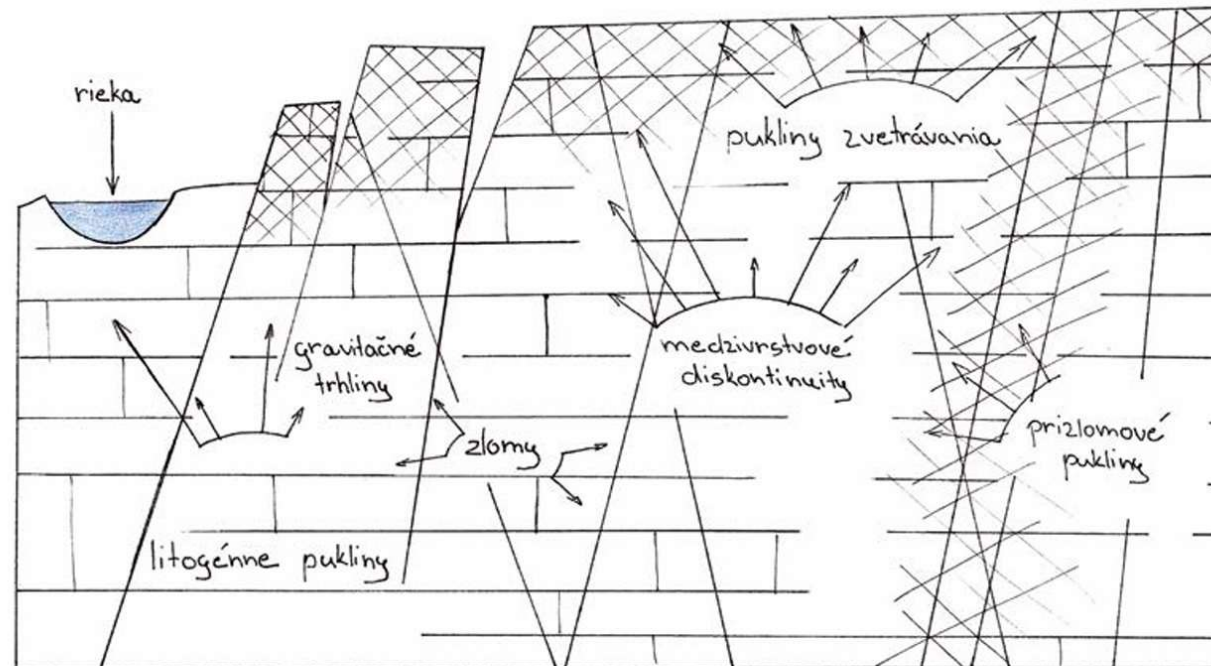
Predpoklady vzniku krasovej geomorfológie a krasových foriem

- ✓ dostatočná hrúbka vápencového komplexu bez vložiek nepriepustných hornín
- ✓ obnažený vápencový komplex, bez nepriepustného pokryvu
- ✓ chemická čistota vápencov
- ✓ dostatočné tektonické porušenie hornín
- ✓ podložie vápencov tvorené nepriepustnými horninami
- ✓ vysoká poloha územia umožňujúca primeraný spád podzemných tokov
- ✓ pomerne rovný povrch územia
- ✓ vlhké podnebie

Diskontinuity v hornine ako jedna z podmienok vzniku krasových foriem



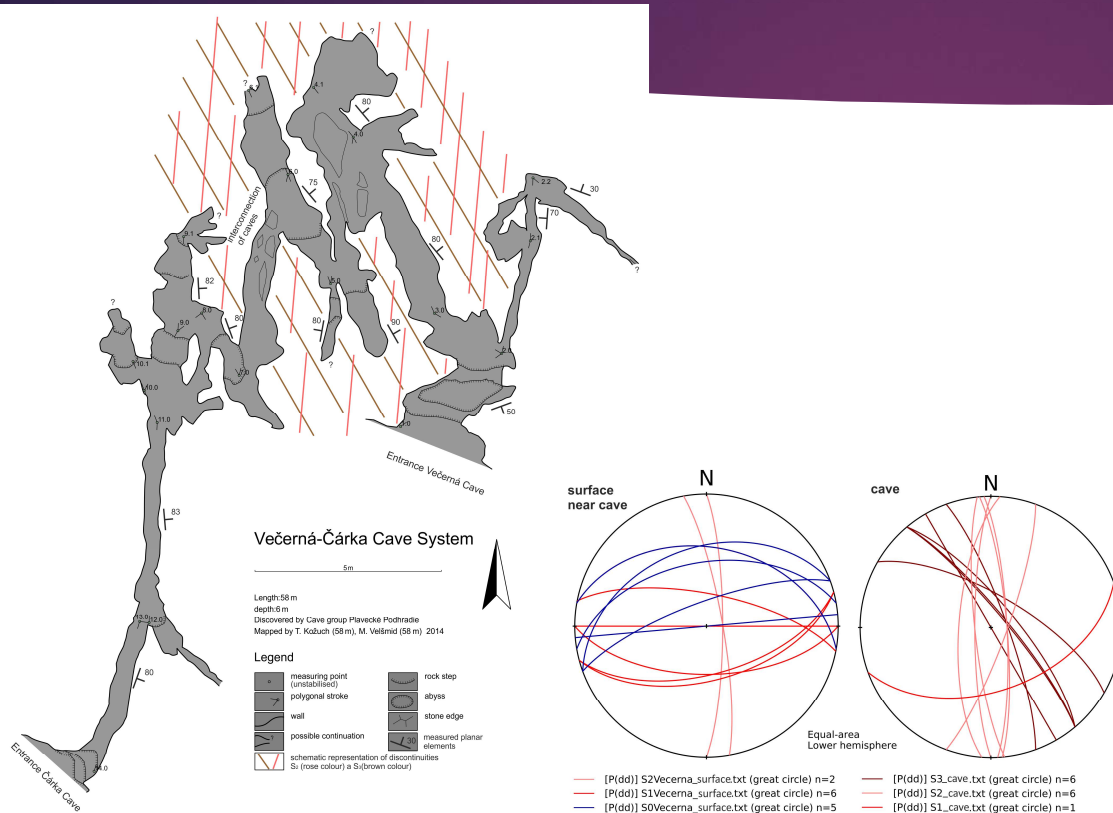
Obr. 4 Vplyv intenzity tektonického porušenia na hĺbku, v ktorej dochádza k nasýteniu krasových vôd podľa Pulinu a Andrejčuka (2000)



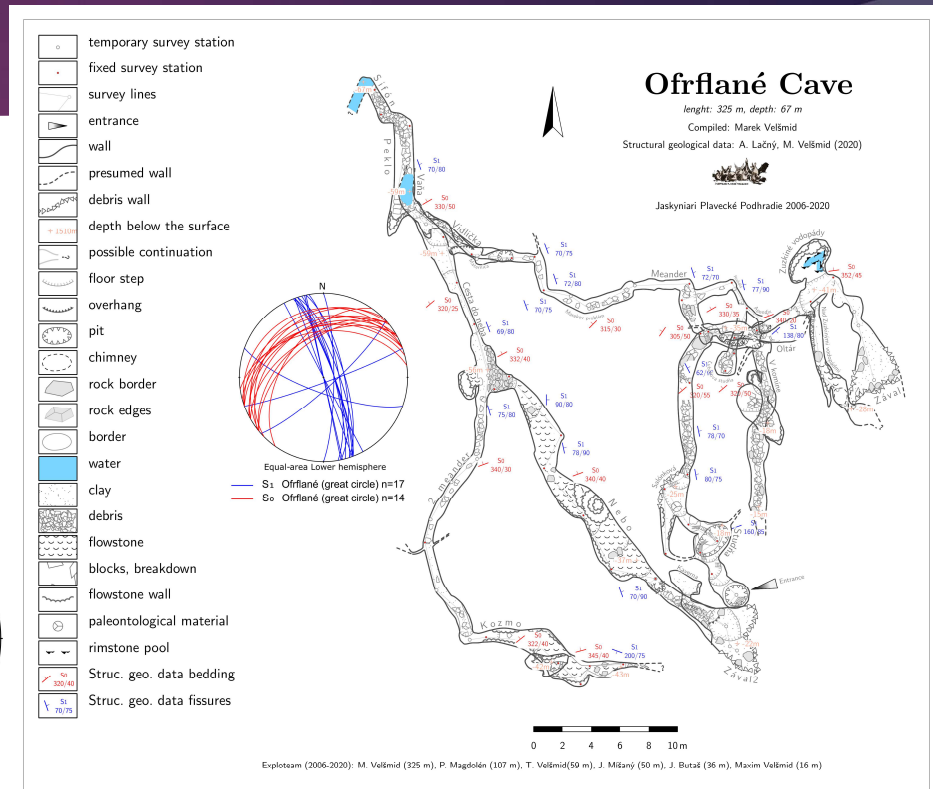
Obr. 5 Priečný rez masívom s vyznačením niektorých typov štruktúrno-geologických diskontinuit podľa Pulinu a Andrejčuka (2000)

Zdroj: Jaskyne tam a späť (2014)

Jaskyne a tektonika



Mapa jaskyne Večerná-Čárka s tektonickou mriežkou vrátane diagramu (Lačný, 2020a)



Mapa jaskyne Ofrflané s nameranými štruktúrnymi prvkami (Lačný, 2020b)

Geomorfologické typy krasu na území Západných Karpát

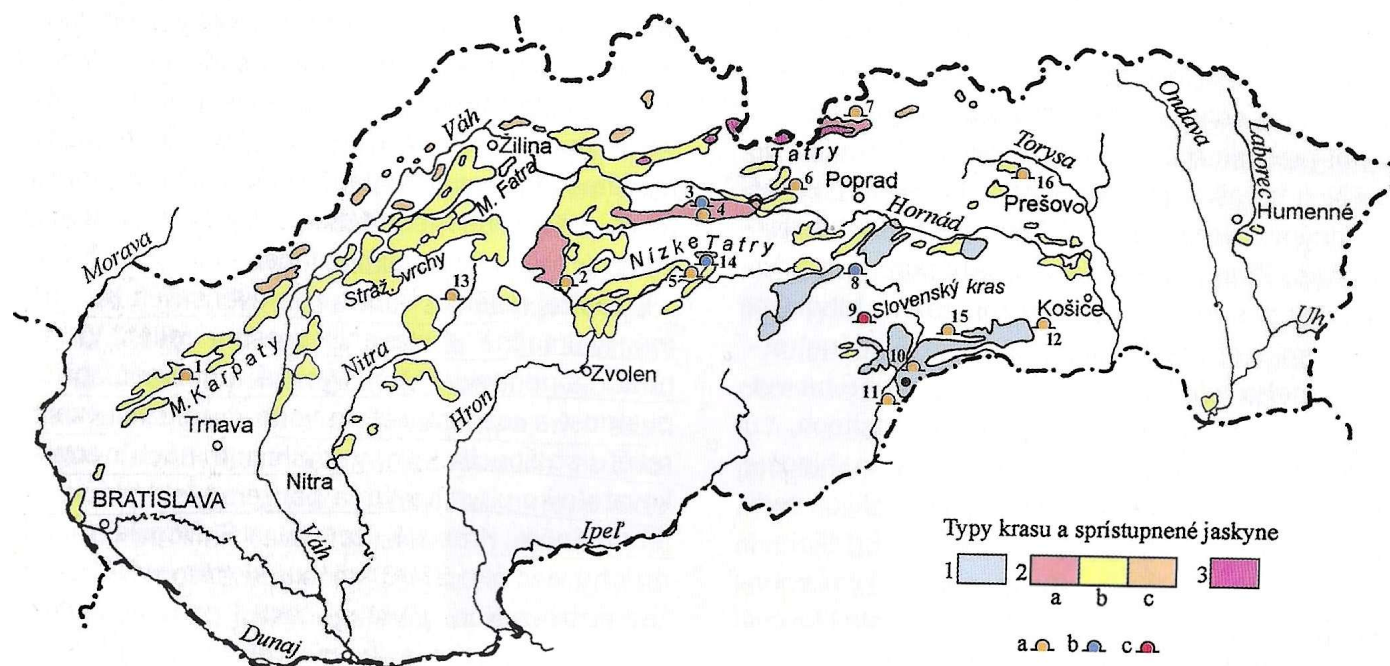
HORSKÝ KRAS – najrozšírenejším typom krasu

- ✓ **planinový kras** – náhorné plošiny rozčlenené kaňonmi s bohatou škálou povrchových foriem, jaskýň a priepastí (Šilická, Plešivecká, Muránska planina)
- ✓ **rozčlenený kras masívnych horských chrbtov** – vzniká na tektonicky porušených vápencoch (Strážovské vrchy)
- ✓ **kras na monoklinálne uklonených komplexoch** karbonátových hornín často s kvestovým reliéfom (Demänovská dolina)
- ✓ **Kras bradlovej štruktúry** – prevládajú morfoštruktúrne skalné tvary (Vršatecké bradlá)

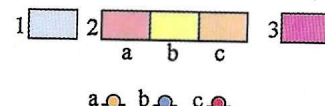
VYSOKOHORSKÝ KRAS – výskyt nad hornou hranicou lesa (Ďumbiersky kras, Červené vrchy)

KOTLINOVÝ KRAS – viazaný najmä na medzihorské kotliny (Hybský kras)

KRYPTOKRAS – neprejavuje sa priamo na povrchu reliéfu / karbonátové horniny zavrásnené v nekarbonátových horninách (Ochtinská jaskyňa, zavrásnené šošovky magnezitov a sádrovcov)



Typy krasu a sprístupnené jaskyne

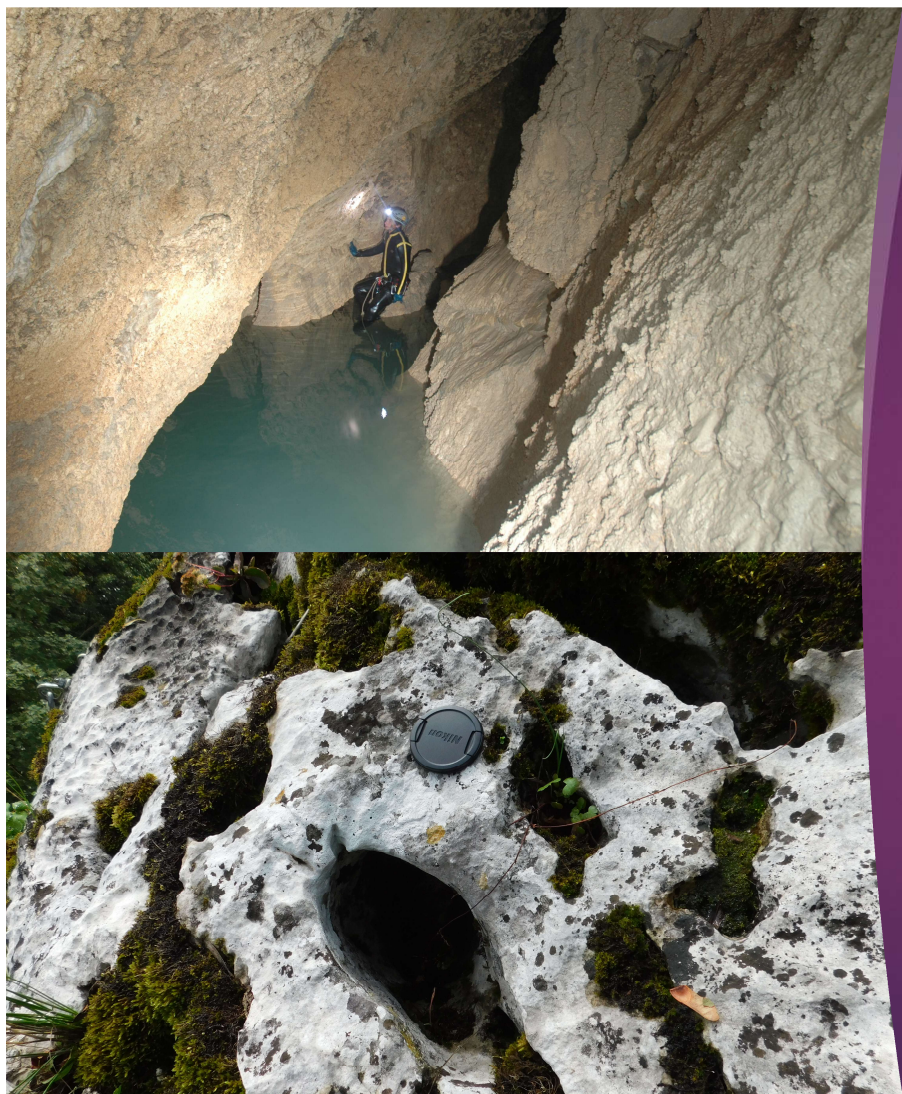


Výskyt krasových území na Slovensku. Typy krasu: 1 – planinový kras s úplným zastúpením povrchových a podzemných foriem krasu; 2 – horský rozčlenený kras: a – dobre vyvinutý krasový fenomén s prevahou podzemného krasu, b – slabšie vyvinutý, lokálne dobre vyvinutý krasový fenomén, c – sporadický výskyt krasového fenoménu; 3 – vysokohorský kras s vysokým stupňom skrasovatenia

Jakál, 2008)

Typy krasu na Slovensku

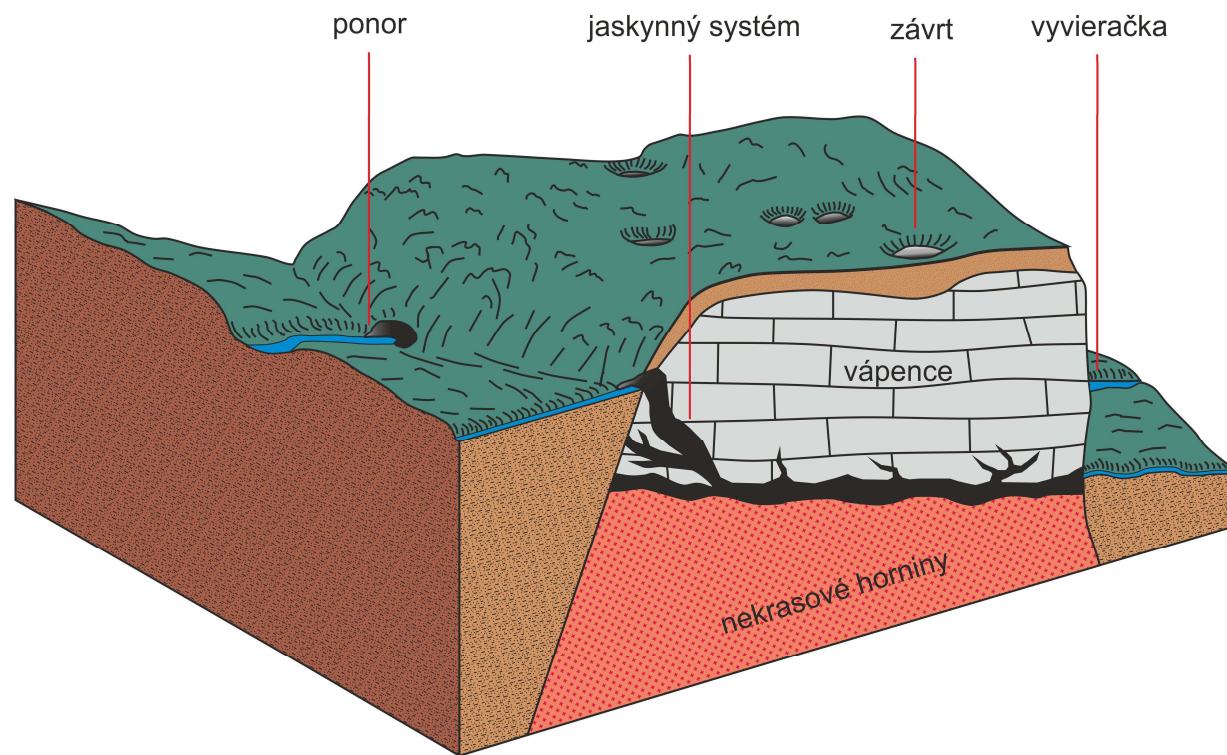
Planinový kras – Horský rozčlenený kras – Vysokohorský kras



Najčastejšie krasové
formy vyskytujúce
sa na území
Západných Karpát

Povrchové krasové formy

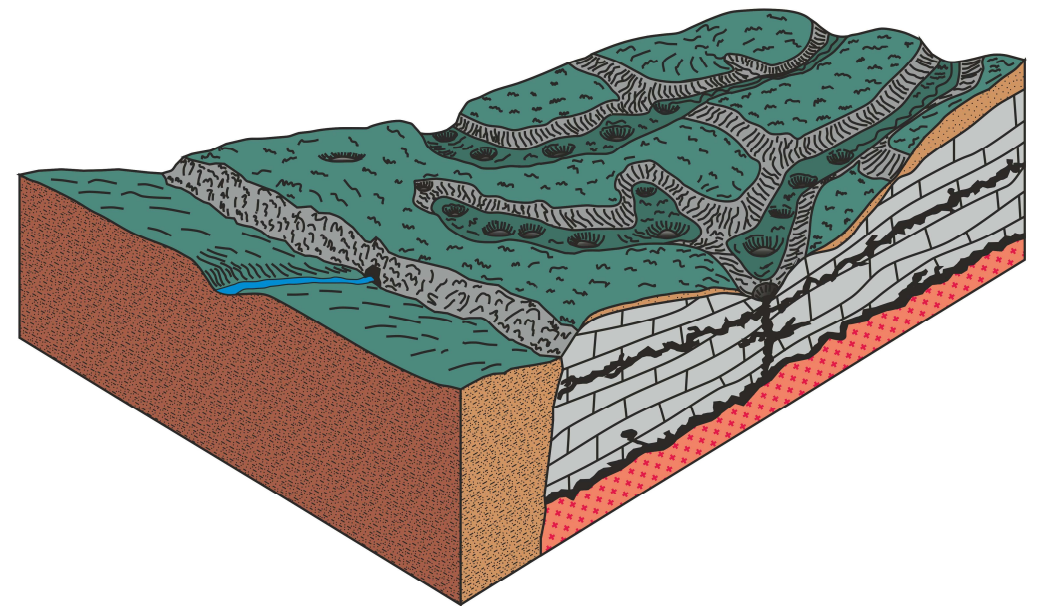
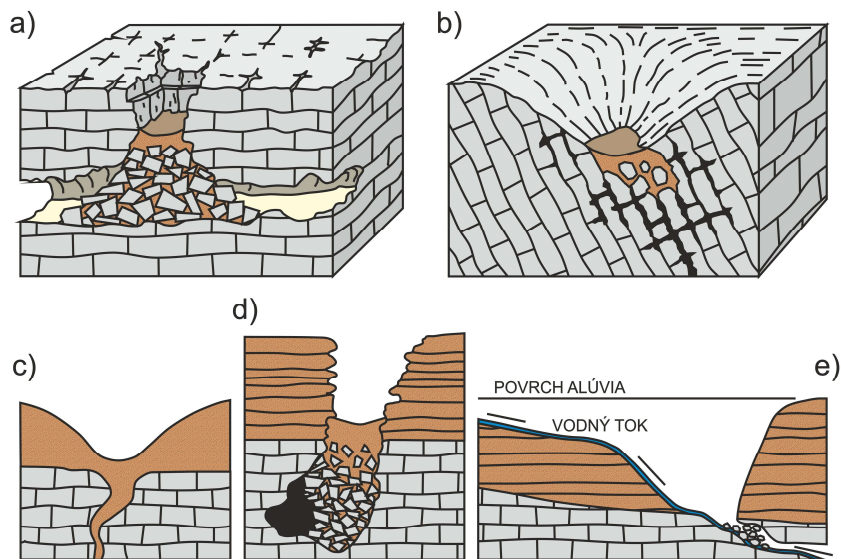
- ▶ Závrtý
- ▶ Ponory
- ▶ Vyvieračky
- ▶ Doliny (slepé, poloslepé, vrecovité, prielomovité, kaňonovité)
- ▶ Škrapy
- ▶ Rokliny
- ▶ Uvaly
- ▶ Polja



Princíp vzniku fluviokrasových jaskýň s vysvetlením základných častí jaskynného systému.
Upravené podľa: Hevesi (1990).

Povrchové a podpovrchové karsové formy

Závrtý



Líniové usporiadanie závrťov na krasovej plošine. Upravené podľa: Hevesi (1990).

Hlavné typy závrťov: a) zrútený kolapsový závrť; b) korózný závrť (disolučný); c) subsidenčný (poklesový) závrť; d) zrútený závrť, prepádnutie nadložných nekarsových hornín do vápencových jaskýň; e) aluviálny ponorový závrť. Upravené podľa: Jennings (1985)

Predpoklad: 7000 závrťov

Plytký, poklesávající závrť (Malé Karpaty). Foto: A. Lačný →

Závrty

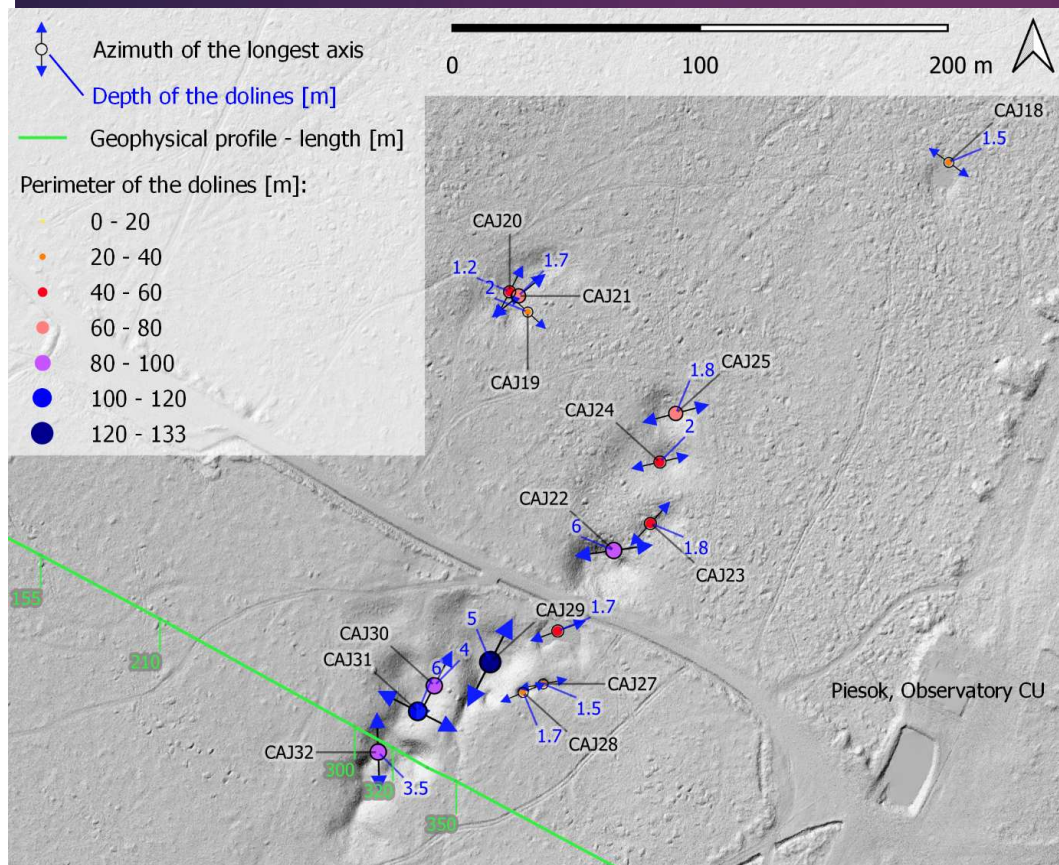


Trvalo zaplavený závrť v blízkosti Godovej skaly (Kuchynsko-orešanský kras). Foto: A. Lačný



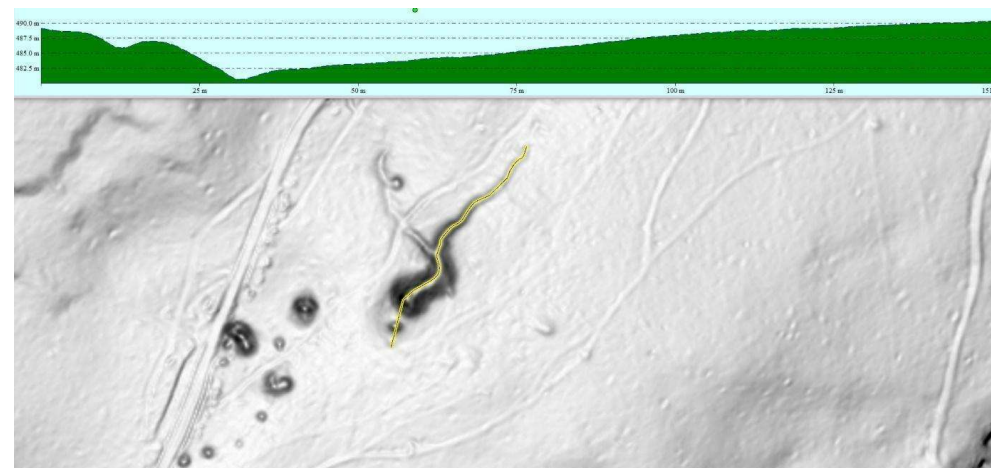
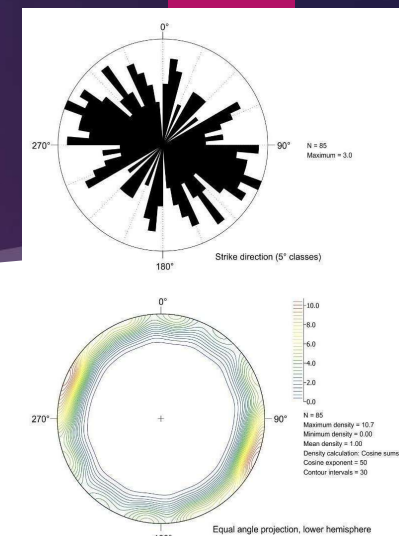
Silická planina – DMR model. Zdroj: GKÚ →

Lidarové dáta a výskum závrto



Vizualizácia nameraných atribútov - Malé Karpaty, Cajlanský kras (LAČNÝ et al. 2021).

Ružicový a kontúrový diagram nameraných Azimutov najdlhších osí závrto na Čachtickej planine (LAČNÝ et al. 2019)→

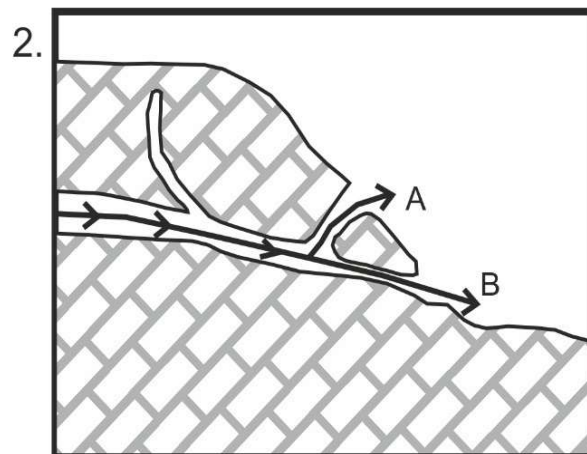
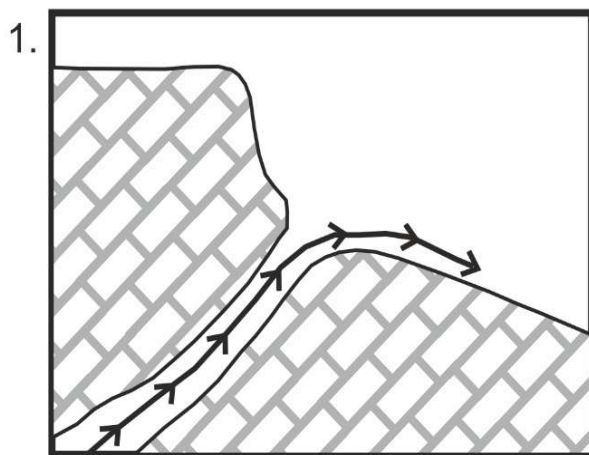


Vertikálny profil aluviálneho závrto D46 v Dobrovodskom krase (Lačný et al., 2022).

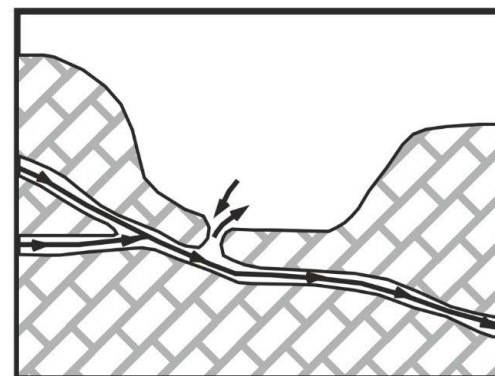
Ponory a vyvieračky



Naliatie indikátora do ponoru. Foto: M. Jánošík

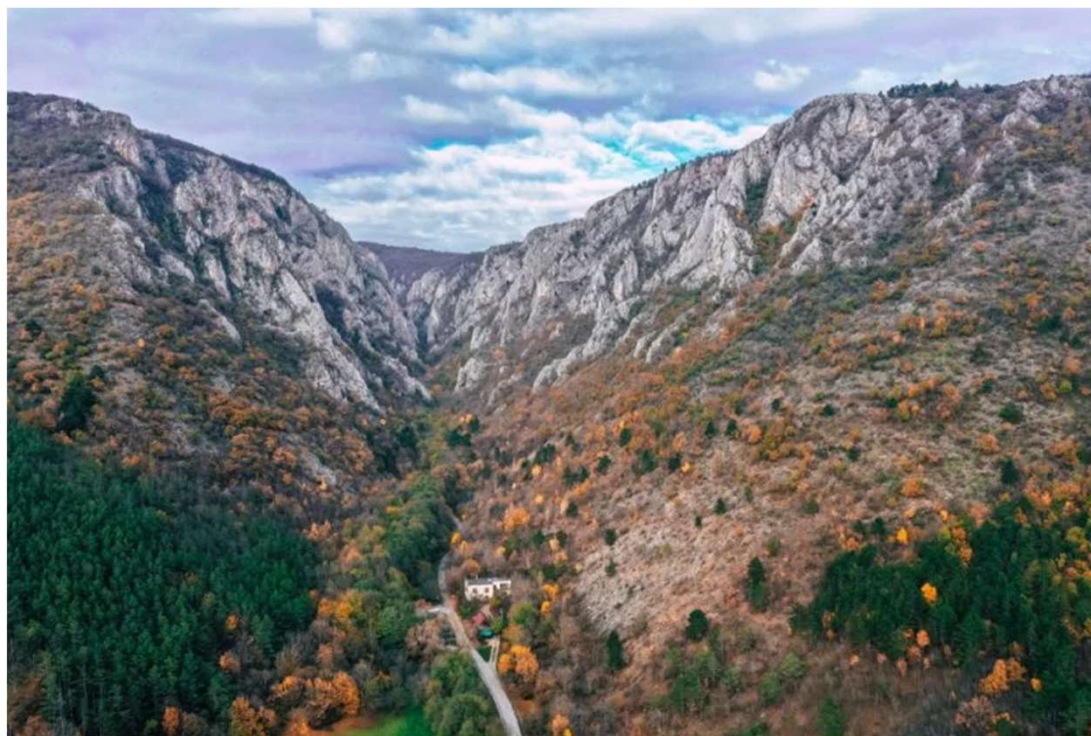


Rez vyvieračkou s naznačeným smerom vodného toku. 2. Rez občasnou vyvieračkou (A), z ktorej vyteká voda iba pri vysokom vodnom stave. Pri nižšom vodnom stave vyteká voda iba spodným otvorom (B).
Podľa: Jakál, 1982.

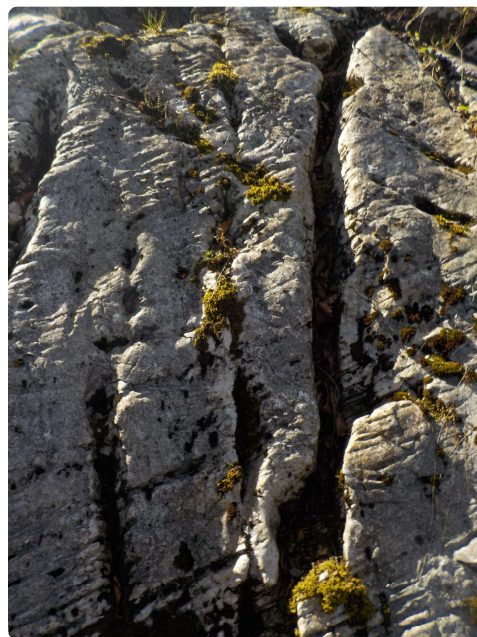


Rez estavelou. Upravené podľa: JAKÁL (1982)

Doliny



Zádielska dolina a Zádielska tiesňava, fotograf: , Örs Orosz (Gombaszögi Nyári Tábor)



Rôzne typy škráp. Foto: A. Lačný

Škrapy

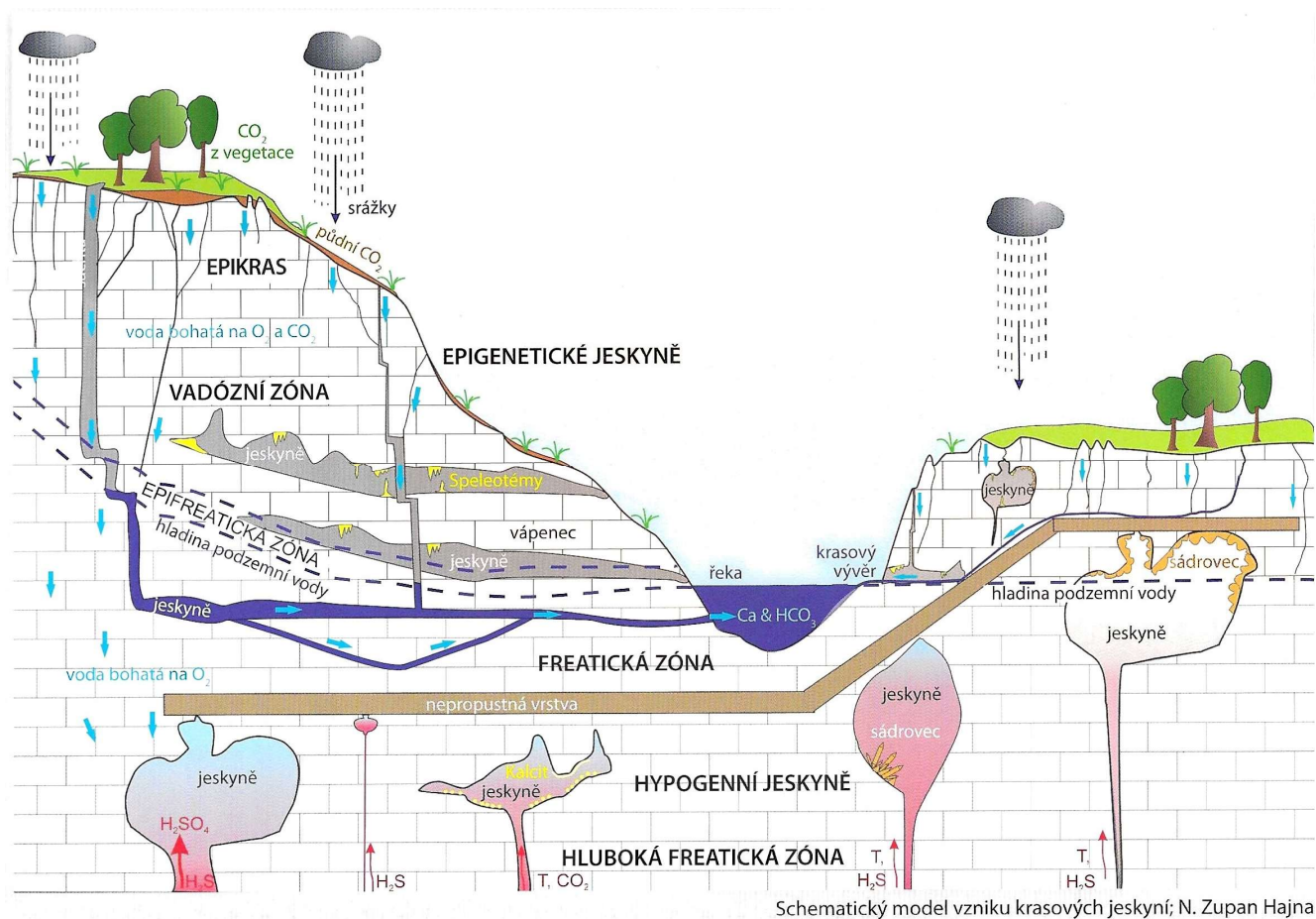


Schéma vzniku jaskýň. Zdroj: Kras, jeskyne a lidé, 2023 (Nadja Zupan Hajna)

Najdlhšia jaskyňa na svete: Mamutia jaskyňa (USA) 685 600 m

Najhlbšia jaskyňa na svete: Veryovkina (Abcházko) 2212 m

Zdroj: Wikipedia

Podpovrchové krasové formy - jaskyne

- KOROZÍVNE JASKYNE
- FLUVIOKORASOVÉ JASKYNE
- HYPOGÉNNE JASKYNE

Jaskyne na Slovenku

NAJHLBŠIE JASKYNE SLOVENSKA, STAV K 1. 3. 2024

1. Systém, Hipmanových jaskýň, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	499
2. Javorinka, Východné Tatry, Vysoké Tatry.....	480
3. Mesačný tieň, Východné Tatry, Vysoké Tatry.....	451
4. Skalístý potok, Slovenský kras, Jasovská planina.....	376
5. Jaskyňa mŕtvych netopierov, Nízke Tatry, Ďumbier.....	324
6. Javorová priepasť, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	313
7. Jaskyňa v Záskočí - Na Predných, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	284
8. Čiernohorský jaskynný systém, Východné Tatry, Vysoké Tatry.....	232
9. Systém Stratskej jaskyne, Spišsko-gemerský kras, Slovenský raj.....	210
10. Kunia priepasť, Slovenský kras, Jasovská planina.....	203
11. Tristarská priepasť, Východné Tatry, Belianske Tatry.....	201
12. Demänovský jaskynný systém, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	197
13. Havran, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	187
14. Čertova diera, Slovenský kras, Horný vrch.....	186
15. Nová Kresanica, Západné Tatry, Červené vrchy.....	183
16. Belianska jaskyňa, Východné Tatry, Belianske Tatry.....	183
17. Brázda, Slovenský kras, Silická planina.....	181
18. Vajsáblová priepasť, Malé Karpaty, Biele hory.....	179,5
19. Bystriansky závrť, Horehronské podolie, Bystrianske podhorie.....	174,5
20. Sedláková diera, Východné Tatry, Belianske Tatry.....	168
21. Zadný úplaz, Západné Tatry, Červené vrchy.....	165
22. Jaskyňa zlomísk, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	148
23. Veľká buková priepasť, Slovenský kras, Silická planina.....	148
24. Malá Žomboj, Slovenský kras, Silická planina.....	147
25. Bobačka, Spišsko-gemerský kras, Muránska planina.....	142
26. Beňova medvedia jaskyňa, Strážovské vrchy, Strážov.....	140
27. Jaskyňa slnečného lúča, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	138
28. Ponorová priepasť, Slovenský kras, Silická planina.....	135

Spravodaj SSS 1/2024

99

Organizačné správy SSS

NAJDLHŠIE JASKYNE SLOVENSKA, STAV K 1. 3. 2024

1. Demänovský jaskynný systém, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	49 536
2. Systém Stratskej jaskyne, Spišsko-gemerský kras, Slovenský raj.....	24 834
3. Jaskyňa mŕtvych netopierov, Nízke Tatry, Ďumbier.....	21 387
4. Štefanová, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	18 418
5. Javorinka, Východné Tatry, Vysoké Tatry.....	12 174
6. Jaskyňa zlomísk, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	11 255
7. Domica - Čertova diera, Slovenský kras, Silická planina.....	9 656
8. Mesačný tieň, Východné Tatry, Vysoké Tatry.....	9 031 / 31 000*
9. Skalístý potok, Slovenský kras, Jasovská planina.....	8 215
10. Systém Hipmanových jaskýň, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	7 650
11. Jaskyňa v Záskočí, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	5 034
12. Bobačka, Spišsko-gemerský kras, Muránska planina.....	4 719
13. Prosiecka jaskyňa, Chočské vrchy, Prosečné.....	4 517
14. Liskovská jaskyňa - Jaskyňa L-Z, Podtatranská kotlina, Chočské podhorie.....	4 502
15. Belianska jaskyňa, Východné Tatry, Belianske Tatry.....	4 146
16. Jasovská jaskyňa, Slovenský kras, Jasovská planina.....	3 924
17. Čachtická jaskyňa, Malé Karpaty, Nedze.....	3 865
18. Bystrianska jaskyňa, Horehronské podolie, Bystrianske podhorie.....	3 531
19. Nová Stanišovská jaskyňa, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	3 241
20. Stratený potok, Spišsko-gemerský kras, Muránska planina.....	3 233
21. Harmanecká jaskyňa, Veľká Fatra, Bralná Fatra.....	3 216
22. Stanišovská jaskyňa, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	3 138
23. Moldavská jaskyňa, Košická kotlina, Medzevská pahorkatina.....	3 070
24. Gombasecká jaskyňa, Slovenský kras, Silická planina.....	3 057
25. Okno, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	2 855
26. Borinský jaskynný systém, Malé Karpaty, Homol'ské Karpaty.....	2 855
27. Čiernohorský jaskynný systém, Východné Tatry, Vysoké Tatry.....	2 360
28. Javorová priepasť, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	2 322
29. Silická ľadnica, Slovenský kras, Silická planina.....	2 300
30. Šarkanica diera, Nízke Tatry, Kráľovoľské Tatry.....	2 135
31. Sedláková diera, Východné Tatry, Belianske Tatry.....	2 073
32. Brestovská jaskyňa, Západné Tatry, Roháče.....	2 026
33. Zápoľná priepasť, Kozie chrbty, Važecký chrbát.....	1 848
34. Systém Suchej a Mokrej diery, Východné Tatry, Vysoké Tatry.....	1 829
35. Jaskyňa studeného vetra, Nízke Tatry, Ďumbier.....	1 818
36. Veľké Prepadlé, Malé Karpaty, Homol'ské Karpaty.....	1 755
37. Jaskyňa v Homoli, Spišsko-gemerský kras, Muránska planina.....	1 737
38. Podbanište - Jaskyňa nad Kadlubom, Revúcka vrchovina, Železnice predhorie.....	1 570
39. Drienovská jaskyňa, Slovenský kras, Jasovská planina.....	1 558
40. Jaskyňa Teplica, Spišsko-gemerský kras, Muránska planina.....	1 558
41. Krásnohorská jaskyňa, Slovenský kras, Silická planina.....	1 550
42. Suchá jaskyňa 1, Veľká Fatra, Hôľna Fatra.....	1 541
43. Suchá jaskyňa, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	1 534
44. Ardovská jaskyňa, Slovenský kras, Silická planina.....	1 510
45. Dobšinská ľadová jaskyňa, Spišsko-gemerský kras, Slovenský raj.....	1 483
46. Sokolová, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	1 460
47. Medvedia jaskyňa, Nízke Tatry, Demänovské vrchy.....	1 420
48. Četníkova svadba, Strážovské vrchy, Strážov.....	1 380
49. Pivnica, Kozie chrbty, Važecký chrbát.....	1 353
50. Milada, Slovenský kras, Silická planina.....	1 308

Organizačné správy SSS

98

Spravodaj SSS 1/2024

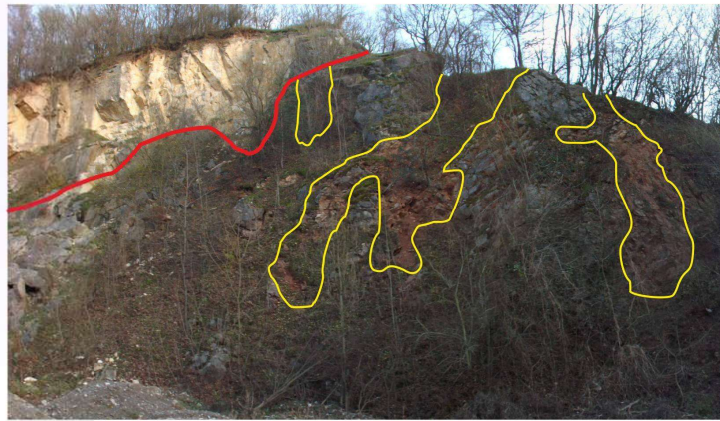
8083 jaskýň (stav k 3.5.2024)

Zdroj: SMOPaJ

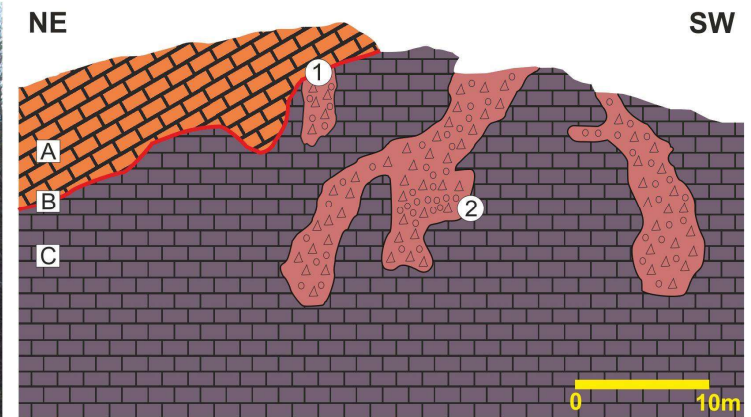
KRAS VS. PALEOKRAS

- ▶ Hlavná fáza krasovatenia v kvartéri
- ▶ Teoreticky po ústupe mora v miocéne
- ▶ Paleokras na Slovensku

Hruškovitý prierez fluviokrasovej jaskyne z Malých Karpát. Foto: A. Lačný →



Kržlianska brekcia v Malých Karpatoch. Foto: A. Lačný



► Štádiá krasu a proces denudácie

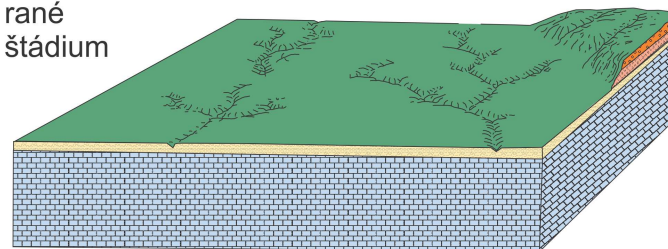
Lokalita	Časové obdobie	Plocha povodia vkm ²	Denudácia vmm/1000 rokov podľa vzorca*			Denudácia vmm/1000 rokov na jednotku plochy podľa vzorca*		
			Droppu (2013)	Pulinu (1999)	Gamsa (1969)	Droppu (2013)	Pulinu (1999)	Gamsa (1969)
Demänovská dolina, Nízke Tatry	rok 1974	16,4	46,3	55,3	x	2,82	3,37	x
Jánska dolina, Nízke Tatry	rok 1975	32,8	41,03	44,2	48,7	1,25	1,35	1,48
Drienovecká vyvieračka, Slovenský kras	rok 2015	2,8	8,2	8,5	13,0	2,94	3,03	4,63
Drienovecká vyvieračka, Slovenský kras	rok 2016	2,8	12,4	12,8	19,5	4,43	4,57	6,96

Zdroj: Droppu (1976, 1978), Gessert et al. (2022)

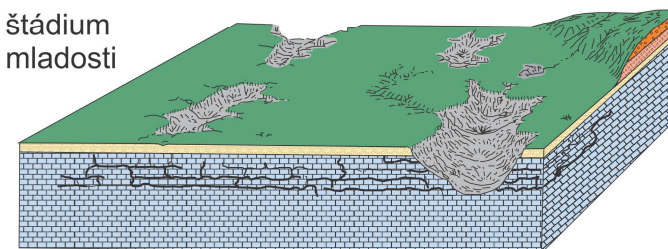
* výpočet na základe vzťahov uvedených v kapitole „Vývoj rôznych prístupov k intenzite chemickej denudácie krasu“

Porovnanie chemickej denudácie krasu na území Slovenska podľa rôznych autorov (Sládek, 2023)

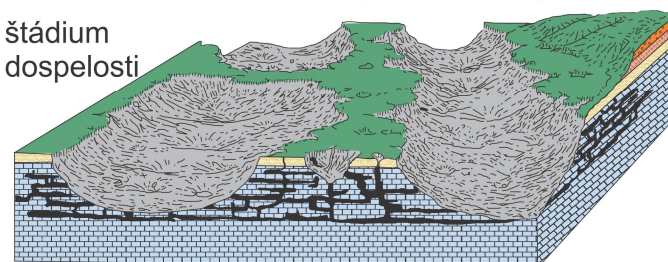
rané štádium



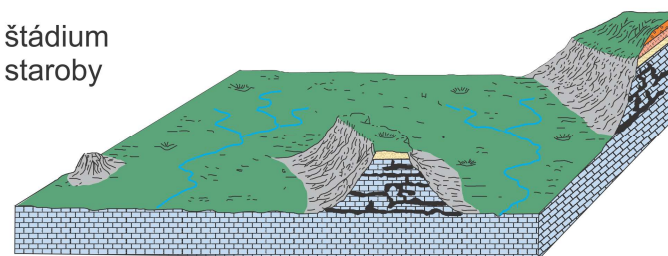
štádium mladosti



štádium dospelosti

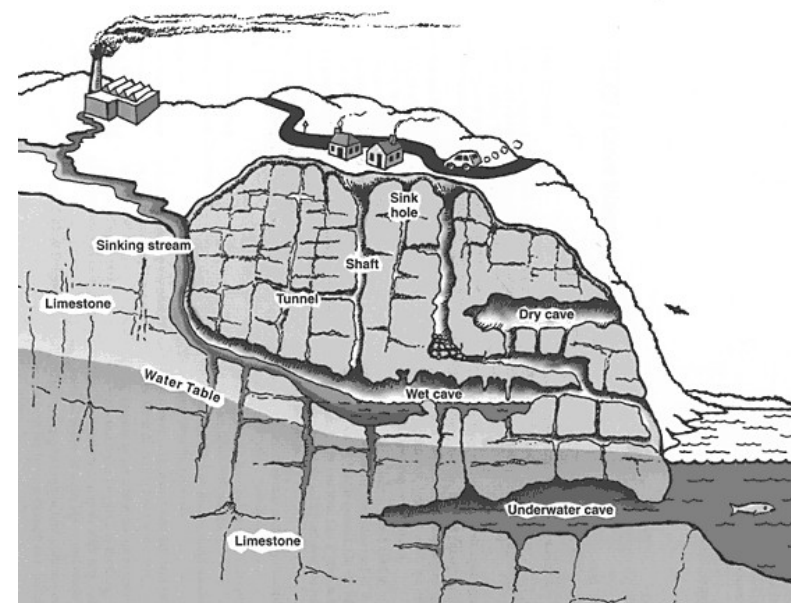


štádium staroby



Vývojové štádiá krasu a krasových dolín vytváraných zarezávaním do vápencového podložia. (Upravené, zdroj: <http://www.journal.speleogenesis.info/journal/>)

ĎAKUJEM ZA POZORNOST 😊



Použité zdroje

- ▶ BELLA P. 2016: Jaskyne na Slovensku – Genetické typy a morfológia. Verbum – vydavateľstvo Katolíckej univerzity v Ružomberku. 124 s.
- ▶ HEVESI A. 1990: Triedenie krasu studených vôd. *Slovenský kras*, 28, 25–47.
- ▶ HOCHMUTH Z. 2008: Krasové územia a jaskyne Slovenska. *Geographia Cassoviensis*, ročník II., 2/2008, 11–18.
- ▶ JAKÁL J. 1982: Praktická speleológia, Vydavateľstvo Osveta, 378 s.
- ▶ JANNINGS J. A. 1985: Karst geomorphology, second edition. Oxford, Basil Blackwell, 293 s.
- ▶ JAKÁL J. 2008. The Surface Morphology of Karst Landscape. In: Jakál J. & Bella P. (Eds.): Caves of the World Heritage in Slovakia, Štátna ochrana prírody SR, Správa Slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš, 37–46.
- ▶ LAČNÝ A. 2013: Vzťah tektoniky a litológie pri genéze jaskýň v Kuchynsko-orešanskom krase. *Acta Geologica Slovaca*, 5, 1, 97–105.
- ▶ LAČNÝ A., KUBIČINA L. & CSIBRI T. 2019: Morfometrická analýza závrtovej Čachtickej planiny. *Slovenský kras*, 57/2, 147–164.
- ▶ LAČNÝ A., BELLA P., VEĽŠMID, M. & CSIBRI, T., 2020a: 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., VOJTKO, R., VEĽŠMID, M., DUŠEKOVÁ, L. & PAPČO, J., 2020b: Geological control of the origin of dolines in the Plavecký Karst (Malé Karpaty Mts., Slovakia). *Acta Geologica Slovaca*, 12, 2, 137–152.
- ▶ LAČNÝ A., PUTIŠKA R., VOJTKO R., DUŠEKOVÁ L., MOJZEŠ A., BRIKOVÁ B., ZVÁRA I., ANDRÁSSY E. & MAGDOLÉN P. 2021: Study of dolines of the Čajla Karst originated on covered karst landform (Malé Karpaty Mts., Western Carpathians). *Acta Geologica Slovaca*, 13, 2, 170–190.
- ▶ 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.
- ▶ MITTER P. 1983: Geomorfologická rajonizácia krasu Malých Karpát. *Slovenský kras*, Martin, 21, 3–34.
- ▶ SLÁDEK, I. 2023. Vývoj spôsobov výpočtu intenzity chemickej denudácie krasu prostredníctvom hydrochemických metód. *Acta Geographica Universitatis Comenianae*, 67, 1, 141–159