

# **Karsologie**

**Jiří Faimon**

rozsah 2/0

3 kredity

**Jeskynní výplně**

## Studie jeskynních výplní/sedimentů: fyzikální/chemický záznam paleologických dat

*Jeskyně - unikátní neporušený archiv geologických, biologických, a antropologických paleo-informací*

Informace:

- paleoklima (klimatické změny)
- paleohydrology
- krasová geologie
- sedimentologie

Příležitostná studia (case-studies) po celém světě

- aplikace vhodných technik
- limity metod, interpretace

Jeskynní sedimenty extrémně různorodé:

- chemogenní sedimenty (sekundární minerály)
- klastické sedimenty (alogenní/alochtonní a autochtonní/autogenní)

## Rozdělení sedimentů podle původu

- **alochtonní (transportované z nekrasových oblastí)**
  - klastické (sedimentační profil, provenience, datování, rekonstrukce vývoje krasu...)
  - organické (přírodní, antropogenní, znečištění - environmentální problém)
- **autochtonní (mající původ v jeskyni)**
  - klastické (řícení, eroze)
  - chemogenní (srážení kalcitu/aragonitu - speleotémy)

Table 8.1 Cave interior deposits

Source	Deposit type	Origin	Comments
Allochthonous or allogenic	Clastic	1 Fluvial	Many kinds – dominant allochthone
		2 Filtrates	From seepage – minor
		3 Lacustrine	Rare
		4 Marine	Beach facies
		5 Aeolian	Normally minor except at entrances
		6 Glacial and glaciofluvial injecta	Common in glaciated regions
		7 Dejecta, colluvium and mudflows	Normally restricted to entrance areas
		8 Tephric	Volcanic areas; inwashed ash and pumice
	Organic	9 Waterborne, windborne, etc.	Scale ranges from spores to tree trunks
		10 Exterior fauna	Sometimes cave-using species Bones, nests and middens, faeces
Autochthonous or autogenic	Clastic	11 Breakdown	Mainly by failure; minor thermoclastic
		12 Fluvial	Derived from breakdown or erosion of karst rock
		13 Weathering earths and rinds	
		14 Aeolian	Derivatives of 11, 13
Precipitates and evaporites*		15 Ice	As water ice, glacières, frost and glacial injecta
		16 Calcite	Most significant autochthone
		17 Other carbonates and hydrated carbonates	
		18 Sulphates and hydrated sulphates	
		19 Halides	
		20 Nitrates and Phosphates	
		21 Silica and silicates	
		22 Manganese and hydrated iron oxides	
		23 Ore-associated and miscellaneous minerals	

\*More than 250 different minerals are known to be generated in caves. The dominant ones are listed.

# Rozdělení *klastických jeskynních sedimentů* podle míst uložení a mechanismu transportu

## I. Uložení vstupních partií jeskyní

- povrchový materiál
  - Eroze půdy deštěm
  - Suť ze svahů
  - Částice prachu nesené větrem
- Kostí zvířat
  - zahynuly v jeskyni
  - byly přineseny predátory
- Artefakty osídlení
- Důležité archeologické objevy

## II. Fluviální sedimenty

uložené aktivním tokem (proudící vodou)

- Tok eroduje nerozpustné horniny vně/uvnitř jeskyní a nese je do jeskyně/transportuje jeskyní
- Při povodních transport velmi hrubého sedimentu (štěrk, balvany)
- Sediment může být
  - (1) transportován jeskyněmi
  - (2) uložen

Rozhoduje

  - rychlost vody
  - rozměry klastů
  - geometrie jeskyně
- Extrémně dlouhá doba
  - zaoblené klasty
  - vývoj speleotém na polohách sedimentu

## Karsologie I

### III. Uložení ze sloupce vody

- ukládání jemného materiálu (typicky jíly) ze suspenze
  - přinesený povodňovými pulzy
  - přinesený z vyšších pater systému
- velmi tenké vrstvy (laminy)
- reprezentují každou periodu sedimentace
- možná gradace (hrubší zrna na bázi, jemnější nahoře vrstvy)
- „blokování vstupu do jeskyně“ - typické ukládání jemného materiálu

### IV. Guano (trus, exkrementy)

- nejběžnější organický sediment v jeskyni
- typický produkt netopýrů
- hnízdiště: velké množství guana
- zdroj fosfátů

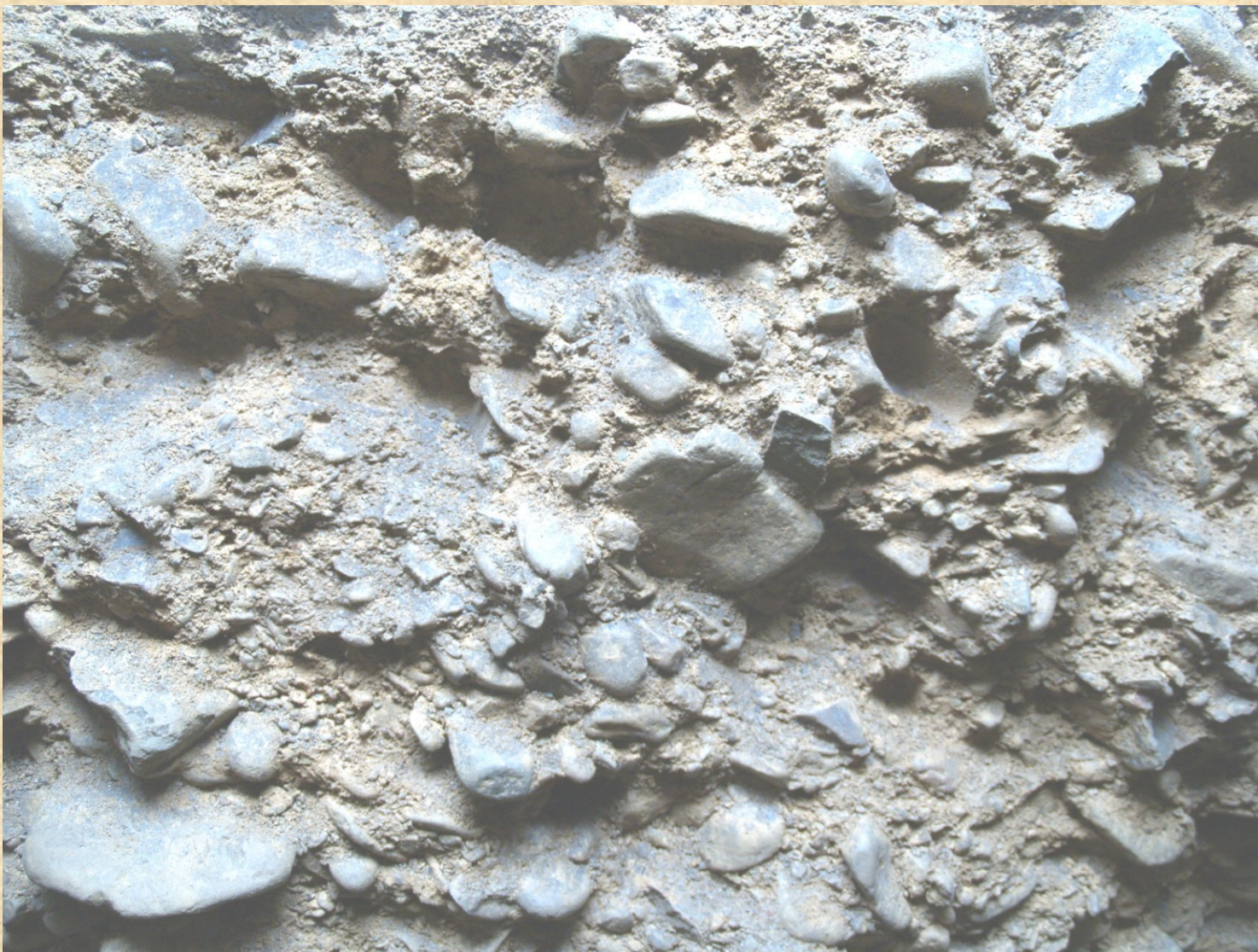
### V. Reakční kůry (Reaction Rims)

- reakce sedimentů s vápencovým okolím
- rozhraní mezi sedimenty a vápenci
- střídání světlých a tmavých vrstev
- roztoky bohaté fosfáty (odvozené z guana) reagují s vápenci



**Alochtonní klastický sediment**

Sloupsko-Šošůvské jeskyně, Moravský kras



## Karsologie I

**Alochtonní klastický sediment** Sloupsko-Šošůvské jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

Karsologie I

**Alochtonní klastický sediment** Sloupsko-Šošůvské jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

Karsologie I

**Alochtonní klastický sediment**

Sloupsko-Šošůvské jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

**Alochtonní klastický sediment**

Bozkovské jeskyně, Český kras



**Jeskynní hlíny – alochtonní(?) autochtonní(?) sediment**

Sloupsko-Šošůvské jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl



**Sloupsko-Šošůvské jeskyně, Moravský kras**

**Foto: J. Štelcl**

## Karsologie I

### Jeskyňní jíly

Sloupsko-Šošůvské jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl



## Karsologie I

### Alochtonní organický detrit – fosilizované kosti



Foto: J. Štelcl

## Chemogenní sedimenty - Speleoémy (speleothems)

Vznik: precipitace sekundárních minerálů (kalcitu/aragonitu) z přesycených krasových/skapových vod

- Stalaktity (stalactites) a záclony (draperies)
  - primární forma - brčka
  - růst ze stropu z visících kapek
- Stalagmity (stalagmites)
  - růst pod stalaktity z dopadajících kapek
- Náteky (flowstones)
  - podlahové sintry, náteky na stěnách
  - růst z filmu vody
- Hrázky (rimstone dams, gours)
  - růst z mocnější vrstvy vody tekoucí po podlaze
- Excentrické speleotémy/excentrika
- Pisolity/jeskynní perly (ceva pearls)
- nickamínek (moonmilk)

<b>forma</b>	<b>engl.</b>	<b>rozměr</b>	<b>komentář</b>
<i>speleotémy tvořené kapající/tekoucí vodou (dripstone, flowstone):</i>			
stalaktit	stalactite	cm–m	visící, centrální kanálek, kalcit, další minerály
stalagmit	stalagmite	cm–m	sloupcovitý, vrstevnatá struktura, bez kanálku, různé minerály (kalcit, sádrovec, oxidy, led)
záclony	drapery	cm–m	složené plochy, žádný kanálek, kapající/stékající voda, většinou kalcit
podlahové sintry sintry na stěnách	flowstone	Xm–X0 m	vrstvy formované z filmu tekoucí vody, různé minerály
krusty	crusts	Xm–X0 m	povlaky stěn, tekoucí/prosakující voda, sádrovec
<i>eratické formy, kontrolované krystalovým růstem:</i>			
	shield	10cm–5m	diskovité objekty, kalcit
heliktity	helictite	1 – 20 cm	zakřivené rádoby stalaktity, kalcit, aragonit
	botryoidal	X cm	korálovité útvary na jeskyních stěnách
	anthodite	1 – 20 cm	rozbíhající se keříčkové chumáče jehlicových krystalů, ferritický růst, aragonit
	oulopholite	1 – 50 cm	svazky různých „květinových tvarů“, sádrovec, epsomit, mirabelit
nickamínek	moonmilk	–	práškovitá/pastovitá hmota, kalcit, aragonit
<i>podvodní formy:</i>			
hrázky	rimstone dams	Xm – X0 m	přírodní „travertinové“ hráze v místech kaskádovitého toku vody po podlaze jeskyně
konkrece	concretions	mm – cm	vyšší sfericita, koncentricky vrstevnaté, hladké i členité povrchy, převážně kalcit (jeskynní perly)
krystalické vrstvy	crystal linings	cm – m	povlaky v jezírkách, kalcit

## Karsologie I

### Sintr na stropě jeskyně – kopíruje systém puklin

Punkevní jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

## Karsologie I

**Masívní sintry na stěnách a podlaze (podlahové sintry – flow-stones)**

Punkevní jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

**Masívní sintry na stěnách a podlaze (podlahové sintry – flow-stones)**



## Karsologie I

**Masívní sintry na stěnách a podlaze (podlahové sintry – flow-stones)**

Balcarka, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

## Karsologie I

**Masívní sintry na stěnách a podlaze (podlahové sintry – flow-stones)**

Balcarka, Moravský kras



Foto: J. Štelcl



## Karsologie I

**Drobné stropní duté stalaktity – brčka (straw-stalactites, soda straws)**

Punkevní jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

## Karsologie I

**Drobné stropní duté stalaktity – brčka (straw-stalactites, soda straws)**

Punkevní jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

## Karsologie I

### Drobné stropní duté stalaktity – brčka (straw-stalactites, soda straws)

Punkevní jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

## Karsologie I

**Drobné stropní duté stalaktity – brčka (straw-stalactites, soda straws)**

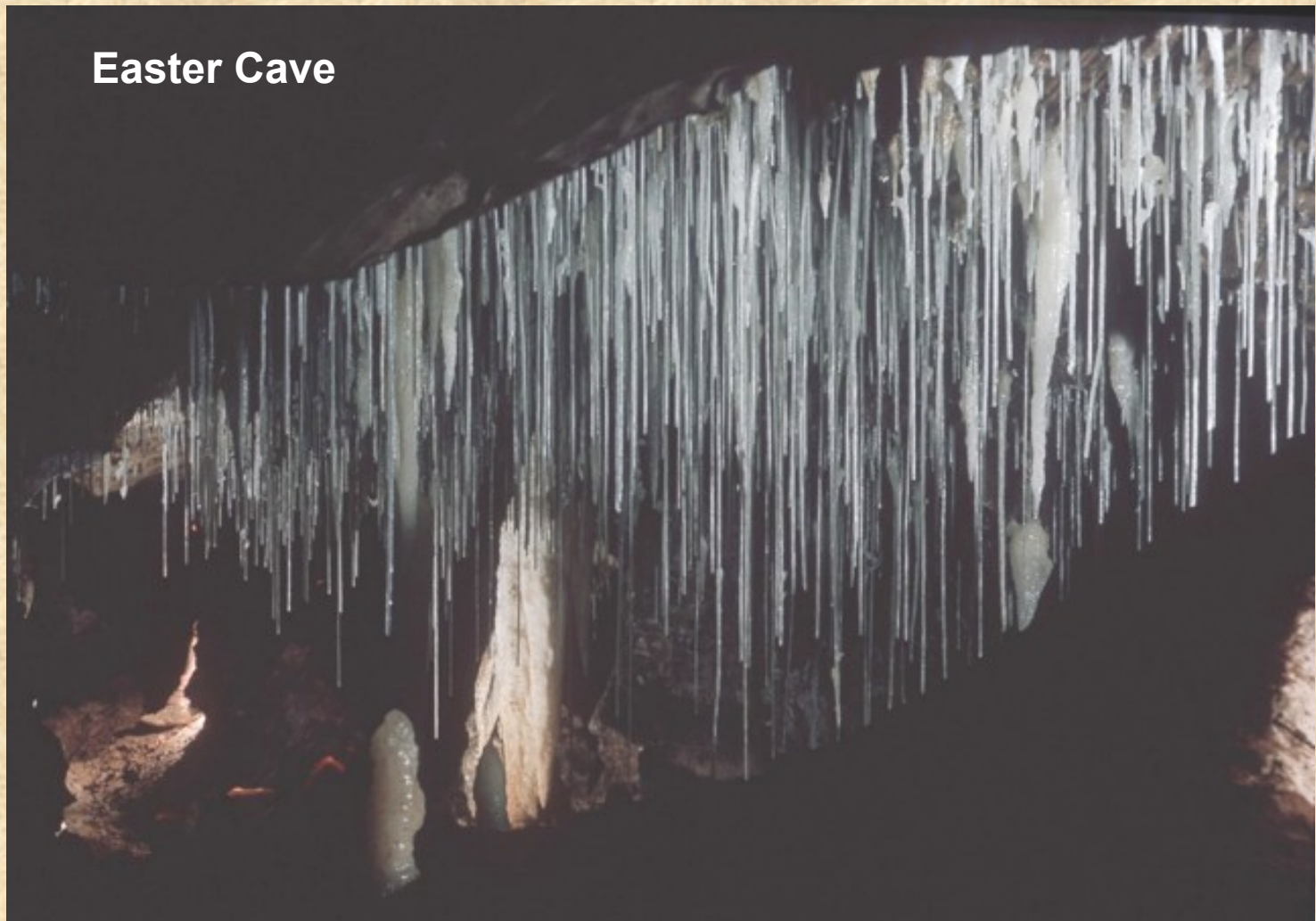
**Jewel Cave**



<http://www.cave-biology.org/gall/displayimage.php?album=17&pos=15>

## Karsologie I

**Drobné stropní duté stalaktity – brčka (straw-stalactites, soda straws)**



<http://www.flickr.com/photos/spelio/>

## Karsologie I



**Drobné stropní duté stalaktity – brčka  
(straw-stalactites, soda straws)**

**Gombasecká Jaskyňa  
Slovensko**

<http://www.ssj.sk/jaskyne/spristupnene/gombasecka/fotogaleria/>

**Stalaktity (stalactites)**

Važecká Jaskyňa, Slovenský kras



Foto: J. Štelcl



## Karsologie I

Stalaktit – stalagmit  
(stalactite – stalagmite)

Punkevní jeskyně,  
Moravský kras

Foto: J. Faimon

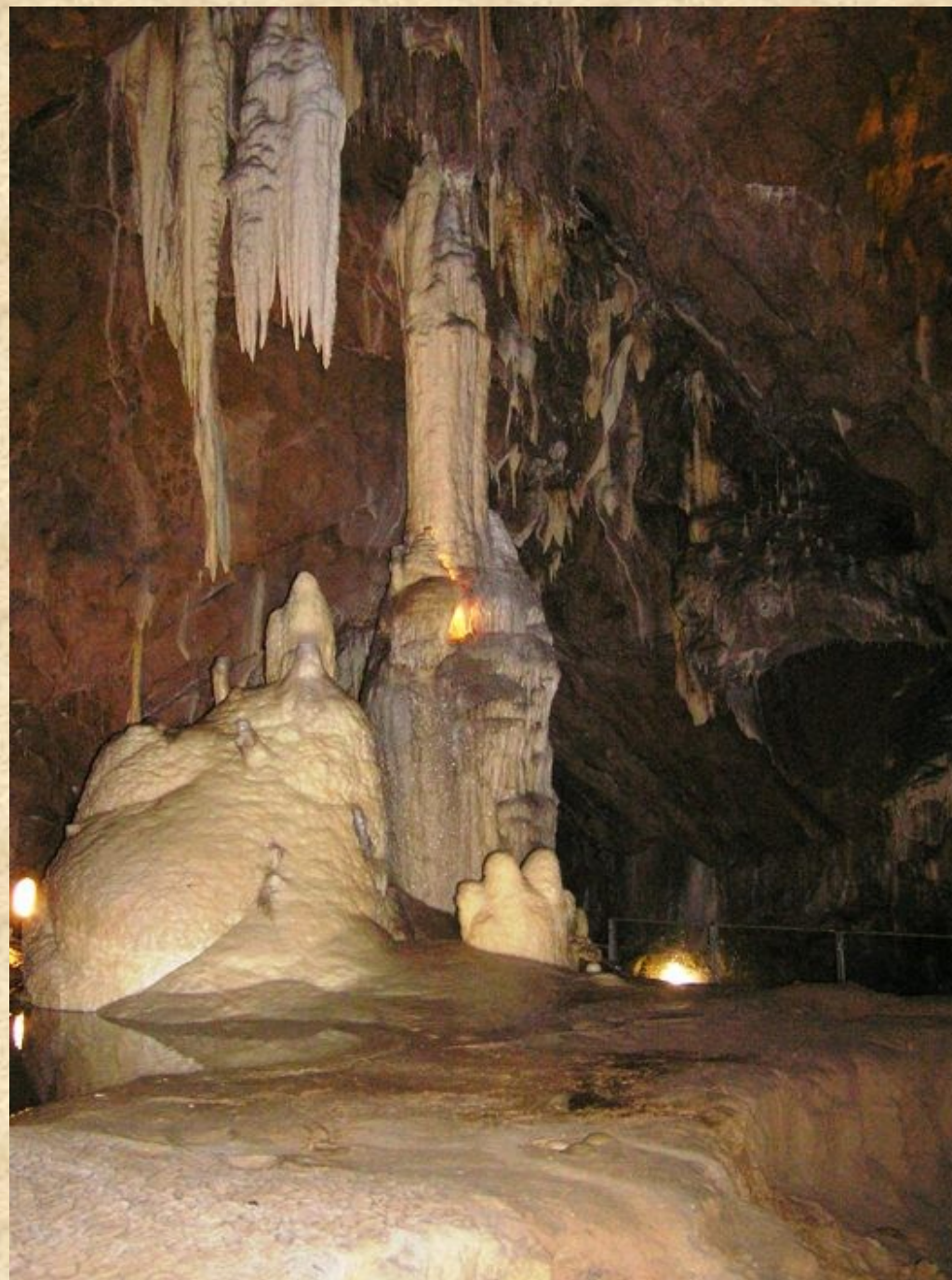


## Karsologie I

Stalaktit – stalagmit  
(stalactite – stalagmite)

Punkevní jeskyně,  
Moravský kras

Foto: J. Faimon



# Stalagmity (stalagmites)

Karsologie I

Punkevní jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Faimon

**Stalagmity (stalagmites)**

Kateřinská jeskyně, Moravský kras



# Stalagmity (stalagmites)

Karsologie I



## Stalagmity (stalagmites)

Kateřinská jeskyně,  
Moravský kras

Foto: J. Faimon



# Stalagmity (stalagmites)

Karsologie I

Punkevní jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Faimon

**Stalagnáty**  
**(sloupy, columns, pillars)**

Karsologie I

Kateřinská jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Faimon

**Stalagnáty  
(Columns, pillars)**



Kateřinská jeskyně,  
Moravský kras

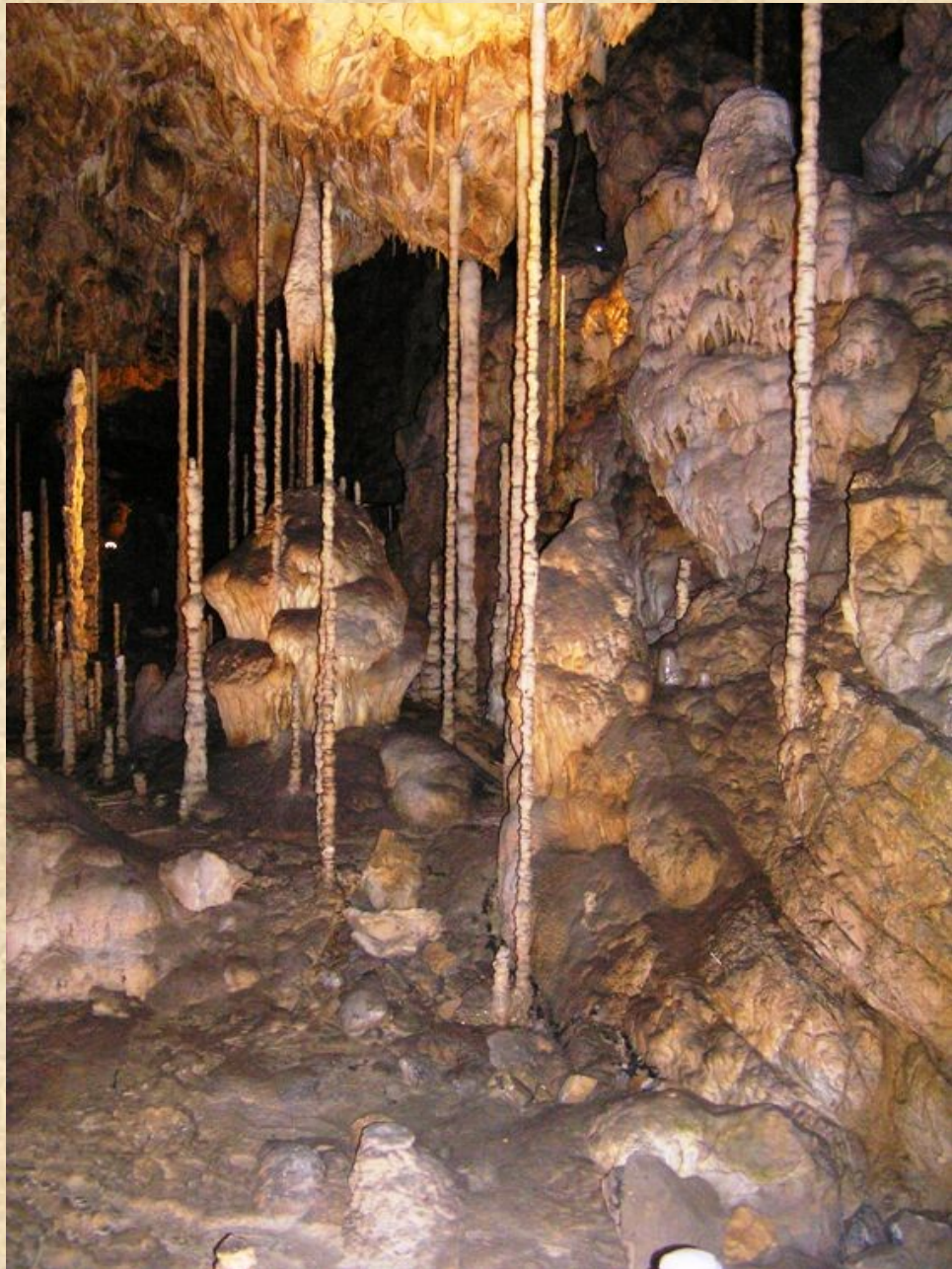
Foto: J. Faimon



**Stalagnáty**  
**(Columns, pillars)**

Kateřinská jeskyně,  
Moravský kras

Foto: J. Faimon



Karsologie I

**Stalagnáty  
(Columns, pillars)**

Kateřinská jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Faimon

**Karsologie I**

**Stalagnáty  
(Columns, pillars)**



**Postojnska Jama**

**Photo: Hermann Duckeck**

<http://www.showcaves.com/images/Big/013-025.jpg>

## Karsologie I

### Záclony (draperies)



Foto: J. Štelcl

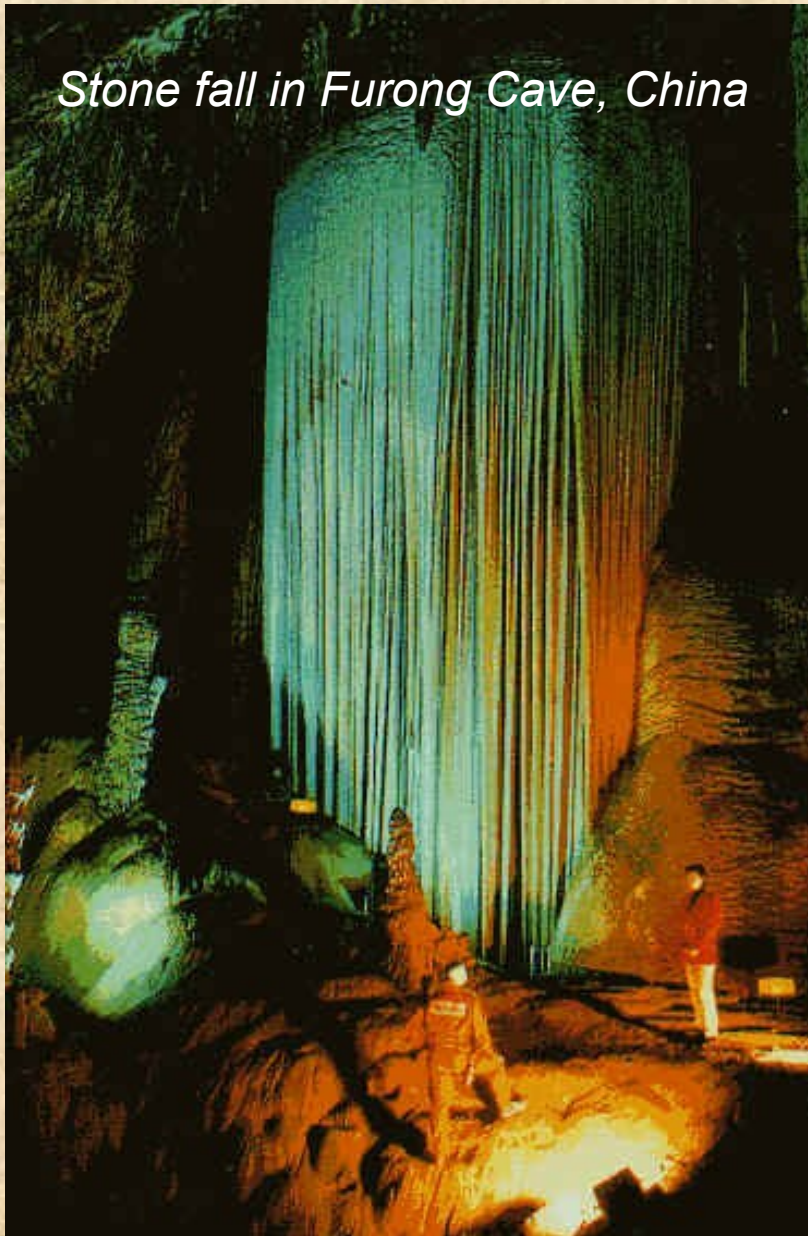
**Záclony (draperies)**

**Karsologie I**



## Záclony (draperies)

## Karsologie I



**Hrázky (rimstone dams)**

Punkevní jeskyně, Moravský kras



Foto: J. Štelcl

**Hrázky (rimstone dams)**

Punkevní jeskyně, Moravský kras





## Karsologie I

### Excentrika

Ochtínská jaskyňa, Slovenský kras



Foto: J. Štelcl

**Excentrika**

Ochtínská jaskyňa, Slovenský kras



**Excentrika**

Ochtínská jaskyňa, Slovenský kras



Excentrika

Ochtínská jaskyňa, Slovenský kras



Foto: J. Štelcl

**Excentrika**

Ochtínská jaskyňa, Slovenský kras



Foto: J. Štelcl

**Excentrika**

Ochtínská jaskyňa, Slovenský kras



# Karsologie I

**Excentrika**

Ochtínská jaskyňa, Slovenský kras



Foto: J. Štelcl

**Excentrika**

Ochtínská jaskyňa, Slovenský kras



Foto: J. Štelcl



## Jeskyňní perly – cave pearls

The Rookery, Carlsbad Caverns in Lower Cave



# Jeskynní perly – cave pearls

Karsologie I

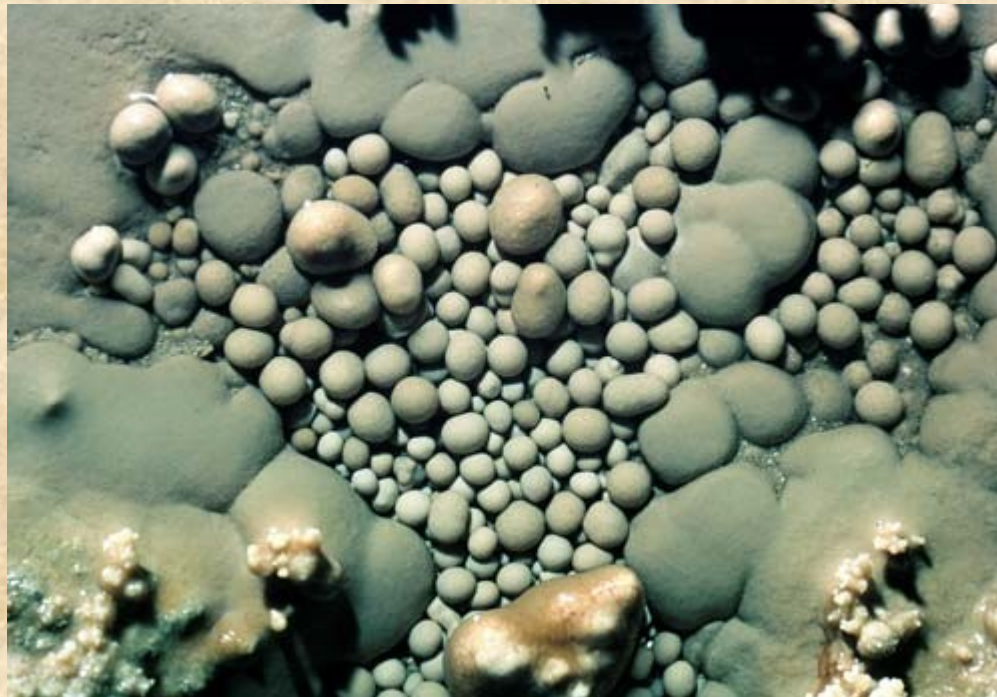
## Dougs Caves in Sequoia National Park



[http://www.23b.org/gallery/v/desert\\_dogs\\_0/The-Adventures-of-Cave-Doug/album113/album224/album05/DSC00087.jpg.html](http://www.23b.org/gallery/v/desert_dogs_0/The-Adventures-of-Cave-Doug/album113/album224/album05/DSC00087.jpg.html)

## Jeskynní perly – cave pearls

Honeycomb Hill Cave in the Ōpārara Valley, north of Karamea



<http://www.teara.govt.nz/TheBush/BushAndMountainRecreation/Caving/1/E/NZ-Resources/Standard/3/3/en>

# Karsologie I

## Jeskynní perly – cave pearls

dept. MEUSE (France)



© Paul De Bie



© Paul De Bie

<http://www.scavalon.be/webalbums/Pearls/slides/Scanx301.html>

<http://www.scavalon.be/webalbums/Pearls/slides/Scanx105.html>

**Jeskynní perly – cave pearls**



[http://www.flickr.com/photos/jason\\_winfrey/2145090688/](http://www.flickr.com/photos/jason_winfrey/2145090688/)

Jeskynní perly – cave pearls



**Jeskynní perly – cave pearls**



[http://www.summitpost.org/view\\_object.php?object\\_id=303588&context\\_id=247211](http://www.summitpost.org/view_object.php?object_id=303588&context_id=247211)

**Jeskynní perly – cave pearls**

**Luray and Endless Caverns in Virginia**





## Karsologie I

### Jeskynní perly – cave pearls

#### Boulder Falls



[http://www.pbs.org/wgbh/nova/caves/jewe\\_01.html](http://www.pbs.org/wgbh/nova/caves/jewe_01.html)

# Karsologie I

## Jeskynní perly – cave pearls



<http://www.pbase.com/marciocabral/image/40321552>

Foto: Marcio Cabral

## Karsologie I

### Jeskynní perly – cave pearls



[http://dragonkaxxx.webovastranka.cz/image/1233/7361\\_Jeskynn%C3%AD\\_perly\\_.jpg](http://dragonkaxxx.webovastranka.cz/image/1233/7361_Jeskynn%C3%AD_perly_.jpg)

**Jeskynní perly – cave pearls**

Brno – Tramvajová štola

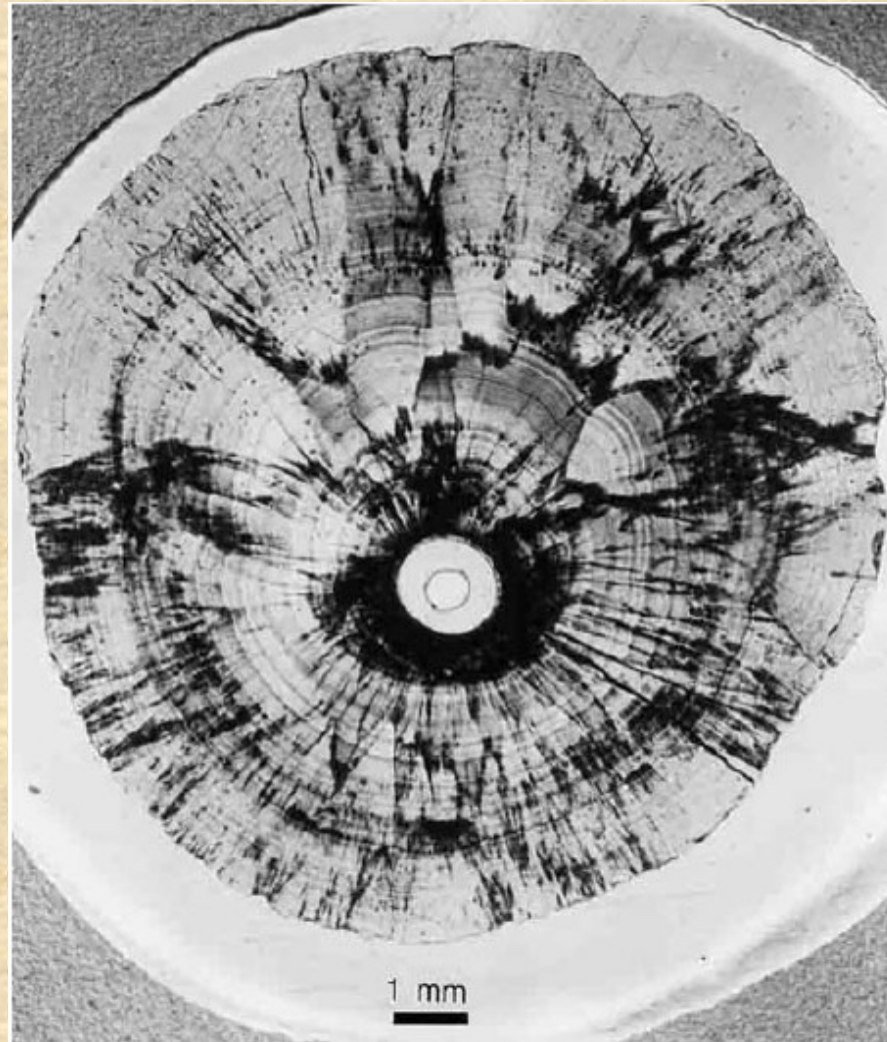


## Karsologie I

### Jeskynní perly – cave pearls



<http://overtherainbowmom.blogspot.com/2008/03/cave-pearls.html>



**Figure 20. Cross-section of a cave pearl (a core spherulite) showing a radial arrangement of individuals due to geometric selection. Photo by Paolo Forti.**

**Nickamínek (moonmilk)**

**Jenolan Caves - (Lucas cave)**

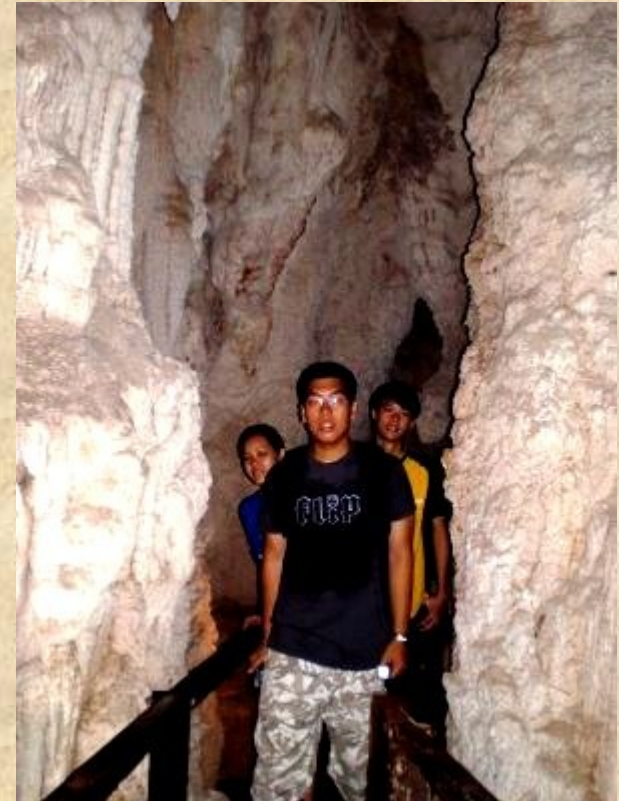


<http://www.cave-biology.org/gall/displayimage.php?album=17&pos=38>

**Nickamínek (moonmilk)**

**Karsologie I**

**Moonmilk Cave, Mulu National Park**

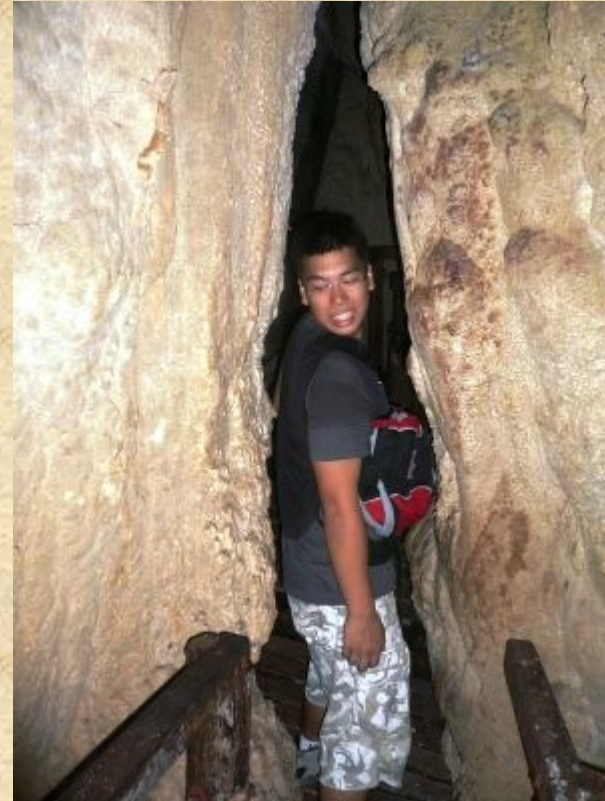
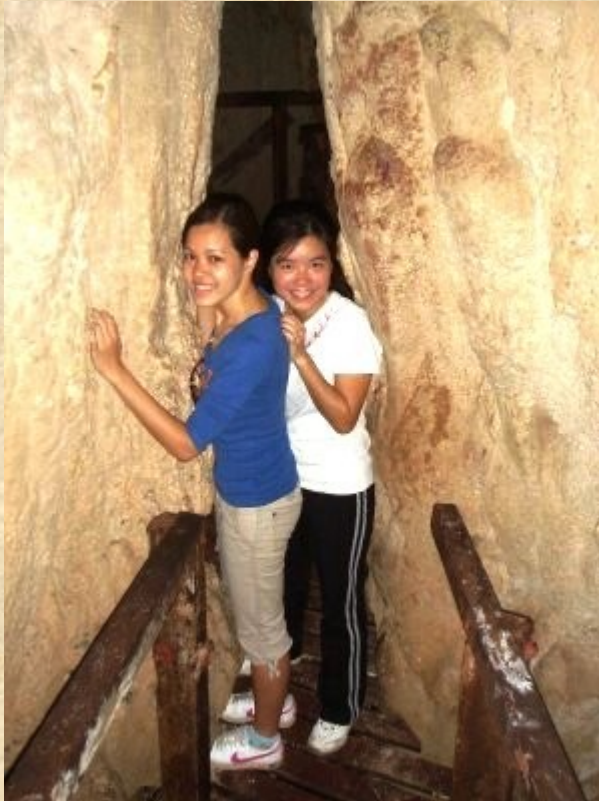


<http://pals87.blogspot.com/2007/04/5th-of-april-mulu-national-park.html>



**Nickamínek (moonmilk)**

**Moonmilk Cave, Mulu National Park**



<http://pals87.blogspot.com/2007/04/5th-of-april-mulu-national-park.html>

**Nickamínek (moonmilk)**



<http://www.showcaves.com/images/Big/206-041.jpg>

**Photo: Jochen Duceck**

### Rychlost růstu speleotém

- Závislost na podmínkách, závislost na ročním období

Přímá měření - zpřístupněné jeskyně:

- brčka 0.2 až 2 mm za rok
- mrkvovité stalaktity < 0.1 až 3 mm za rok
- stalagmity < 0.005 až 7 mm za rok

Z radimetrického datování:

- mrkvovité stalaktity ve vlhkém prostředí až to 10 mm za rok
- brčka několikrát rychleji
- stalagmity < 1mm za rok (0.001 mm za rok v průměru).
- Mocnost náteků se zvyšuje o několik řádů pomaleji, než odpovídá rychlosti růstu stalagmitů
- Antropogenní prostředí (průsaky betonem) - až 3000 mm za rok (Caracas, Venezuela, de Bellard-Pietri 1981).

### **Růst speleotém je obecně řízený**

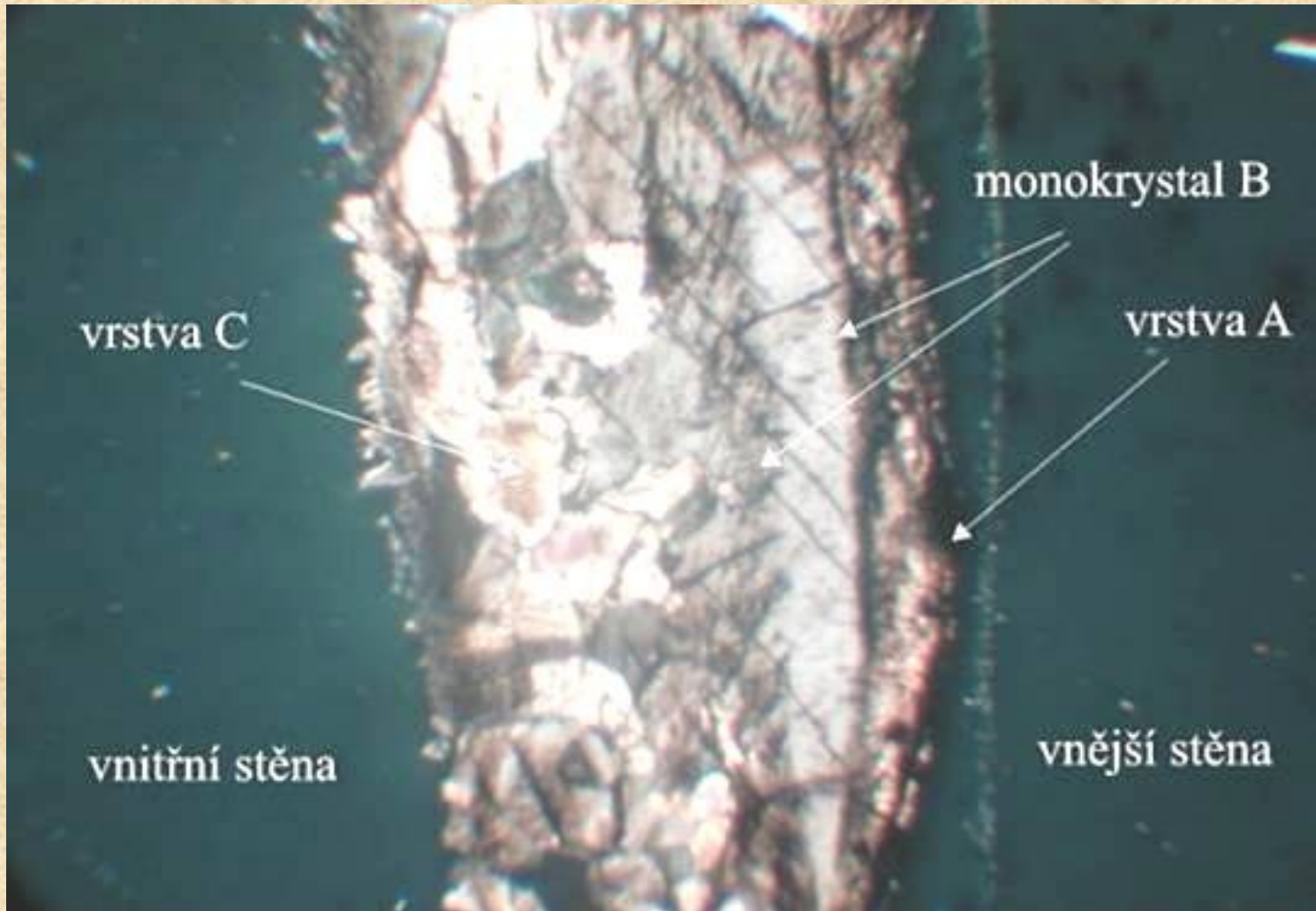
- morfologií povrchu a makroklimatem (určuje distribuci, množství a chemii prosakujících vod)
- jeskynním mikroklimatem (je dán geometrií jeskyně, vlastnostmi vod, externím klimatem)

### **Stavba brček (Moravský kras)**

- Brčka - duté stropní stalaktity
- jsou základem růstu většiny stalaktitů
- jsou dutá, vnitřním kanálkem je distribuována voda k ústí/špičce brčka
- jejich vnější průměr (4-5 mm) je řízen rozměrem kapky (závisí na aktuálním povrchovém napětí vody a do jisté míry i rychlostí skapu)
- mohou se vyskytovat v relativně vysoké hustotě na jednotkovou plochu stropu jeskyně, jindy se lámou a opadávají (vlastní váhou?)
- jejich délka může dosahovat až několik metrů
- Řez stěnou brčka - zřetelná zonální stavba.
- Jedinou fází pozorovatelnou ve standardním optickém mikroskopu je kalcit

## Karsologie I

Podélný řez stěnou brčka.



Výbrus, procházející světlo (Faimon et al. 2000).

### Tři vrstvy:

- *Vnější vrstva A* (~ 0.1 mm) - extrémně jemnozrnný kalcitový agregát. Předpoklad: ukládání ze speleoaerosolů na monokrystalické stěně
- *Střední vrstva B* (průměrná mocnost 0,6 mm, max. 1 mm) - nejstarší vrstva, primární „kostra“ brčka, Malý počet individuí (3 až 4 individua na 3-cm úsek brčka) - „monokrystalická vrstva“. Vnější povrch vrstvy (na rozhraní s vrstvou **A**) – hladký a pravidelný, s kruhovým příčným řezem. Vnitřní povrch této vrstvy - značně členitý. Formování vrstvy **B** - kontinuálně z kapky na konci brčka (viz obr. 1) při nízkém přesycení
- *Vnitřní vrstva C* je tvořena zrnitým agregátem kalcitu. Rozměry jednotlivých individuí - v intervalu 0,1-0,3 mm. Zrna jsou uspořádána chaoticky s různou orientací. Mocnost vrstvy **C** dosahuje lokálně až 1 mm. Vrstva není vyvinuta po celé délce brčka, místy zcela chybí, místy je reprezentována izolovanými individui kalcitu nebo drobnými seskupeními. Není rovnoměrně vyvinuta na stěně brčka. Evidentně mladší než s ní sousedící „monokrystalická“ vrstva **B**. Epizodní růst při výrazném přesycení skapových vod protékajících centrálním kanálkem brčka - nukleace velkého počtu kalcitových jedinců. Vrstva **C** se během růstu možná cyklicky vyvíjí: etapy růstu jsou střídány etapami rozpouštění.

### Mechanická odolnost

- Vnější agregátní vrstva **A** se díky své malé mocnosti nepodílí na mechanické odolnosti brčka.
- „Monokrystalická“ vrstva **B**, přestože tvoří „kostru“ brčka, není mechanicky příliš odolná. Vzhledem k dokonalé štěpnosti kalcitu je monokrystal kalcitu velmi křehký.
- Krystalický agregát tvořící stěnu **C**, složený z nahodile orientovaných a do sebe zapadajících kalcitových zrn, může pevnost stěny významně zvýšit.

# Karsologie I



# Karsologie I

# Karsologie I

# Karsologie I

# Karsologie I