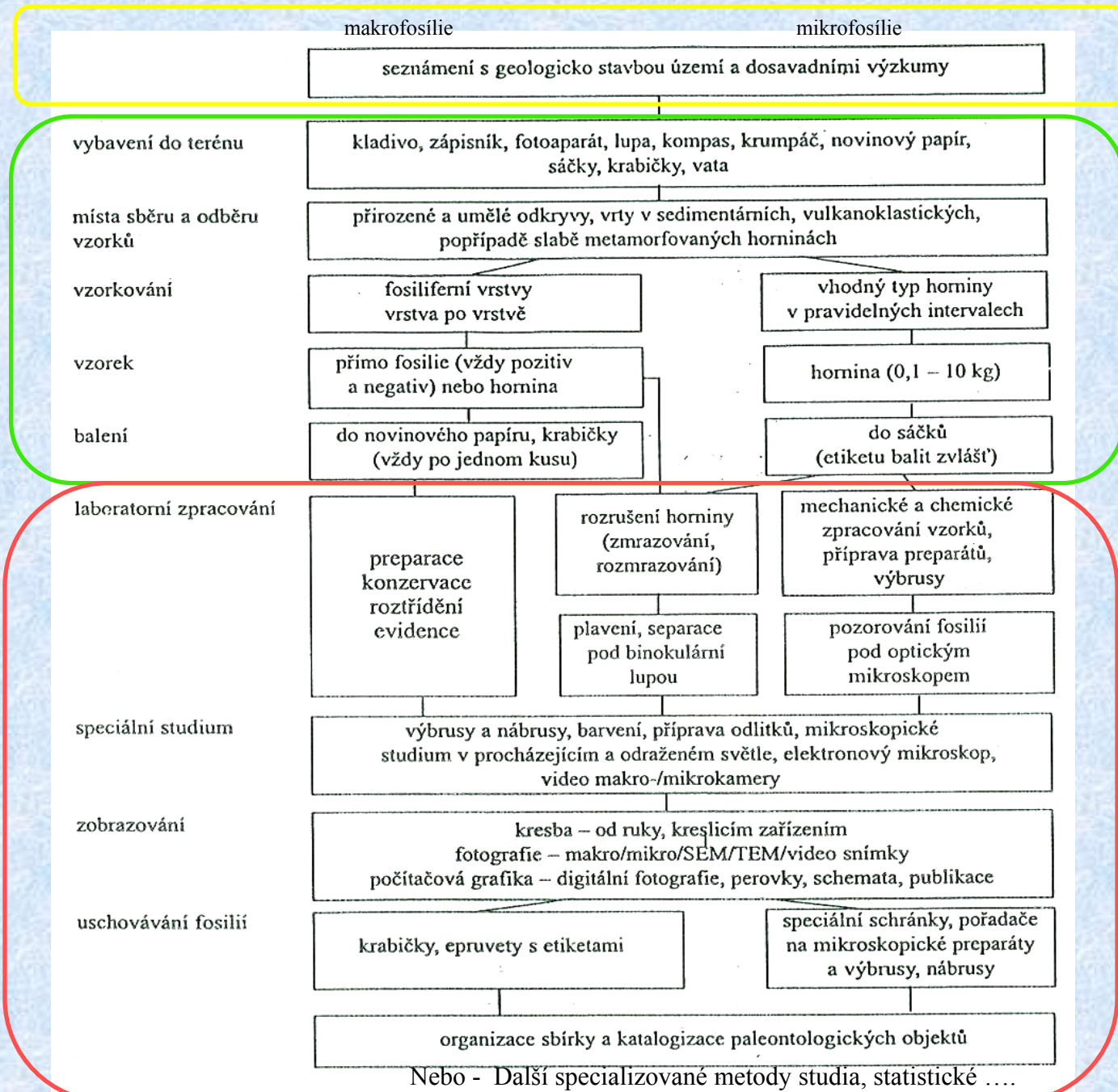


# Paleontologické metody

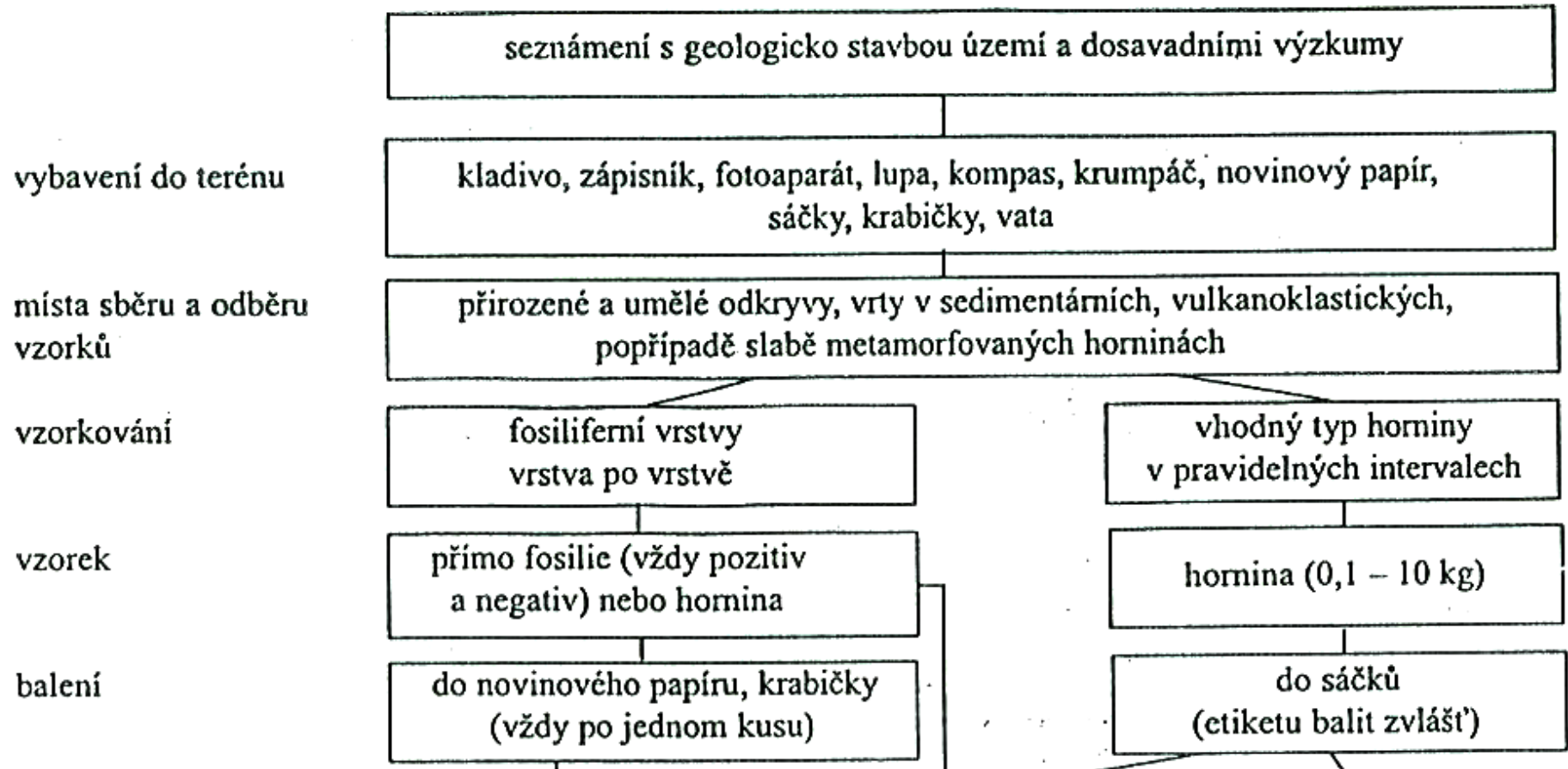
Paleontologie – poznatky založené na fosíliích

- nutné vědět jak a kde fosílie hledat, jak je získat z horniny a jakým způsobem je dále v laboratoři zpracovávat a zobrazovat

# Základní postup terénních a laboratorních prací



# Terénní část



## Odkryvy hornin

přírodní – skály, zářezy vodních toků, sesuvy ...

umělé – lomy, haldy, zářezy cest, výkopy, vrty..



Čertova skála (566 m) - Brdy



Litografické břidlice – jura - Solnhofen

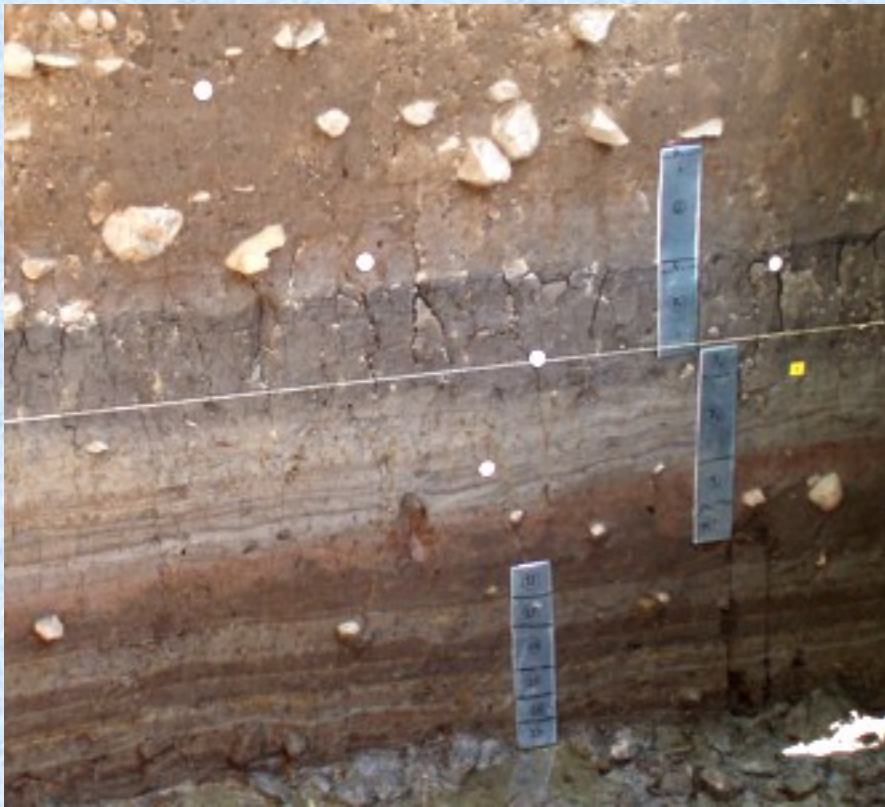
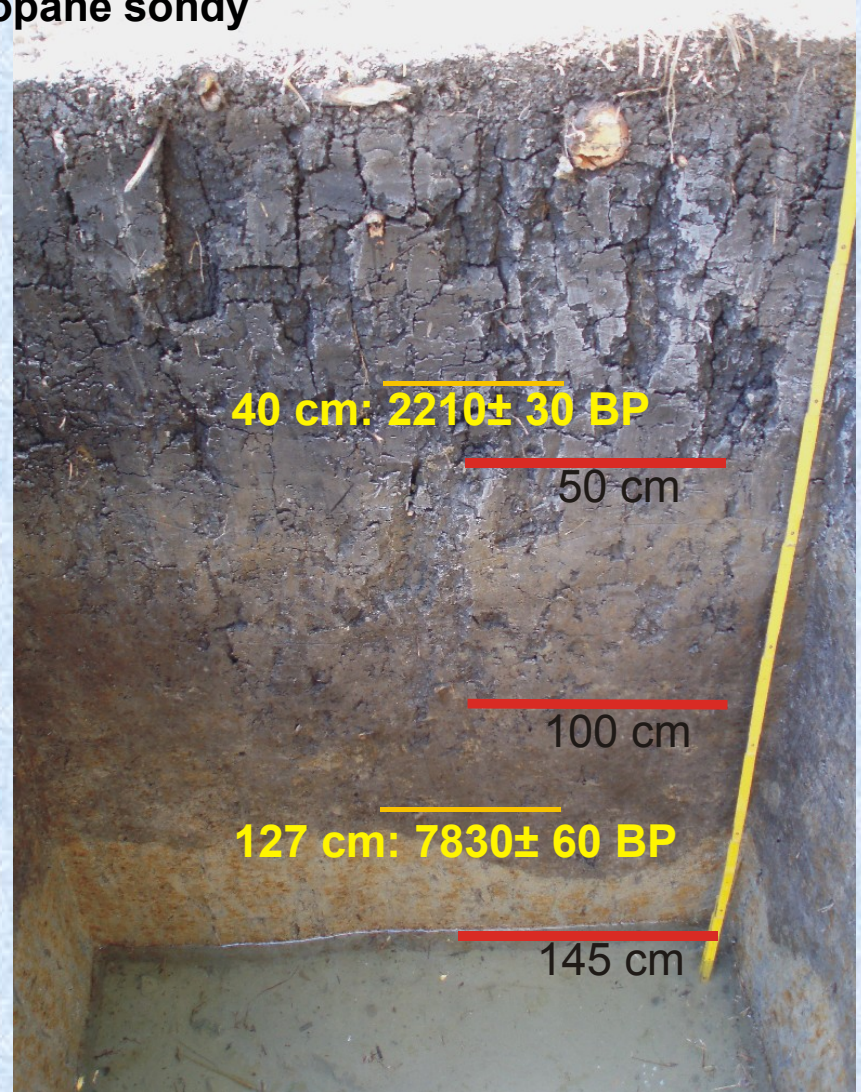
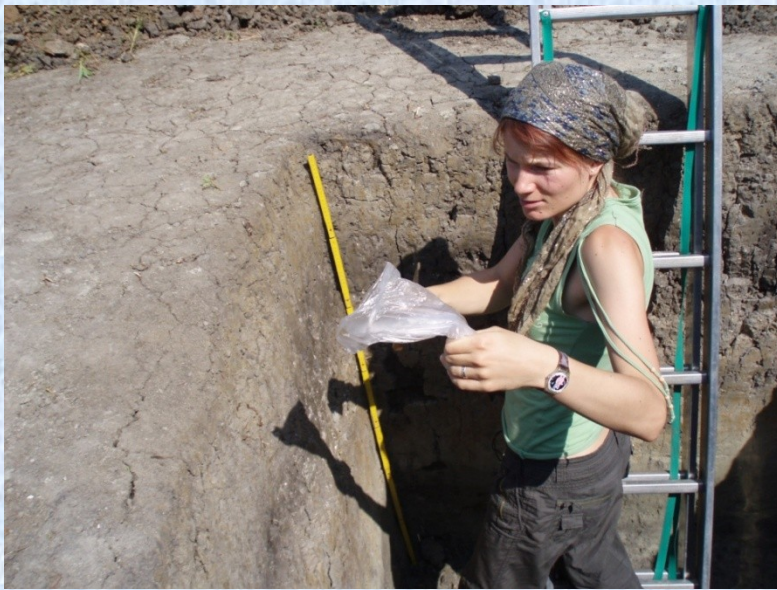


Velká Amerika



Členové společnosti Barbora před Průtahovou štolou.

## Kopané sondy



Odebírání souvislého profilu  
podrobné vzorkování

Vrtání ručním naftovým agregátem  
- do 4m  
- Průběžně jádrované



mělké vrty  
„šnek“ do 8m



Hlubší vrty – 10m a více

Vrty přes 20m musí mít projekt  
a schválení báňským úřadem





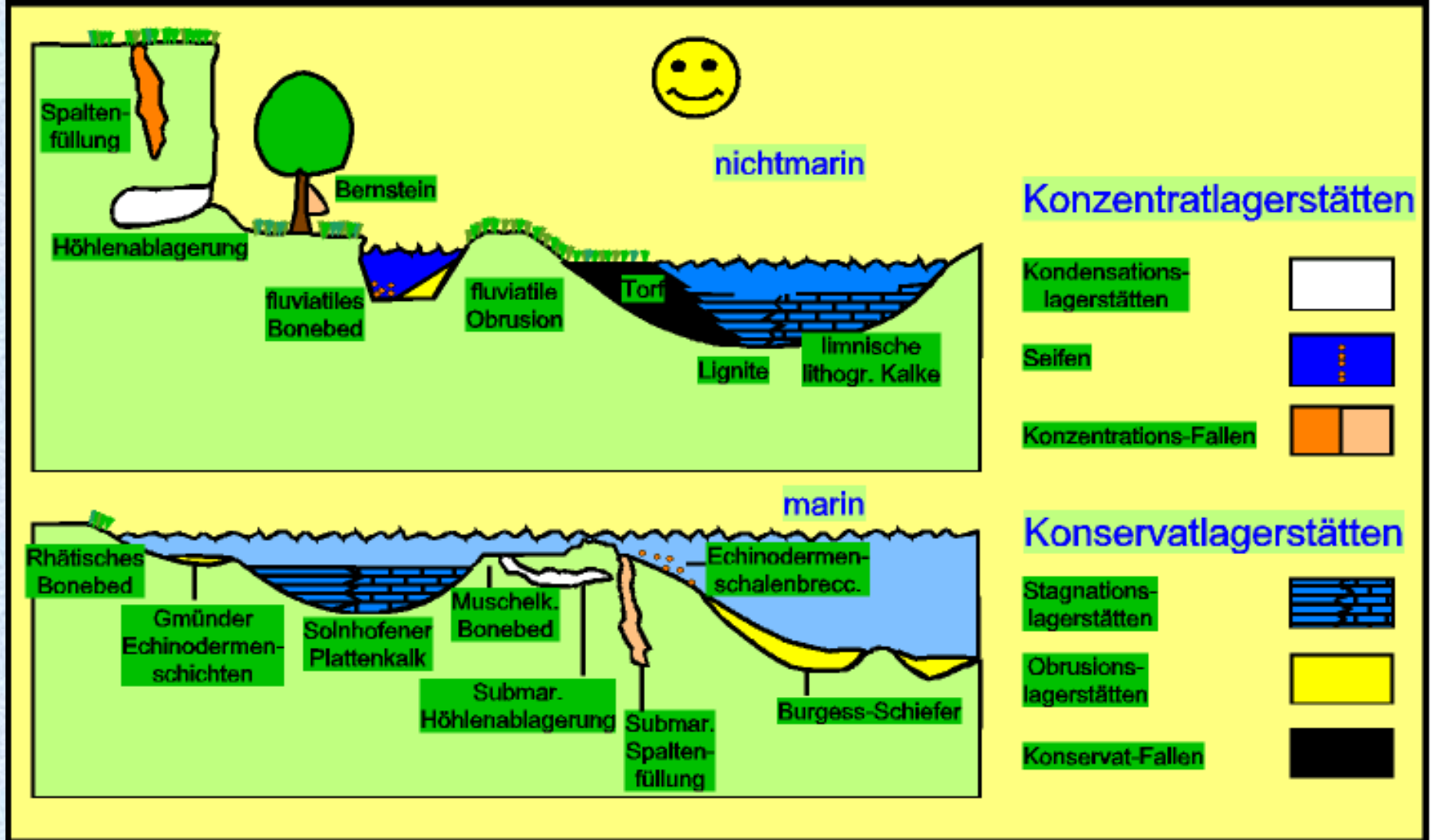
# Prostředí a sedimenty nevhodné k zachování fosilií

Hrubozrnné  
Rychlá denudace



# Prostředí vhodná k zachování fosilních zbytků

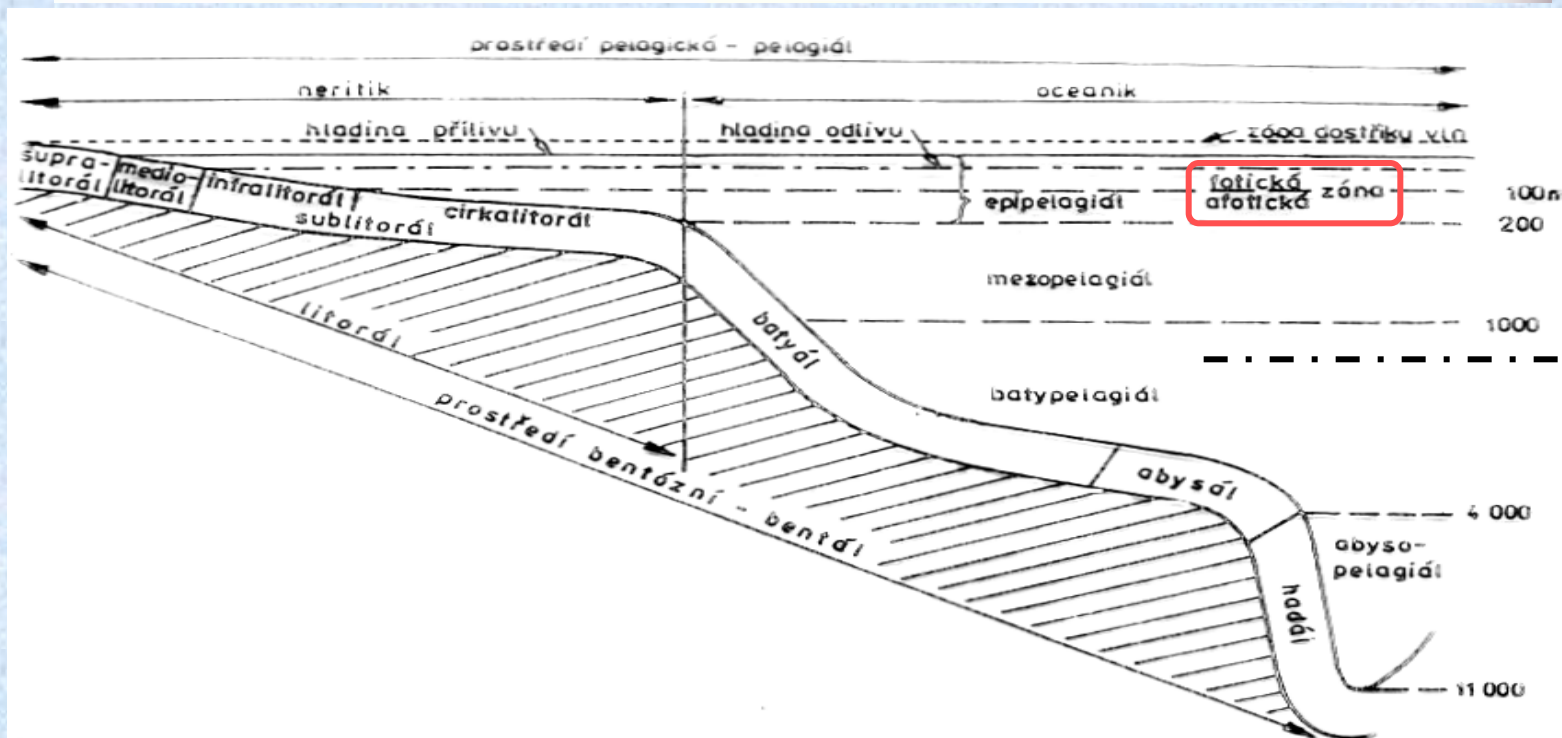
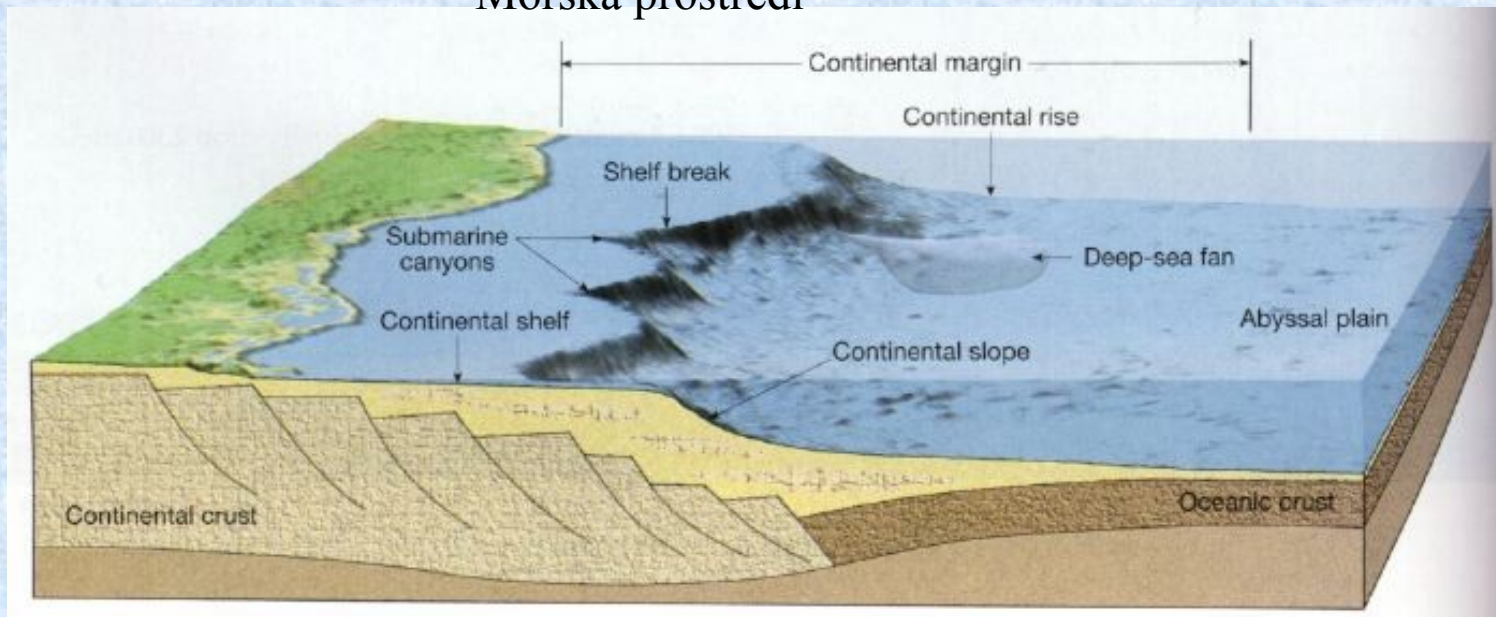
Sedimenty jemnozrnější, fosilní pasti



Materiál fosilií x chemismus sedimentu

Např. vápnité schránky ne v rašelině, pylová zrna ne v sedimentech, které v oxidačním režimu, v jantaru to, co na stromě ...

# Mořská prostředí



ACD  
CCD

Nejvíce organismů v litorálu – ve fotické zóně



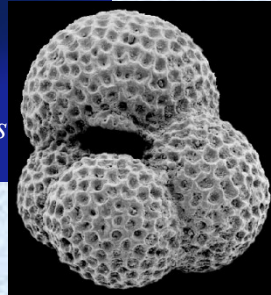
Hlubší prostředí-  
plankton  
+ selektivní zachování

*Lamellaptychus* undort:  
*Eichstätt 144 Mio. Jahre*



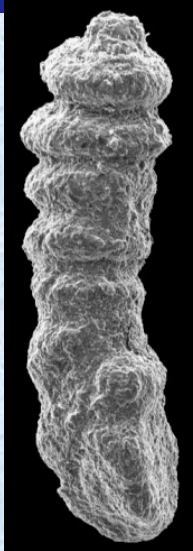
*Globigerina*

*Nummulites*

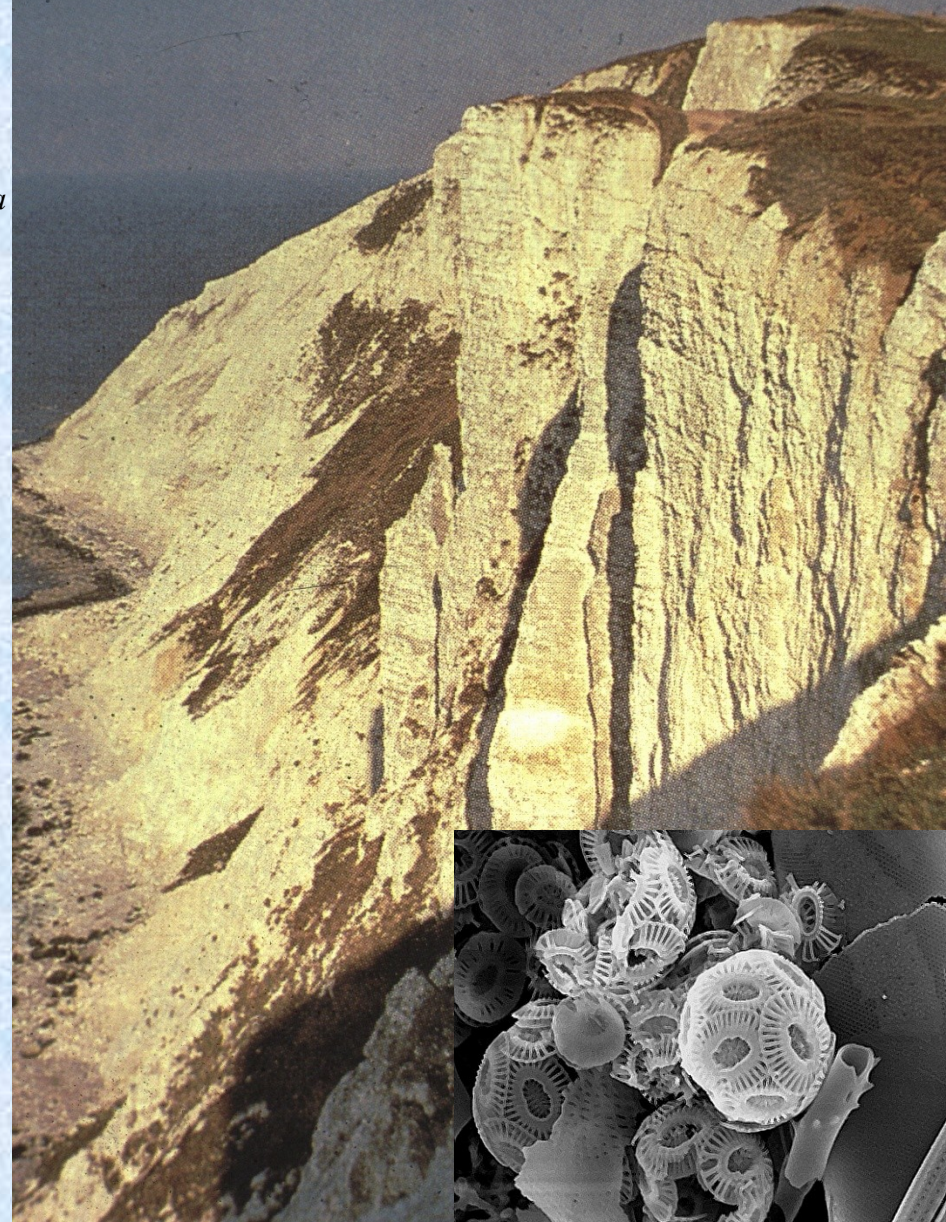


Foraminifera – planktonní,  
bentické vápnité  
aglutinované

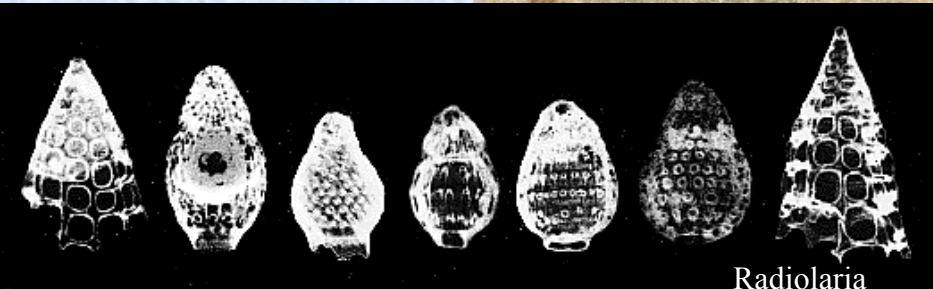
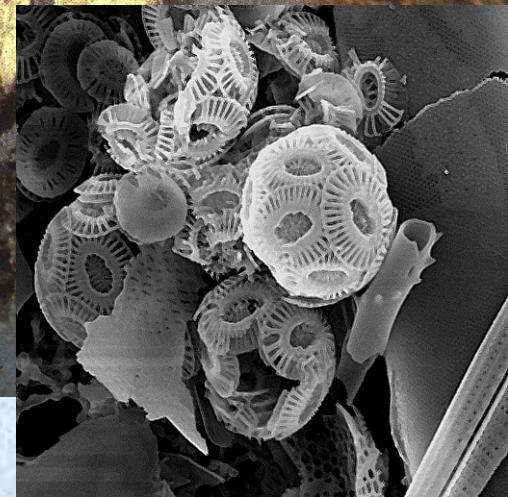
Ryby – různé hloubky  
Světelné orgány x útesové



*Clavulina sp.*, an agglutinated  
benthic foraminifera

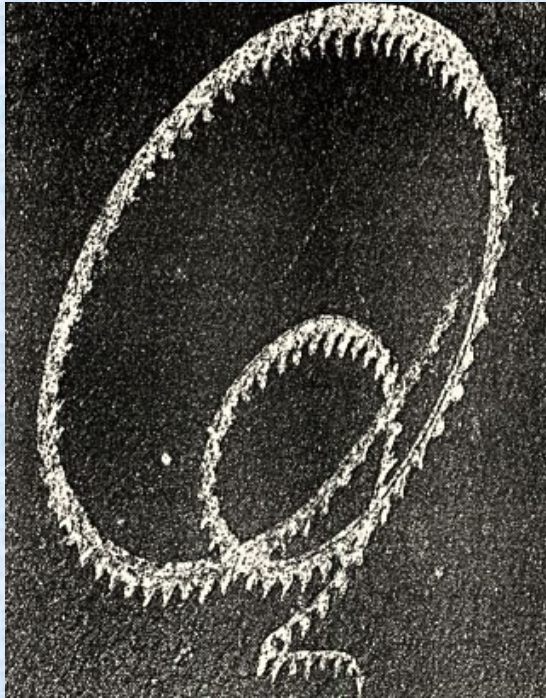


Vápnitý nanoplankton



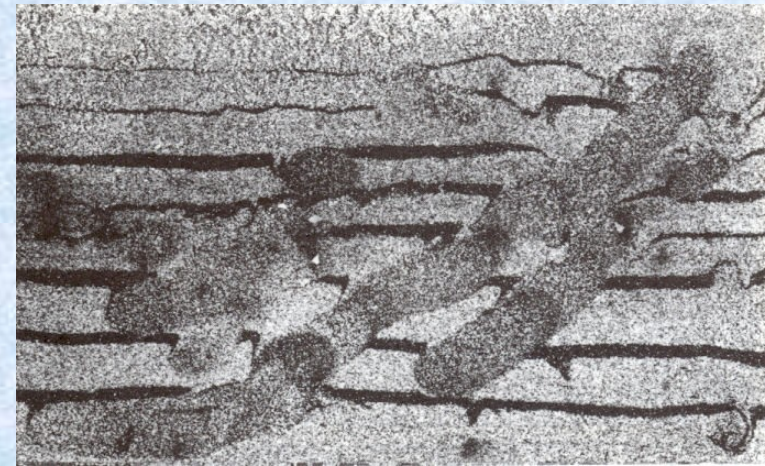
Radiolaria

nutné všimnout si i charakteru sedimentu – sedimentární struktury  
– paleoekologické interpretace, stav zachování - tafonomie



Bez kyslíku – tmavé, plankton, nekton

Prostředí s vysokým obsahem O<sub>2</sub> - bentos,  
bioturbace



# Kontinentální prostředí

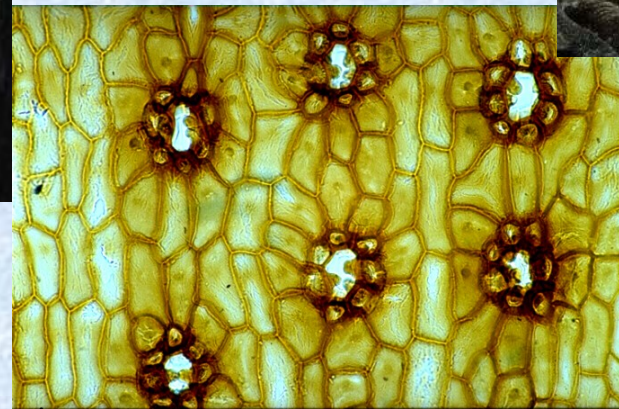
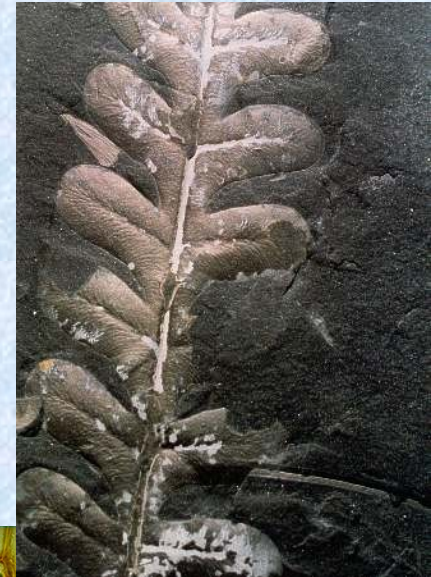


# Bažiny, rašeliny, delty, říční sedimenty spraše, jeskyně...



rostliny

Pylové zrno



*Alethopteris*

kutikula  
*Pseudovoltzia liebeana*



Suchozemští obratlovci

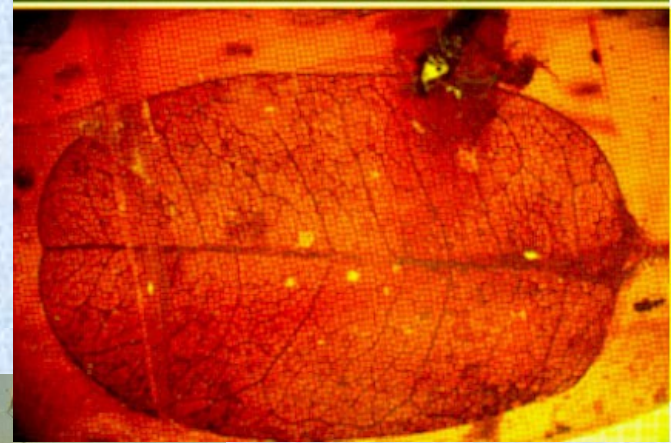
*Discosaurus*



*Mastodon*

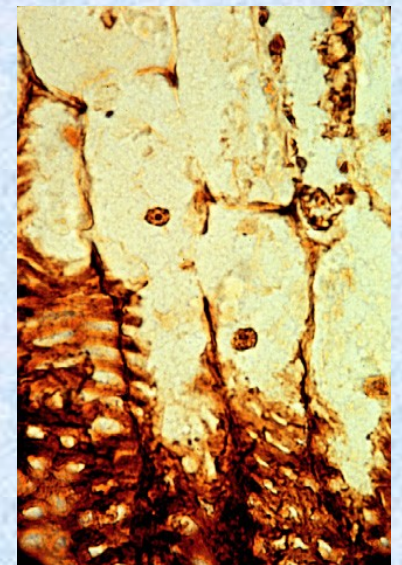


Pryskyřice jehličnanů  
- recent Chorvatsko



-jantar

Rhynia chert



Silicifikované rostlinné tkáňe



Jeskyňe



Vyšné Ružbachy  
jezírko vzniklo klesáním travertínových vrchů  
v okolí minerálního pramene.



travertín



# Terénní práce – výbava paleontologa



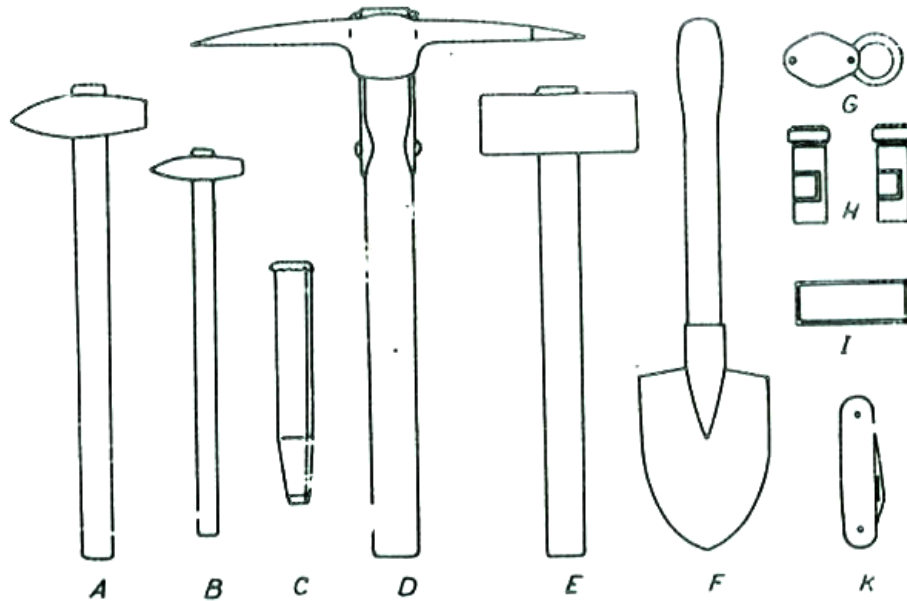
# Terénní výbava paleontologa

Literatura o studovaném území

geologická mapa



Nářadí pro různé typy hornin



Paleontologická výzbroj do terénu: A, B — kladívka; C — sekáček; D — krumpáček; E — palička — a rozbití masivnějších kusů vápenců apod.; F — polní lopatka; G — lupa; H — malé epruvety na drobné izolované nálezy; I — terénní etiketa; K — průhledný kapesní nůž.  
Kresba J. Kolečaba.



- Sáčky na vzorky
- Etikety, tužka – pastelka (orientované vzorky)
- Sešit na zápisky a nákresy



Doplňkové potřeby pro speciální typ fosílií :  
Např. nepříliš pevný kosterní materiál – sádra, gáza .....

## Popisky na etiketě:

Číslo vzorku

Místo odběru

Číslo profilu

hloubka – pozice v profilu, případně vrtu

Jméno - kdo odebral

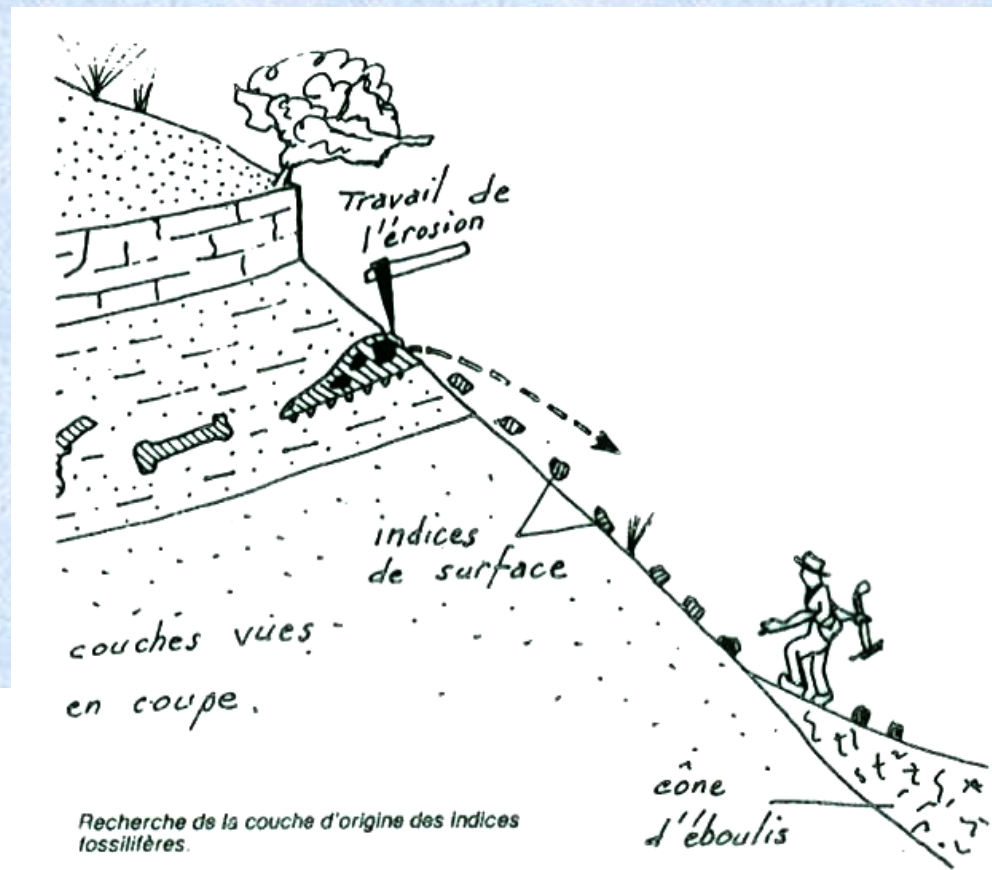
Datum sběru

# Postup při odběru vzorků na výchozech

Povrch výchozu očistit

Podle účelu odebírat vyvětraný  
nebo naopak čerstvý materiál

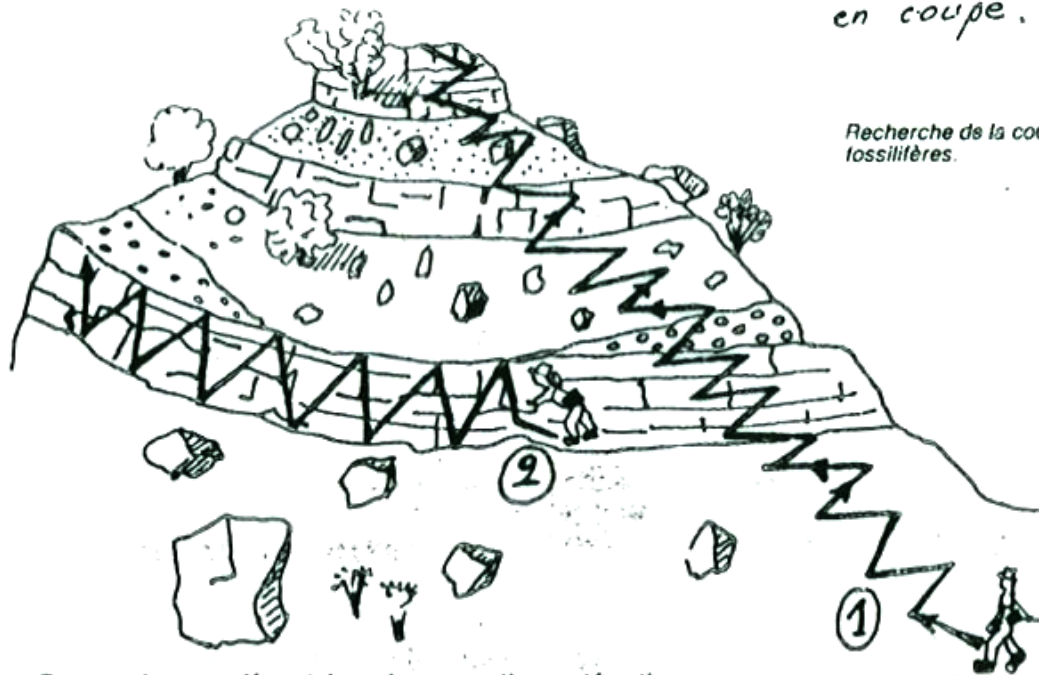
Vzorky odebírat buď v pravidelných intervalech  
nebo podle litologického charakteru hornin



Odebírat zdola nahoru – sypání materiálu

Na výchoze odebírat profily  
– stratigraficky x podélně - plošně

Orientované vzorky – nakreslit na vzorek  
pozici ve výchoze

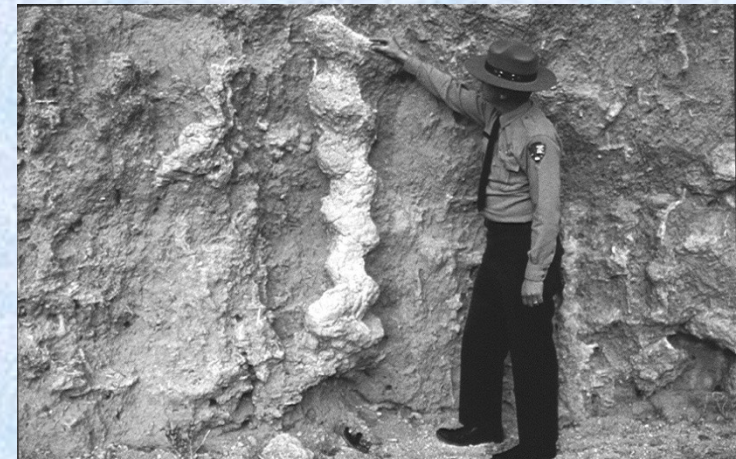
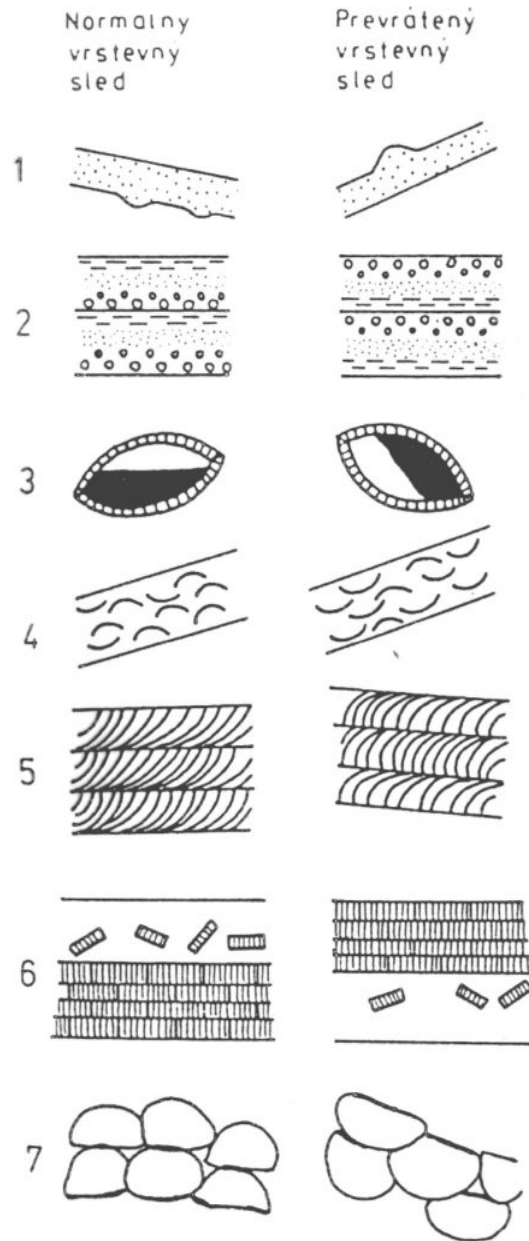


Deux modes, complémentaires, de prospection systématique.

Odebírání materiálu v jeskynním prostředí  
- Jeskyně Za hájovnou - Javoříčko



# Pozice fosílií na výchoze a v prostoru - pozice vrstevných sledů



*This 21-million-year-old beaver burrow can be seen at Agate Fossil Beds National Monument, Nebraska.*

Obr. 12. Kritériá normálneho a prevräteneho sledu vrstiev.

V terénu je nutné zaznamenat i věci týkající se tafonomie a paleoekologie

### Růstové pozice



Kořenový systém  
*Sigillaria*



Bioherma mlže rodu *Hipurites*



vertical axes of *Rhynia gwynne-vaughanii*

Nález celých těl –  
organismů jejichž těla jsou složená z několika  
nepříliš pevně spojených částí – nízký stupeň transportu







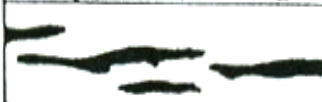




Na výchozech si všimnat i tvaru růstových forem – indikace dynamiky prostředí a rychlosti sedimentace



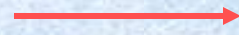
*Halimeda cylindracea*

GROWTH FORM		ENVIRONMENT	
		Wave energy	Sedimentation
	Delicate branching	Low	High
	Thin, delicate, plate-like	Low	Low
	Globose, bulbose, columnar	Moderate	High
	Robust, dendroid branching	Moderate/high	Moderate
	Hemispherical, domal, massive	Moderate/high	Low
	Encrusting	Intense	Low
	Tabular, laminar	Moderate	Low

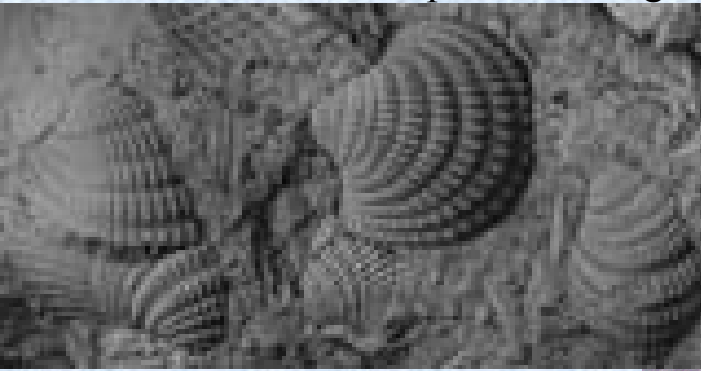
Growth form of reef-building organisms related to wave energy and sedimentation. Adapted from James (1983).



transportované organismy



orientované uložení, vyříděné schránky  
(podle velikosti, tvaru), (např. lumachely),  
dezintegrovaná těla  
(např. jen levé, nepřipevněné misky)



Uspořádání prouděním



Lumachela shránek mlžů

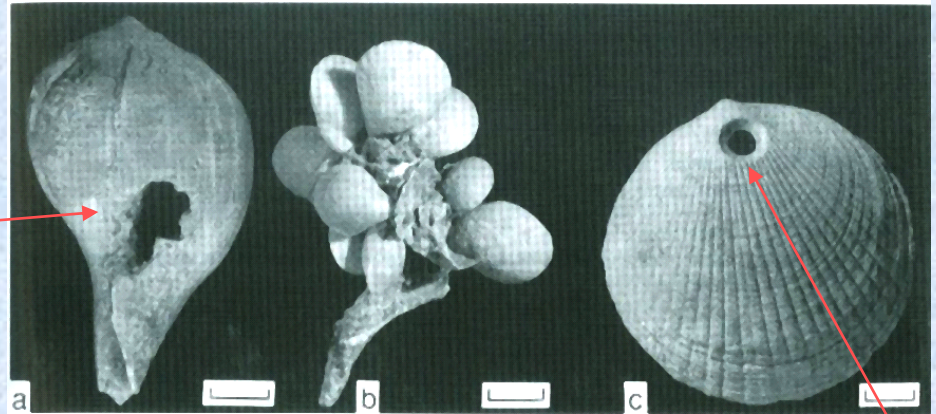
*Macrocrinus mundulus* Indiana,



V terénu je nutné si všimnout i dalších znaků nejen samotných fosilií

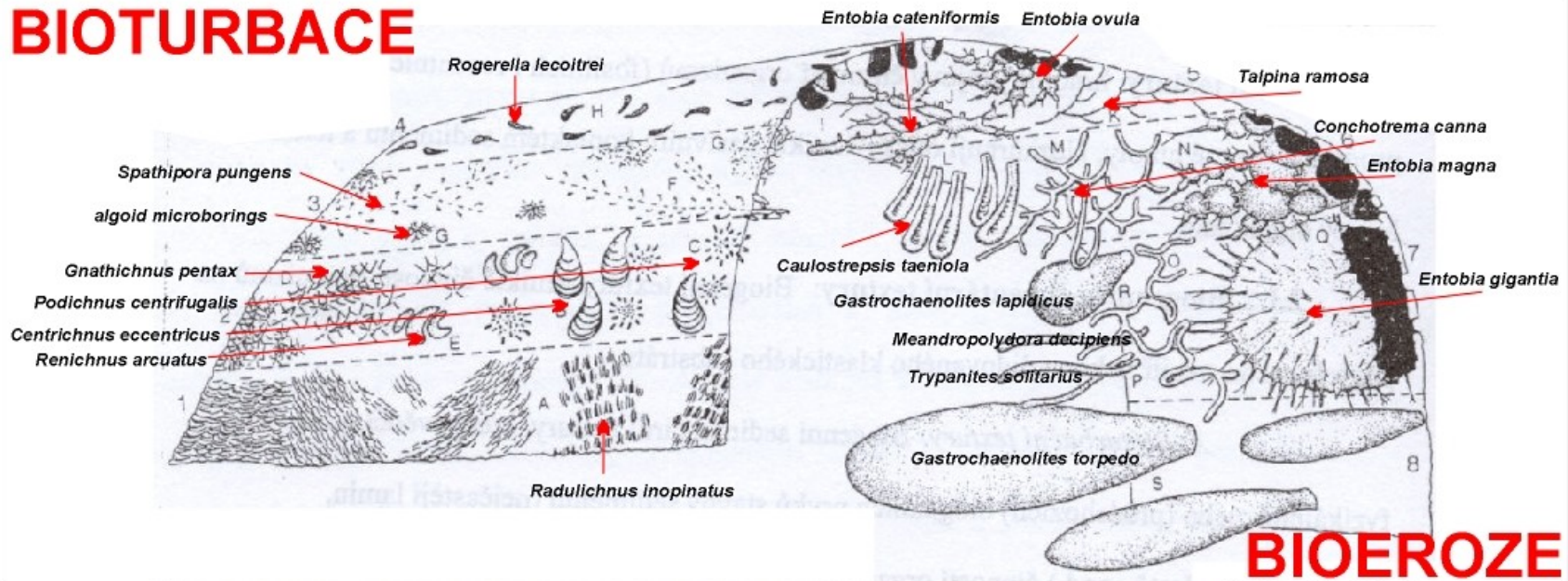
- stopy po životní činnosti
- bioturbace

Mechanické poškození schráněk



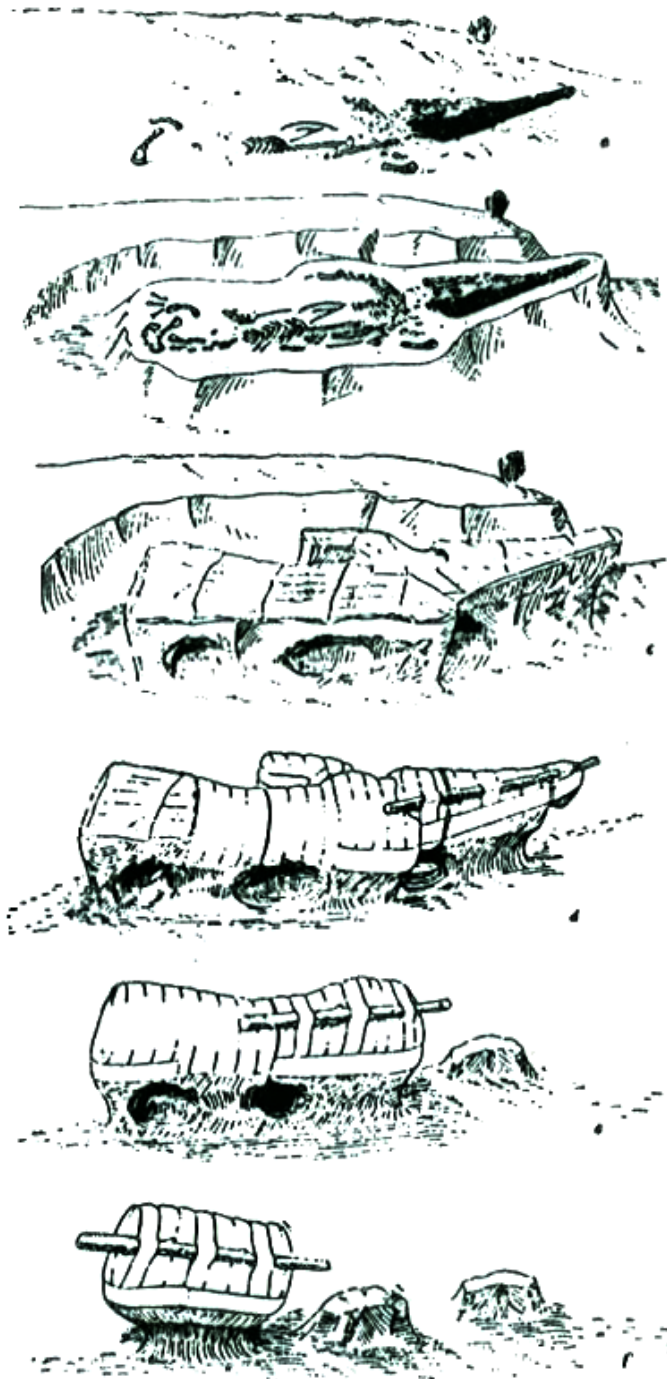
Stopy napadení predátorem

## BIOTURBACE



koncentrovaná sedimentace – stopy po rozpouštění – redepozice  
deformace fosilií – kompakce, diagenese, tektonika

Při vyzvedávání velkých kosterních zbytků – opatrně odkrývat vrstvy sedimentů - metody obdobné archeologii -špachtle, štětec.. někdy nutné fosílie zpevnit



3. — Diagramatické znázornění vyzvedávání velkého kosterního zbytku. (Podle *Campha a Harny.*)

*a* — kosterní zbytek před vyzvedáváním, *b* — kosterní zbytek na odkopaném podstavci, *c* — podstavec částečně podhrabán, kosterní zbytek pokryt promaštěným papírem. V hlavové části započato s nanášením sádrové bandáže, *d* — kosterní zbytek celé pokryt látkovými pruhy napojenými sádrou. Na přední části patrné i jejich zachycení okrajovým sádrovým límcem a vyztužení dřevem. *e* — postupné oddělování zabezpečeného nálezu do jednotlivých bloků, *f* — poslední blok podhrabán a připraven k vyzvednutí.

# Kvadrátová analýza,

Měření a zakreslování typu a polohy (orientace a rozmístění fosilií milimetrový papír) v jednotce plochy – po statistickém zpracování slouží pro paleoekologii a tafonomii

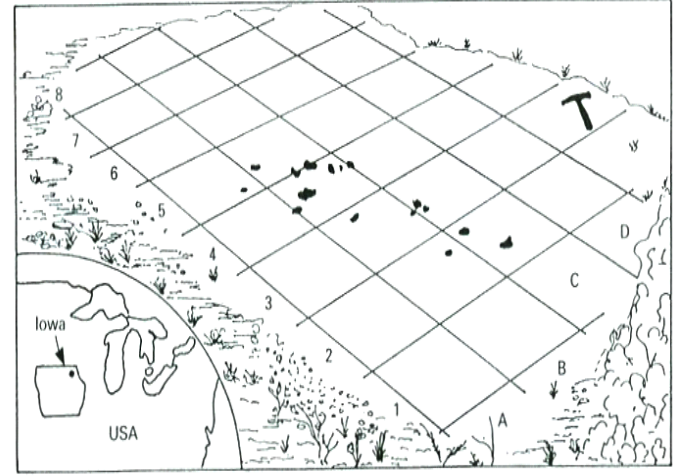
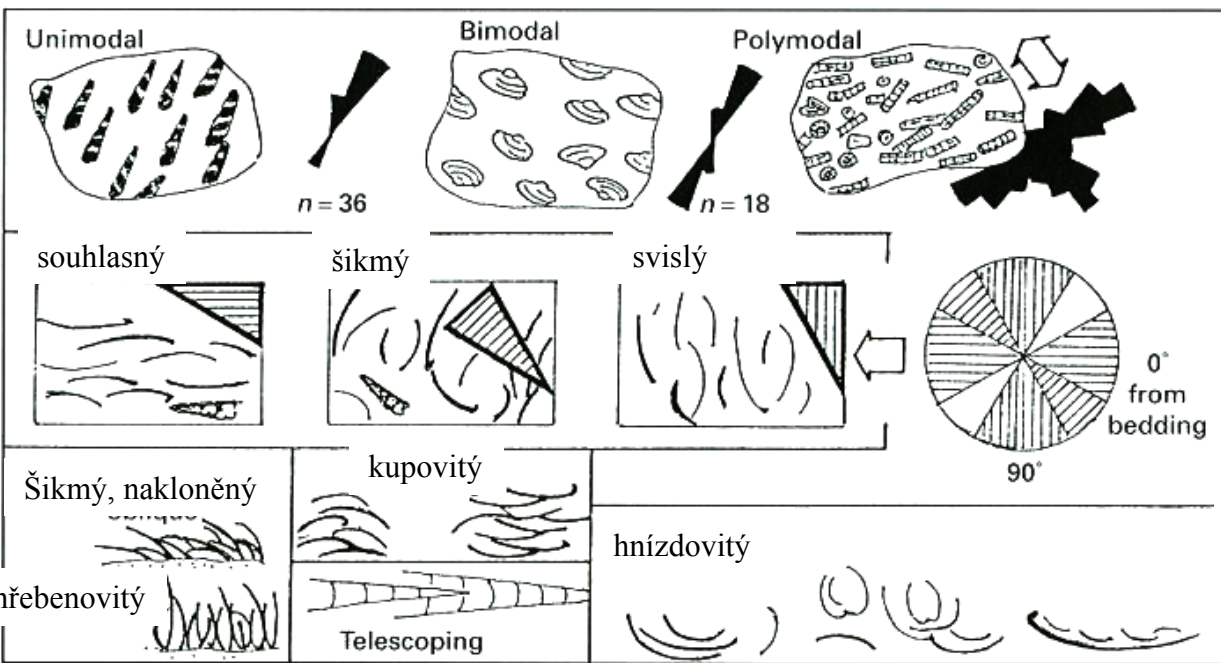


Fig. 8.17 Sketch from a photographic illustration of the Ordovician hardground in north-east Iowa analysed by Tim and Caroline Palmer. Blobs indicate the position of colonies depicted in Fig. B.1 (p. 175), where quadrat lines are omitted.

Terminology for shell orientation on bedding surfaces and in cross-section: unimodal, unidirectional current; bimodal, wave oscillation; concordant/convex down, settling from suspension; perpendicular/edgewise, oscillatory flow; oblique imbrication, upcurrent dip; stacking/nesting, storm reworking. Adapted from Kidwell *et al.* (1986).

## clusterová - shluková analýza

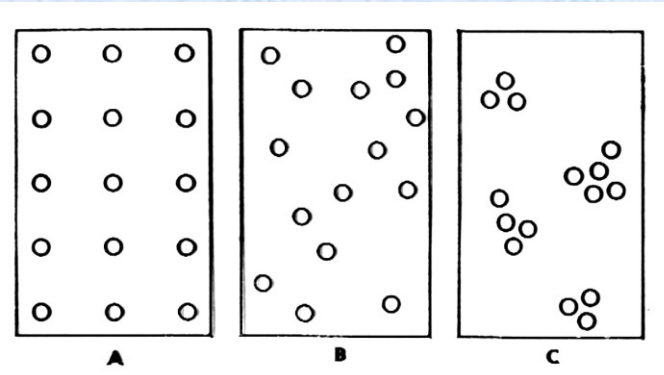
V netransportovaných oryktocenozách

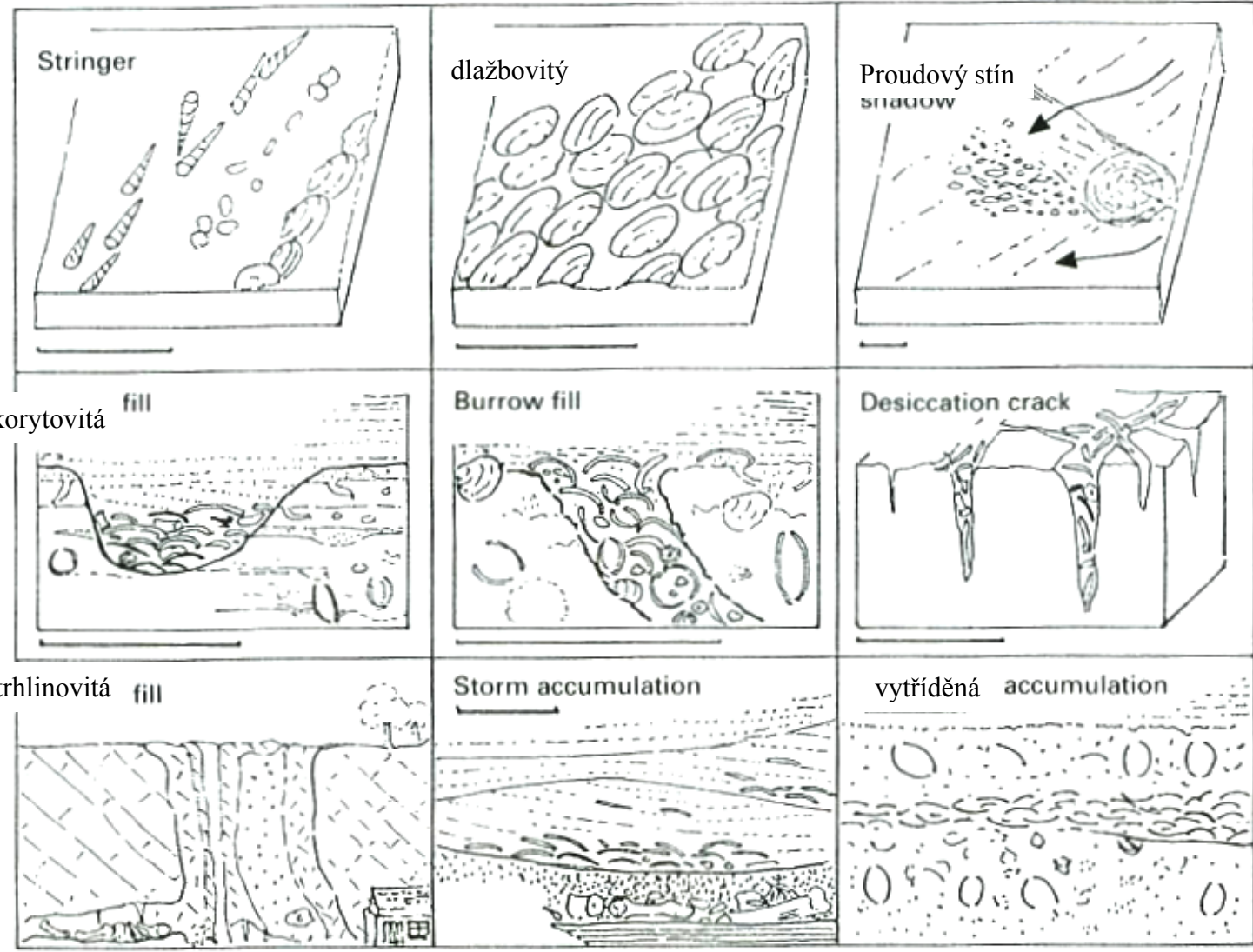
Rozmístění jedinců v populaci

A – rovnoměrné

B – náhodné

C – ve shlucích



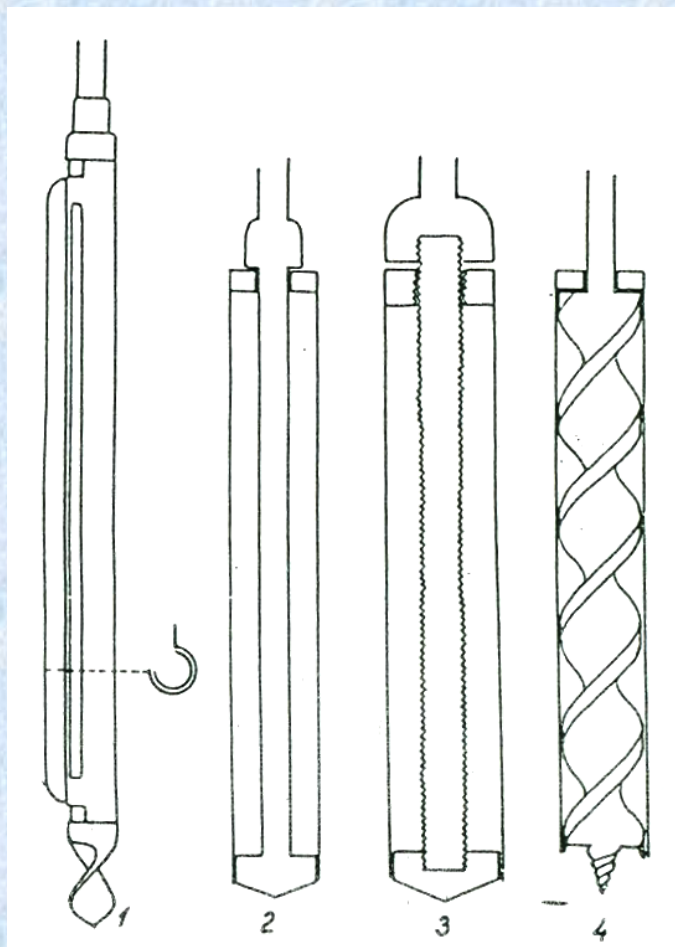


A process-related classification of skeletal accumulations: all except fissure fill are rapidly formed, event beds (scale bar = 0.1 m). Adapted from Kidwell et al. (1986).

# Odebírání vzorků mikrofosílií

**fosílie nejsou vidět a rozeznat - odebírat určitá množství materiálu**

Sondy – ruční vrtý

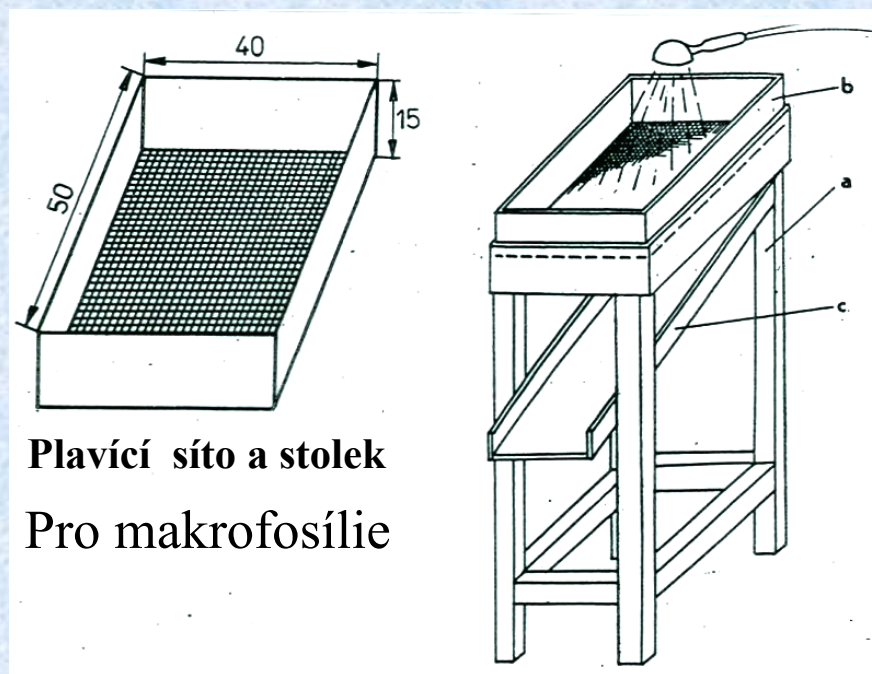


Z vrtů odebírat vzorky – průměrné nebo zásekové

nutno tušit v jakém typu sedimentu, co mohou najít  
Odebírat v pravidelných intervalech nebo při litologických změnách

- mikrofosílie – cca 0,5kg vzorku
- palynologie stačí méně → 10 dkg

Pro fosilí materiál na hranici mezi makro a mikrofosíliemi –  
např. suchozemští plži, kosti drobných obratlovců je nutné  
probrat veliká množství materiálu  
Většinou na místě v blízkosti vodních toků



# Laboratorní část

laboratorní zpracování

preparace  
konzervace  
roztřídění  
evidence

rozrušení horniny  
(zmrazování,  
rozmrazování)

mechanické a chemické  
zpracování vzorků,  
příprava preparátů,  
výbrusy

plavení, separace  
pod binokulární  
lupou

pozorování fosilií  
pod optickým  
mikroskopem

speciální studium

výbrusy a nábrusy, barvení, příprava odlitků, mikroskopické  
studium v procházejícím a odraženém světle, elektronový mikroskop,  
video makro-/mikrokamery

zobrazování

kresba – od ruky, kreslicím zařízením  
fotografie – makro/mikro/SEM/TEM/video snímky  
počítačová grafika – digitální fotografie, perovky, schemata, publikace

uschovávání fosilií

krabičky, epruvety s etiketami

speciální schránky, pořadače  
na mikroskopické preparáty  
a výbrusy, nábrusy

organizace sbírky a katalogizace paleontologických objektů



# Laboratorní zpracování: makrofosílie

## Slepování fosilií



## Preparace fosilie z horniny - konzervace

mechanicky

chemicky – např. působení slabé HCl – kalcit, aragonit, dolomit

leptání x nábrusy

Studovat - okem, pod lupou, za pomoci binokulární lupy

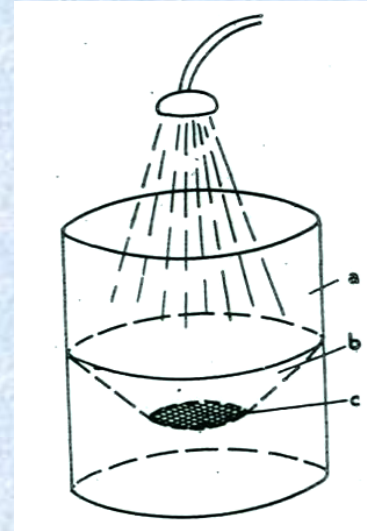
metoda odlitků nebo plastelínových otisků – opačné schránky, nepřístupné dutiny ....

Makrovzorky – měření vlastností – velikost, poměry, závit...

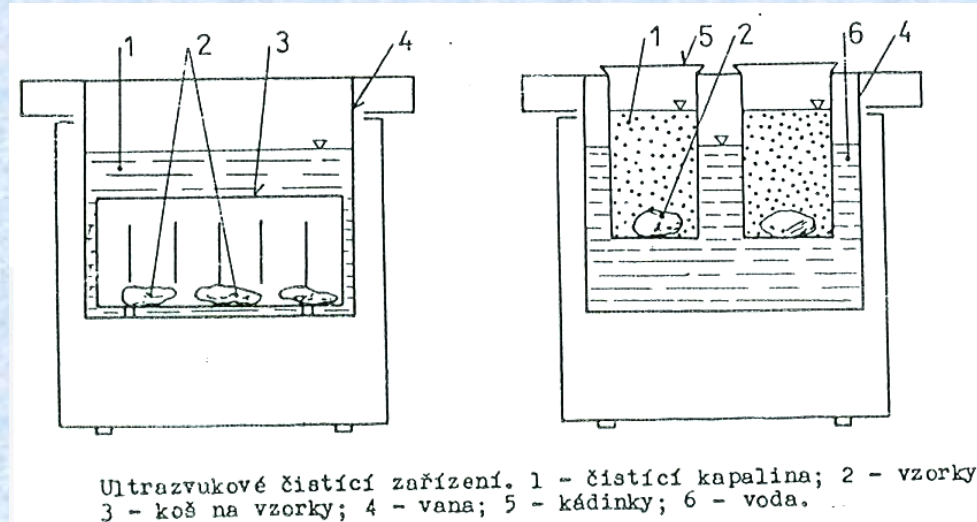
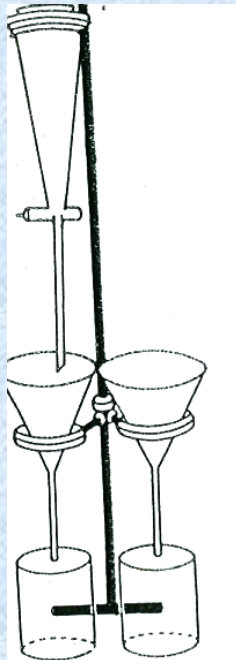
# mikrofosílie

Metody separace mikrofosílií z hornin – rozduřování horniny – vysušování, mražení, chemické macerace, plavení

Plavící síta pro mikrofosílie



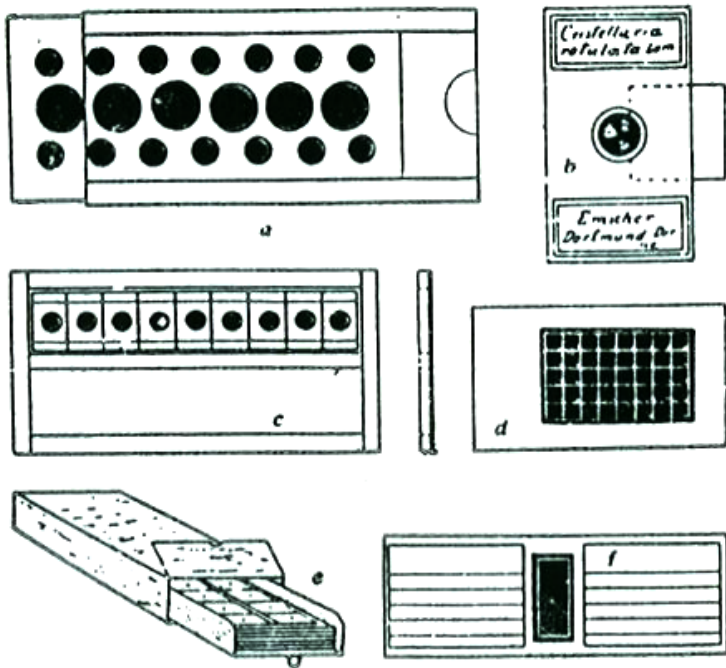
Separace za pomoci  
Rozdílné hmotnosti  
- těžké kapaliny



Ultrazvukové čistící zařízení. 1 - čistící kapalina; 2 - vzorky  
3 - koš na vzorky; 4 - vana; 5 - kádinky; 6 - voda.

# výplavy - binokulární lupa

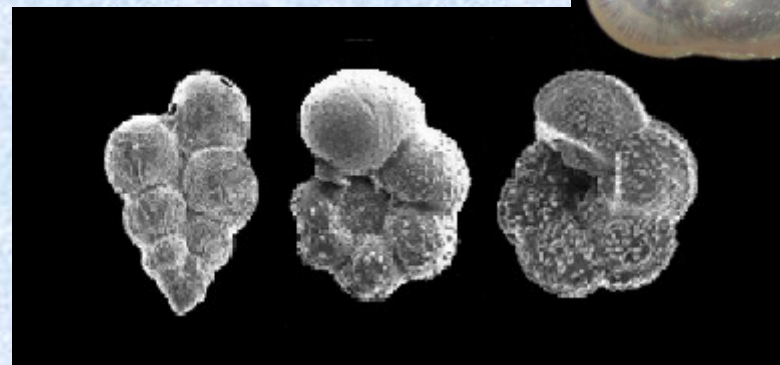
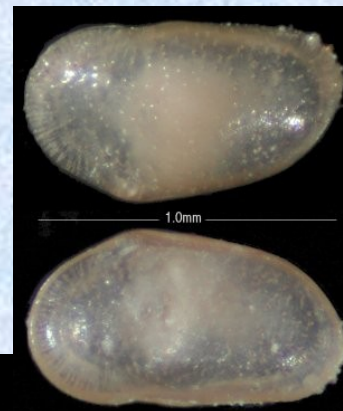
– vybírání mikrofosilií – preparační jehly  
uchovávání ve schránkách



Různé typy Frankových preparačních komůrek. (Podle Compa a Harny.)

*a* – velká komůrka pro společenstva mikrofosilií, *b* – běžně užívaná jednoduchá komůrka, *c* – líska na uchovávání komůrek, *d* – jiný typ velké komůrky pro společenstva mikrofosilií, *e* – schránka na lísce s komůrkami, *f* – komůrka na relativně veliké mikrofosilie.

Komůrky mají uprostřed lakované jamky – černé na světlé mikrofosilie  
Bílé na makrospory a semena



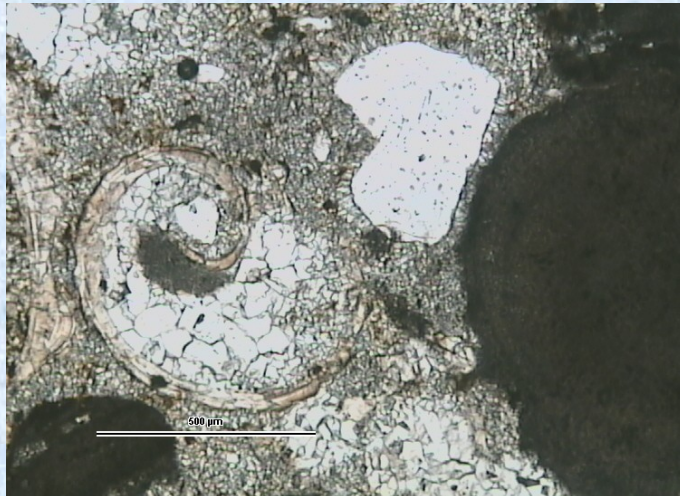
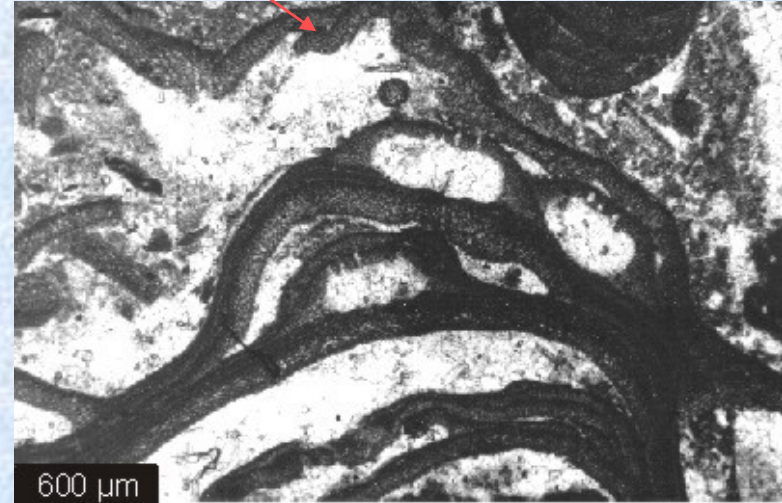
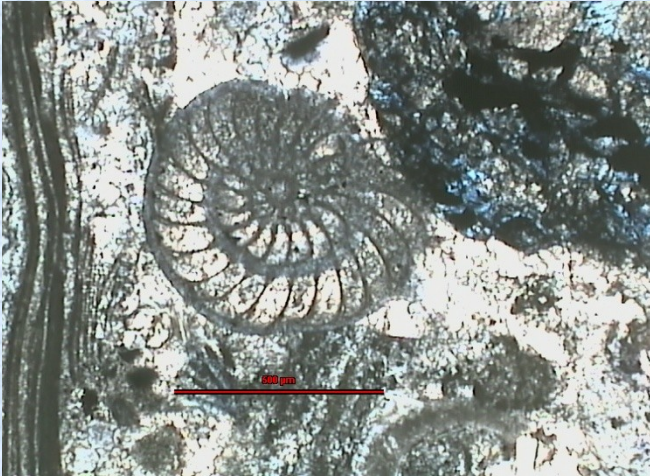
# Výbrusy – studium v prosvěcovacích mikroskopech

## polarizační s otočným stolcem

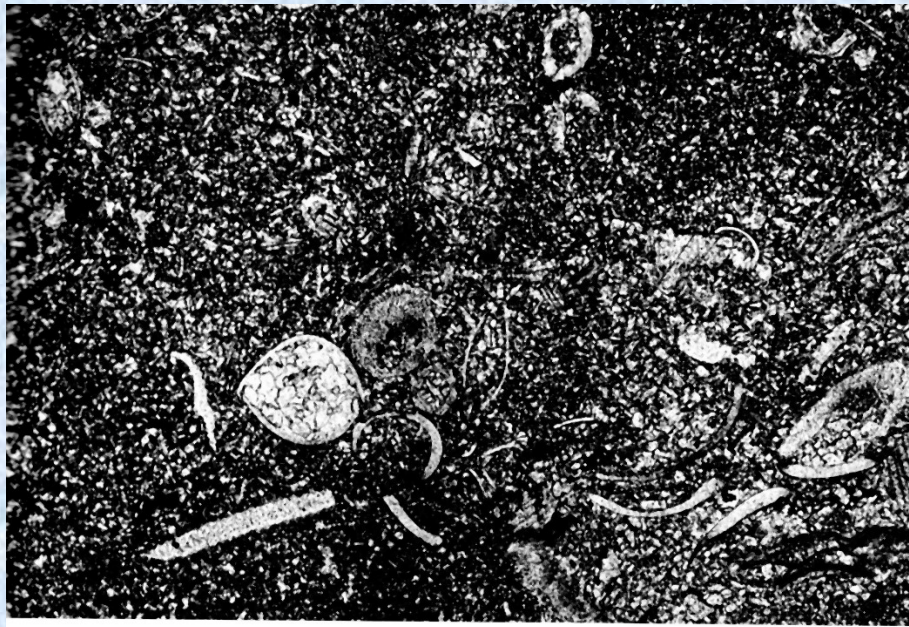
Někdy nelze mikrofosílie vyseparovat – jádra, pevné horniny, stejné složení schránek jako hornin ...  
Studují se v tenkých řezech – většinou tenčí než pro mineralogii

Některé mikrofosílie na výbrusech založenou systematiku

Např. vápnité řasy – červené, zelené



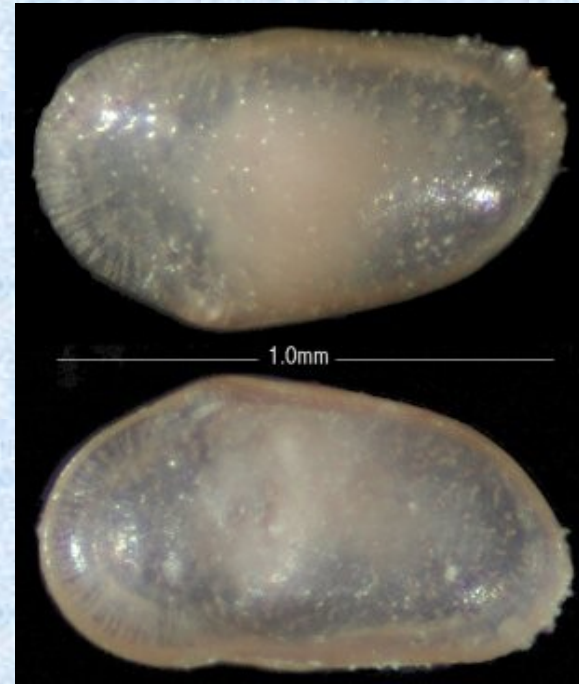
Ve vápencích zahrnuje také studium karbonátové petrografie – mikrofacie



Některé se ve výbrusovém materiálu nedají klasifikovat



Ostrakodi



Maceráty – podle velikosti objektu – binokulární lupa nebo biologický mikroskop s křížovým posuvem stolku

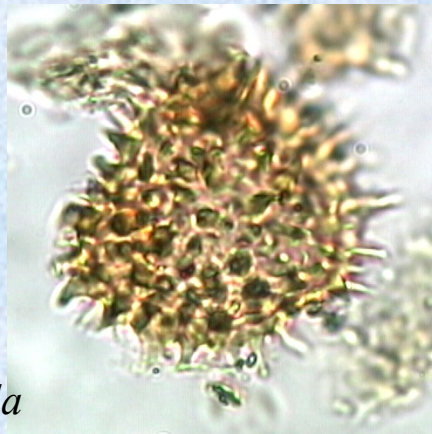
- chemické rozrušování anorganických částí hornin, reziduum zůstává ve formě roztoku



Křemité fosílie – radiolarie, diatomy, jehlice hub

Pro velká zvětšení (1000x) nutno využít imerzní kapaliny  
– vyšší index lomu než vzduch

Pylová zrna



*Selaginella*



Organické výstelky foraminifer



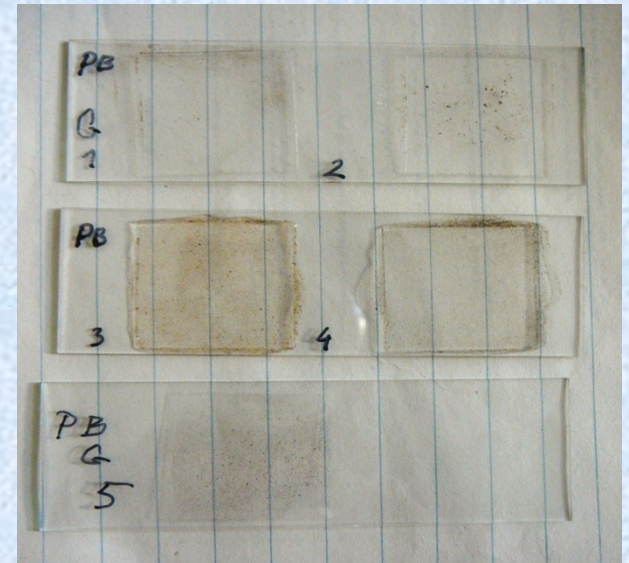
konodonti

# Macerace

Pro získání mikrofosilií s organickou stěnou - chemickou a mechanickou cestou se odstraní anorganické a organické látky s výjimkou pylových zrn a spor a ostatních rostlinných a živočišných zbytků

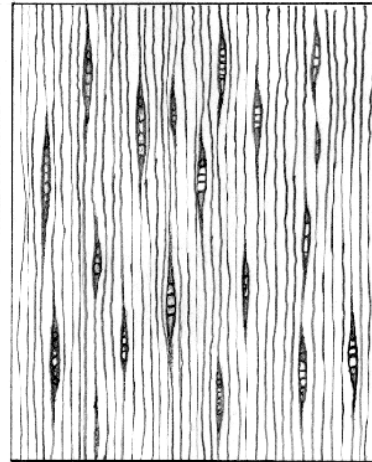
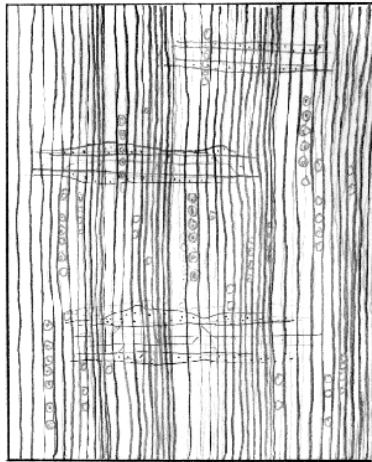
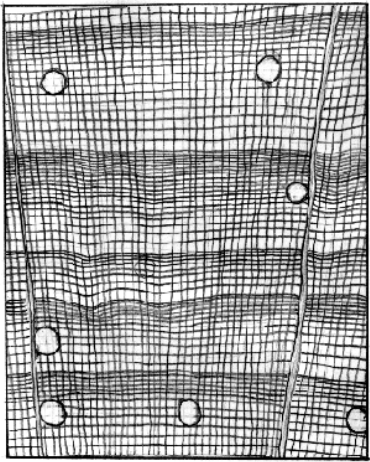
- např. kutin, chitin (PACLTOVÁ 1963)

- proces trvá zhruba 4 dny



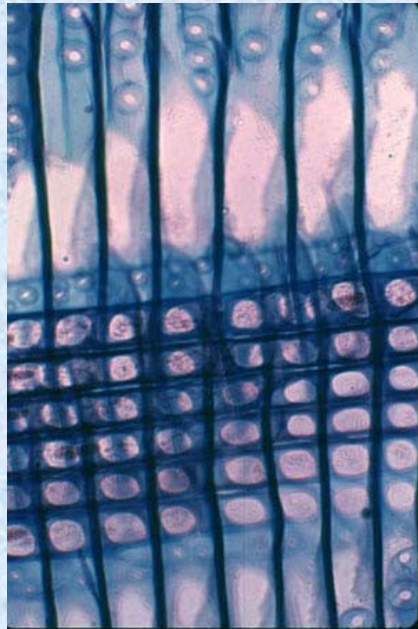
# Zobrazování fosílií – kreslení, fotografování

Kreslení - zdůraznění důležitých znaků x fotografování – přesnější celkový obraz



JOE LOCKETT Jr.,

*Pinus – struktura dřeva*



Pine wood radial section.

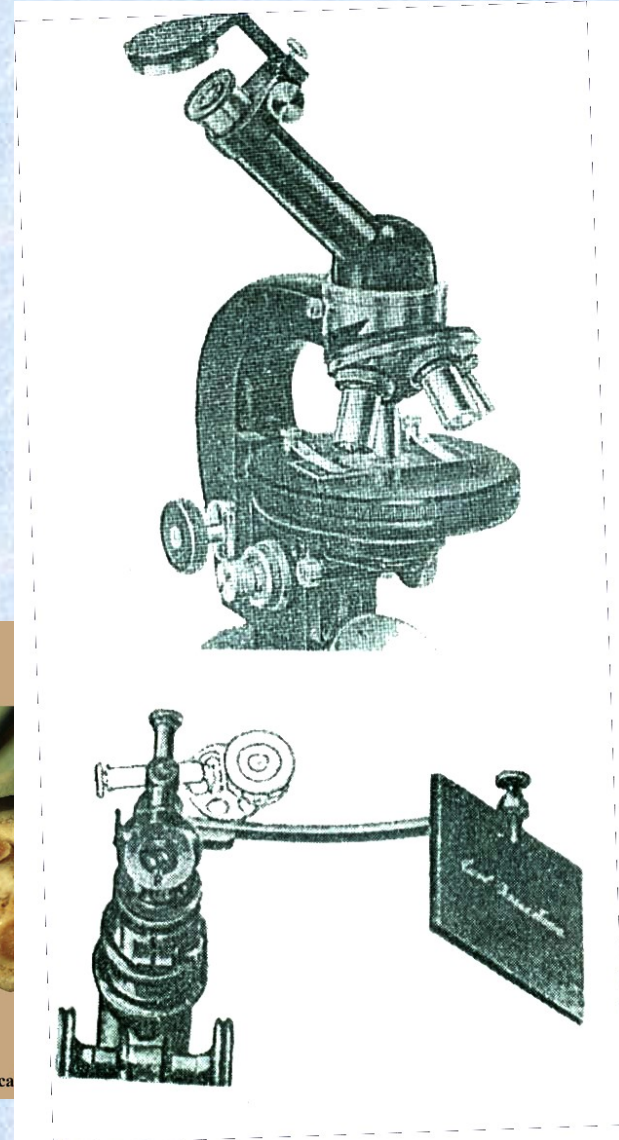
*Abies lasiocarpa*  
Coconino Co., AZ



3mm

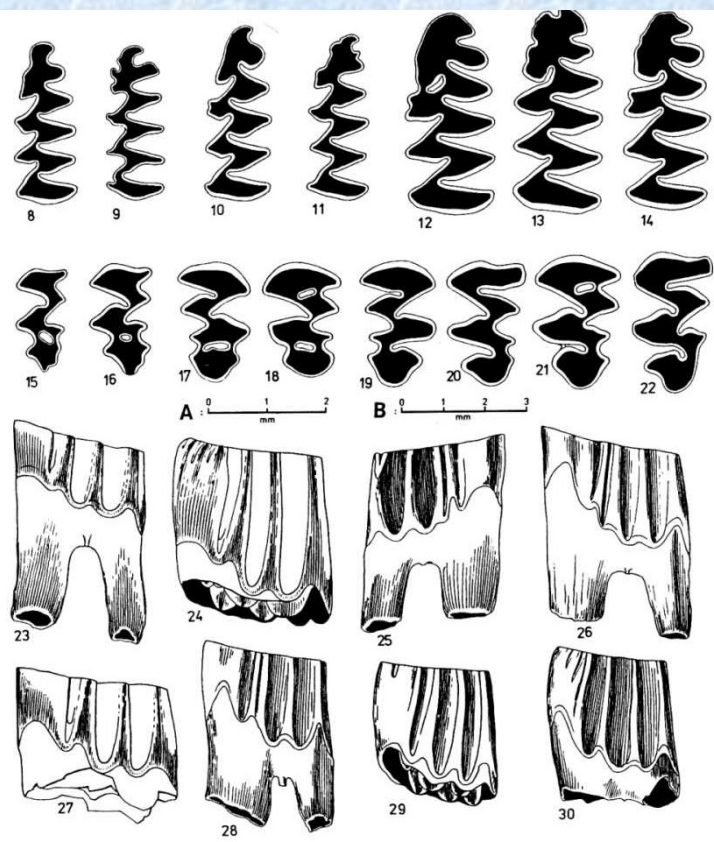
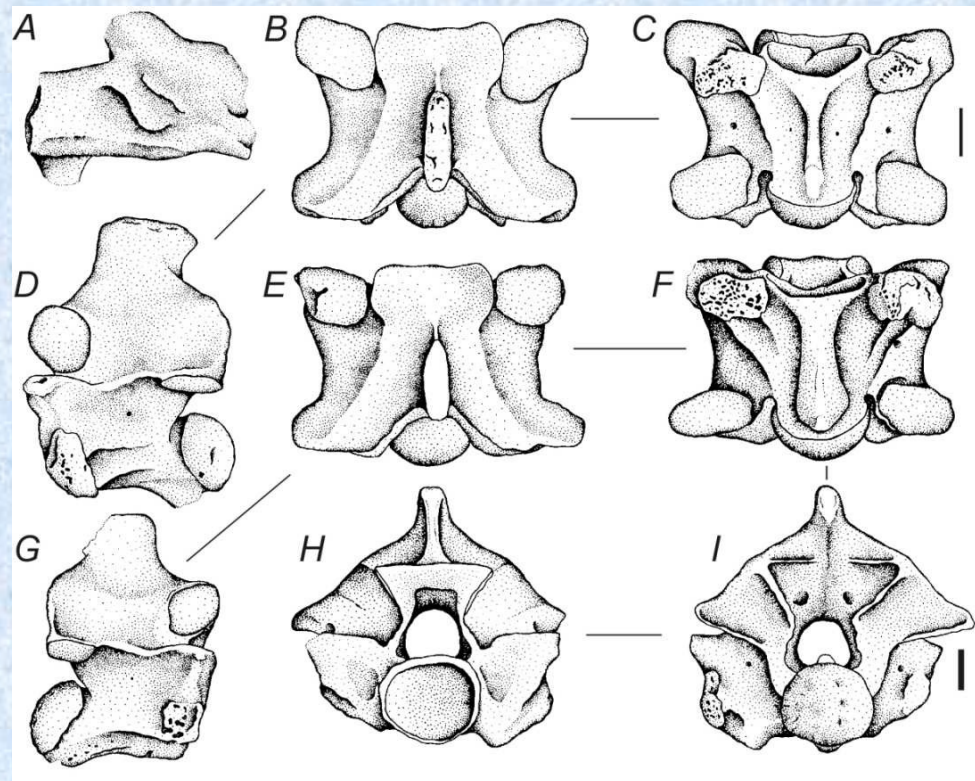
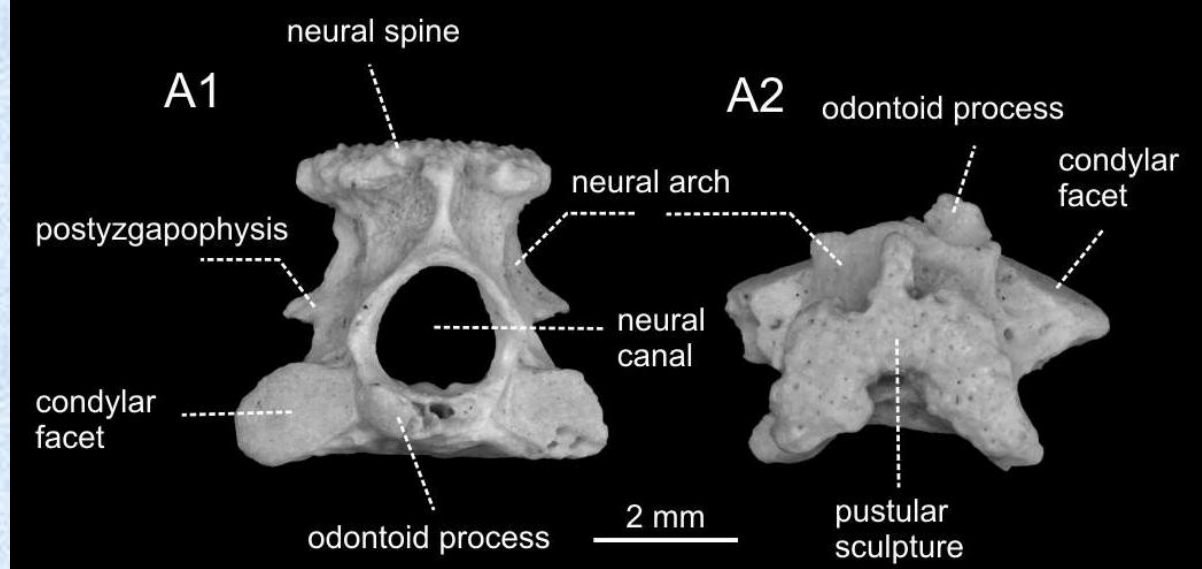
Sandra Swift

USGS/NAU Macrobotanica



Abbeův kreslicí přístroj





*Python europaeus*, sp. miocén, Francie

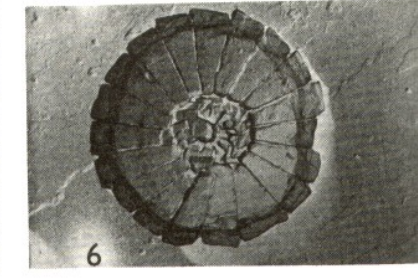
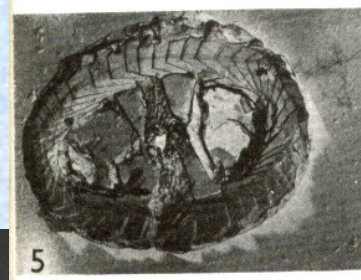
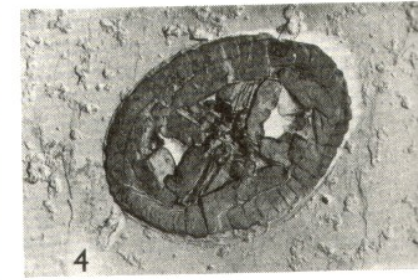
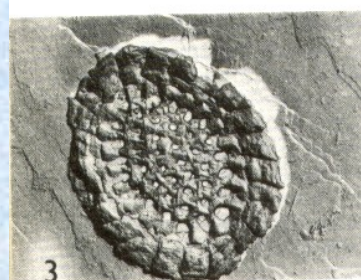
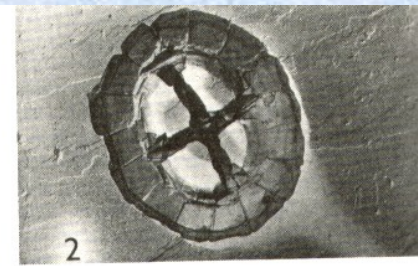
# Elektronové mikroskopy –

kratší vlnová délka elektronového záření oproti světelnému umožňuje vyšší rozlišovací schopnost (cca 100 000x)

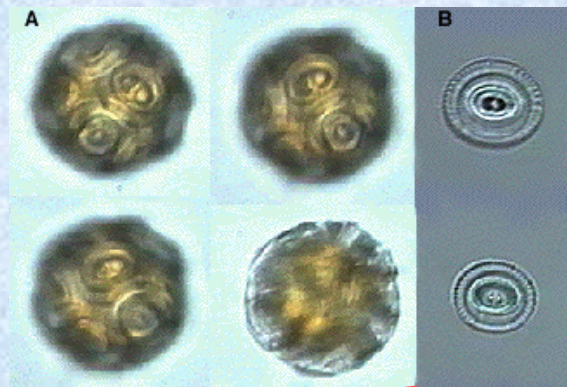
Nutné pokovení vzorku – vodivost pro elektrony

Transmisní – jen velká zvětšení (500 – 500 000x)

řádkovací el. mikroskop – SCAN- (10 – desítky tisíc)



Vápenatý nanoplankton, svrchní křída, Kystra (snímky zhotovené pomocí transmisního elektronového mikroskopu): 1 *Watznaueria barnesae*, 2 *Prediscosphaera propinqua*, 3 *Cribrosphaerella ehrenbergi*, 4 *Eiffellithus trabeculatus*, 5 *Tranolithus exiguus*, 6 *Biscutum rotarium*

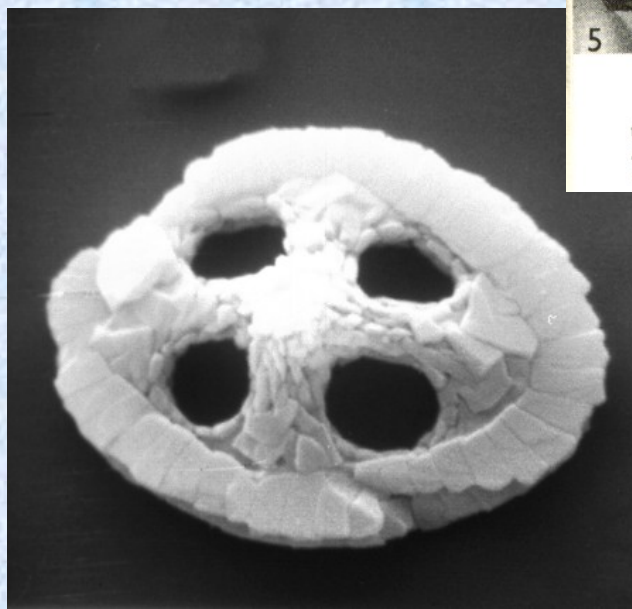


Kokolity

Biologický m.

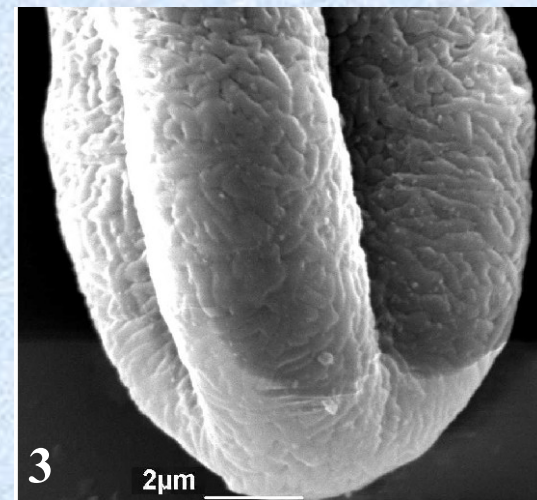
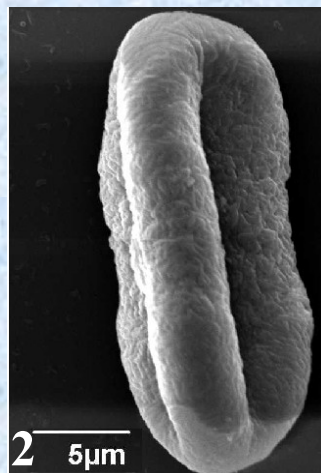
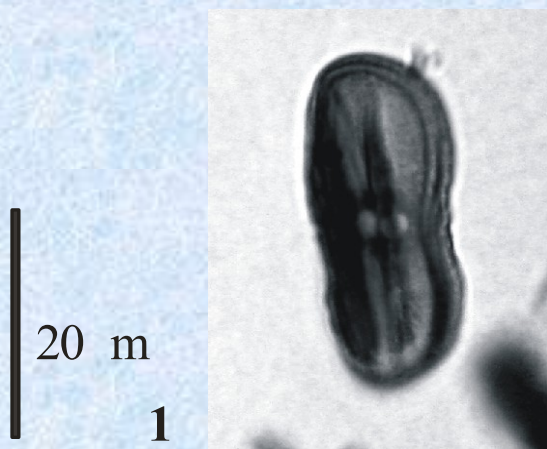
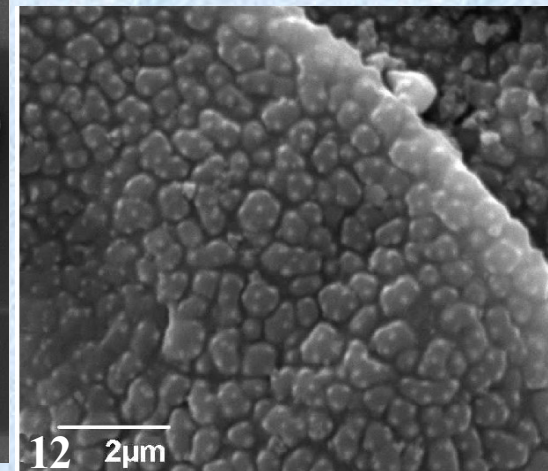
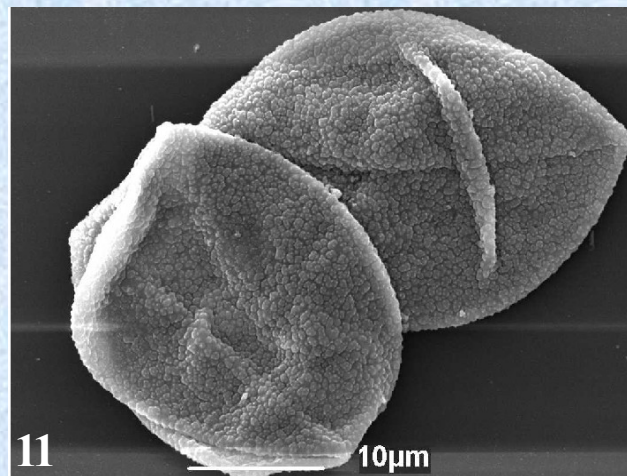
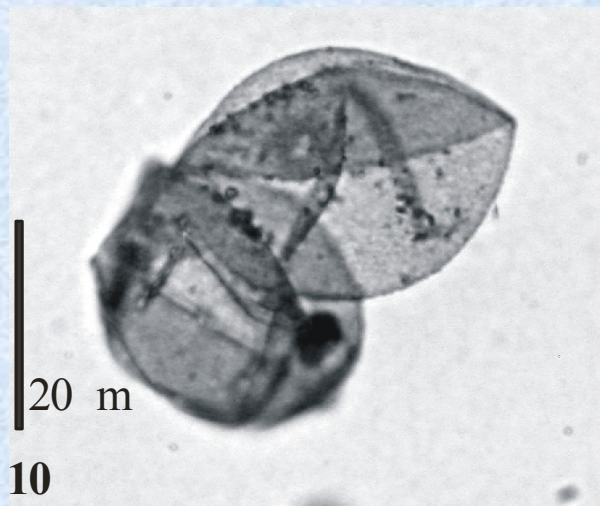
Polarizační m.

SCAN



*Axopodorhabdus albianus* (Black, 1967)  
Wind and Wise in Wise and Wind, 1977

# Zobrazení pylových zrn - mikroskop světelný x SCAN



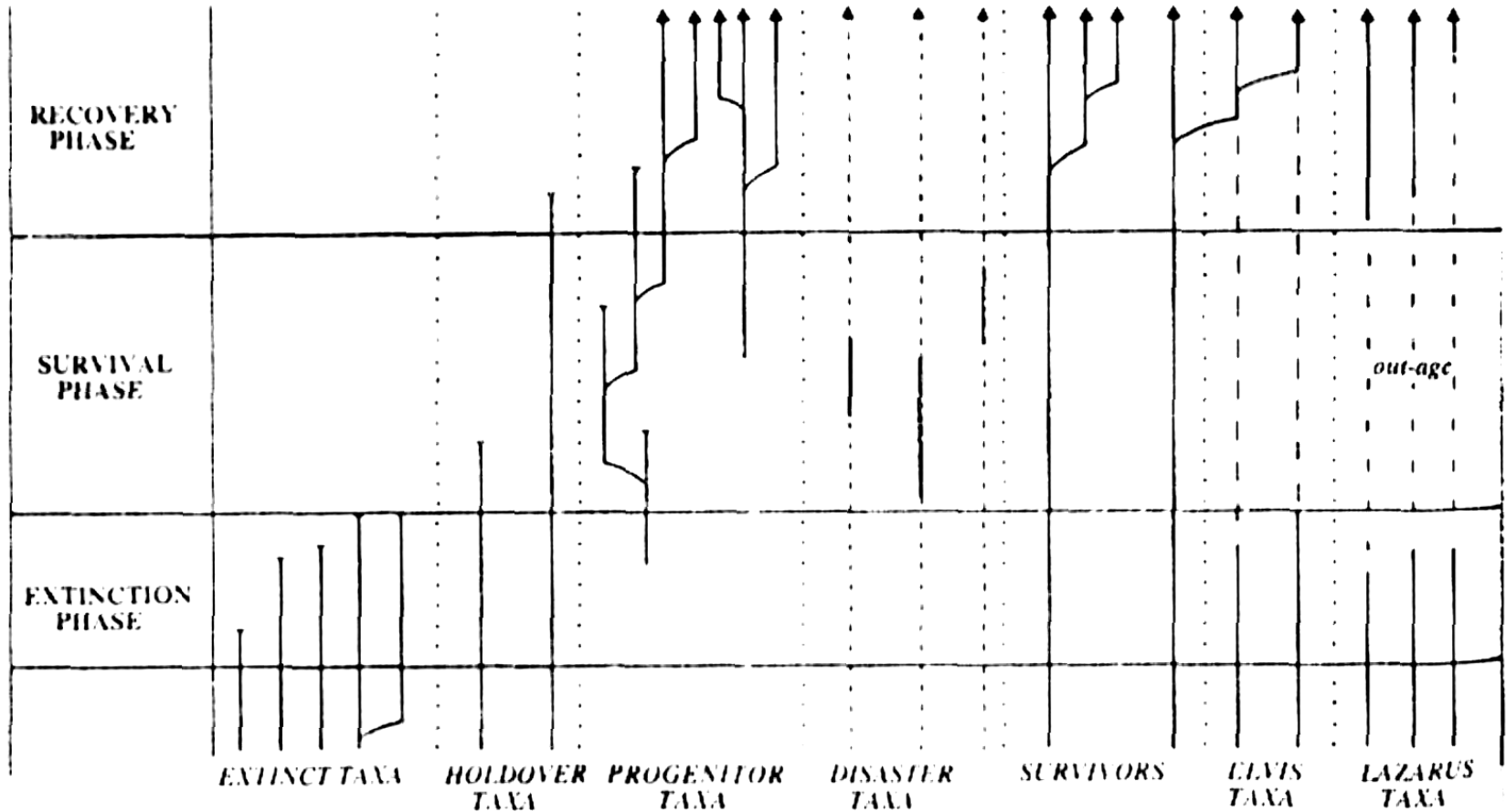
Bělení salmiakem –  
zvýraznění znaků pro fotodokumentaci



# Vyhodnocovací paleontologické metody

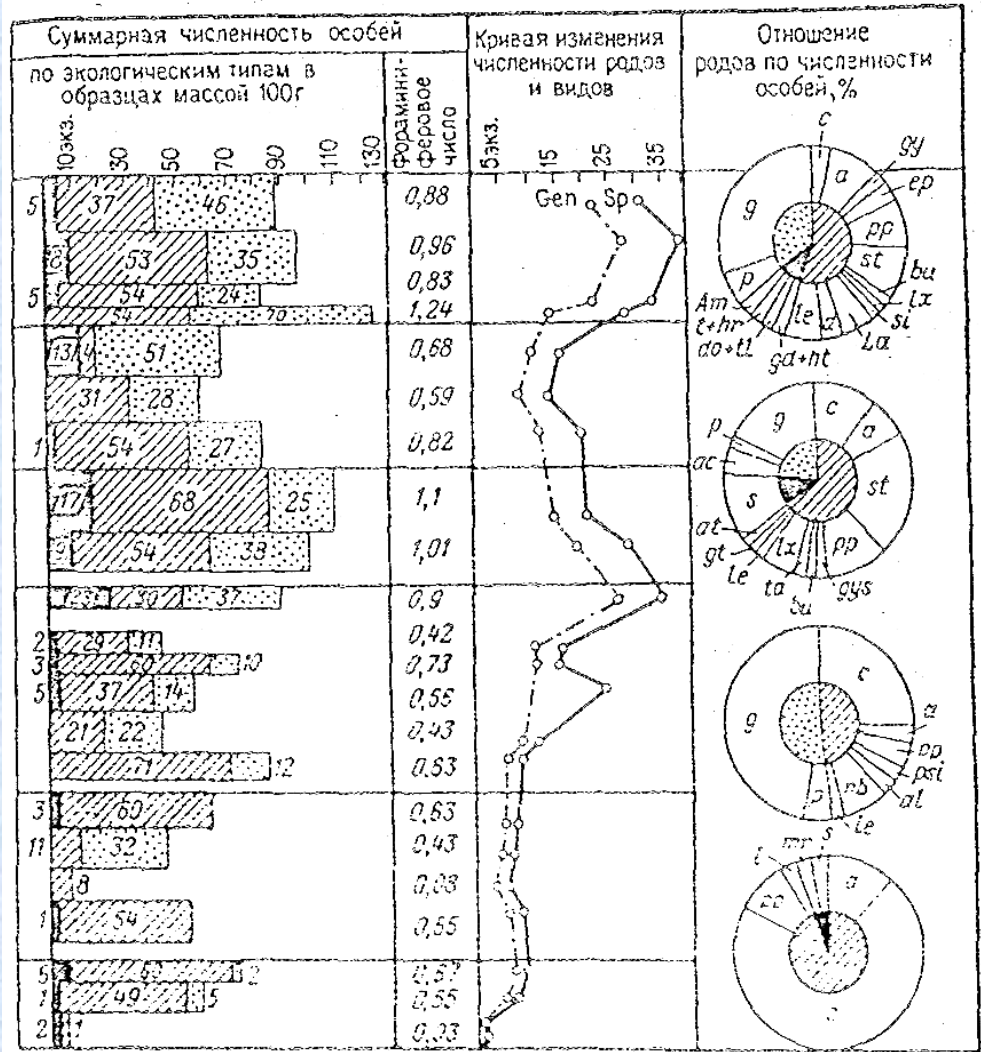
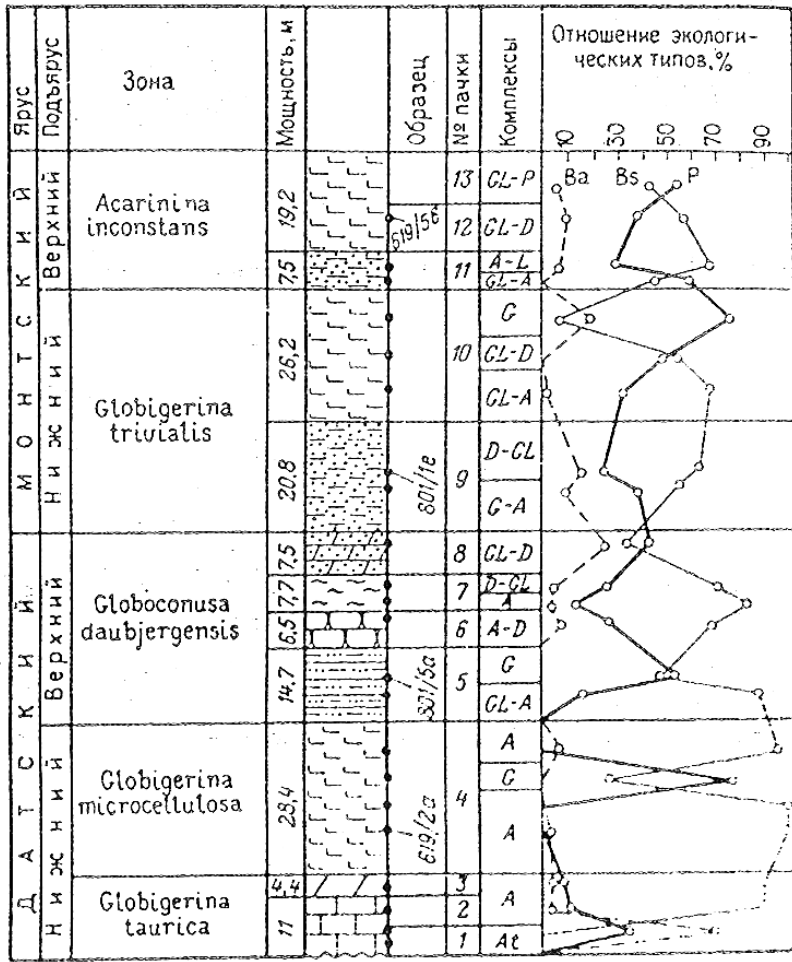
## Příklady:

Fosilní záznam – řada příkladů zhroucení biocenóz a jejich rejuvenace (paleozoikum/mezozoikum, mezozoikum/kenozoikum apod.)



Generalised model showing typical phases and the range of responses of species during and after a mass extinction. Based, in part, on Kauffman and Erwin (1995).

# Kvantitativní analýza biocenóz – grafické vyjádření



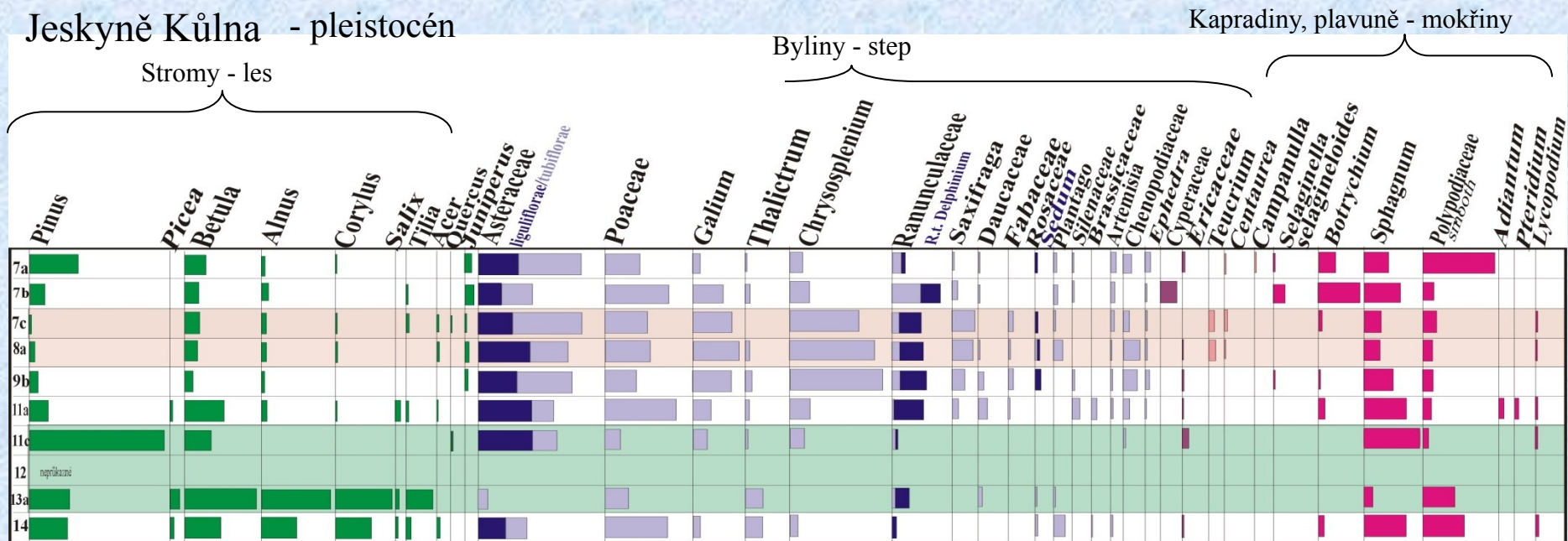
Hodnotí se složení a charakter společenstva v jednotlivých stratigrafických úrovních – mořské organismy x brakické, plankton, bentos, hloubkové nebo teplotní rozšíření taxonů, rostliny...



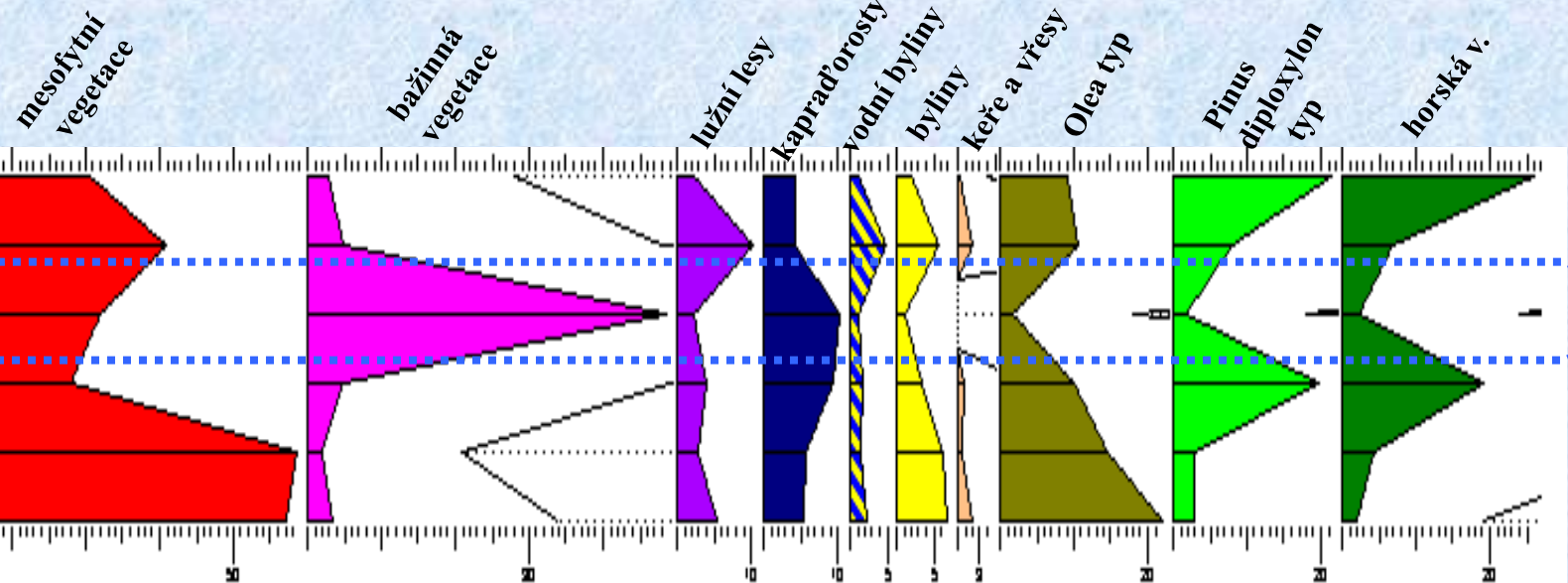
# Pylový diagram – procentuální zastoupení taxonů – programy k tvorbě diagramů POLPAL

- znázorňuje poměr různých typů vegetace určující charakter klimatu

## Jeskyně Kůlna - pleistocén

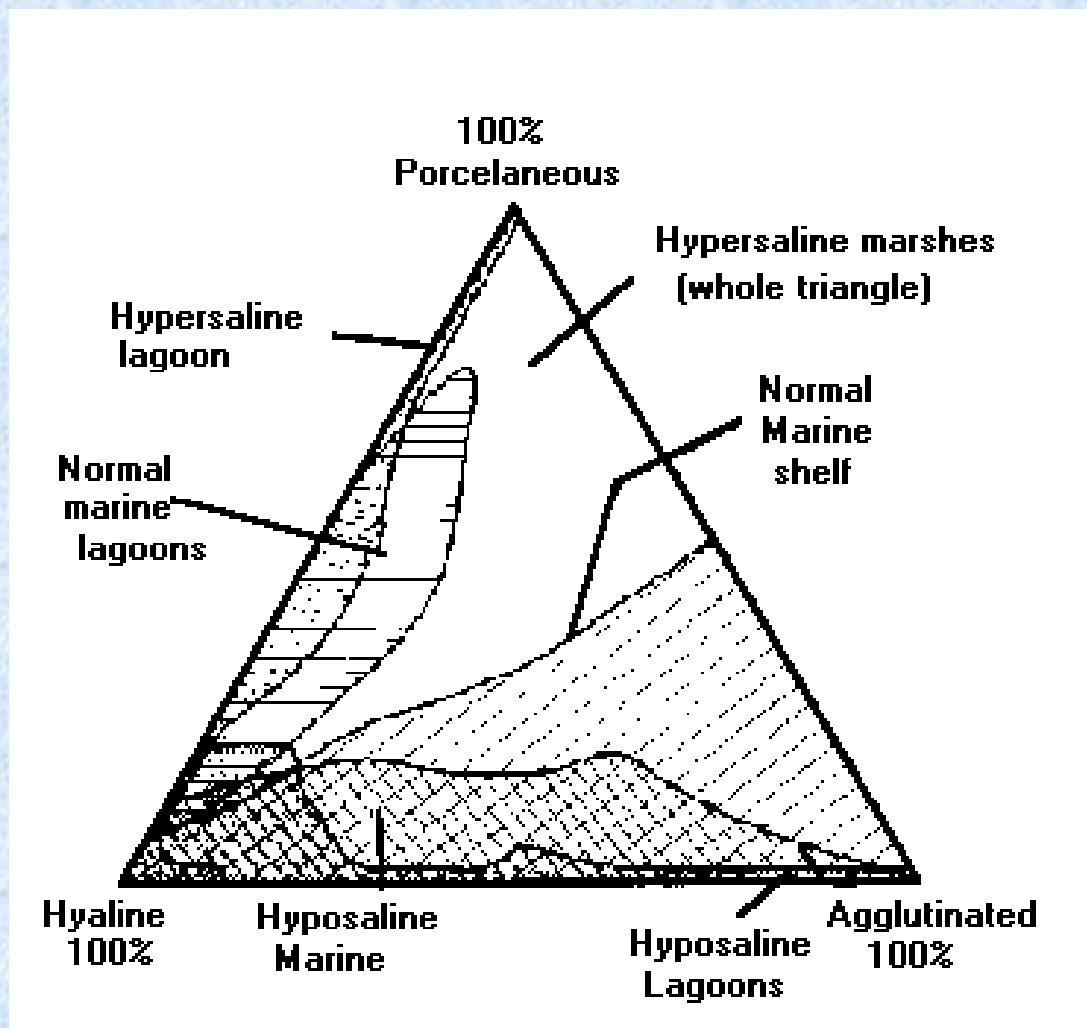


## Trboušany – spodní miocén

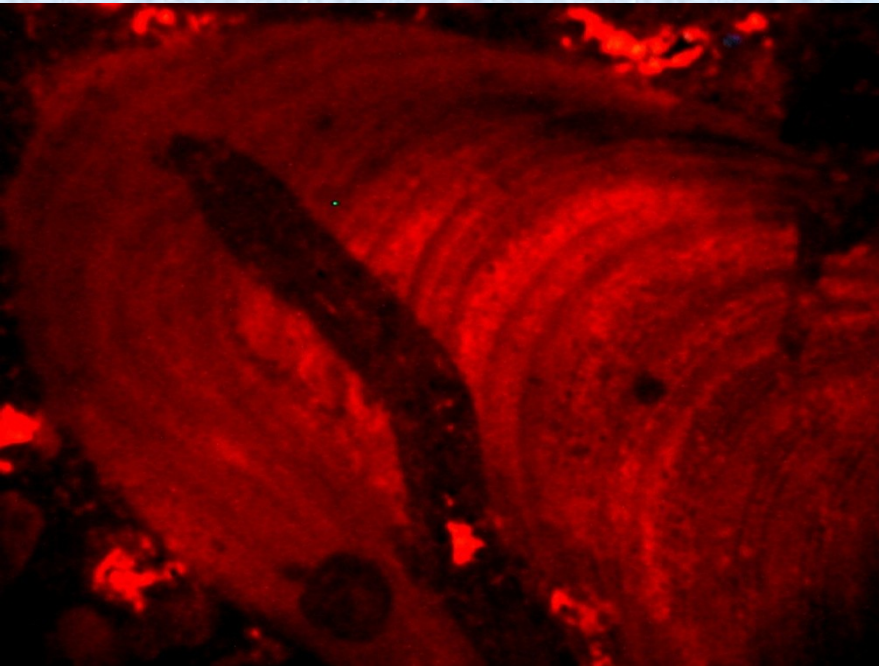




Trojúhelníkový graf ukazující různé látkové složení schránek foraminifer a jejich četnost v ekologicky rozdílných prostředích



# Specializované metody pro studium jednotlivých skupin organismů



katodová luminiscence – zóny generací kalcitu  
- přírůstky

index zmian koloru		kolory uzyskane w warunkach laboratoryjnych	kolory konodontów z próbek terenowych	temperatura w °C
	1			<50-80°
	1 1/2			50-90°
	2			60-140°
	3			110-200°
	4			190-300°
5			300-400°	

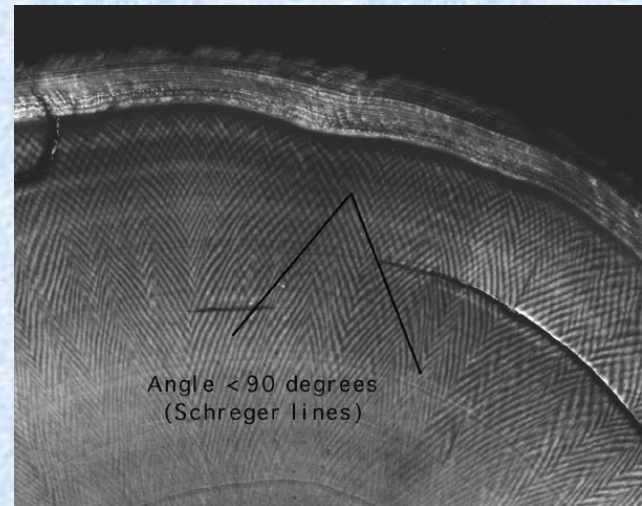
Vyhodnocení vlivu teplot při diagenézi na barvu konodontů

# Schregerovy linie v příčném řezu klem slona a mamuta.



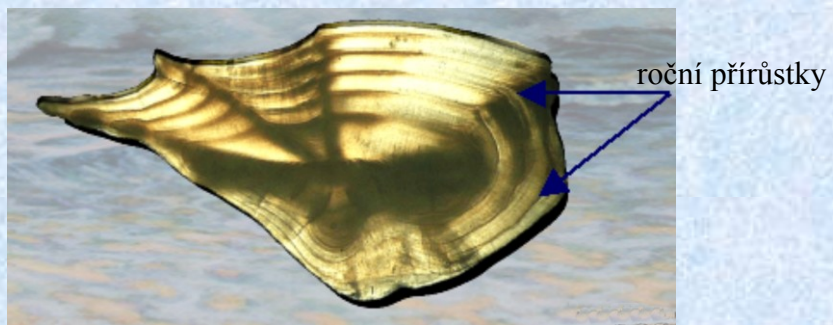
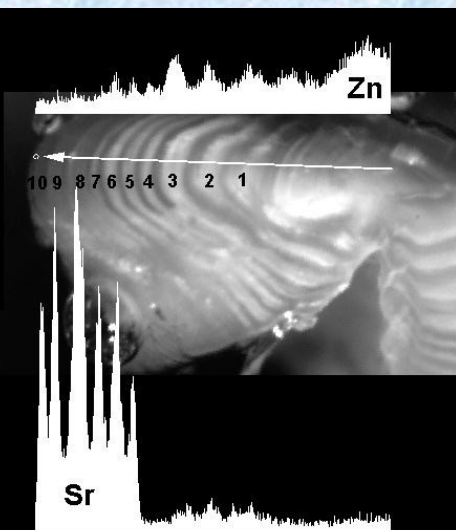
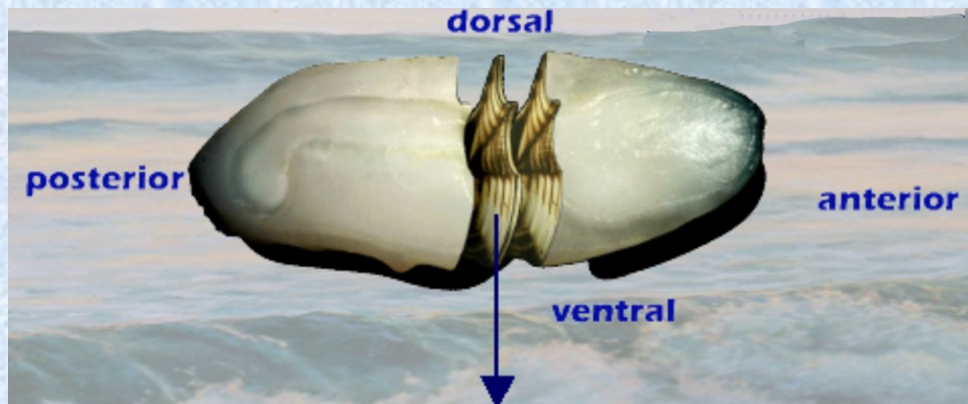
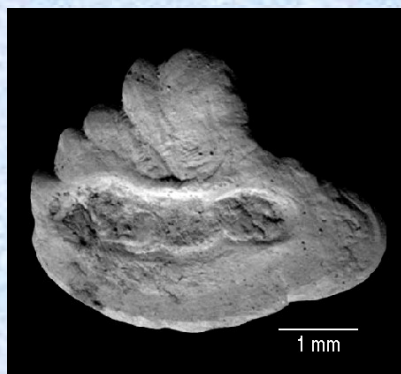
recentní slon  
úhel > 115°

mamut  
úhel < 90°

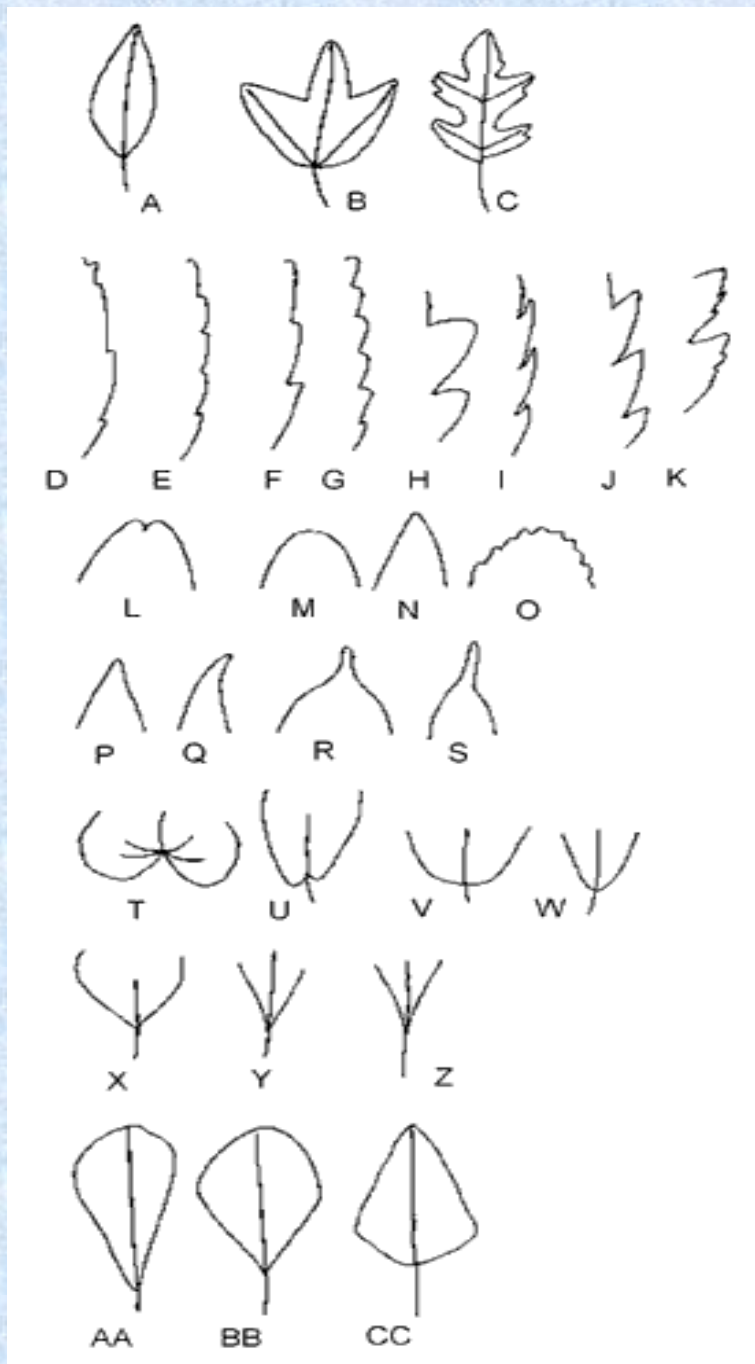


M. Abelová

## Charakter přírůstkových zón Na otolitech ryb



**Specimen details:**  
**Orientation:** mesial  
**Locality:** Paraguana, Paraguana, Venezuela  
**Early Miocene:** Cantaure Fm., Paraguana, Venezuela



## CLAMP analýza

Climate Leaf Analysis Multivariate Programme (CLAMP) ([Wolfe, 1990, 1993](#), [Kovack and Spicer, 1995](#); [Wolfe and Spicer, 1999](#), [Spicer, 1999](#))

Statistická technika, která dekoduje změny klimatu, které jsou zachyceny v listové morfologii stromových forem dvouděložných rostlin

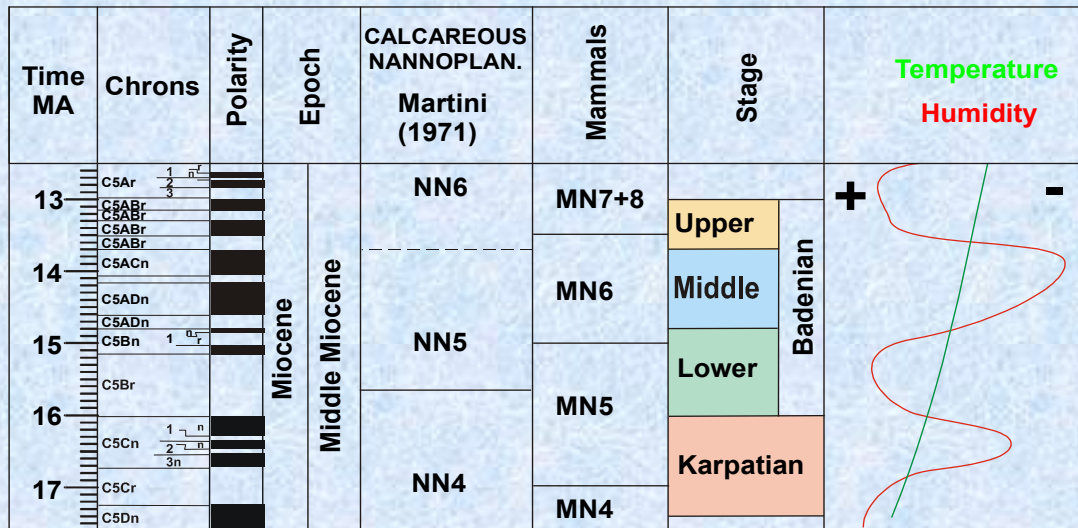
Používá se pro terciér a kvartér

- kritéria . tvar, okraj, vrchol, velikost, -....

## Koexistenční analýza (Mosbrugger a kol.)

- vypracované pro rostlinné typy nejbližších žijících příbuzných
- statistické zpracování komplexu faktorů, a ekologických limit za kterých mohou určité taxony existovat současně v jenom prostoru

Zahrnuje – průměrnou roční teplotu, průměrné roční srážky  
teplotu nejchladnějšího a nejteplejšího měsíce  
a srážky v těchto měsících



### CA analyses from pollenspectrum karpatian

**MAT - mean annual temperature:**

17,2 - 21,7°C, *Reevesia* sp, *Picea* sp.

**CMT - temperature of the coldest month:**

7,7 - 13,6°C

**WMT - temperature of the warmest month:**

24,7 - 28,1°C

**MAP - mean annual precipitation:**

1194,0 - 1520,0mm

**WMP - precipitation of the wettest month:**

204,0 - 245,0mm

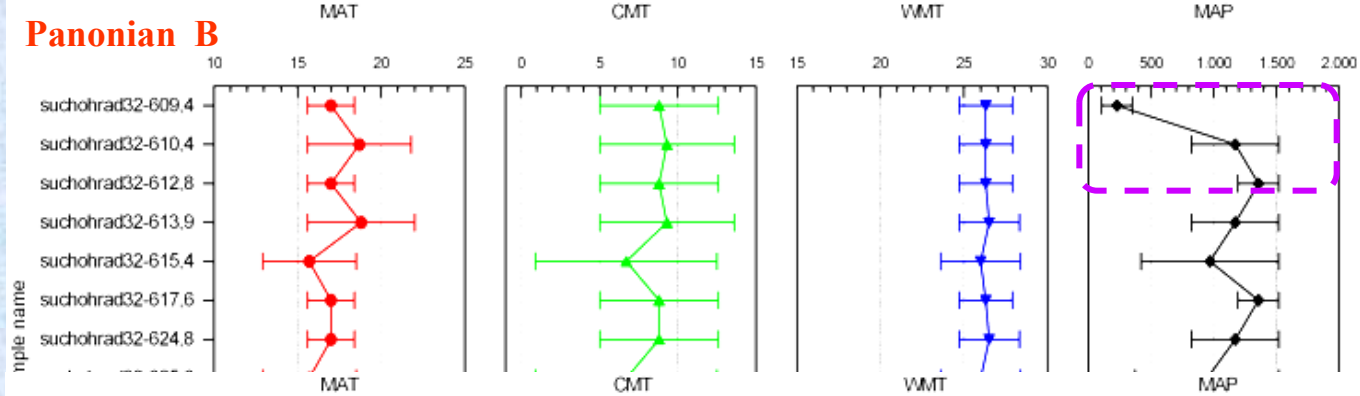
**DMP - precipitation of the driest month:**

21,0 - 24,0mm

**WMP - precipitation of the warmest month:**

118,0 - 172,0

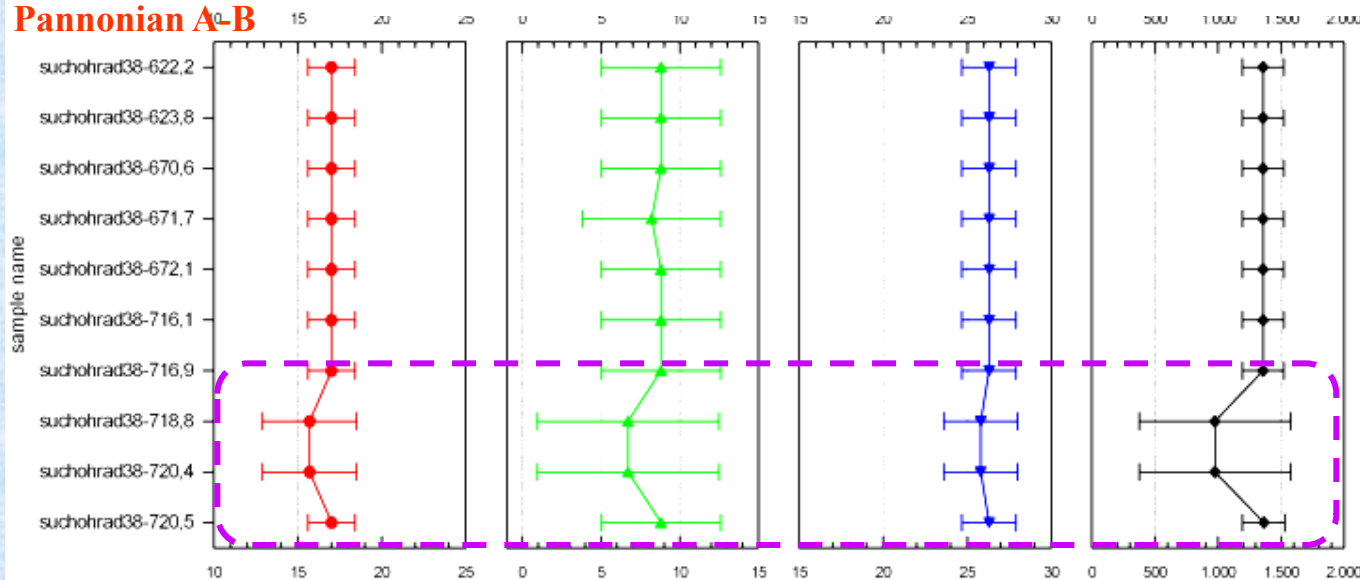
## Pannonian B



Coexistene approach  
Analyses

Vídeňská pánev

## Pannonian A-B



**mean annual temperature** (MAT) was appointed in interval 15.6 – 21.7 C,

**coldest month temperature** (CMT) in 5.0 – 13.6 C,

**warmest month temperature** (WMT) in 13.8-27.9 C,

**mean annual precipitation** (MAP) in 373.0 – 1520.mm,

**wettest month precipitation** (WtMP) in 73.0 – 245.0 mm,

**driest month precipitation** (DMP) in 5.0 – 59.0 mm,

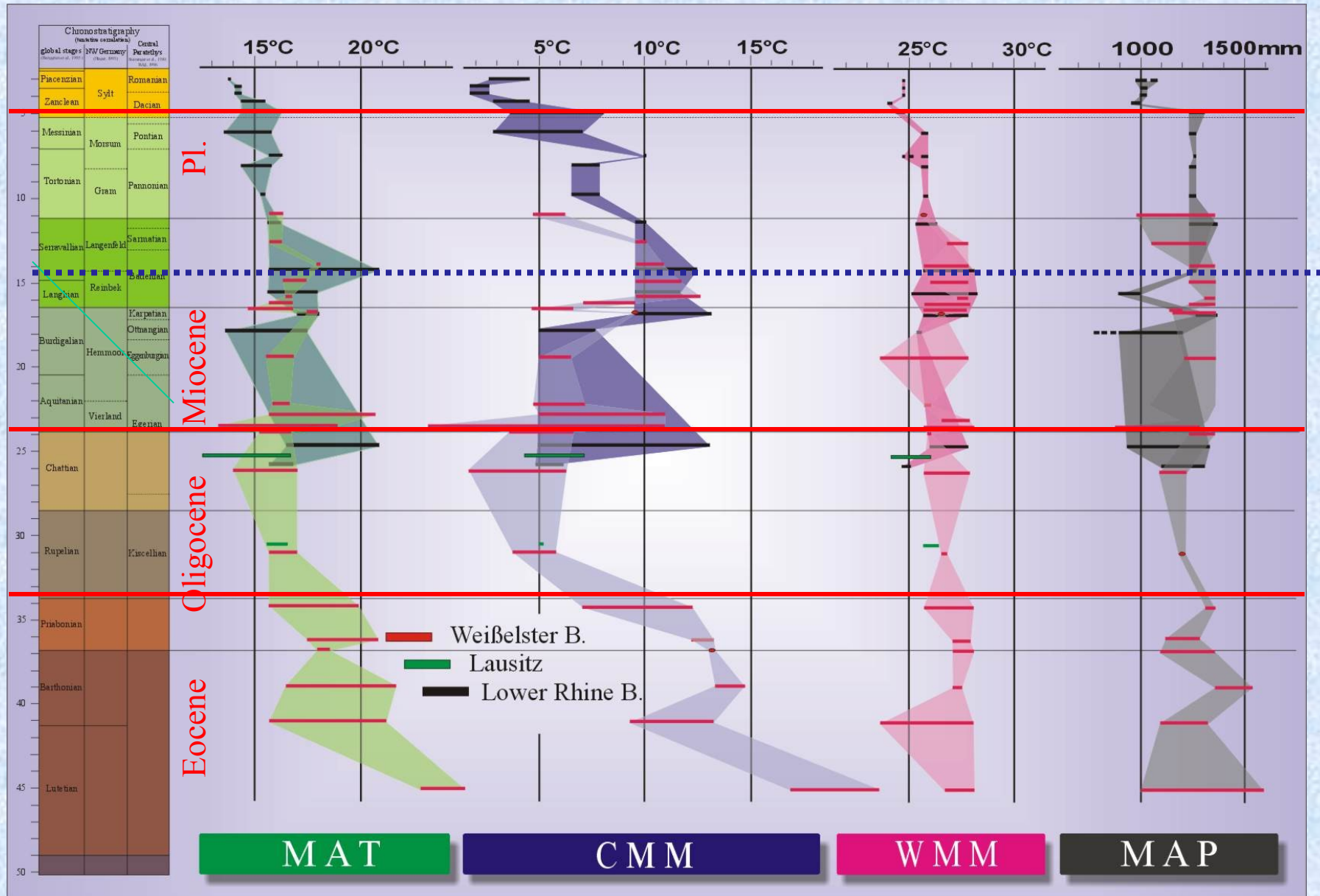
**warmest month precipitation** (WMP) in 27.0 – 227.0 mm

# Tertiary paleoclimate evolution in North Germany

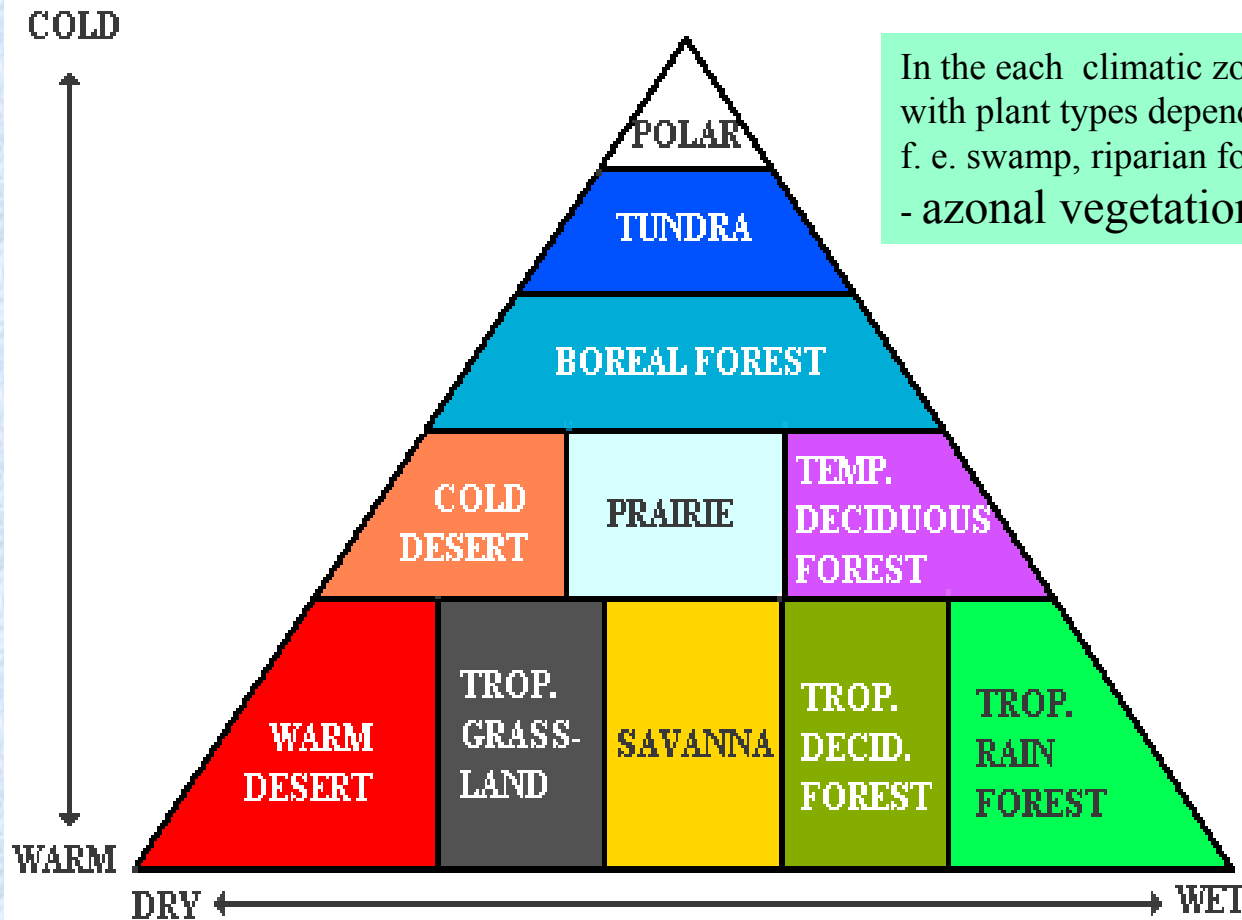
MAO

25

50



The basic conditions for the dominant type of the plants – are temperature and moisture – they are related to: longitude, latitude and altitude  
- **zonal vegetation**



In the each climatic zone there exist typical biotops with plant types dependent on the ground character – f. e. swamp, riparian forest, salt areas...  
- **azonal vegetation**

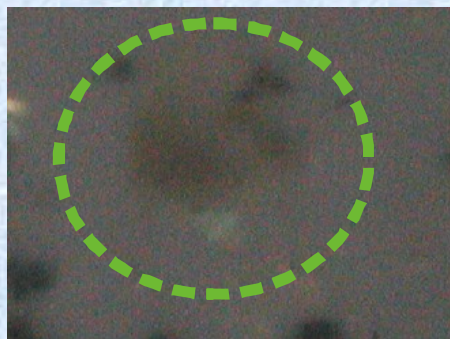


# Studium ve fluorescenčním mikroskopu – možnost odlišení redepozic - materiál s organickou stěnou

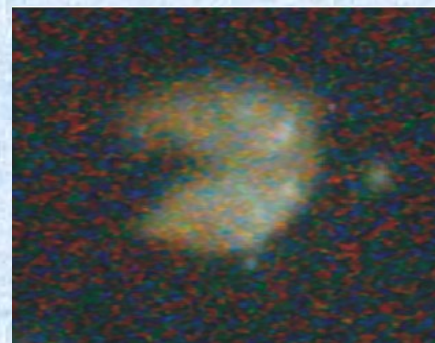
Autofluorescence – schopnost organické hmoty zářit v UV světle – snižuje se s oxidací



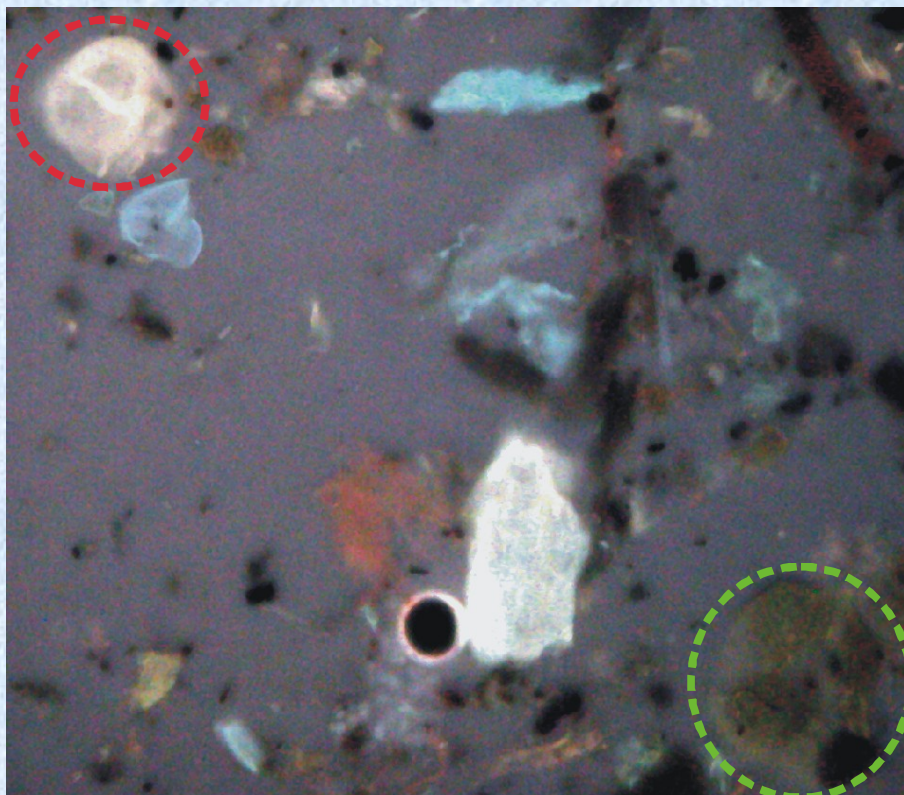
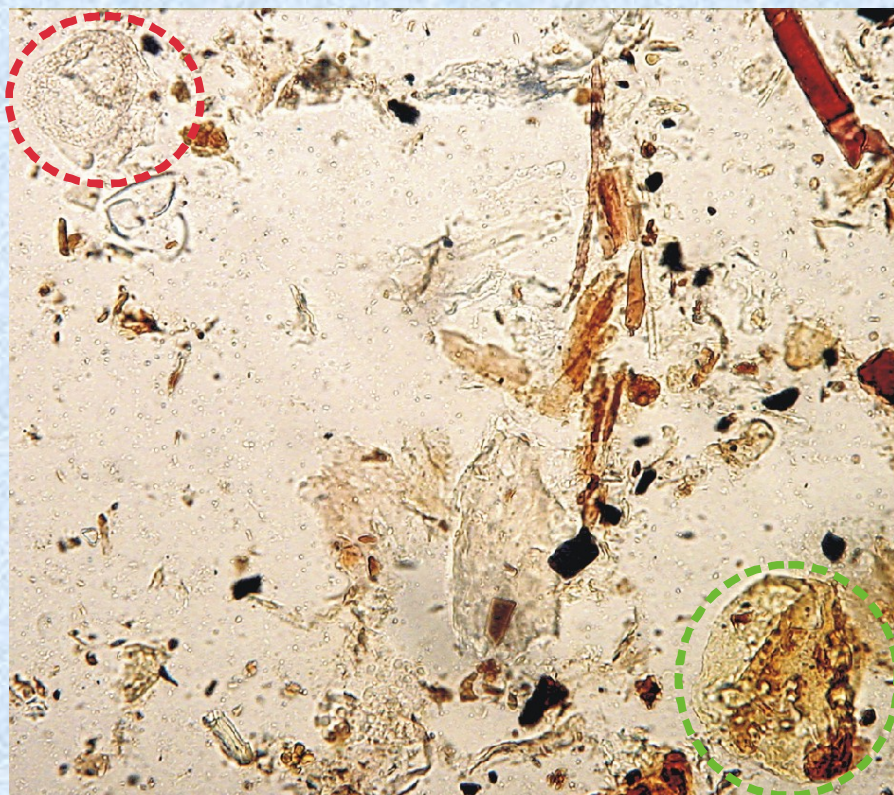
Pylové zrn Taxodiaceae



redeponované do kvartérních sedimentů



Původní v tercierním sedimentu

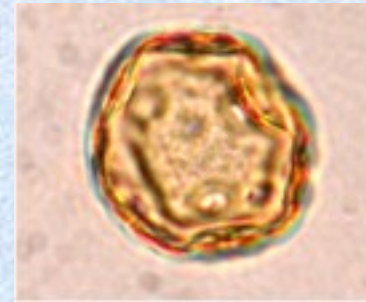


# Hledání vlivu lidské činnosti

Vznik ošlapávaných ploch

Synantropní prvky

Kulturní rostliny



*Plantago lanceolata*



plevele



*Centaurea cyanus*

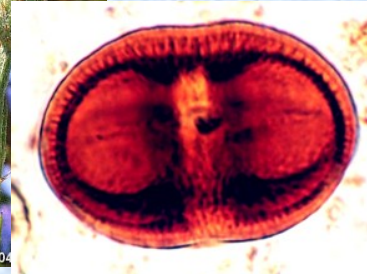


Foto: Anna-Lena Anferberg



*Triticum*  
x wild grass



AGROSTEMMA GITHAGO



# Geochemické charakteristiky fosílií

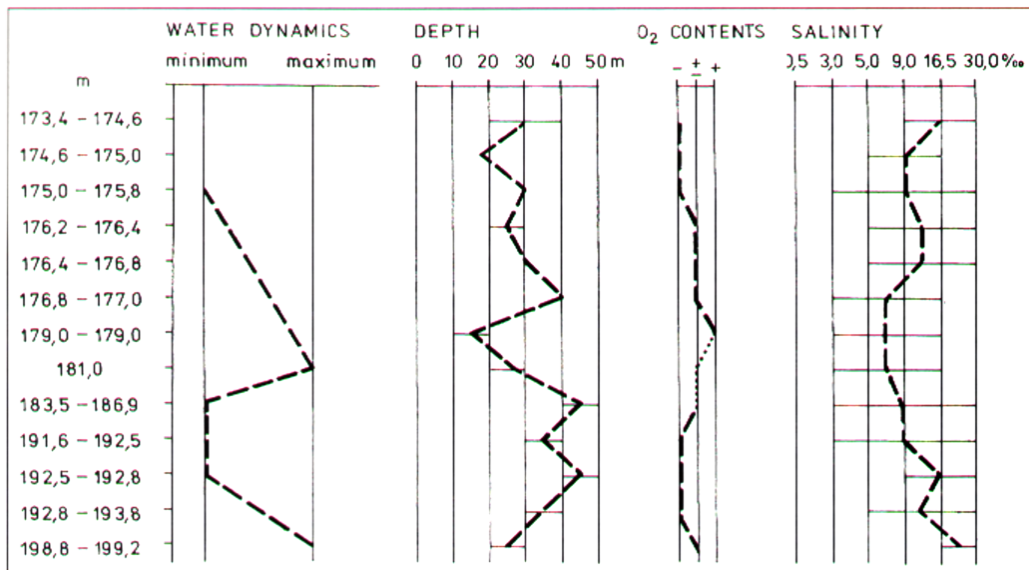
## Izotopické analýzy

paleoteploty –

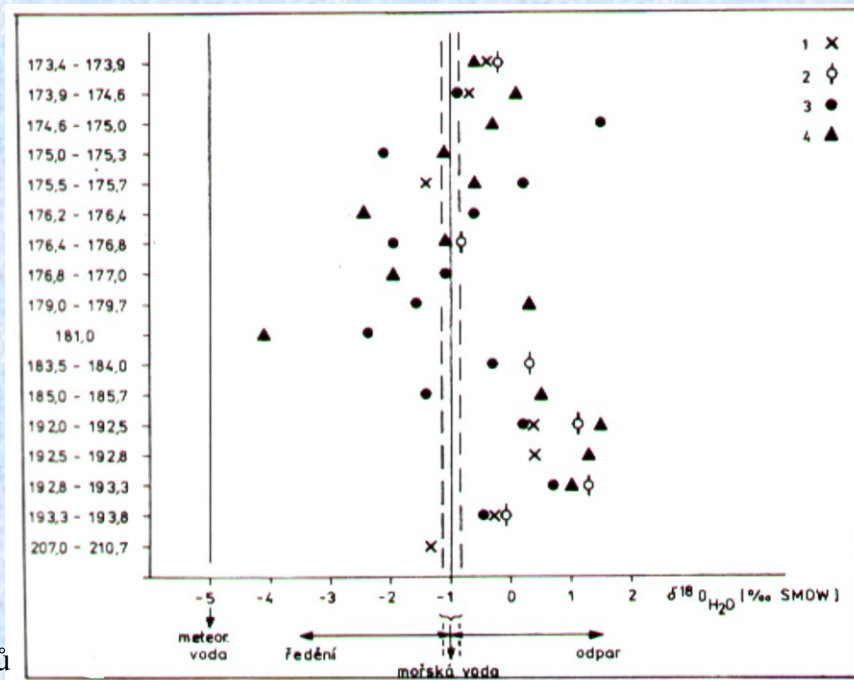
izotopy C a  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  v kalcitu (vyšší teplota – relativní množství  $^{18}\text{O}$  klesá)

## salinita

**Chemofosilie** - obsah organických látek v hornině – mění se s vývojem



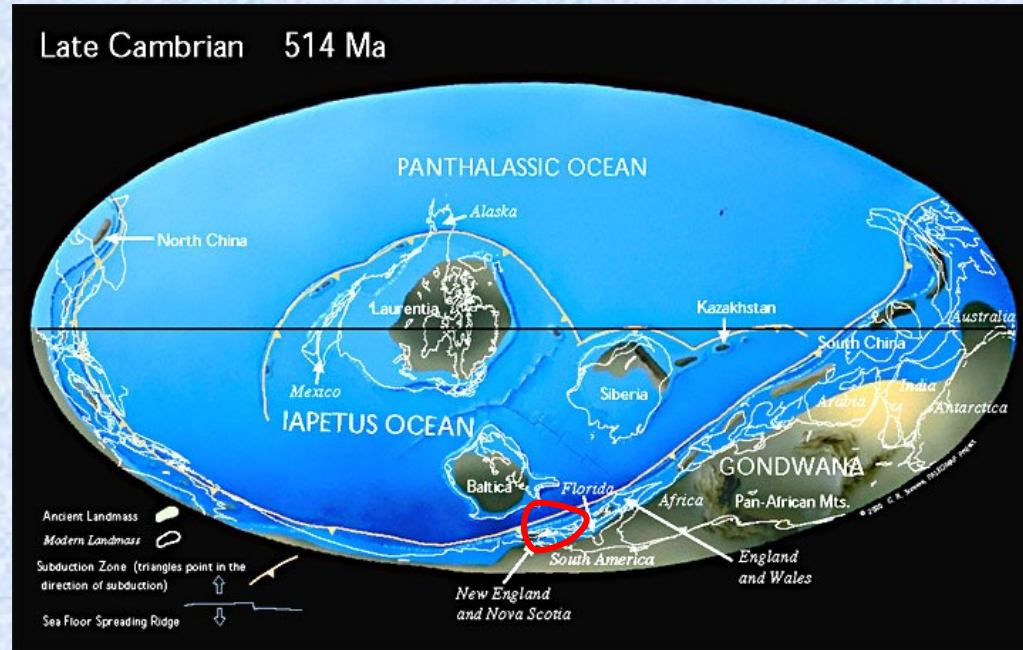
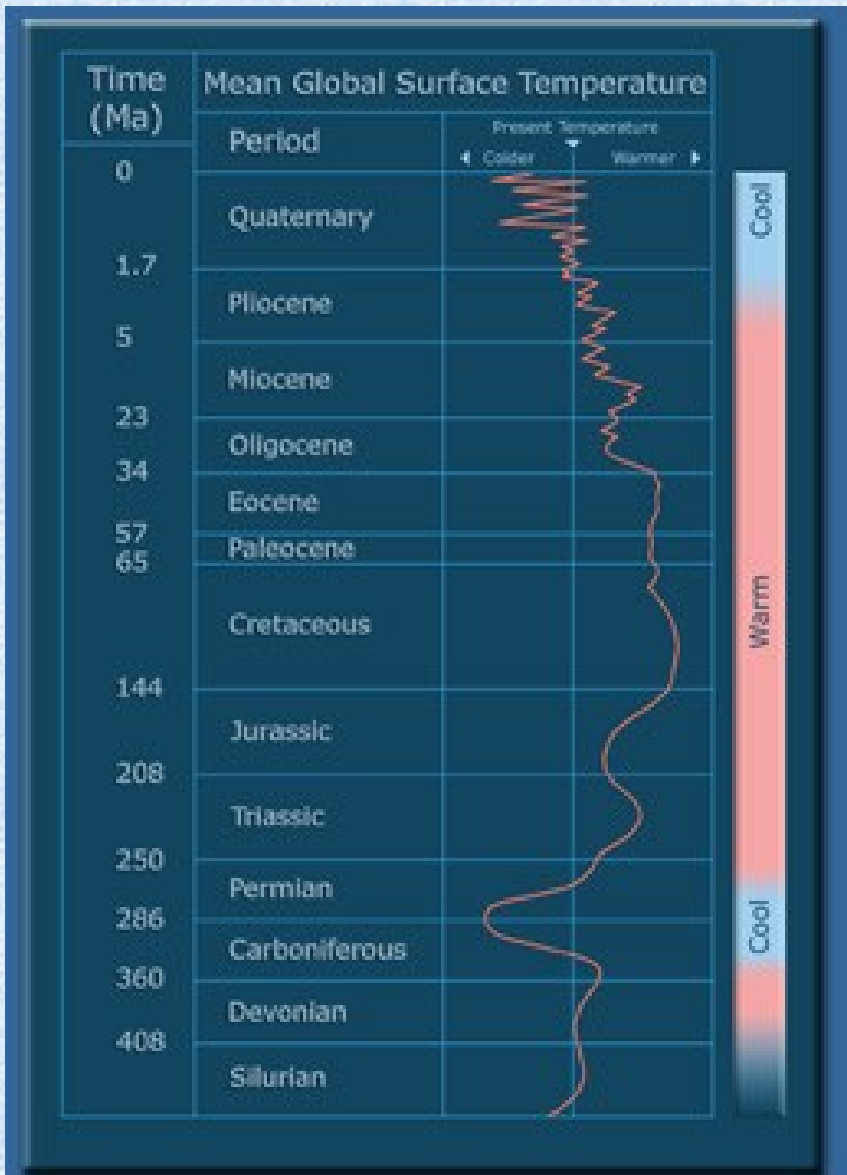
Environmental analysis of borehole HV-301 Čejkovice – comparison of some environmental factors in section 173.4-210.0 m – according to HLADIL-  
OVÁ (1988).



HV-301 Čejkovice. Graf  $\delta^{18}\text{O}_{18\text{O}}$  HLADÍKOVÁ (1985). Převzato z práce HLADILOVÉ (1988).  
1- Pirenella, 2- Cerastoderma, 3- Nematorella, 4- Congeria.

Interpretace salinity na základě izotopických analýz ze schránek měkkýšů  
Z terciéru (eggenburg)

# Rekonstrukce klimatických změn v historii Země - Statistické zpracování organismů s různými životními podmínkami



Rekonstrukce klimatických změn v **terciéru** - aplikovaně použité rovněž pro stratigrafii:  
**poměr – arktoterciérních opadavých- A -a teplých paleotropických (stálezelených) rostlin – P**

Podle Uteschera et al. (2000)  
 spodní miocén klimatické optimum – postupné ochlazování zhruba od hranice 14mil.let  
 – na základě makro i mikrofloristických studií

Rekonstrukce – celých těl, společenstev nebo vývoje jednotlivých orgánů...

aktualismus - funkční morfologie - srovnávací anatomie

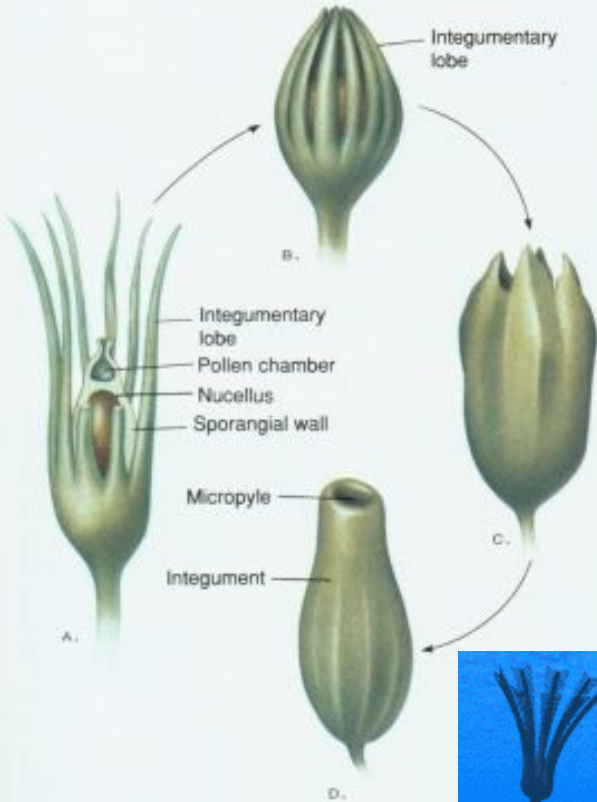
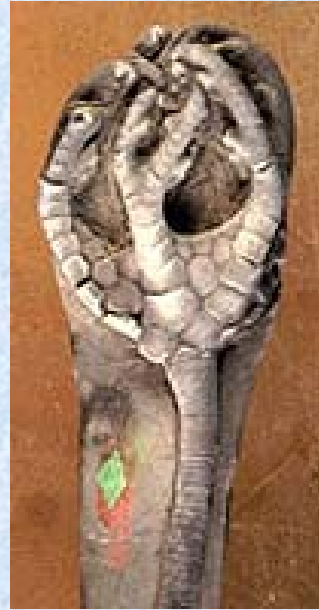


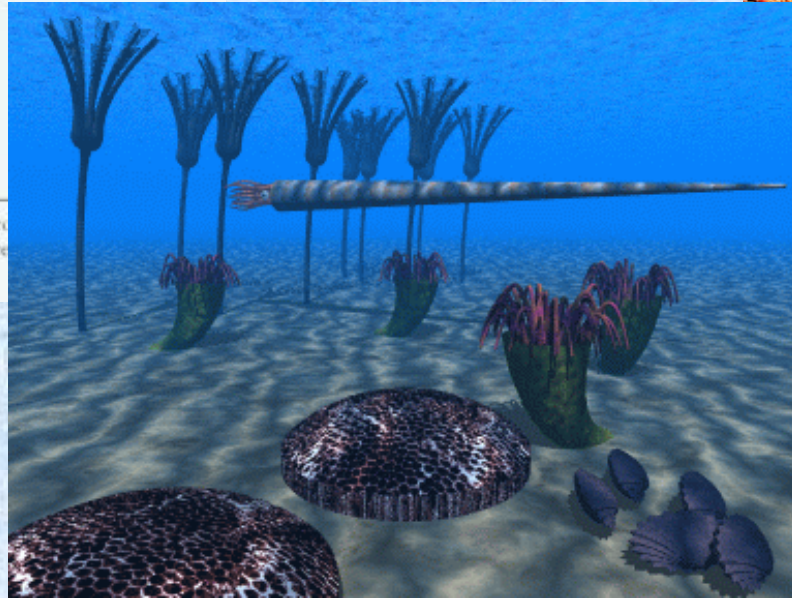
FIGURE 29.2

The evolution of seeds. Reconstructed ovules from the Carboniferous period are more seedlike; they are enclosed by the integuments.

Rekonstrukce pravděpodobného vývoje reprodukčních orgánů vyšších rostlin



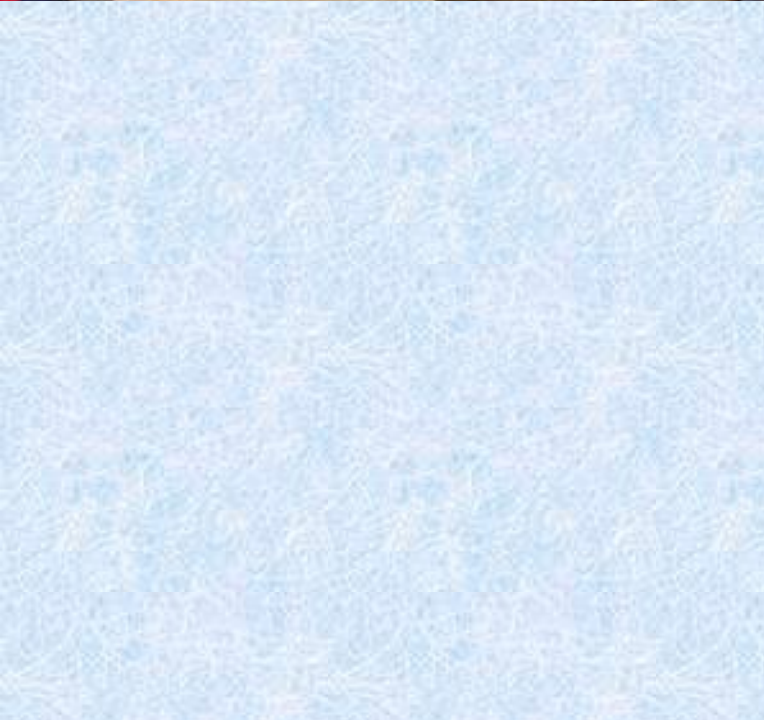
Rekonstrukce životní formy fosilních crinoidů



# Organizace sbírek



# Organizace sbírek



# Organizace sbírek, katalogizace



– oficiální sbírky formuláře  
Celostátní program CES