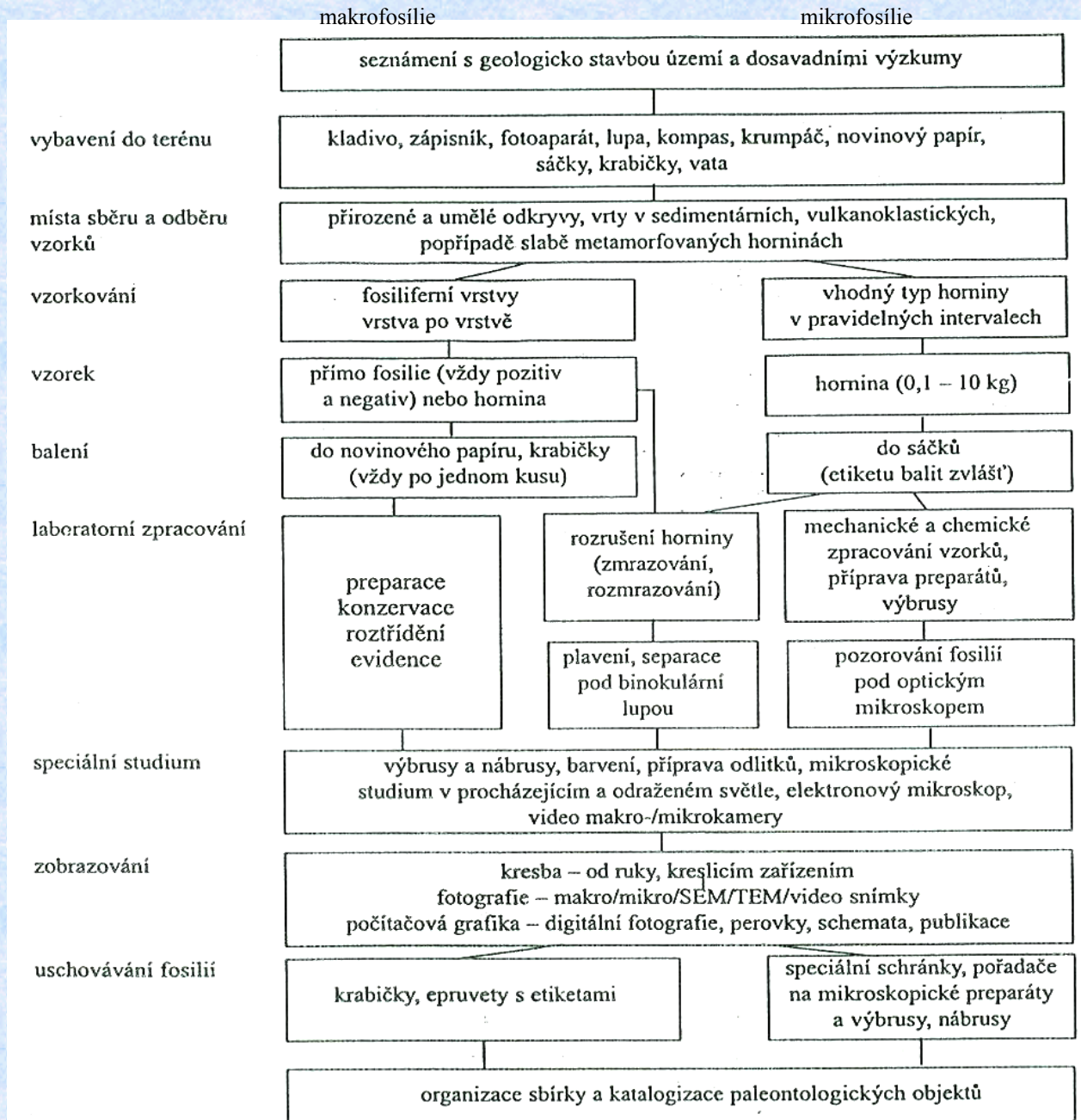


# Paleontologické metody

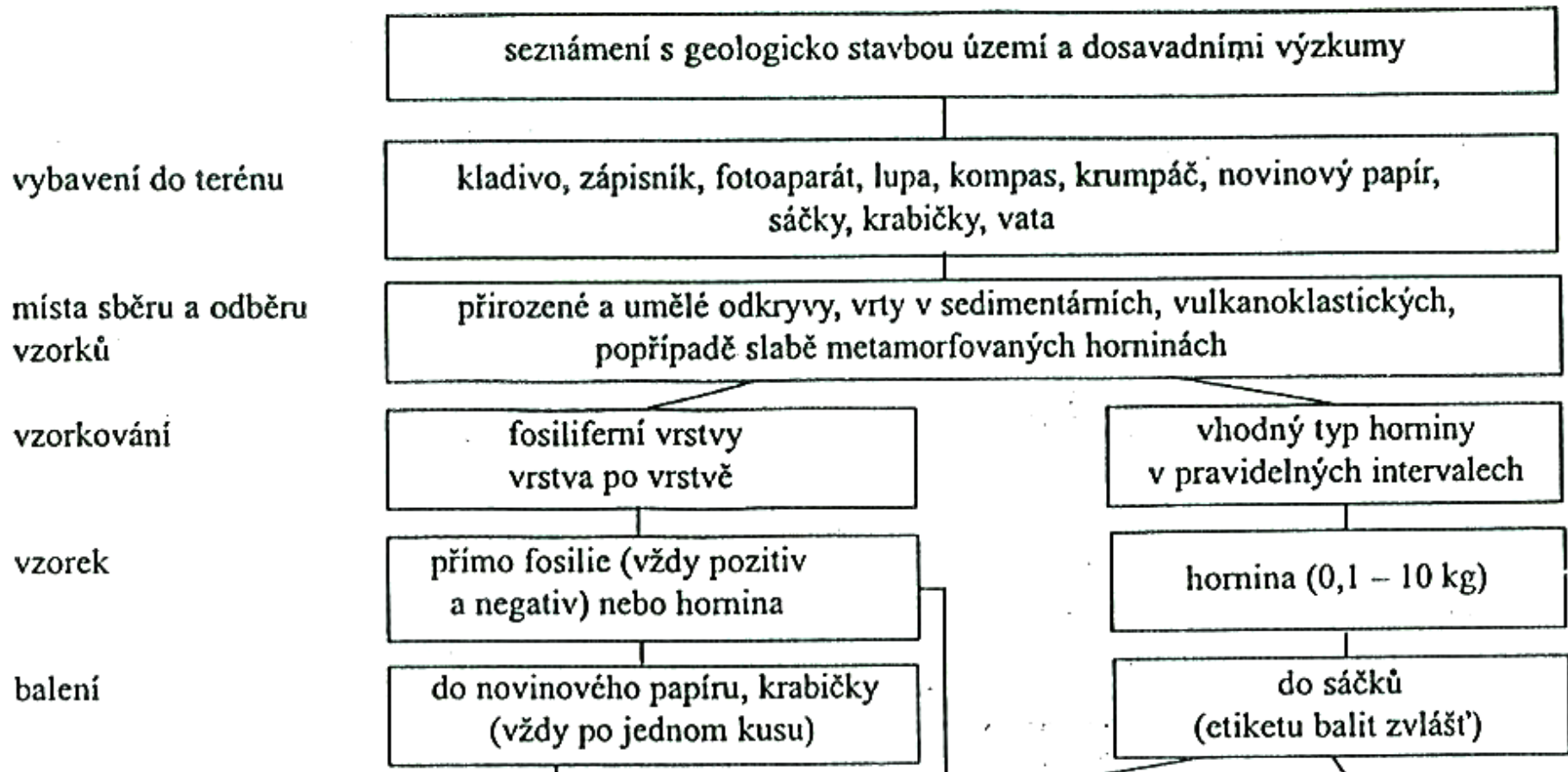
Paleontologie – poznatky založené na fosíliích

- 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

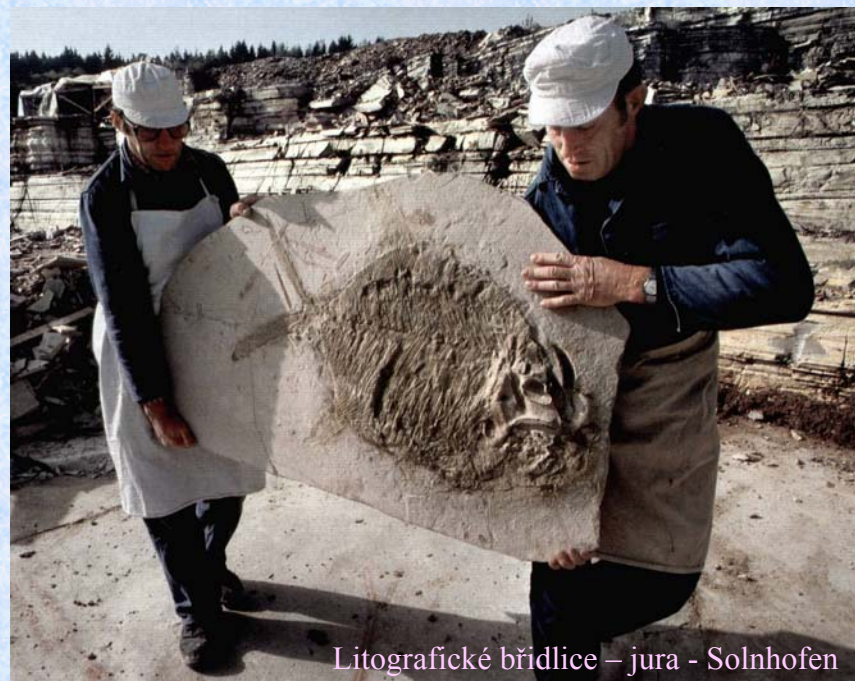


## Odkryvy hornin

přírodní – skály, zářezy vodních toků, sesuvy ...  
umělé – lomy, haldy, zářezy cest, výkopy, vrty..



Čertova skála (566 m) - Brdy



Litografické břidlice – jura - Solnhofen



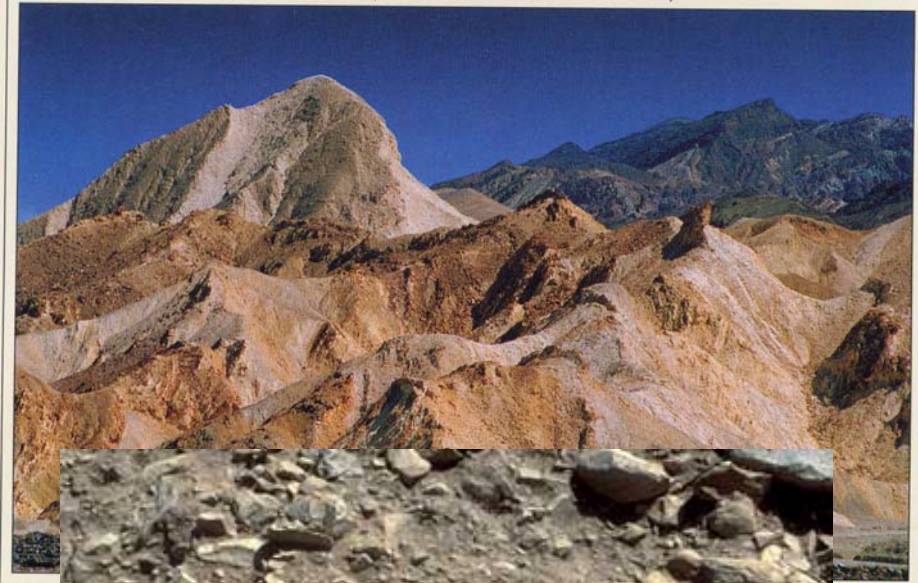
Velká Amerika



Členové společnosti Barbora před Průtahovou štolou.

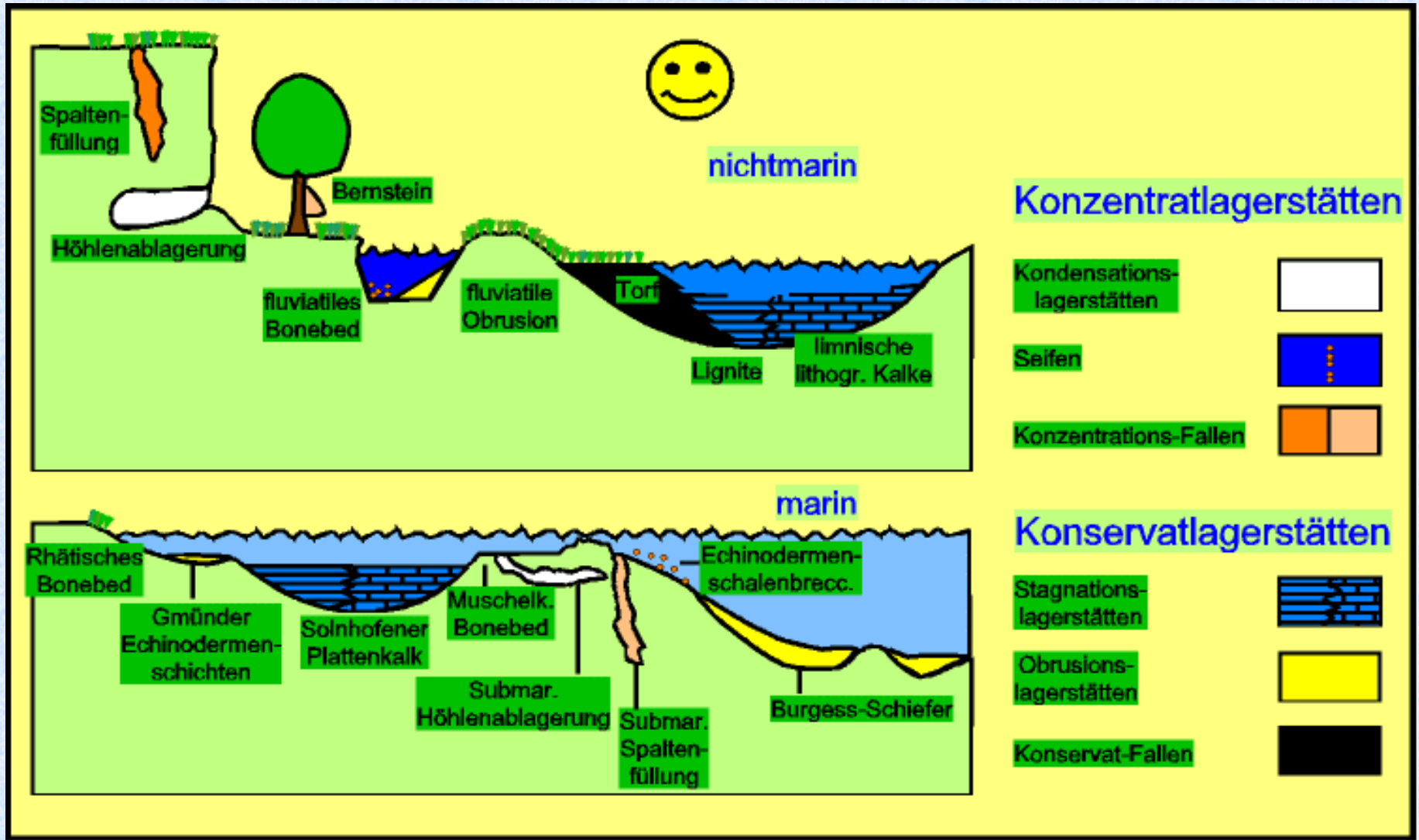
# Prostředí a sedimenty nevhodné k zachování fosílií

Hrubozrné  
Rychlá denudace



# Prostředí vhodná k zachování fosilních zbytků

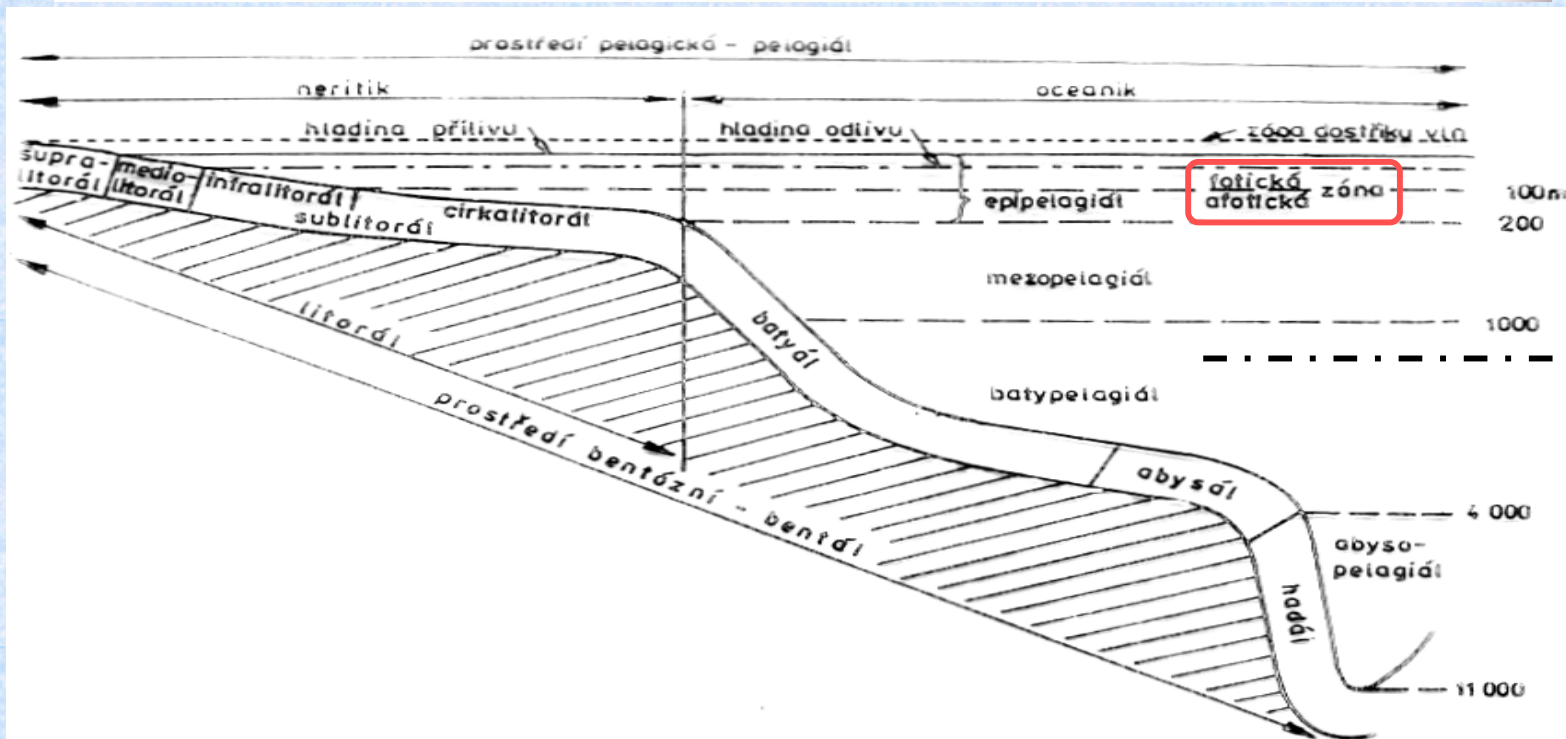
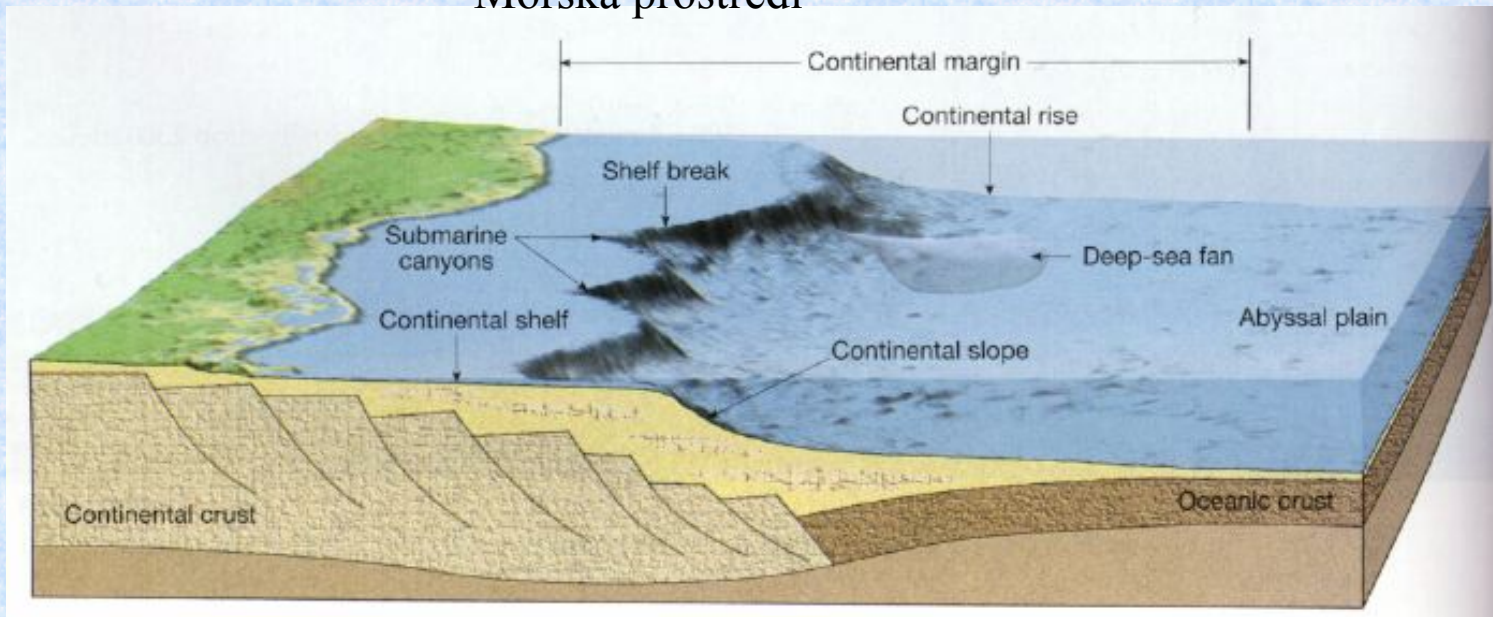
Sedimenty jemnozrnnější, fosilní pasti



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

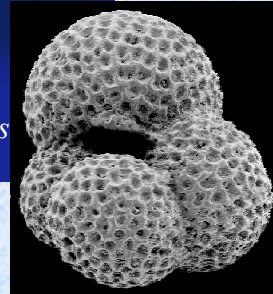
*Lamellaptychus* undort:  
*Eichstätt 144 Mio. Jahre*



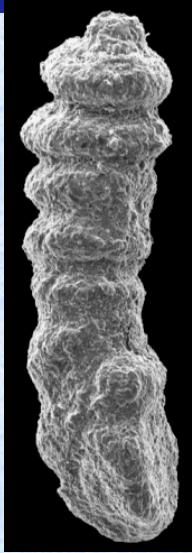


*Globigerina*

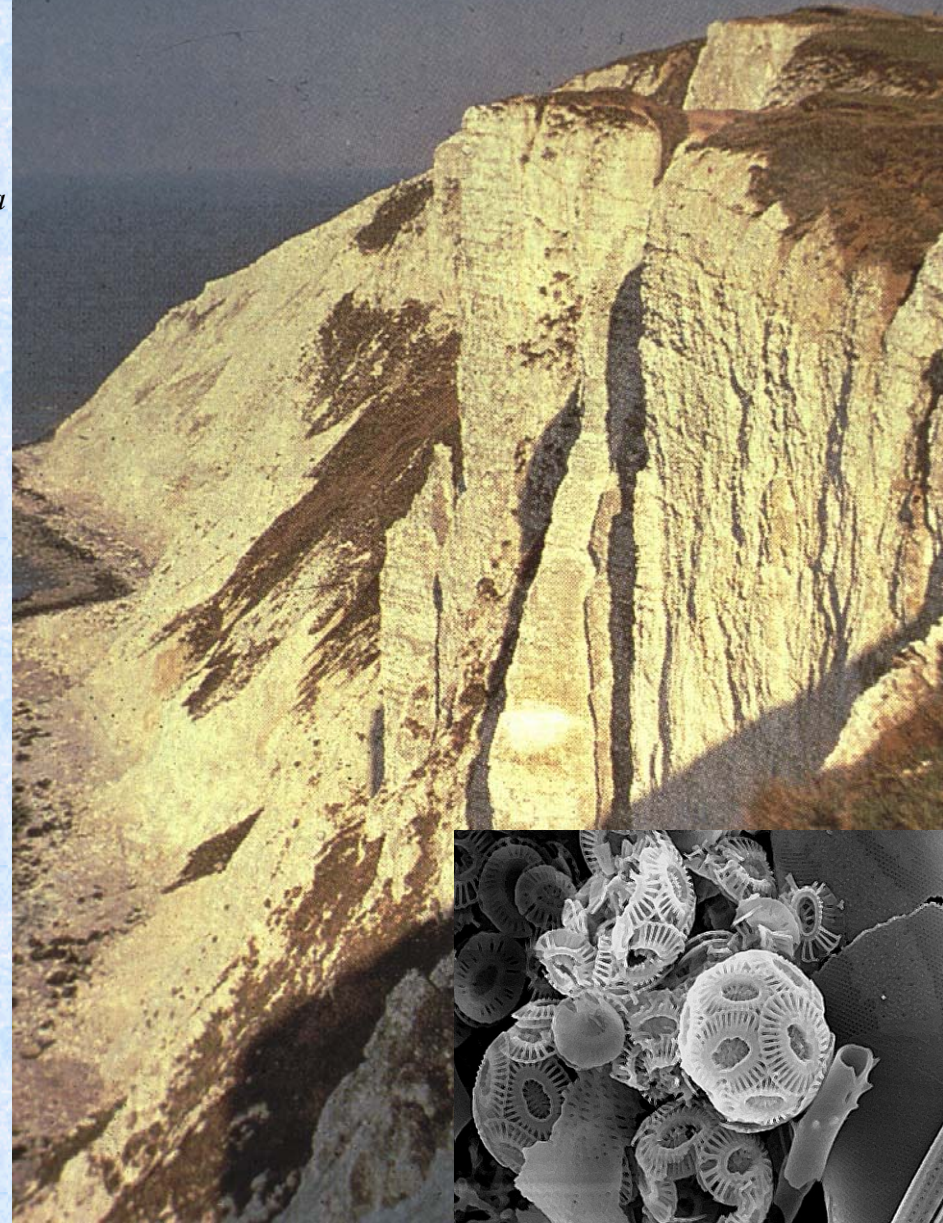
*Nummulites*



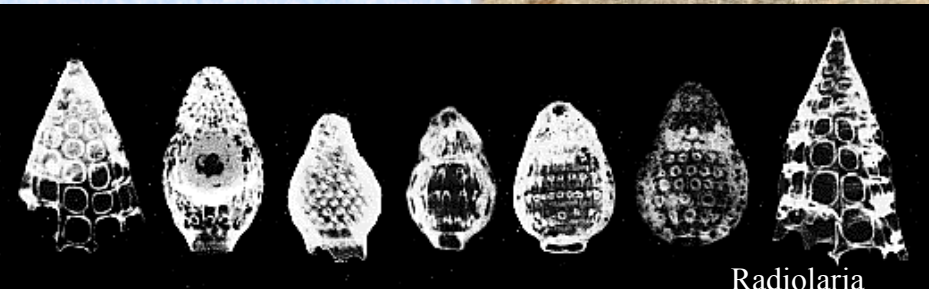
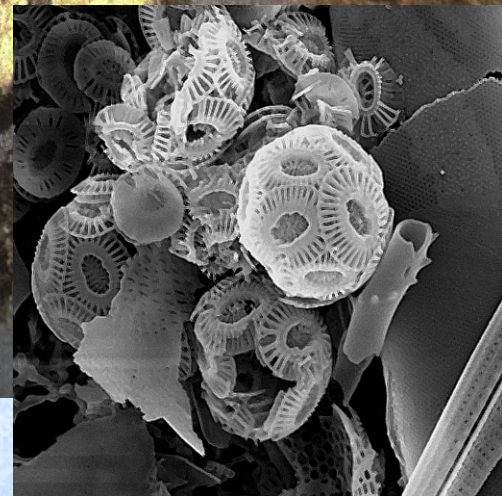
Foraminifera – planktonní,  
bentické vápnité  
aglutinované



Ryby – různé hloubky  
Světelné orgány x útesové



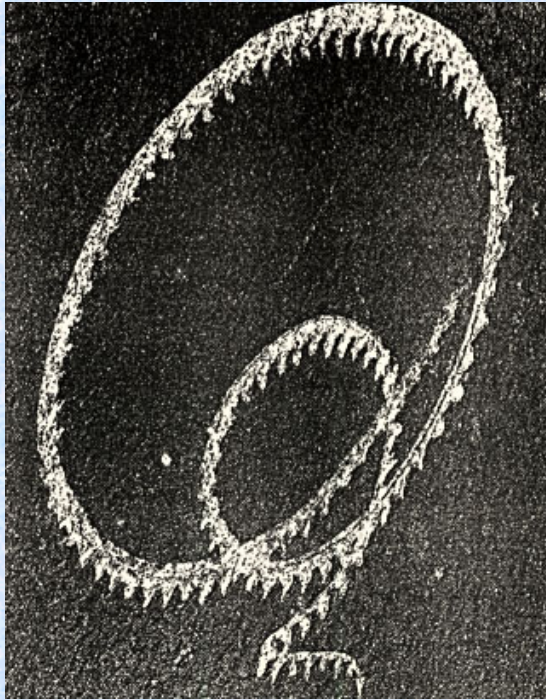
Vápnitý nanoplankton



Radiolaria

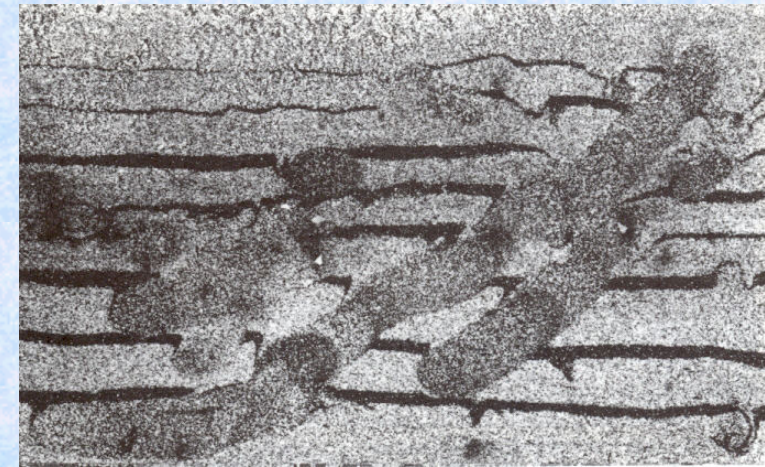
*Clavulina* sp., an agglutinated  
benthic foraminifera

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

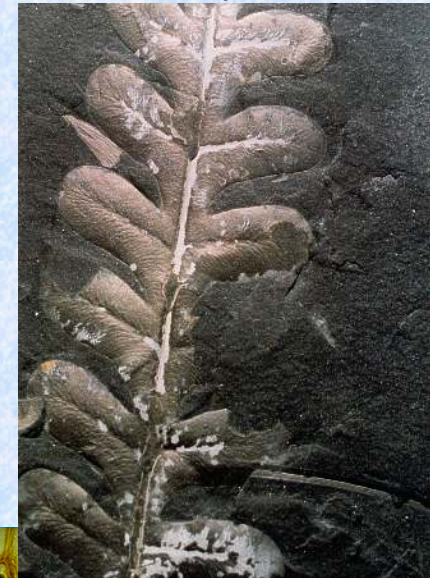


Bažiny, rašeliny, delty, říční sedimenty  
spraše, jeskyně...

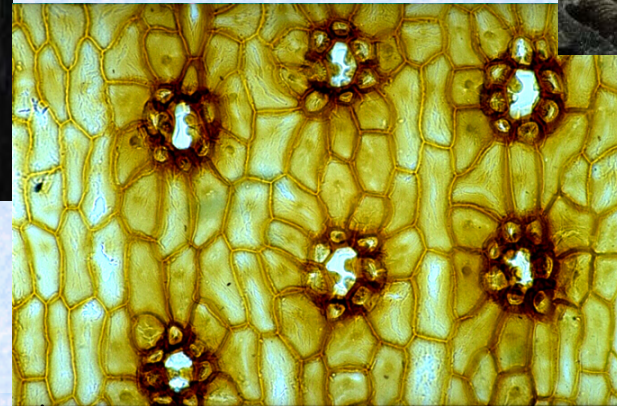


rostliny

Pylové zrno



*Alethopteris*



kutikula  
*Pseudovoltzia liebeana*



Suchozemští obratlovci

*Discosauriscus*



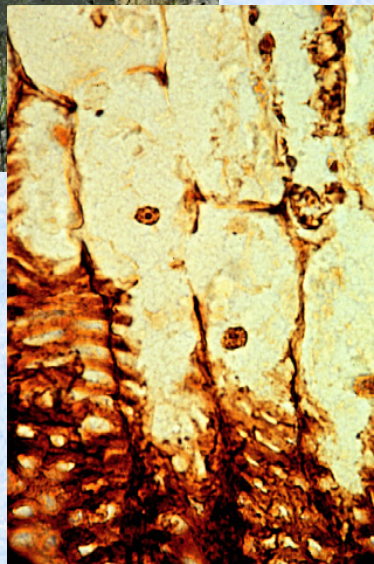
*Mastodon*

prameny

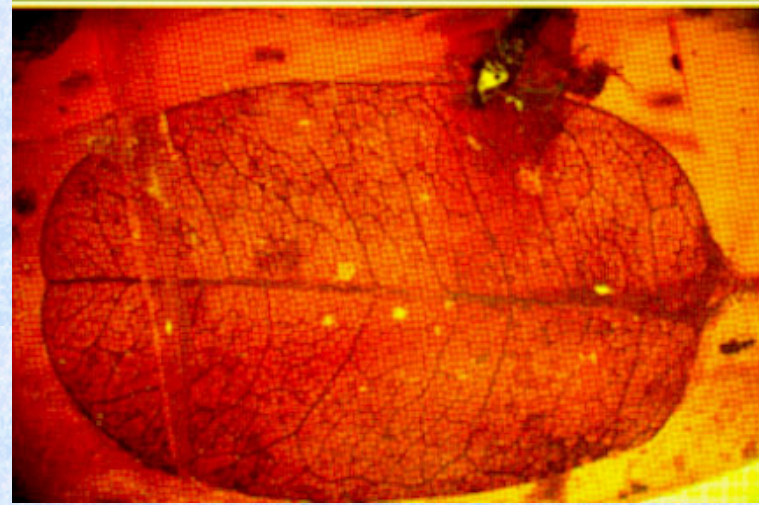


Rhynia chert

Silicifikované rostlinné tkáně



-jantar



travertin

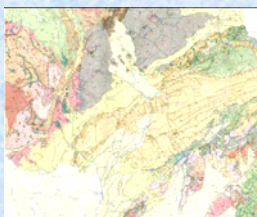
# Terénní práce – výbava paleontologa



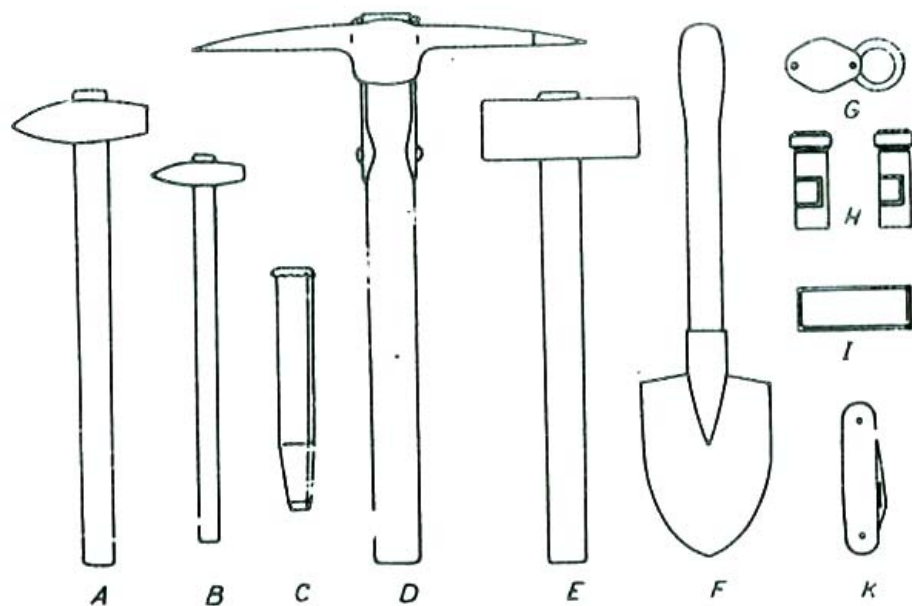
# Terénní výbava paleontologa

Literatura o studovaném území

geologická mapa



Nářadí pro různé typy hornin



Paleontologická výbava do terénu: A, B — kladívka; C — sekáček; D — krumpáček; E — palička k rozbití masivnějších kusů vápenců apod.; F — polní lopatka; G — lupa; H — malé epruvety na drobné izolované nálezy; I — terénní etiketa; K — malý 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

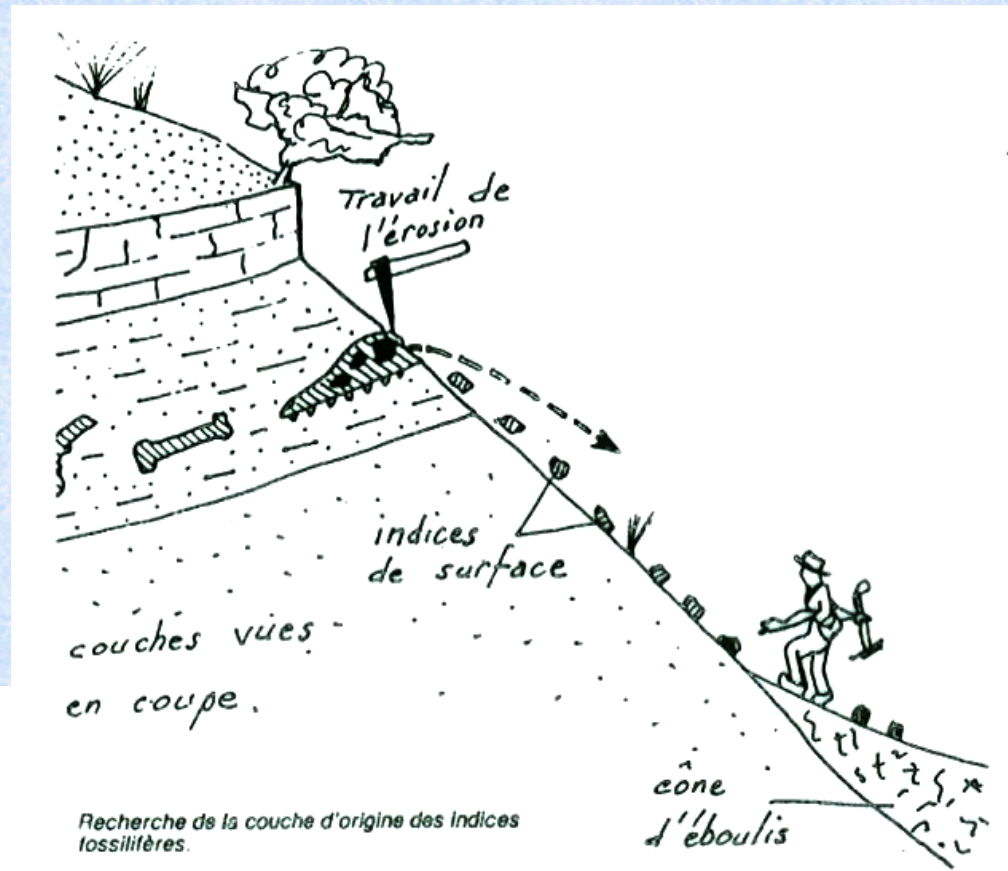
Datum sběru

# Postup při odběru vzorků na výchozech

Povrch výchozu očistit

Podle účelu odebírat vyvětraný  
nebo naopak čerstvý materiál

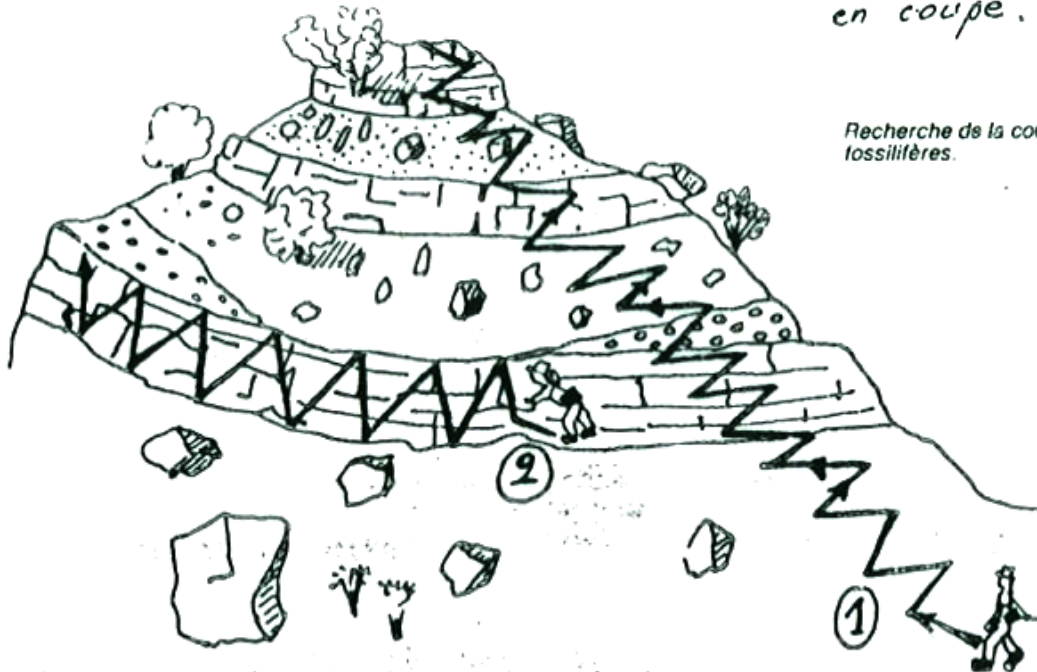
Vzorky odebírat buď v pravidelných intervalech  
nebo podle litologického charakteru hornin



Odebírat zdola nahoru – sypání materiálu

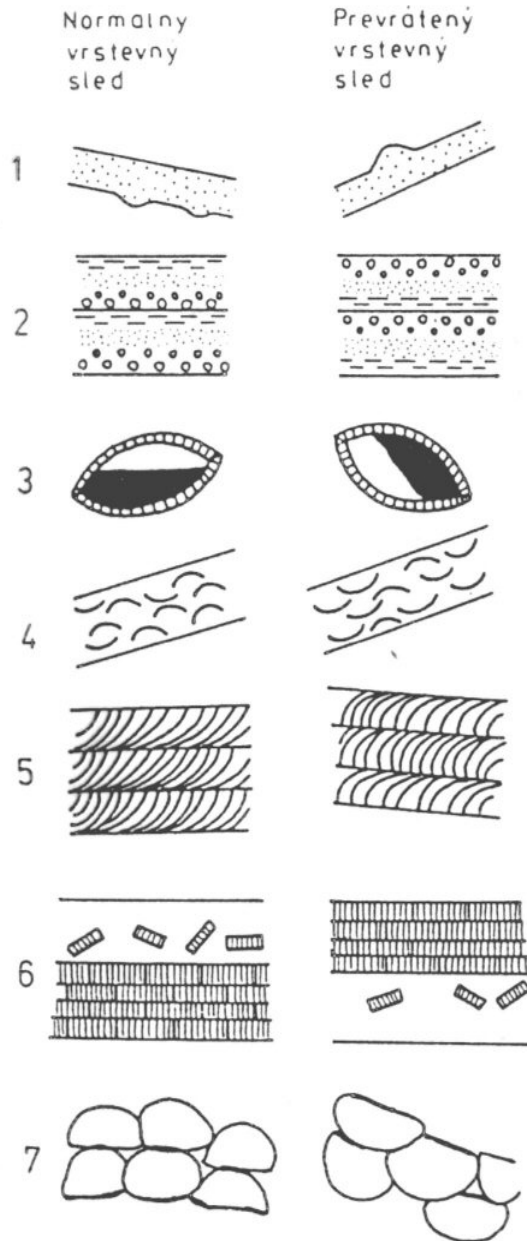
Na výchoze odebírat profily  
– stratigraficky x podélně - plošně

Orientované vzorky – nakreslit na vzorek  
pozici ve výchoze

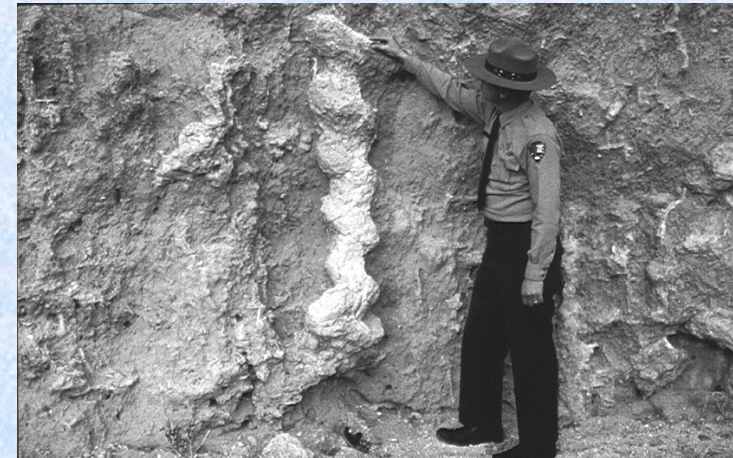




# Pozice fosílií na výchoze a v prostoru - pozice vrstevných sledů



Obr. 12. Kritériá normálneho a prevráteného sledu vrstiev.



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

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 všimát i tvaru růstových forem – indikace dynamiky prostředí a rychlosti sedimentace



*Halimeda cylindracea*



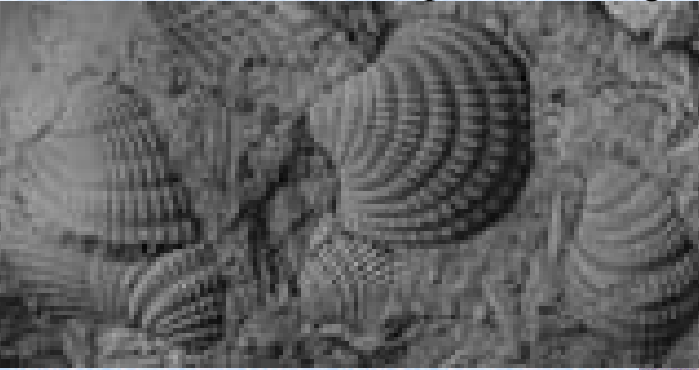
GROWTH FORM		ENVIRONMENT	
		Wave energy	Sedimentation
	Delicate branching	Low	High
	Thin, delicate, plate-like	Low	Low
	Globose, bulbous, columnar	Moderate	High
	Robust, dendroid branching	Moderate/high	Moderate
	Hemispherical, domal, massive	Moderate/high	Low
	Encrusting	Intense	Low
	Tabular, laminar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

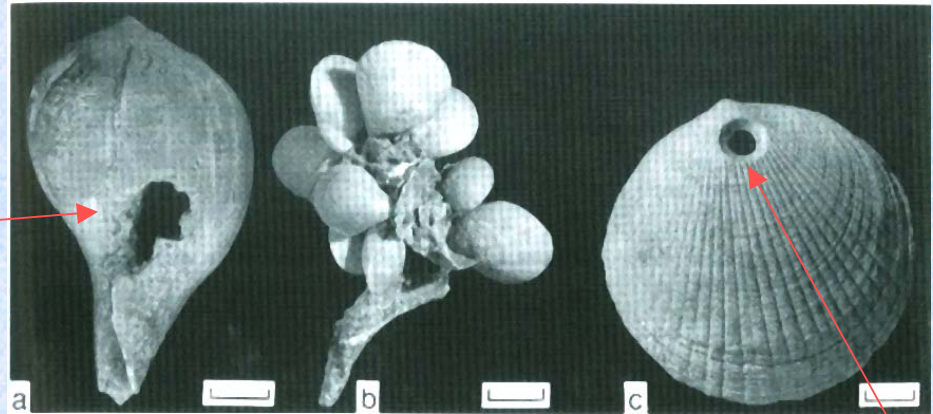
*Macrocrinus mundulus* Indiana,



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

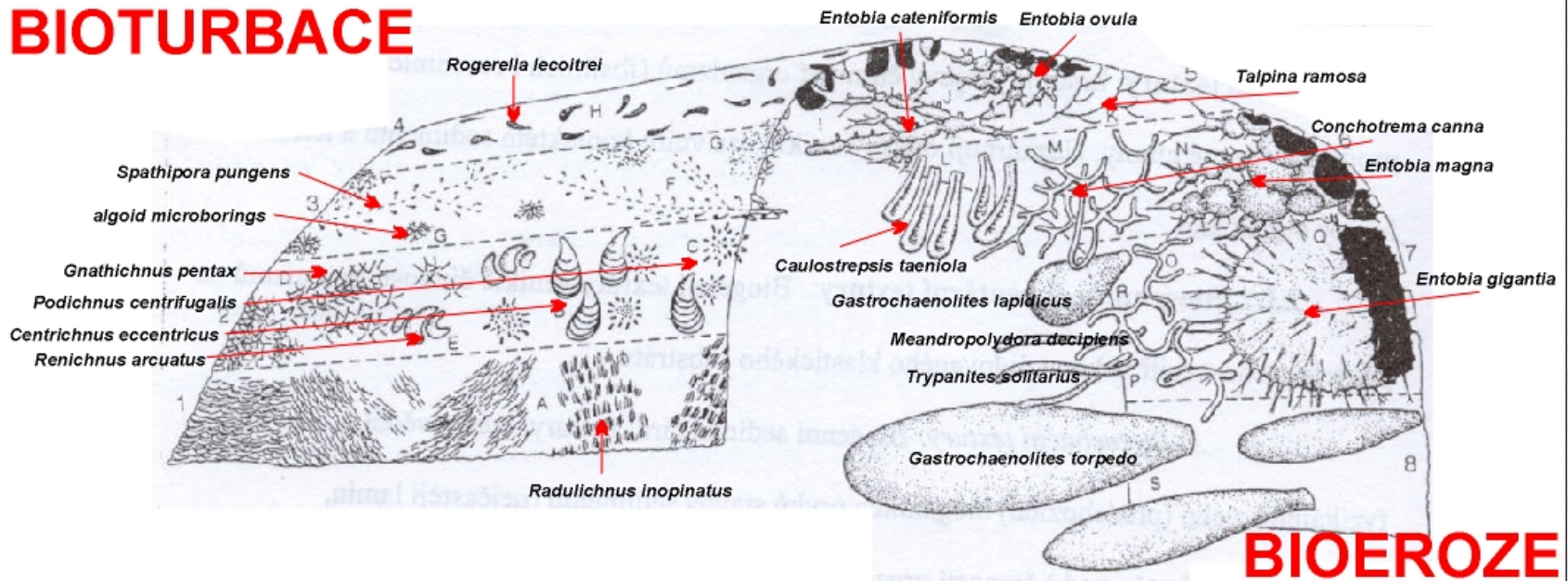
- stopy po životní činnosti
- bioturbace

Mechanické poškození schránky



Stopy napadení predátorem

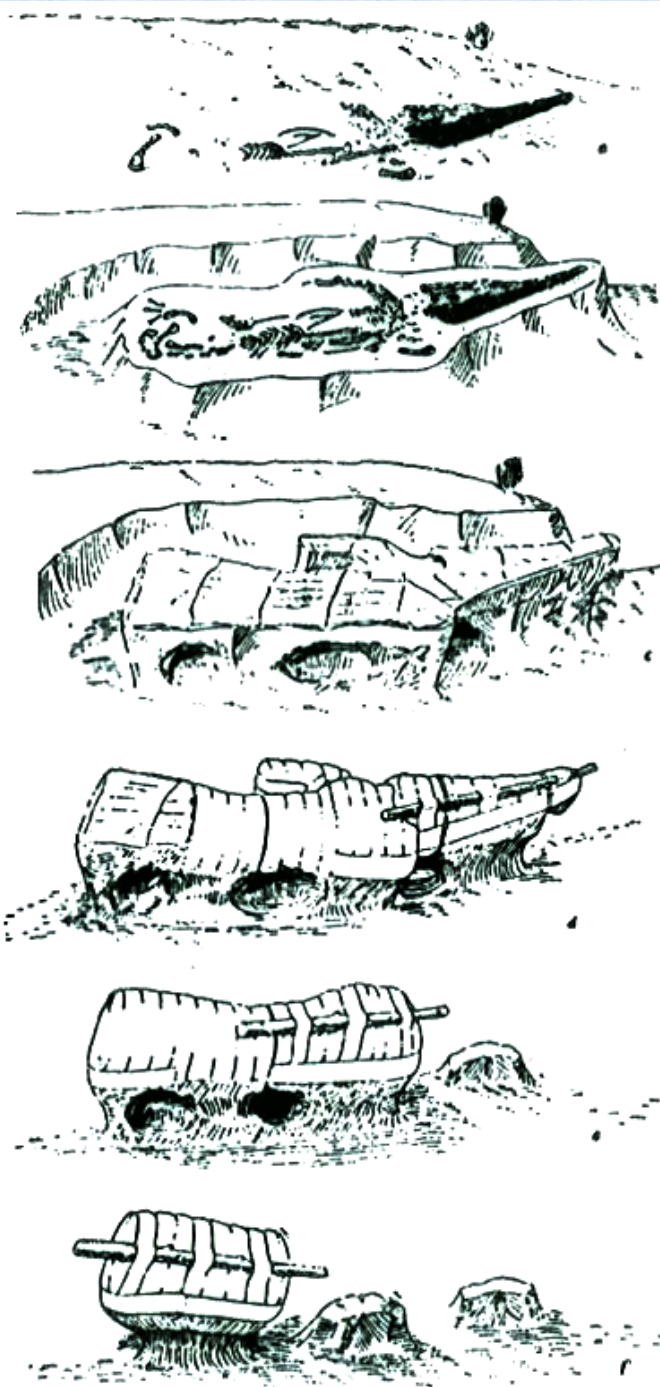
## BIOTURBACE



## BIOEROZE

koncentrovaná sedimentace – stopy po rozpouštění – redepozice  
deformace fosilií – kompakce, diagenéze, 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 Campa a Harny.)

*a* — kosterní zbytek před vyzvedáváním, *b* — kosterní zbytek na odkopaném podstavci, *c* — podstavec částečně podhrabán, kosterní zbytek pokrytý promaštěným papírem. V hlavové části započato s nanášením sádrové bandáže, *d* — kosterní zbytek celé pokrytý látkovými pruhy napojenými sádrovou. 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

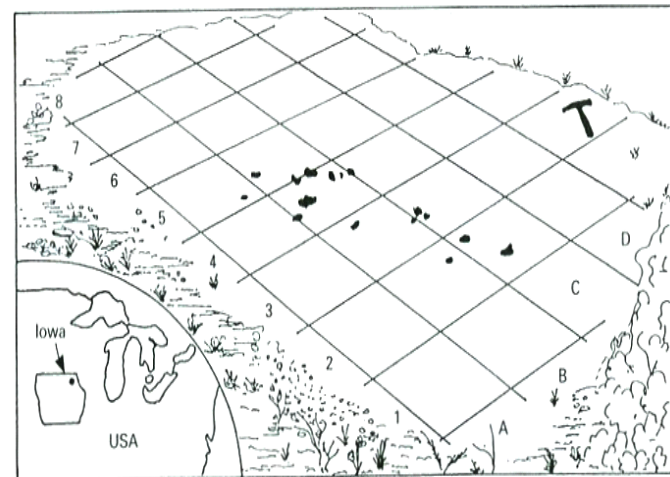
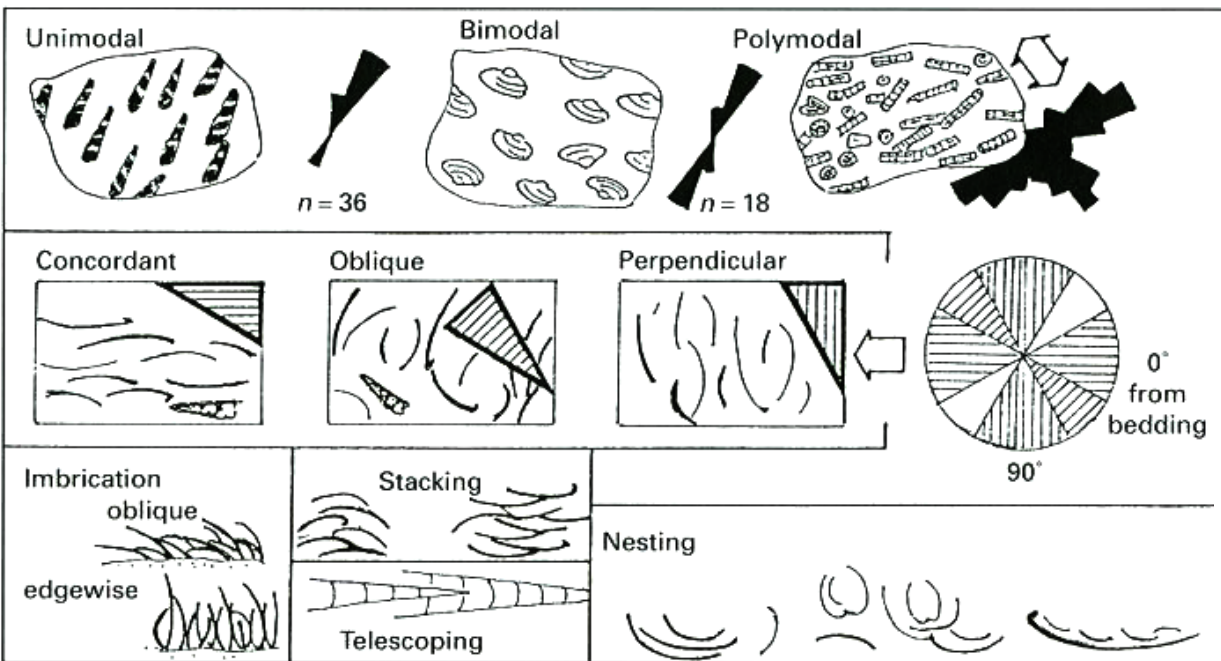


Fig. 8.17 Sketch from a photographic illustration of the Ordovician hardground in north-east Iowa analysed by Tim and Caroline Palmer. Blobs indicate the position of colonies depicted in Fig. B.1 (p. 175), where quadrat lines are omitted.

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

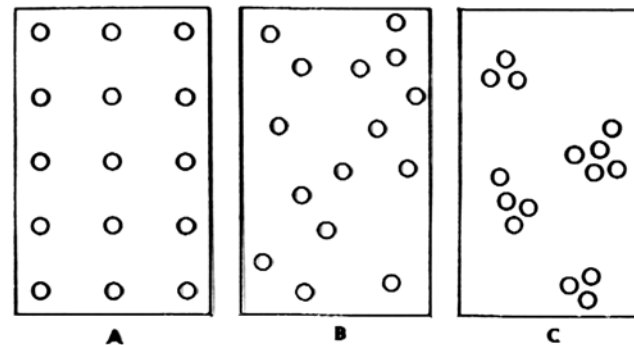
V netransportovaných oriktocenozách

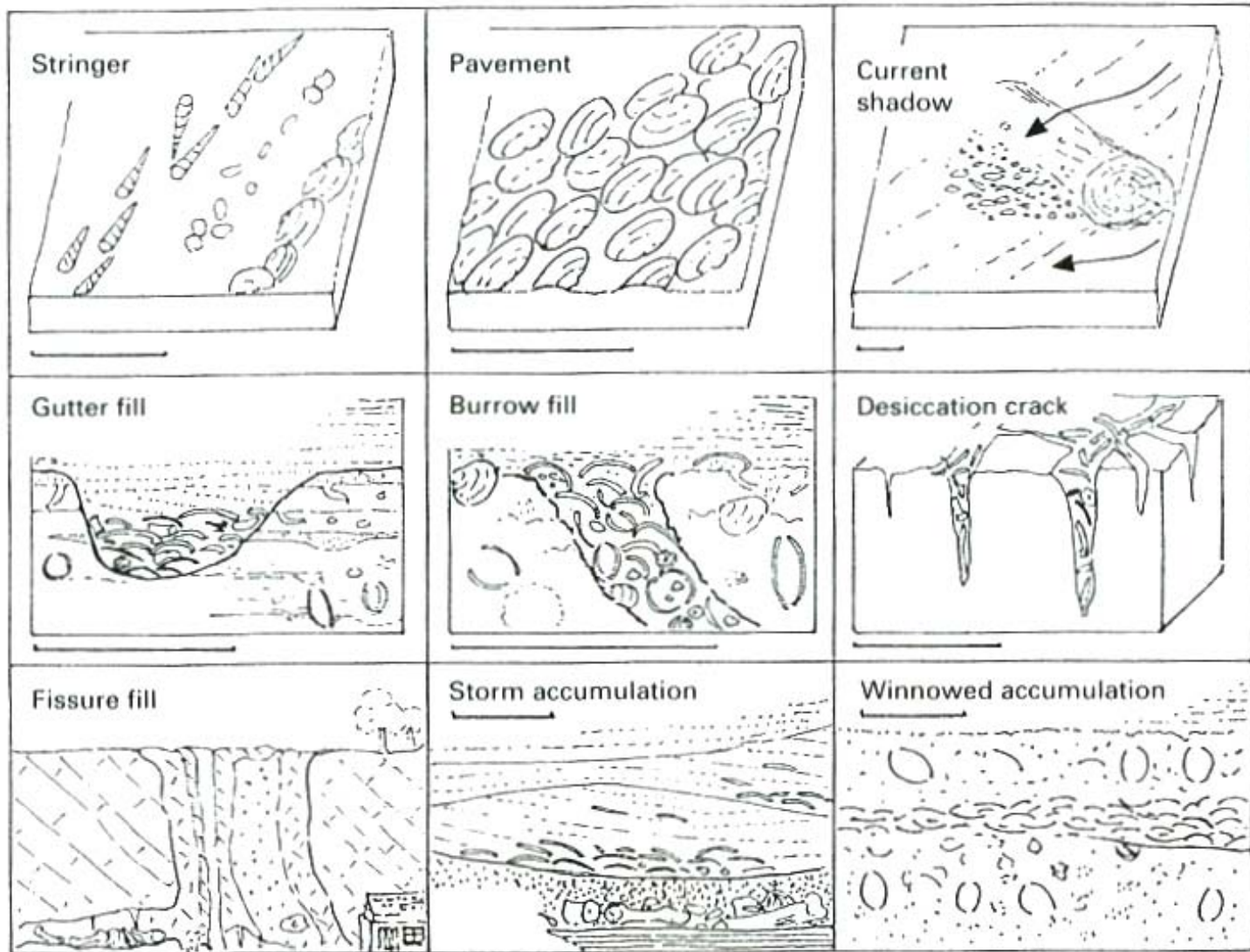
Rozmístění jedinců v populaci

A – rovnoměrné

B – náhodné

C – ve shlucích





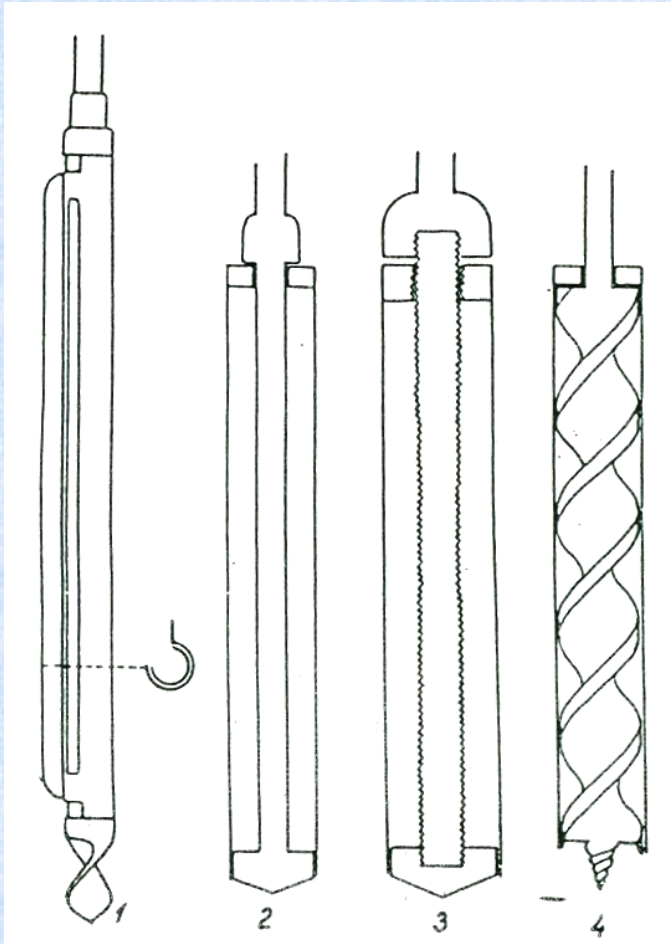
A process-related classification of skeletal accumulations: all except fissure fill are rapidly formed, event beds (scale bar = 0.1 m). Adapted from Kidwell *et al.* (1986).



# Odebírání vzorků mikrofosílií

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

Sondy – ruční vrtý

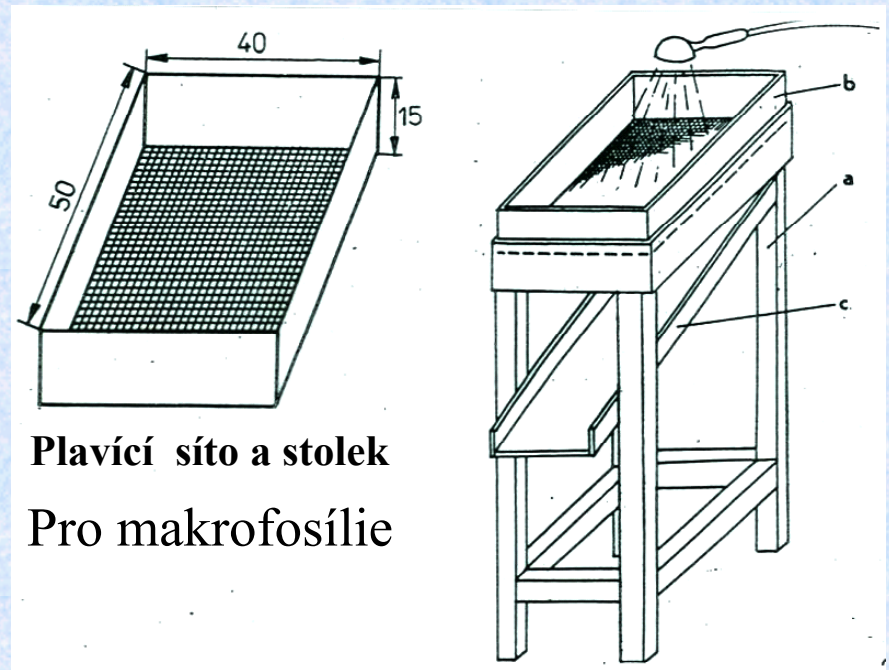


Z vrtů odebírat vzorky – průměrné nebo zásekové

nutno tušit v jakém typu sedimentu, co mohu 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



**Plavící síto a stolek  
Pro makrofosílie**

# 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

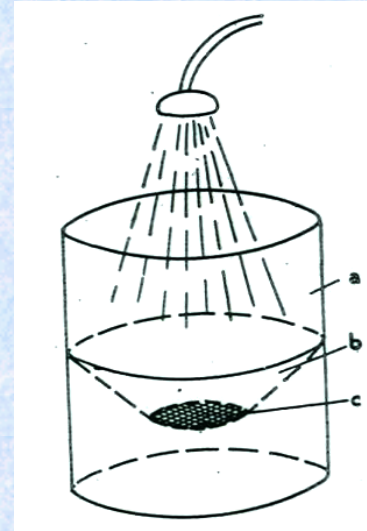
metoda odlitků nebo plastelínových otisků – opačné schránky, nepřístupné dutiny ....

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

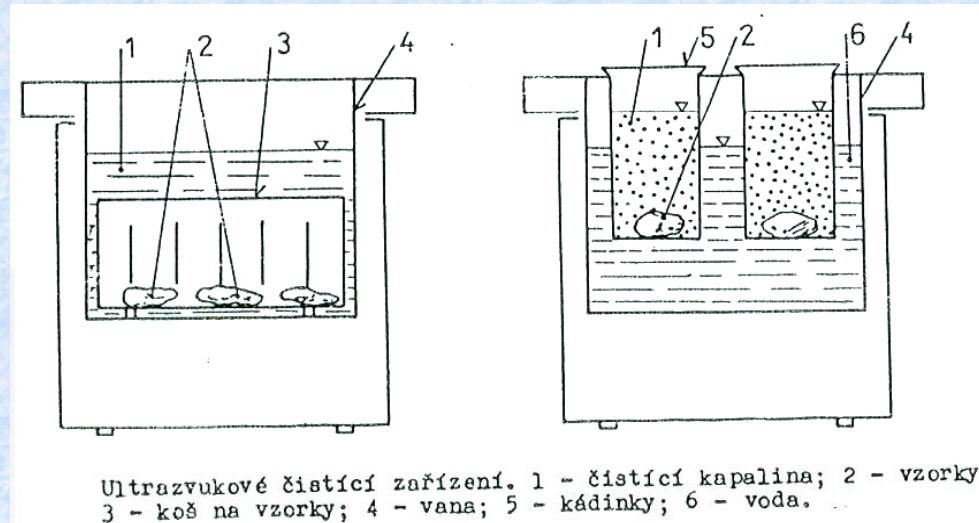
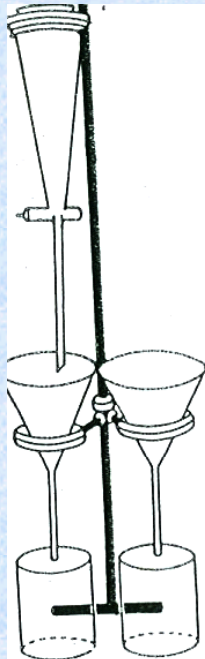
# mikrofosílie

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

Plavící síta pro mikrofosílie



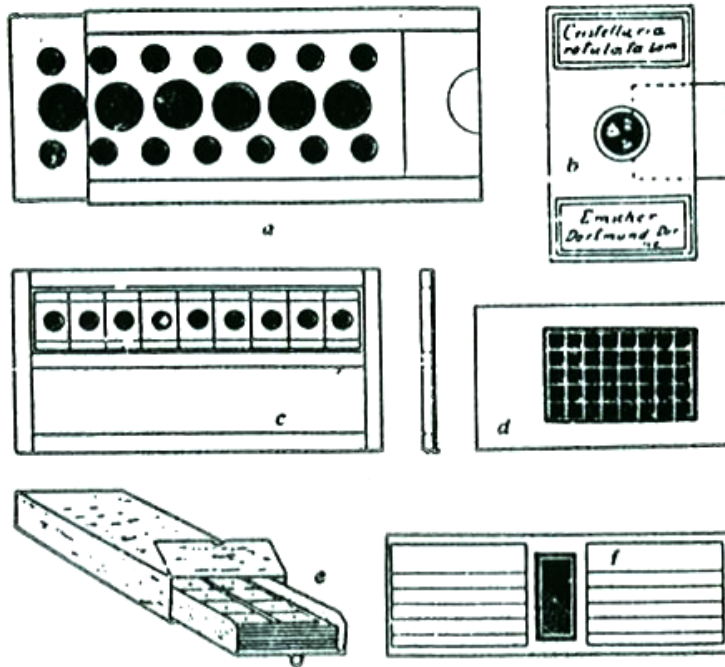
Separace za pomoci  
Rozdílné hmotnosti  
- těžké kapaliny



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

# výplavy - binokulární lupa

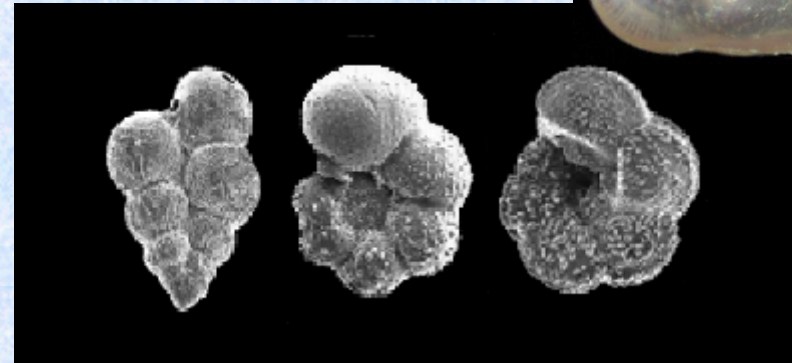
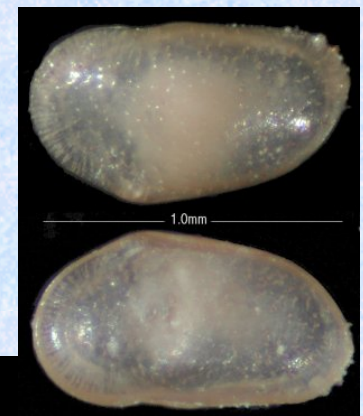
– vybírání mikrofosilií – preparační jehly  
uchovávání ve schránkách



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



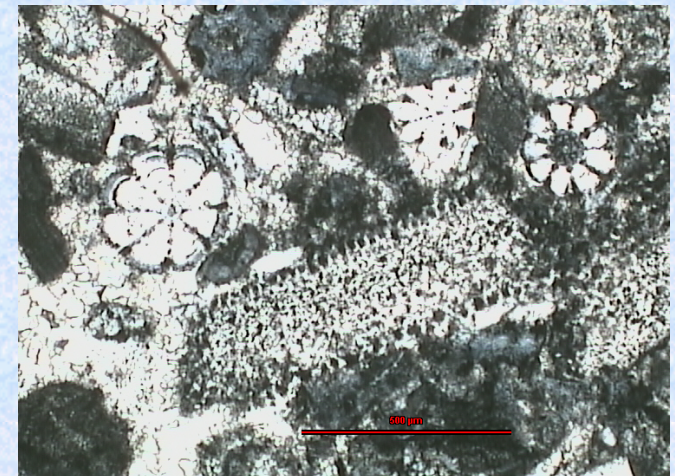
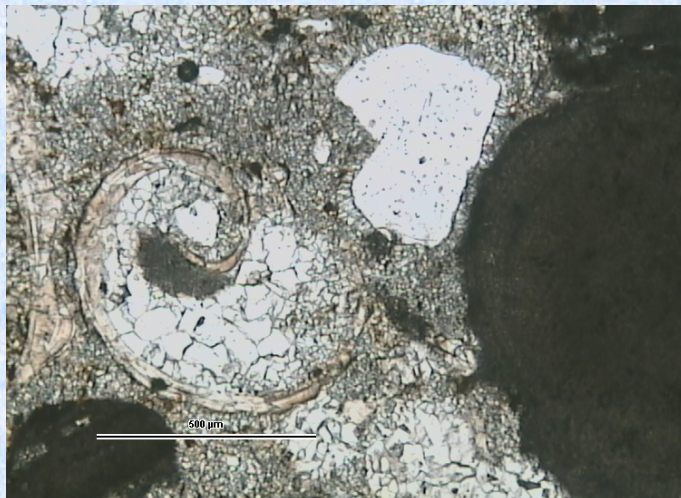
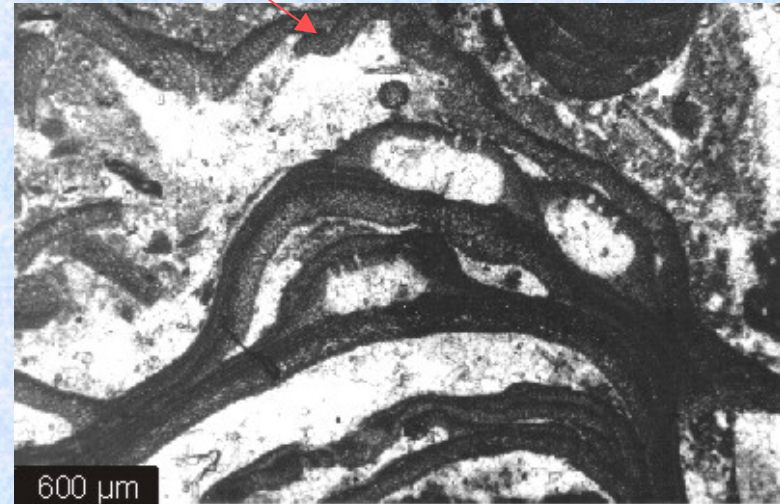
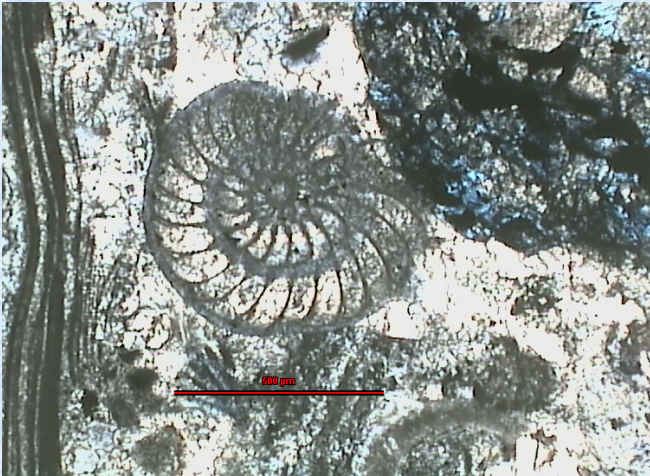
# Výbrusy – studium v prosvěcovacích mikroskopech

## polarizační s otočným stolcem

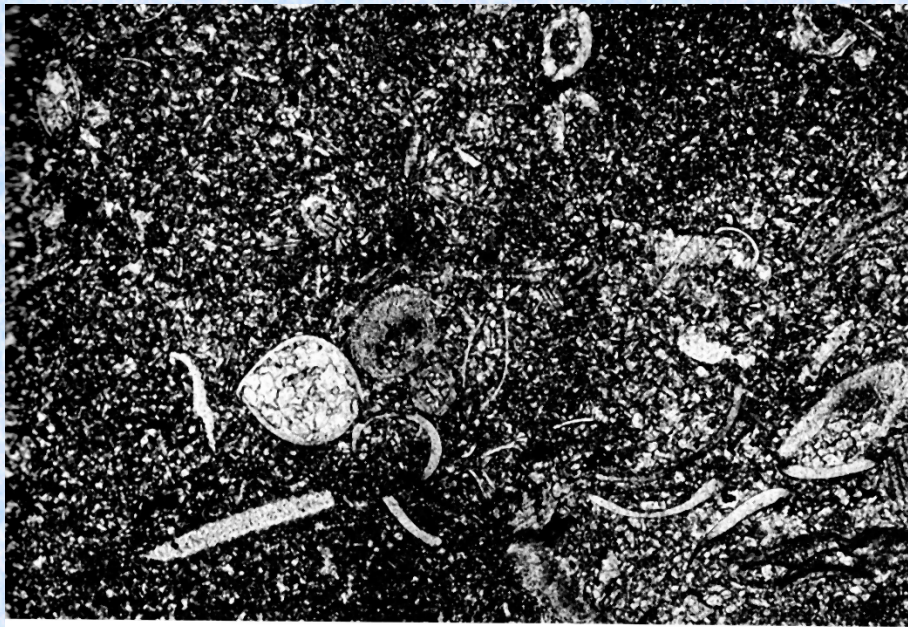
Někdy nelze mikrofosílie vyseparovat – jádra, pevné horniny, stejné složení schránek jako hornin ...  
Studují se v tenkých řezech – většinou tenčí než pro mineralogii

Některé mikrofosílie na výbrusech založenou systematiku

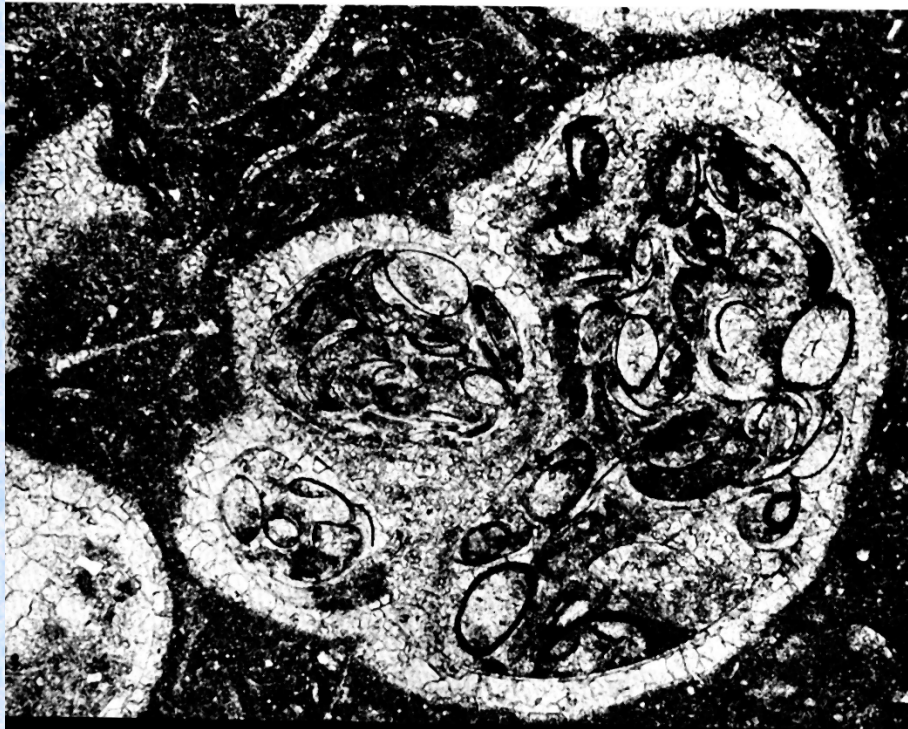
Např. vápnitě řasy – červené, zelené



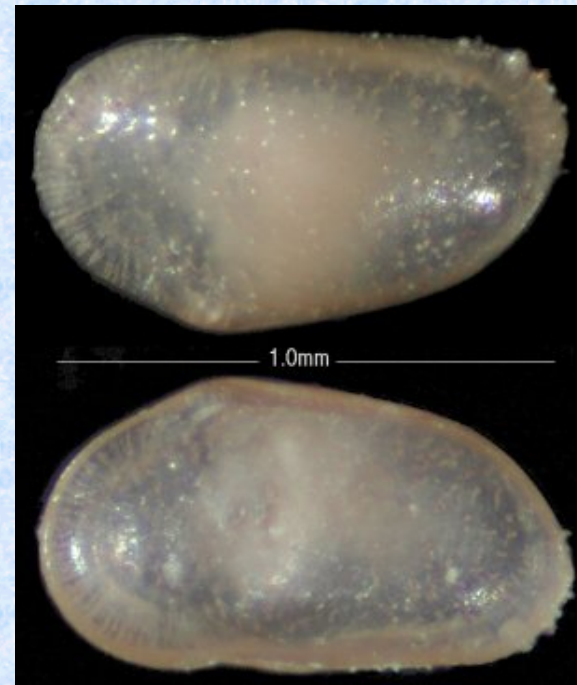
Ve vápencích zahrnuje také studium karbonátové petrografie – mikrofacie



Některé se ve výbrusovém materiálu nedají klasifikovat

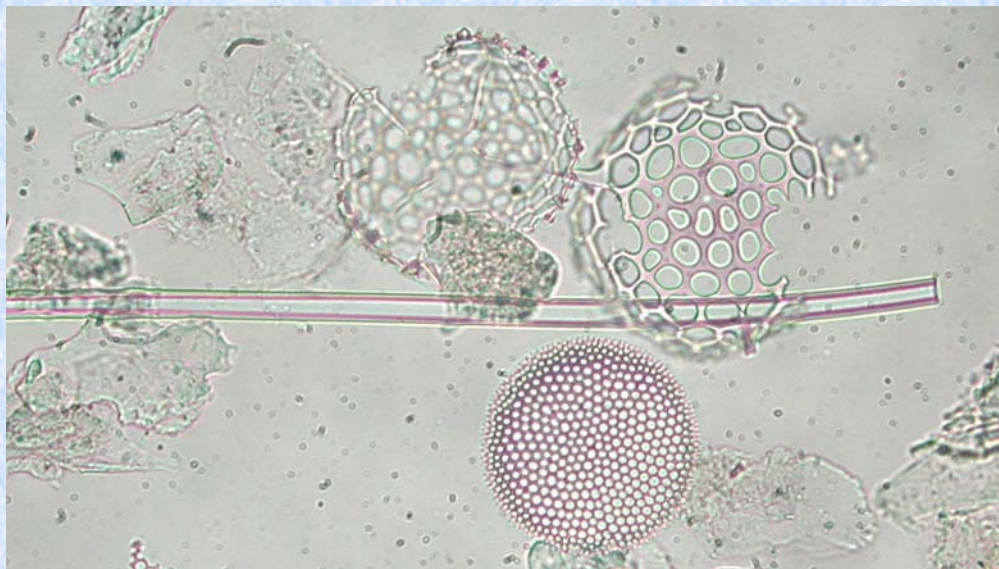


Ostrakodi



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

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



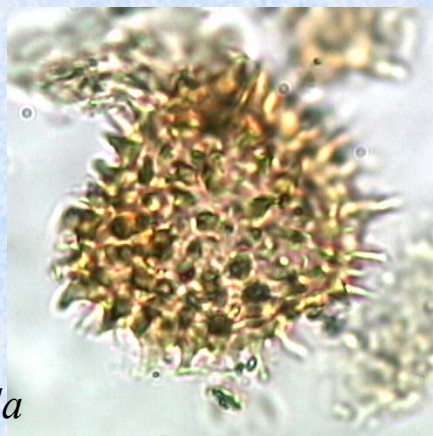
Křemité fosílie – radiolarie, diatomy, jehlice hub



Organické výstelky foraminifer

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

Pylová zrna



*Selaginella*

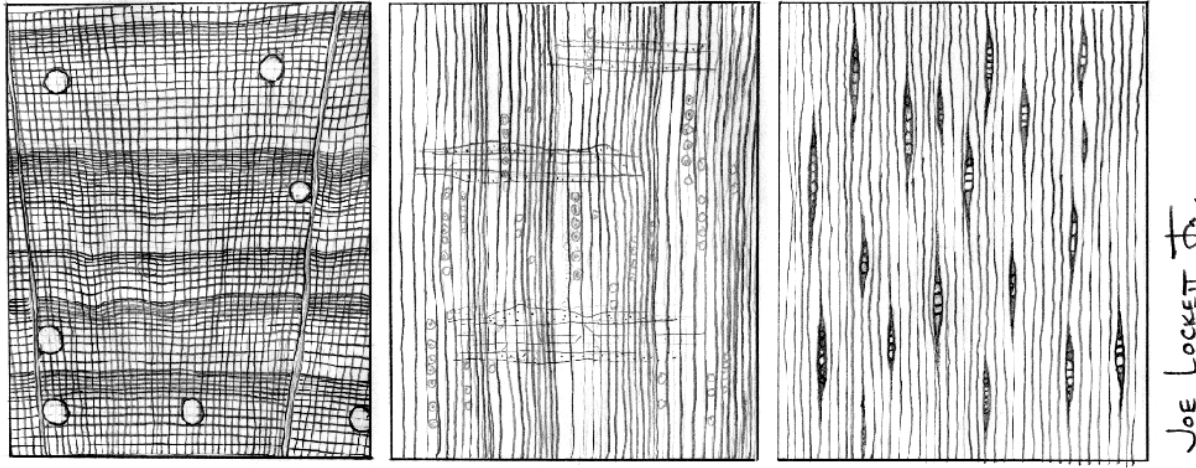


konodonti

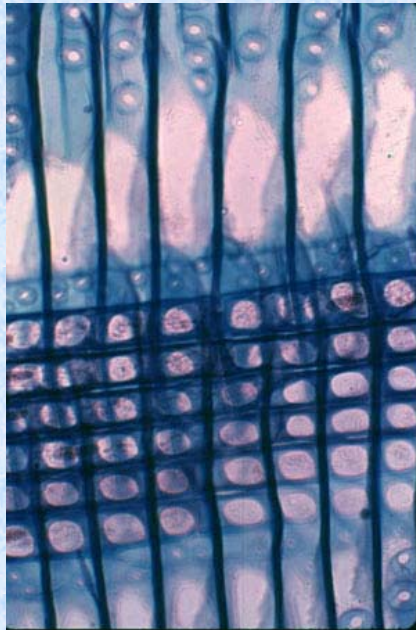


# Zobrazování fosílií – kreslení, fotografování

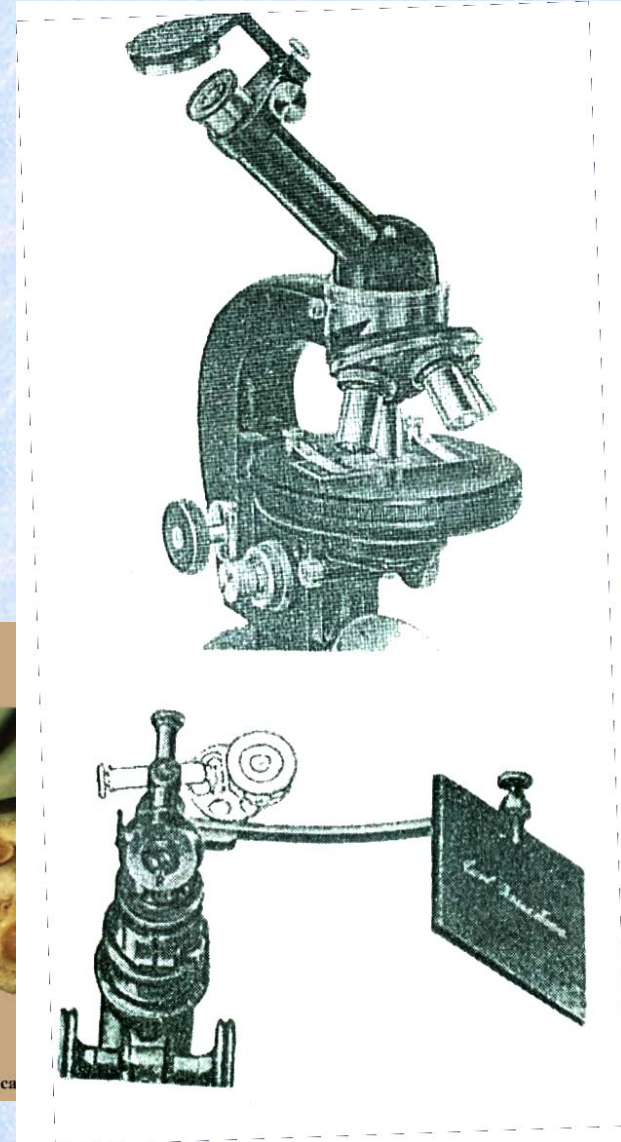
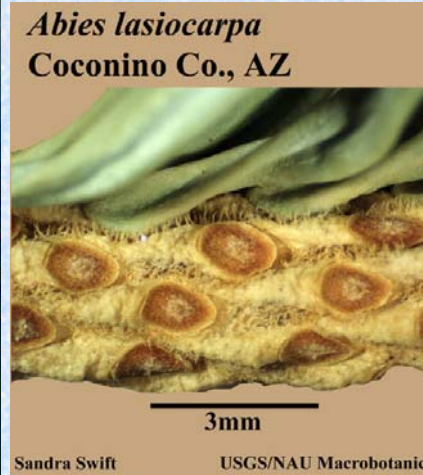
Kreslení - zdůraznění důležitých znaků x fotografování – přesnější celkový obraz



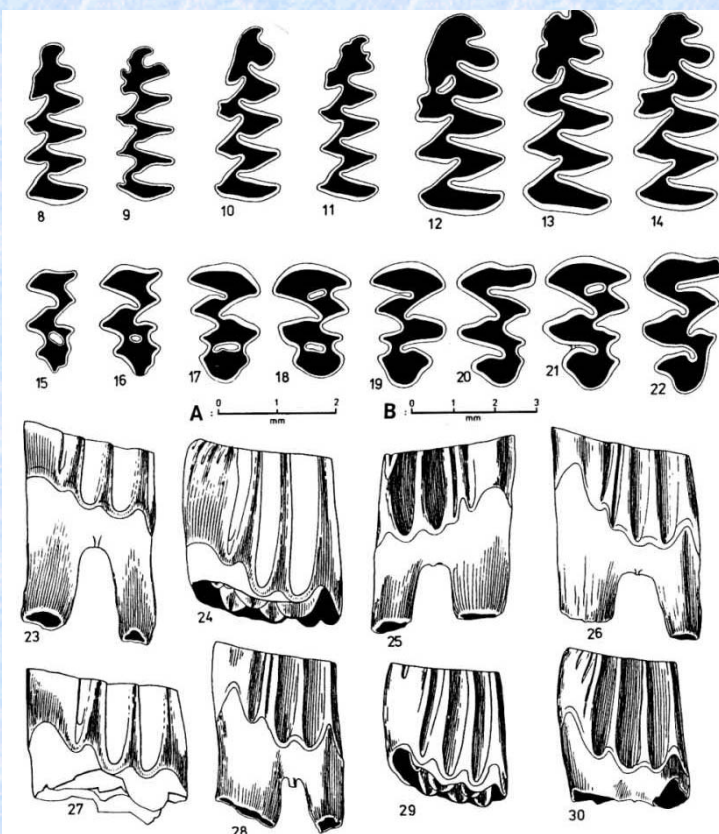
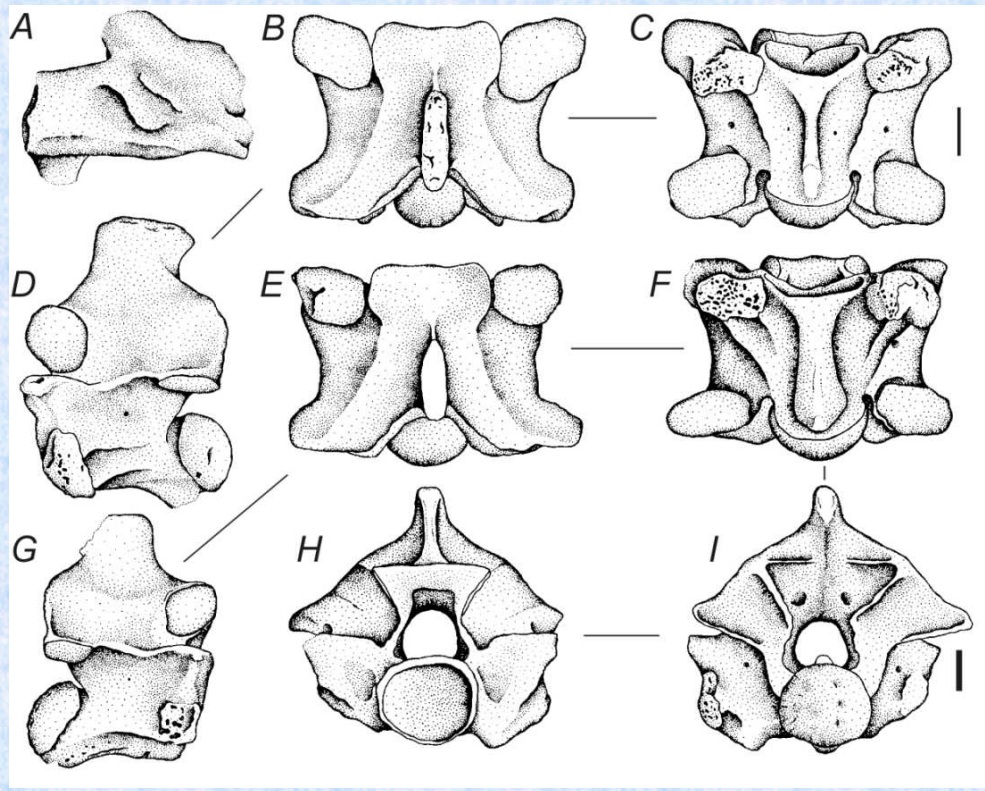
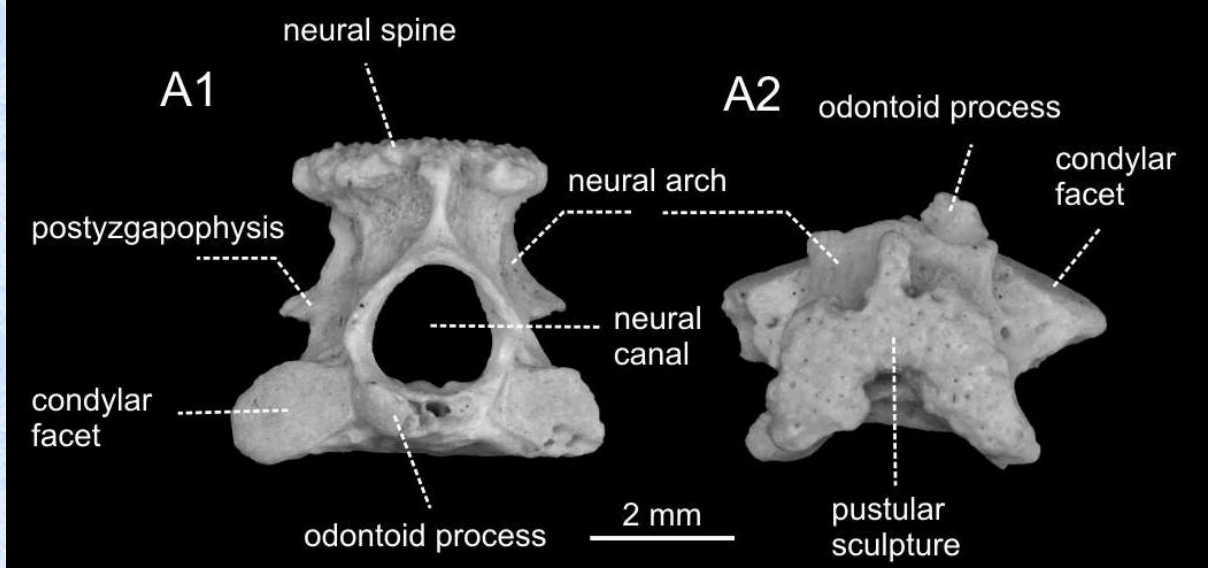
*Pinus – struktura dřeva*



Pine wood radial section.



Abbeův kreslicí přístroj



*Python europaeus*, sp. miocén, Francie

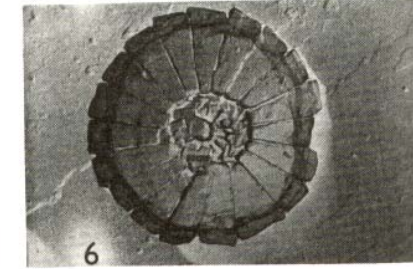
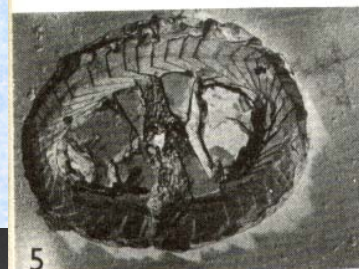
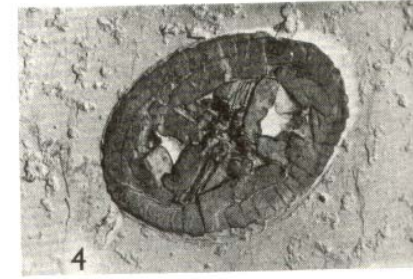
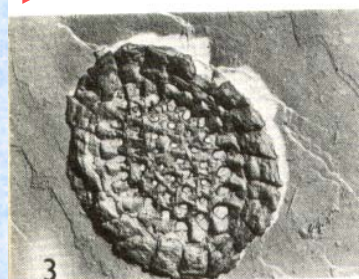
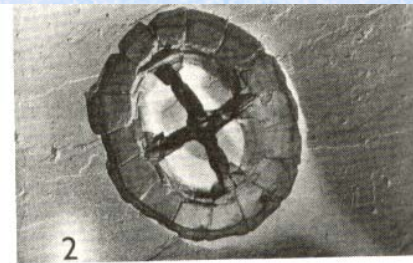
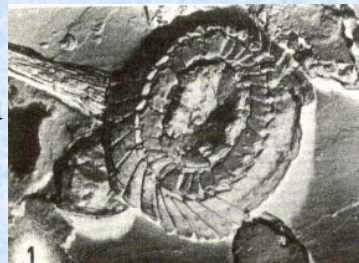
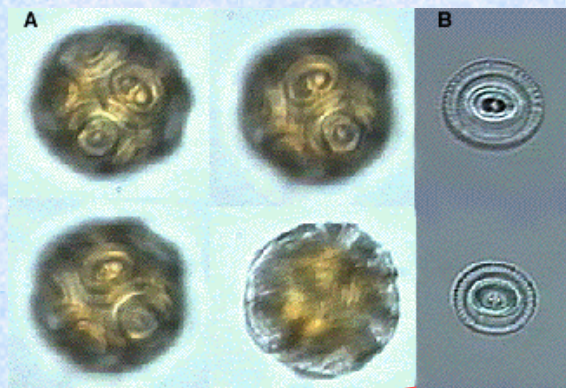
# Elektronové mikroskopy –

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

Nutné pokovení vzorku – vodivost pro elektrony

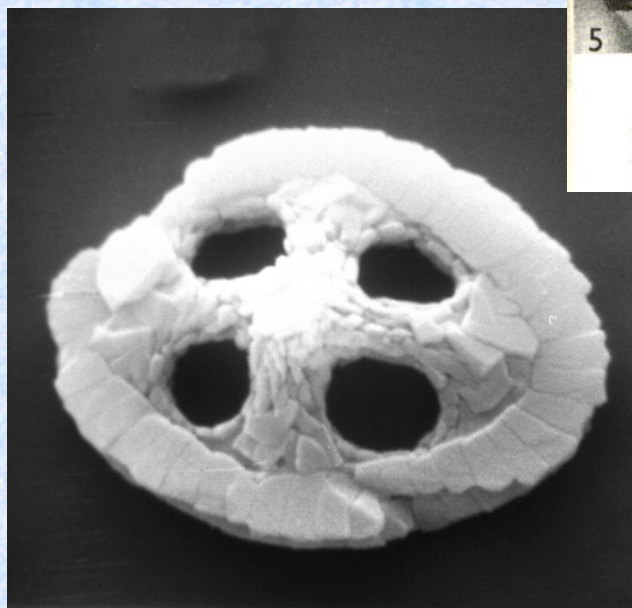
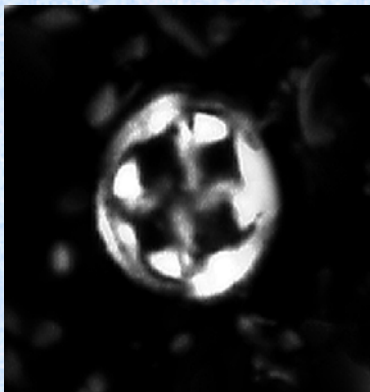
Transmisní – jen velká zvětšení (500 – 500 000x)

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



Kokolitky  
Biologický m.  
Polarizační m.

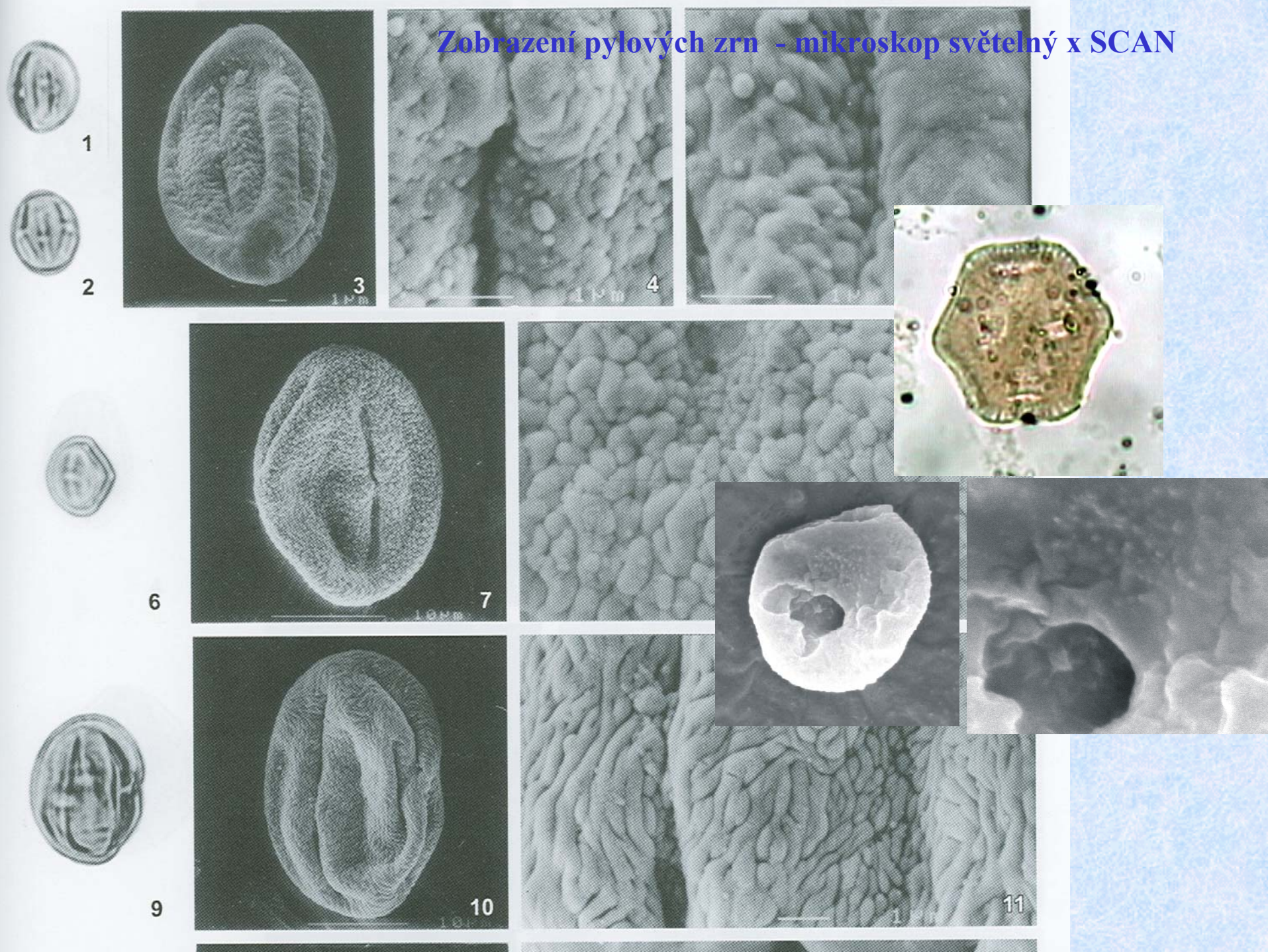
SCAN



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*

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

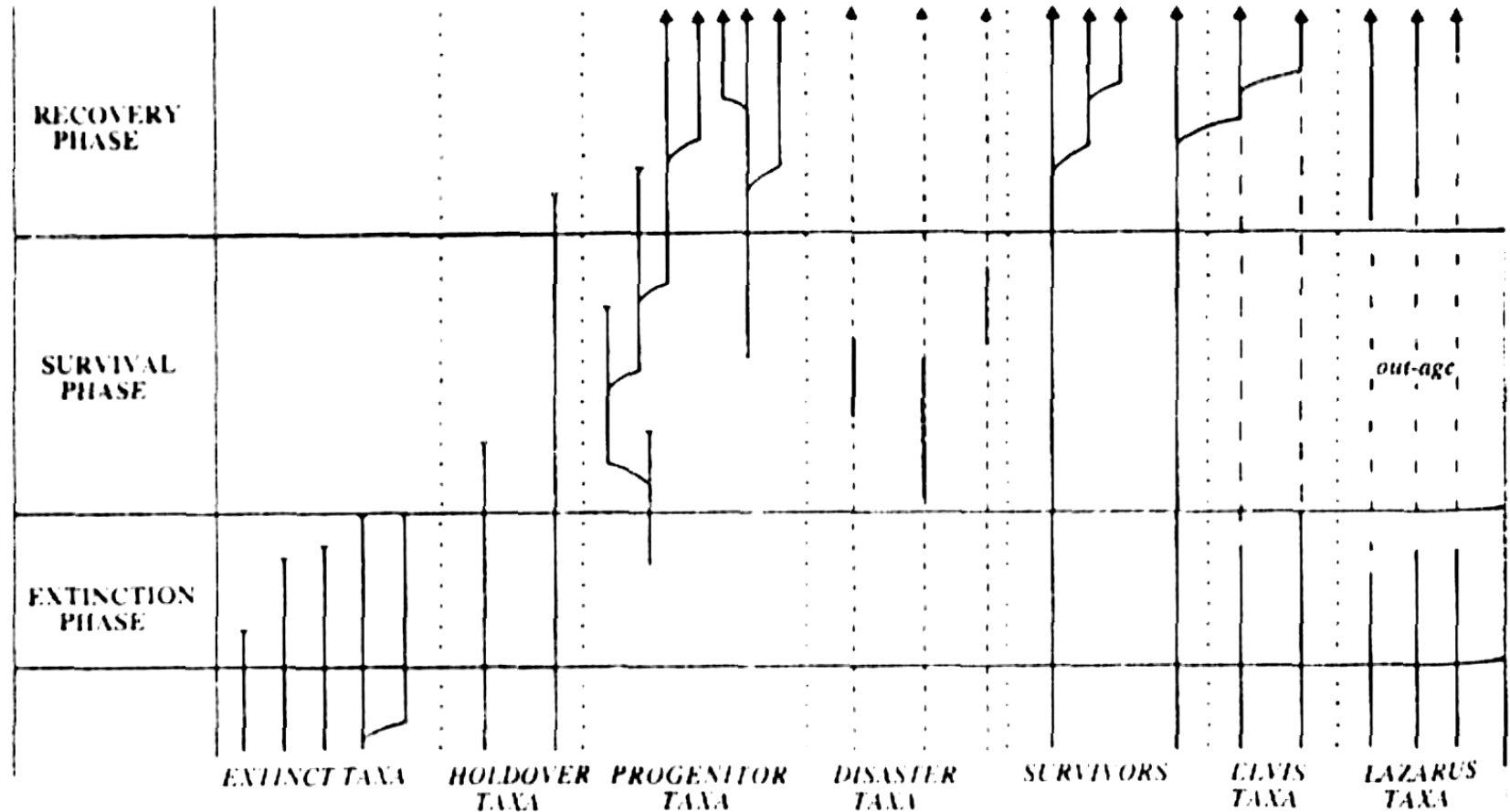
# Zobrazení pylových zrn - mikroskop světelný x SCAN



# Vyhodnocovací paleontologické metody

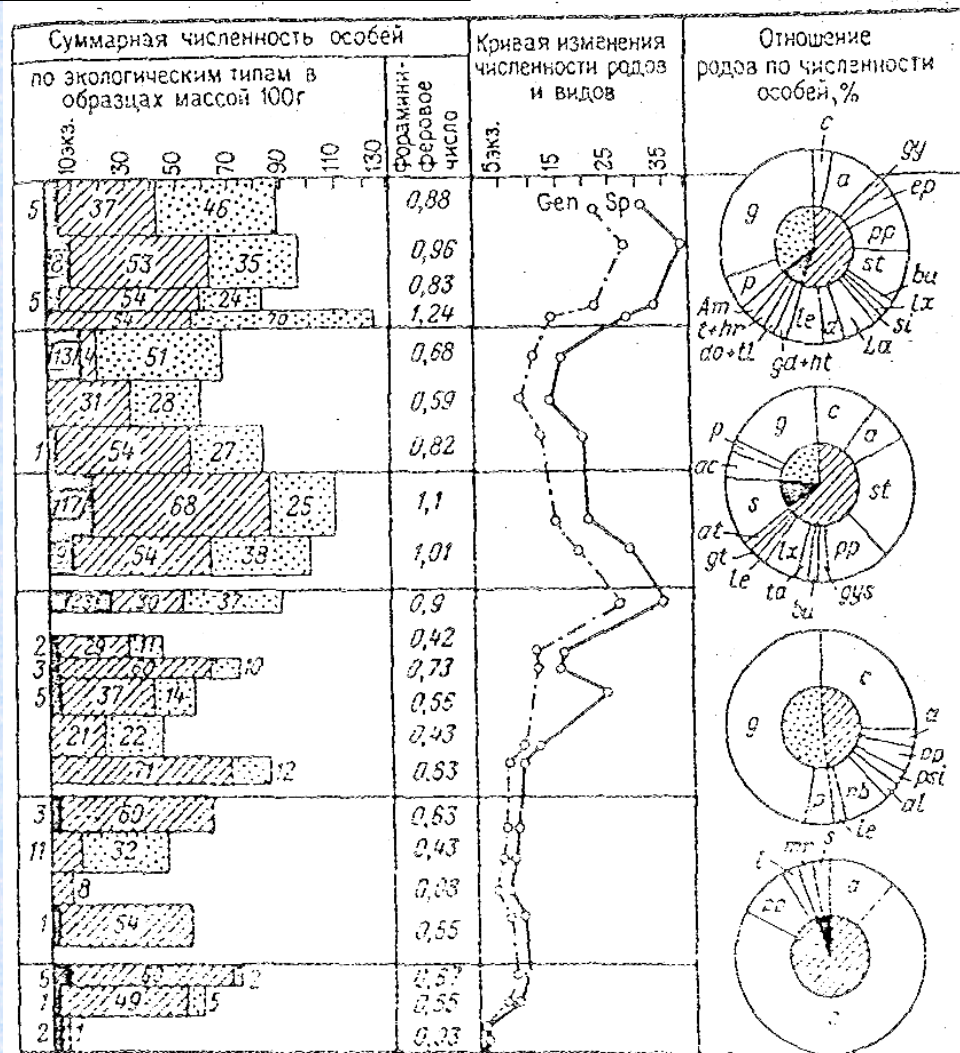
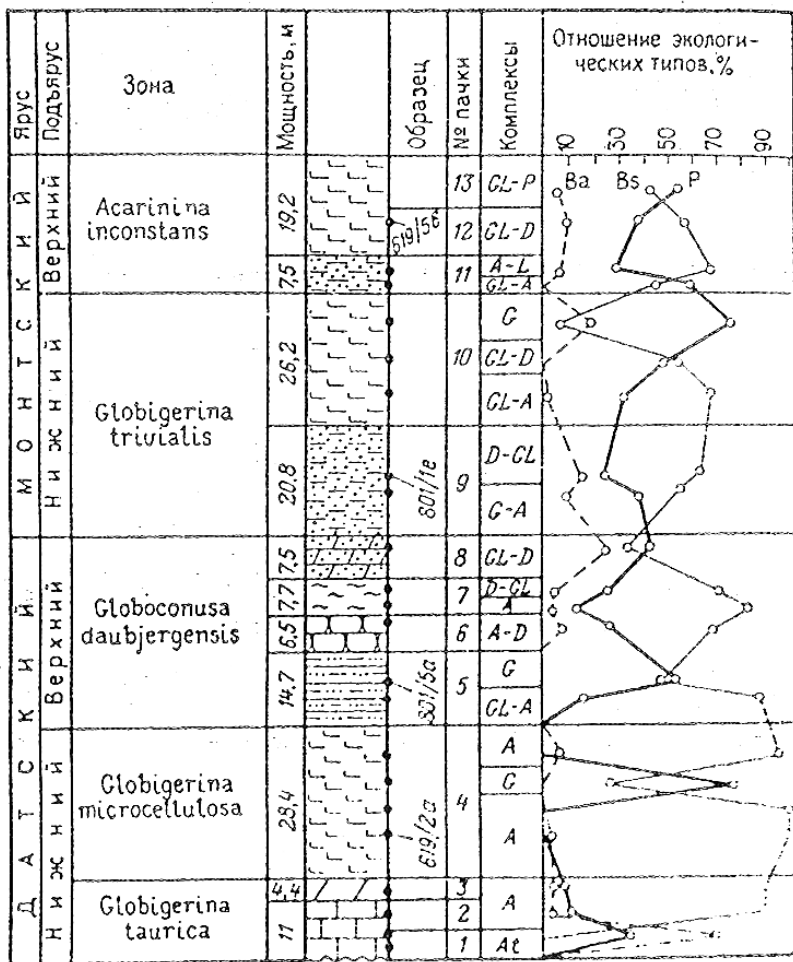
## Příklady:

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).

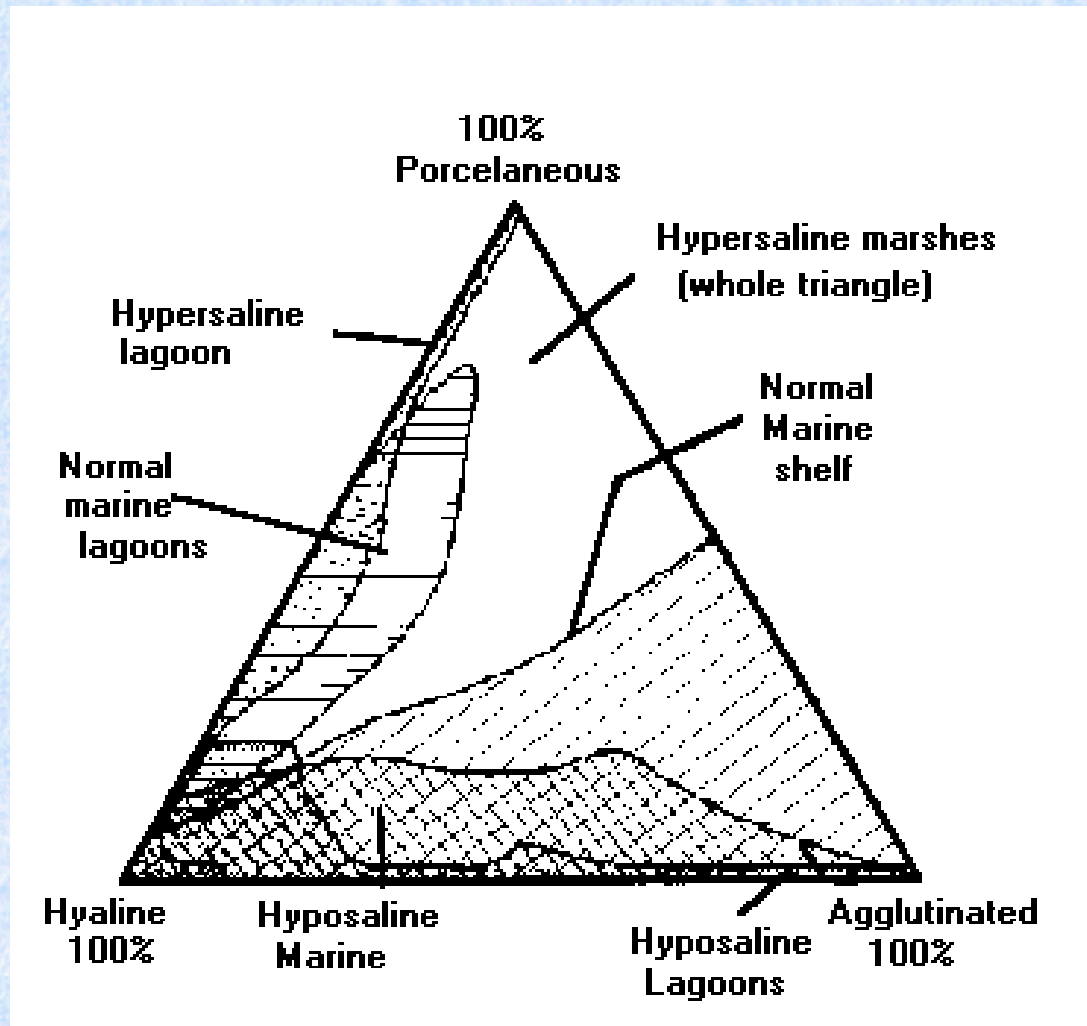
# Kvantitativní analýza biocenóz – grafické vyjádření



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

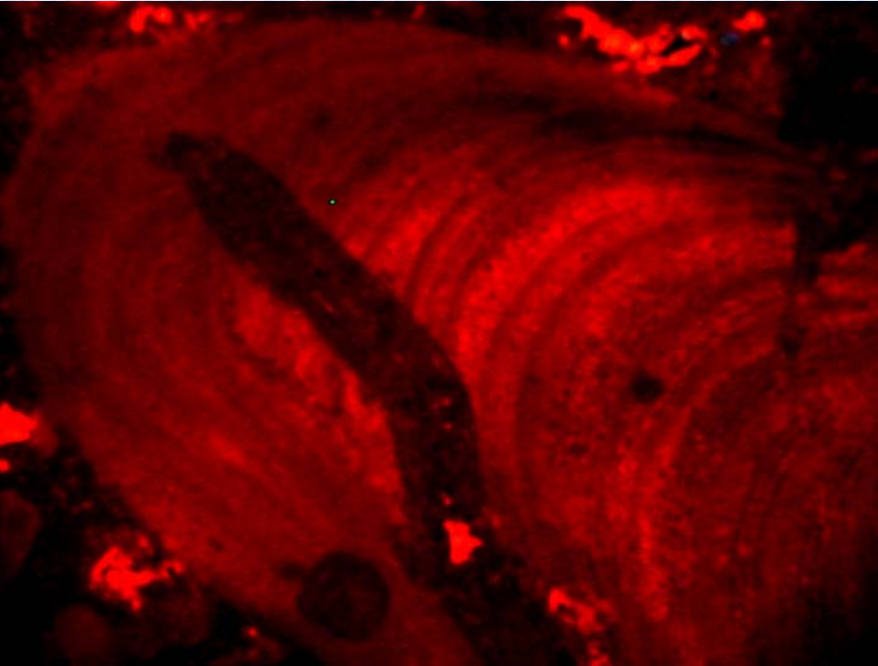


Trojúhelníkový graf ukazující různé látkové složení schránek foraminifer a jejich četnost v ekologicky rozdílných prostředích





# Specializované metody pro studium jednotlivých skupin organizmů



katodová luminiscence – zóny generací kalcitu  
- přírůstky

indexs 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 diagenезi na barvu konodontů

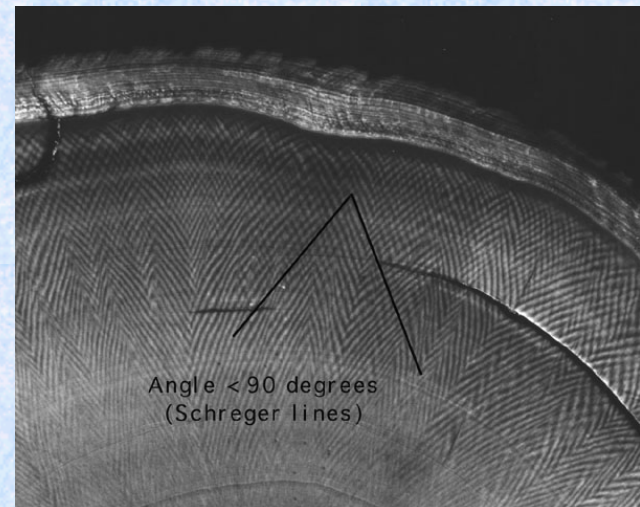
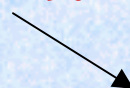
# Schregerovy linie v příčném řezu klem slona a mamuta.



**recentní slon**  
**úhel > 115°**

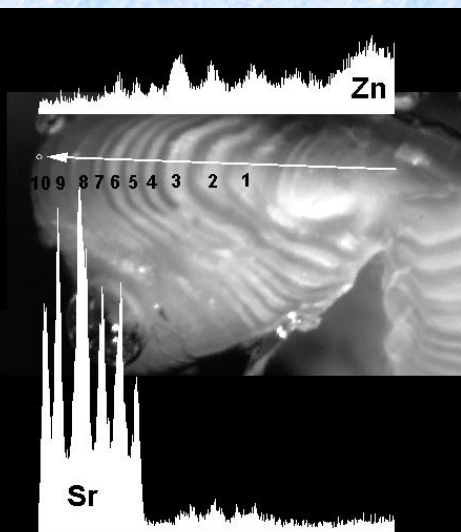
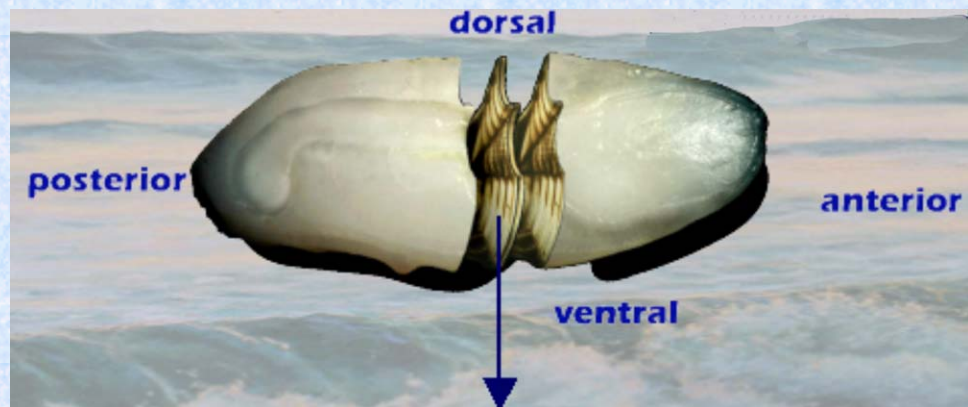
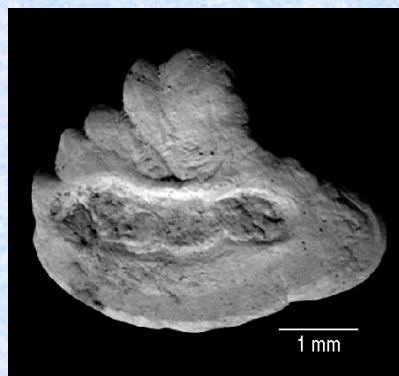


**mamut**  
**úhel < 90°**



M. Abelová

## Charakter přírůstkových zón Na otolitech ryb

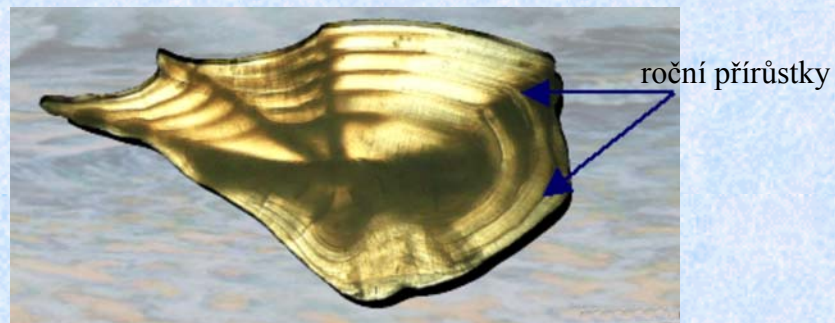


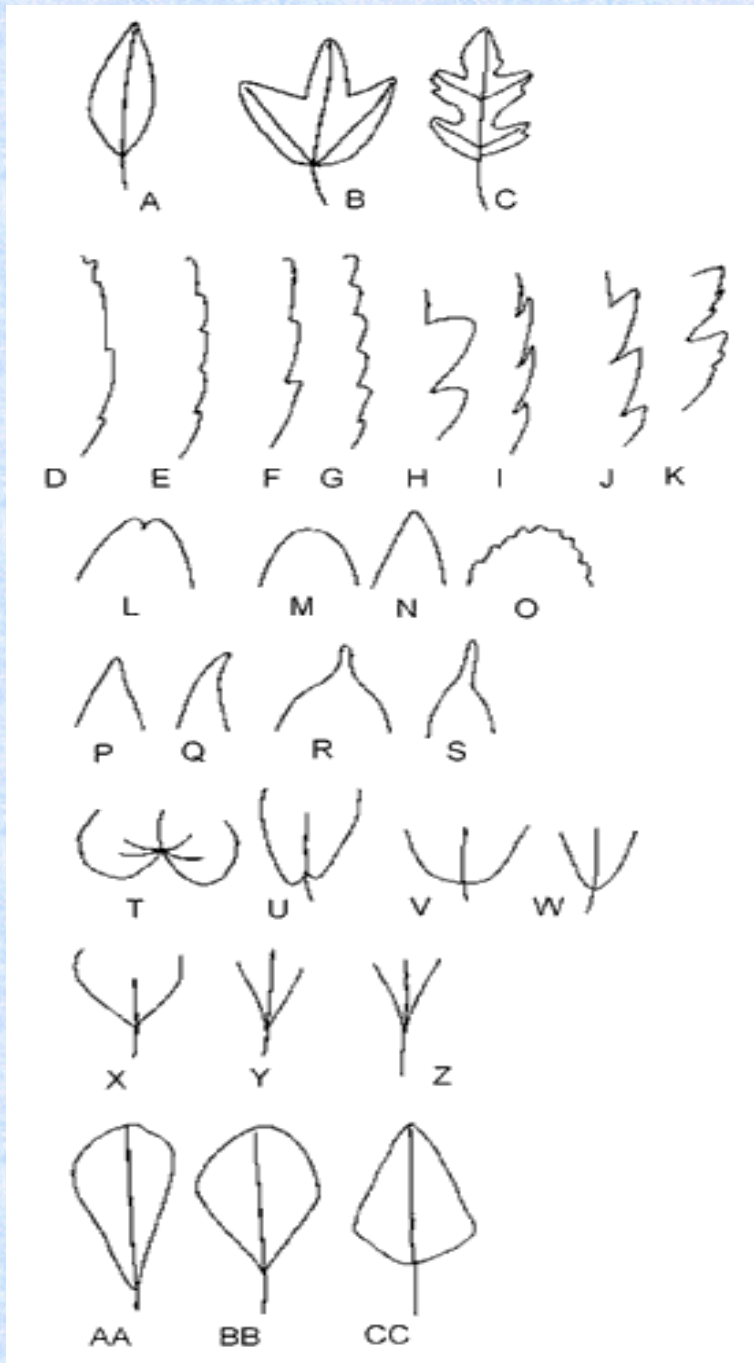
### Specimen details:

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

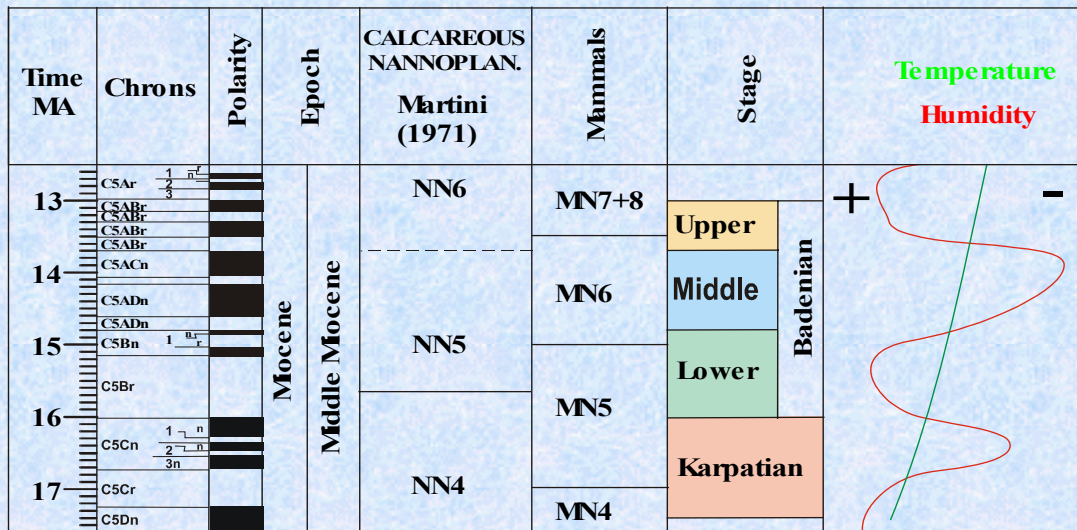
Používá se pro terciér a kvartér

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

## Koexistenční analýza (Mosbrugger a kol.)

– vypracované pro rostlinné typy – 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

# Geochemické charakteristiky fosílií

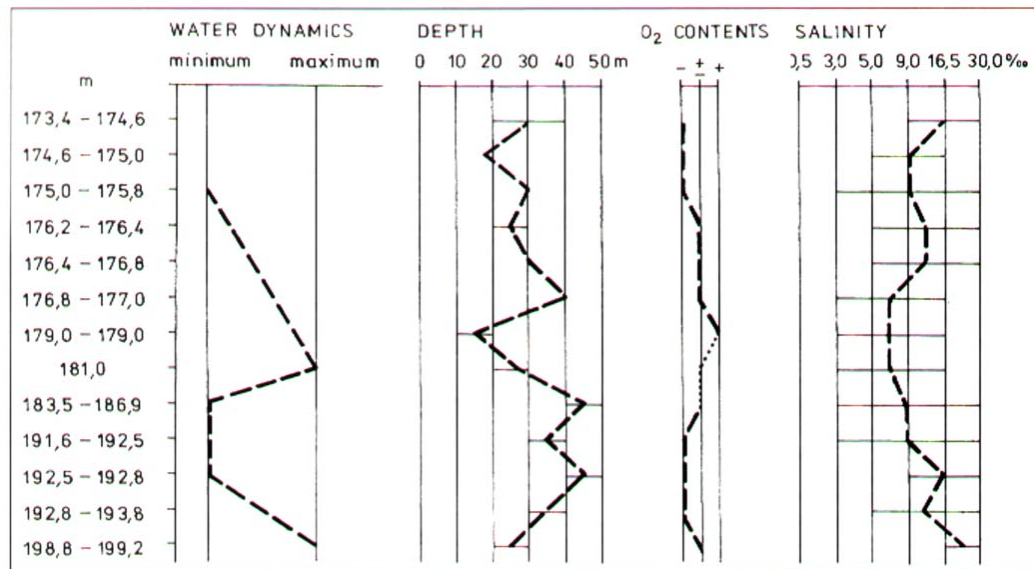
## Izotopické analýzy

paleoteploty –

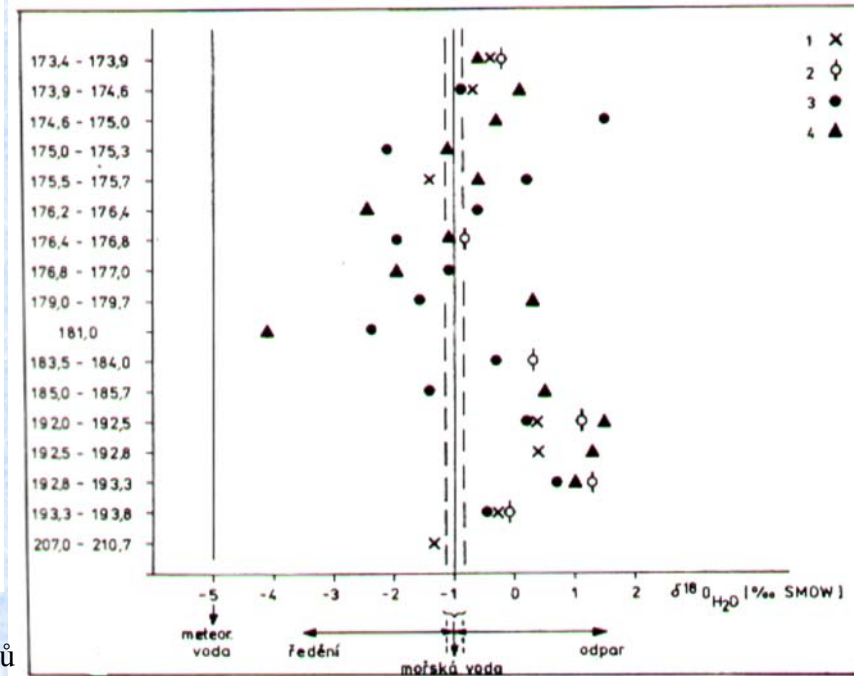
izotopy C a  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  v kalcitu (vyšší teplota – relativní množství  $^{18}\text{O}$  klesá)

## salinita

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



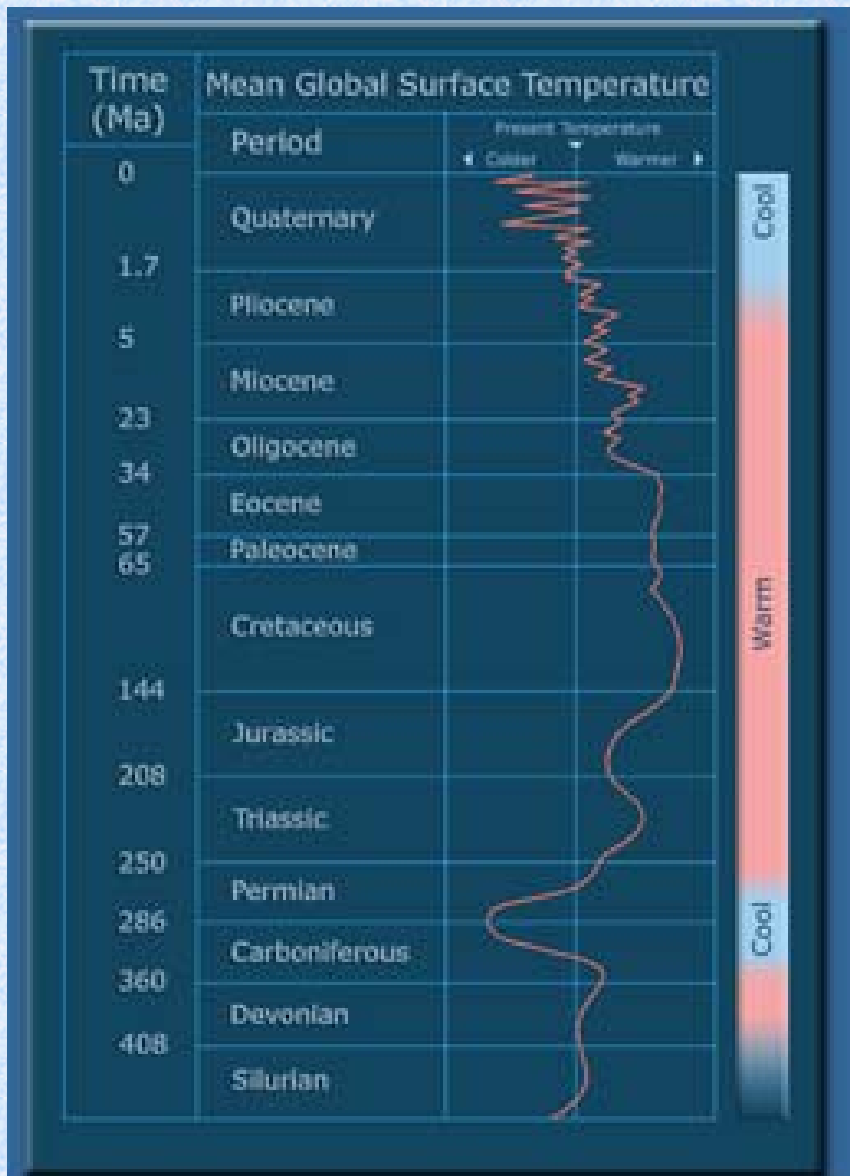
Environmental analysis of borehole HV-301 Čejkovice – comparison of some environmental factors in section 173.4-210.0 m – according to HLADÍKOVÁ (1988).



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

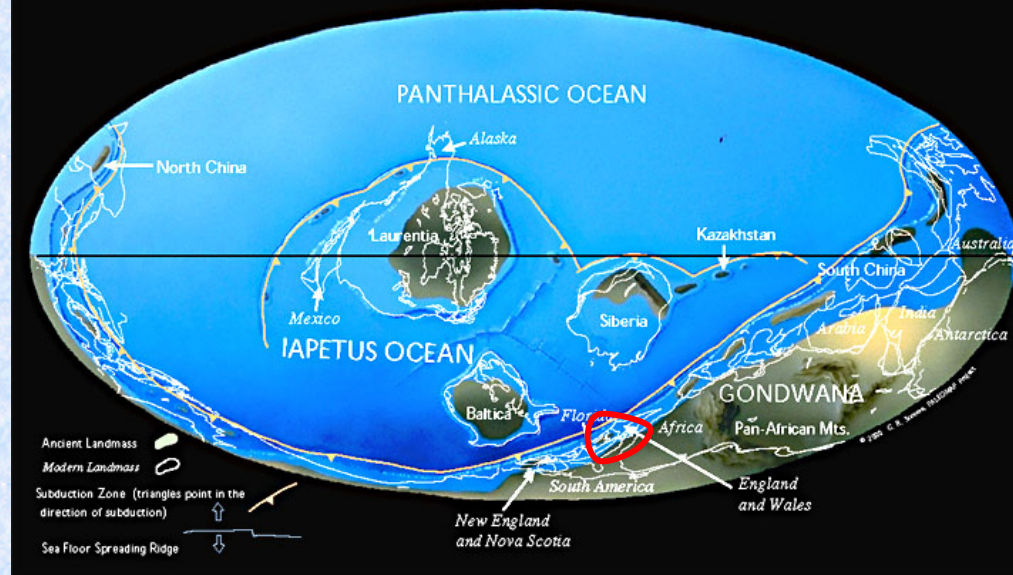
Interpretace salinity na základě izotopických analýz ze schránek měkkýšů  
Z terciéru (eggenburg)

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



## Paleobiogeografie-

Late Cambrian 514 Ma



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

aktualismus - funkční morfologie - srovnávací anatomie

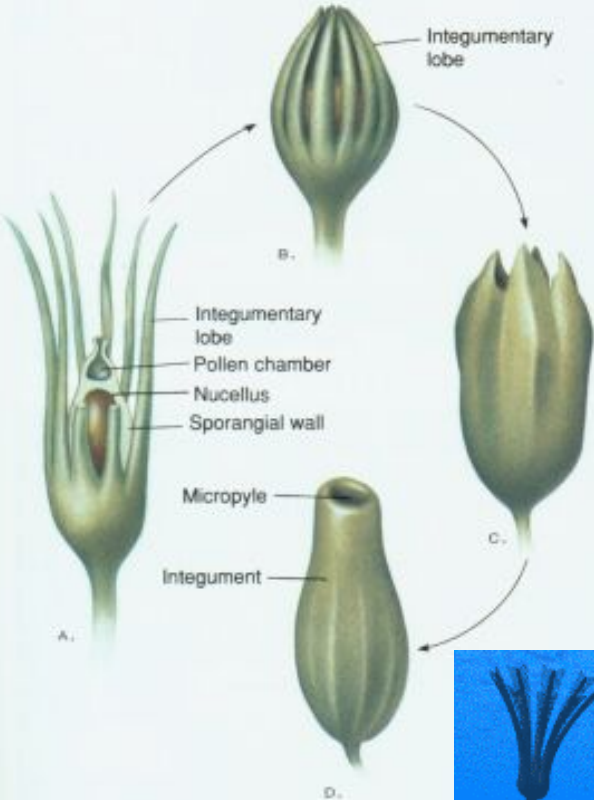
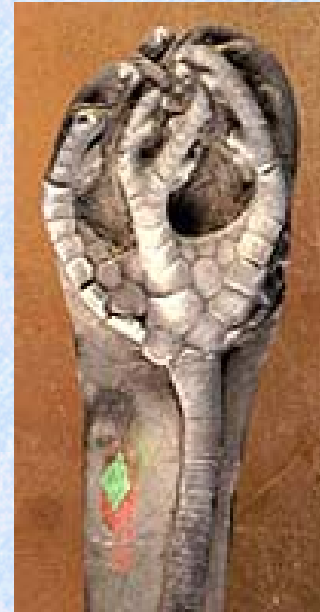


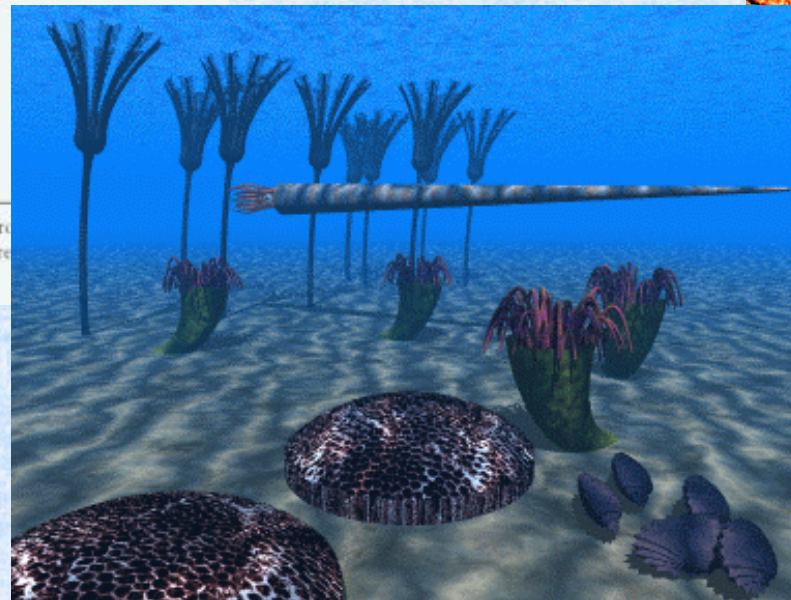
FIGURE 29.2

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, katalogizace



– oficiální sbírky formuláře