



Sedimentologie karbonátů

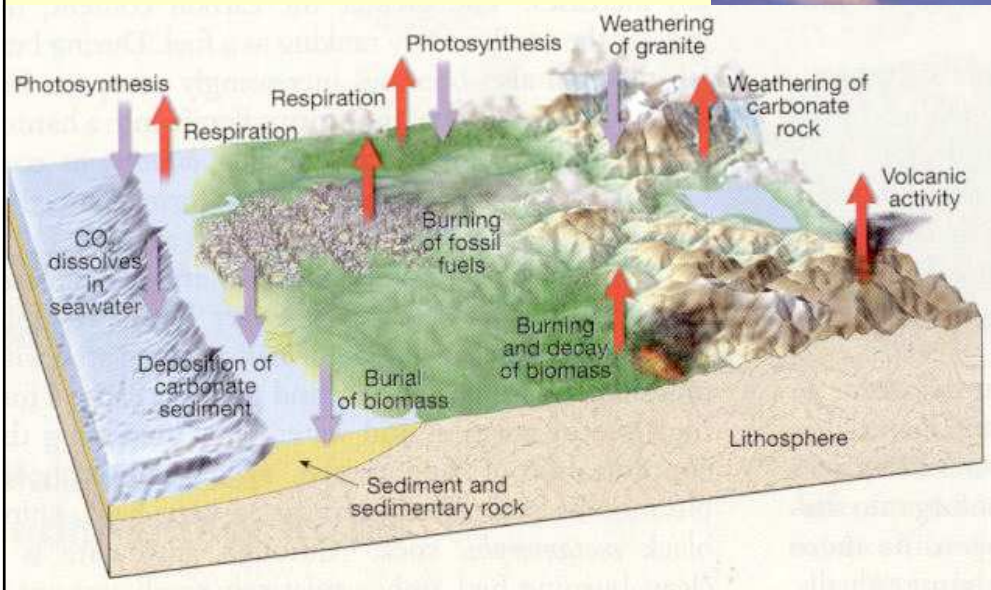
Literatura:

- Tucker, M.E. – Wright, V.P. (1990) Carbonate Sedimentology), Blackwell Oxford
- Kukul, Z. (1986): Základy Sedimentologie. Academia, Praha
- Hladil (1996) Karbonátová sedimentární tělesa



KARBONÁTOVÉ SEDIMENTY

- sedimenty složené z minerálu kalcitu, aragonitu / CaCO_3 / a dolomitu / $\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$ /
- ekonomický význam: více než 50% světových zásob ropy a plynu, ložiska Pb-Zn typu „Mississippi Valley“, nerudní surovina (vápno, cement)
- 7% povrchu souše: chemické zvětrávání CaCO_3 – uhlíkový cyklus
- vhodné chemické složení: izotopy C^{13} a O^{18} - paleoklimatologie



Usazené horniny

SEDIMENTARY ROCKS

Clastic

Non-clastic

Volcaniclastic

Tuffs
Ignimbrites

Terrigenous clastic

Mudrocks
Sandstones
Conglomerates

Carbonates

Limestones

Others

Coal
Ironstones
Phosphates
Siliceous deposits

Evaporites

Mineral grains

*Different rocks
may include:*

Quartz
Mica
Feldspar
Calcite
etc.

Lithic fragments

*Different rocks
may include
pieces of:*

Limestone
Mudrock
Volcanic rock
Metamorphic rock
Chert
etc.

Biogenic material

*Different rocks
may include:*

Shells
Skeletal material
Plant debris
Algae/Bacteria
Bone
etc.

Chemical precipitates

*Different rocks
may include:*

Carbonates
Chlorides
Sulphates
Silica
etc.

PRINCIPAL
COMPONENTS

1. Základní charakteristika

Biochemogenní sedimenty

Tvorba pevného materiálu „in situ“ (x klastické sedimenty)

Prostředí vzniku:

- Vodní prostředí: mořské, sladkovodní
- Souš: půdy (kalkrety)

Minerály:

- Kalcit /CaCO₃/
- aragonit /CaCO₃/
- Dolomit /CaMg(CO₃)₂/

Horniny:

- Vápenec: > 50% CaCO₃ (kalcit, aragonit)
- Dolomit: > 50% CaMg(CO₃)₂ (minerál dolomit)
- Travertin, pěnovec, speleotémy, atd.

Vznik:

- Biomineralizace CaCO₃ organismy
- Přímé chemické srážení
- Rekrystalizace (kalcit -> dolomit)

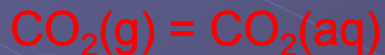


Karbonátová ekvilibria na hranici vzduch voda



Rovnovážné konstanty, závislé **nepřímo úměrně** na teplotě: vzrůst teploty = posun k levé straně rovnováhy (rovnice), pokles teploty = posun k pravé straně rovnice

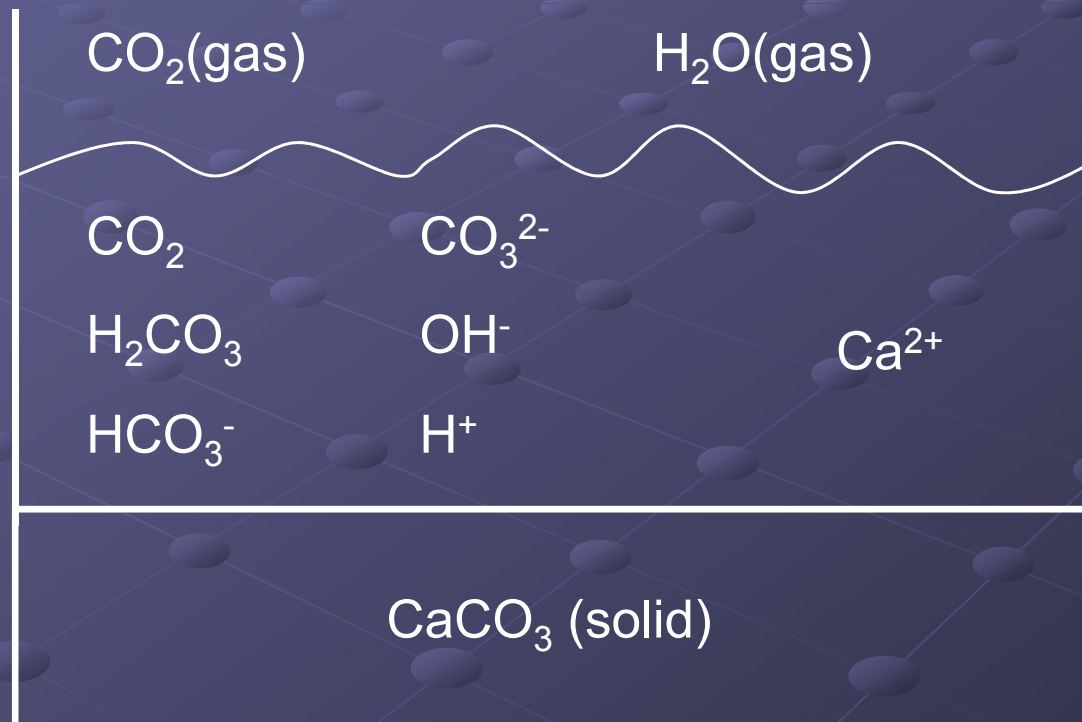
$$K_{\text{CO}_2} = \frac{(\text{CO}_2)}{p\text{CO}_2} ; \text{ pro rovnici (1)}$$



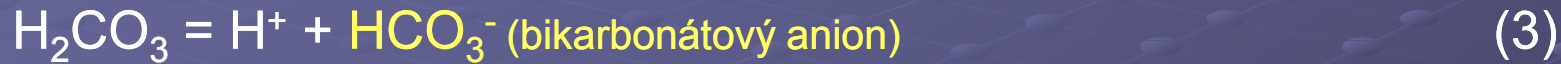
- čím nižší teplota, tím více rozpuštěného vodného CO_2
 - čím vyšší teplota, tím méně rozpuštěného vodného CO_2
- (analogie: sycené limonády :-)

Ekvilibrium na hranici vzduch oceán, oceány jsou mírně zásadité ($\text{pH} = 7,9 - 8,1$)

Karbonátová ekvilibria na hranici vzduch – voda, jednotlivé chemické komponenty



Karbonátová ekvilibria na hranici vzduch voda



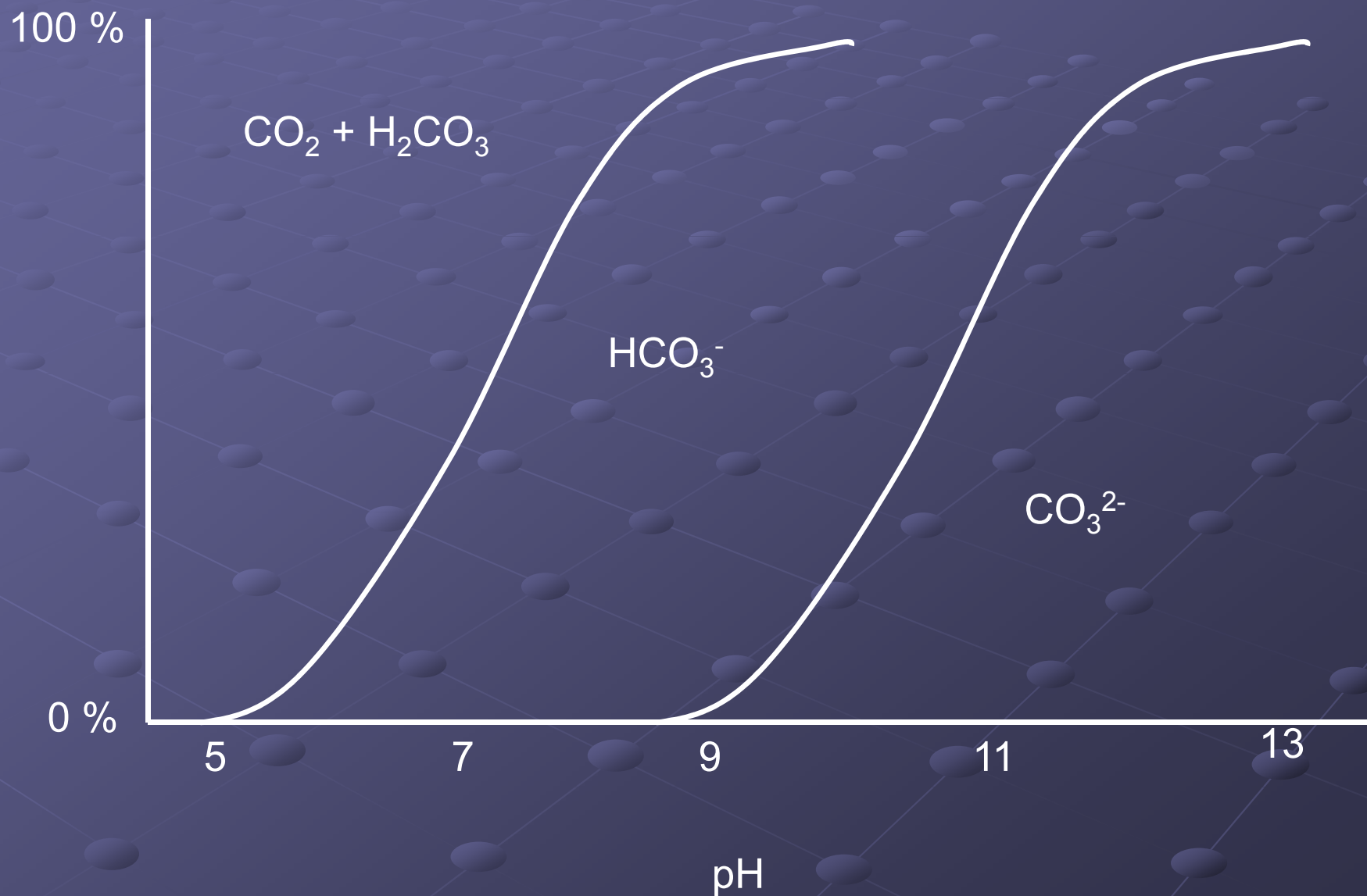
Rovnovážné konstanty, závislé **nepřímo úměrně** na teplotě: vzrůst teploty = posun k levé straně rovnováhy (rovnice), pokles teploty = posun k pravé straně rovnice

$$K = \frac{(\text{CO}_3^{2-})(\text{H}^+)}{(\text{CO}_2)(\text{H}_2\text{O})} ; \text{ pro (2)(3)(4)}$$

$$(\text{CO}_3^{2-}) = k \frac{(\text{CO}_2)(\text{H}_2\text{O})}{(\text{H}^+)} ; \text{ čím více CO}_2, \text{ tím kyselější prostředí} \rightarrow \text{rozpuštění CO}_3^{2-}$$

; čím méně CO₂, tím zásaditější prostředí → precipitace CO₃²⁻

Karbonátová ekvilibria na hranici vzduch – voda, vztah mezi koncentracemi komponent a pH



Hlubková distribuce karbonátových specií a CO₂ v oceánech

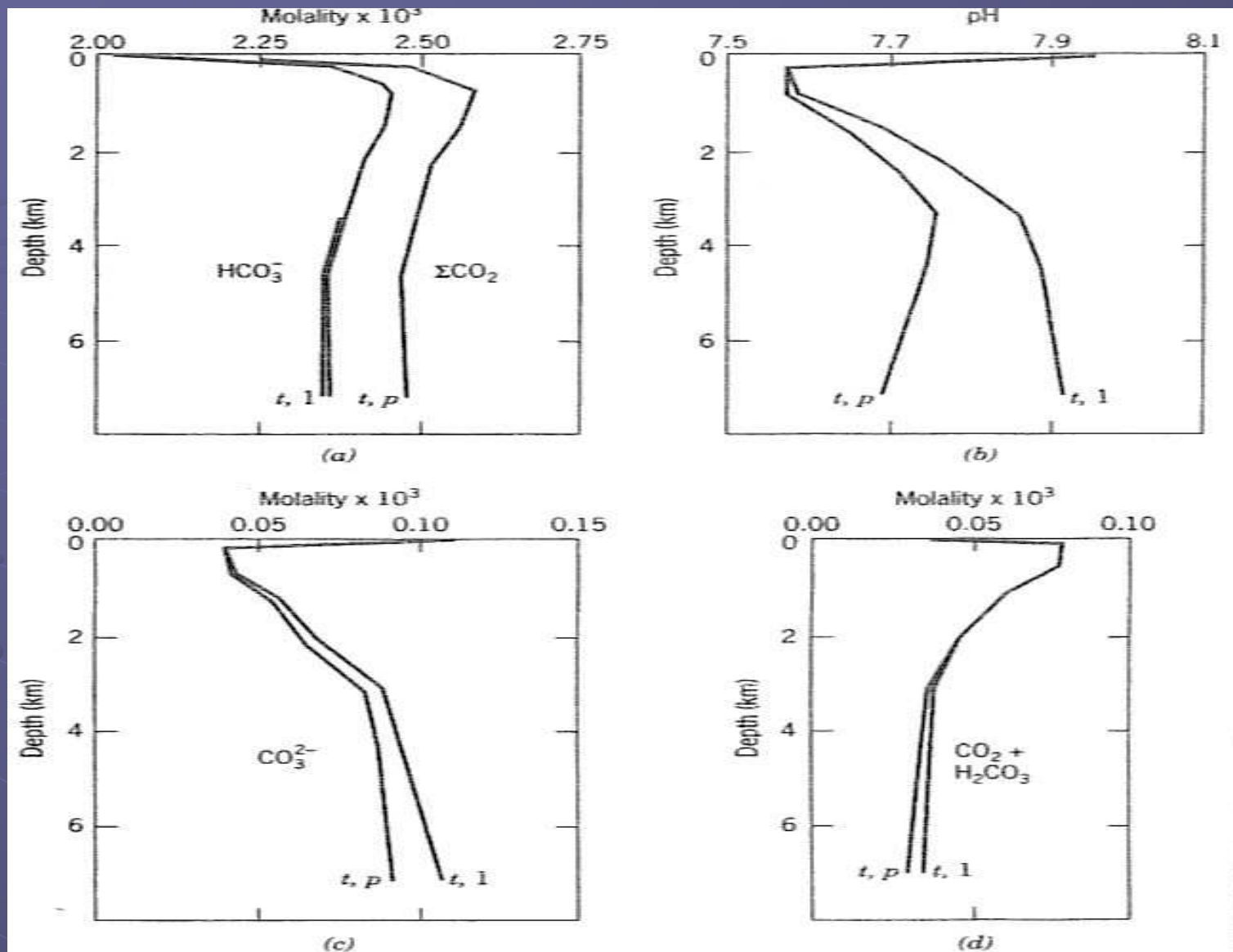


FIGURE 15.6. Vertical concentration profiles of (a) bicarbonate and ΣCO_2 , (b) carbonate, and (d) carbon dioxide + carbonic acid concentrations. Curves *t, p* have been corrected for the effects of in situ temperature and pressure on equilibrium speciation. Curves labeled *t, l* have been corrected for the in situ temperature effect, but not for that caused by pressure. *Source:* From C. Culb and R. M. Pytkowicz, reprinted with permission from *Limnology and Oceanography* vol. 13, p. 414, copyright © 1968 by the American Society of Limnology and Oceanography, Seattle, WA.

Minerály karbonátových hornin:

Aragonit:

- rombický
- biomineralizace, chemické srážení
- chemicky nestabilní (metastabilní) -> rekrystalizace na kalcit
- Izomorfní příměsi: Sr (stroncianit)

Kalcit:

- Klencový
- chemicky stabilní
- Izomorfní příměsi: Mg (magnezit), Mn, Fe

Vysokohořečnatý kalcit:

- > 4 mol% MgCO_3
- biomineralizace, chemické srážení
- chemicky málo stabilní -> rekrystalizace na kalcit

Nízkoohořečnatý kalcit:

- < 4 mol% MgCO_3
- Biomineralizace, chemické srážení
- chemicky stabilní

Dolomit:

- $\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$
- rekrystalizace, chemicky stabilní

Biomíneralizace

Minerály: produkty metabolismu organismů:

- Jednobuněční (Protozoa)
- Bezobratlí mnohobuněční
- Nižší rostliny

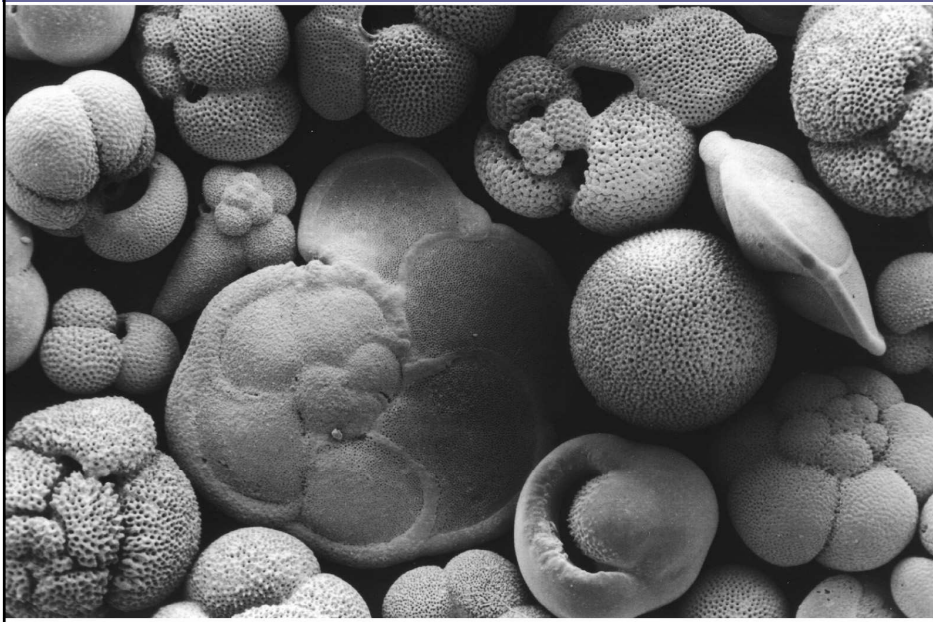
● Aragonit

● Vysoko-Mg kalcit

● Nízko-Mg kalcit

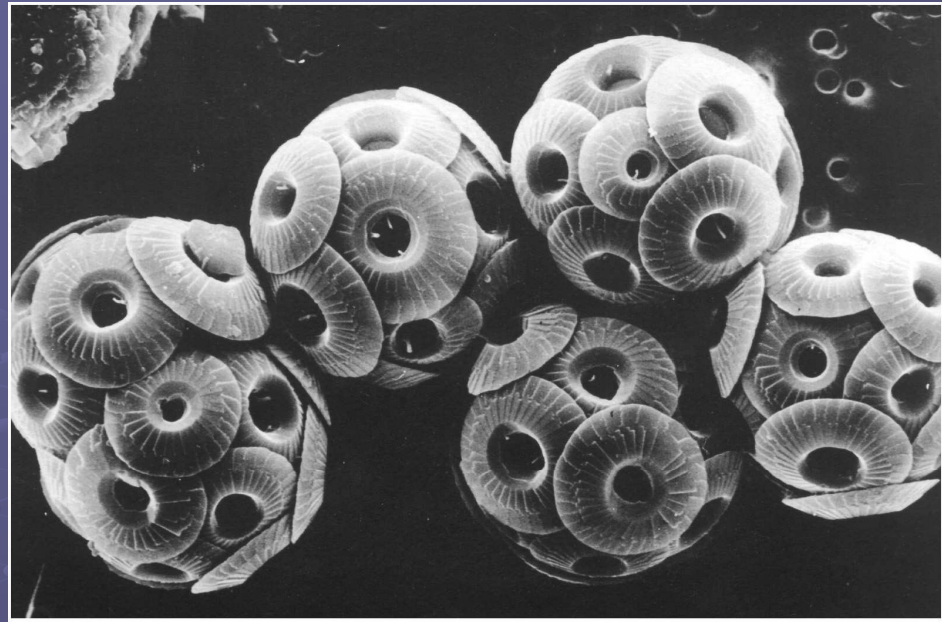
Mineralogy of Skeletal Organisms			
Taxon	Aragonite	Calcite	Both Aragonite & Calcite
		%Mg 0 5 10 15 20 30 35	
Calcareous Algae:			
Red	R	●-----●	
Green	●		
Coccoliths		●	
Foraminifera:			
Benthic	R	●-----●-----●	
Planktonic		●-----●	
Sponges:	R	●-----●	
Coelenterates:			
Stromatoporoids	●	●?	
Milleporoids	●		
Rugose		●?	
Tabulate		●?	
Scleractinian	●		
Alcyonarian	R	●-----●-----●	
Bryozoans:	R	●-----●	R
Brachiopods:		●-----●	
Molluscs:			
Chitons	●		
Bivalves	●	●-----●	●
Gastropods	●	●-----●	●
Pteropods	●		
Cephalopods	●		
Belemnoids & Aptychi		●	
Serpulids:	●	●-----●	●
Arthropods:			
Decapods		●-----●	
Ostracodes		●-----●	
Barnacles		●-----●	
Trilobites		●	
Echinoderms:		●-----●	

● Common R Rare



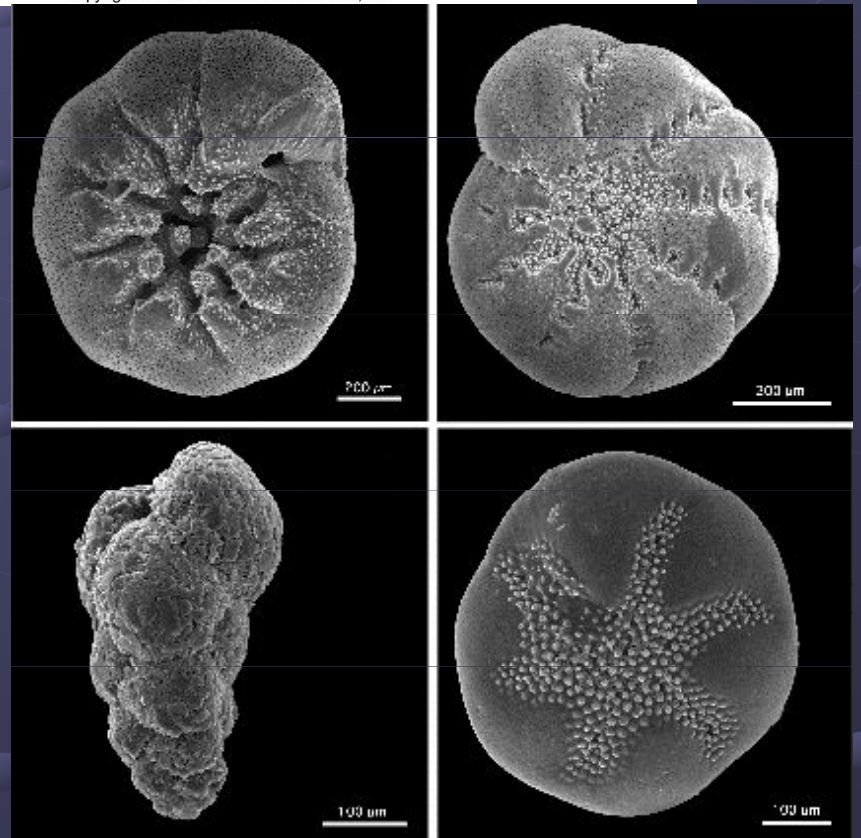
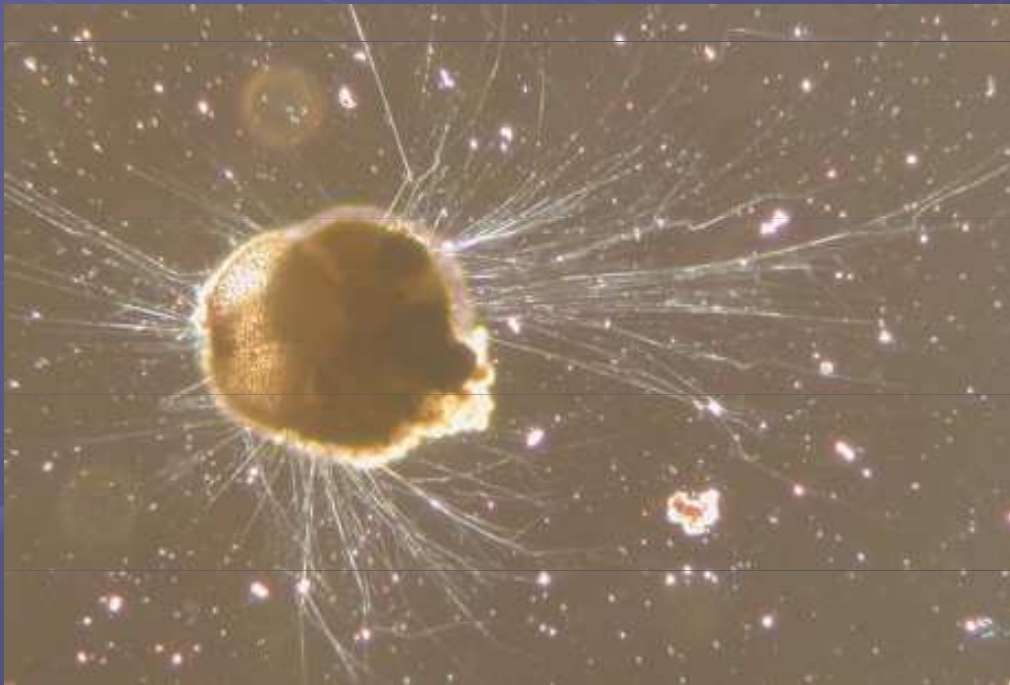
(c)

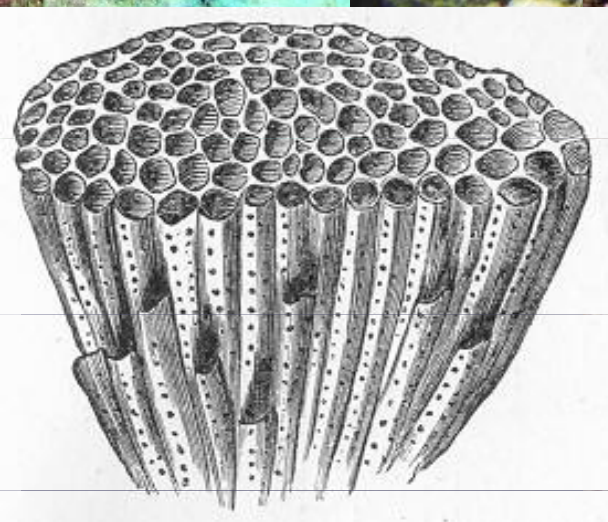
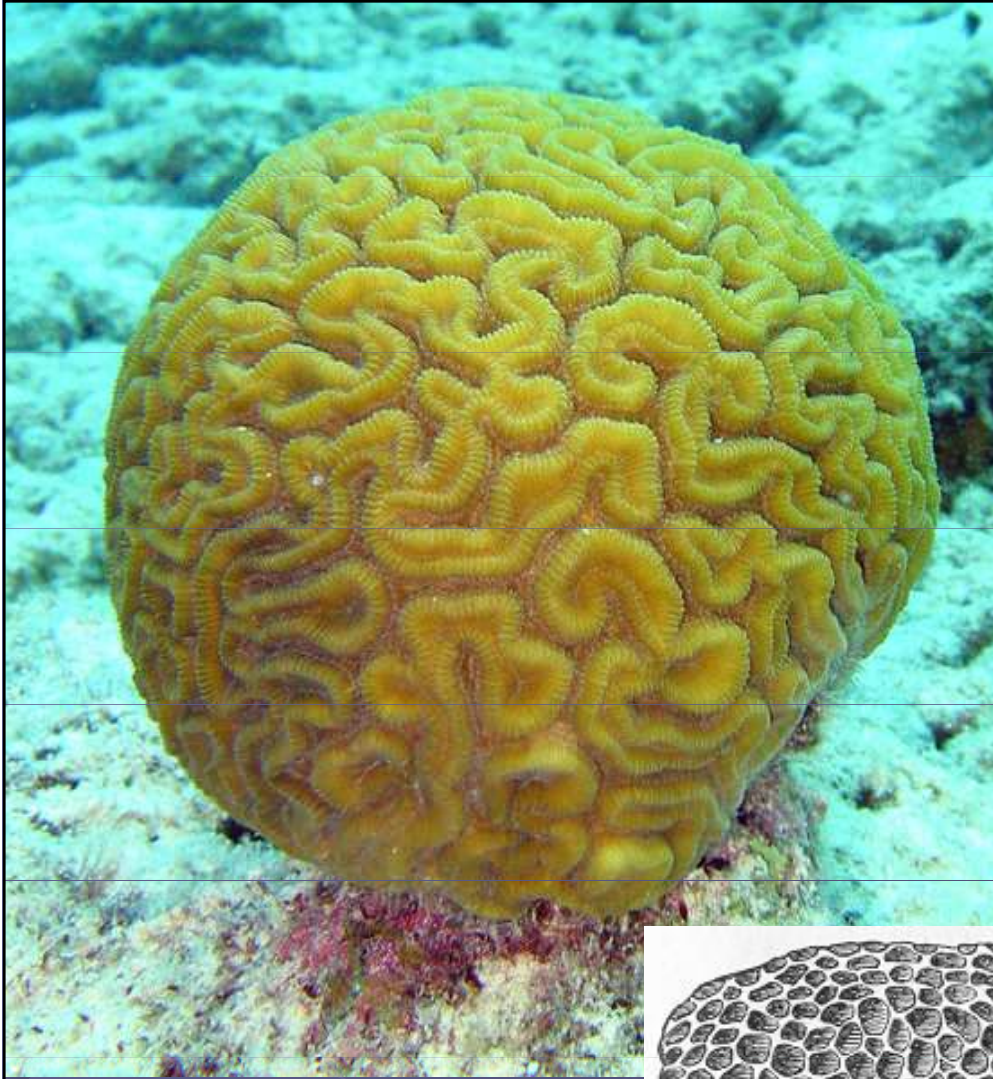
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

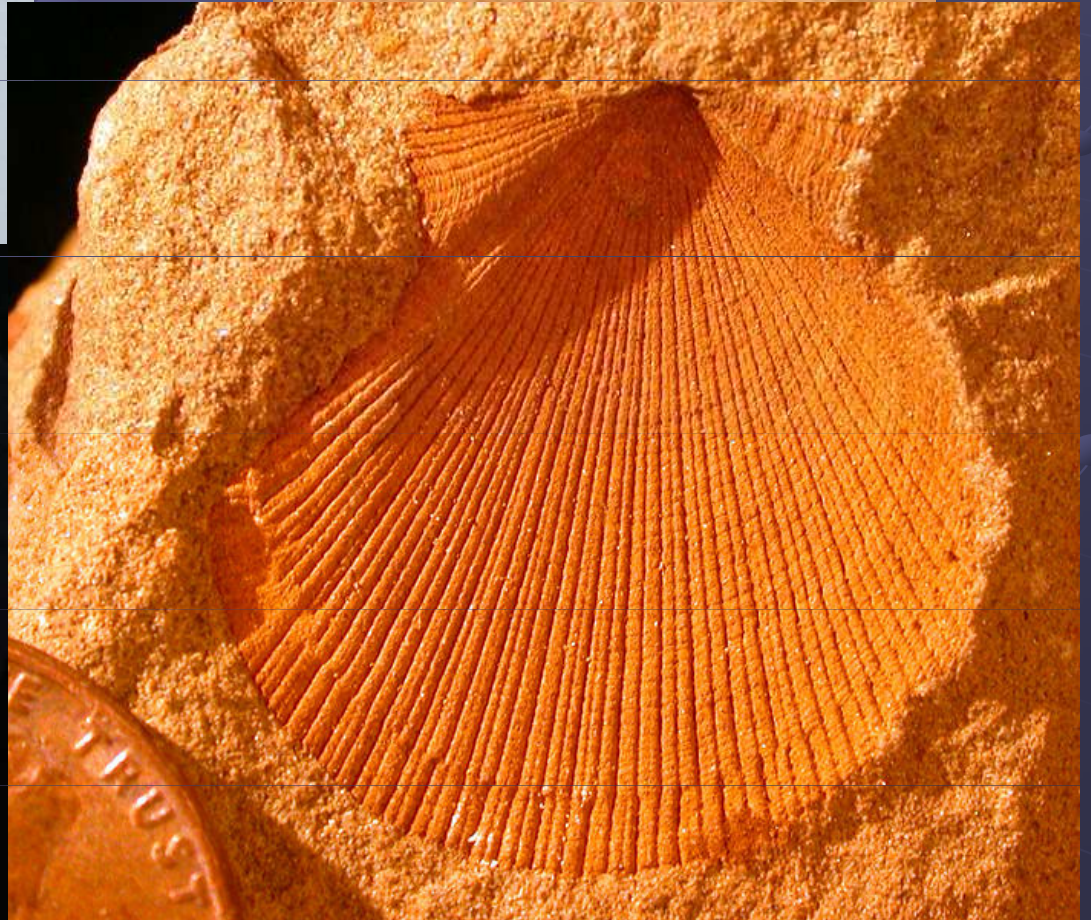


(a)

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.









Biomíneralizace ve fosilním záznamu

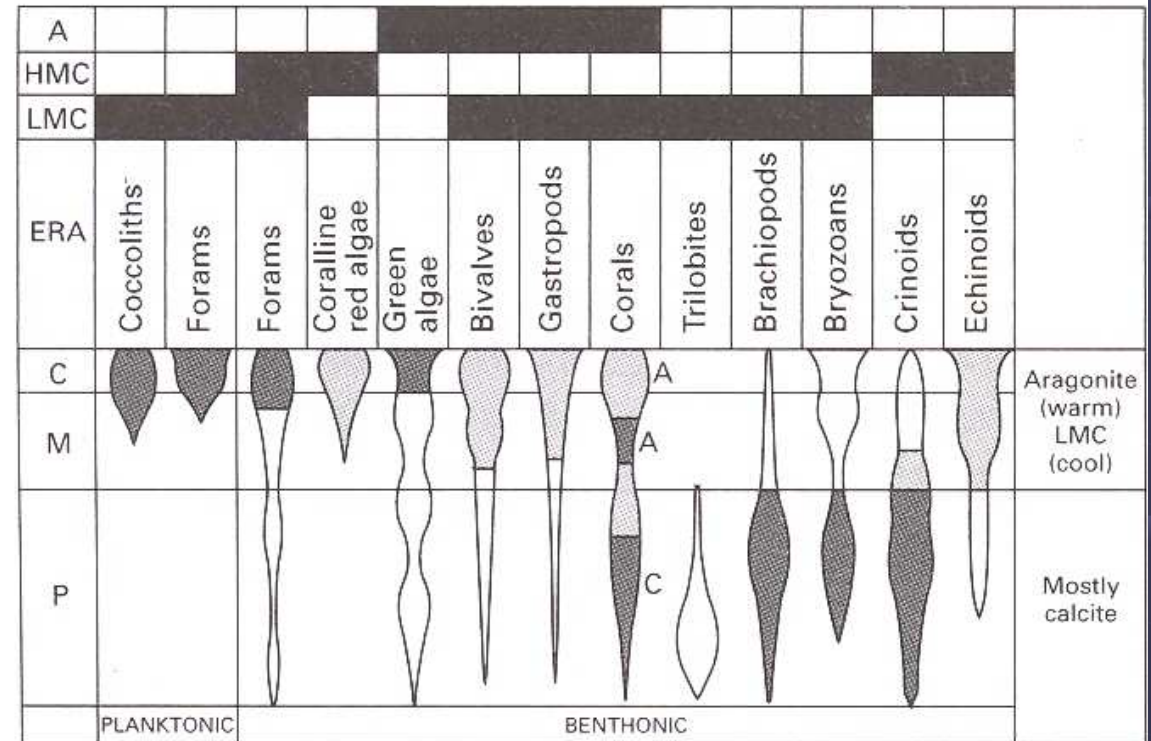
P = paleozoikum

M = mesozoikum

C = kenozoikum

- Aragonit
- Vysoko-Mg kalcit
- Nízko-Mg kalcit

Chapter 9 Shallow-water carbonate environments



Dominant



Important



Minor

A Aragonite

LMC Low magnesium calcite

HMC High magnesium calcite

2. Hlavní faktory řídící sedimentaci karbonátů

● Fyzikálně – chemické parametry prostředí (vody)

- Teplota
- Zakalení
- Salinita

● Hloubka vody

- Fotická zóna
- Kompenzační hloubka karbonátu (CCD)
- Kolísání hladiny moře (sekvenční stratigrafie)

● Hloubka vody

- Fotická zóna

● Geotektonické prostředí

- Přísun klastického materiálu (zakalení vody)
- Pohyby litosféry v podloží karbonátů

Klima (teplota) a salinita

Subtropické pásmo (30° s. a j. zem. šířky)

Asociace organismů produkujících CaCO₃

- **CHLOROZOAN** (hermatypní koráli, zelené vápnité řasy), $t > 15$ C, salinita: 32-40‰
- **CHLORALGAL** (zelené vápnité řasy)
 $t > 15$ C, salinita: > 40 ‰, < 52 ‰
- **FORAMOL** (bentické foraminifery, měkkýši, mechovky, červené řasy)
 $t: 0-32$ C, salinita: 25-35‰

Karbonátové „továrny“

Tropical factory (**tropické továrny**)

- precipitation is biotically controlled mostly by autotrophic organisms. Organisms: corals, green algae, foraminifers and molluscs.
- warm (more than 20°C) and sunlit waters
- high in oxygen
- low in nutrients
- between 30° north and 30° south of the equator
- most widespread today, and is often found fossilised.

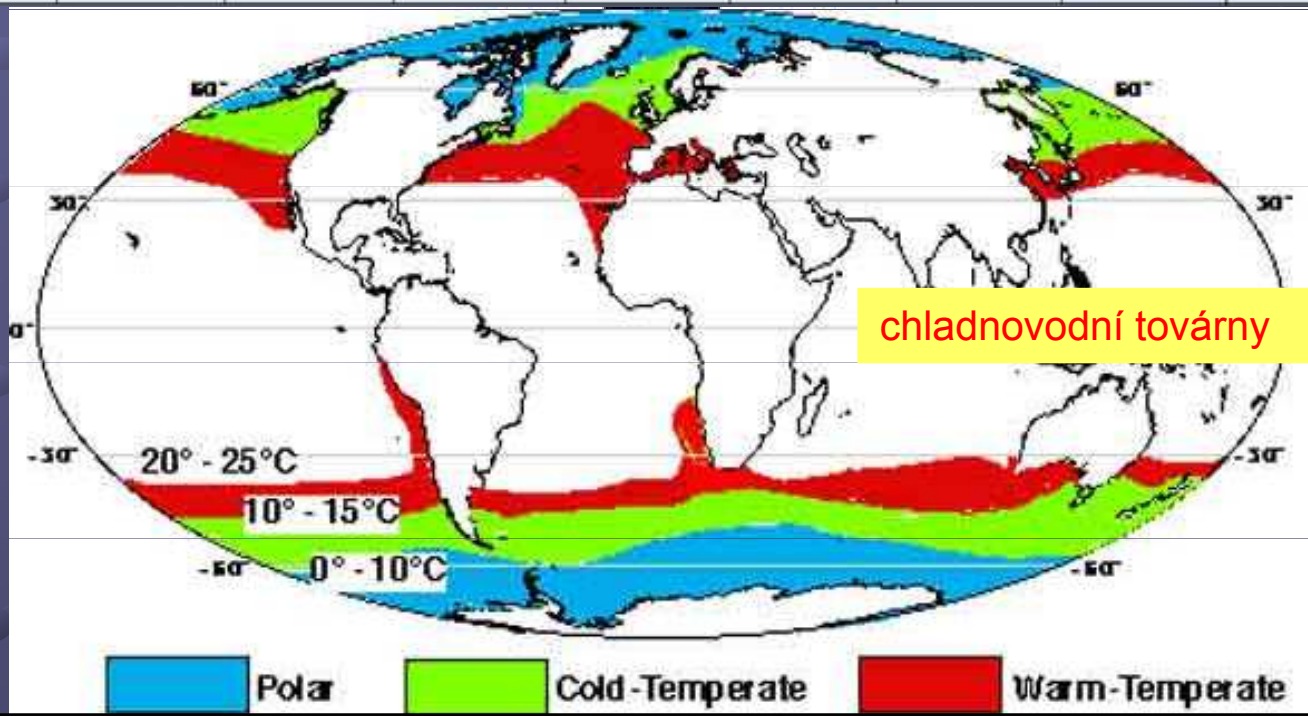
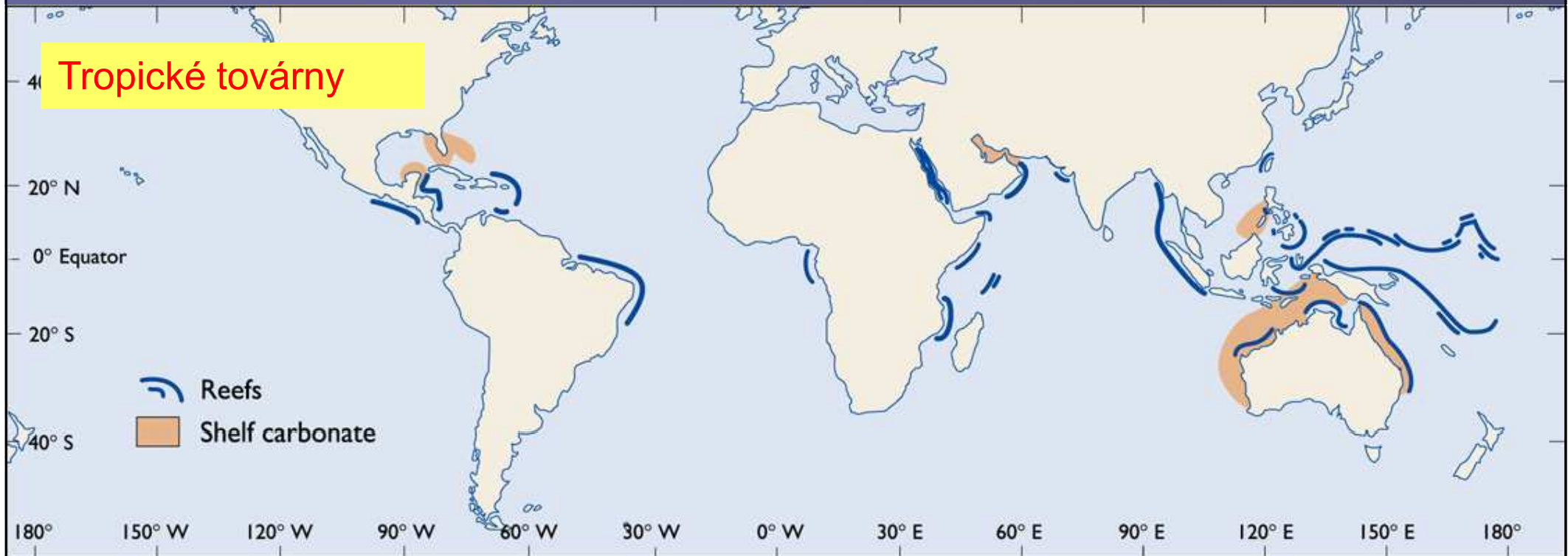
Cool-water factory (**chladnovodní továrny**)

- cooler waters
- higher latitudes than tropical factories
- Precipitation is biotically controlled by heterotrophic organisms, sometimes in association with photo-autotrophic organisms such as red algae.
- higher amount of nutrients than in tropical factories.

Mud-mound factory (**továrny kalových kup**)

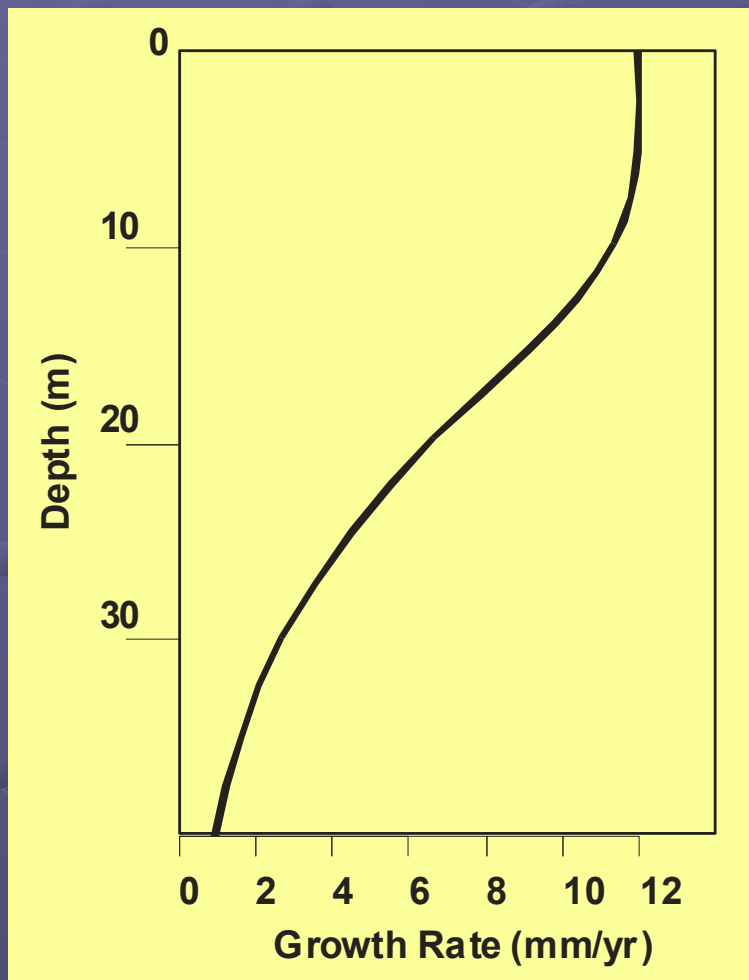
- abiotic precipitation and biotically induced precipitation
- waters high in nutrients and low in oxygen
- known only from the fossil record, especially Paleozoic and Mesozoic.

Recentní karbonátové systémy



Hloubka moře

- Účinná fotická zóna
- Vysoká alkalinita a nízké pH
- **Hloubkový gradient produktivity**



Hloubkový gradient produktivity: kenozoikum vs. svrchní karbon

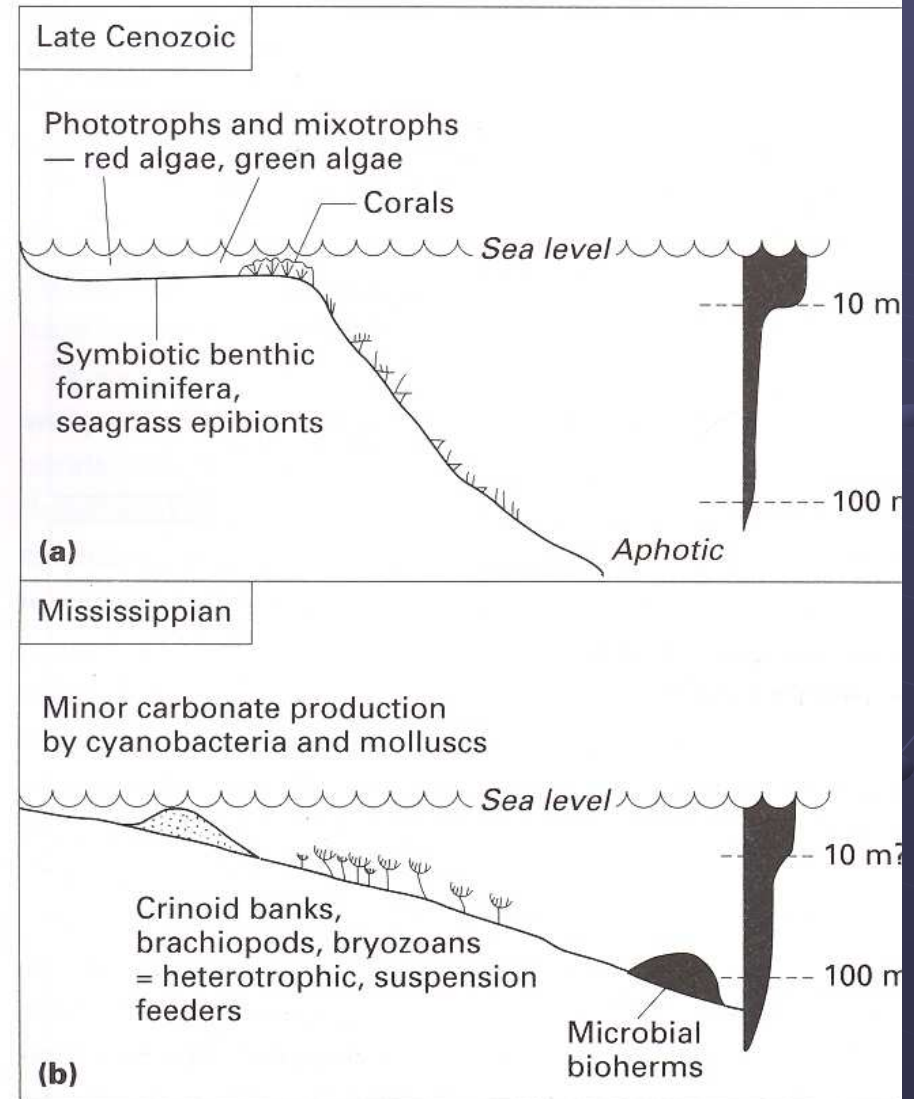


Figure 9.4 Contrasting locations and contributions made by different organisms in platform development for (a) late Cenozoic systems and Mississippian systems. Predicted depth-productivity profiles on right.

Základní procesy depozice v karbonátovém prostředí

- Progradace (přílivové plošiny, útesy)
- Vertikální akrece (subtidální karbonáty)
- Migrace těles
- Resedimentace

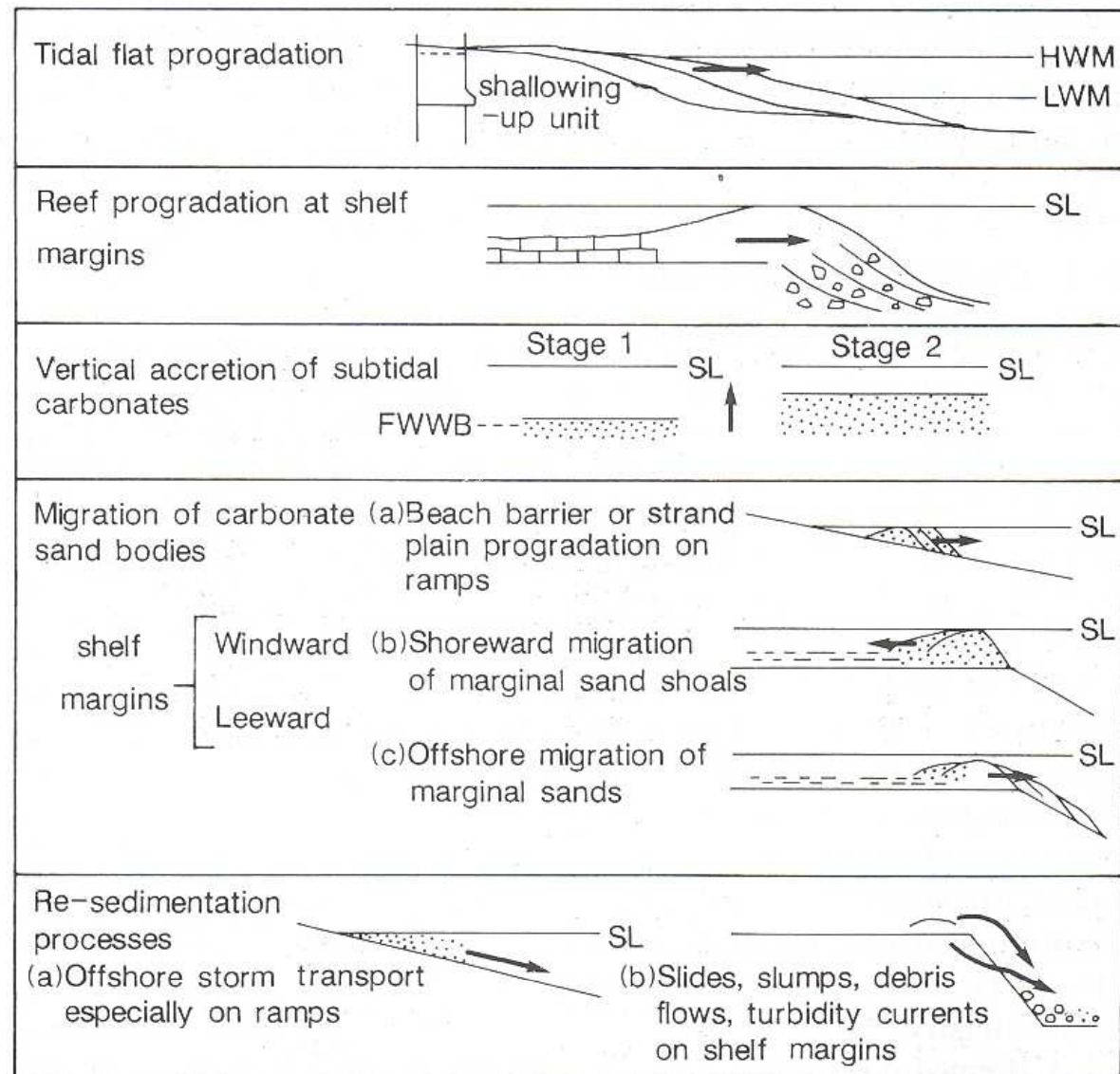


Fig. 2.5 The principal depositional processes of carbonate sediments. After Tucker (1985a).

Kolísání hladiny světového oceánu

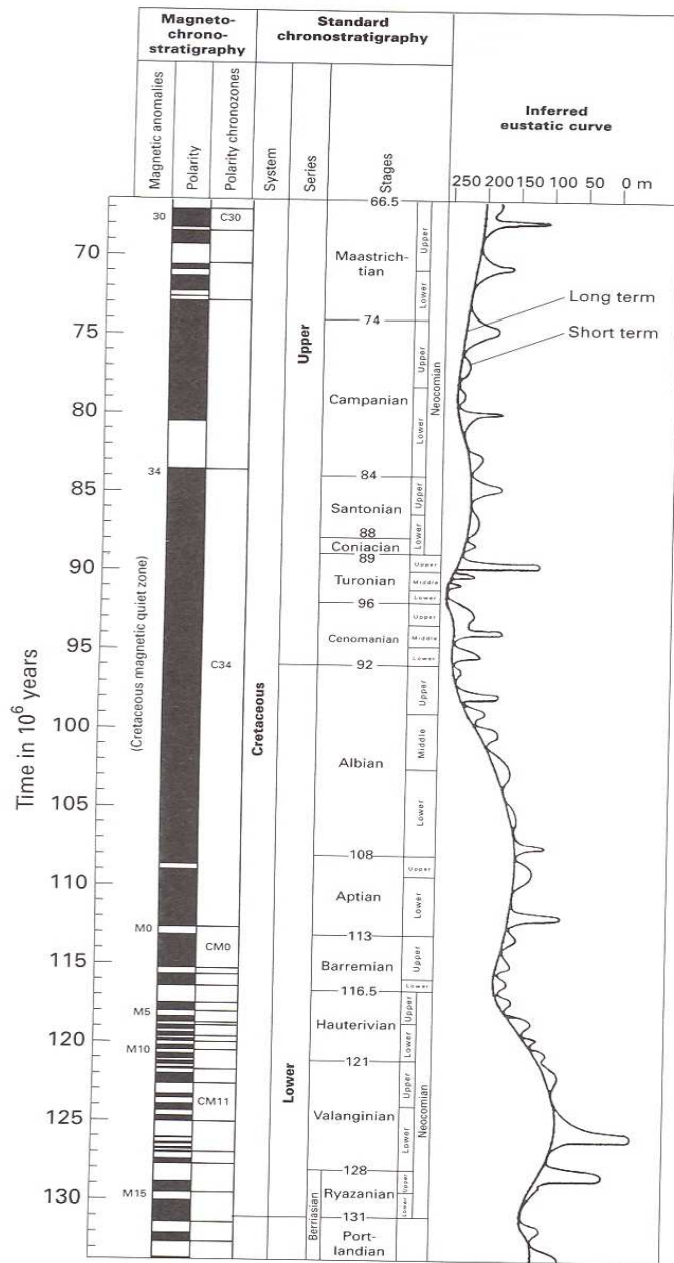


Figure 2.13 Chronostratigraphic chart and inferred eustatic curve for the Cretaceous (from Haq, Hardenbol & Vail, 1988).

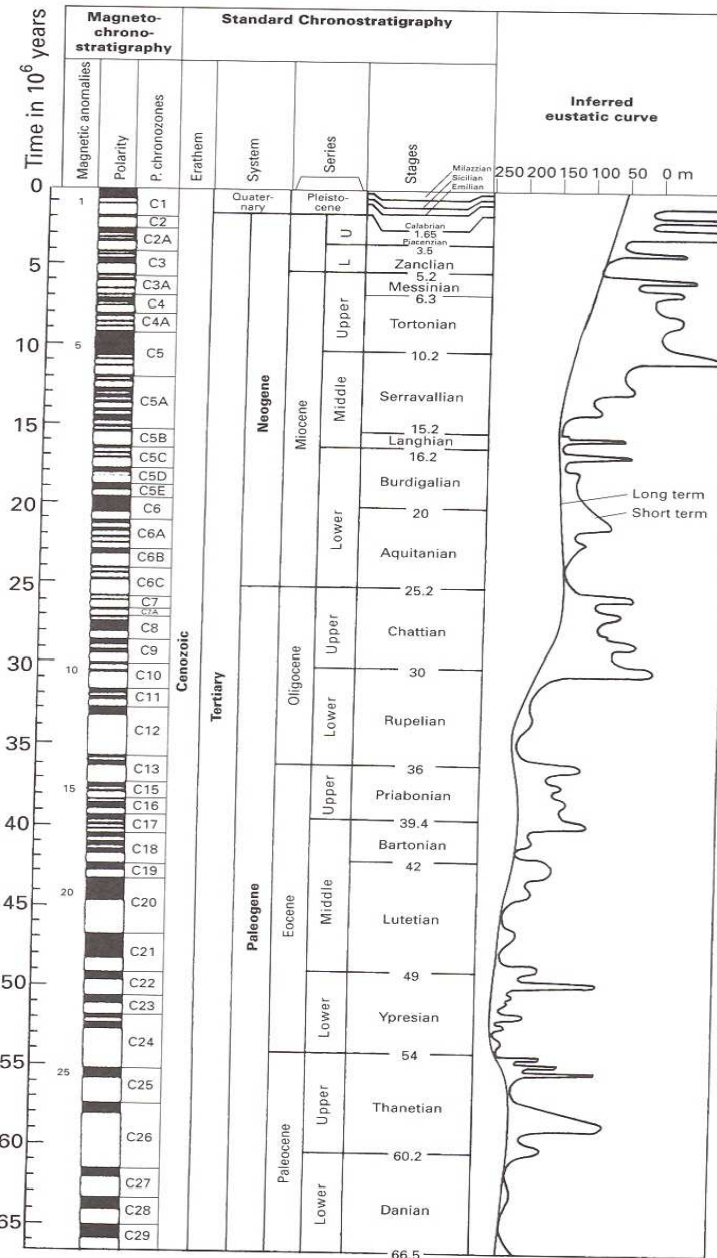


Figure 2.14 Chronostratigraphic chart and inferred eustatic curve for the Cenozoic (from Haq, Hardenbol & Vail, 1988).

Catch-up systémy „dohánějí“ hladinu Keep-up systémy „drží tempo“ s hladinou

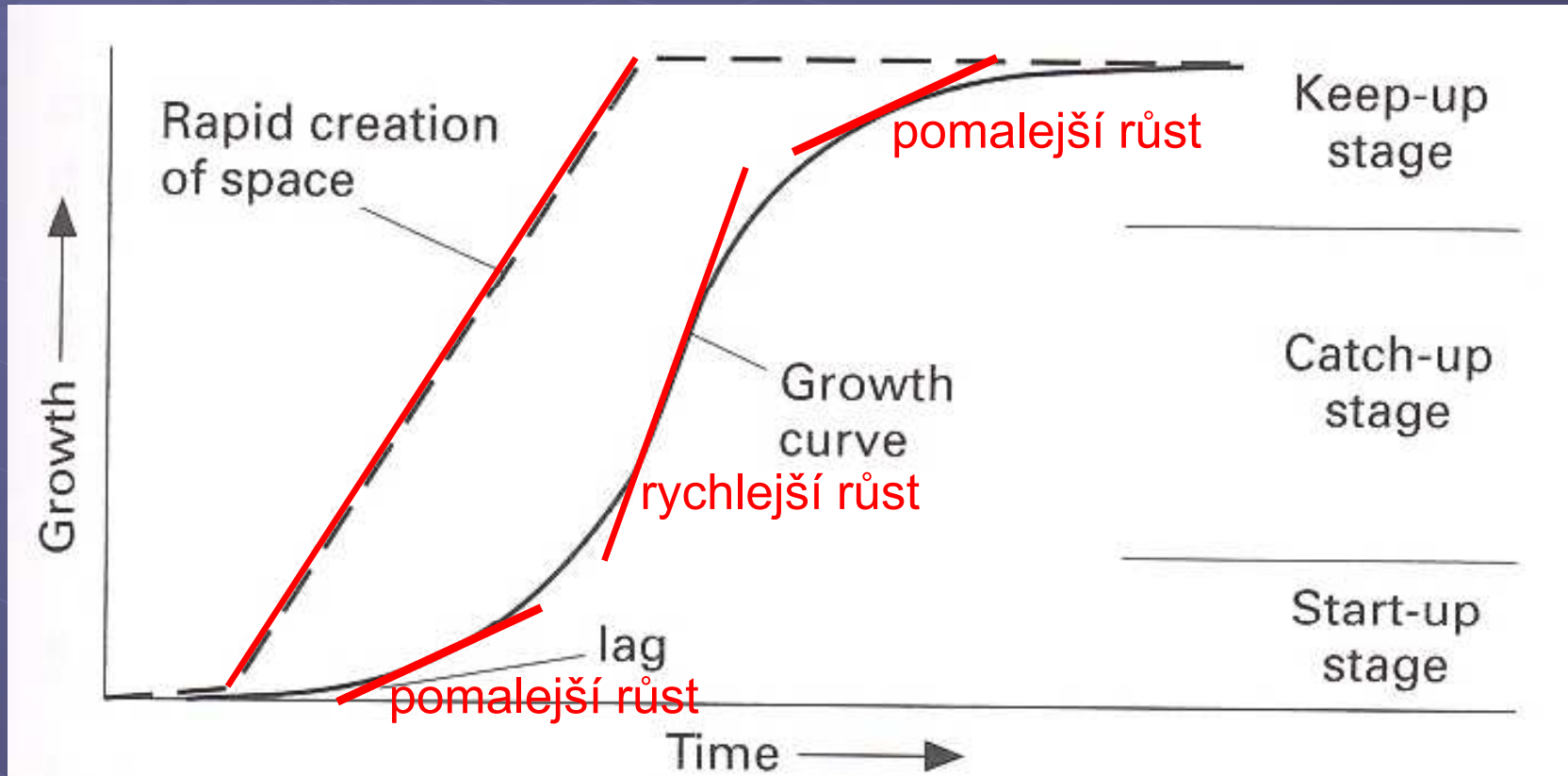
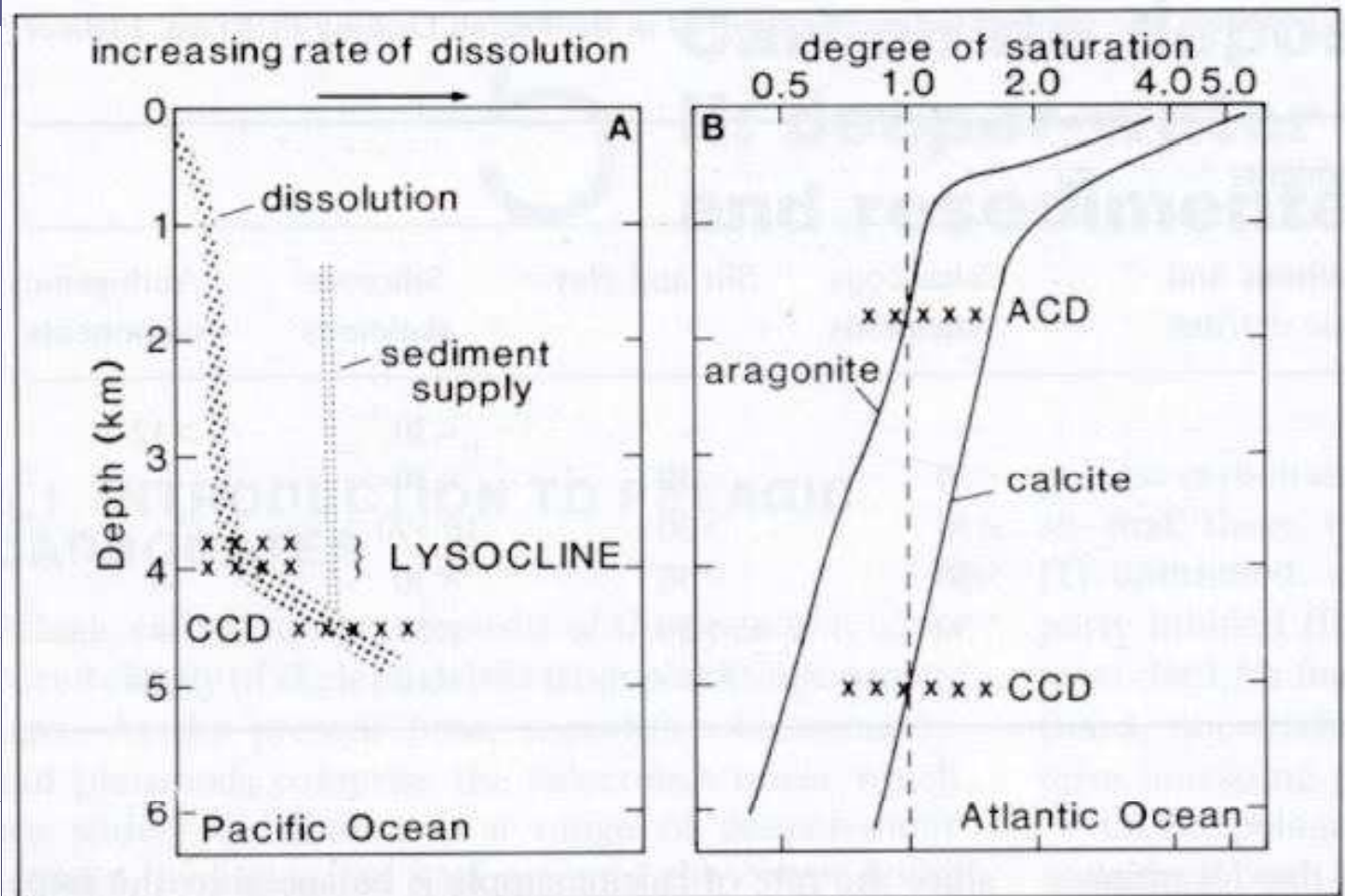
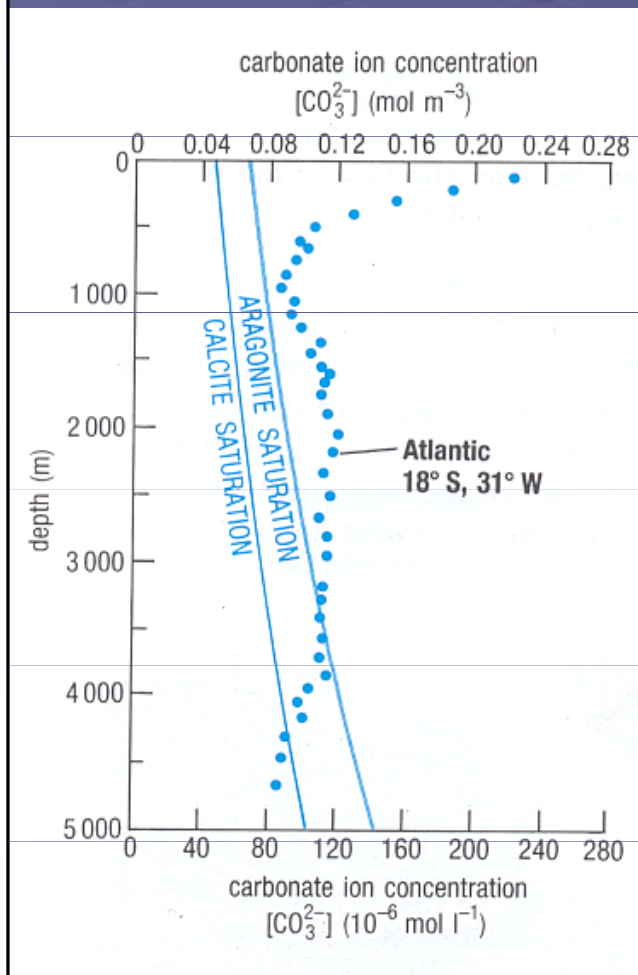


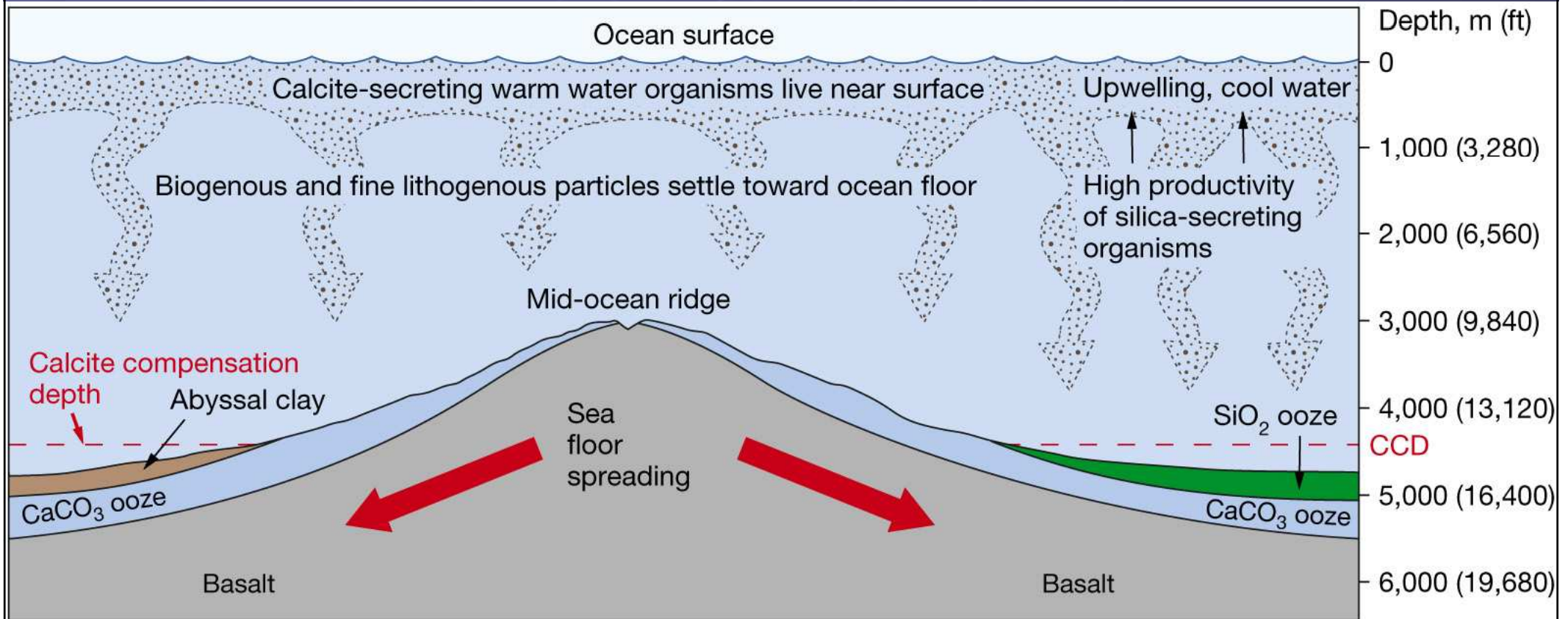
Figure 9.5 Growth curve for carbonate systems (modified from Schlager, 1992).

Hloubka moře 2: ACD, lyzoklina a CCD

- **CCD (karbonátová kompenzační hloubka):** rychlost rozpouštění > rychlost sedimentace kalcitu
- **ACD (kompenzační hloubka aragonitu):** rychlost rozpouštění > rychlost sedimentace aragonitu
- **Lyzoklina:** rychlost rozpouštění rychle vzrůstá



CCD



CCD → „sněžná čára“



Melissa Binde

http://www.mbinde.com/hiking/mountains-0203/pictures/img_0428.jpg

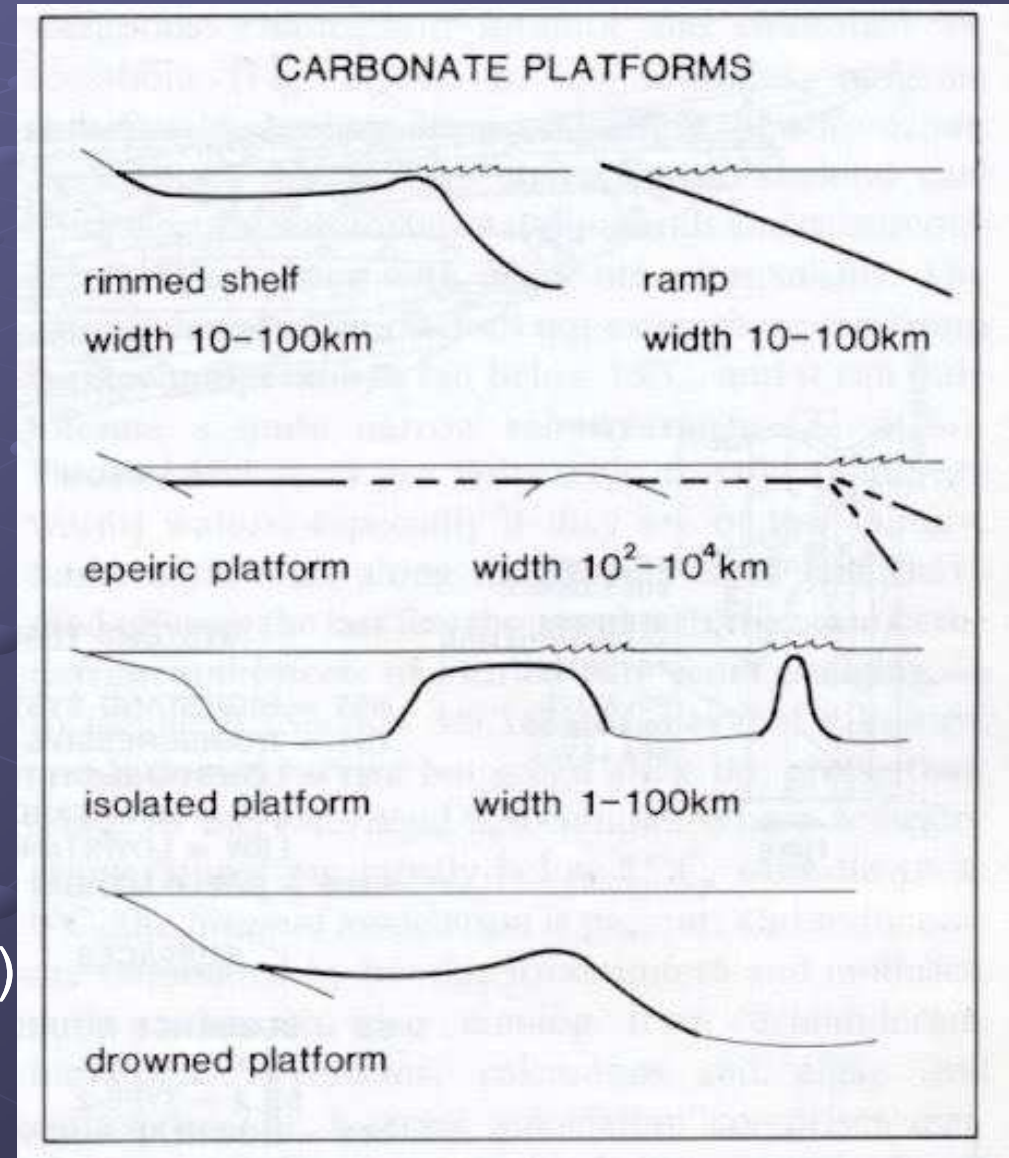
Tektonický rámec sedimentace

Snížený přísun klastického materiálu –

- Velká a malá bahamská lavice
- Velký bariérový útes
- Rudé moře

Morfologie karbonátových těles

- **Lemový šelf** (Velký bariérový útes)
- **Rampa** (Žraločí zátoka, Yucatán)
- **Izolovaná lavice** (platforma) (Bahamy)
- **Epeirická platforma** (pouze fosilní příklady, Muschelkalk, Dinant platform)
- **Potopená platforma** (Blake plateau)



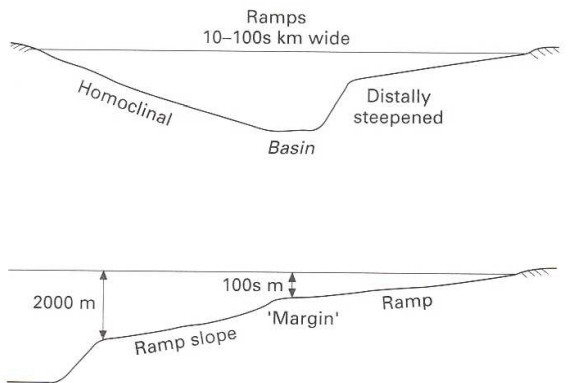
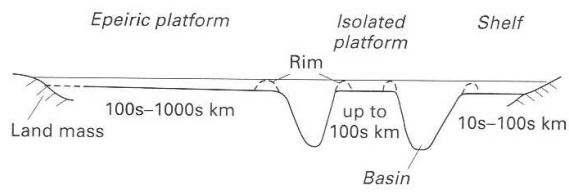


Figure 9.6 Platform types (see text).

Typy platforem

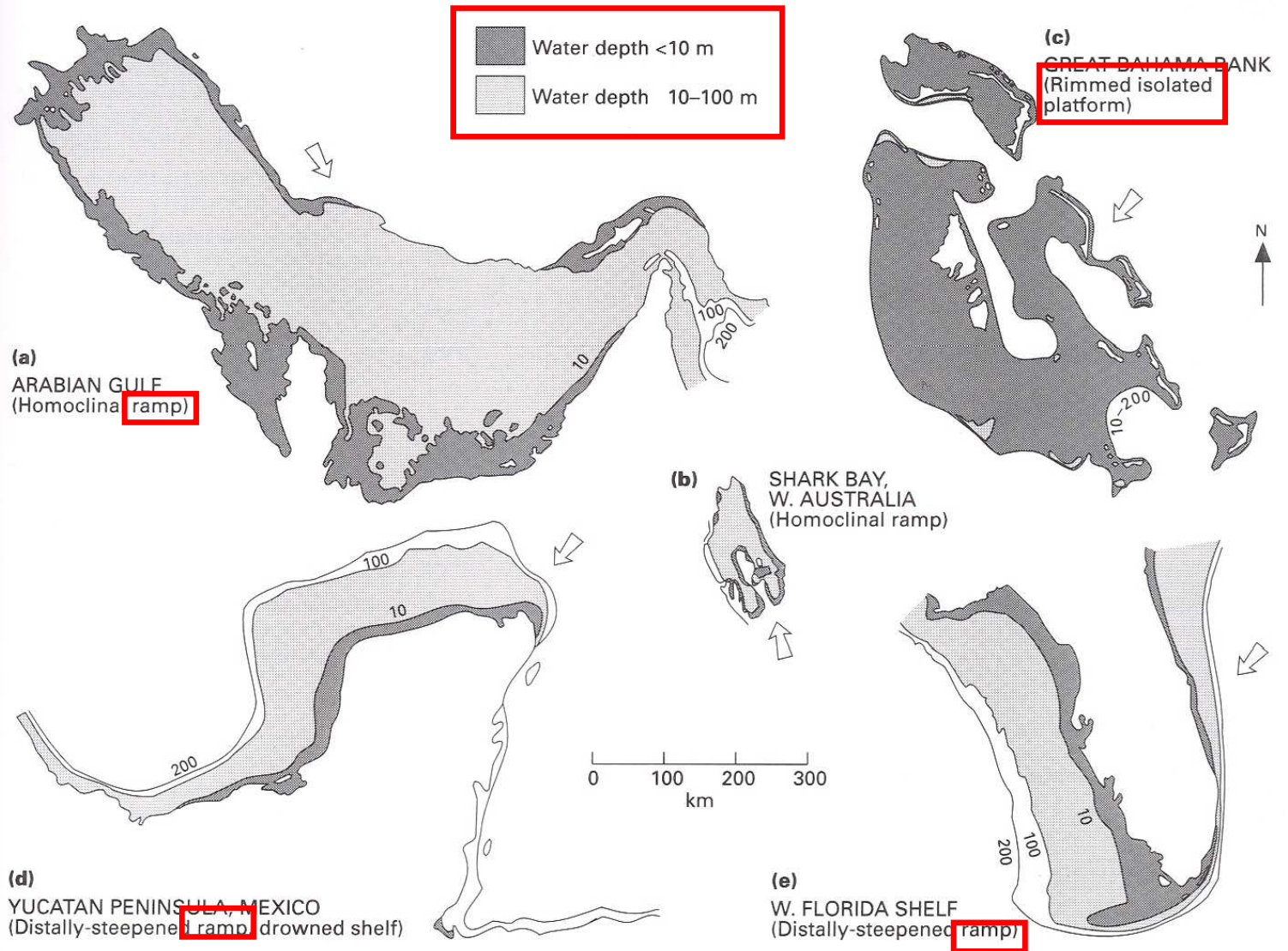
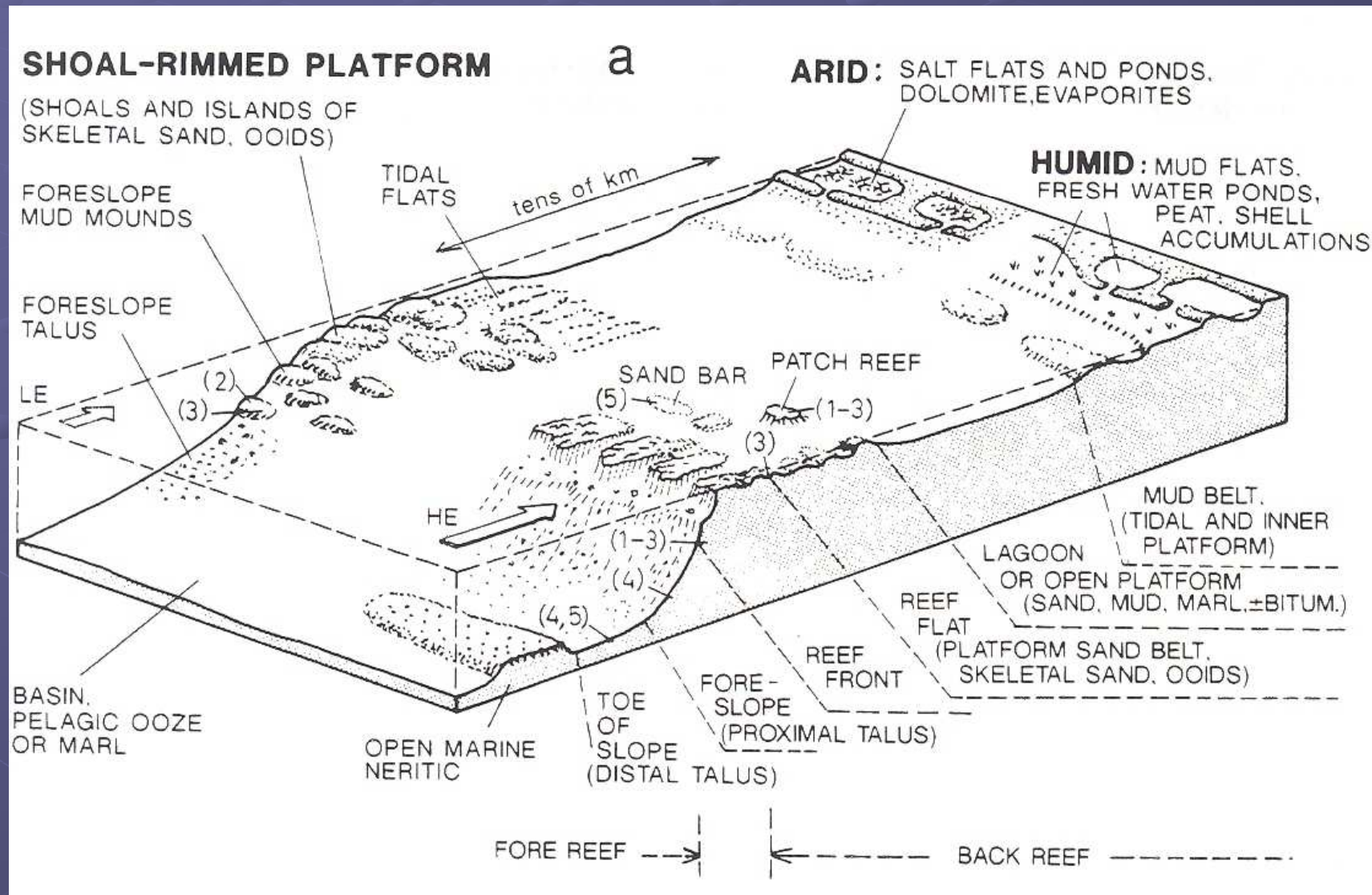


Figure 9.58 Modern carbonate platforms drawn to the same scale, showing the areas exposed by relative sea-level falls of 10 m (black), 100 m (stippled), and 200 m (blank). Arrows represent dominant wind directions. Note that for a relative sea-level fall of 10 m, only the marginal areas of ramps, but the whole of a flat platform top,

will be subaerially exposed. For a 100 m fall, basins with homoclinal ramps would be drained, while the margins of rimmed shelves and distally steepened ramps would retain some substrate for lowstand sediment production (after Burchette & Wright, 1992).

Lemový šelf

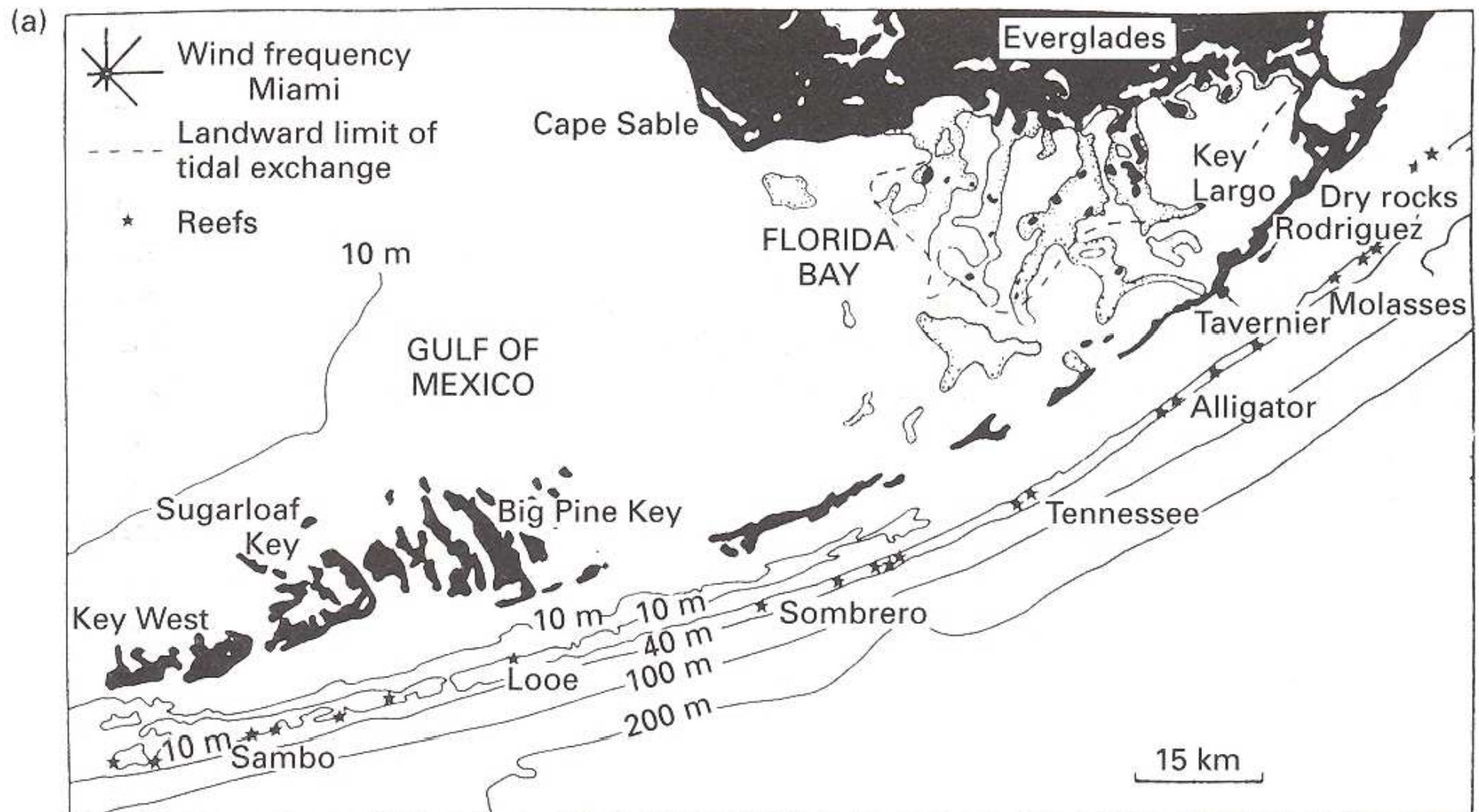
- přilehlý k pevnině
- plochý povrch (sklon $< 0,2^\circ$)
- hrana šelfu – útesová bariéra, oolitové píščiny
- prudký svah (sklon až 40°) -> hluboké moře



Příklad lemového šelfu

Floridský šelf, batymetrie (hloubka vody)

Florida Keys



Florida Keys

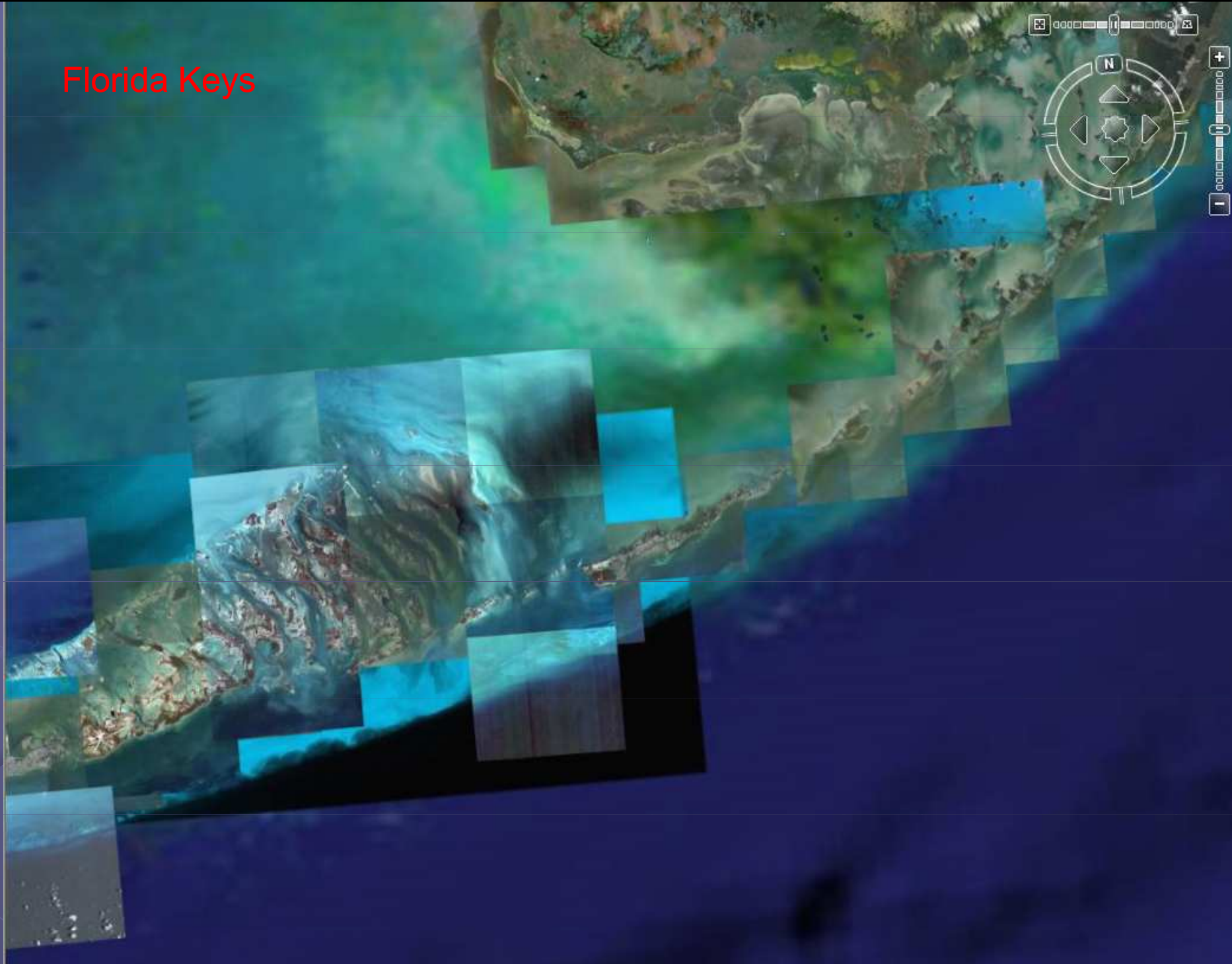
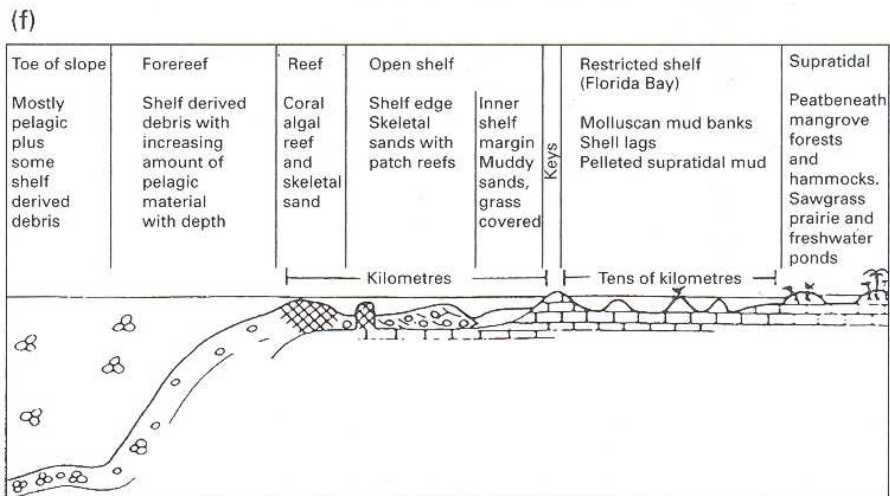
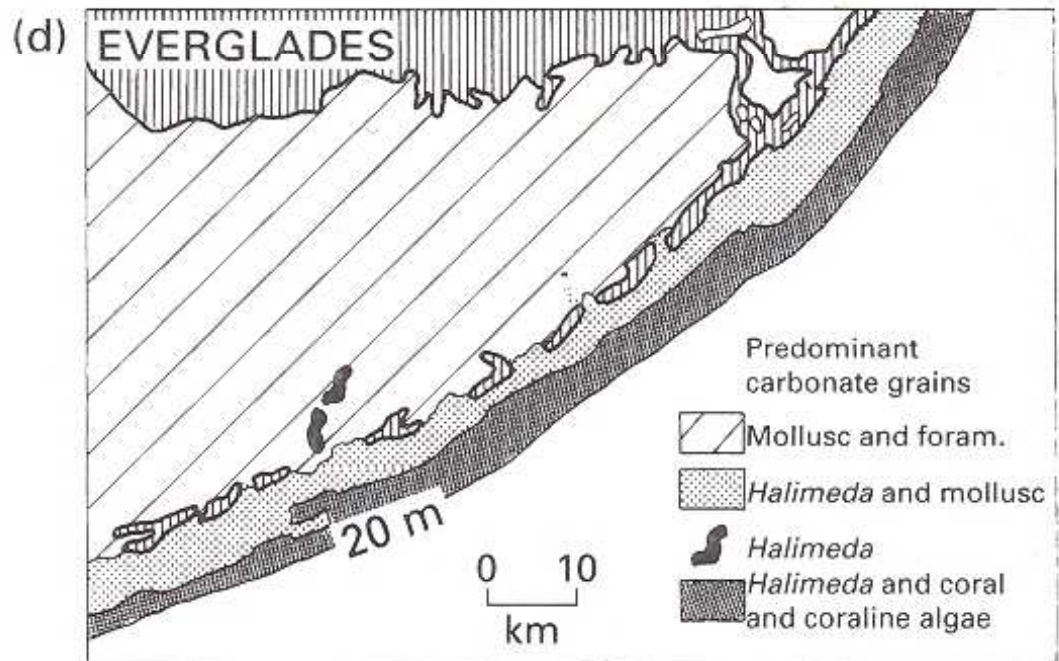
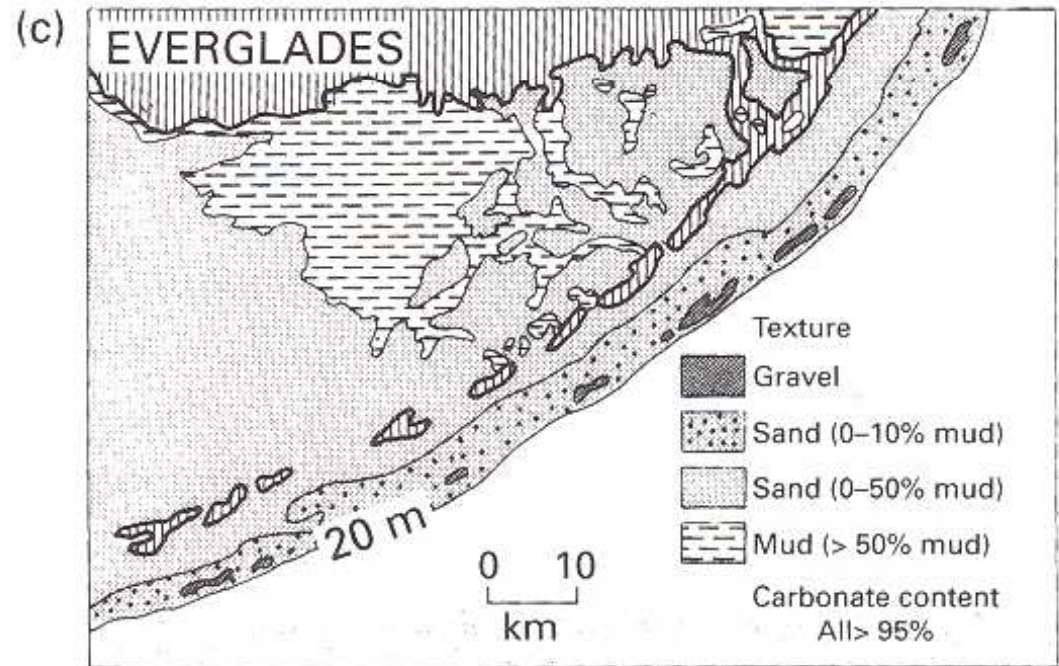
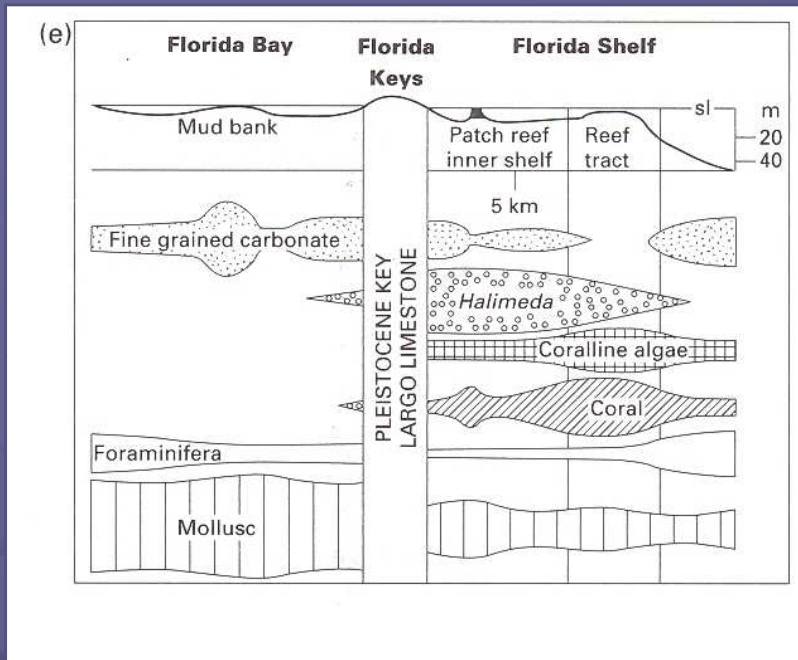


Image NASA
Image © 2008 TerraMetrics
Image © 2008 DigitalGlobe
Image © 2008 The Florida Department of Environmental Protection

© 2007 Google™

Floridský šelf: struktura a složení sedimentu



Belize rimmed shelf



Glovers Reef

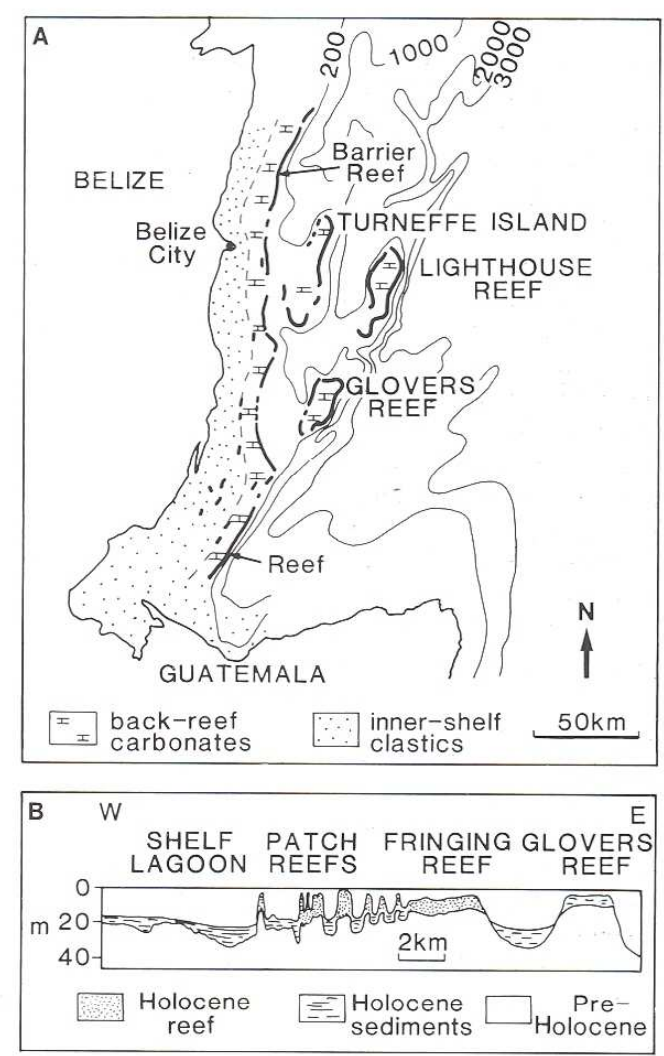
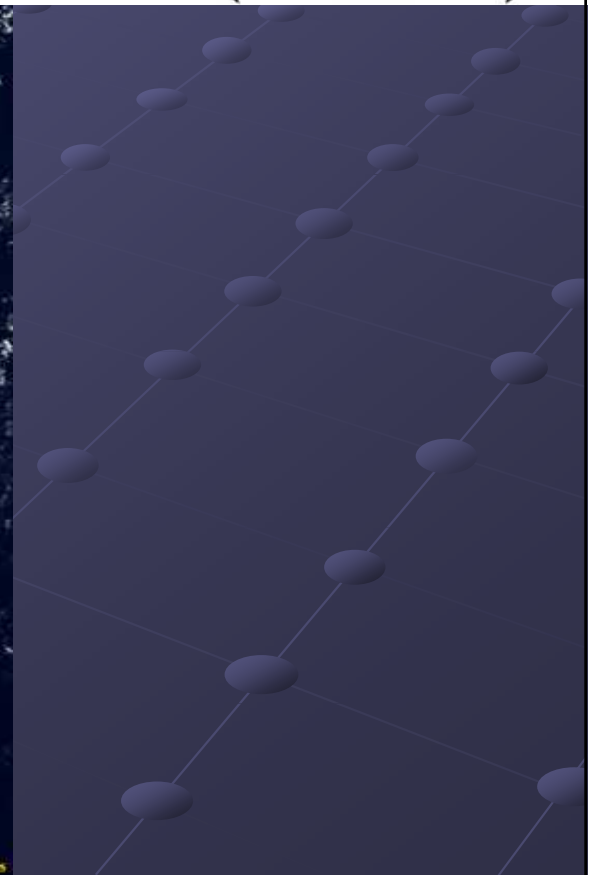
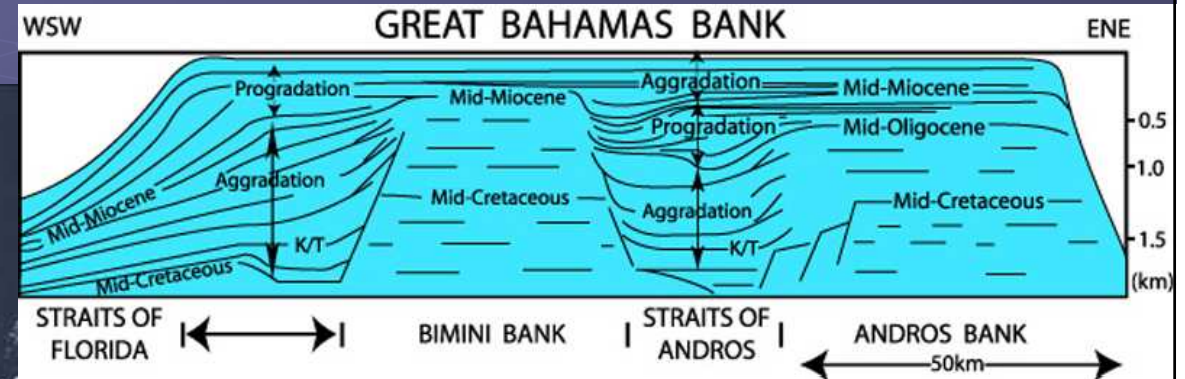
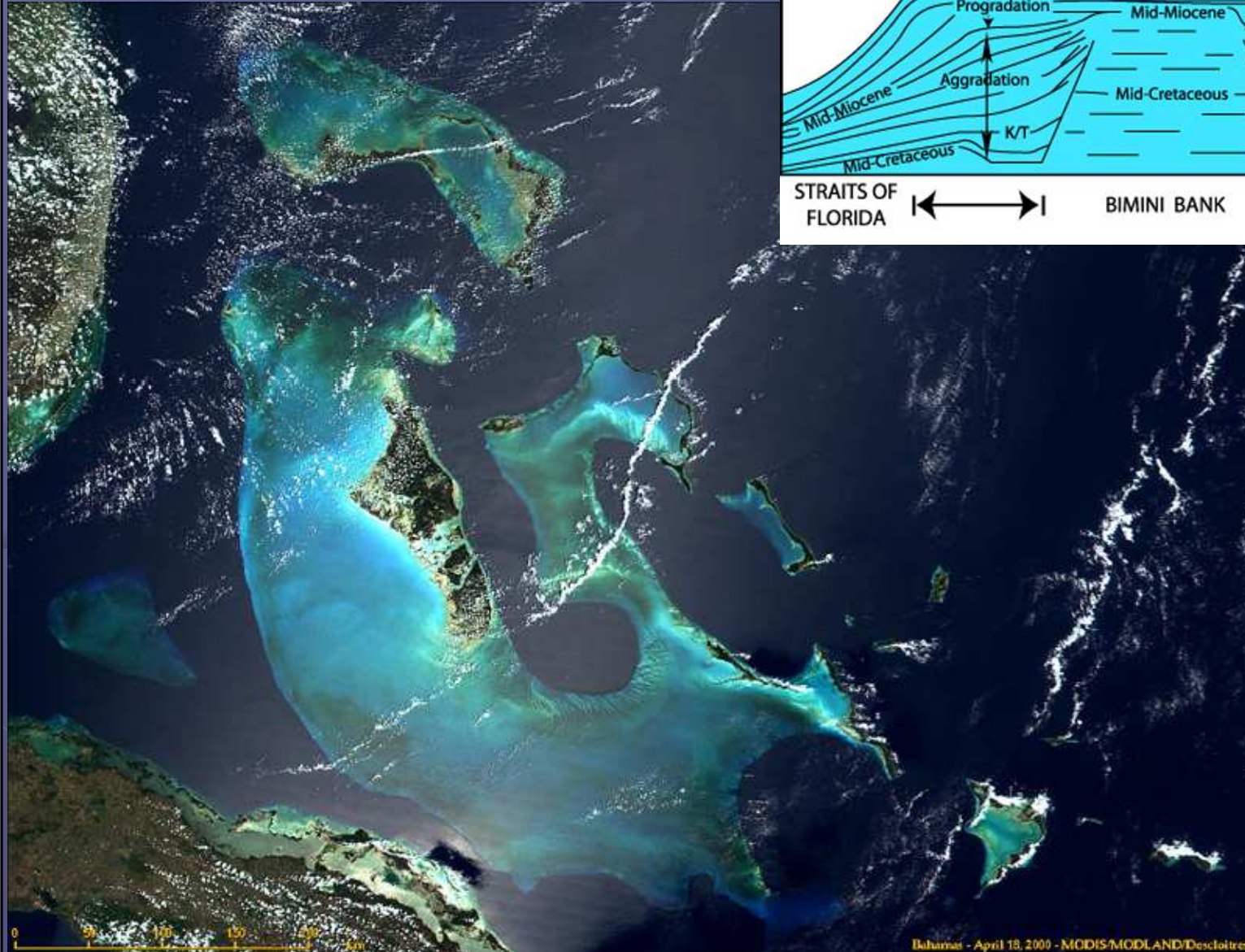


Fig. 2.8 The Belize carbonate rimmed shelf. (A) Map showing shelf-margin barrier reefs and reefs around isolated platforms (Lighthouse and Glovers Reefs and Turneffe Island). (B) Sketch cross-section from a seismic profile showing development of modern reefs upon pre-existing topographic highs of Pleistocene limestone. After James & Ginsburg (1979).

Image NASA
Image © 2008 TerraMetrics

Image © 2008 DigitalGlobe
Datový proud 100%

Izolovaná platforma: velká bahamská lavice



Růst Velké bahamské lavice: progradace klinoforem v seismickém profilu

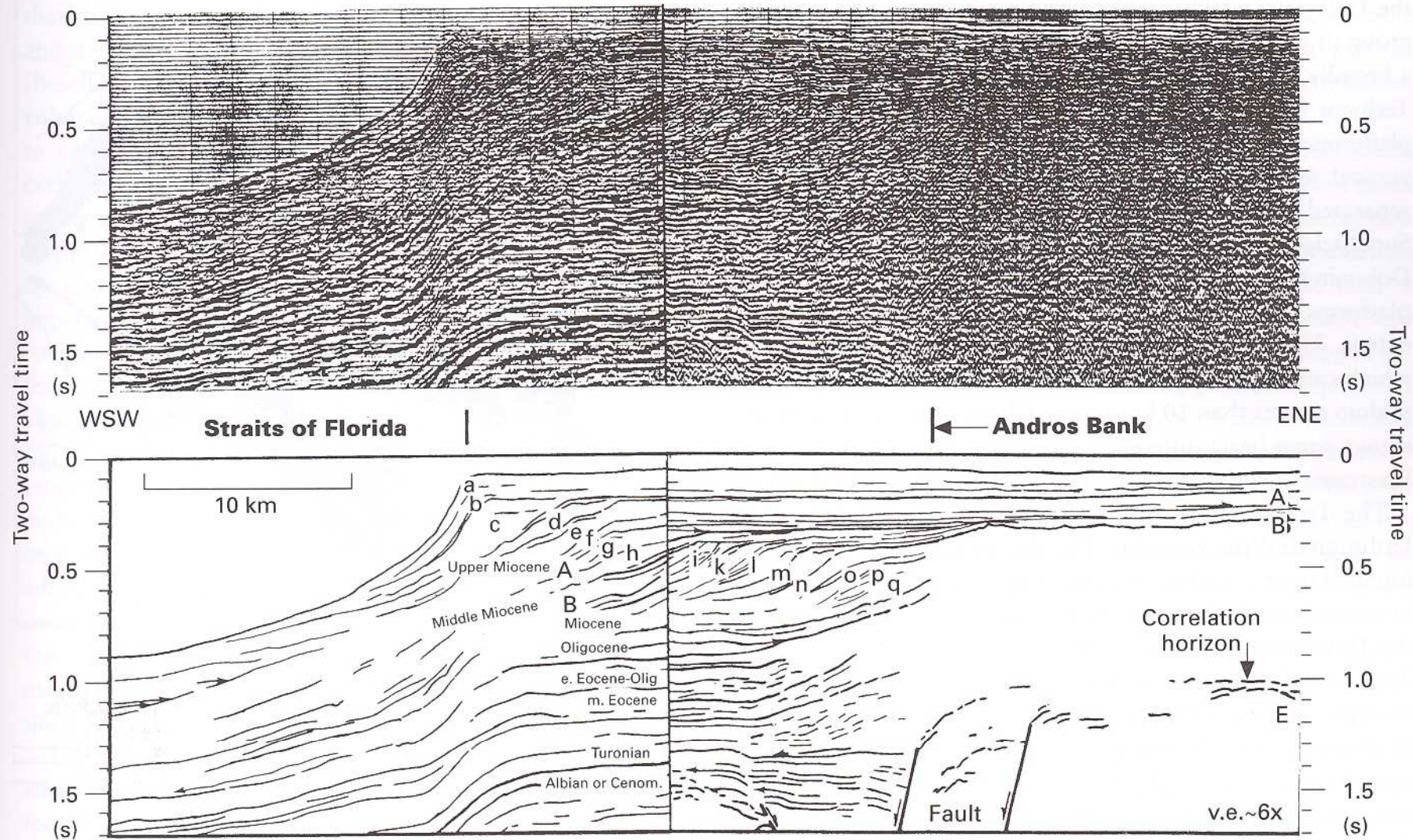
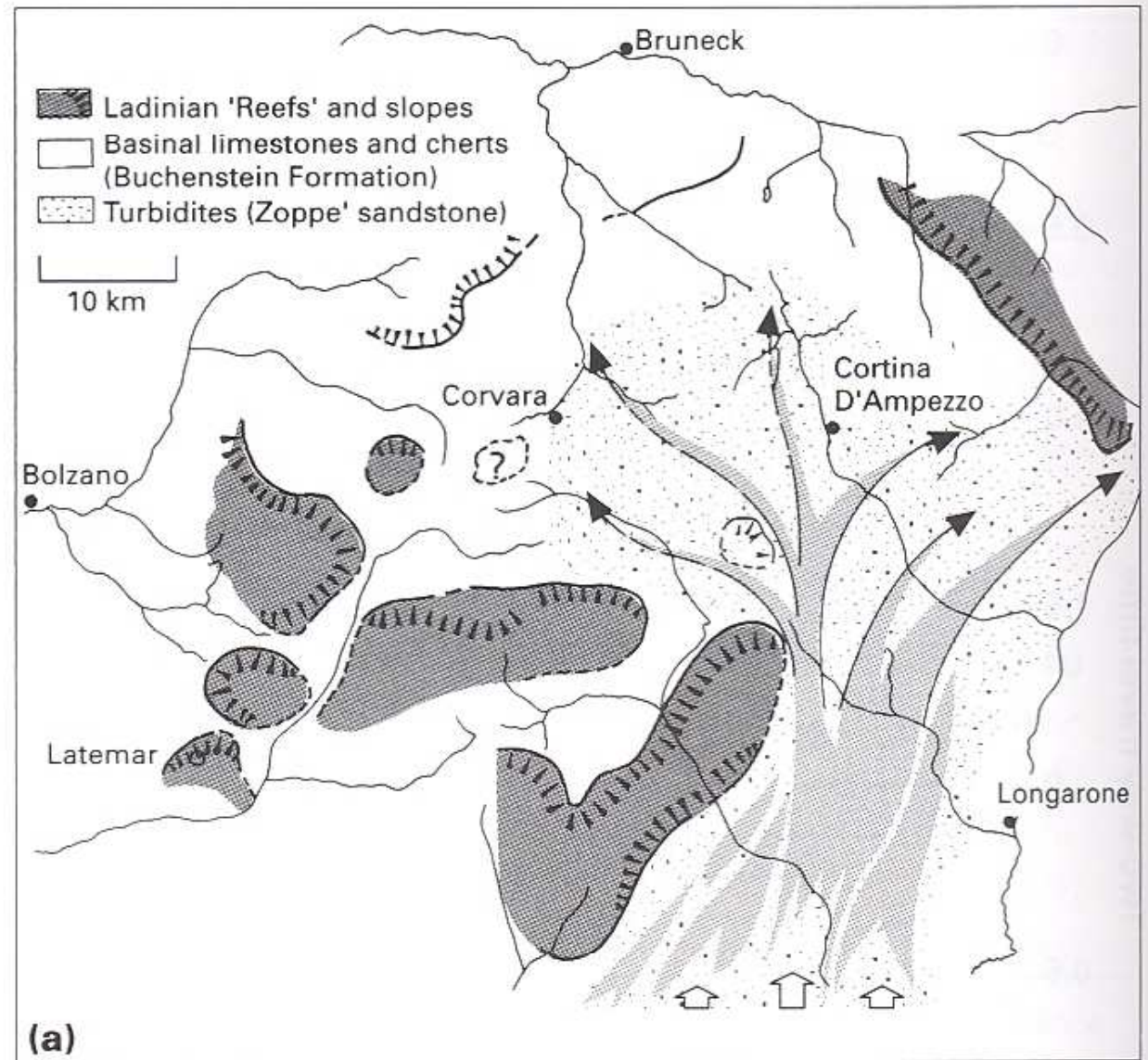


Figure 9.10 Interpreted seismic section running from just north of Andros Island (see line on Fig. 9.9c) showing progradation across the platform from mid-Oligocene to Recent times (from Eberli & Ginsburg, 1989).

Izolované platformy: Dolomity, trias



Karbonátová rampa

- přilehlá k pevnině
- povrch mírně svažité do oceánu (sklon $< 2^\circ$)
- bez výrazné hrany

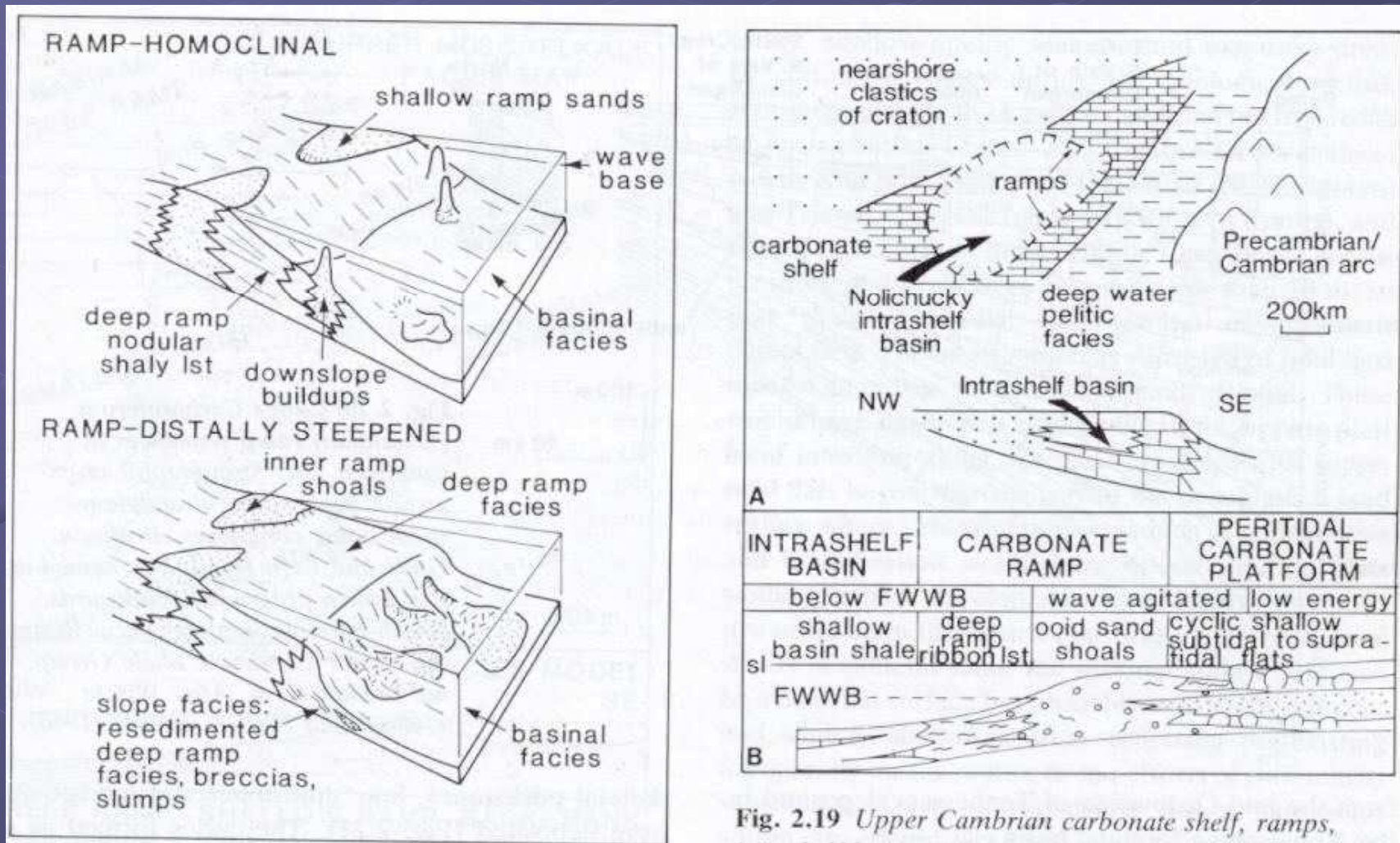
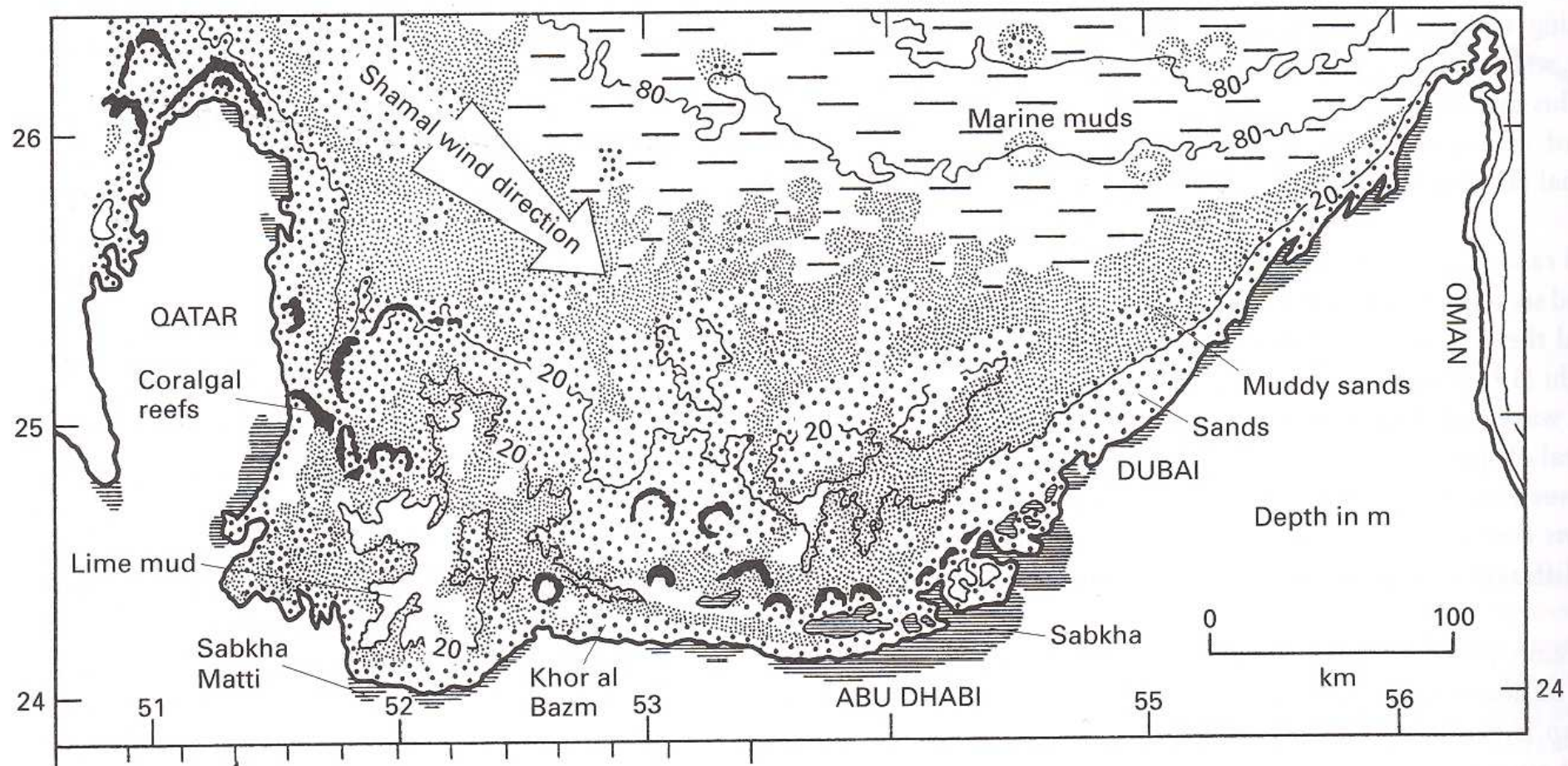
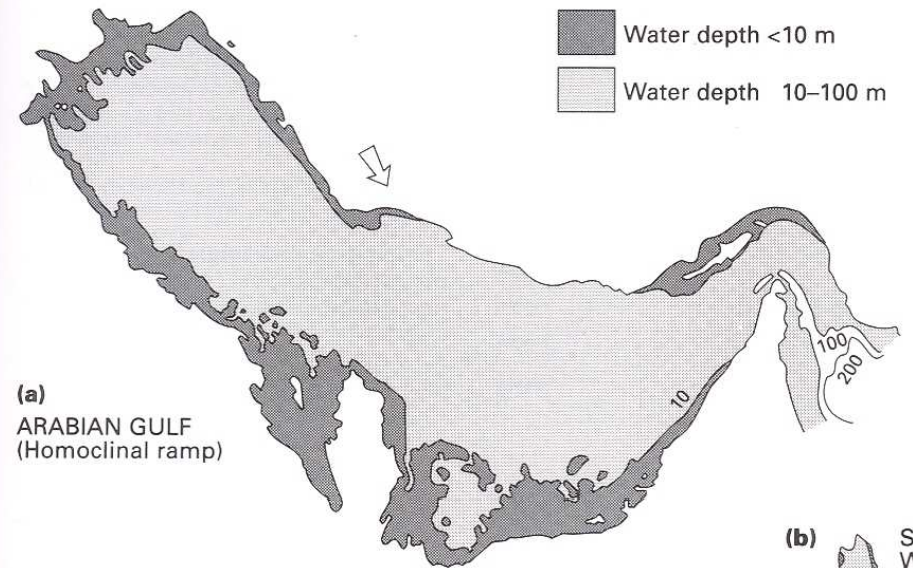


Fig. 2.19 Upper Cambrian carbonate shelf, ramps, intrashelf basin and ramp facies model of the southern

Perský záliv, homoklinální rampa



Perský záliv, homoklinální rampa



Image NASA
Image © 2008 TerraMetrics
Image © 2008 DigitalGlobe

© 2007 Google™

Západní Yucatan: distally-steepened ramp

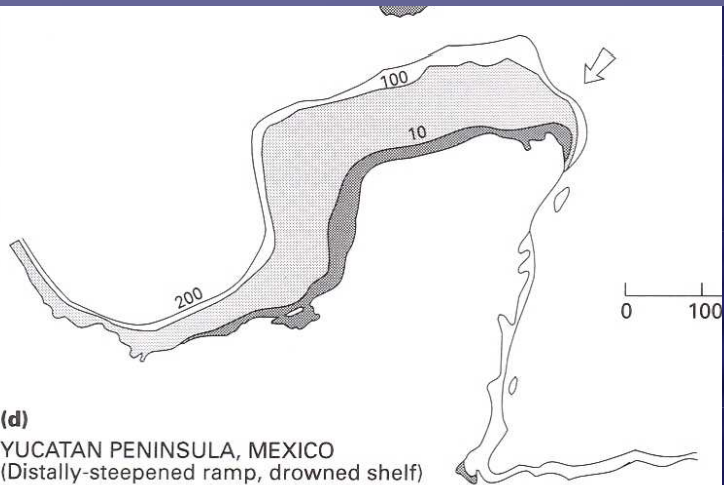


Figure 9.58 Modern carbonate platforms drawn to the same scale, showing the areas exposed by relative sea-level falls of 10 m (black), 100 m (stippled), and 200 m (blank). Arrows represent dominant wind directions. Note that for a relative sea-level fall of 10 m, only the marginal areas of ramps, but the whole of a flat platform top,



Rampy v geologickém záznamu

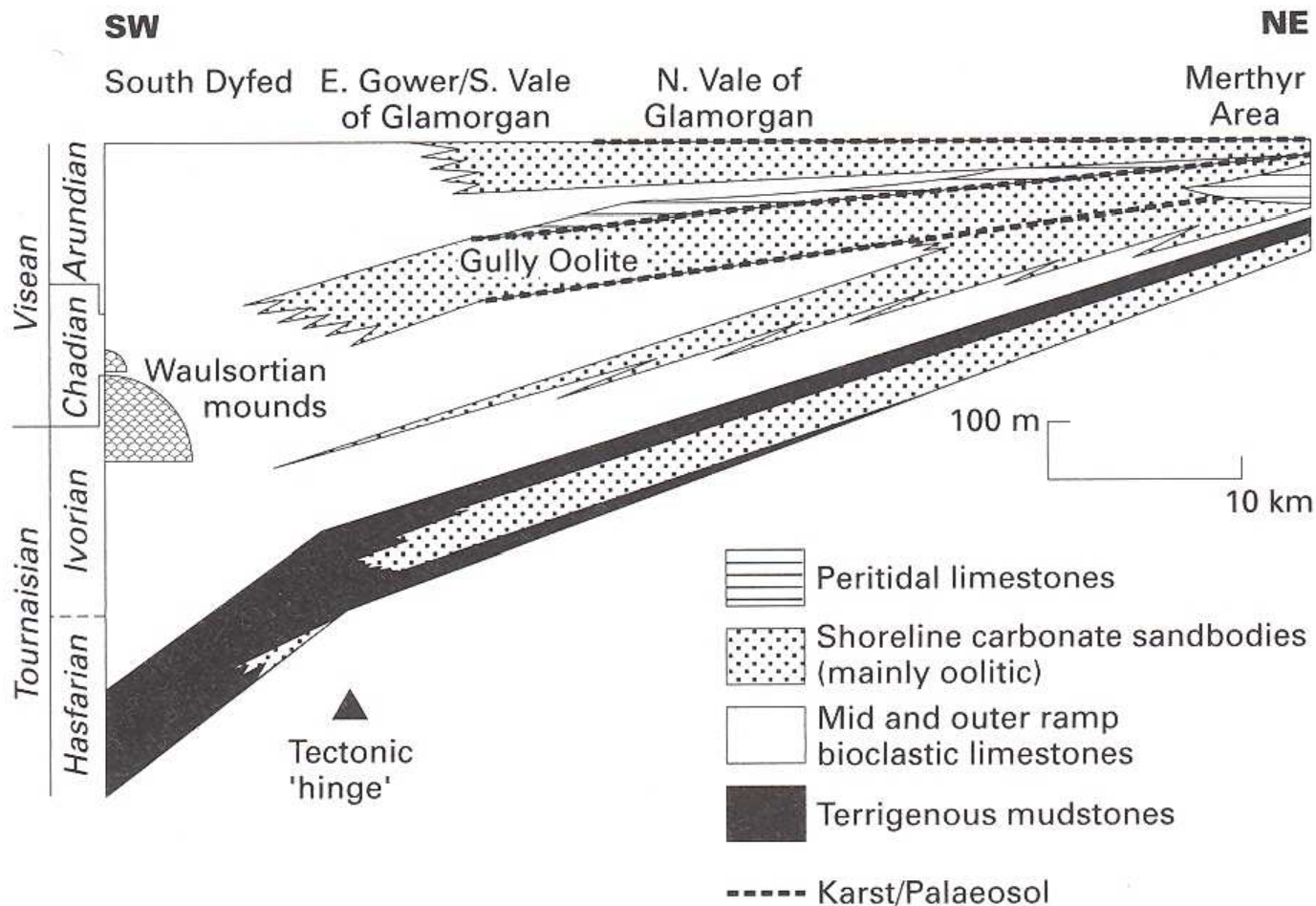
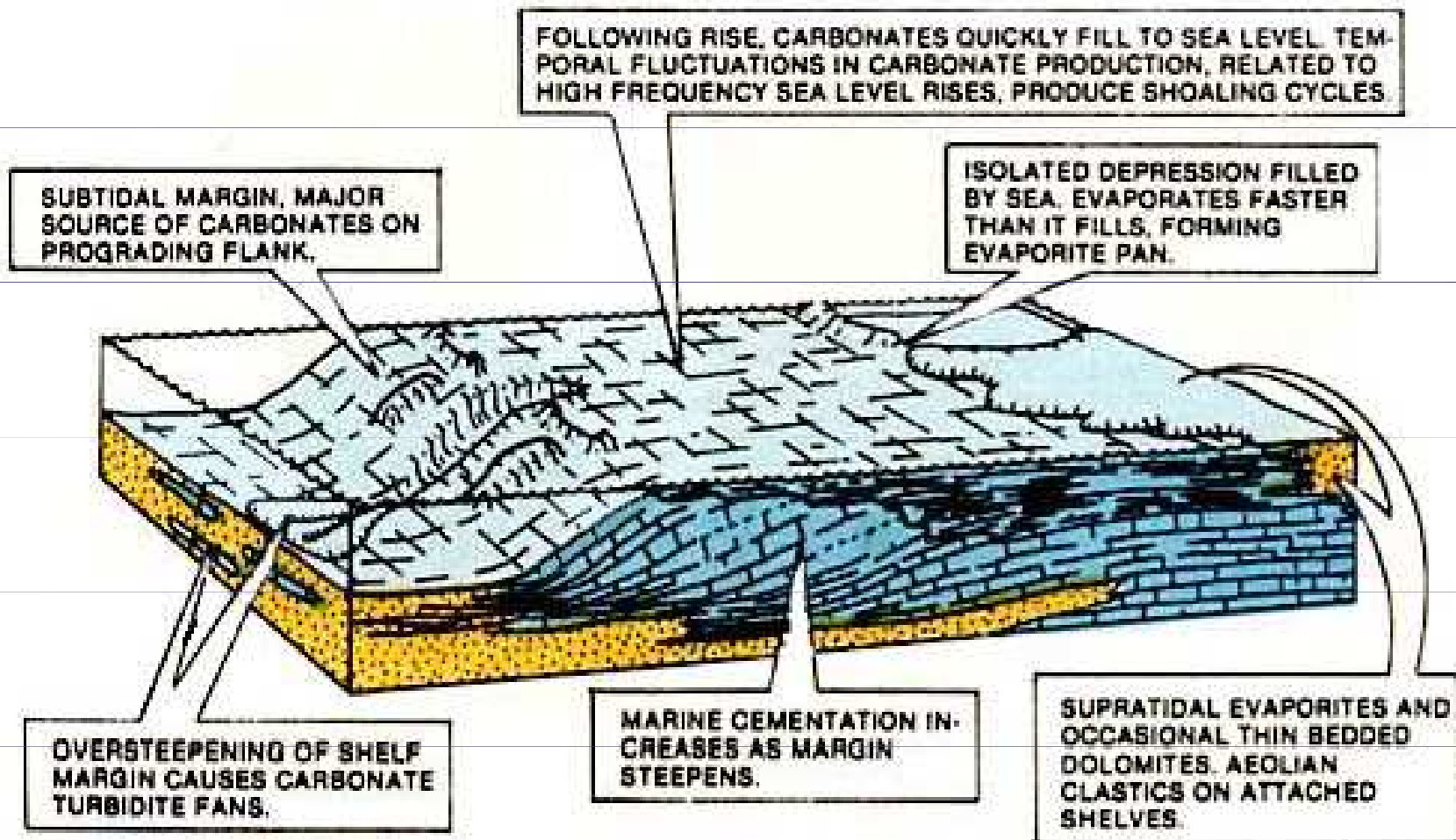


Figure 9.19 Early Carboniferous ramp stack, south Wales (after Burchette, Wright & Faulkner, 1990).

Rampa → lemový šelf

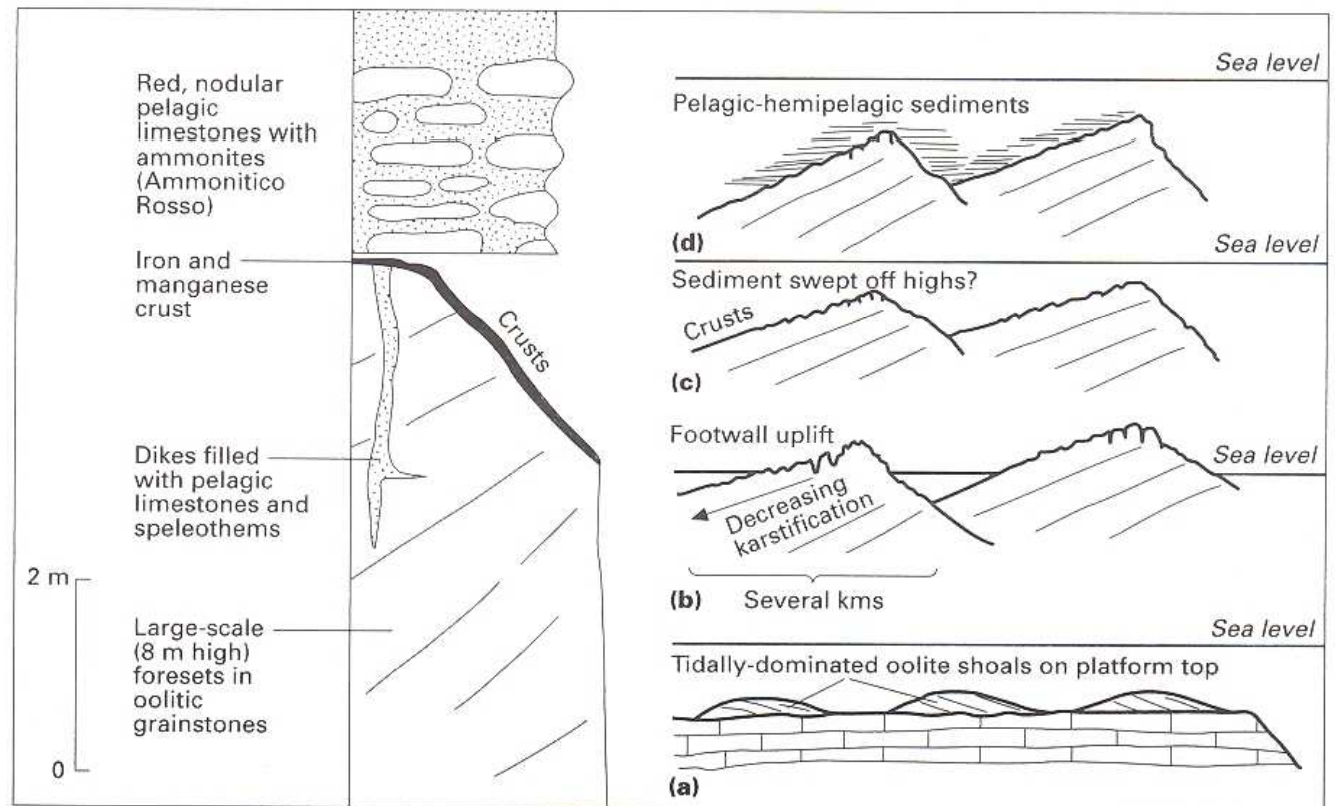
RAMP TO RIM

GROWTH POTENTIAL MATCHES OR EXCEEDS
RELATIVE SEA LEVEL RISE



Potopená platforma

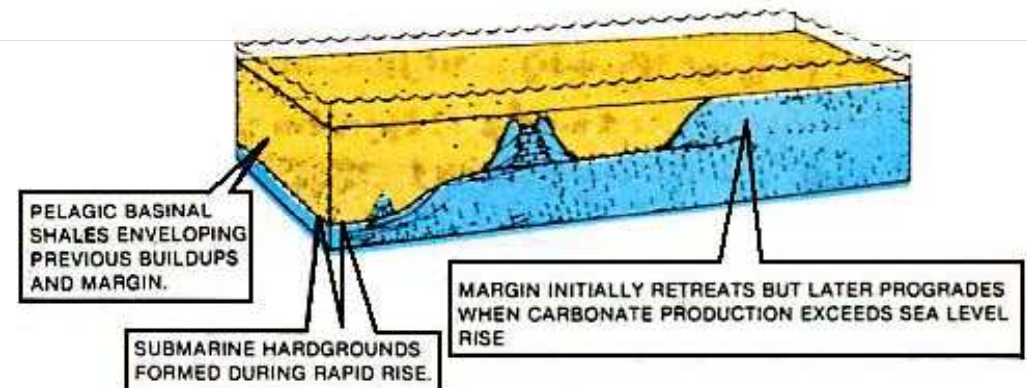
Figure 9.20 Drowning histories of Lower–Middle Jurassic platforms of southern Spain. (a) Deposition of large tidally influenced oolitic sandwaves. (b) Rifting resulted in uplift, exposure and karstification, especially along footwall highs. Vadose cements and speleothems formed in fractures and cave systems. (c) No direct evidence of the incipient drowning phase has been noted, perhaps reflecting the loss of sediment by offbank transport. (d) The karsted surface is veneered by an iron–manganese hardground, overlain by red, nodular pelagic limestones (*Ammonitico Rosso* facies, based on data in Vera, Ruiz-Ortiz *et al.*, 1988 and authors' observations). Apparently not all drowning surfaces were subaerially exposed (Winterer & Sarti, 1994).



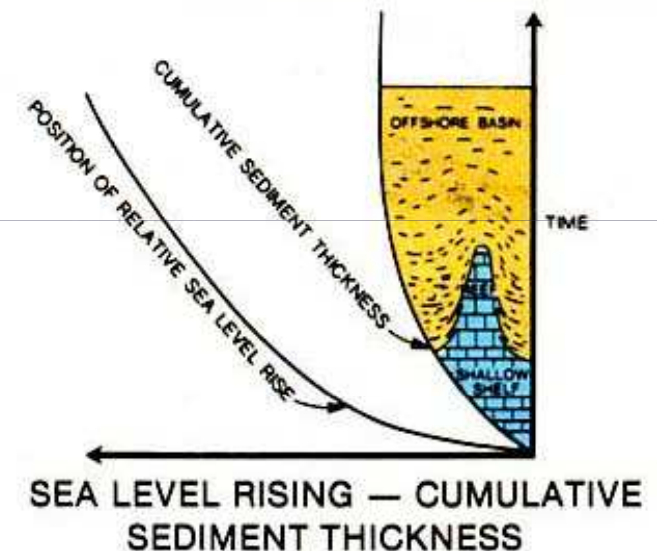
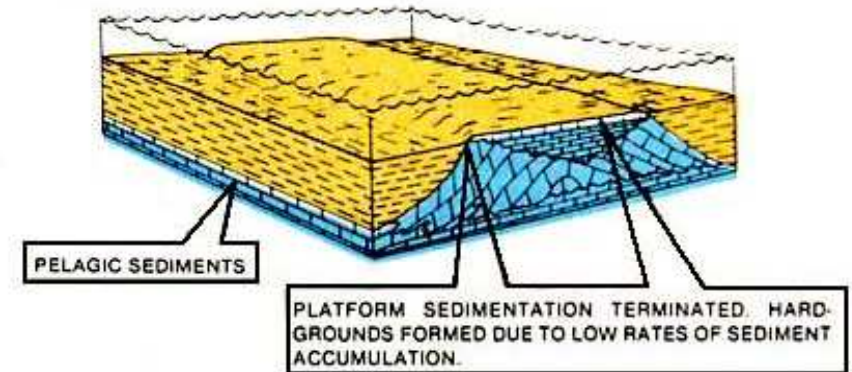
Potopení platformy

- The sediment surface leaves the realm of shallow-water carbonate sedimentation altogether and becomes submerged below the euphotic zone (right figure). The onset of drowning is expressed by a change from shallow-water faunas to deeper-water communities in reefs and on lagoonal floors. Buildups truly abandoned by a rising sea are commonly capped by a submarine hardground and enveloped by a shale cap or deepwater limestone. An example of a drowned ramp reservoir is the Devonian Onadaga of New York.

RIMMED MARGIN (RAMPS ARE SIMILAR)



ISOLATED PLATFORM



3. Petrografie karbonátových hornin

Klastické sedimenty

1. sedimentární textury (interpretace hydrodynamických podmínek -> depoziční prostředí)

2. petrografie: provenience, klima

Karbonáty

1. petrografie:

- Zachování schránek z CaCO_3 (paleoekologie, tafonomie)
- Vznik materiálu v místě sedimentace – depoziční prostředí

2. sedimentární textury (hydrodynamické podmínky méně důležité)

Petrografie (metodika):

- Optický (polarizační) mikroskop pro pozorování v procházejícím světle: (výbrusy, acetátové otisky)
- Binokulární lupa (nábrusy)
- CL mikroskop (výbrusy)
- SEM (leptané povrchy, povrchy na čerstvém lomu)

Komponenty karbonátových hornin v mikroskopickém měřítku

● Zrna

■ Alochemy

- neskeletální alochemy
- skeletální alochemy

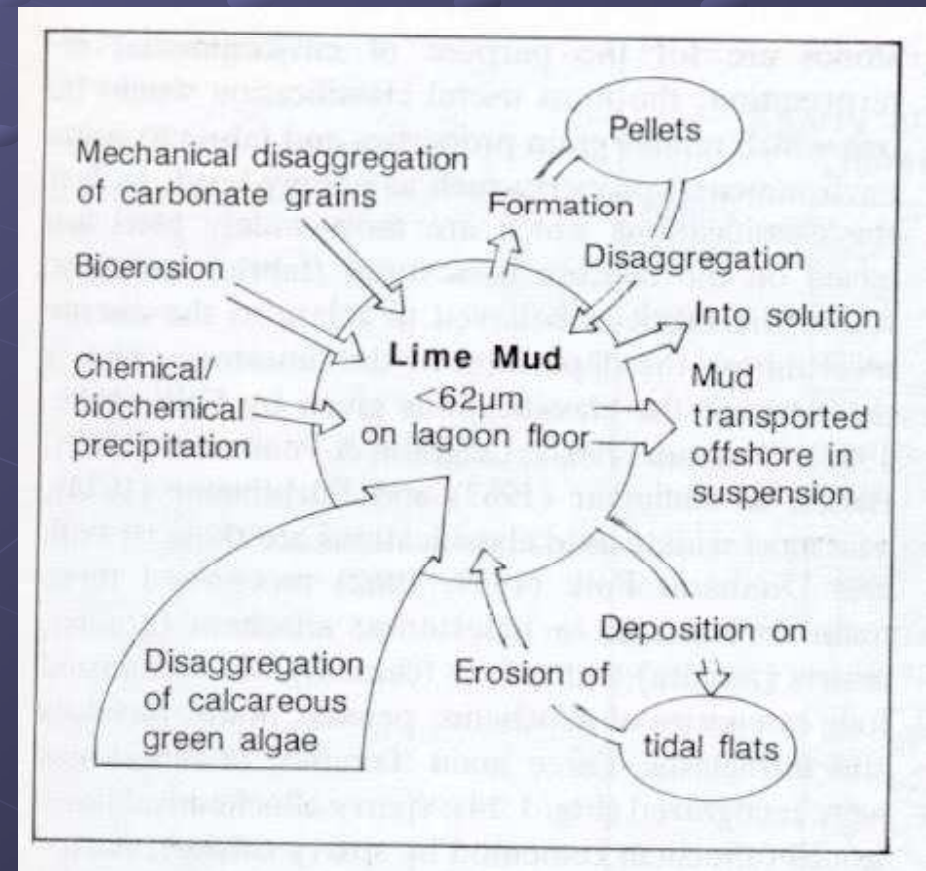
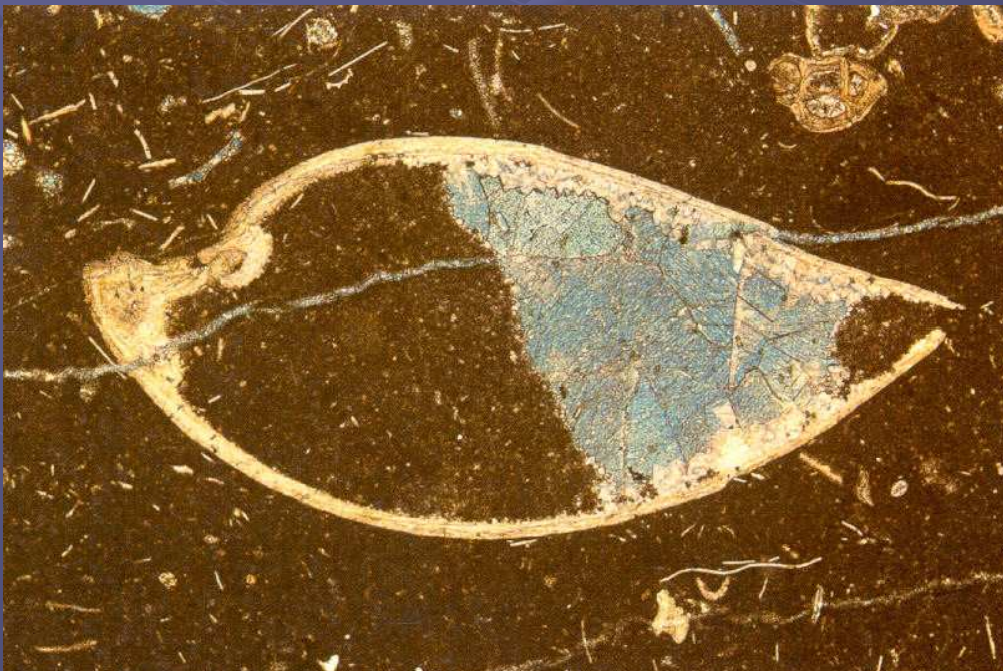
■ Terigenní (detritická) zrna

● Mikrit (micrite = microcrystalline calcite)

● Sparit (sparite = sparry calcite)

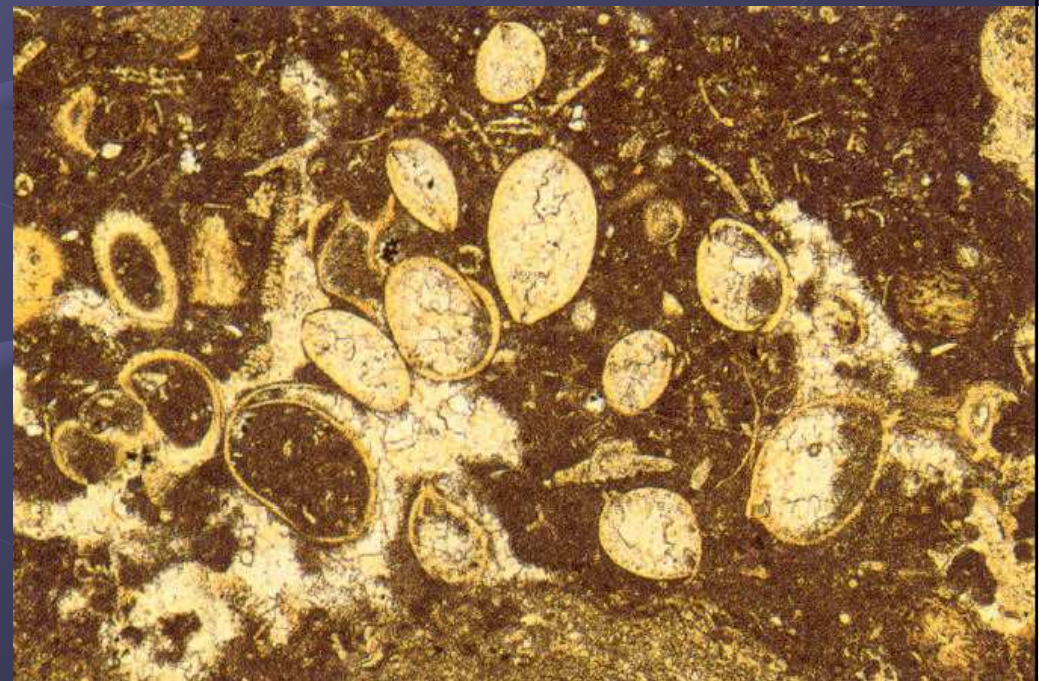
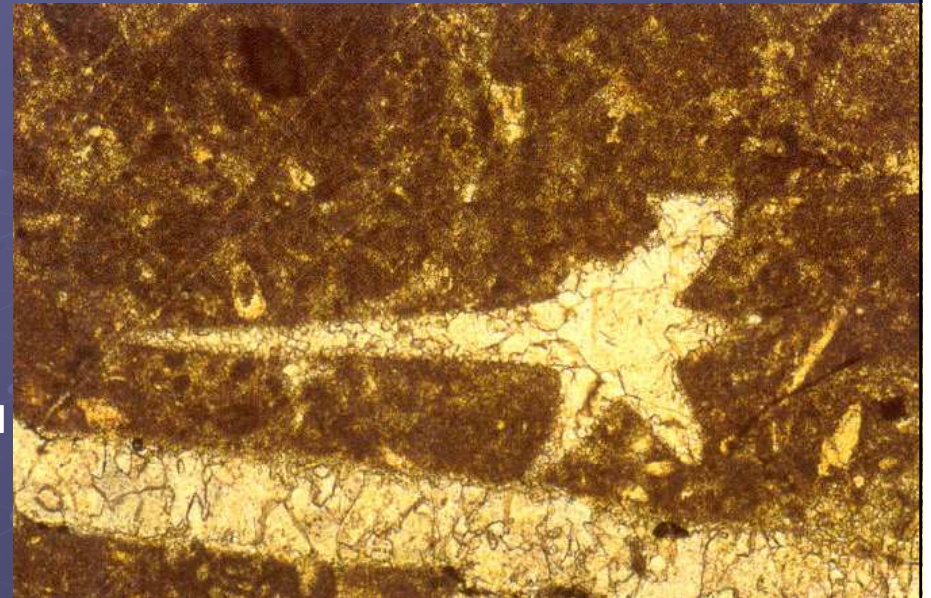
Mikrit („základní hmota“)

- zrna < 4 mikrony (usazování v málo turbulentním prostředí)
- Mikrosparit (4 – 15 mikronů)
- různý původ
 - Bioeroze
 - Mechanický rozpad karbonátových zrn
 - Rozpad vápničných řas
 - Chemické a biochemické srážení (mikritizace)



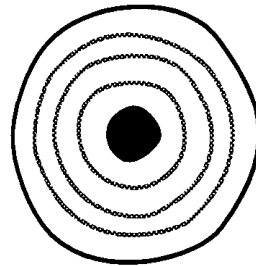
Sparit

- Čirý kalcit (aragonit)
- Diagenetický původ
 - Cementace (výplň pórů – kalcit, aragonit)
 - Rekrystalizace (reorientace krystalových mřížek minerálů – kalcit)
 - Nahrazování (krystalizace nových minerálů /kalcit/ na místě původních /aragonit, vysoko Mg kalcit, chalcedon, evapority/)

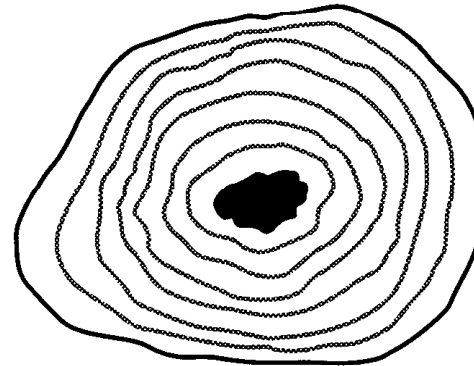


Neskeletální alochemy

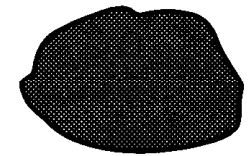
- Ooidy
- Pisoidy
- Onkoidy
- Peloidy
- intraklasty



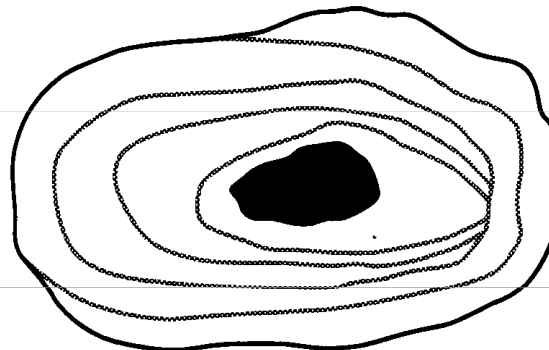
Ooid
(< 2 mm)



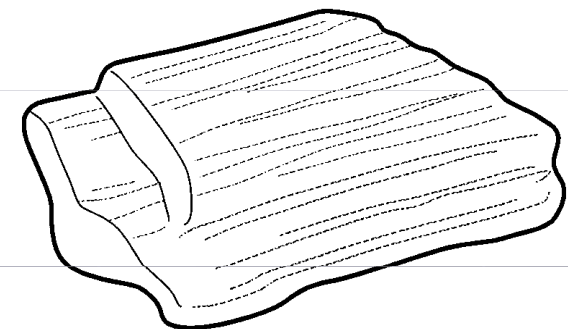
Pisoid
(> 2 mm)



Peloid
(< 1 mm)



Oncoid
(> 2 mm)

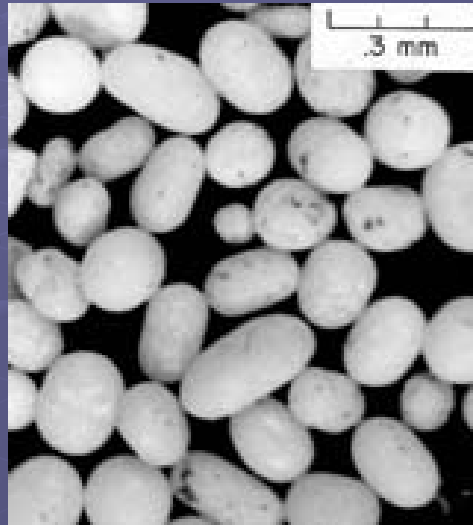


Intraclasts

Neskeletální alochemy

Ooidy

- Kortex
- radiální nebo koncentrická struktura
- laminy (průběžné po celém obvodu)
- zpravidla < 2 mm
- turbuletní prostředí



Onkoidy, pisoidy

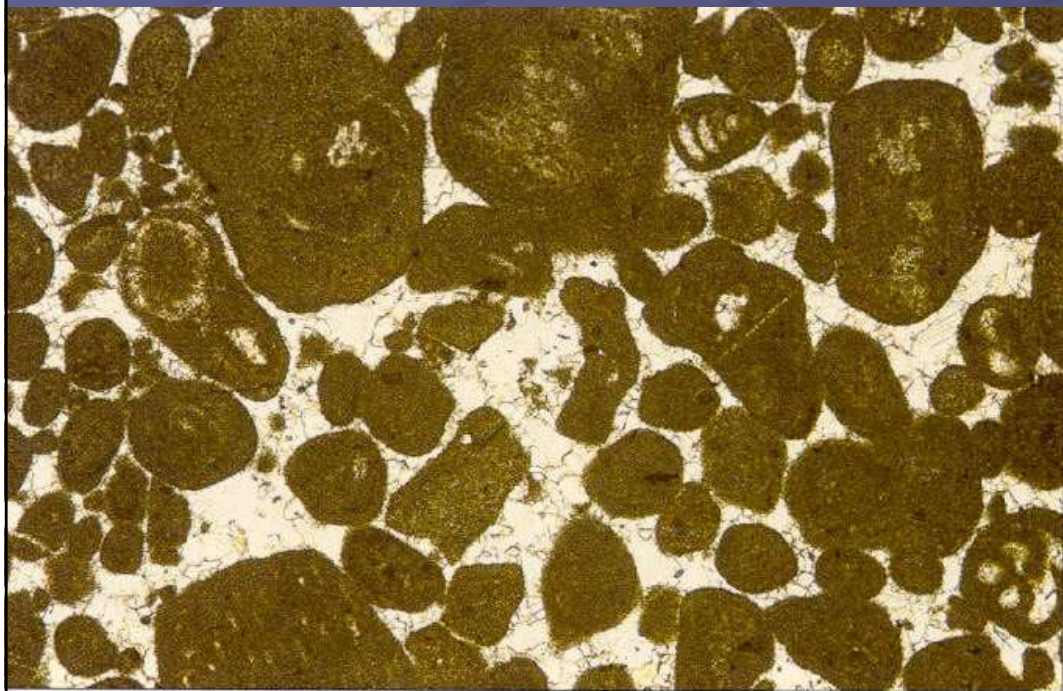
- Kortex
- Laminární struktura
- Laminy neprůběžné
- Zpravidla > 2 mm



Neskeletální alochemy

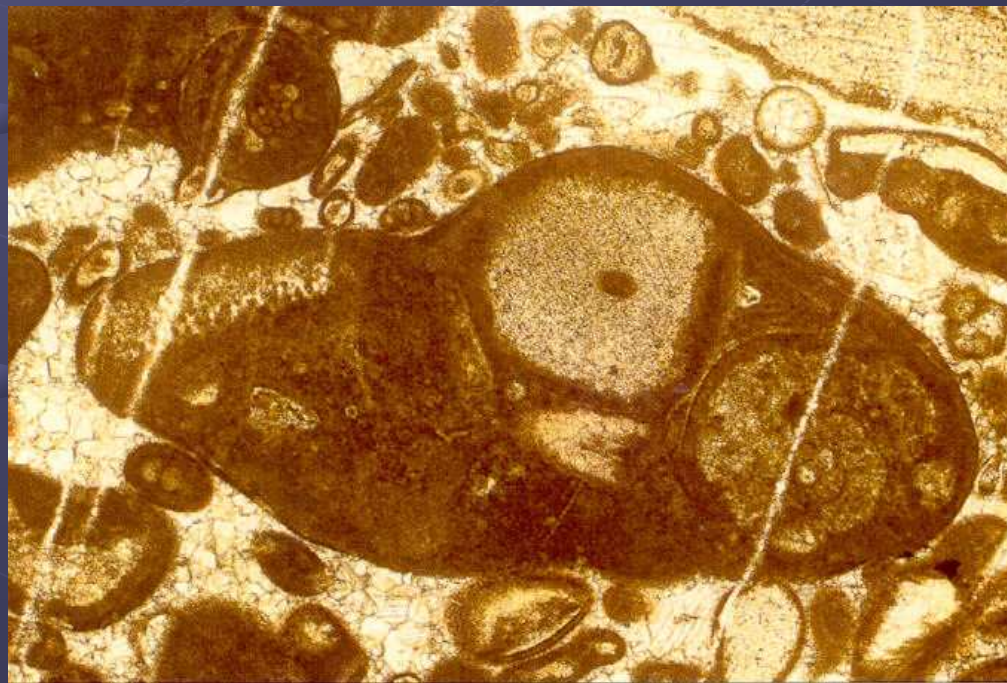
Peloidy

- Nemají vnitřní strukturu (tvořeny mikritem)
- pravidelný nebo nepravidelný tvar
- Různý původ (mikritizace alochemů, fekální pelety, cyanobakteriální původ)
- Zpravidla < 2 mm



Intraklasty (agregáty)

- Intrabazinální klasty (úlomky hornin ze stejné sedimentační pánve)
- Vnitřní struktura se liší od struktury okolí
- Jasně vymezené hranice vůči okolní hornině
- Nepravidelný tvar
- Různá velikost



Skeletální alochemy

Mineralogy of Skeletal Organisms			
Taxon	Aragonite	Calcite	Both Aragonite & Calcite
		%Mg 0 5 10 15 20 30 35	
Calcareous Algae:			
Red	R	●-----●	
Green	●		
Coccoliths		●	
Foraminifera:			
Benthic	R	●-----●-----●	
Planktonic		●●	
Sponges:	R	●●	
Coelenterates:			
Stromatoporoids	●	●?	
Milleporoids	●		
Rugose		●?	
Tabulate		●?	
Scleractinian	●		
Alcyonarian	R	●-----●	
Bryozoans:	R	●-----●	R
Brachiopods:		●●	
Molluscs:			
Chitons	●		
Bivalves	●	●●	●
Gastropods	●	●●	●
Pteropods	●		
Cephalopods	●		
Belemnoids & Aptychi		●	
Serpulids:	●	●-----●	●
Arthropods:			
Decapods		●-----●	
Ostracodes		●-----●	
Barnacles		●-----●	
Trilobites		●	
Echinoderms:		●-----●	
● Common R Rare			

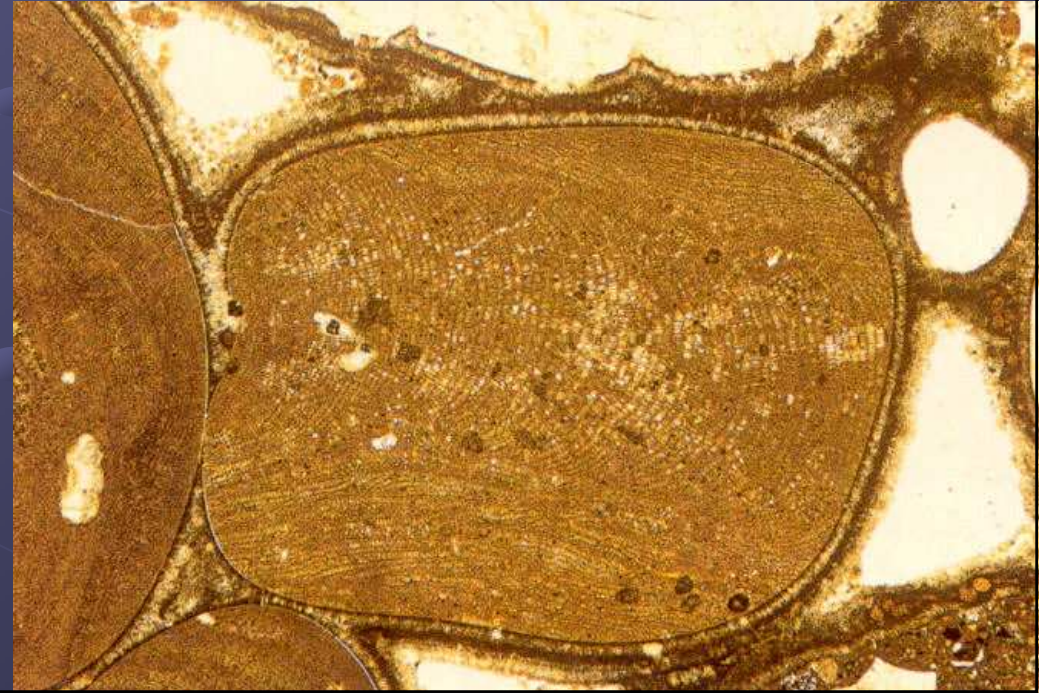
Skeletální alochemy

Vápnité řasy

- Dasycladaceae
(aragonit)

Vápnité řasy

- Corallinaceae
(vysoko-Mg kalcit)



Skeletální alochemy

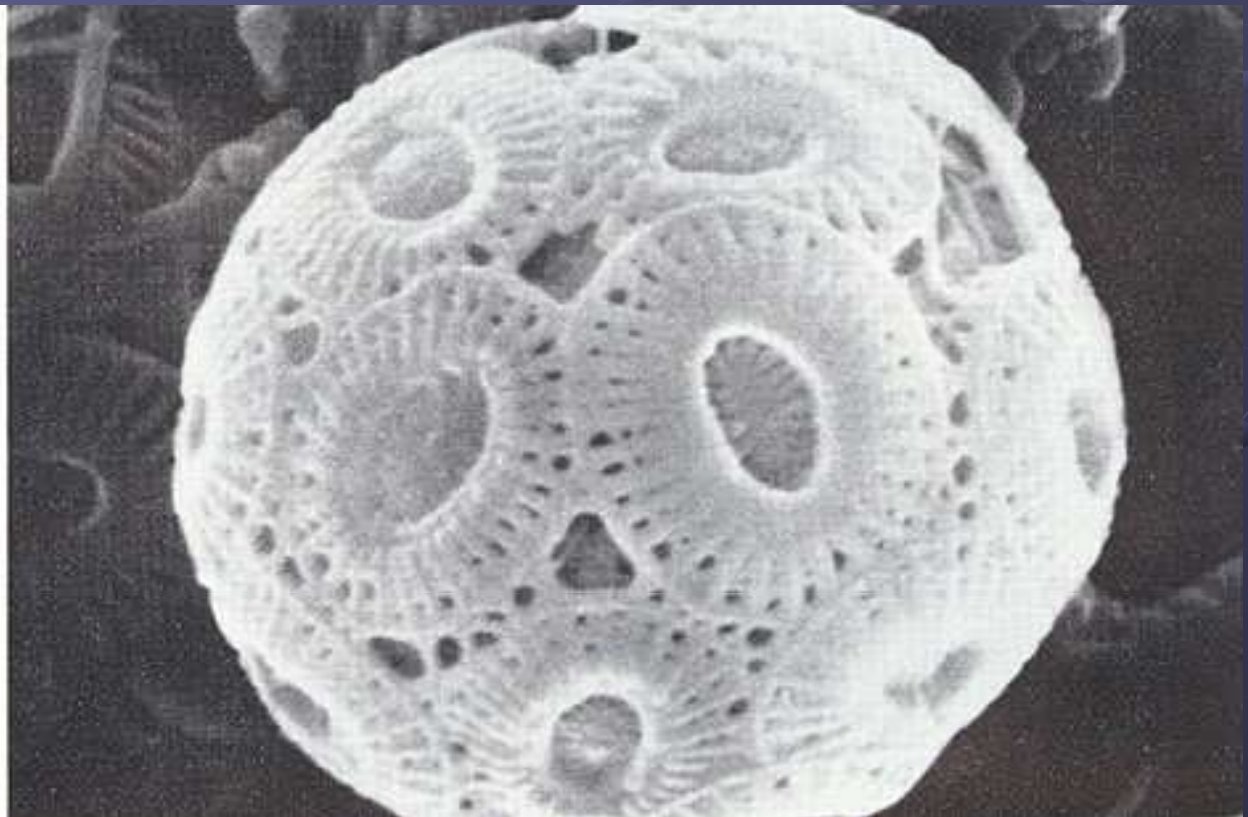
Vápnité řasy

- **Coccolithophorida**
(nízko-Mg kalcit)

Holocene plankton
Belize (British Honduras)

A coccosphere of *Emiliana huxleyi*. Coccospheres are the original, undisaggregated hollow spheres formed by interlocking coccolith plates. They are found occasionally in undisturbed chalk sediments, although most tend to fall apart into constituent plates.

SEM Mag. 10,000X 1.3 μm



Skeletální alochemy

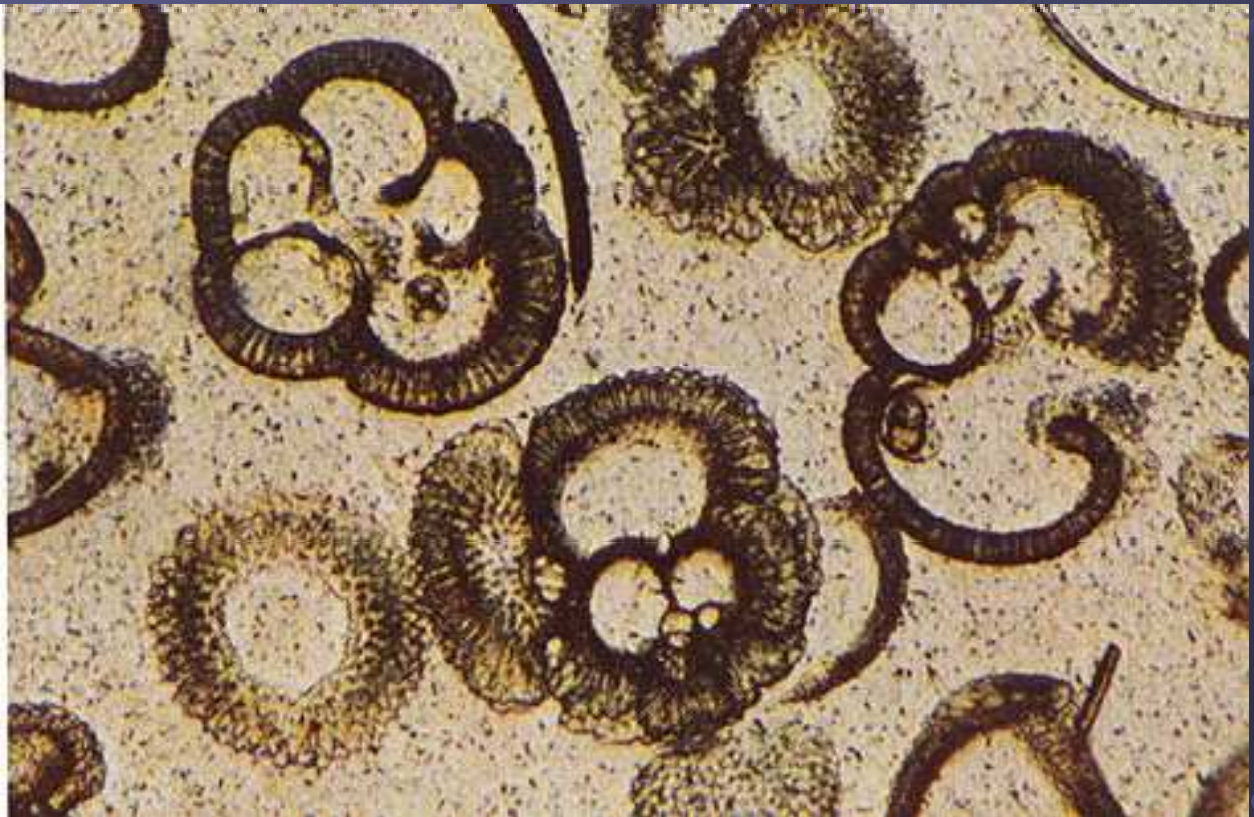
Foraminifera

- Globorotalia
(nízko-Mg kalcit)

Holocene ooze, 1000 meter depth,
Coral Sea, Pacific Ocean

A modern pelagic ooze filled with *Globorotalia*. Globorotalids and globigerinids have spherical chambers, radially porous wall structures and commonly very thick walls. They are an extremely important component of the planktonic assemblage in Late Cretaceous and Tertiary deeper water sediments.

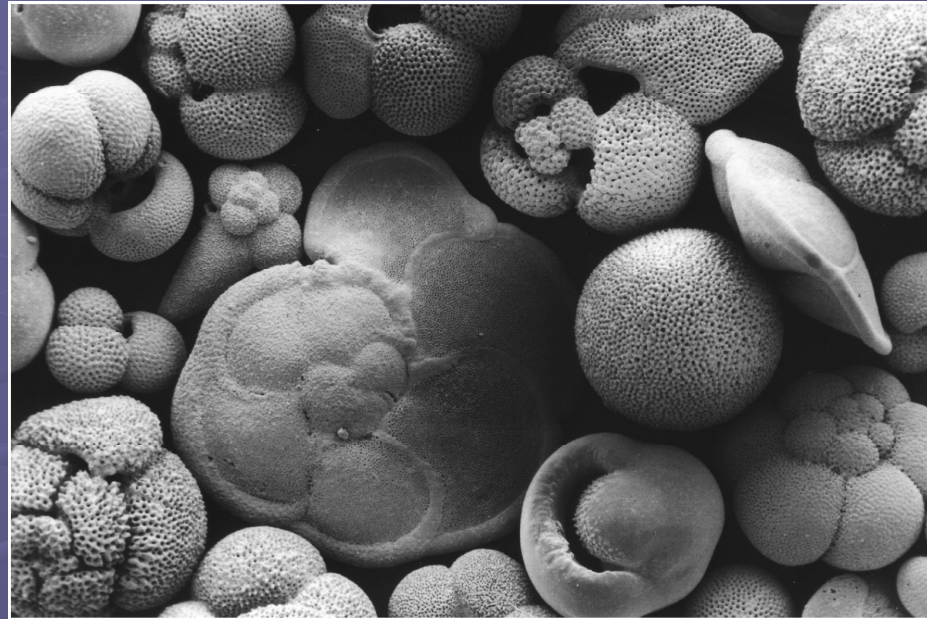
0.17 mm



Skeletální alochemy

Foraminifera

- **Fusulinida**
(nízko – vysoko
Mg kalcit)

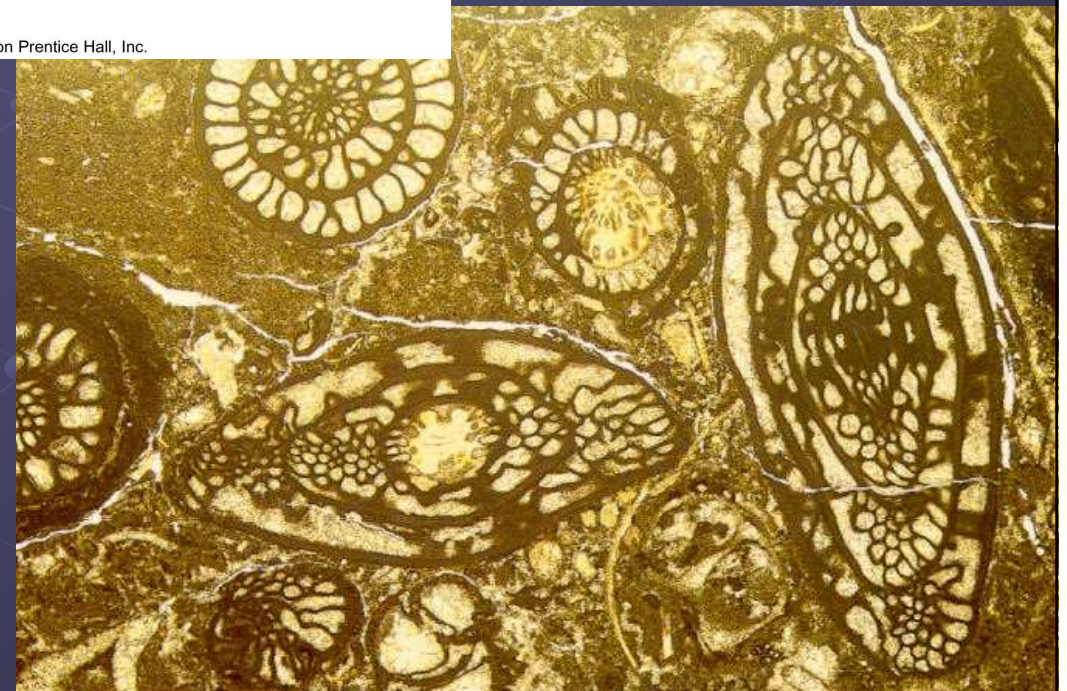
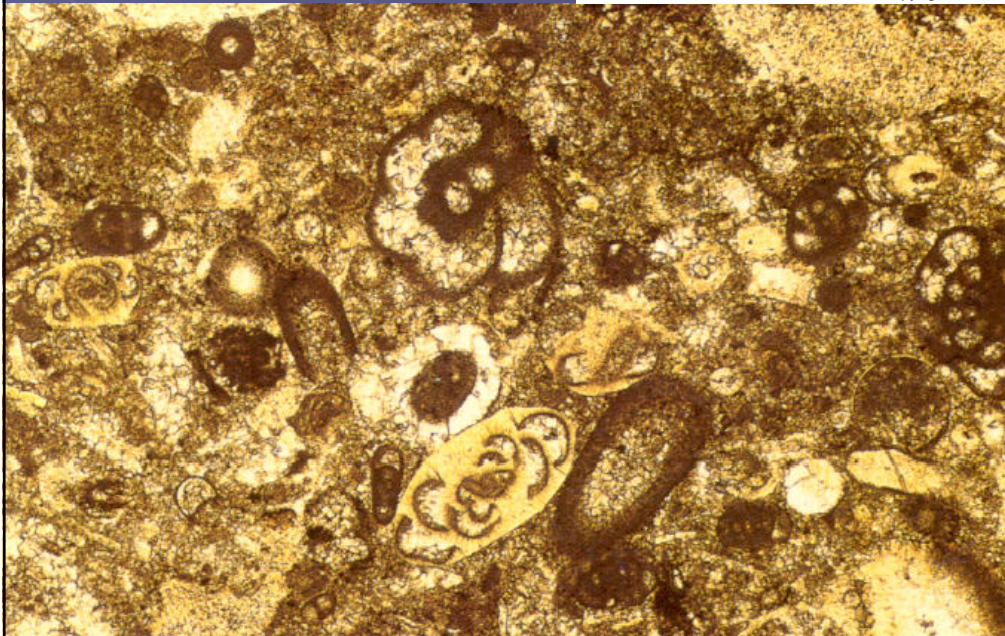


(c)

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Foraminifera

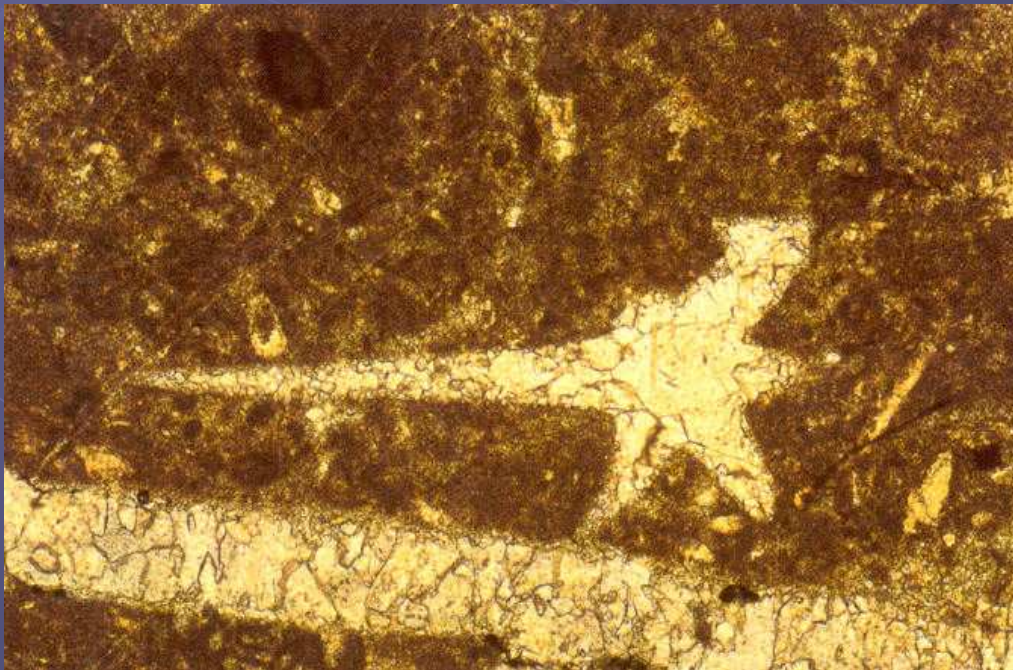
- **Fusulinida**
(nízko – vysoko
Mg kalcit)



Skeletální alochemy

Vápnité houby (Porifera)

- Spikuly (jehlice hub)
(nízko – vysoko Mg kalcit)



Koráli (Anthozoa)

- Favosites
(vysoko Mg kalcit ?)



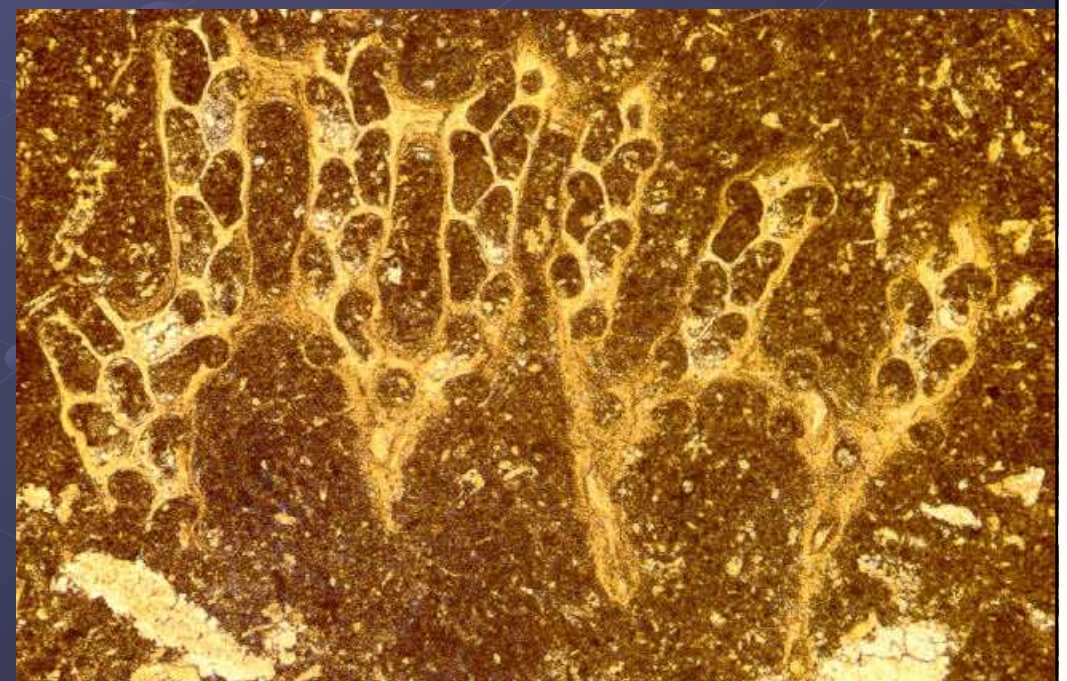
Skeletální alochemy

Koráli (Anthozoa)

- Syringopora (kolonie)
(vysoko Mg kalcit ?),
aragonit -> (recentní koráli
– Scleractinia)

Mechovky (Bryozoa)

- Fenestrátní mechovka
(nízko - vysoko Mg kalcit)



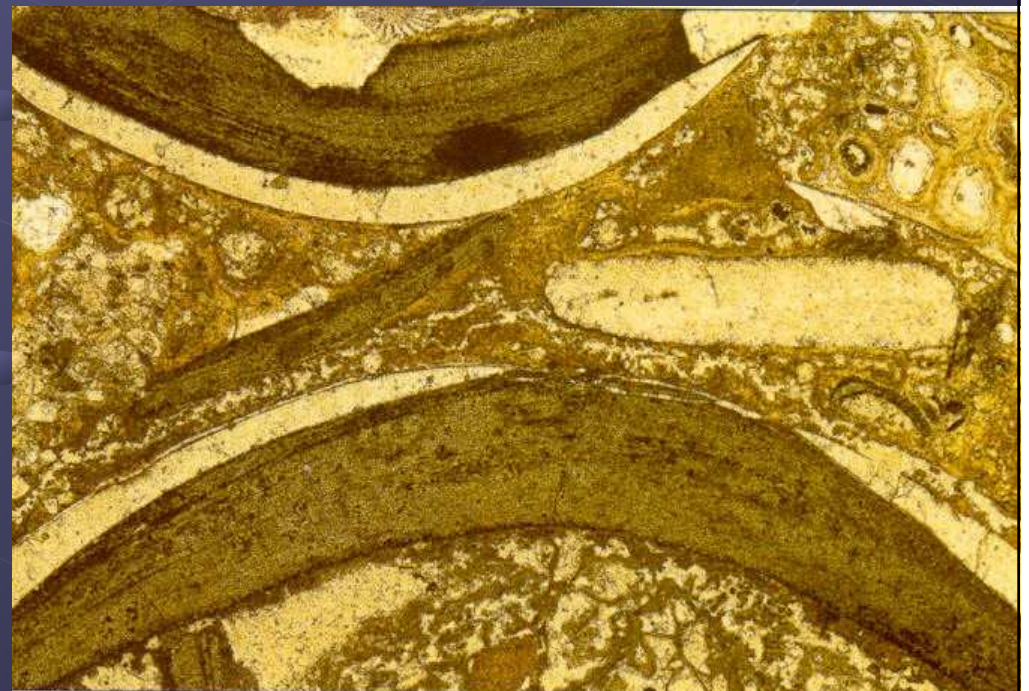
Skeletální alochemy

brachiopodi

- Terebratulida
(nízko - vysoko Mg kalcit)

mlži

(aragonit, nízko - vysoko Mg kalcit)



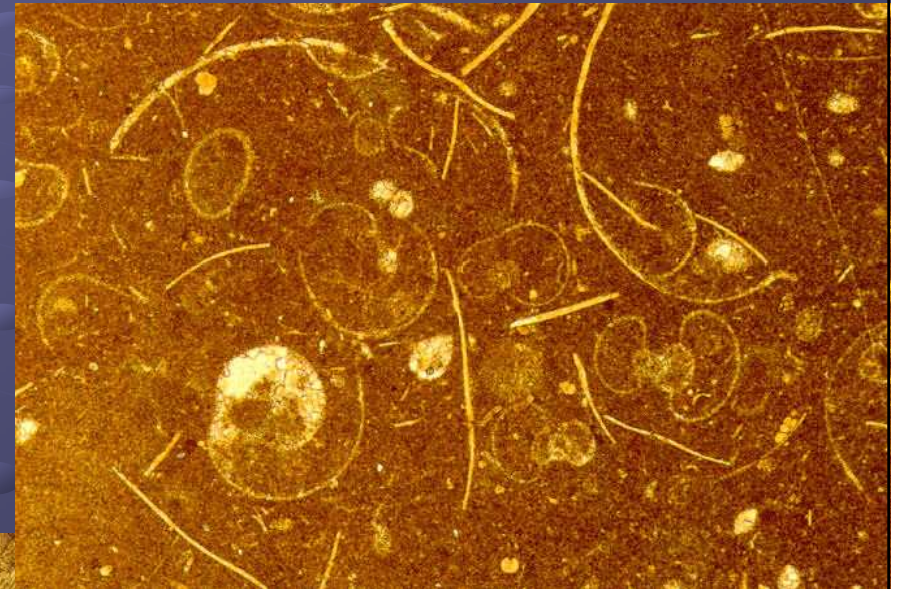
Skeletální alochemy

gastropodi

(aragonit, nízko - vysoko Mg
kalcit)

hlavonožci (Cephalopoda)

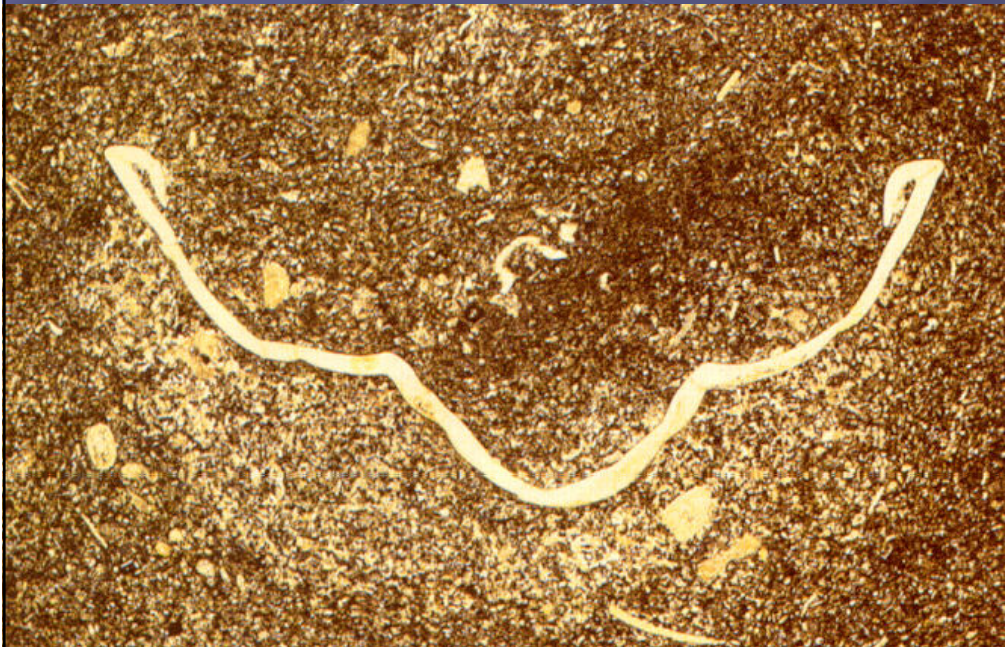
(aragonit)



Skeletální alochemy

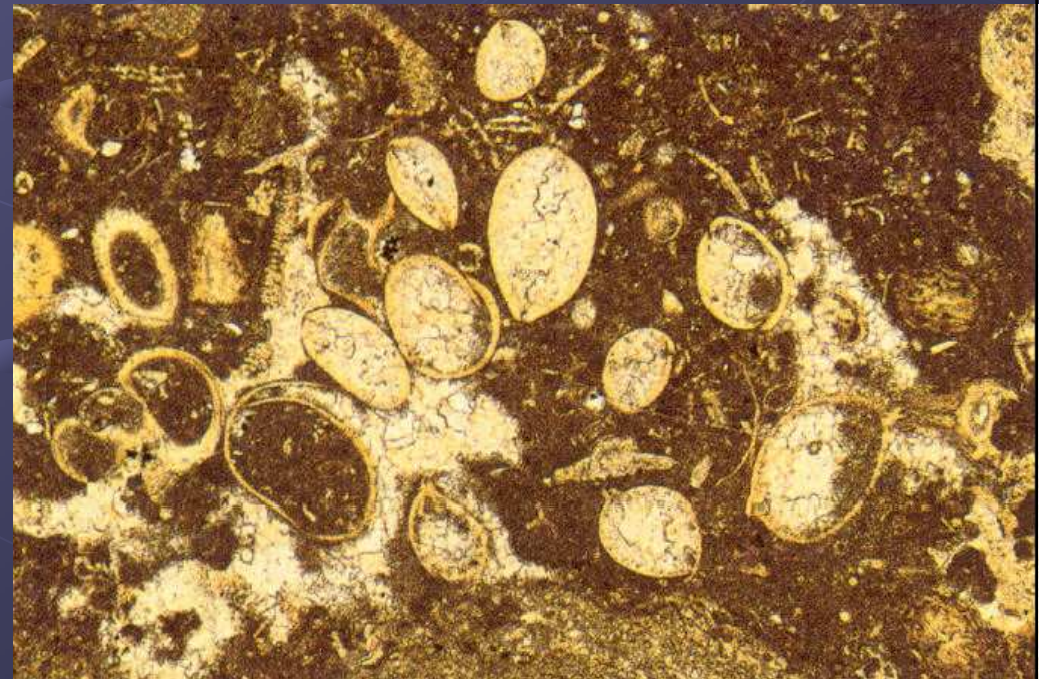
Členovci: trilobiti

(nízko Mg kalcit)



Členovci: ostrakodi

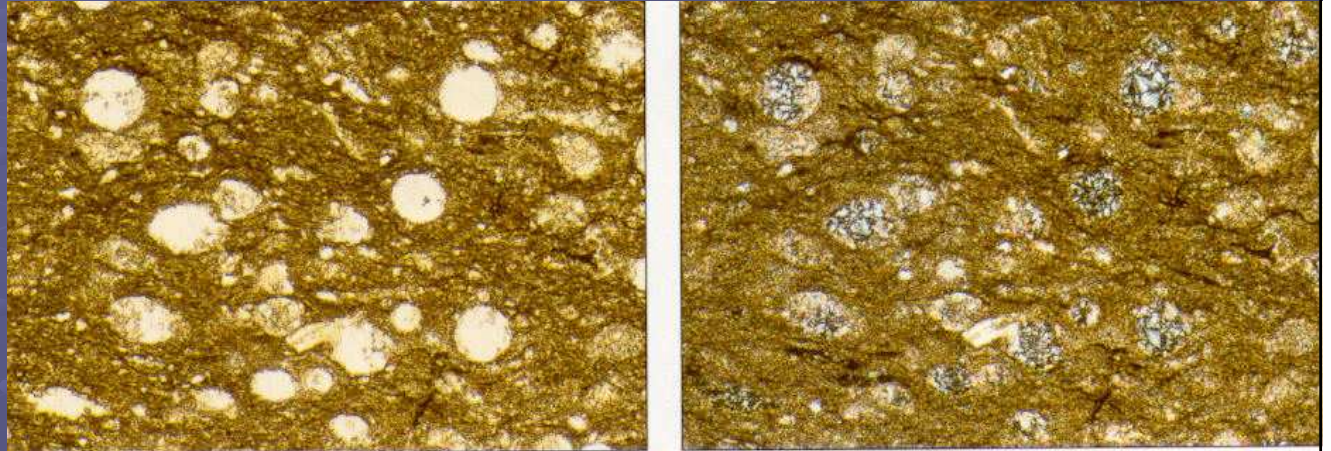
(nízko – vysoko Mg kalcit)



Skeletální alochemy

Ostnokožci

(vysoko Mg kalcit)



Radiolárie

(SiO_2 – rekrystalizace na kalcit)



Sedimentární struktury (analogické klastickým sedimentům)

● Velikost zrna

- Kalcilutit (karbonát pelitické frakce)
- Kalciarenit (karbonát psamitické frakce)
- Kalcirudit (karbonát psefitické frakce)

● Vytřídění

- Míra podobnosti velikostí zrn ve vzorku horniny
- Reciproká hodnota standardní odchylky souboru dat velikostí zrn, $S_0 = Q_3/Q_1^{1/2}$
Kde S_0 = třídění, Q_3 = třetí kvartil (75% nejmenších zrn), Q_1 = první kvartil (25% nejmenších zrn)

● Tvar zrn

- Forma – (celkový tvar) – izomorfní, tabulkovitý, tyčovitý
- Sféricita – jak moc se zrna tvarově blíží kouli
- Zaoblení – míra zakřivení hran zrna → více = angulární, méně = zaoblený
- Vizuální odhad

● Porozita

● Permeabilita

Sedimentární struktury velikost zrna (zrnitost)

Částice mechanicky unášené kapalinami– sedimentární částice:

Křemen, živce, kalcit, aragonit, jílové minerály: ($r = 2650 \text{ kg/m}^3$) – nejčastější

Další: slídy, amfibol, pyroxeny, olivín

Wenworthova zrnitostní klasifikace

$\Phi = -\log_2 d$; $d = \text{průměr zrna v mm}$

kontrolována

- velikostí klastů generovaných během zvětrávání ve zdrojové oblasti
- unášecí, abrazní a třídící schopností transportního média

balvany
valouny
oblázky
zrnka

velmi hrubozrnný
hrubozrnný
středně zrnitý
jemnozrnný
velmi jemnozrnný

písek

prach (silt)
jíl

TABLE 12.2 Wentworth Size Grades and the ϕ Scale

ϕ	Wentworth Scale	Grain Size Names	Group S Rock Names	Texture
-8	256 mm	Boulders	Gravel Conglomerate, breccia	Epiclastic ruditic
-6	64 mm	Cobbles		
-2	4 mm	Pebbles		
-1	2 mm	Granules		
0	1 mm	Very coarse sand	Sandstone (arenite, wacke)	Epiclastic arenitic
1	1/2 mm	Coarse sand		
2	1/4 mm	Medium sand		
3	1/8 mm	Fine sand		
4	1/16 mm	Very fine sand		
8	1/256 mm	Silt	Mud Siltstone, shale, mudstone, claystone	Epiclastic lutitic
		Clay		

Sources: Modified from C. K. Wentworth (1922), Krumbein (1934), McManus (1963)

Sedimentární struktury vytřídění

Vytřídění: Míra podobnosti velikostí zrn ve vzorku horniny

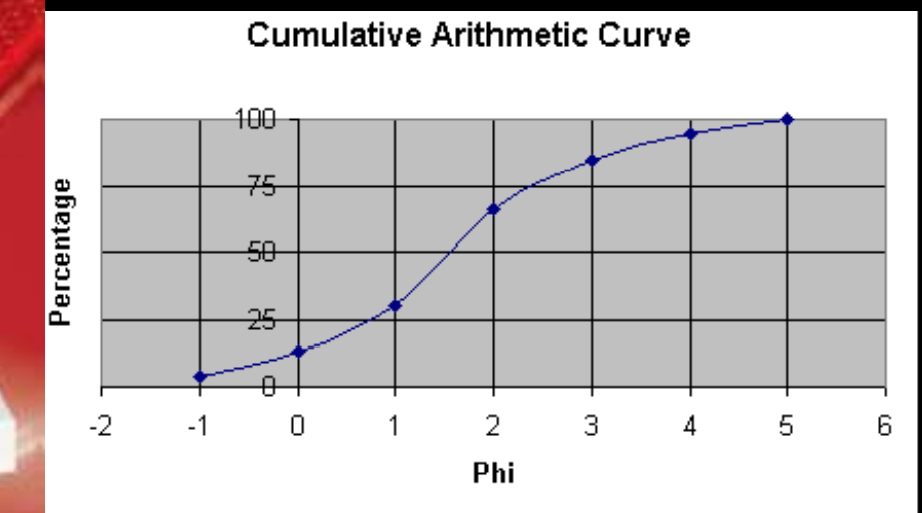
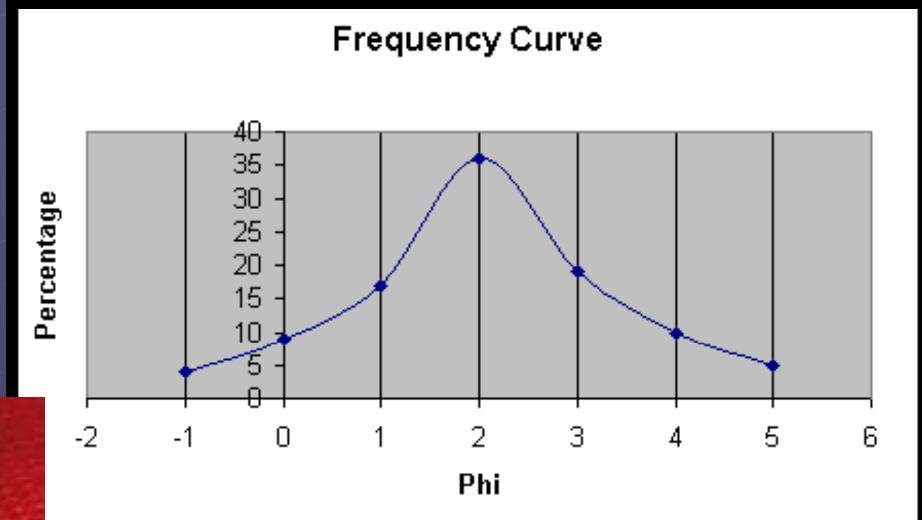
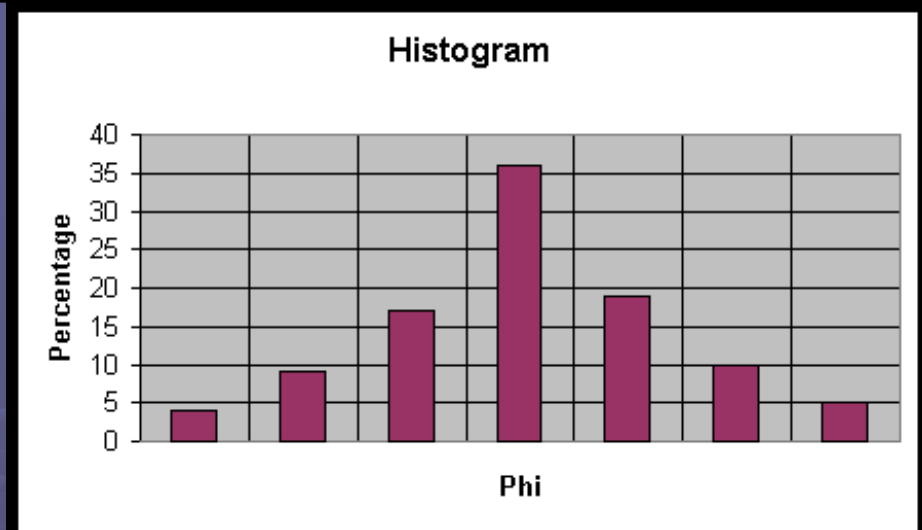
- Kvalitativní odhad
- Reciproká hodnota standardní odchylky souboru dat velikostí zrn, $S_0 = Q_3/Q_1^{1/2}$
Kde S_0 = třídění, Q_3 = třetí kvartil (75% nejmenších zrn),
 Q_1 = první kvartil (25% nejmenších zrn)

Střední velikost zrn

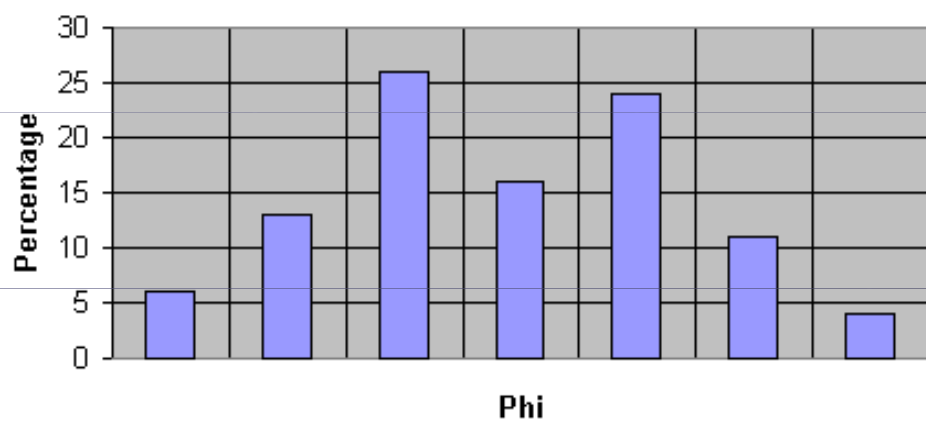
Gaussovy křivky, kumulativní křivky

Kontrolováno

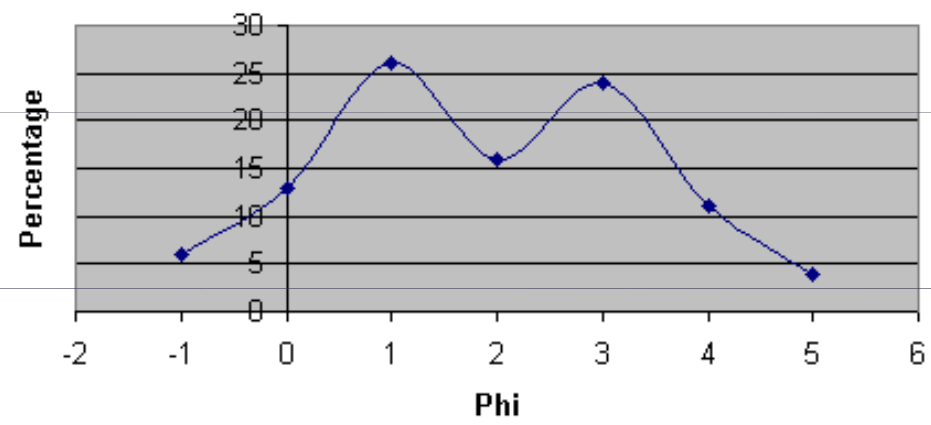
- vytříděním klastů generovaných během zvětrávání ve zdrojové oblasti
- abrazní a třídící schopností transportního média (vítr, voda, led)



Bimodal Histogram



Bimodal Frequency Curve





Display Lens MultiView

Zoom : 28,15%

- Main Image
- Thumbnail
- Lens
- Scale (Calibration)
- Drawings
 - Note
 - 1D Measurement
 - 2D Measurement



1D Measurement

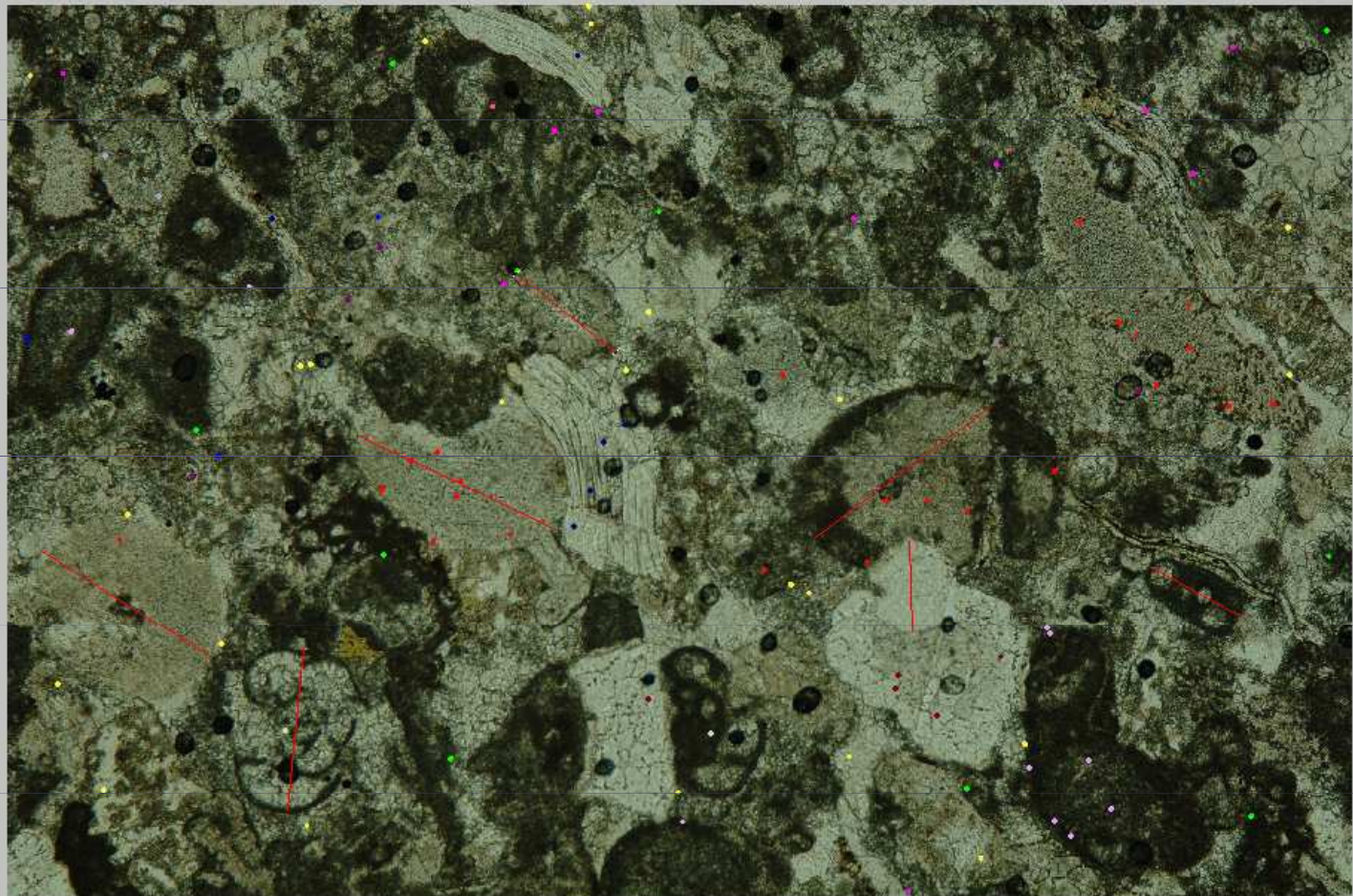
Selected Drawing

Parameter	Value (mm)
First point X	1,33
First point Y	0,7
Last point X	1,6
Last point Y	0,91
Line length	0,33
Orientation	141,69
Orientation significance	1
Azimuth	128,31
Azimuth significance	1
Barycenter x	1,47
Barycenter y	0,8
Color (RGB)	255:0:0

Show Profile

All Drawings

Edit Delete





Display Lens MultiView

Zoom: 28,15%

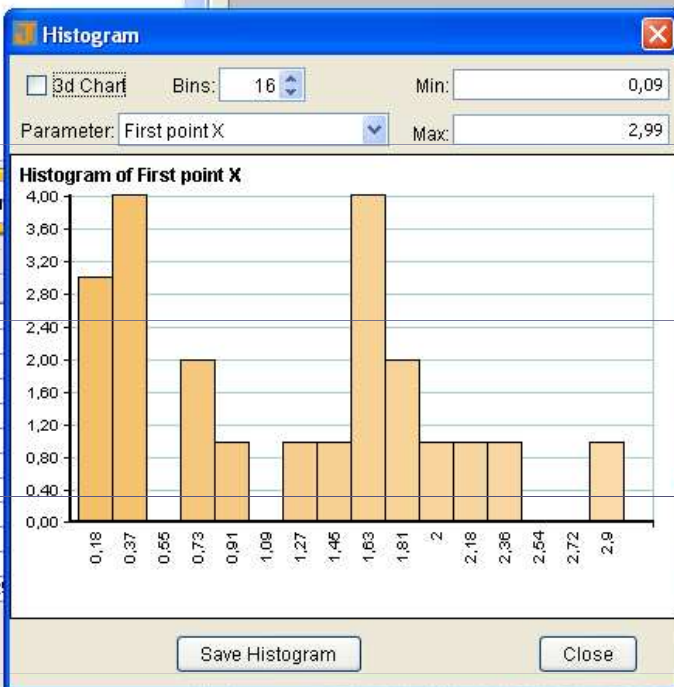


- Main Image
- Thumbnail
- Lens
- Scale (Calibration)
- Drawings
- Note
- 1D Measurement
- 2D Measurement

1D Measure

Selected Drawing

- Parameter
- First point X
- First point Y
- Last point X
- Last point Y
- Line length
- Orientation
- Orientation significance
- Azimuth
- Azimuth significance
- Barycenter x
- Barycenter y
- Color (RGB)



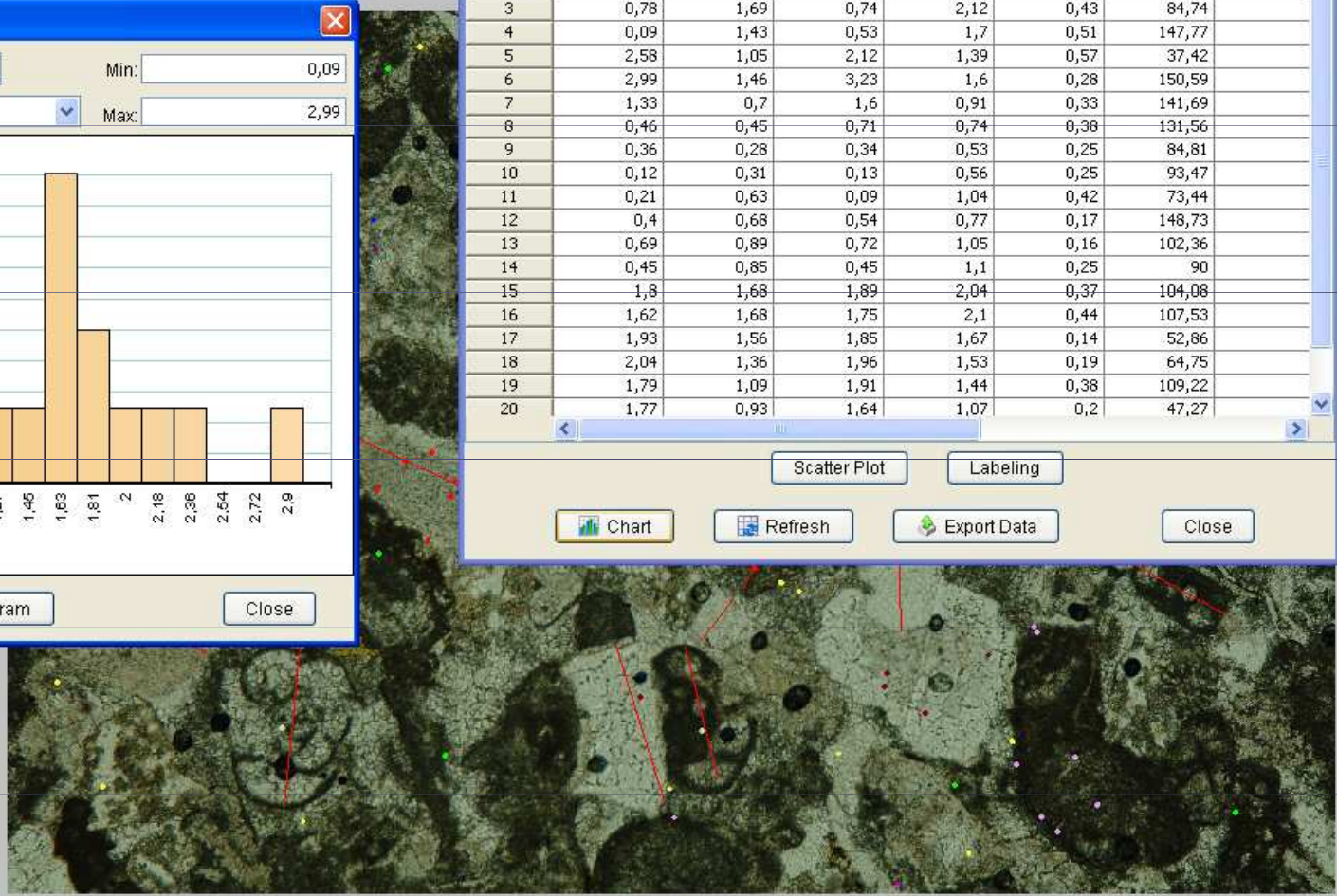
Data Viewer

Data: 1D Measurement Select graphic Mode: Graphics

	First point X	First point Y	Last point X	Last point Y	Line length	Orientation	Orientation .
1	0,93	1,13	1,42	1,36	0,55	154,66	
2	2,36	1,4	2,38	1,64	0,24	92,6	
3	0,78	1,69	0,74	2,12	0,43	84,74	
4	0,09	1,43	0,53	1,7	0,51	147,77	
5	2,58	1,05	2,12	1,39	0,57	37,42	
6	2,99	1,46	3,23	1,6	0,28	150,59	
7	1,33	0,7	1,6	0,91	0,33	141,69	
8	0,46	0,45	0,71	0,74	0,38	131,56	
9	0,36	0,28	0,34	0,53	0,25	84,81	
10	0,12	0,31	0,13	0,56	0,25	93,47	
11	0,21	0,63	0,09	1,04	0,42	73,44	
12	0,4	0,68	0,54	0,77	0,17	148,73	
13	0,69	0,89	0,72	1,05	0,16	102,36	
14	0,45	0,85	0,45	1,1	0,25	90	
15	1,8	1,68	1,89	2,04	0,37	104,08	
16	1,62	1,68	1,75	2,1	0,44	107,53	
17	1,93	1,56	1,85	1,67	0,14	52,86	
18	2,04	1,36	1,96	1,53	0,19	64,75	
19	1,79	1,09	1,91	1,44	0,38	109,22	
20	1,77	0,93	1,64	1,07	0,2	47,27	

Scatter Plot Labeling

Chart Refresh Export Data Close



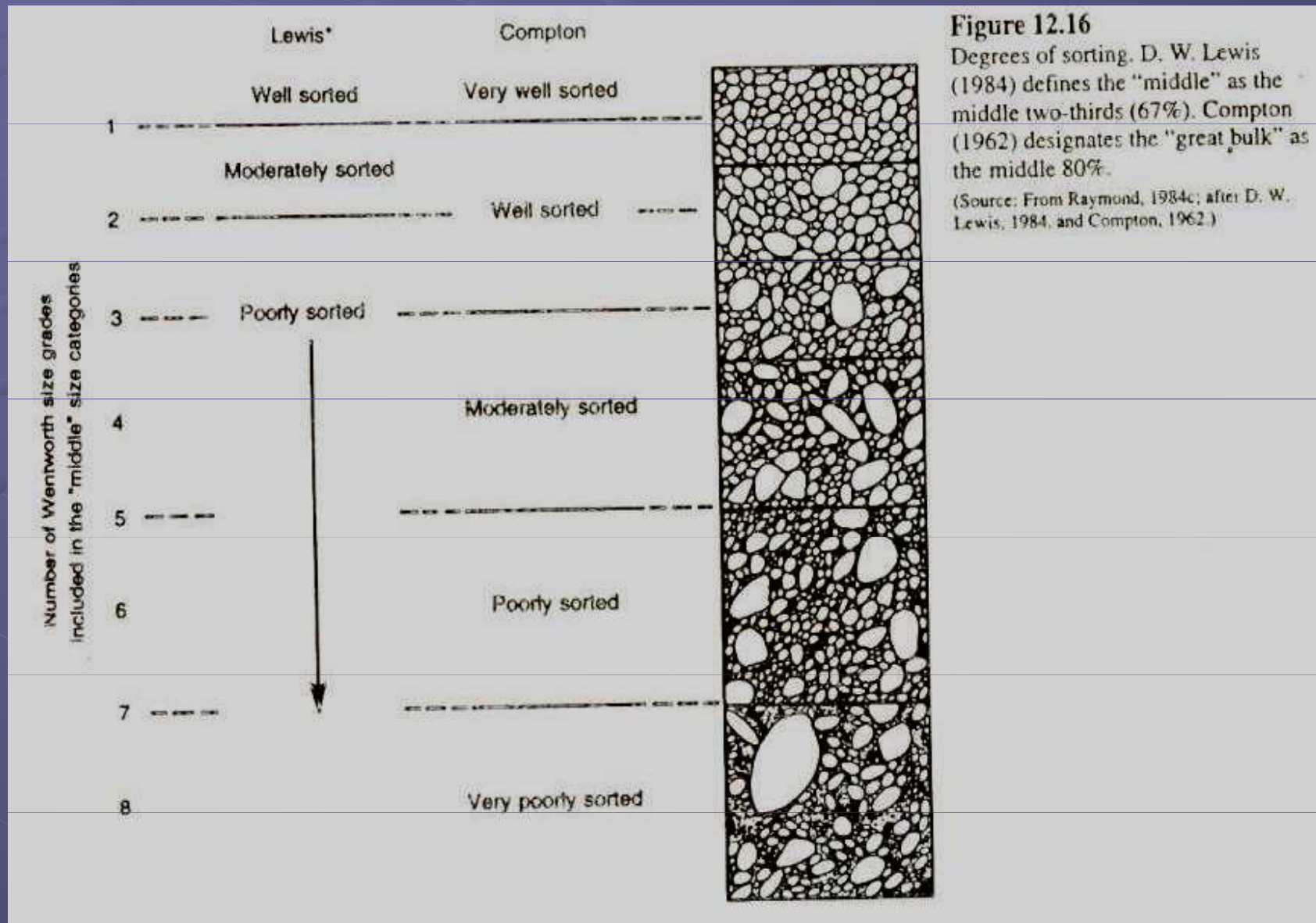
Show Profile

All Drawings

Edit Delete



Vytrřídění: kvalitativní odhad



Sedimentární struktury

tvar zrna

● Tvar zrna

Tvar částic určený :

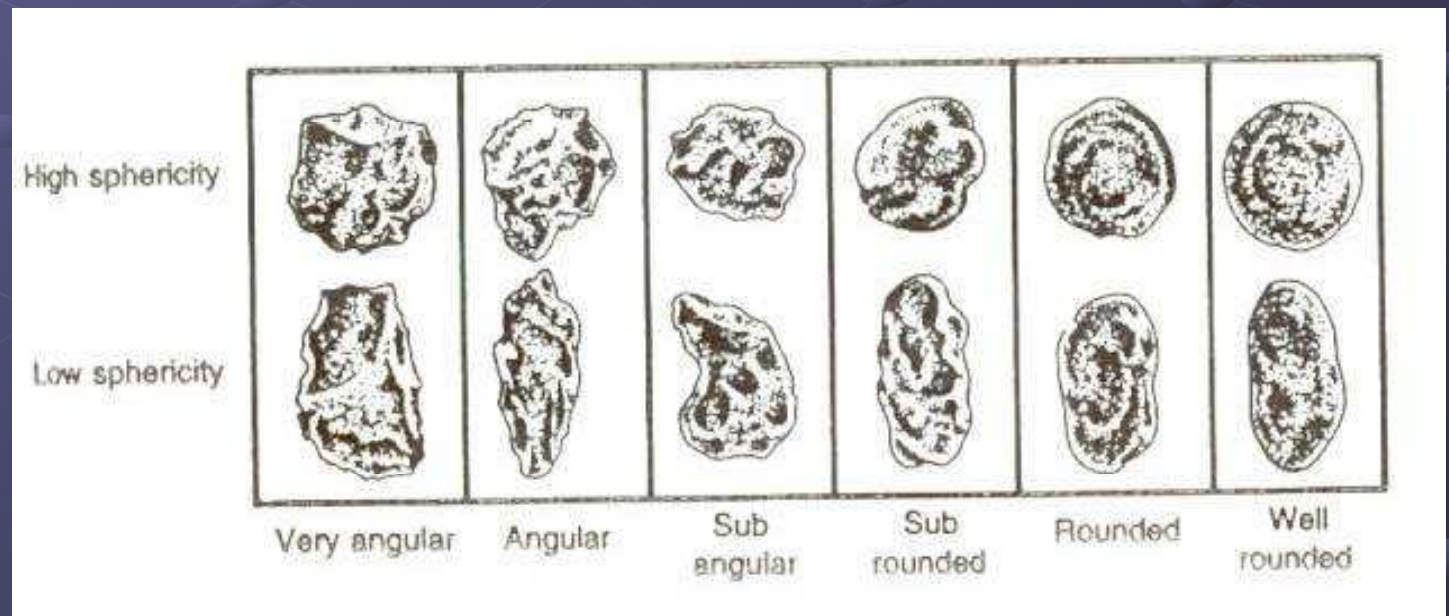
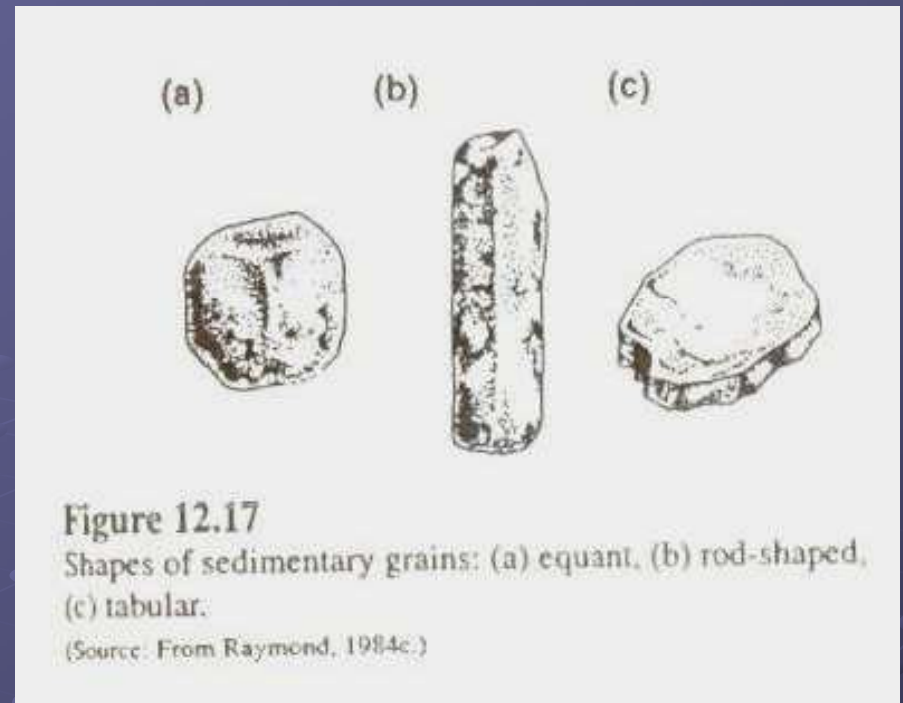
- Krystalizací z magmatu nebo vodného roztoku (tvar krystalů, tabulkový, sloupcovitý, apod.)
- Vulkanogenní činností (pyroklastika – lapilli, prach, popel, písek, velmi nepravidelný)
- Zvětráváním hornin (nepravidelný tvar – zaoblení, koule, trojosý elipsoid)
- Organickou aktivitou (schránky, ooidy, klacíky, apod. – koule, válec, destičkovitý tvar)

Forma – (celkový tvar) – izomorfní, tabulkovitý, tyčovitý

Sféricita – jak moc se zrna tvarově blíží kouli

Zaoblení – míra zakřivení hran zrna → více = angulární, méně = zaoblený
Vizuální odhad

Povrchová mikrostruktura



Porozita ($V_{\text{pórů}} / V_{\text{horniny + pórů}} \times 100\%$)

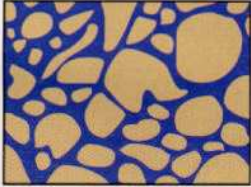
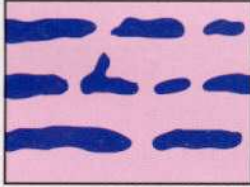
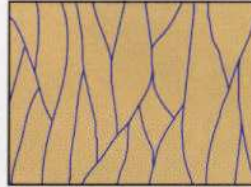
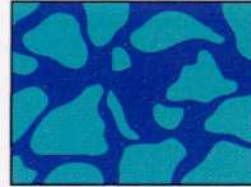
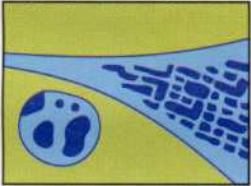
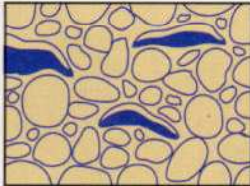
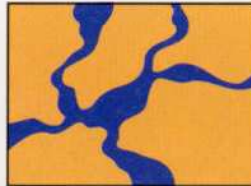
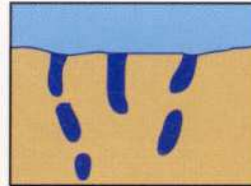
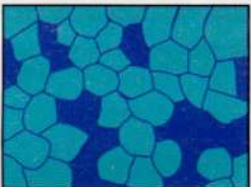
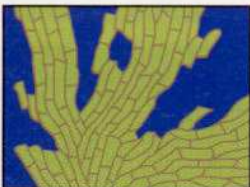
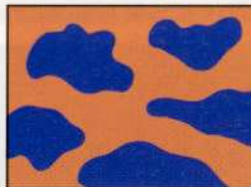
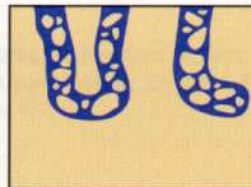
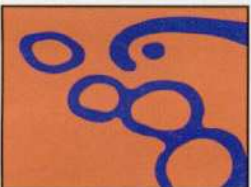

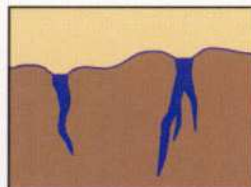
- Intergranulární
- Intragranulární
- Fenestrální
- Mezi krystaly
- Moldická

- Puklinová
- Kavernózní

- Brekciová
- Ve výhrabech
- Ve vrtbách

Permeabilita

- Míra toho, jak rychle může horninou protékat kapalina
- Závisí na porozitě, velikosti pórů a propojení pórů

Fabric-selective		Non-fabric-selective	Fabric-selective or not
 Interparticle	 Fenestral	 Fracture	 Breccia
 Intraparticle	 Shelter	 Channel	 Boring
 Intercrystal	 Growth framework	 Vug*	 Burrow
 Mouldic		 Cavern*	 Shrinkage

* Cavern applies to human sized or larger pores of channel or vug shapes

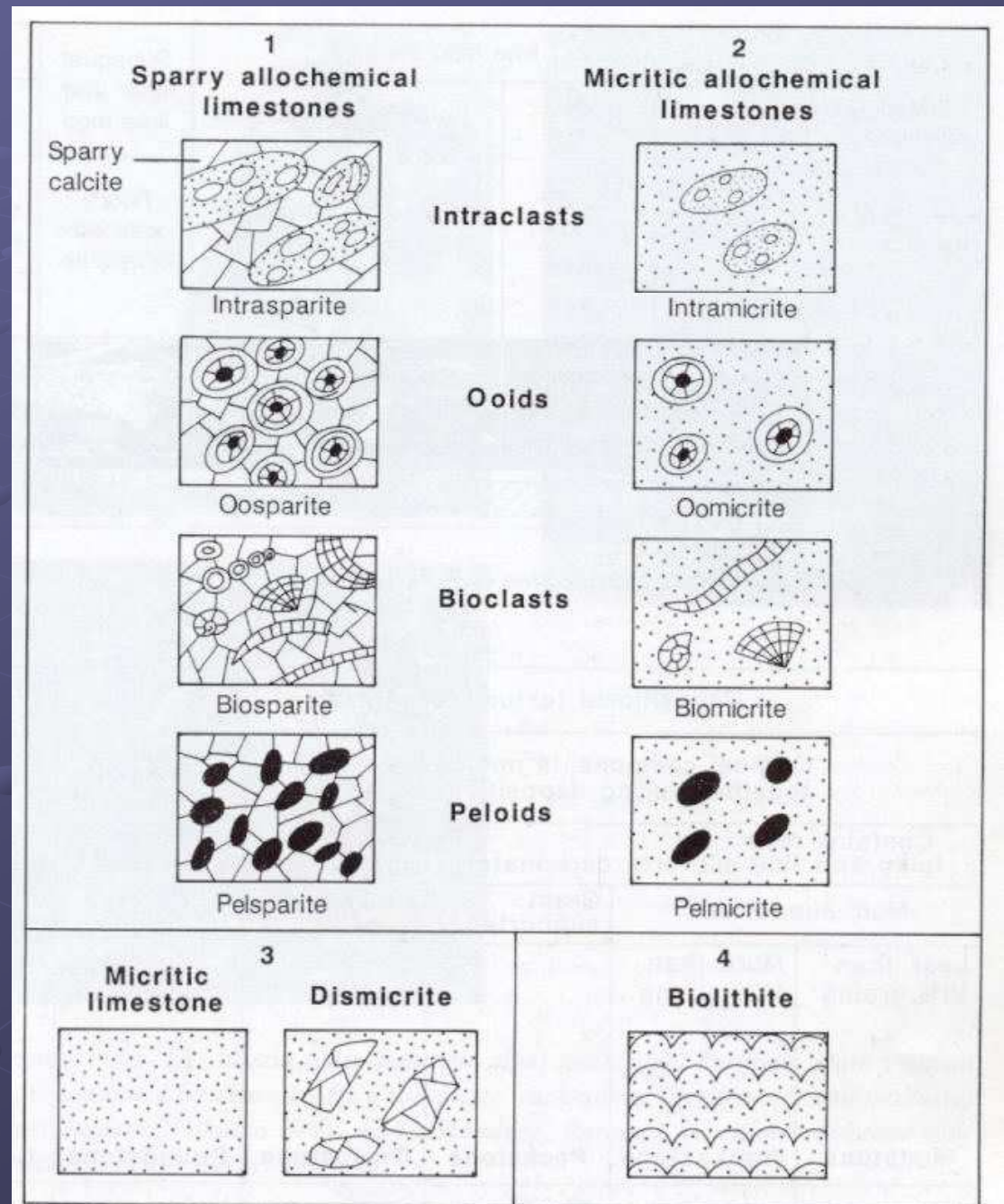
Klasifikace karbonátových hornin

Kritéria:

- **Přítomnost / nepřítomnost mikritu**
(hydrodynamické prostředí sedimentace)
- **Vytvoření podpůrné struktury zrn / mikritu**
(poměr mikritu a zrn, tvar zrn – sférická zrna podpůrná kostra při 60%, větevnatá zrna (korály) podpůrná kostra při 20%)
- **Velikost zrn**
(není příliš zohledňována, relevantní pouze v případě transportu alochemů)
- **Klasifikace alochemů**
(prostředí vzniku sedimentu)

Folkova klasifikace (Folk, J.R. 1959)

- Sparit / mikrit
- Klasifikace alochemů (+/- prostředí sedimentace)
- **Není zohledněna podpůrná struktura**
- **Není zohledněna velikost zrn**




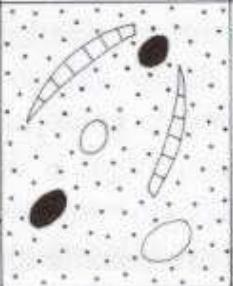
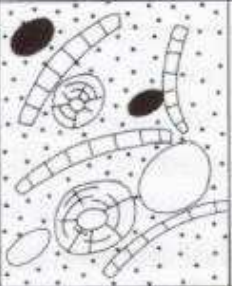



Folkova klasifikace (Folk, J.R. 1959)

- Sparit / mikrit
- Podpurná struktura (hydrodynamické podmínky)
- Klasifikace alochemů (+/- prostředí sedimentace)
- Třídění (hydrodynamické podmínky)
- **Příliš dlouhé názvy hornin**

Percent allochems	Over 2/3 lime mud matrix				Subequal spar and lime mud	Over 2/3 spar cement		
	0-1%	1-10%	10-50%	Over 50%		Sorting poor	Sorting good	Rounded and abraded
Representative rock terms	Micrite and dismicrite	Fossiliferous micrite	Sparse biomicrite	Packed biomicrite	Poorly washed biosparite	Unsorted biosparite	Sorted biosparite	Rounded biosparite
			Micrite Sparry calcite cement					

Dunhamova klasifikace (Dunham, 1962)

- Sparit / mikrit
- Podpurná struktura (hydrodynamické podmínky)
- Přehlednost
- **Klasifikace alochemů**

Depositional texture recognizable				Depositional texture not recognizable	
Original components not bound together during deposition			Original components were bound together		
Contains mud (clay and fine silt-size carbonate)		Lacks mud and is grain supported			
Mud-supported		Grain-supported			
Less than 10% grains	More than 10% grains				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Crystalline
					

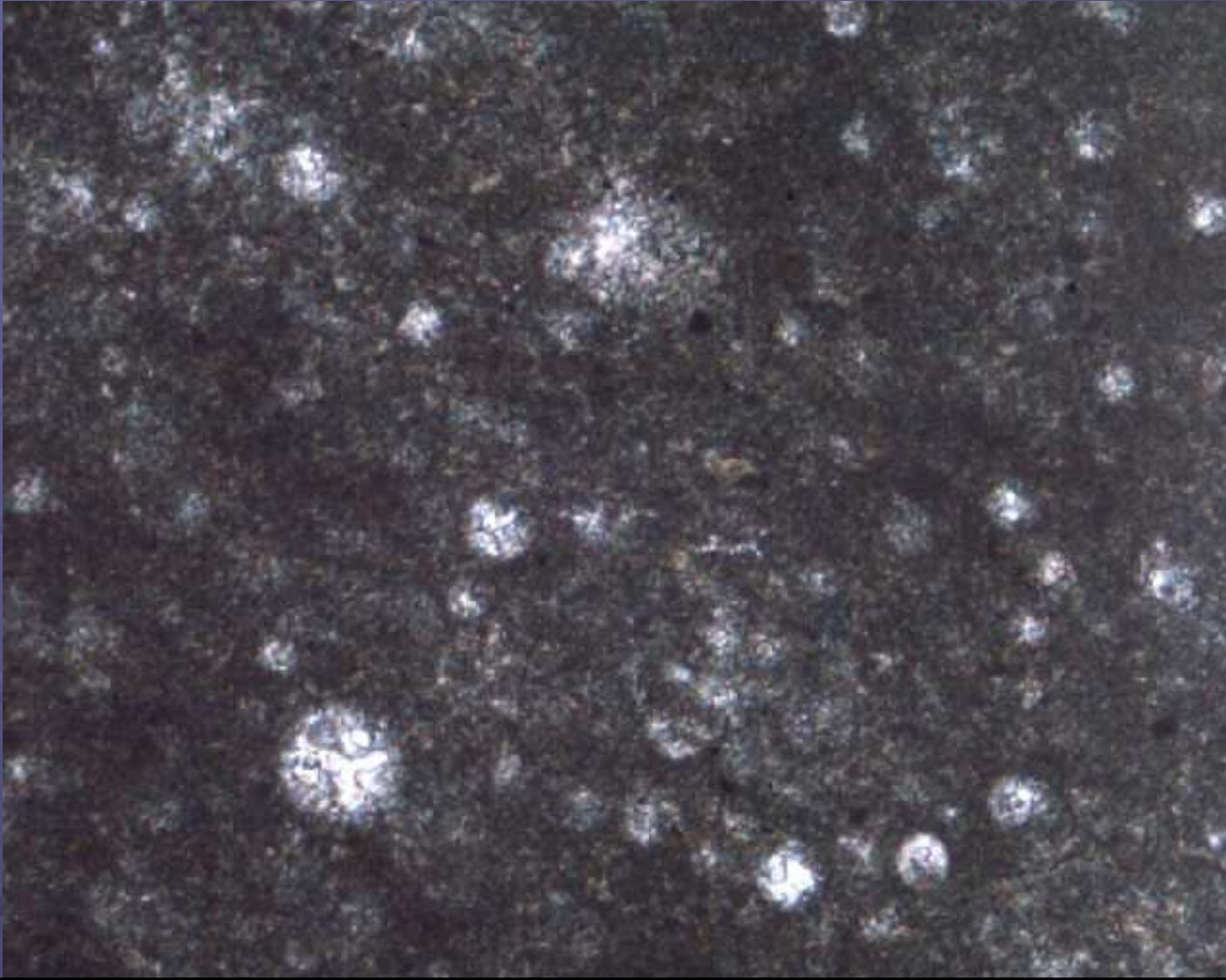
Rozšířená Dunhamova klasifikace (Embry a Klovan, 1974)

- Sparit / mikrit
- Podpurná struktura (hydrodynamické podmínky)
- Velikost zrn
- Procesy sedimentace (bafflestone až framestone)
- Přehledná
- **Klasifikace alochemů**

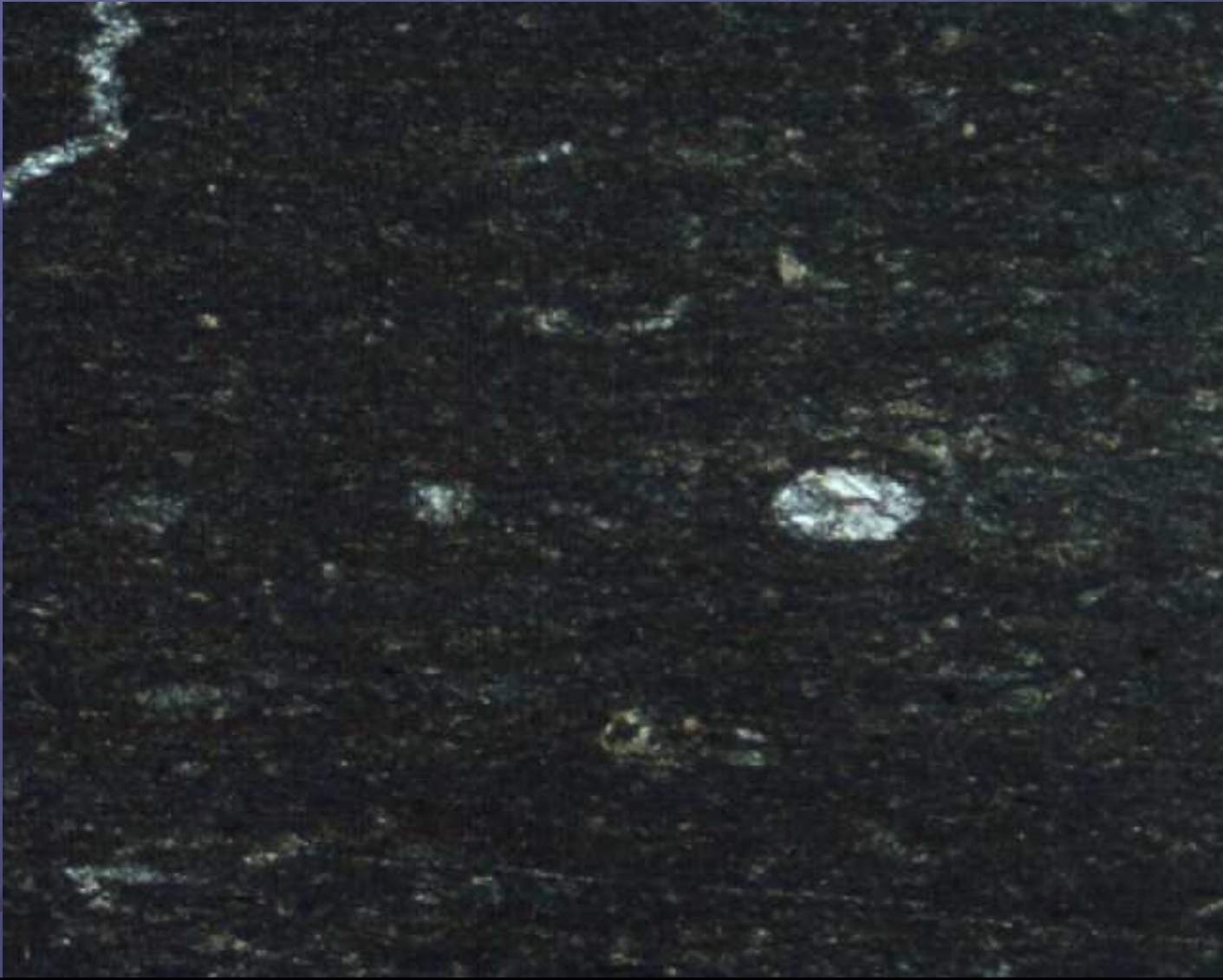
Depositional texture recognizable				Depositional texture not recognizable	
Original components not bound together during deposition			Original components were bound together		
Contains mud (clay and fine silt-size carbonate)		Lacks mud and is grain supported			
Mud-supported		Grain-supported			
Less than 10% grains	More than 10% grains				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Crystalline

Allochthonous		Autochthonous		
Original components not organically bound during deposition		Original components organically bound during deposition		
>10% grains >2mm				
Matrix supported	Supported by >2mm component	By organisms which act as baffles	By organisms which encrust and bind	By organisms which build a rigid framework
Floatstone	Rudstone	Bafflestone	Bindstone	Framestone

lime mudstone (Dunham)
fossiliferous micrite (Folk)



lime mudstone (Dunham)
fossiliferous micrite (Folk)



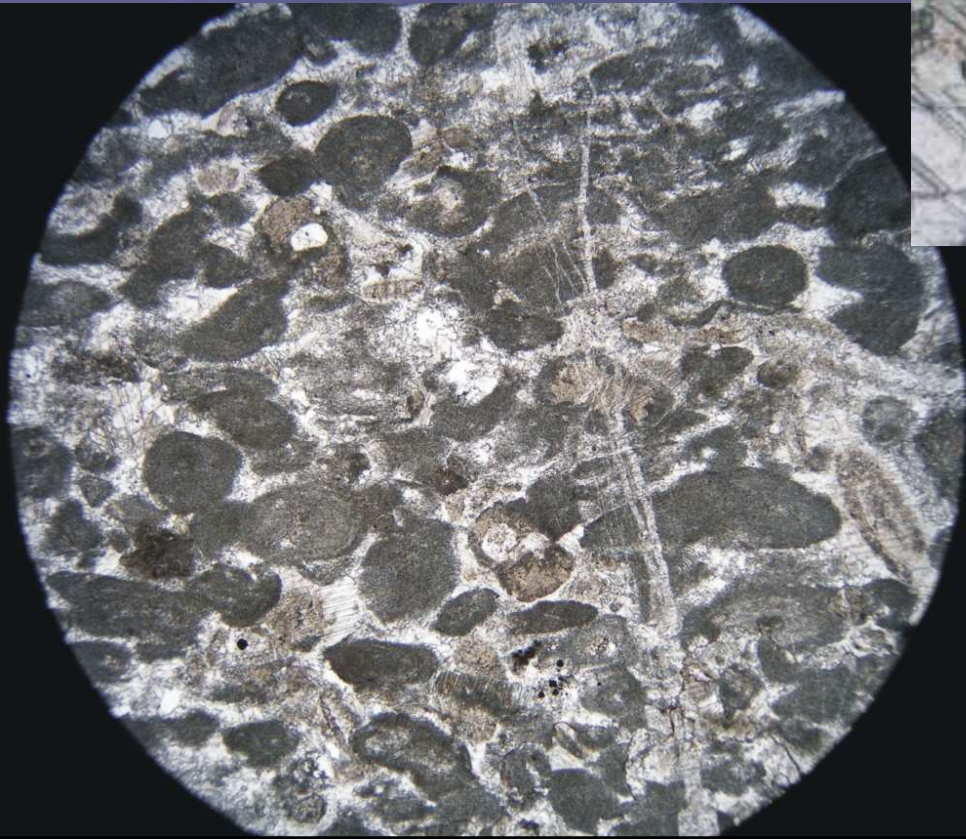
wackestone (Dunham)
(sparse) biomicrite (Folk)



packstone (Dunham)
packed biopelmicrite (Folk)



grainstone
(Dunham)
biopelsparite(1),
biosparite(2)
(Folk)



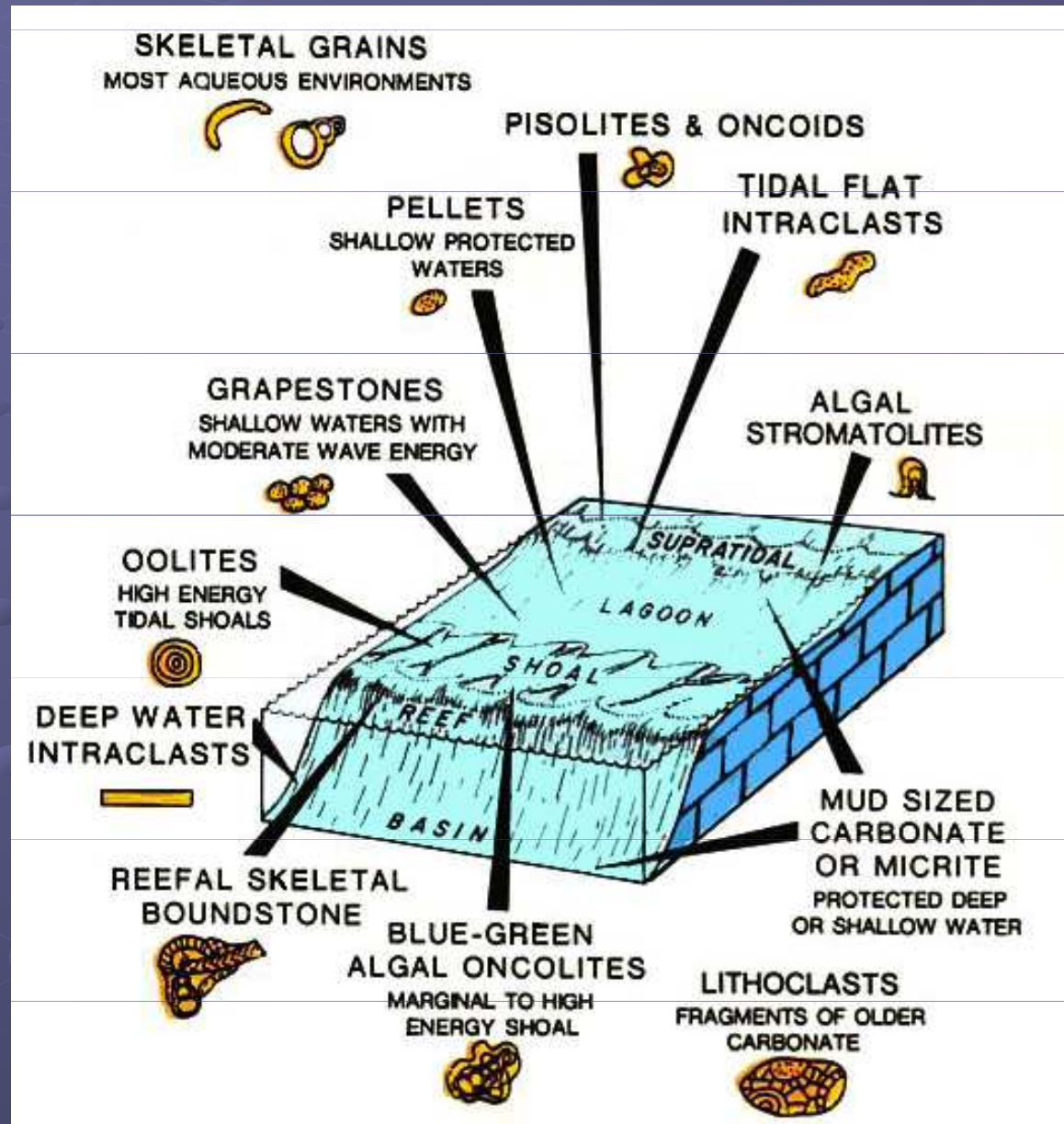
crystalline (dolomite) (Dunham)



Standardní mikrofacie (Flügel 1972, Wilson 1975)

- Mikrofacie (24 standardních mikrofacií):
kvalitativní soubor znaků horniny
pozorovatelných ve výbruse:
 - klasifikace horniny (zpravidla Dunhamova klasifikace)
 - popis sedimentárních struktur (velikost a tvar zrna, vytrídění, porozita, atd.)
 - popis mikrotextur (laminace, gradace)
 - klasifikace alochemů (ekologické skupiny skeletálních alochemů, neskeletální alochemy, atd)
 - Mikrofacie: kvalitativní soubor znaků
- Faciální pásma (9 standardních pásem) -
Interpretace prostředí sedimentace

Environmentální význam neskeletálních klastů a textur



Standardní mikrofacie - příklady

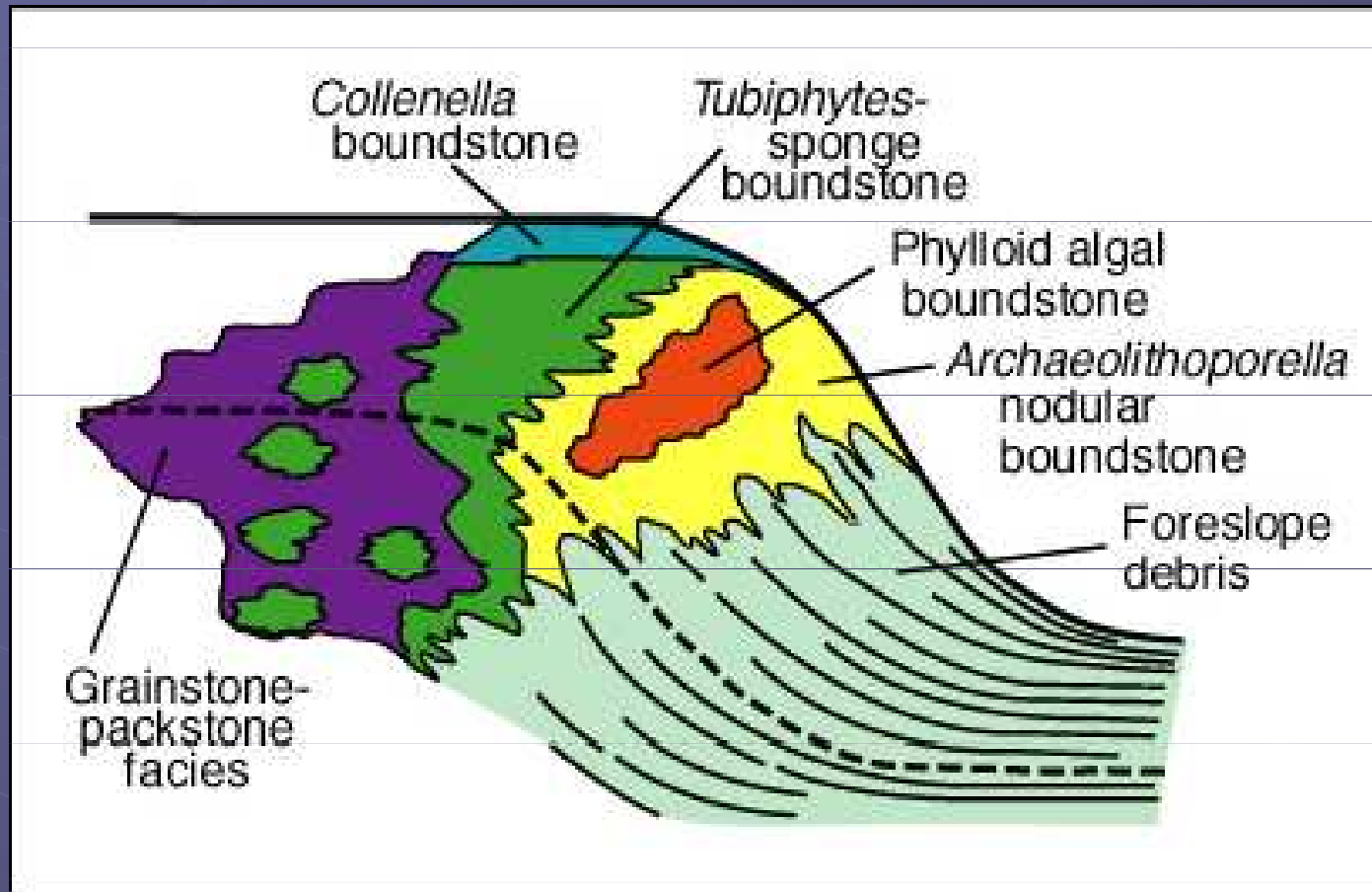
● SMF 3

- lime mudstone a wackestone s mikritickou matrix s pelagickou mikrofaunou (např. radiolárie, globigeriny) nebo makrofaunou (graptoliti, fragmenty tenkostěnných mlžů)
- Pánevní, hlubokomořské prostředí s pomalou sedimentací

● SMF 15

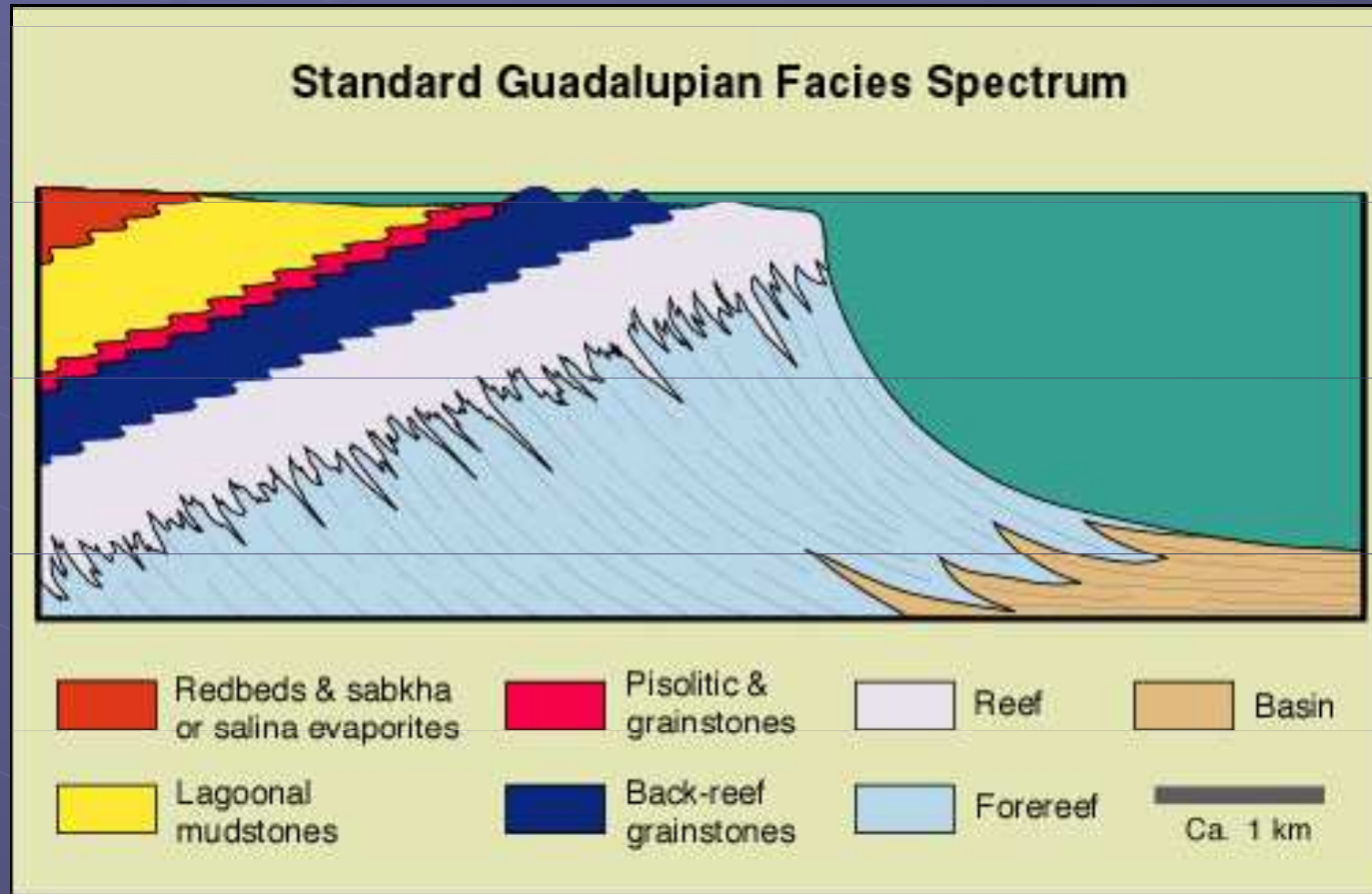
- Grainstone s dobře vytrádnými ooidy a šikmým zvrstvením
- Vysokoenergetické prostředí oolitických písčín na okraji šelfu, pláže a valy na přílivových plošinách

Použití mikrofacií: mapování paleoprostředí



Diagrammatic depiction of microfacies distribution within the upper Capitan reef. Dashed line in center is an approximate time line. Adapted from J. Babcock (1977).

Použití mikrofacií: mapování paleoprostředí



Shelf-to-basin spectrum of microfacies and interpreted depositional environments for Capitan and Capitan-equivalent strata of the Guadalupe Mountains. Vertical axis is approximately 0.5 km; horizontal axis is roughly 35 km.

© Peter A. Scholle, 1999



Stratigrafický význam
mikrofacií:
identifikace cyklů, trendů a
událostí na časové ose

Kvantitativní MF analýza

← Pelagické
karbonáty

← turbidity

← Útesové
karbonáty

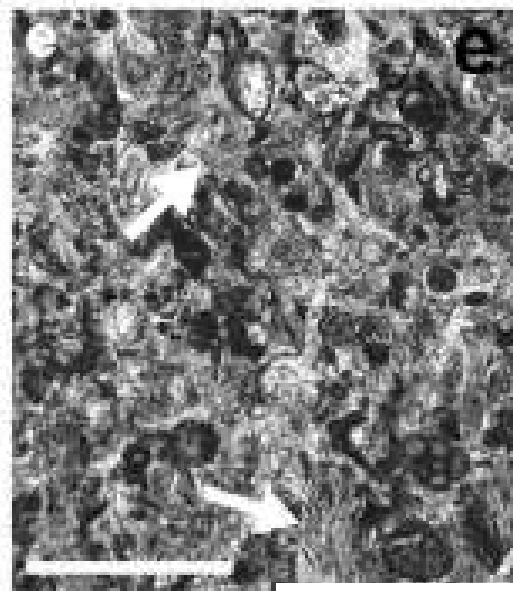
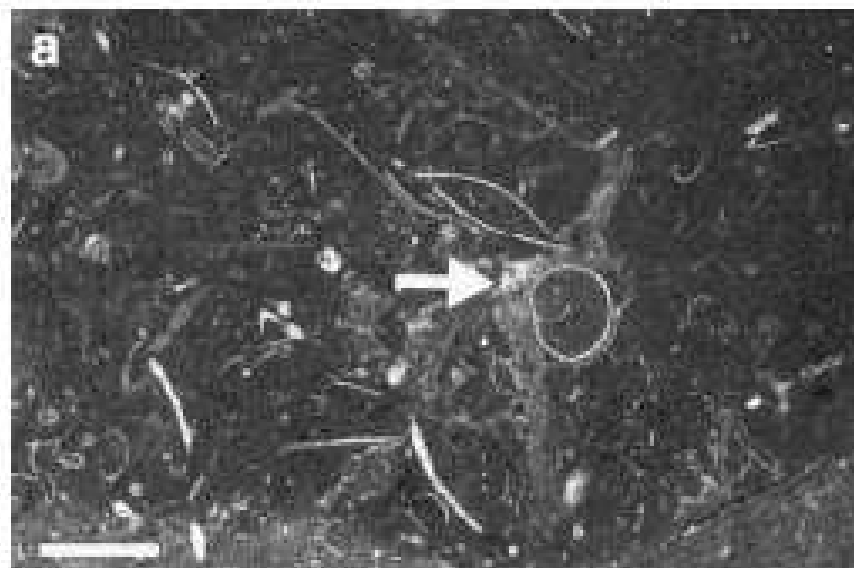
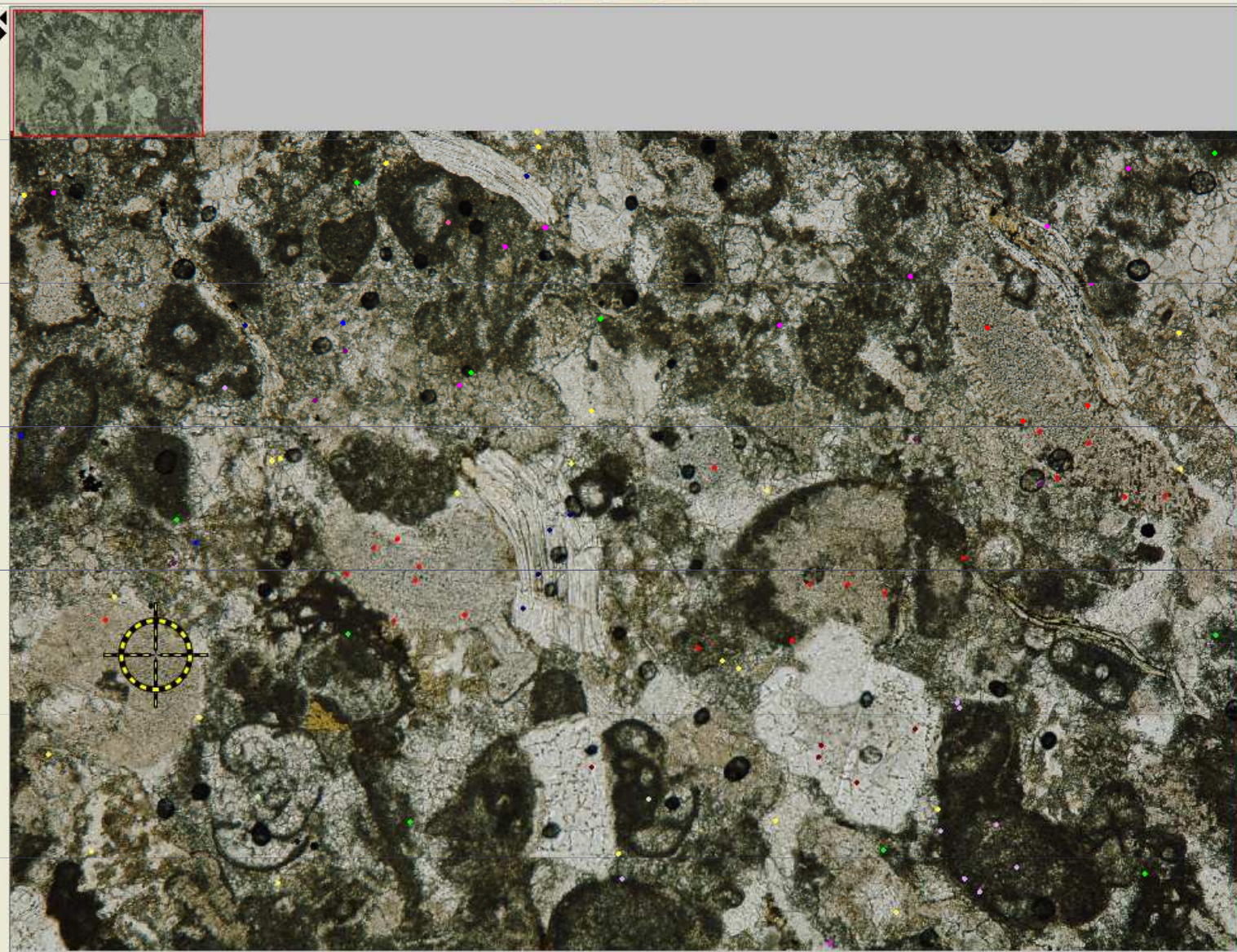


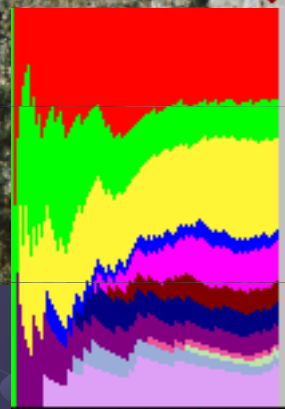
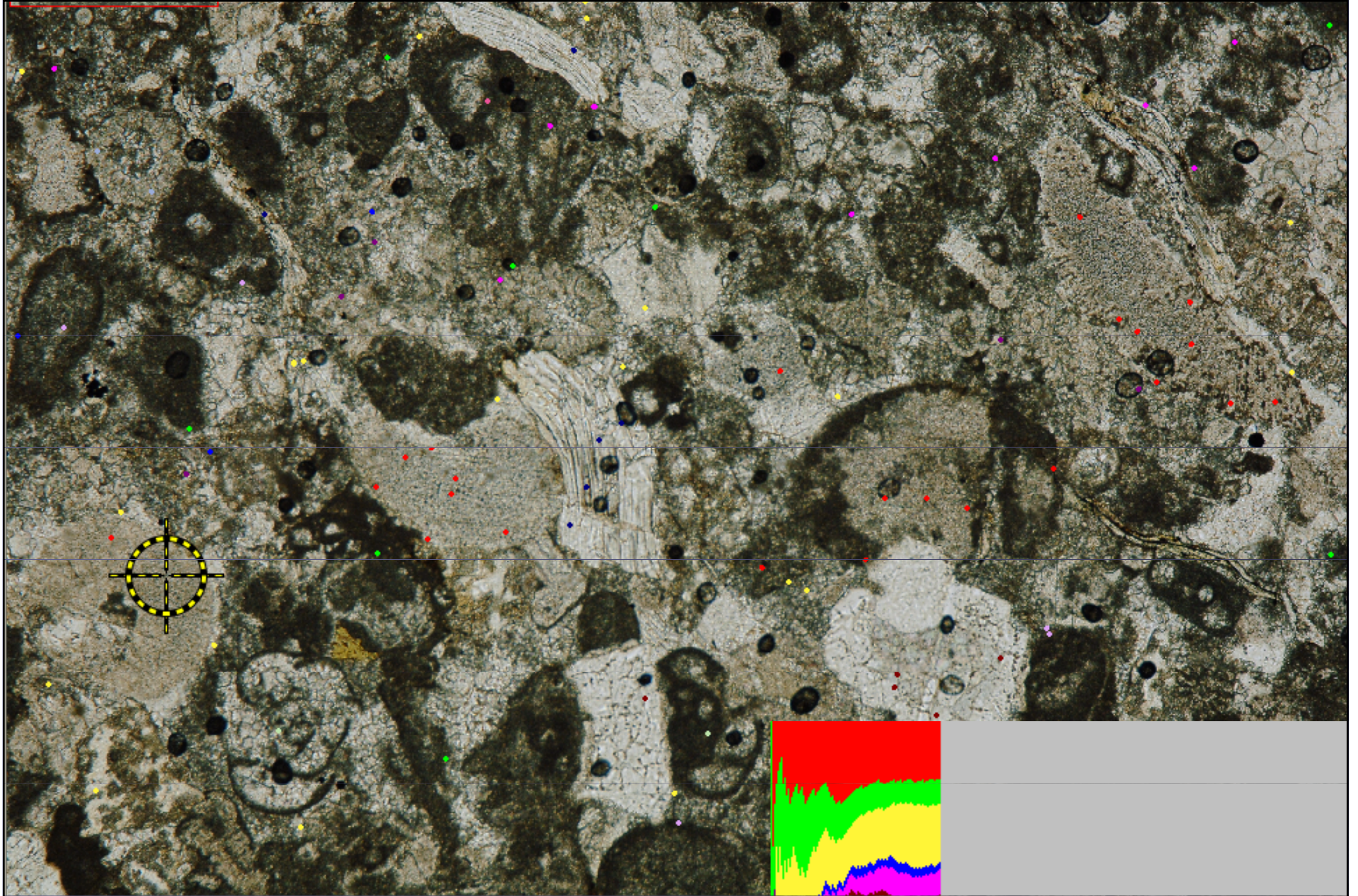
Fig. 4a–j Facies and microfacies of the Frasnian to Famennian post-drowning interval. Scale bars: 2 mm, except where indicated otherwise. **a** Facies B2, lime mudstone to wackestone with thin-shelled bivalves, gastropods, ostracods, radiolarians and other skeletal grains, note irregular cement-filled cavity (*arrows*), Lower Famennian, Balcarka. **b** Facies B2, lime mudstone with thin-shelled bivalves and some ostracods, note cement-filled shelter porosity, Lower Famennian, Jedovnice. **c** Facies B3, storm bed, moderate to well-sorted crinoidal wacke/packstone with some shell debris and brachiopod spines (*arrows*), Lower Famennian, Mokrá. **d** Facies B2, nodular lime mudstone, part of a large, probably mouldic cavity filled with radiaxial fibrous calcite and silt-sized detrital filling, Upper Frasnian, Jedovnice. **e** Facies B4, skeletal-peloidal packstone to grainstone with foraminifers and dasyclad algae overgrown by syntaxial cement (*arrows*), Upper Famennian Mokrá, scale bar 1 mm. **f** Facies B4, calciturbidite

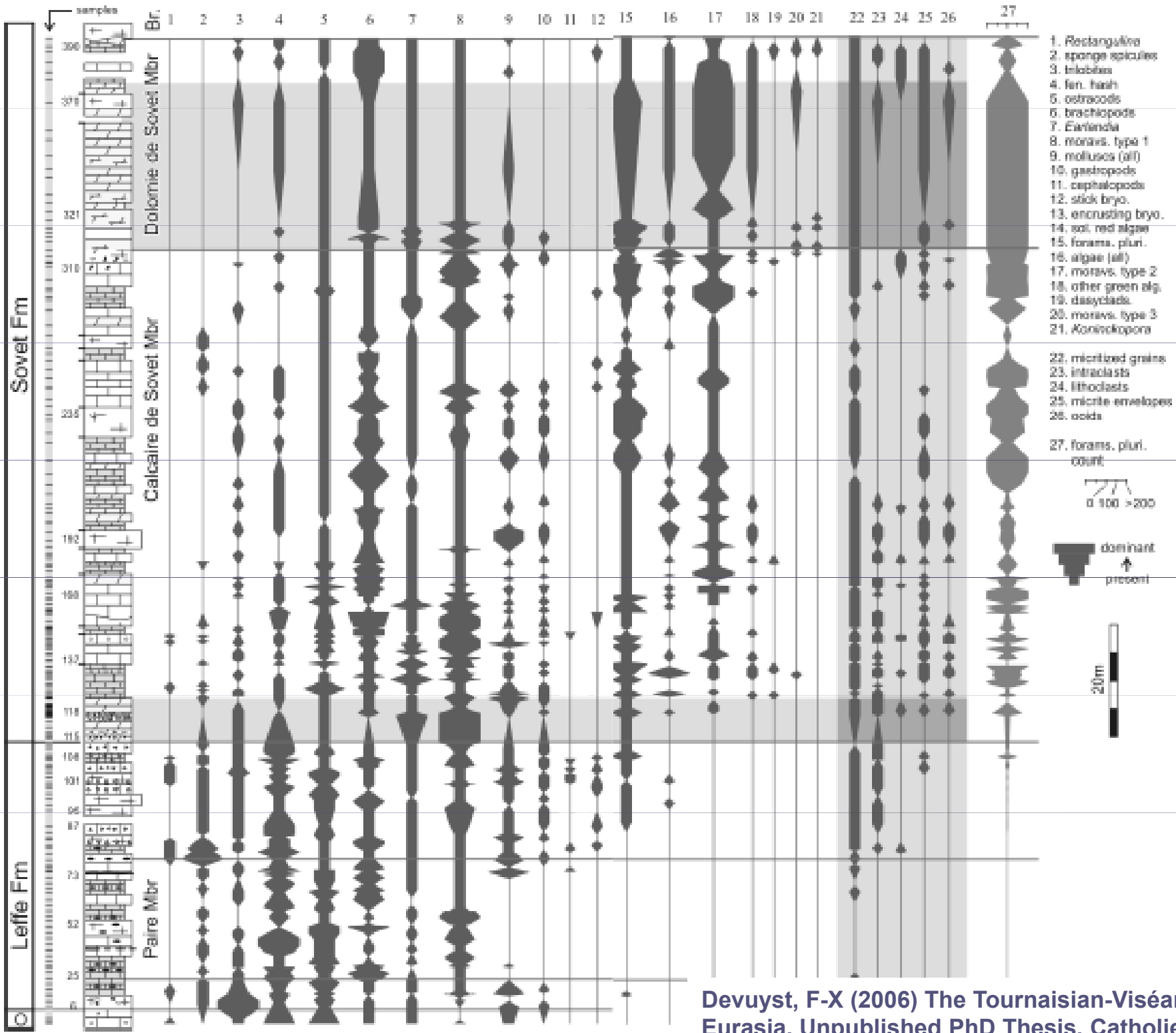
- Drawings
 - Note
 - 1D Measurement
 - 2D Measurement
 - Object Extraction
- Point Counting
- Profile
- Marker (Image Factory)

Point Counting

[no] Crinoids	23%
[no] Peloids	10%
[no] Sparite plus syntaxial	23%
[no] Bioclasts - undifferentiated	3%
[no] Matrix	10%
[no] Quartz	5%
[no] Feldspars	0%
[no] Biotite	0%
[no] Muscovite	6%
[no] Unknown	5%
[no] Ooids and coated grains	1%
[no] Foraminifers multichambered	2%
[no] Single-chambered problematica	0%
[no] Algae - undifferentiated	2%
[no] Aggregates and lumps	10%
[no] Intraclasts	0%
[no] Dasycladaceae	0%





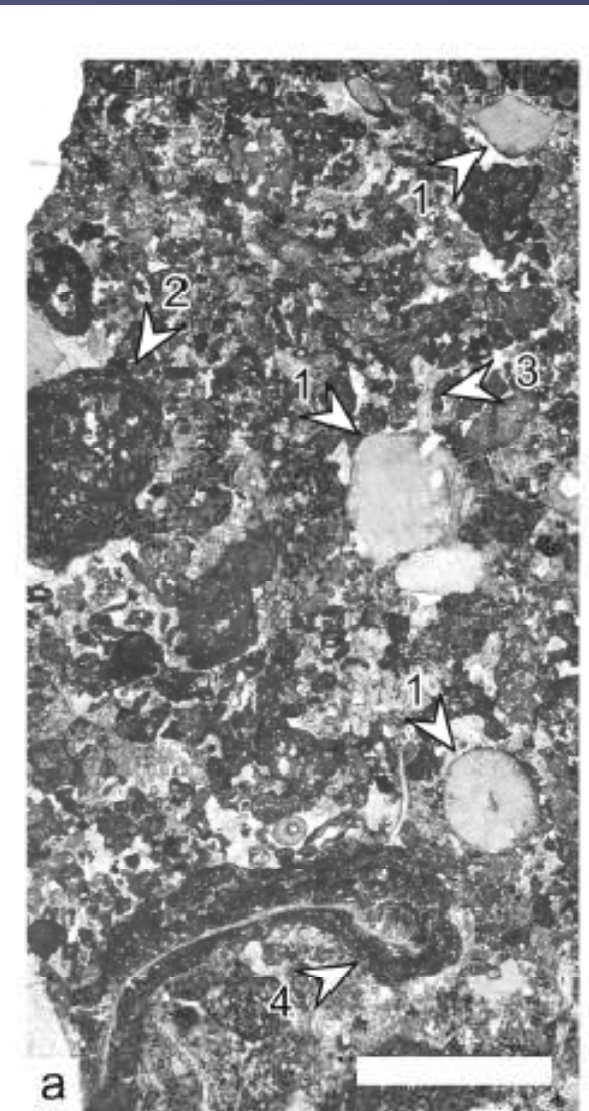


Semikvan titativní MF analýza

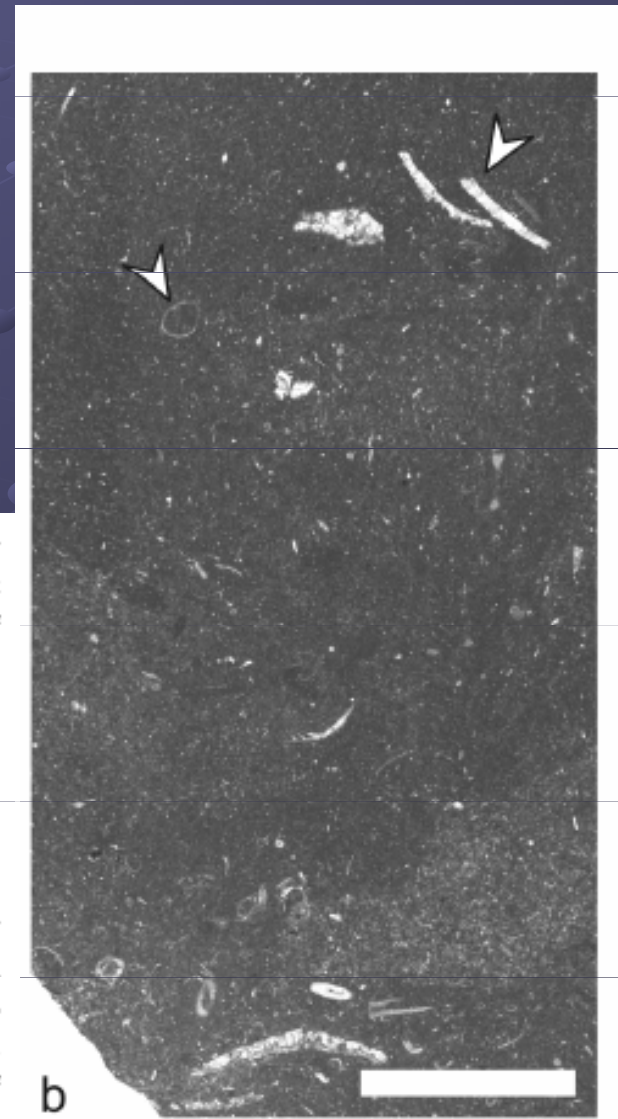
Devuyst, F-X (2006) The Tournaisian-Viséan boundary in Eurasia. Unpublished PhD Thesis, Catholieke Univ. Lovain

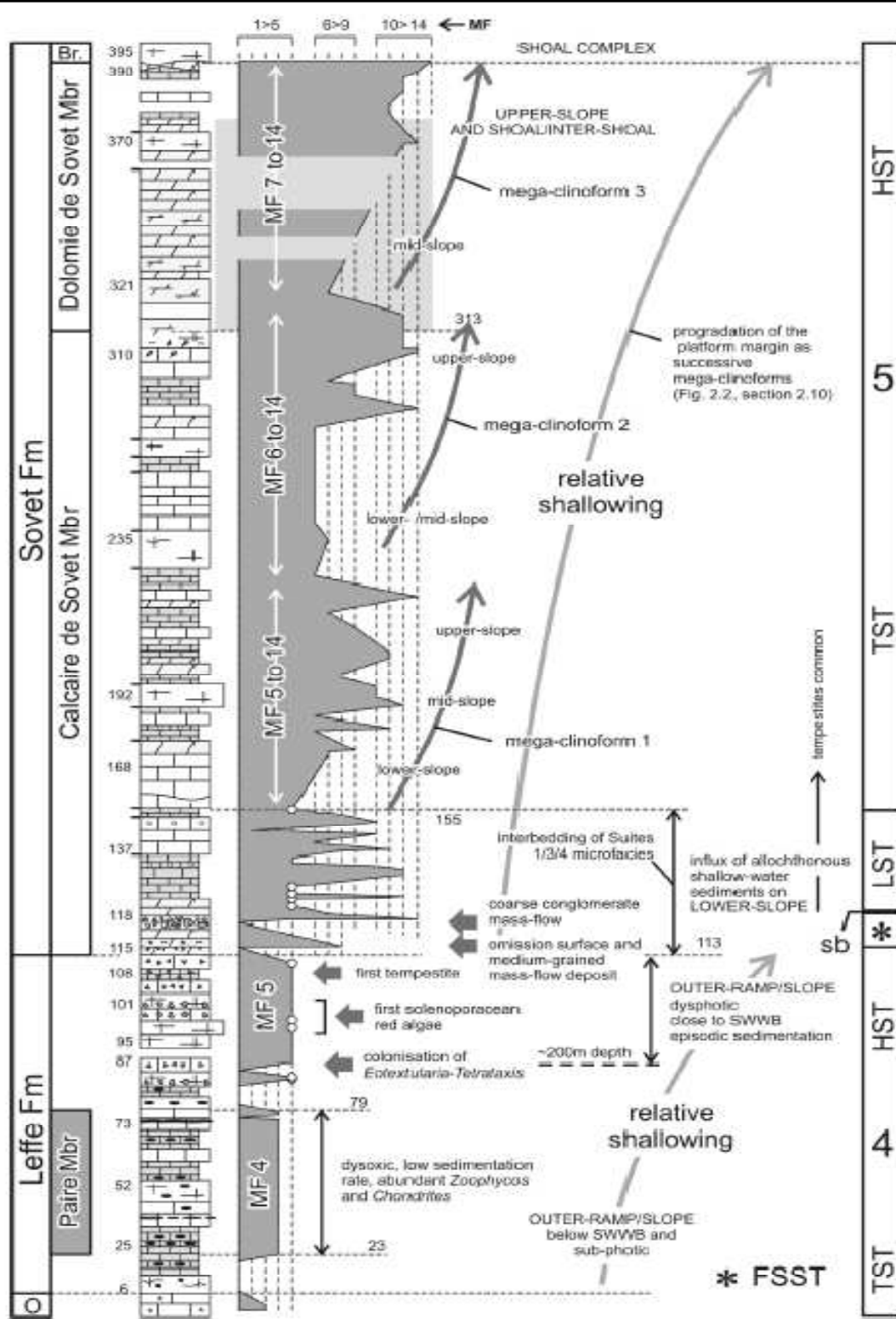
Devuyst, F-X (2006) The Tournaisian-Viséan boundary in Eurasia. Unpublished PhD Thesis, Catholique Univ. Lovain

MF 12 (Fig. 2.17a): very coarse-grained, unsorted, bioclastic / lithoclastic / algal P-Pg. Non-skeletal grains are abundant with: commonly micritized lithoclasts of various microfacies, micritized to well preserved ooids of various sizes but commonly large to very large (diameter up to 2mm), aggregate grains, intraclasts (Suite 3 microfacies) and micritized allochems of all sizes. Lithoclasts are most commonly too micritized to identify the microfacies, but in bed 390 algal-coated lithoclasts of MF 14 with small irregular cavities are common. Algae are a common to dominant component of the microfacies as bioclasts (including stachein and solenoporacean red algae, dasycladacean algae, filamentous algae, other indeterminate green algae) or coating. Other dominant bioclasts are pelmatozoans, brachiopods, moravamminids (including type 3), molluscs, commonly very large plurilocular foraminifers, and occasionally rugose corals and ostracods. Most allochems are heavily altered: fragmented, eroded, with destructive- and microbial-algal micrite envelopes (sometimes very thick, up to more than 1mm). Zones with dissolution of the fabric and replacement by coarse white microspar are present.

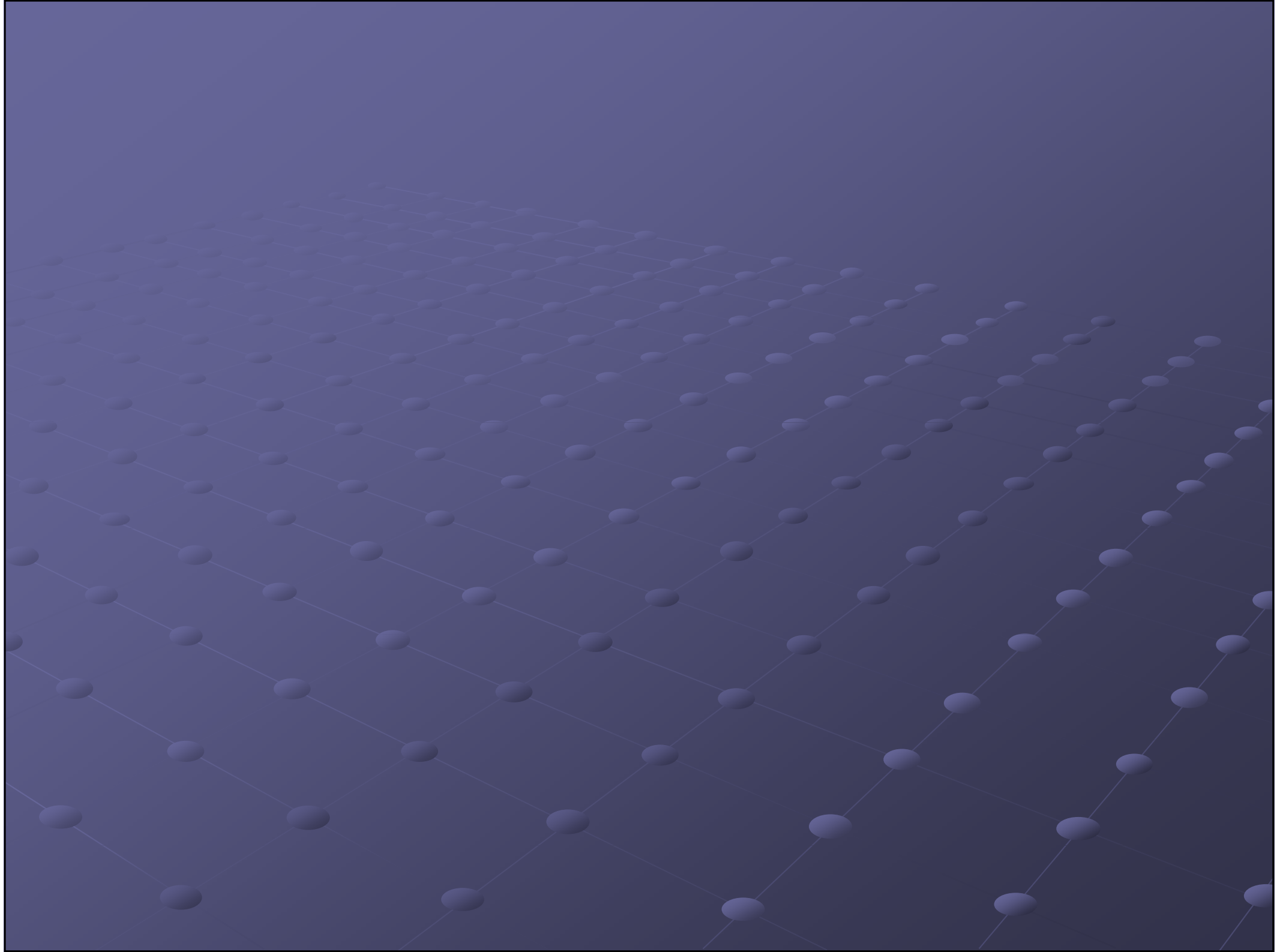


MF 2 (Fig. 2.13b): this microfacies is similar to MF 1 but differs from it by more abundant and more diverse bioclasts (very small bioclasts: 20-30%; larger bioclasts: up to 25%), a more peloidal mud matrix, the presence of small (<1mm to a few mm) irregular cavities, small peloids and rare intraclasts (maximum 10%, 0.3 to 3mm) and less common clay seams. As a result of the more abundant bioclasts, the texture is W-Wp. The small cavities are filled with sparry calcite and fluffy geopetal mud commonly occurs. The roof of the cavities is usually more irregular than the base and hanging bioclasts are present locally. The intraclasts are subrounded and commonly have a thin dark margin. In addition to the bioclasts already dominant in MF 1, brachiopods, sponge spicules, trilobites and moravanminids (larger than in MF 1) can be ranked above 4. Other bioclasts are similar to those of MF 1 as well, with in addition rare stick bryozoans, rare *Globochaete* and rare tabulate corals. MF 2 corresponds to part of MF10a/11 of Noël (1978).





- 14 mikrofacií
- Prostředí od dysoxického prostředí pánve (MF1-4) po svrchní část svahu (MF10-14)
- Alochtonní vrstvy vs. „pozadí“ (MF kontrasty)
- Progradace, cyklicita



Facie a depoziční prostředí

● **Facie**

soubor charakteristických znaků sedimentu:

- vrstevní poměry (mocnost a tvar vrstev)
- hydrodynamické sedimentární textury (zvrstvení, textury na vrstevních plochách)
- Paleontologický obsah a tafonomie sedimentu
- Struktura horniny (zrnitost, vytrídění, porozita, atd.)

Facie



Depoziční prostředí

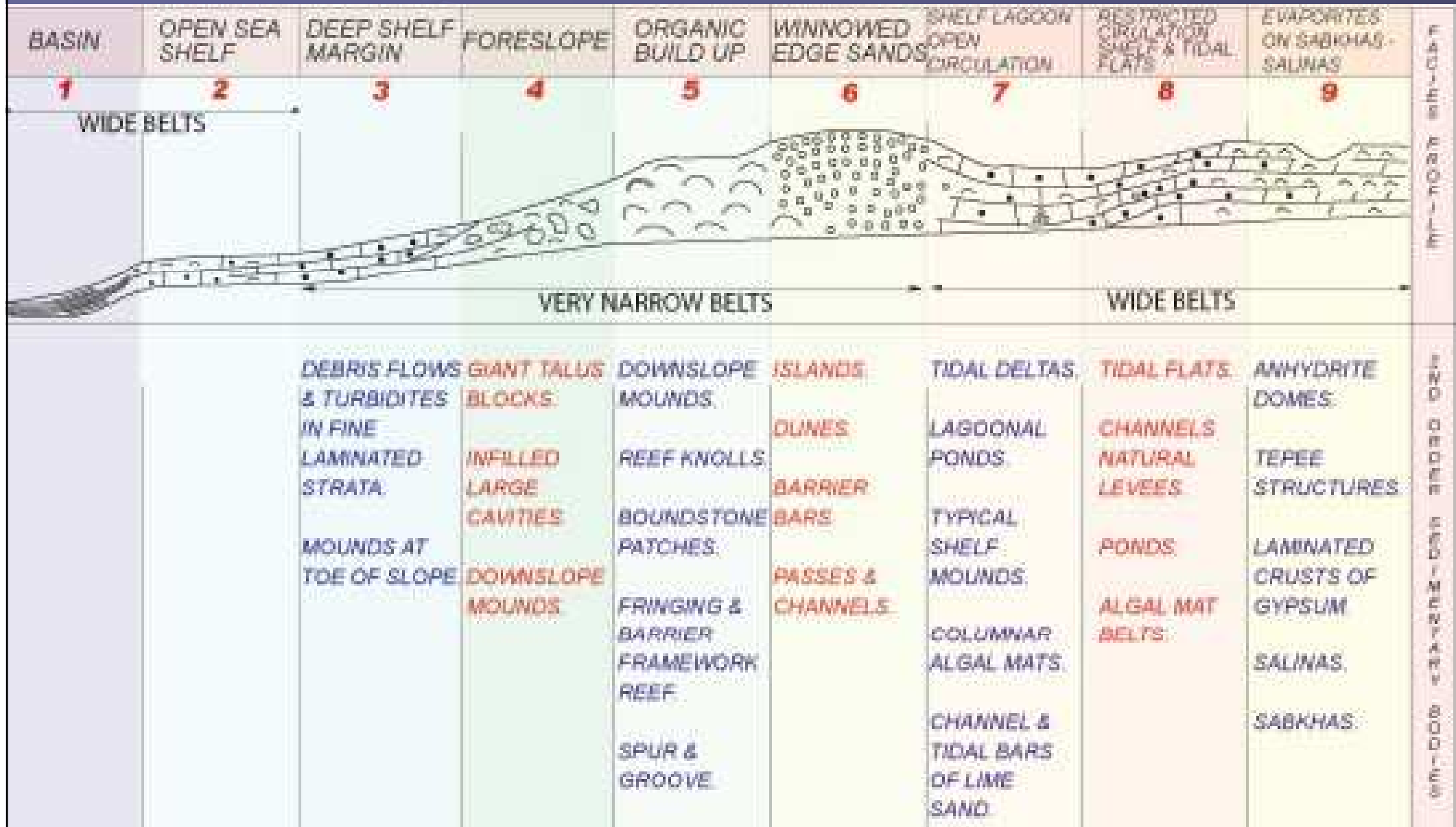
Geografický rámec sedimentace určitého souboru facií:

- reliéf
- hloubka moře
- procesy transportu
- Hydrodynamické podmínky sedimentace

Interpretace ze souborů facií

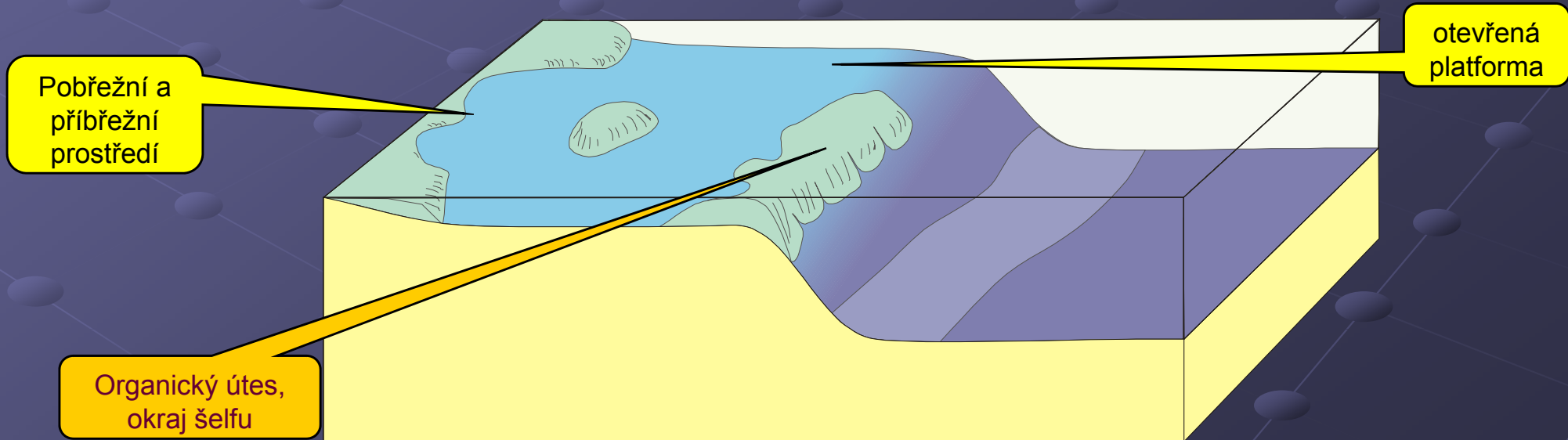
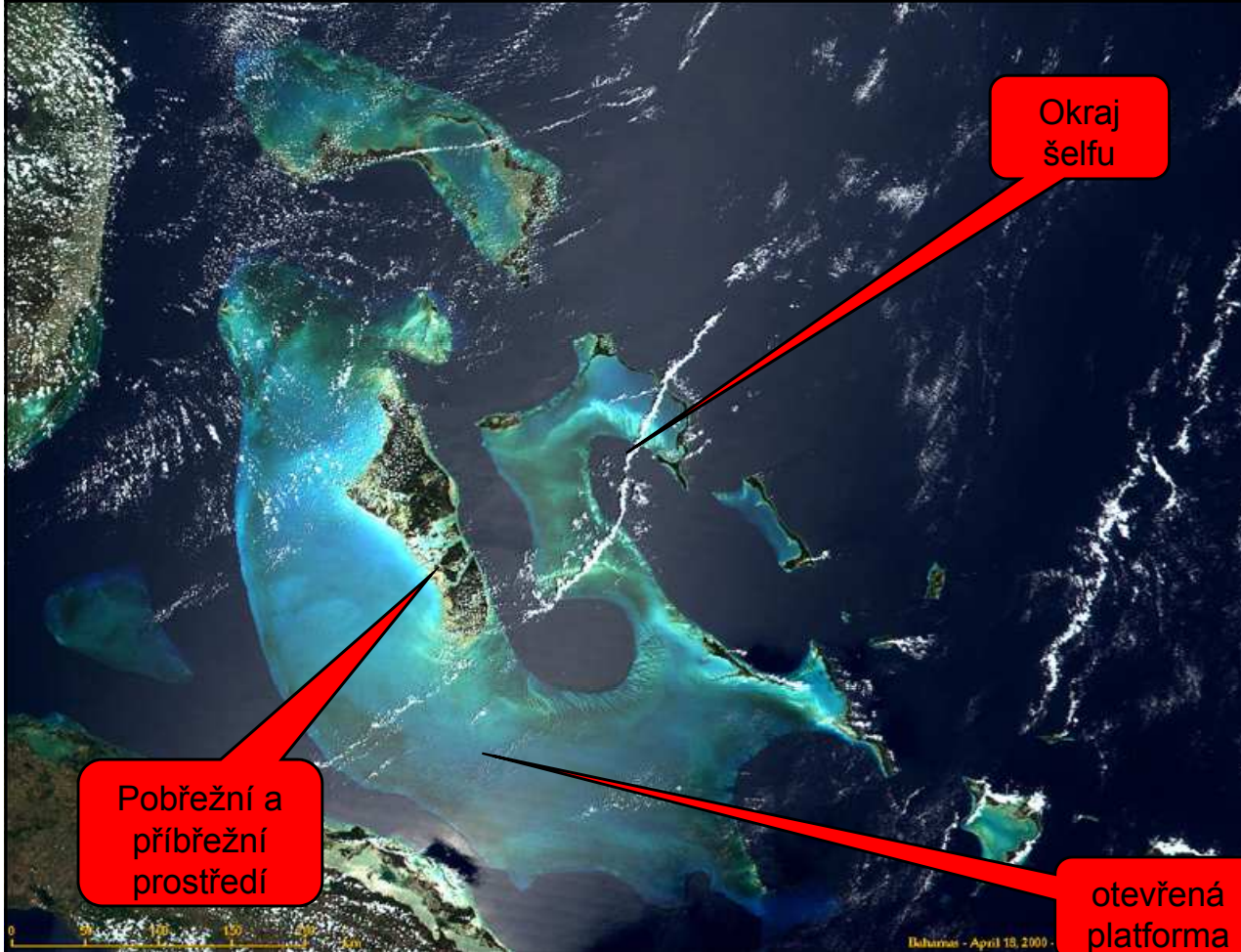
Vertikální změny facií odráží změny depozičního prostředí v čase

Depoziční prostředí



Mělkomořská depoziční prostředí

- Pobřežní a přibřežní prostředí
- Prostředí okraje šelfu
- Prostředí přílivově-odlivových plošin (peritidální)
- Organické útesy



Pobřežní a příbřežní prostředí

Střední až vysoká energie vlnění

Zpravidla karbonátové rampy

- Komplex plážové ostrovní bariéry
- Plážová pobřežní plošina

Komplex plážové ostrovní bariéry (Rhode Island)



Komplex plážové ostrovní bariéry

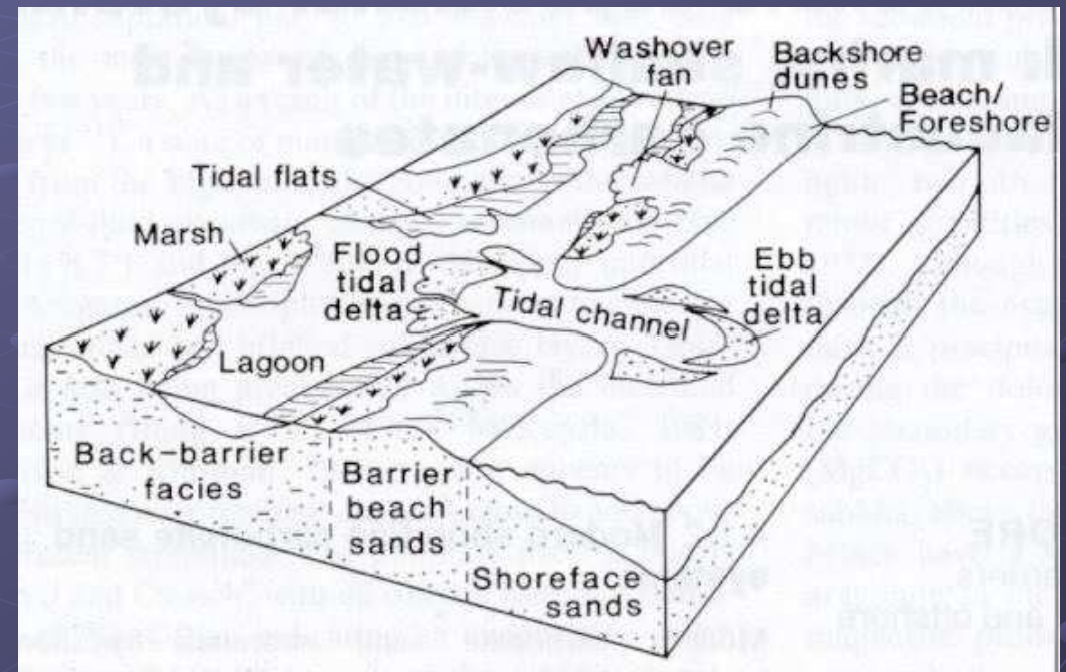
Morfologické prvky:

- Plážová ostrovní bariéra
- Přílivové kanály
- Laguna

Výška dmutí > 3m

Vysoká produkce karbonátového písku

Predispozice topografií podloží



Ostrovní bariéra

http://www.waterencyclopedia.com/images/wsci_01_img0105.jpg



<http://strata.geol.sc.edu/MARINESEDIMENTS/BarrierIslands/BarrierIntro.htm>

severovýchodní Yucatán



Cancún

Isla Mujeres

Isla Contoy

Image © 2008 TerraMetrics
© 2008 LeadDog Consulting
Image NASA
Image © 2008 DigitalGlobe

© 2007 Google™

Datový proud 100%

Výška pohledu 48.37 km

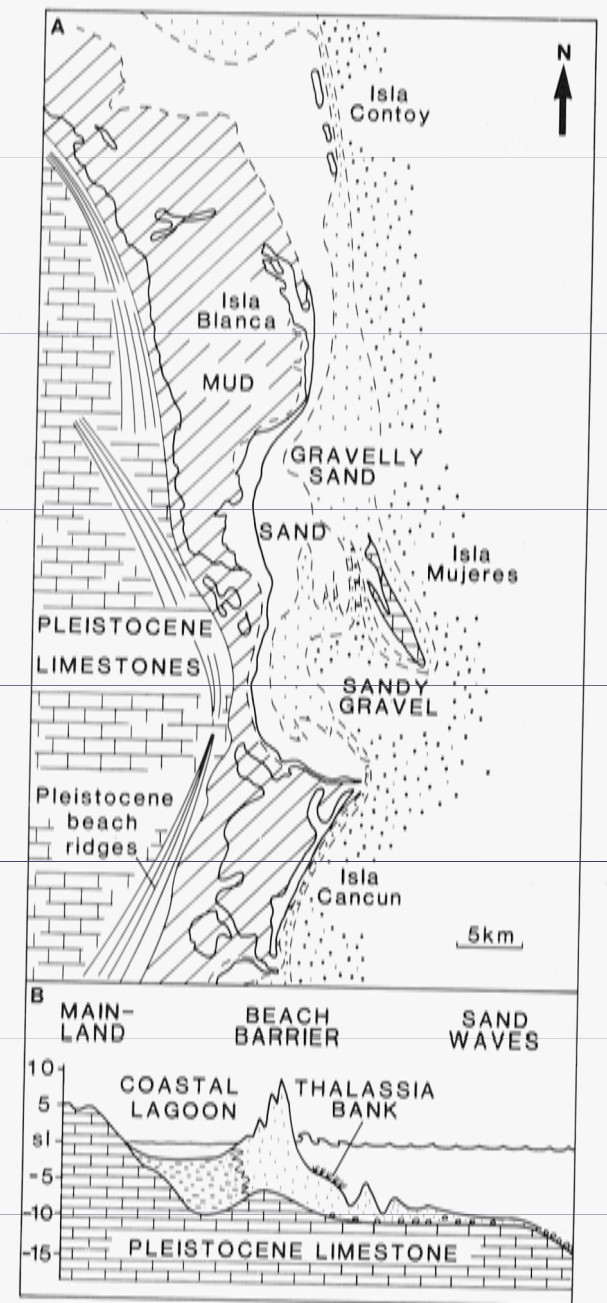


Fig. 4.2 Modern carbonates of northeast Yucatan, Mexico. (A) Generalized map of grain size distribution of Recent carbonates. (B) Schematic cross-section of modern environments and sediments occurring upon Pleistocene limestone. After Ward & Brady (1979) and Ward et al. (1985).



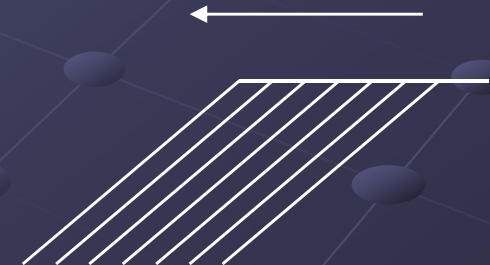
Image NASA
© 2008 Europa Technologies
© 2008 LeadDog Consulting
Image © 2008 DigitalGlobe

©2007 Google™

Procesy sedimentace a facie

Podélné pobřežní proudy
(„longshore currents“),
Boční akrece písčitých těles
Progradace bariéry (do nadloží:
příbřežní písky -> ostrovní bariéra -
> sedimenty laguny (evapority,
přílivové plošiny))

Facie:
Grainstone se
skeletálními alochemy
(mlži, ježovky, koráli,
foraminifery, řasy), ooidy,
peloidy, mikritizace
alochemů
Planární šikmé zvrstvení,
asymetrické čeřiny,
Peritidální sedimenty





General Environmental Setting:

Marine shoreface - beach

Rock Description:

Parallel bedded-rippled sandstone. Note horizontal burrow near bottom (probably *Paleophycus*)

Depositional Environment Represented:

Upper shoreface/beach

Other environments where rock type is typically found:

Paleophycus burrows only found in marine environments. Marine shoals, washovers, tidal deltas.



General Environmental Setting:

Marine shoreface - beach

Rock Description:

Cross-bedded sandstone

Depositional Environment Represented:

Upper shoreface or distributary channel

Other environments where rock type is typically found:

Moderate to high current velocity areas such as marine shoals, fluvial and tidal point bars, channel bottoms, distributary mouth bars, tidal inlets, tidal deltas and shelf sand ridges.

Stratigrafie moderních těles bariérových ostrovů

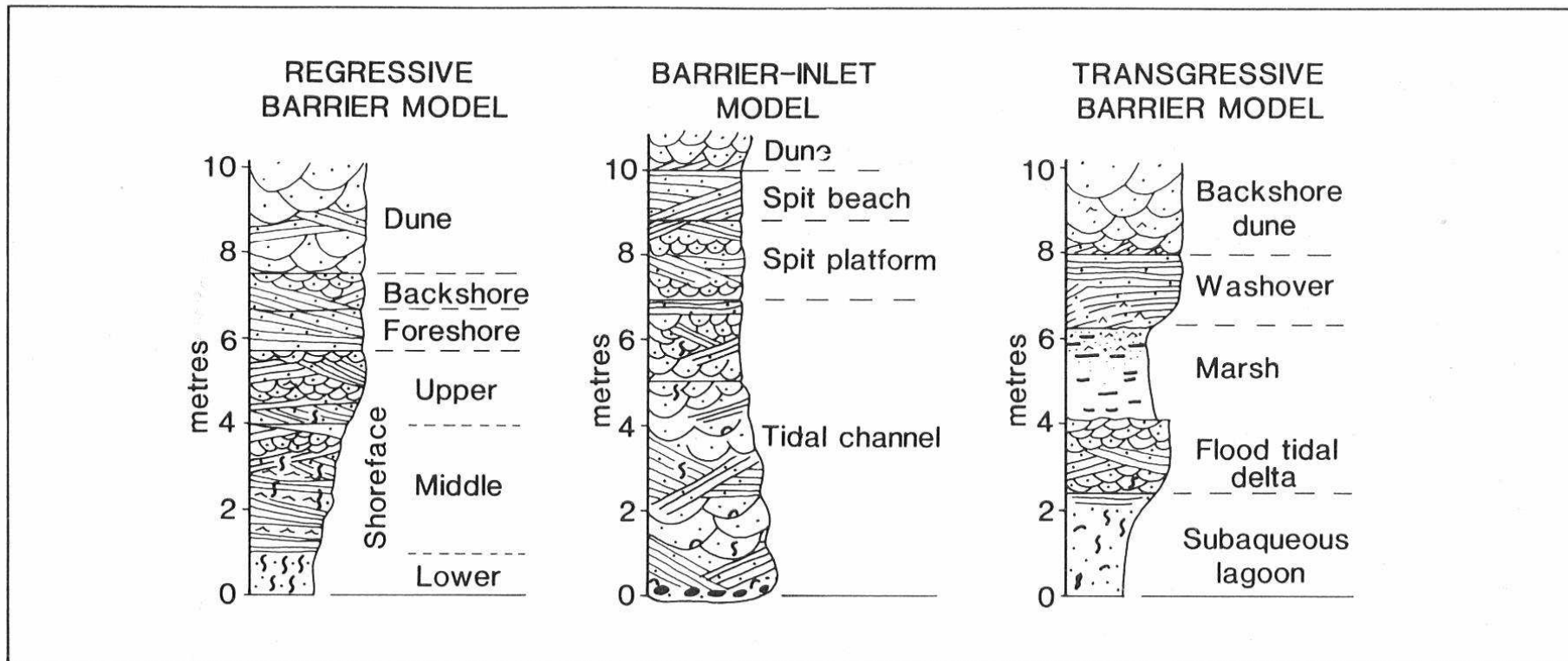
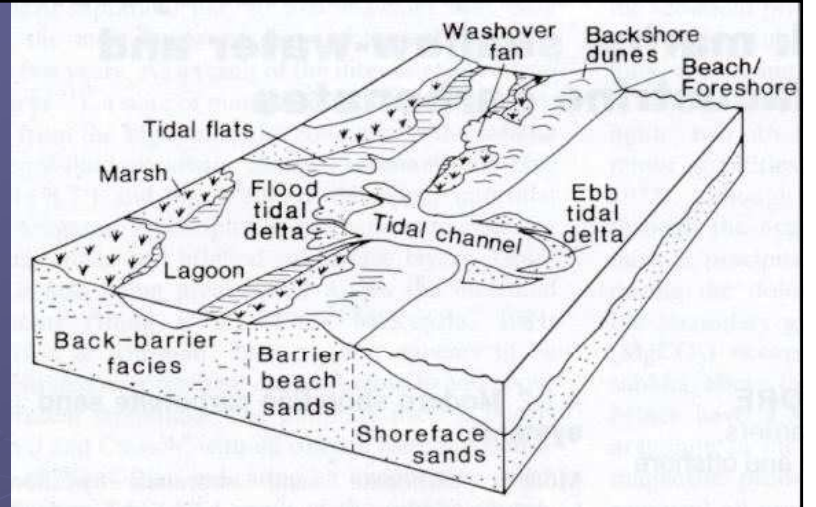


Fig. 4.16 Facies models for regressive, barrier inlet and transgressive barrier island sequences. After Reinson (1984).

Plážová pobřežní plošina

Morfologické prvky:

- Hřbety dun
- Pláž
- Příbřežní plošina (nad bází normálního vlnění – cca 10-15m)

Výška dmutí < 3m

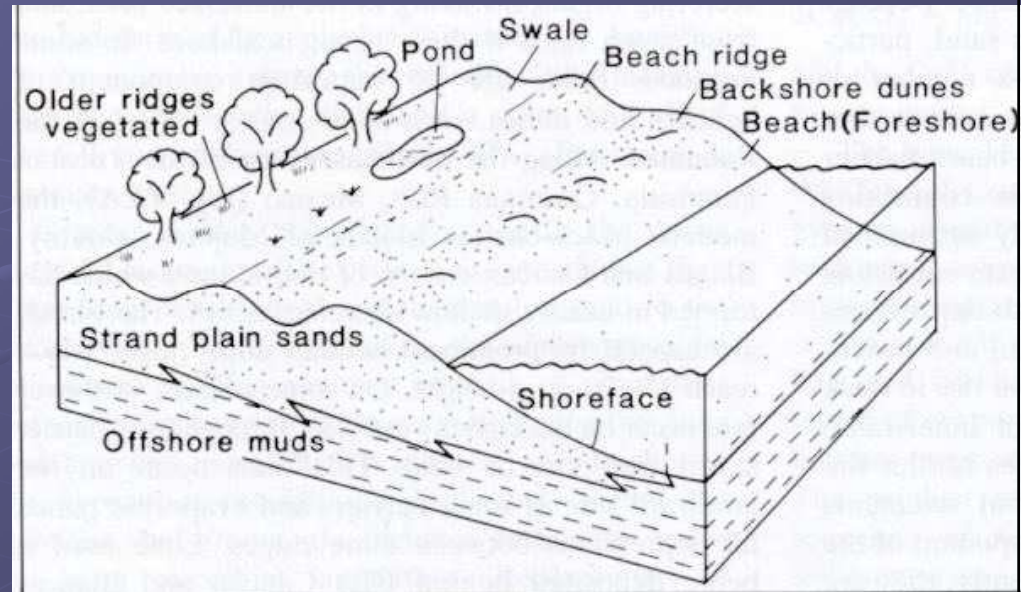
Vysoká produkce karbonátového písku

Procesy sedimentace:

- Progradace pobřeží (do nadloží: subtidální sedimenty -> příbřežní plošina -> pláž)

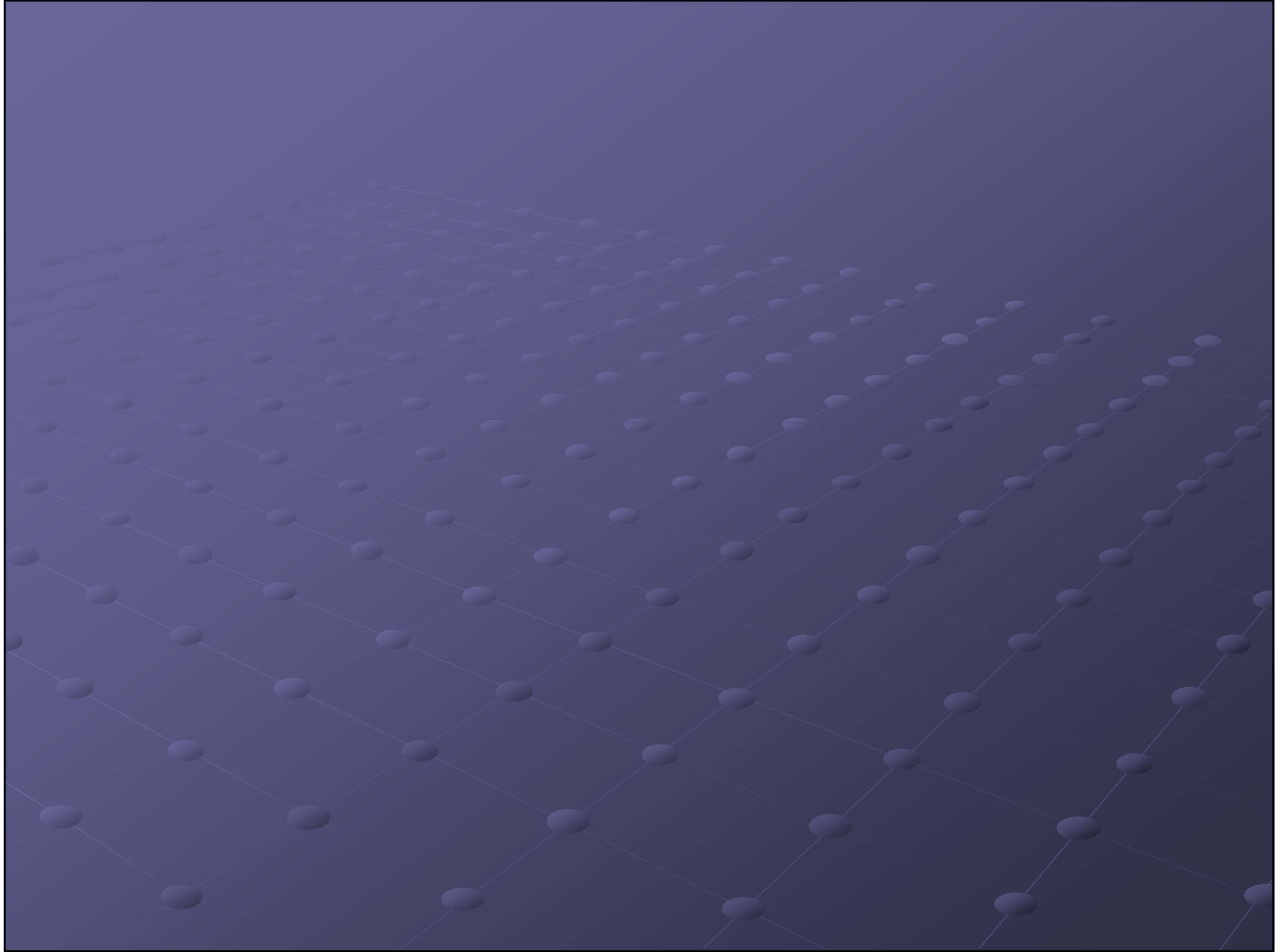
Facie:

- Grainstone se skeletálními alochemy (mlži, ježovky, koráli, foraminifery, řasy), ooidy, peloidy, mikritizace alochemů
- Křížové zvrstvení, horizontální zvrstvení, planární šikmé zvrstvení, primární proudová lineace, asymetrické čeřiny, symetrické čeřiny,
- Raná cementace



Plážová pobřežní plošina





Šelfová sedimentace pod bází normálního vlnění

Nízká hydrodynamická energie prostředí

Občasné **bouřky**

Procesy sedimentace:

Vertikální akrece subtidálních sedimentů,

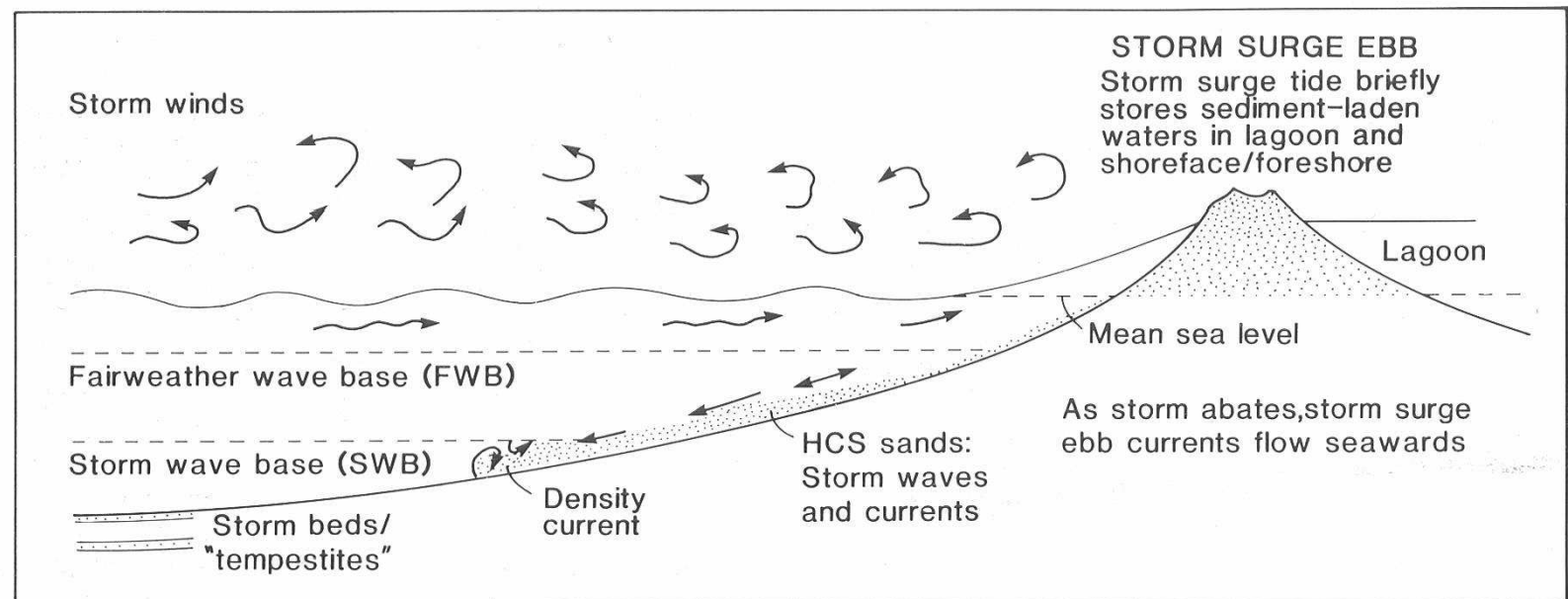


Fig. 4.8 Model for development of HCS sands and storm beds. After Elliott (1986), based on a variety of sources.

Tropická bouře nad Bahamami

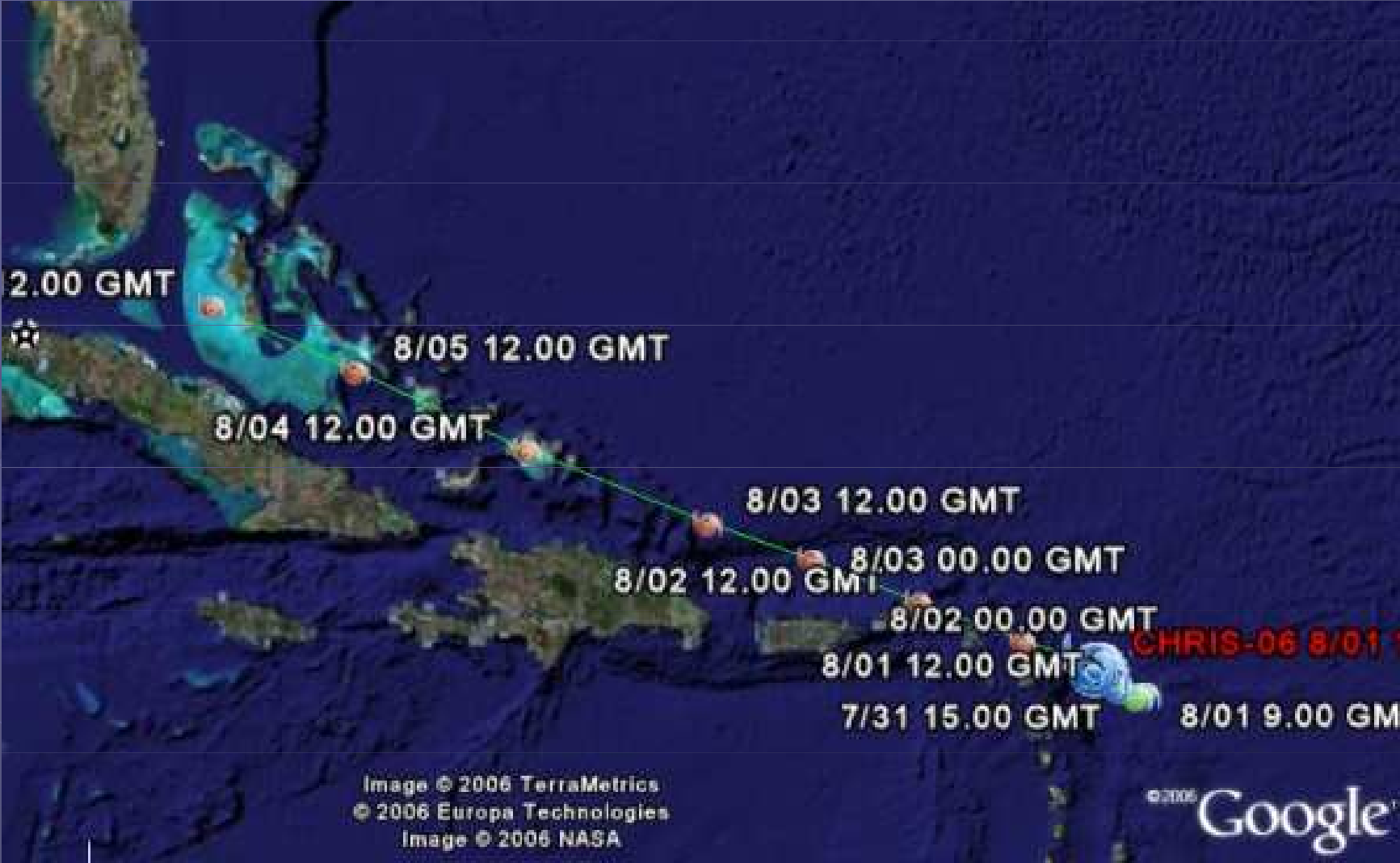


This is a satellite image of Tropical Storm Noel moving near the eastern tip of Cuba, on Thursday, Nov. 1, 2007. Source: NOAA via Bloomberg News
<http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601087&sid=aGML7eZjllm0&refer=home>



Residents struggle to cross a flooded river due to heavy rains caused by tropical storm Noel, in Leogan, southern Haiti, Monday, Oct. 29, 2007. (AP Photo/Ariana Cubillos)

Hurikán Chris, 2006



Facie:

Vyšší podíl mikritu – packstone, wackestone, lime mudstone

Bouřkové sedimenty (tempestity):

Ostré bazální hranice vrstev, normální gradace, alochemy obdobné jako v okolních nebouřkových sedimentech, HCS (hřbítkovité zvrstvení)

Proximální (blíže k pobřeží, méně hluboko pod bází normálního vlnění):

Více alochemů, větší podíl bouřkových vrstev, vyšší mocnosti bouřkových vrstev, HCS

Distální (dále od pobřeží, hlouběji pod bází normálního vlnění):

Více mikritu, menší podíl bouřkových vrstev, nižší mocnosti bouřkových vrstev, HCS

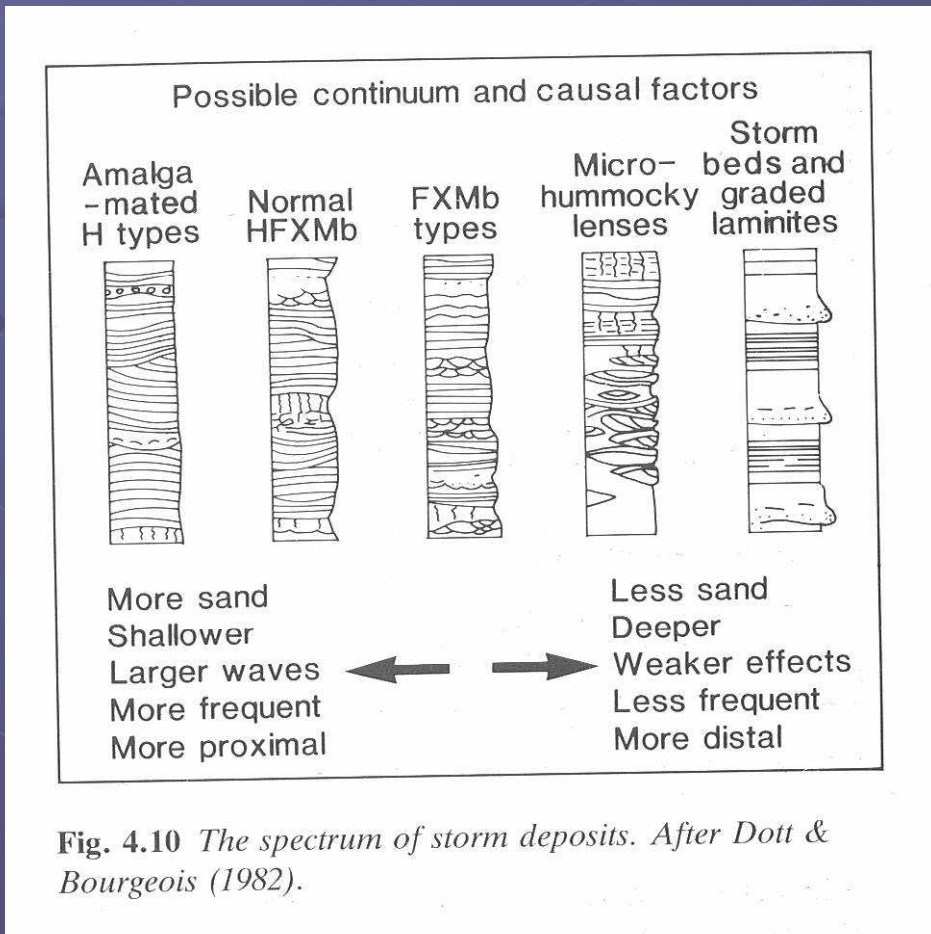
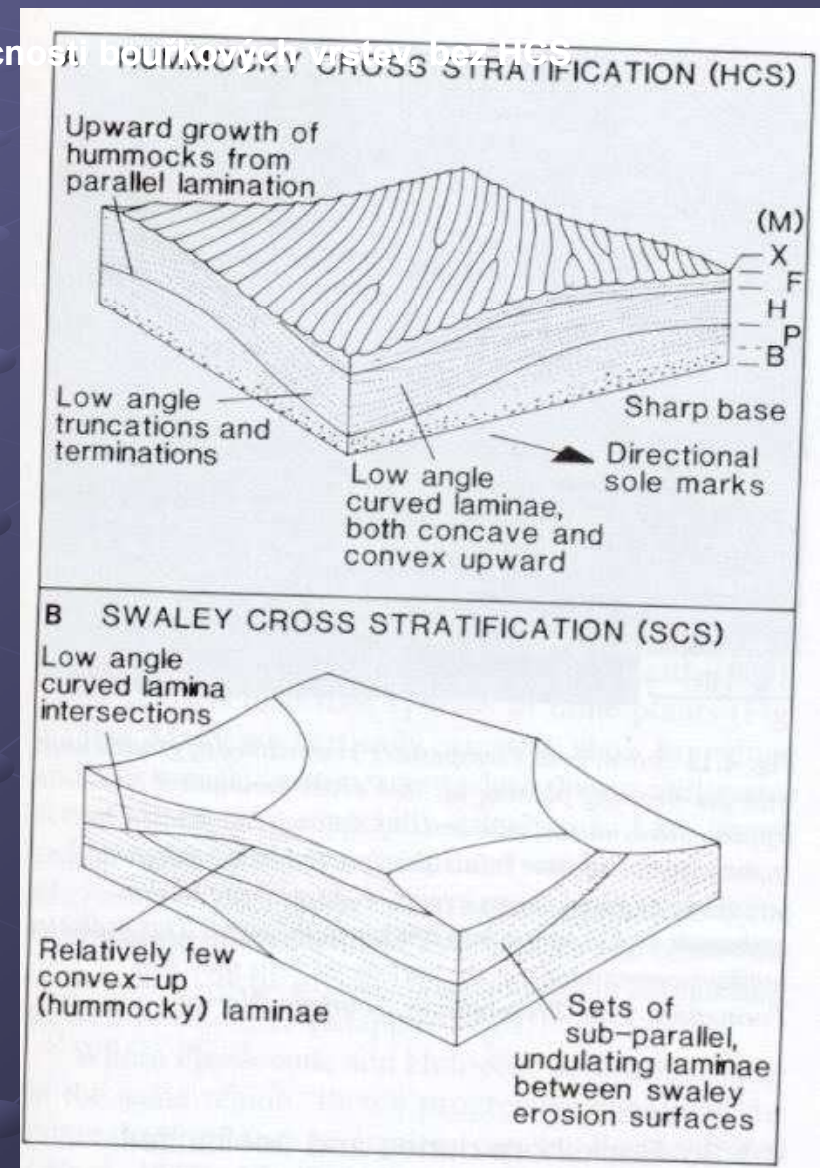


Fig. 4.10 The spectrum of storm deposits. After Dott & Bourgeois (1982).



Tempestit, normální gradace, II laminace



Tempestit, HCS,



HCS



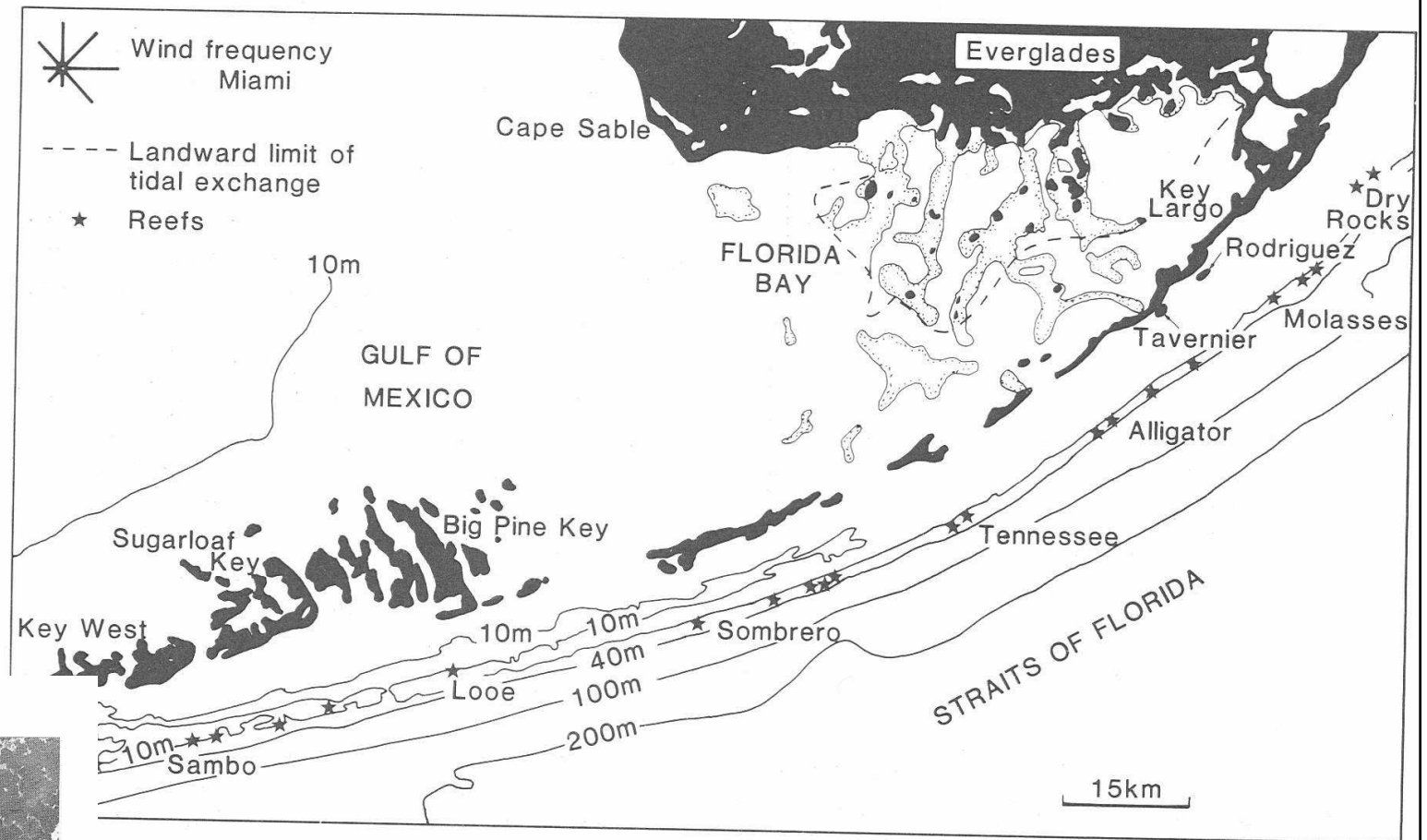
HCS in the Ferron Sandstone, Gentile Wash, Utah.

<http://course1.winona.edu/csumma/FieldTrips/SedimentaryStructures/cross%20strat/newpage2.htm>

Písčité tělesa okraje šelfu

- **Morfologické prvky (Velká Bahamská lavice):**
 - písčité valy (0,5 – 1,5 x 12 – 20km)
 - duny
 - přílivové kanály (šířka 1 – 3 km, hloubka < 7m)
- **Vysoká produkce karbonátového písku**
- **Sedimentace závislá na**
 - dmutí,
 - energii vlnění,
 - pozici k převládajícím větrům
- **Procesy sedimentace:**
 - Migrace písčitých valů – směrem na platformu (návětrná strana platformy)
 - Migrace písčitých valů - směrem do moře (závětrná strana platformy)
 - Gravitační resedimentace do hlubokého moře





6 Map of southern Florida showing the Florida Keys located along a line of Pleistocene reefs and oolite shoals, ern reefs along the shelf-break, the two mud banks at Tavernier and Rodriguez, and Florida Bay with network of and 'lakes'.

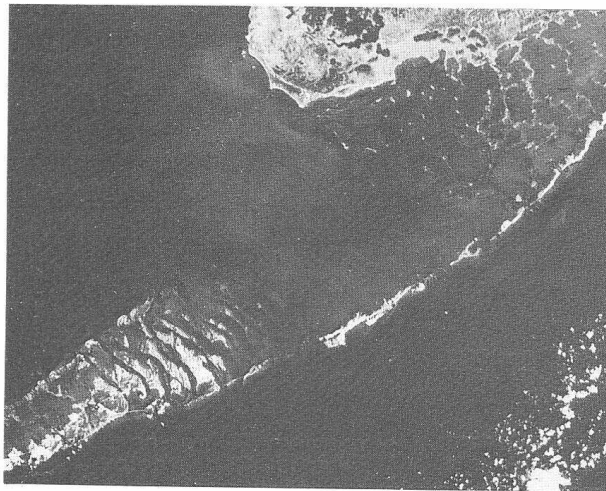


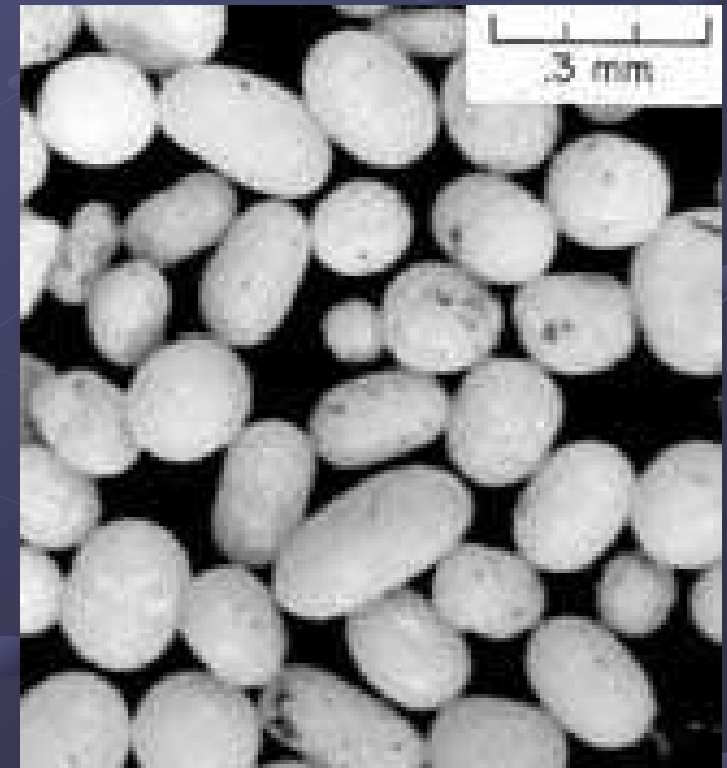
Fig. 3.27 Satellite photo of southern Florida showing Florida Bay with network of 'lakes' and banks, the linear Upper and Middle Florida Keys which are present-day islands developed upon a line of Pleistocene patch reefs (Key Largo Limestone) and the Lower Florida Keys which are modern islands developed upon a Pleistocene tide-dominated oolite shoal complex (the Miami Oolite).

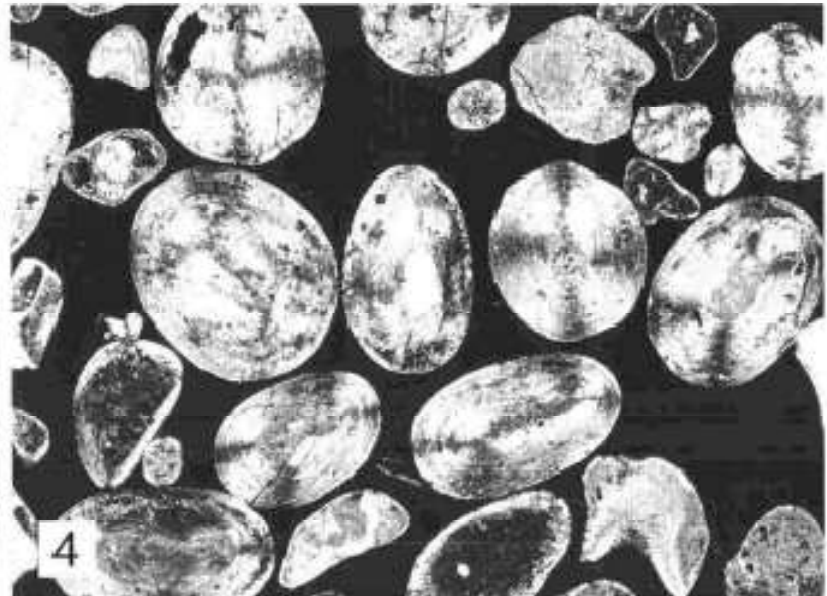
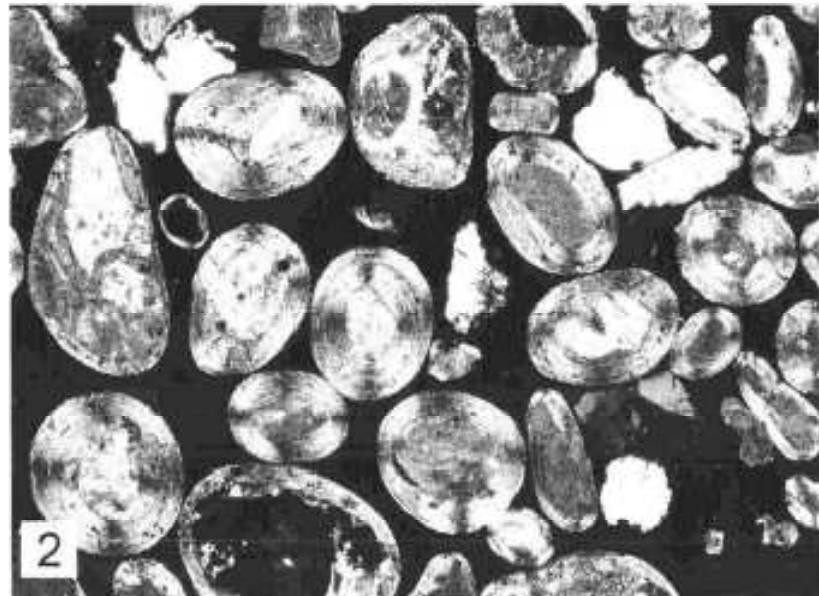
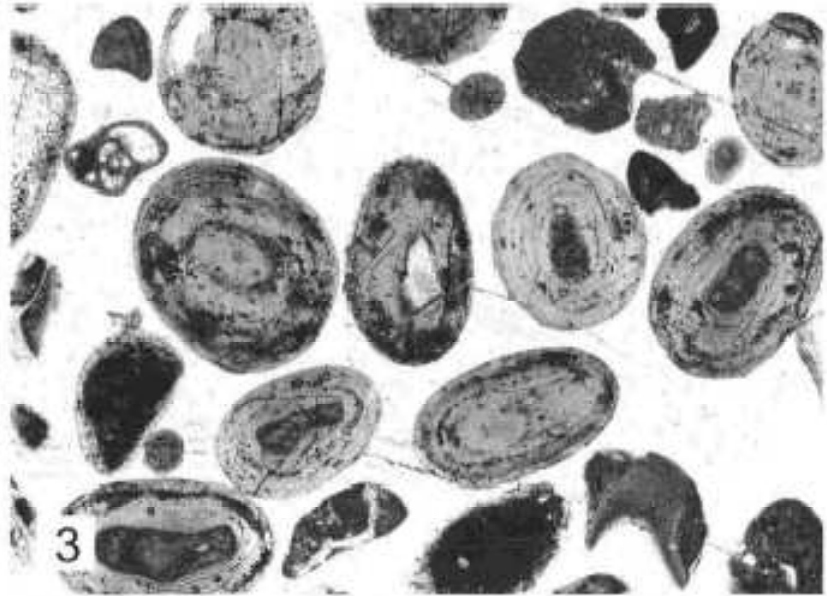
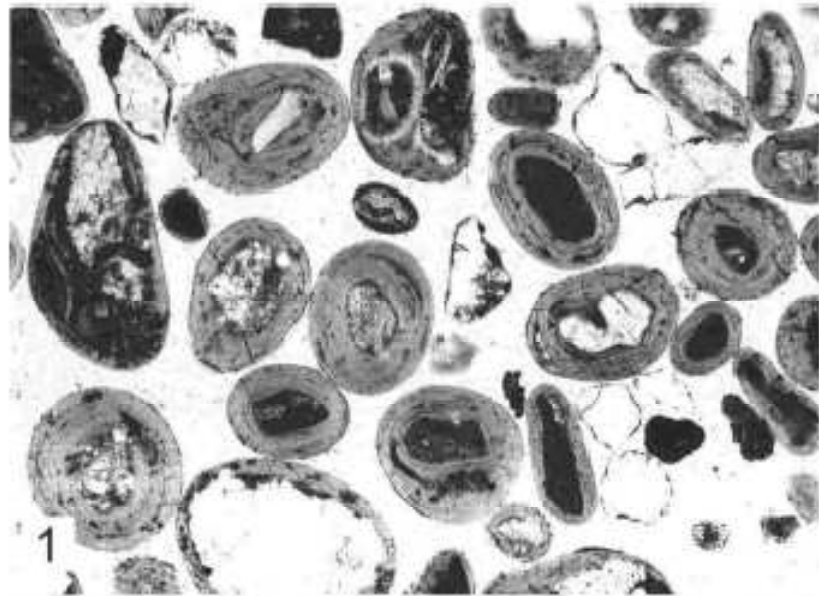
Oolitické písky



Facie:

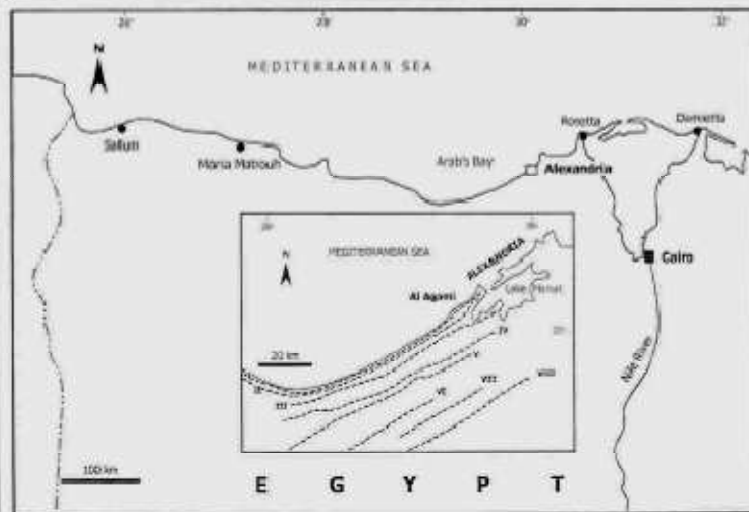
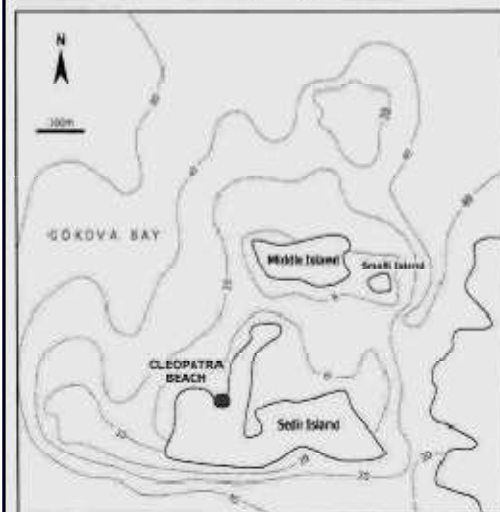
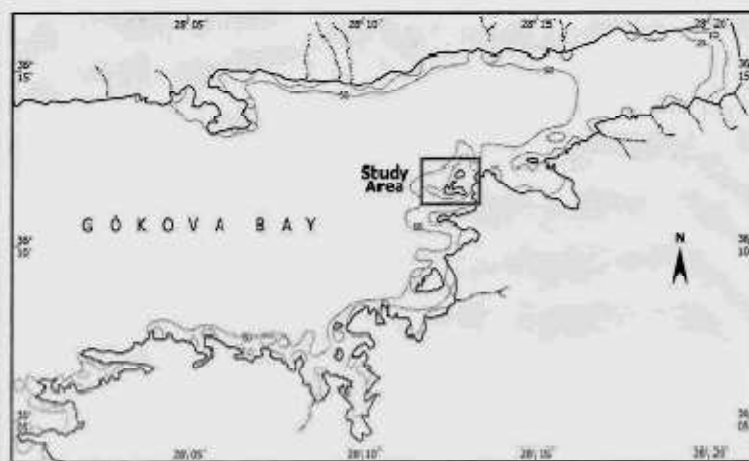
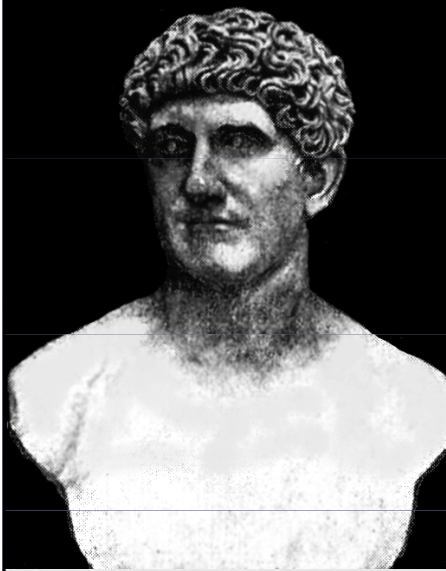
Oolitové písky - grainstone s ooidy, peloidy, agregáty, méně skeletálními alochemy (ježovky, koráli, foraminifery, řasy), ooidy, peloidy, mikritizace alochemů
Planární šikmé zvrstvení, asymetrické čeřiny, symetrické čeřiny,





Ooids from Turkey and Egypt in the Eastern Mediterranean and a Love-story of Antony and Cleopatra

Amr El-Sammak, Al Ain and Maurice Tucker, Durham



8 CONCLUSIONS

On the basis of the microfabrics of the ooids from Cleopatra's beach in Turkey, showing that they are typical high-energy normal-marine ooids, as well as the hydrographic conditions in Gökova Bay which are clearly those of a low-energy environment, plus the absence of this type of sand in any other beaches in the region, it is concluded that the sand must have been brought there from some distant location. To this extent then, the veracity of the legend about Cleopatra's beach is supported. The occurrence of archaeological remains on Sedir Island and on the adjacent coast, indicating that this region was an important settlement during Anatolian and Roman Periods, supports this interpretation. The Cleopatra ooids show many similarities with ooids from the beaches to the west of Alexandria in northern Egypt, the home of Cleopatra. However, there are some differences, notably in the nature of the nuclei of the ooids, suggesting that the exact source of the ooids has not yet been established, but that it is still most likely to have been from the Alexandria coast.

Thus, the sedimentological evidence fully supports the legend of Cleopatra's beach in Turkey.