



# **GEOLOGIJA I GEOKEMIJA UGLJIKOVODIKA (285219) (4)**

doc. dr. sc. Katarina Gobo

[katarina.gobo@geol.pmf.hr](mailto:katarina.gobo@geol.pmf.hr)

# Sekvencijska stratigrafija i biostratigrafija u istraživanju ležišta<sup>2</sup> ugljikovodika

- Što je sekvencijska stratigrafija?
- Glavni pojmovi
- Seizmički profili
- Biostratigrafija
- Litostratigrafska i kronostratigrafska korelacija

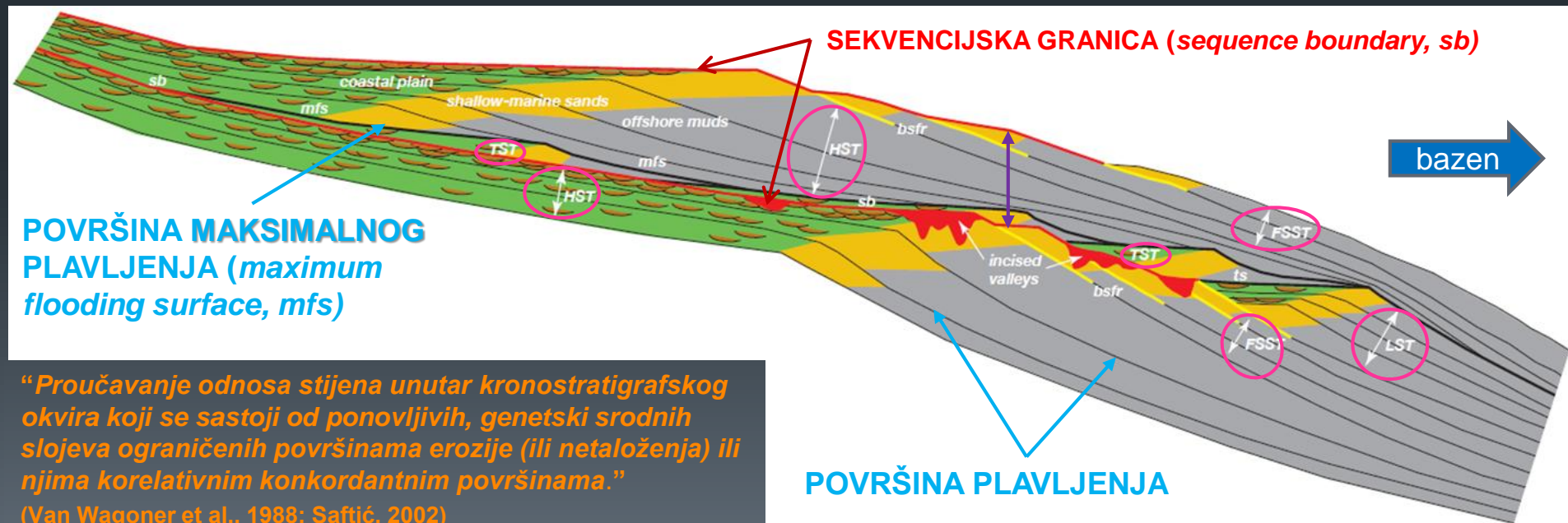
# Što je sekvencijska stratigrafija?

3

- **PARASEKVENCIJA** – grupa konformnih i genetski vezanih facijesa s trendom oplićavanja, ograničena **površinama plavljenja**.
- Paketi parasekvencija čine **TRAKTOVE SUSTAVA** – pakete istovremenih facijesa nastalih tijekom specifičnih intervala krivulje relativne morske razine → LST, TST, HST, FSST
- Ciklus koji sadrži FSST, LST, TST i HST čini **TALOŽNU SEKVENCIJU**

- Stratigrafska jedinica nastala taloženjem između dva pada razine mora.
- Ograničena **sekvencijskim granicama** koje predstavljaju diskordanciju ili korelativnu konkordanciju

- Utjecaj tektonike, eustazije i klime na donos sedimenta i stvaranje akomodacijskog prostora.



“Proučavanje odnosa stijena unutar kronostratigrafskog okvira koji se sastoji od ponovljivih, genetski srodnih slojeva ograničenih površinama erozije (ili netaloženja) ili njima korelativnim konkordantnim površinama.”

(Van Wagoner et al., 1988; Saftić, 2002)

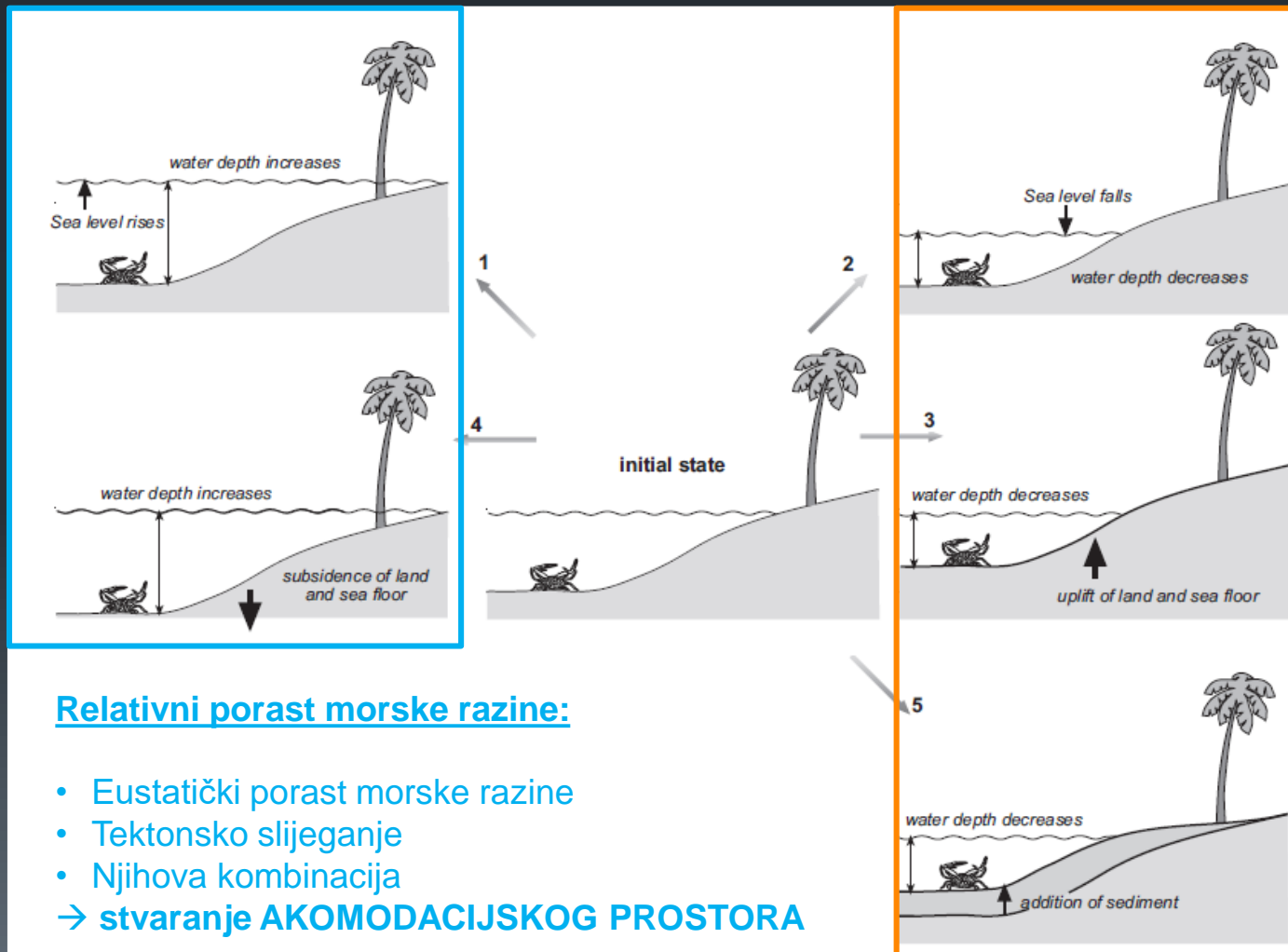
Taložni bazeni su pod utjecajem tektonike, eustazije, klime, donosa sedimenta.

4

Evolucija bazena ovisi o:

- promjeni razine mora (*base level*)
- promjeni donosa sedimenta
- promjeni kretanja dna bazena (tektonika)

utječu na relativnu promjenu razine mora



### Relativni porast morske razine:

- Eustatički porast morske razine
  - Tektonsko slijeganje
  - Njihova kombinacija
- stvaranje **AKOMODACIJSKOG PROSTORA**

### Relativni pad morske razine:

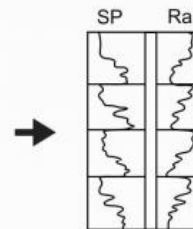
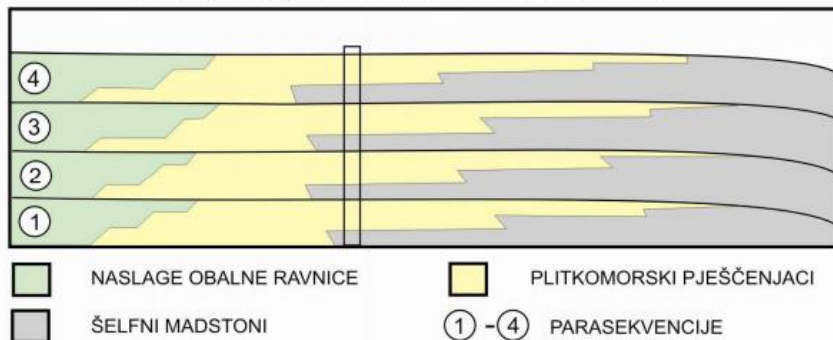
- Eustatički pad morske razine
- Tektonsko izdizanje
- Donos sedimenta
- Njihova kombinacija

→ Pad razine mora < subsidencija = stvaranje ograničenog akomodacijskog prostora

→ Pad razine mora > subsidencija = erozija

## AGRADACIJA

TALOŽENJE  
=  
AKOMODACIJA

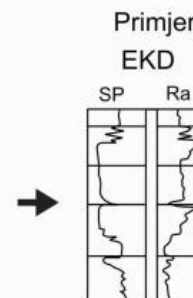


- Vertikalno slaganje facijesa
- Položaj obalne linije stalan

5

## PROGRADACIJA (REGRESIJA)

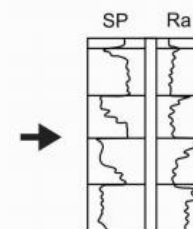
TALOŽENJE  
>  
AKOMODACIJA



- Vertikalna i lateralna migracija facijesa i obalne linije prema moru

## RETROGRADACIJA (TRANSGRESIJA)

TALOŽENJE  
<  
AKOMODACIJA



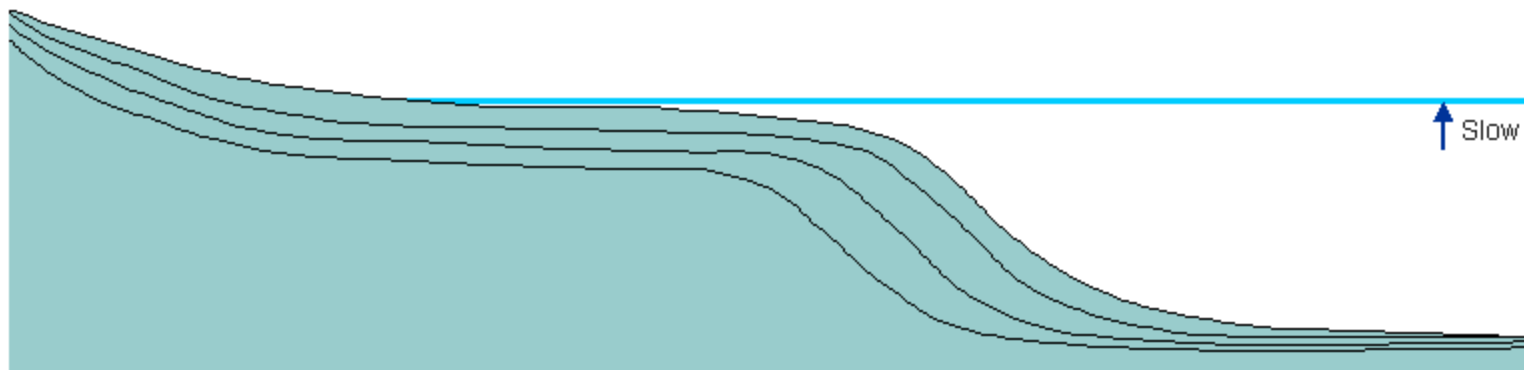
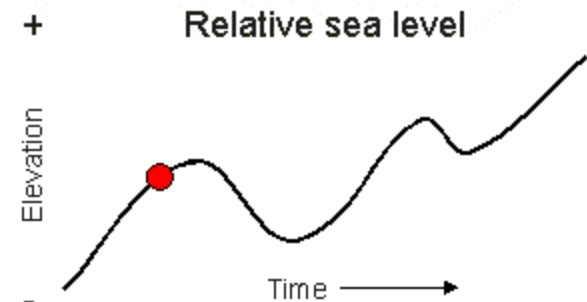
- Vertikalna i lateralna migracija facijesa i obalne linije prema kopnu

# Kako nastaje taložna sekvencija (1/10)

6

## Highstand Systems Tract (HST)

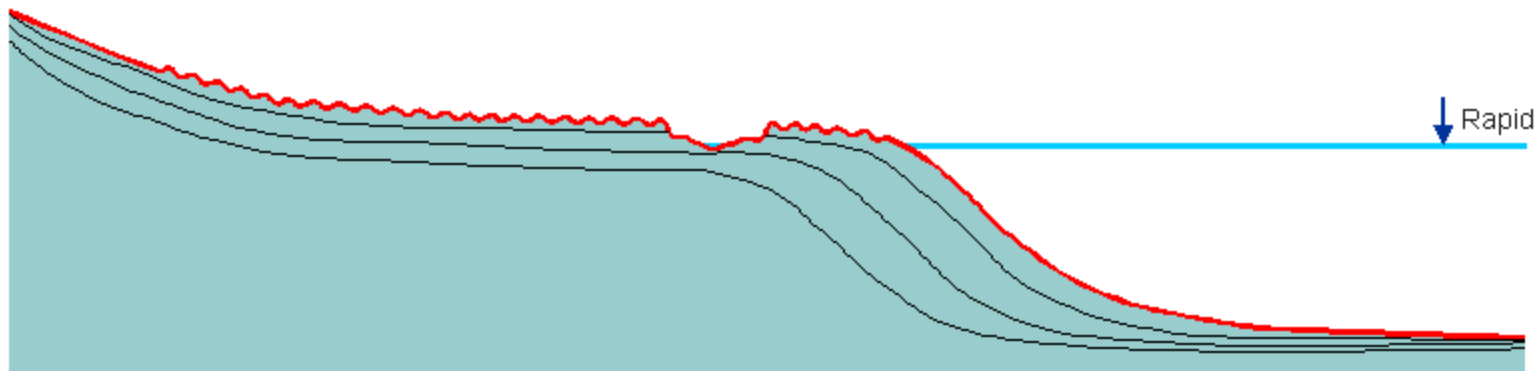
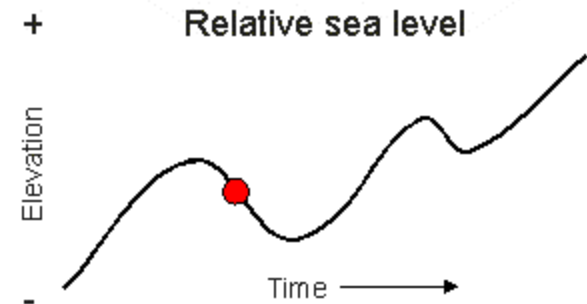
- **Trakt sustava visoke morske razine**
- Agradacija i progradacija
- Donos sedimenta premašuje relativni porast morske razine
- Zapunjavanje akomodacijskog prostora na šelfu
- Pomicanje obalne linije prema moru



# Kako nastaje taložna sekvencija (2/10)

## Stvaranje sekvencijske granice

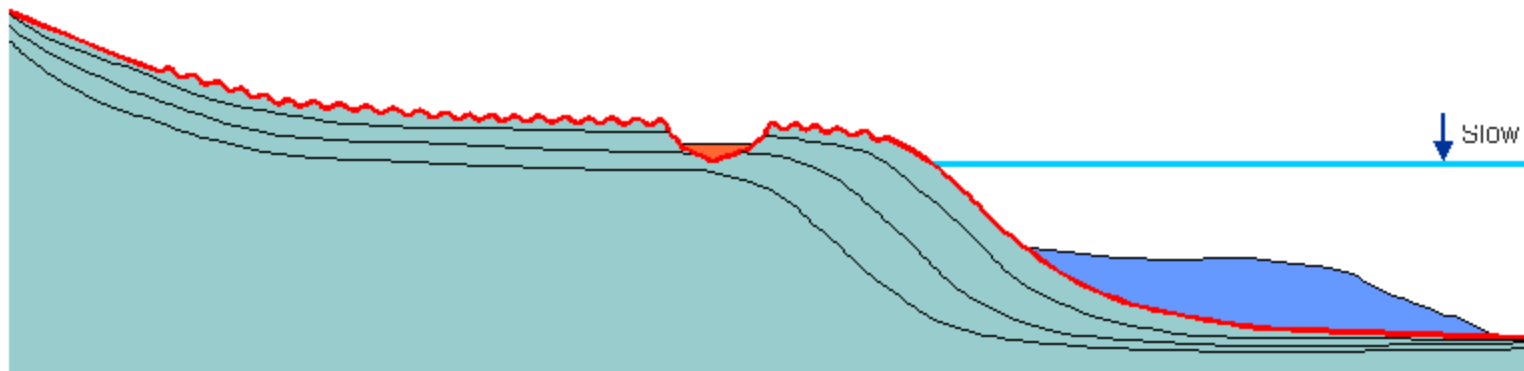
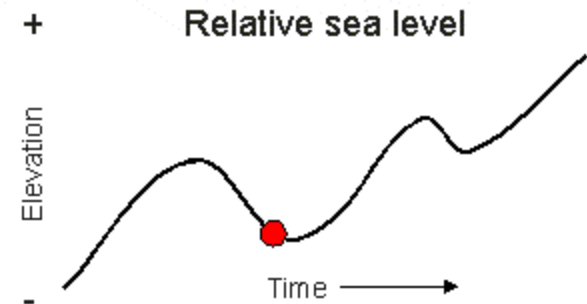
- Pad morske razine i izlaganje šelfa.
- Fluvijalni gradijent postaje strmiji i dolazi do stvaranja usječenih dolina.
- Formiranje sekvencijske granice tipa 1.



# Kako nastaje taložna sekvencija (3/10)

## Early Lowstand Systems Tract (LST)

- **Trakt sustava opadajuće morske razine**
- Erozija šelfnih sedimenata i njihov transport prema bazenu u vidu mutnih struja.
- Taloženje u podmorskim lepezama.
- Agradacija u usječenim dolinama po uspostavljanju ravnoteže i usporavanju pada morske razine.

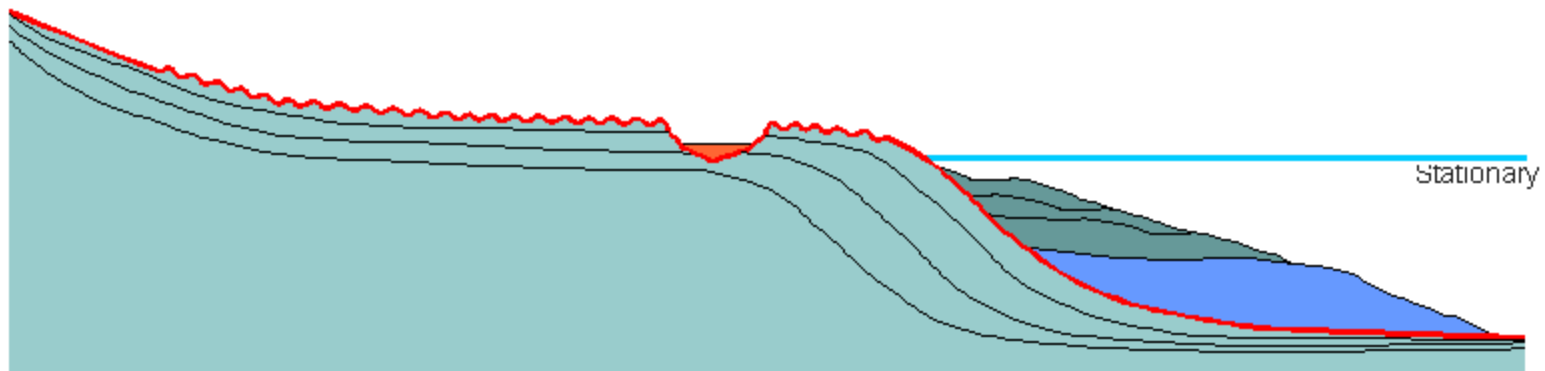
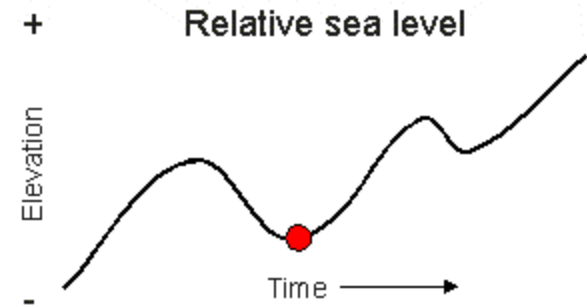


# Kako nastaje taložna sekvencija (4/10)

9

## Mid Lowstand Systems Tract (LST)

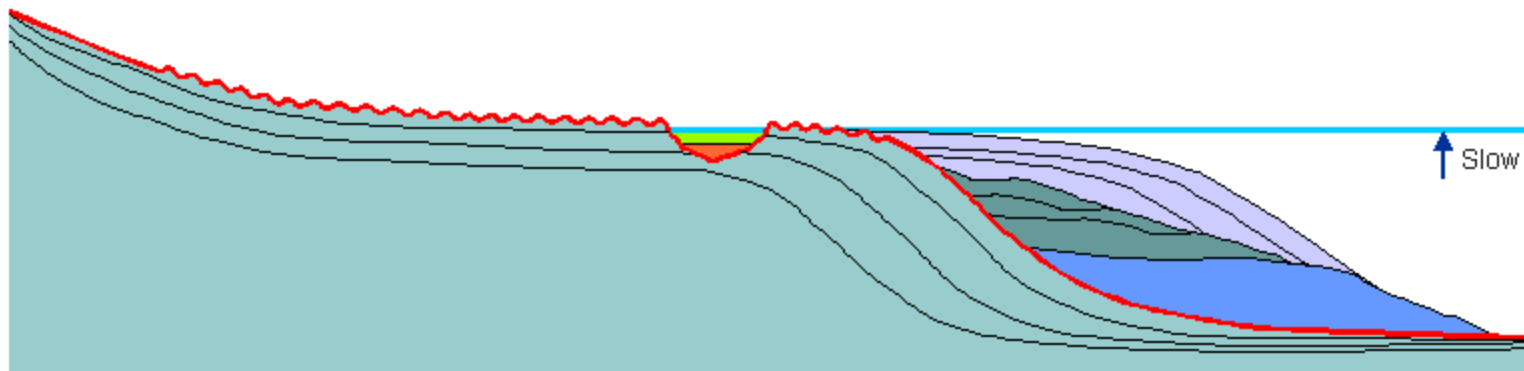
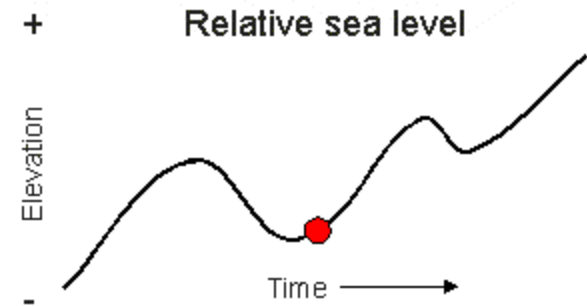
- **Trakt sustava niske morske razine**
- Nastanak padinskih lepeza.
- Varijabilno taloženje ovisno o donosu sedimenta.
- Retrogradacija = smanjenje donosa sedimenta jer rijeke više ne usijecaju/erodiraju šelf.



# Kako nastaje taložna sekvencija (5/10)

## Late Lowstand Systems Tract (LST)

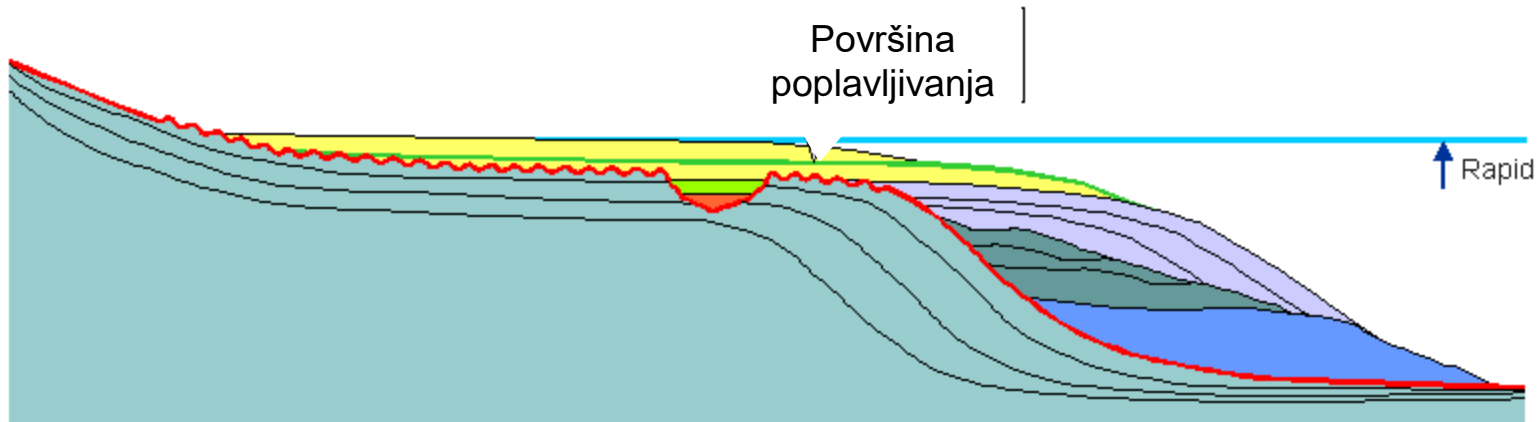
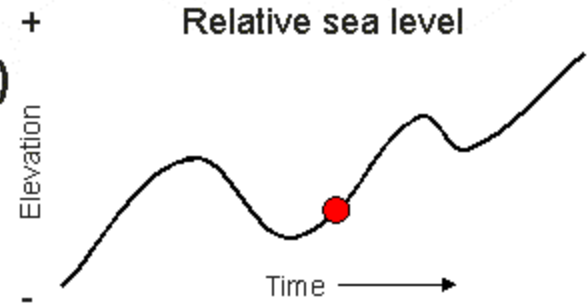
- **Trakt sustava niske morske razine**
- *Lowstand* progradacijski klin nastaje kad je donos sedimenta veći od sporog porasta morske razine.
- Spor porast morske razine potapa usječene doline, nastanak estuarija.
- U ovoj fazi šelf je još uvijek izložen iznad morske razine.



# Kako nastaje taložna sekvencija (6/10)

## Early Transgressive Systems Tract (TST)

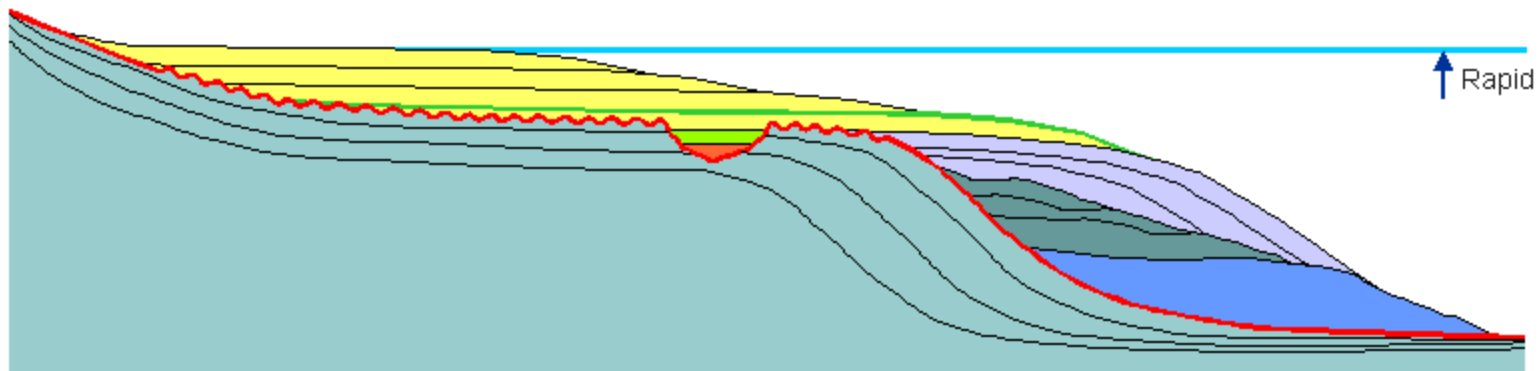
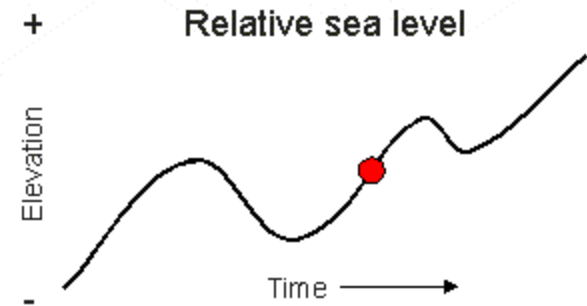
- **Transgresivni trakt sustava**
- Stvaranje površine plavljenja kad more preplavi šelf.
- Retrogradacija uslijed brzog porasta morske razine i nedovoljnog donosa sedimenta.
- Pomicanje obalne linije prema kopnu.



# Kako nastaje taložna sekvencija (7/10)<sup>12</sup>

## Late Transgressive Systems Tract (TST)

- Nastajanje retrogradacijskog seta parasekvencija uslijed brzog porasta morske razine.
- Brzo produbljavanje na rubu šelfa.
- Dubokomorske lepeze su neaktivne budući da se sediment taloži na šelfu.

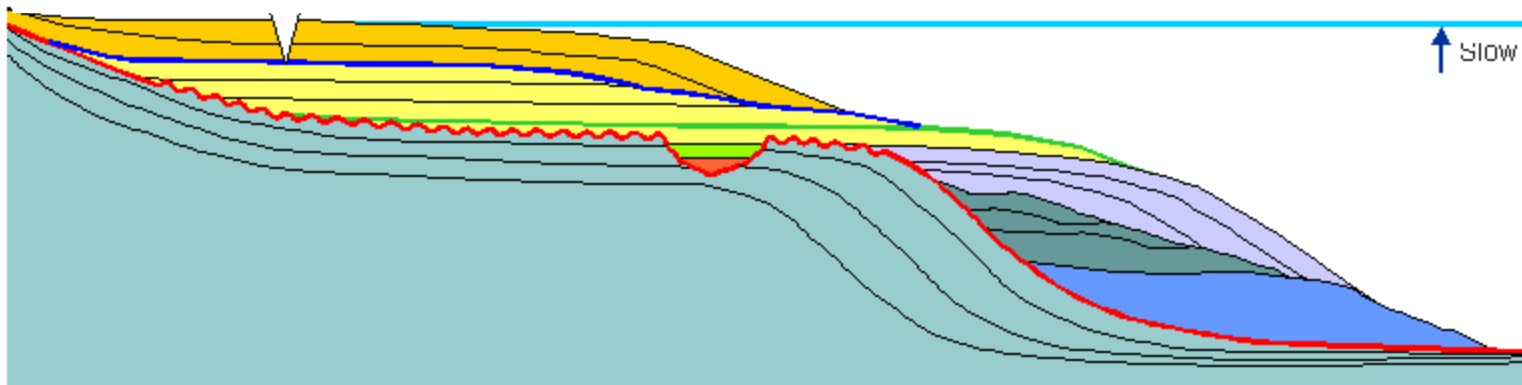
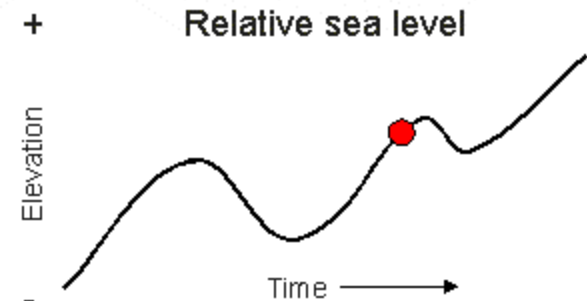


# Kako nastaje taložna sekvencija (8/10)

13

## Early Highstand Systems Tract (HST)

- Zapunjavanje akomodacijskog prostora sedimentom uslijed usporavanja porasta morske razine.
- Stabilizacija obalne linije prije njenog novog pomicanja prema moru/bazenu.
- Površina maksimalnog plavljenja (MFS) označava najdalji ulazak mora u kopno.

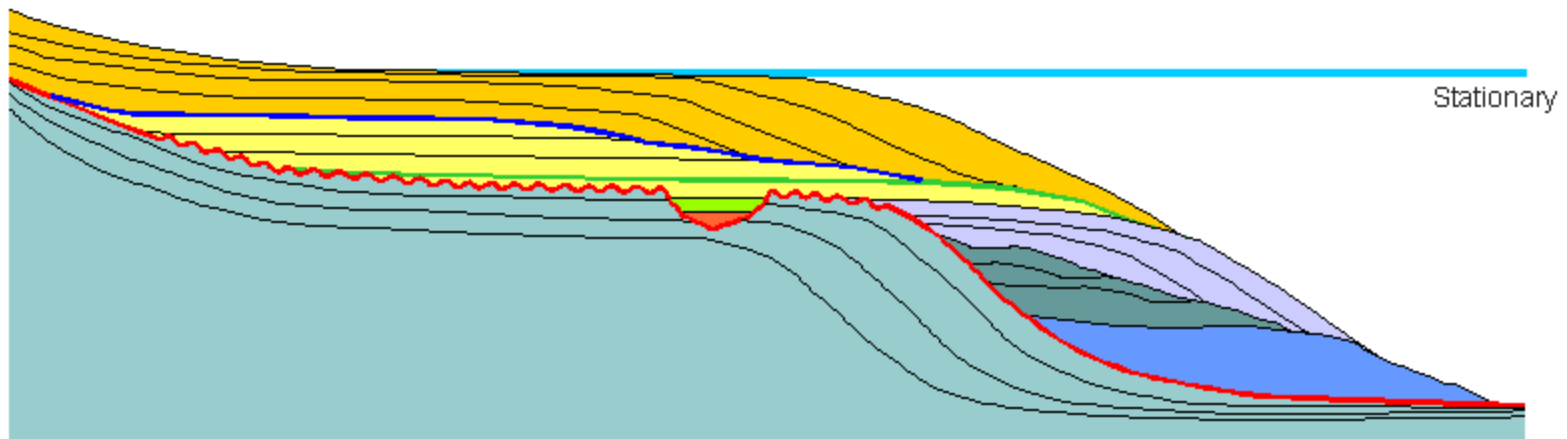
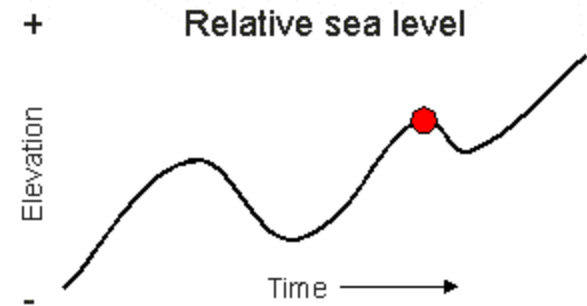


# Kako nastaje taložna sekvencija (9/10)

14

## Late Highstand Systems Tract (HST)

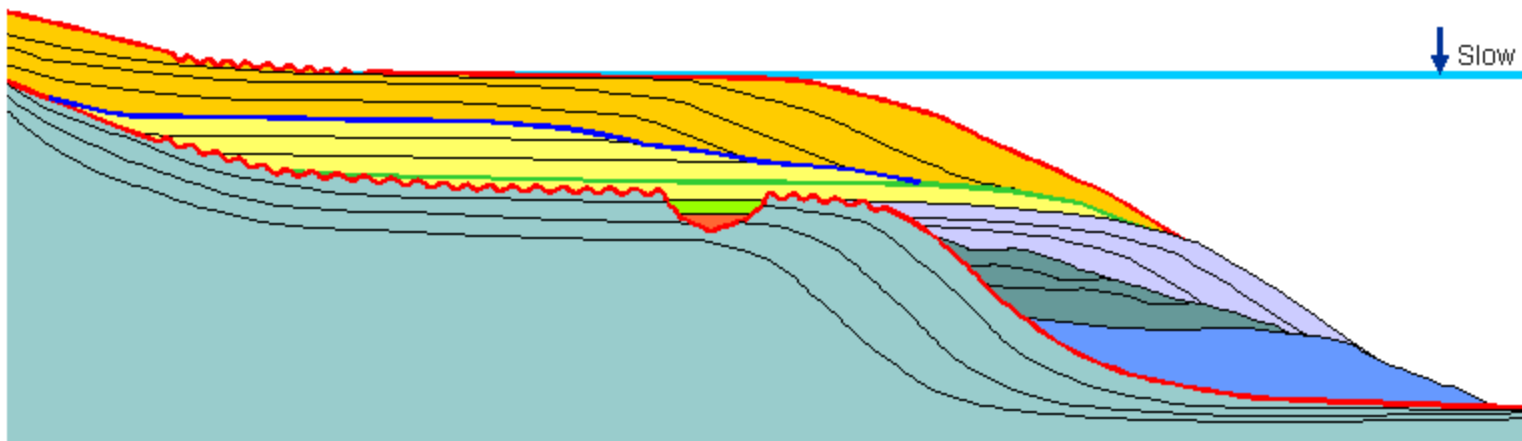
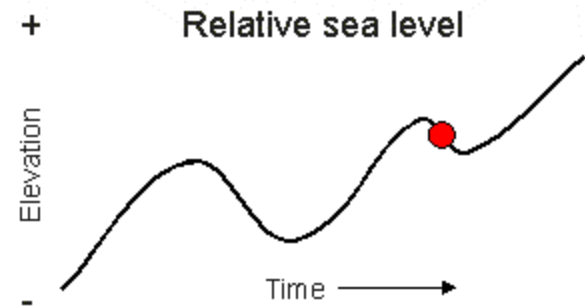
- Zapunjavanje akomodacijskog prostora sedimentom i progradacija paketa parasekvencija tijekom *highstanda*.
- Moguća progradacija delti do ruba šelfa.



# Kako nastaje taložna sekvencija (10/10) 15

## Stvaranje sekvencijske granice

- Pad morske razine, ali bez izlaganja šelfa.
- Nastanak sekvencijske granice tipa 2, kod koje je nastanak usječenih dolina ograničen budući da šelf nije izložen.
- Erozijski pojas u obalnom pojasu.



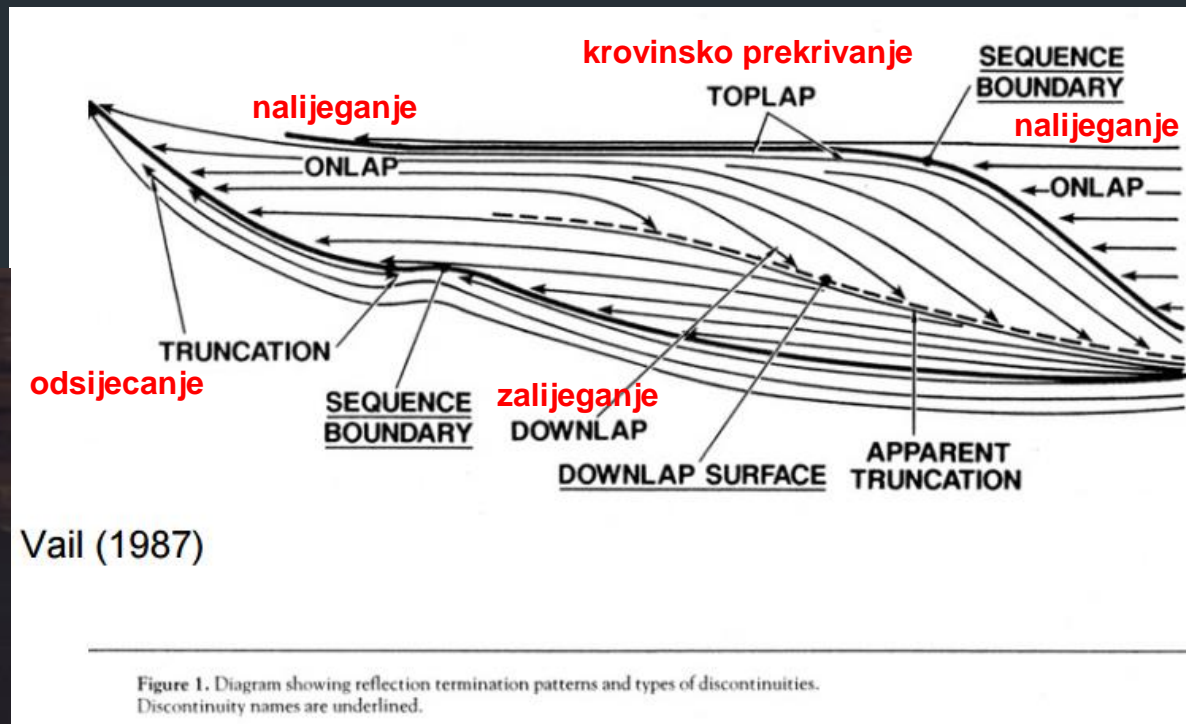
# Seizmostratigrafska interpretacija – službeni početak sekvencijske stratigrafije <sup>16</sup>

- Peter Vail i Robert Mitchum su 1977. g. koordinirali objavljivanjem AAPG Memoir #26 koji se temelji na pretpostavci da granične površine seizmičkih odziva predstavljaju vremenske granice.

Robert M. Mitchum

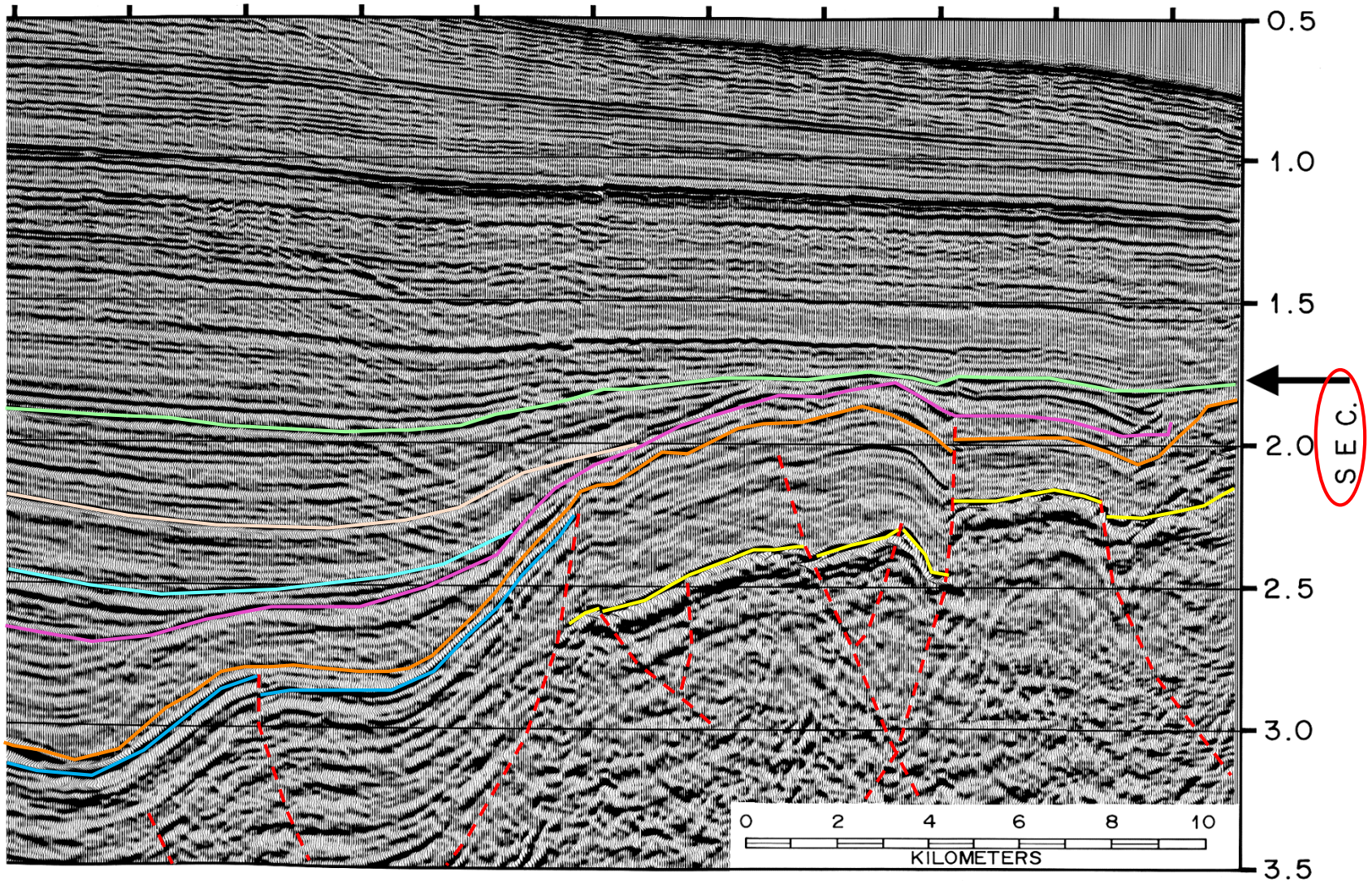


Peter R. Vail



Seizmički podaci → pokazuju izgled potpovršine u vremenu!  
Podaci se interpretiraju → postoji li točna interpretacija??

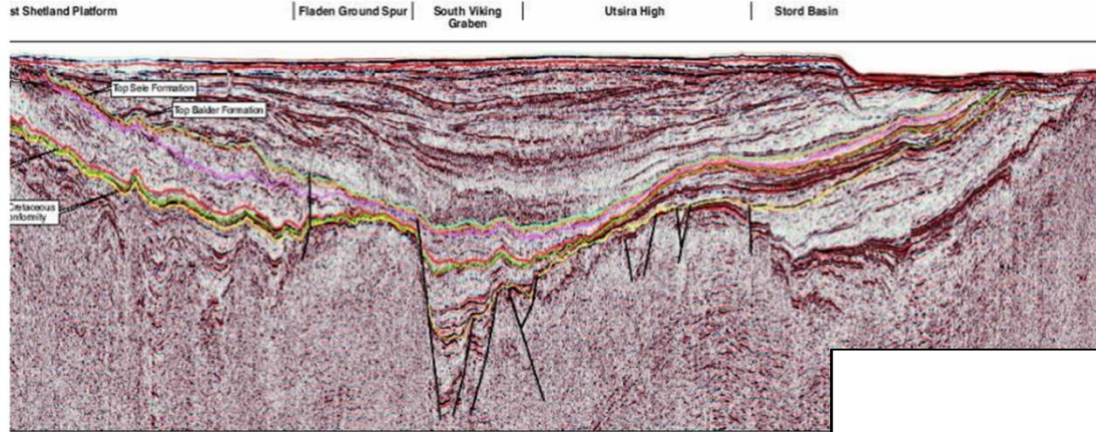
17



# 2D regional seismic line across the North Sea sedimentary basin



## 2D seizmika



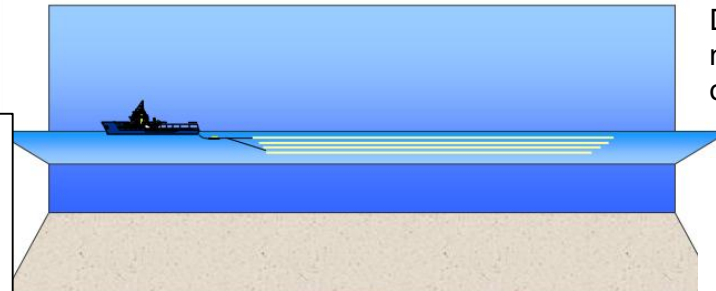
10 km

<https://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MEK4450/h15/ppt/11-2/11-seismic---prinsiples--->

## 3D seizmika

### 3D Seismic

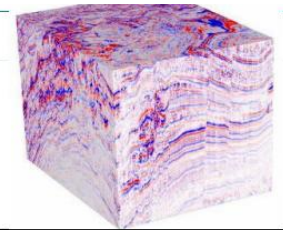
3D = 3 dimenzije („kocka”, tj. seizmički volumen)



Do 20 kablova s međusobnim razmakom od 10ak metara

Detaljna analiza prospekta i opis ležišta

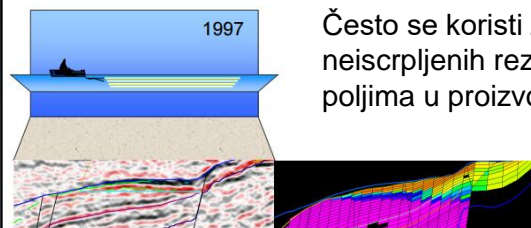
Seizmički prikaz u 3D



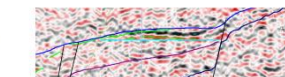
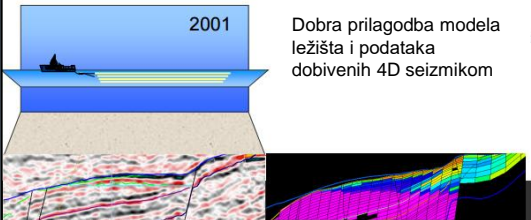
### 4D Seismic

4D – 3D seismic repeated several times. Year by year

Često se koristi za pronalazak neiscrpljenih rezervi nafte/pina na poljima u proizvodnji



Dobra prilagodba modela ležišta i podataka dobivenih 4D seizmikom



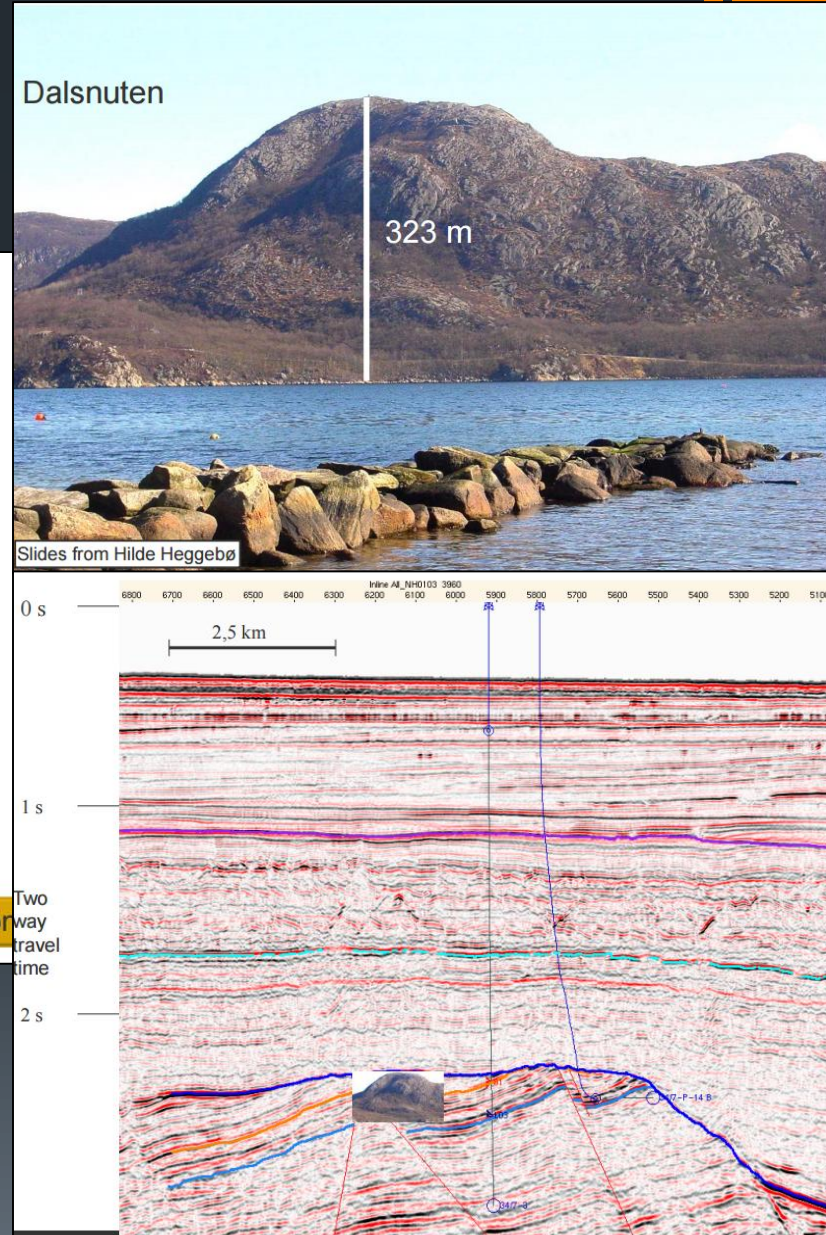
Razlika između datasetova daje informacije o proizvodnji i mogućim zaostalim rezervama

## 4D seizmika

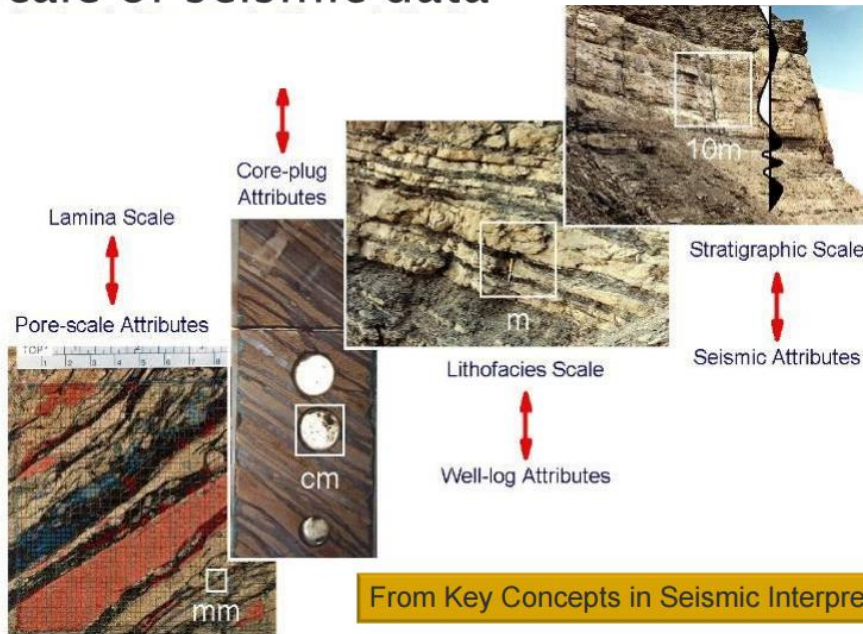
<https://www.uio.no/studier/emner/matnat/math/MEK4450/h15/ppt/11-2/11-seismic---prinsiples---august-2015.pdf>



# Seizmički podaci – o kojem redu veličine govorimo?



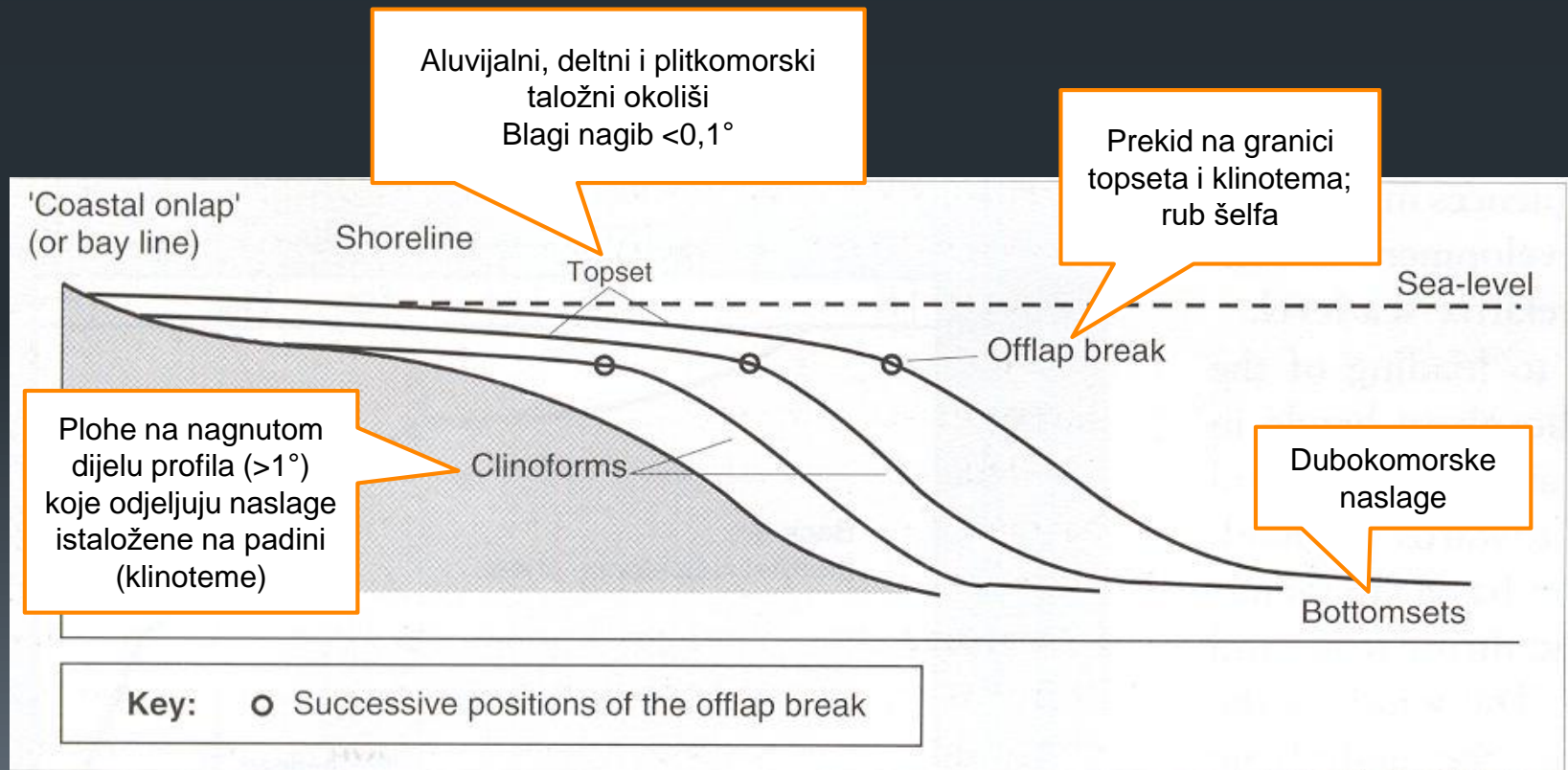
## The scale of seismic data



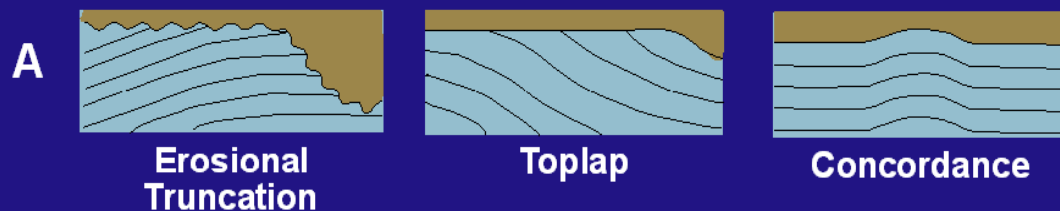
From Key Concepts in Seismic Interpretation

# Rubovi bazena

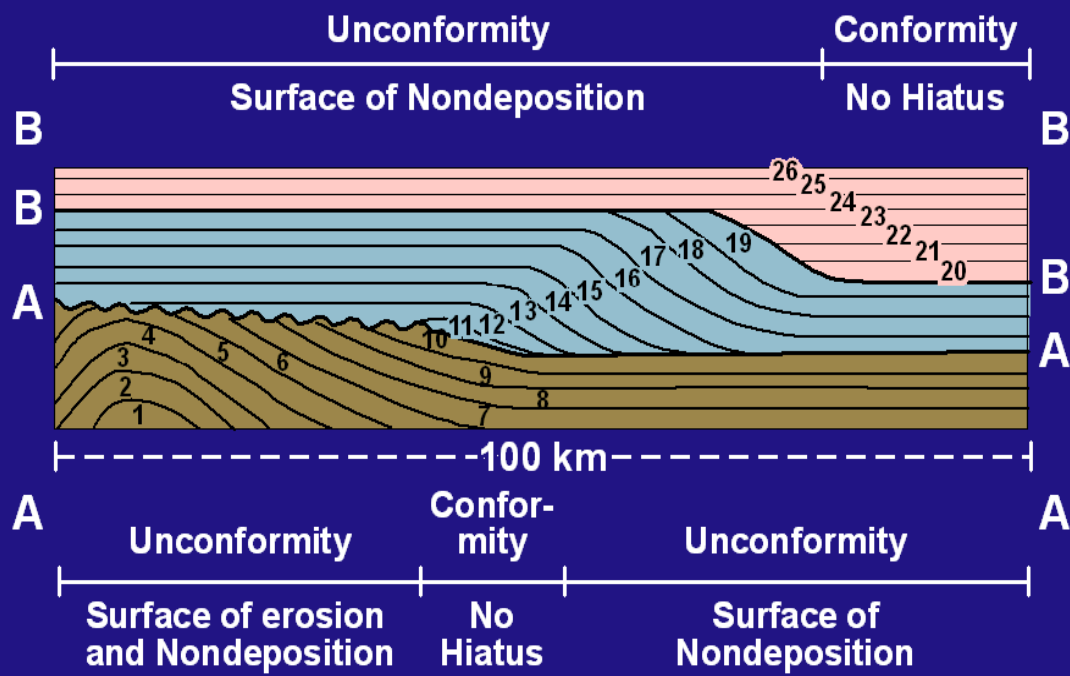
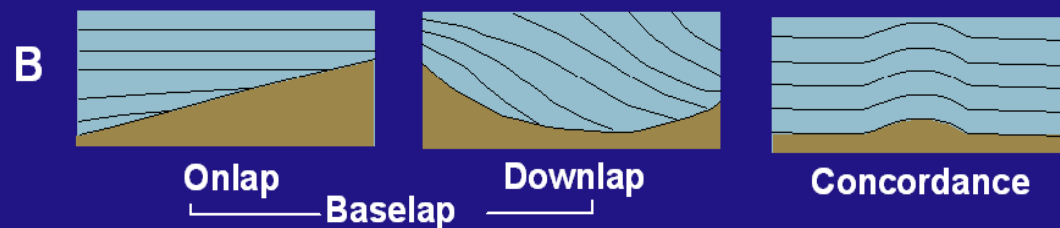
- Prijelaz iz topseta u foreset oblikovan je donosom sedimenta i djelovanjem valova i struja.
- Sediment je prenošen u veće dubine gravitacijskim tokovima.
- Nagib klinoforme/klinoteme ovisi o veličini čestica; krupnozrnasti sediment → strmija padina
- Nagib klinoforme u karbonatima:  $0,5-3^\circ$ .



## Upper Boundary



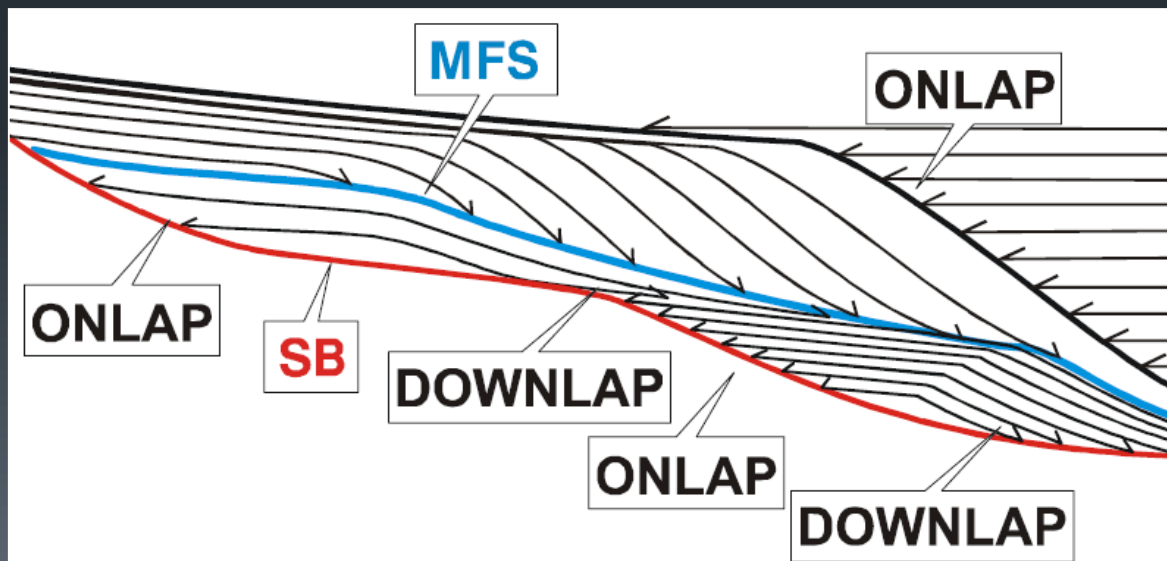
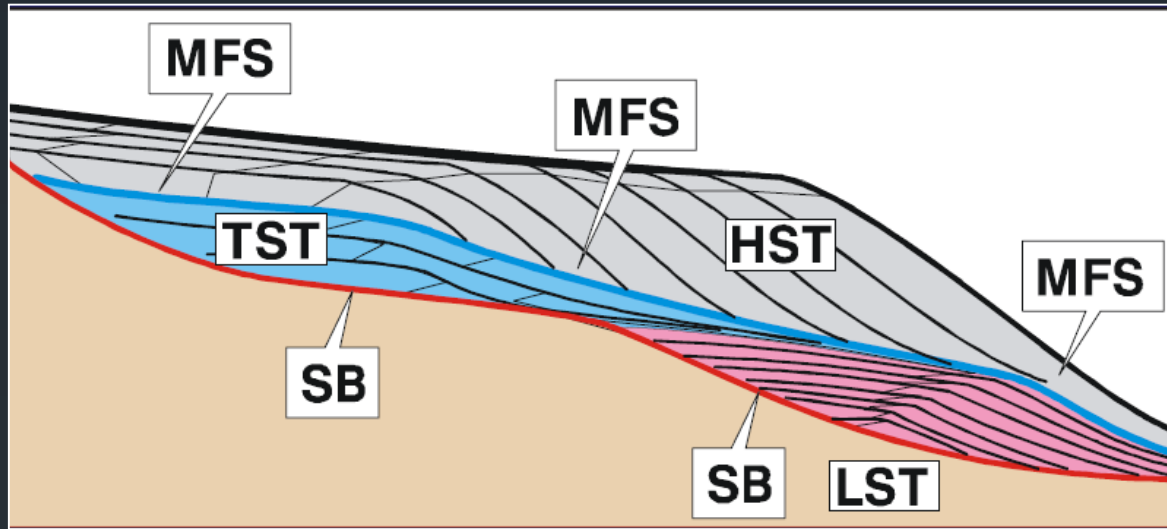
## Lower Boundary



- Originalna primjena sekvencijske stratigrafije proizlazi iz prepoznavanja sekvencija koje su međusobno odijeljene prekidima taloženja.
- Koriste se geometrija naslaga i način na koji seizmički odzivi završavaju.

# Taložne sekvencije – seizmički odraz

22



- Sekvencijska stratigrafija se temelji na pretpostavci da su taložne jedinice nastale tijekom jednog ciklusa promjene razine mora.
- Taložne jedinice smještaju se u kronostratigrafske okvire, pokazujući kako je njihov nastanak vezan s akomodacijskim prostorom.

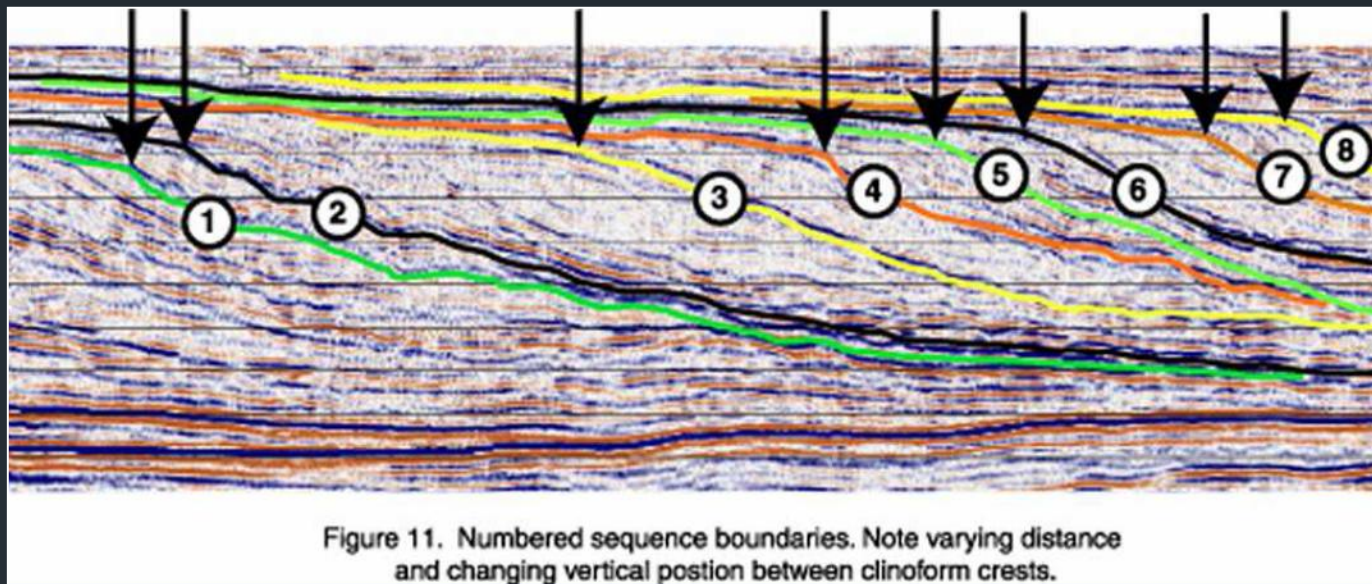
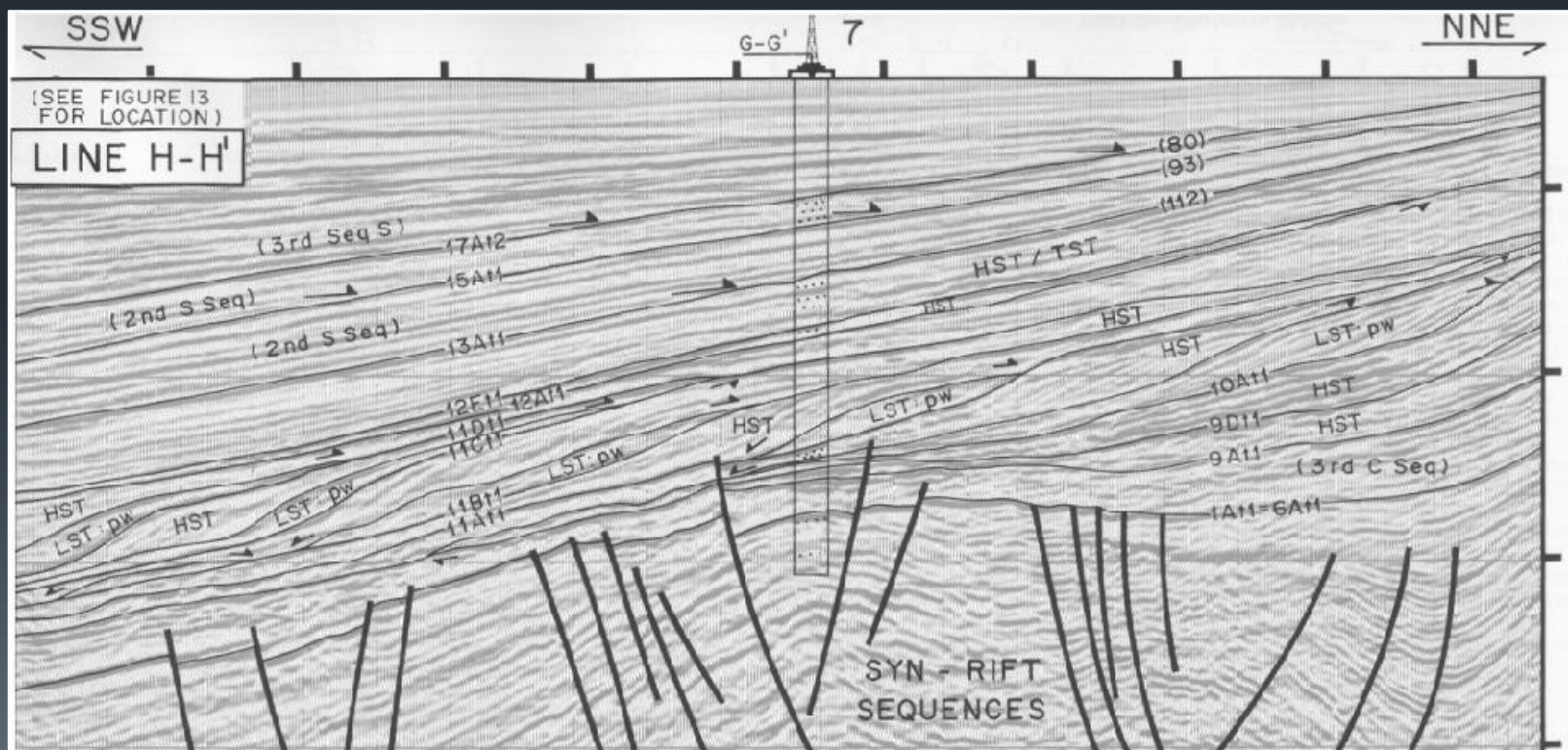


Figure 11. Numbered sequence boundaries. Note varying distance and changing vertical position between clinoform crests.



# Zlatna pravila

- U pravilu se slojevi talože vodoravno.
- Pravilo superpozicije: „dolje” je starije, „gore” je mlađe.
- Slojevi se pružaju lateralno sve dok traju isti uvjeti taloženja ili neka struktura onemogući prostiranje.
- Pravilo presijecanja: strukture koje presijecaju druge od njih su mlađe.
- Inkluzije: strukture koje su „uklopljene” u pravilu su starije od strukture.
- Intruzije: u pravilu su mlađe od okolnih stijena.
- Uniformitarizam: procesi koji su djelovali u prošlosti uvjetovani su fizikalnim zakonima koji i danas vladaju.
- Waltherovo pravilo: uslijed migracije taložnih okoliša, facijesi taloženi lateralno jedan do drugog naći će se jedan iznad drugog (u konformnom slijedu naslaga).

# Biostratigrafija

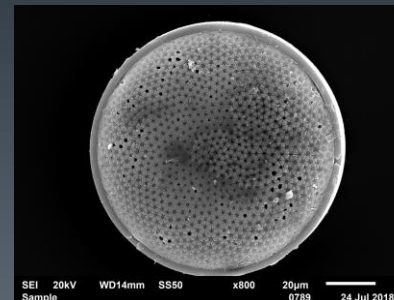
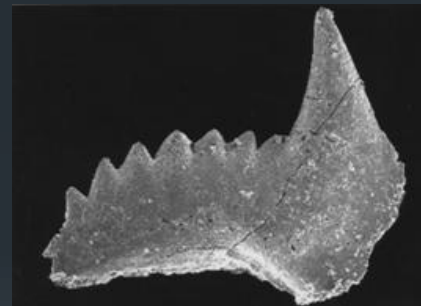
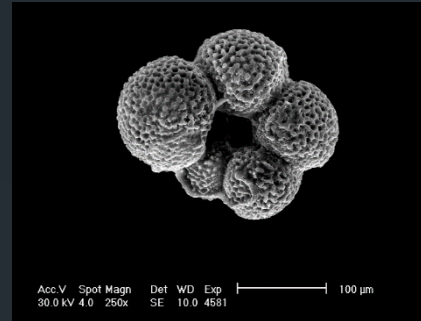
25

- Stratigrafija koja se temelji na paleontološkim značajkama stijena
- Rasponi pojave fosila koriste se za korelaciju profila
- Veličina i brojnost fosila, način širenja, brzina specijacije...
- Visok fosilizacijski potencijal
- Najbolji: morski mikrofosili (< 2 mm)
  - osjetljivi na promjene u okolišu
  - određivanje starosti naslaga (npr. provodni fosili)
  - korištenje u bazenskom modeliranju
  - **Planktonski organizmi** → dobri za biostratigrafsku zonaciju i korelaciju zbog velike raširenosti
  - **Bentički organizmi** → dobri za paleookolišnu interpretaciju
  - Nektonski organizmi → manje zastupljeni u fosilnom zapisu u odnosu na planktonske i bentičke organizme i stoga imaju manji značaj u biostratigrafiji

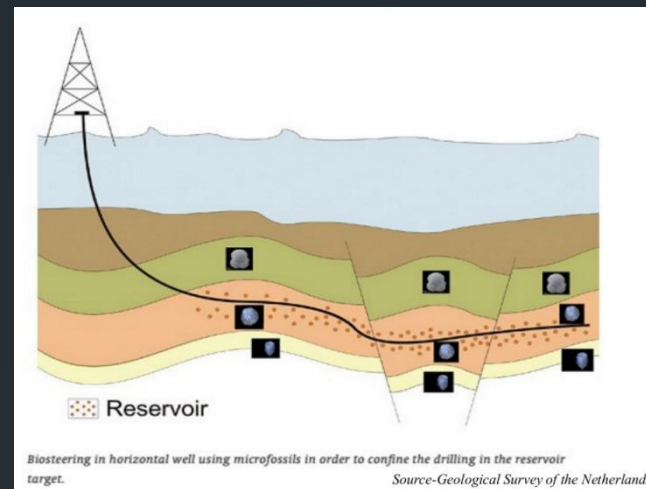
# Mikropaleontologija

26

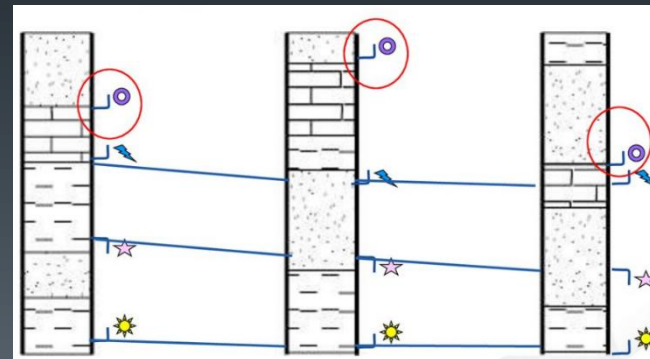
- Mikrofosili < 2 mm
- Podjele prema predmetu proučavanja i mineralnom sastavu skeleta:
  - **Vapnenački** mikrofosili: kokoliti, foraminifere, kalpionelidi
  - **Fosfatni**: dijelovi kralježnjaka, konodonti
  - **Silikatni**: radiolarije, dijatomeje, silikoflagelati
  - **Organski**: polen, spore (palinologija), akritarhe, dinoflagelate
- Primjena u: biostratigrafiji, paleoekologiji, paleoceanografiji, proučavanju klimatskih promjena, naftnoj industriji, arheologiji, zooarheologiji, forenzici...
- Spore i polen koriste se za određivanje stupnja zrelosti matičnih stijena



# Primjena mikrofosila u naftnoj geologiji <sup>27</sup>



<https://www.slideshare.net/SachinYadav54/microfossils-and-their-applications-in-petroleum-industry>



<https://en.ppt-online.org/217911>

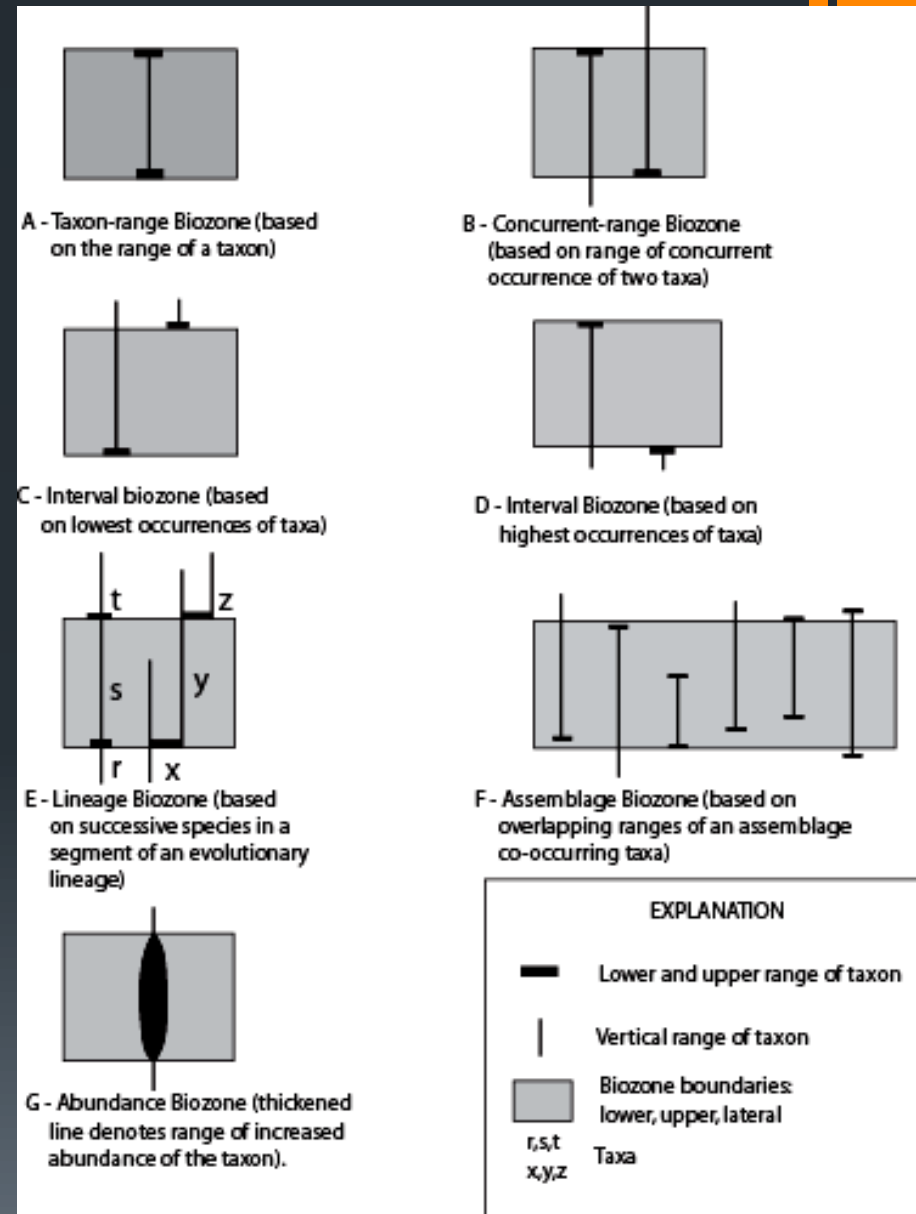


Fossil group	Age range	Geography	Average resolution (million years)
Planktonic Foraminifera	Neogene	Tropical	1.2
Planktonic Foraminifera	Neogene	Subtropical	1.4
Planktonic Foraminifera	Palaeogene	Tropical	1.7
Planktonic Foraminifera	Palaeogene	Southern temperate	3.0
Nannofossils	Neogene	Undifferentiated	1.0–1.3
Nannofossils	Palaeogene	Undifferentiated	1.3–1.6
Radiolaria	Neogene and Palaeogene	Undifferentiated	1.9–2.0
Diatoms	Neogene and Palaeogene	Undifferentiated	1.4–2.4
Dinoflagellates	Neogene and Palaeogene	Undifferentiated	5.7
Dinoflagellates	Neogene	North Sea	3.3
Dinoflagellates	Palaeogene	North Sea	1.1
Planktonic Foraminifera	Cretaceous	Tropical	2.5
Planktonic Foraminifera	Cretaceous	Temperate	4.0
Nannofossils	Cretaceous	Undifferentiated	3.0
Radiolaria	Cretaceous	Undifferentiated	10.0
Palynomorphs	Cretaceous	Undifferentiated	6.5
Palynomorphs	Late Jurassic	North Sea	1.0
Palynomorphs	Early–Middle Jurassic	North Sea	2.0–2.5

Preciznost pojedinih  
mirkofosilnih grupa

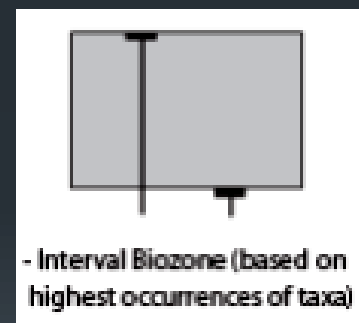
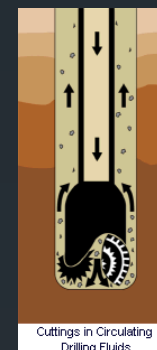
# Biozone

- A. Rasponska biozona
- B. Konkurentska biozona
- C. Intervalna biozona (zadnja pojava taksona)
- D. Intervalna biozona (prva pojava taksona)
- E. Razvojna biozona
- F. Zajedniška biozona
- G. Množična biozona



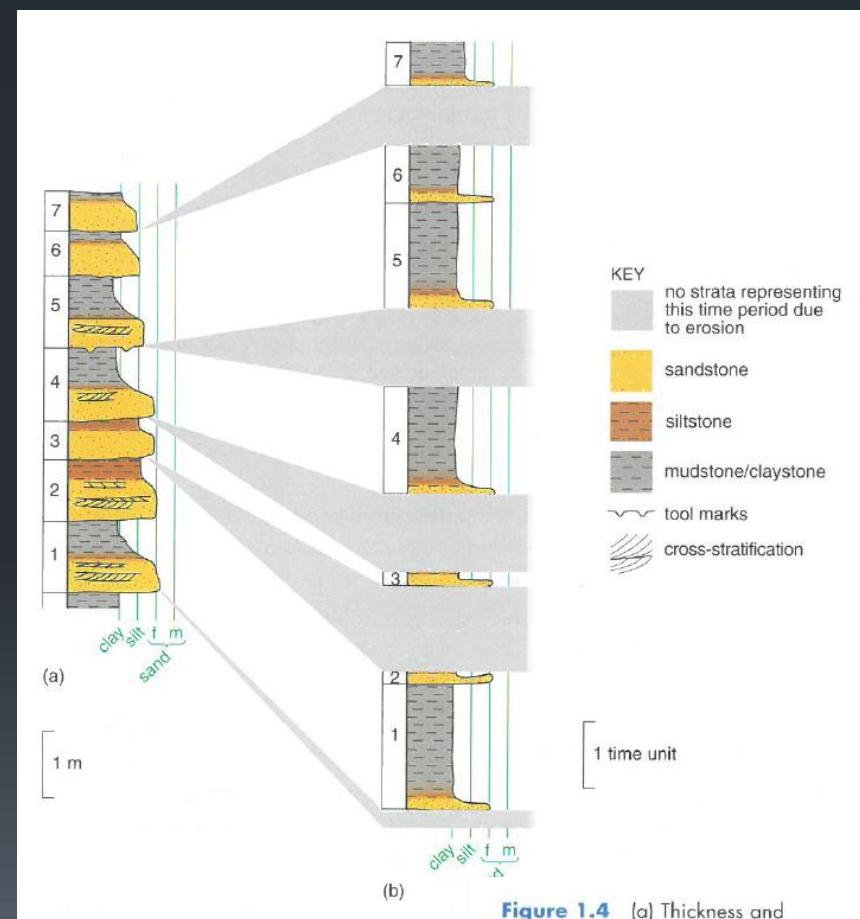
# Rad s uzorkovanim materijalom

- Uzorkuje se od površine prema unutrašnjosti
- Paleontološke analize se temelje na materijalu iz isplake koji je često onečišćen s ostacima prije nabušenih stijena i materijala koji se „urušio” sa zidova bušotine.
- Intervalna zona je definirana kao stratigrafska jedinica između najviše pojave (prve pojave od površine prema unutrašnjosti) i zadnje pojave (idući od starijih naslaga) dva taksona.
- Jezgre: vrijede stratigrafska pravila
- Uzorci sa sita: tzv. događajna biostratigrafija
- Korelacije se vrše na osnovu **LAD** (*Last Appearance Datum*)



# Problemi s identifikacijom granica intervala zastupljenosti pojedinih vrsta mikrofosila (FAD/LAD) i biozonaciji

- Prisutnost (mikro)fosila ovisi o okolišnim uvjetima prilikom taloženja
- FAD (prva pojava) nove vrste u različitim područjima može nastupiti u različito vrijeme, tj. u naslagama različite starosti
- Intervali uzorkovanja – koliko često i detaljno treba uzorkovati da bi se ustanovile granice pojave pojedinih vrsta?
- Nestalna ili epizodna sedimentacija ili erozijski procesi mogu uzrokovati nepotpun stratigrafski zapis



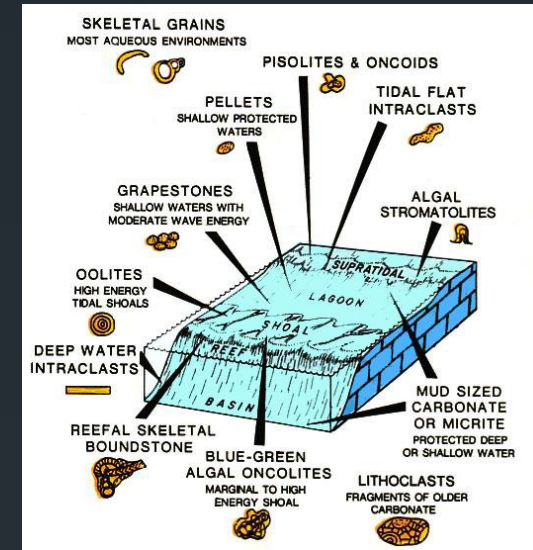
Coe et al. (2003)

**Figure 1.4** (a) Thickness and (b) chronostratigraphical representation of a succession of turbidites indicating how much time might be represented by gaps in the succession.

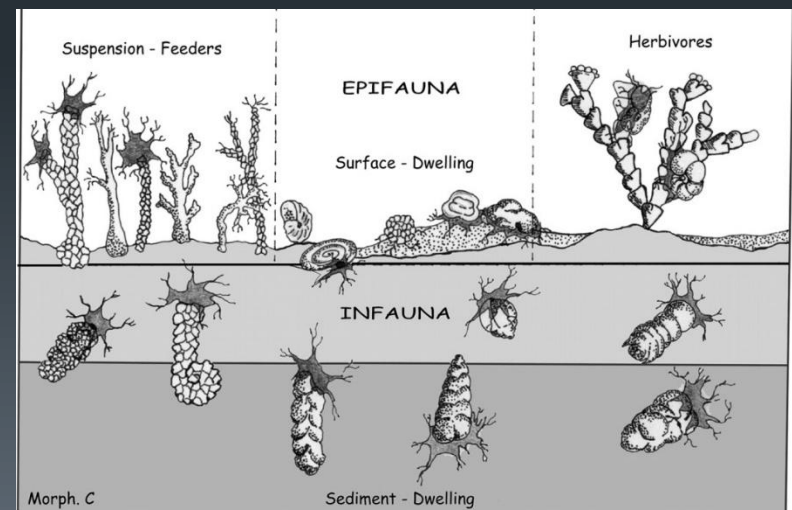
# Paleoekološka interpretacija

33

- Od rubnih marinskih okoliša do duboko-oceanskih prostora
- Bentičke foraminifere → definiran odnos s dubinom!
- Distribucija je diktirana temperaturom, količinom kisika, salinitetom, tipom podloge, količinom svjetla...
- Infauna: sferična, zašiljena cilindrična, zaobljena planispiralna, plosnata
- Epifauna: trohospiralna (plano- do bi-konveksna, zaobljena, miliolidna)



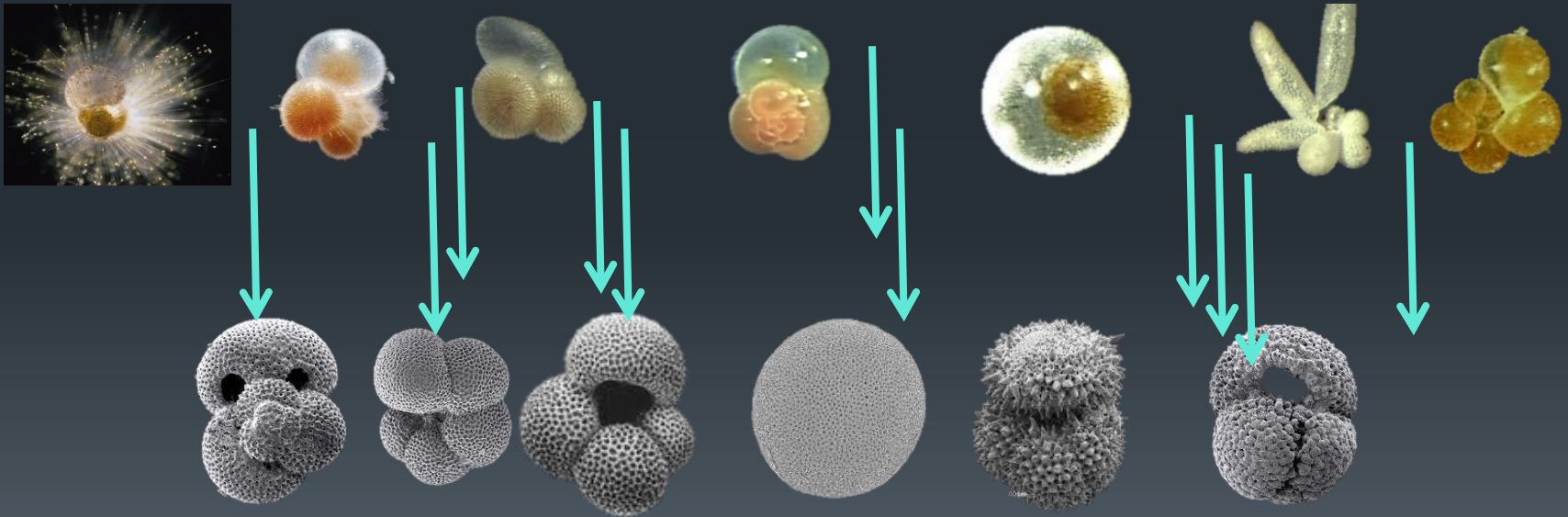
<http://www.sepmstrata.org/page.aspx?pageid=88>



# Paleoekološka interpretacija

34

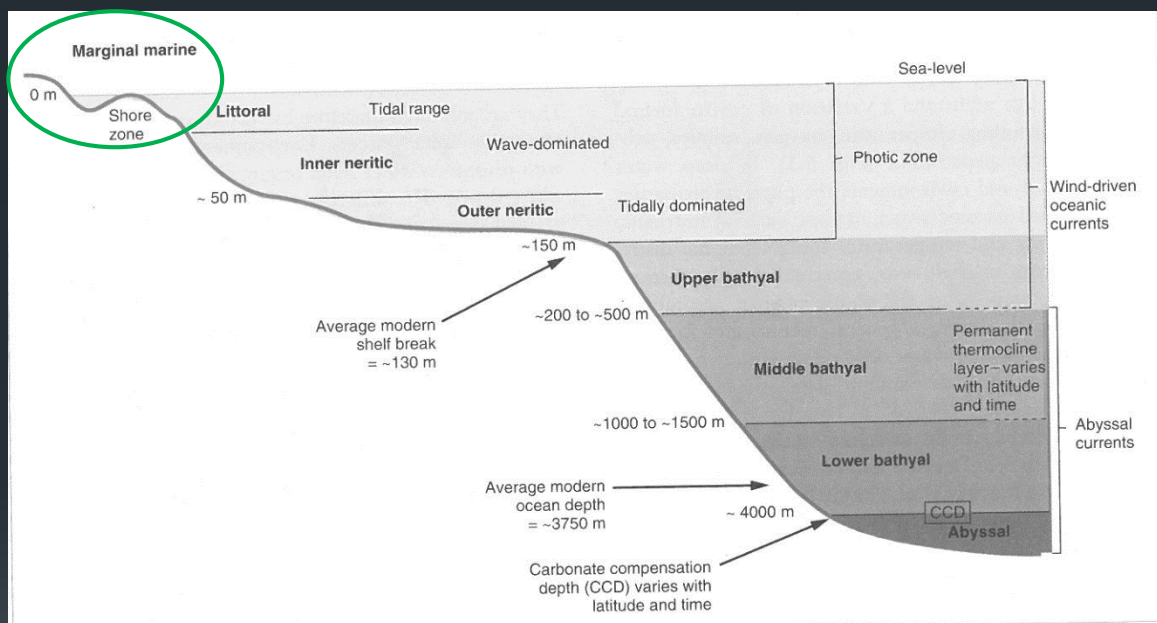
- Rasprostranjenost planktona ovisi o salinitetu, količini kisika, temperaturi, svjetlu, količini hrane
- Različite grupe planktona imaju različitu toleranciju na čimbenike u okolišu



- Radiolarije i planktonske foraminifere su rijetke na šelfu, dok su dinoflagelate i akitarhe brojne!

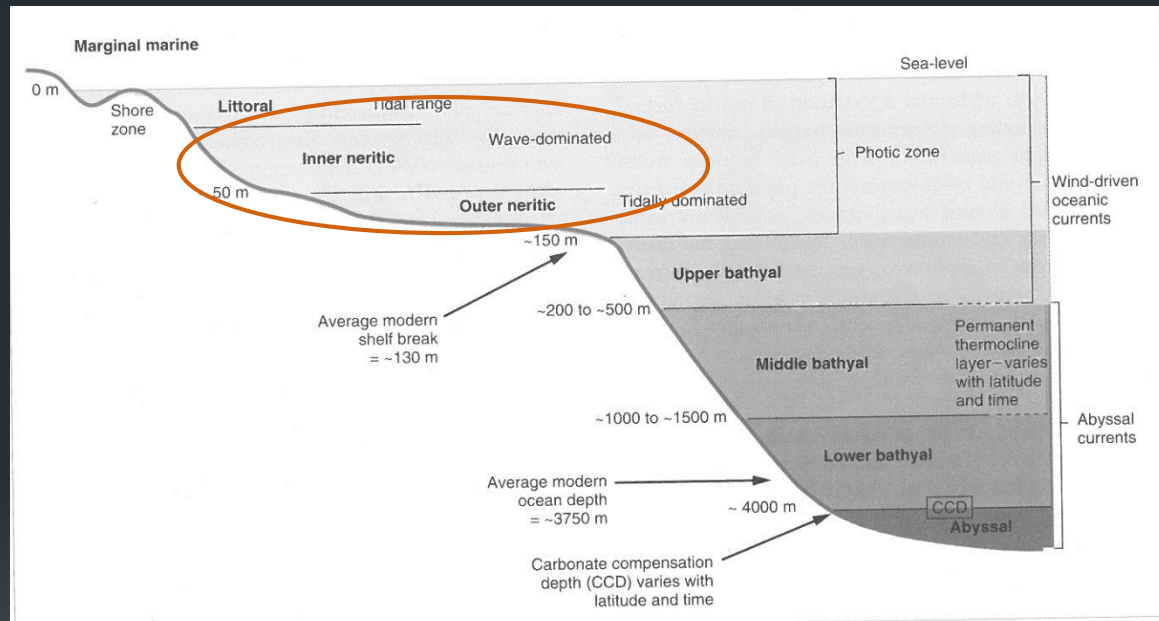
# Rubni morski okoliši

- Brojne aglutinirane foraminifere
- Dominira **INFAUNA**: izdužena morfologija (različit broj klijetki i namatanja)
- Pasivni bakterojedi ili detritalni strvinari
- Porastom razine mora povećava se broj infaunalnih muljojeda i foraminifera tipičnih za šelf



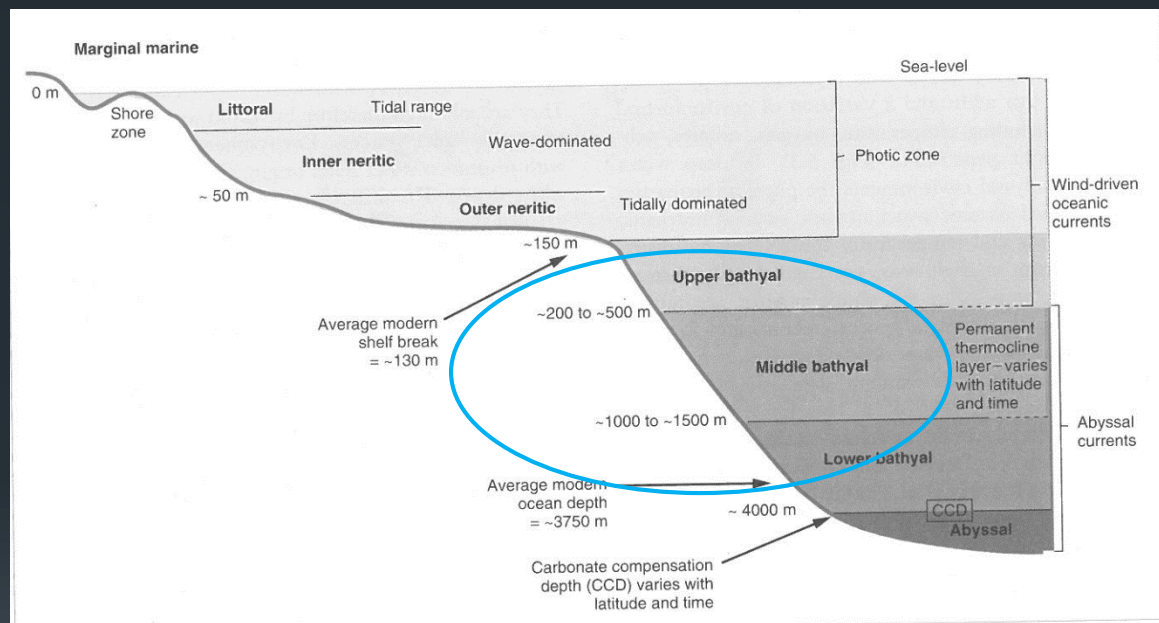
# Neritik

- Smanjuje se broj INFAUNE i EPIFAUNE biljojeda
- Povećava se broj perforatnih muljojeda INFAUNE i EPIFAUNE, kao i imperforatnih epifaunalnih oblika
- Aglutinirane i perforatne forme biljojeda nalazimo samo do vanjskog šelfa
- Od vanjskog šelfa prema odobalju raste broj suspenzojeda

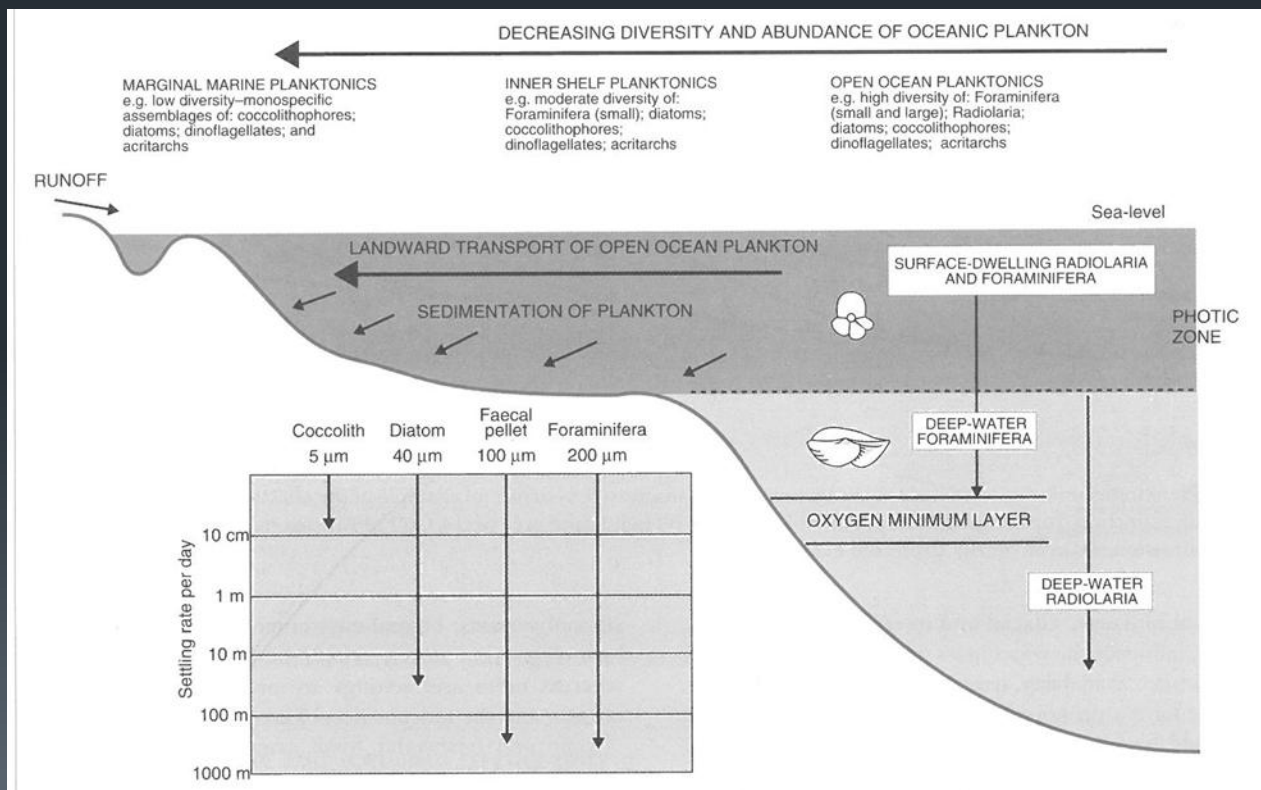


# Padina

- Gornji batijal → dominiraju perforatni ili imperforatni oblici, INFAUNA, muljojedi
- Prema donjem batijalu broj se smanjuje
- Suspenzojedi s aglutiniranim kućicama postaju brojniji u batijalu
- Jednolika rasprostranjenost epifaune, suspenzojeda kako hijalinih, tako i porcelanastih i aglutiniranih kućica



- Većina foraminifera ima Reynoldsov broj veći od 0,5 i pri tonjenju se ne ponaša u skladu sa Stokes-ovim pravilima. Tonjenje ovisi o veličini, težini, obliku kućica i osobinama morske vode.
- Velike foraminifere bez bodlji tonu brzo, 50-300 m na dan (za tjedan dana stižu na dno!)
- Foraminifere s bodljama trebaju 2 tjedna da stignu na dno, 200 m/dan



# Težište istraživanja

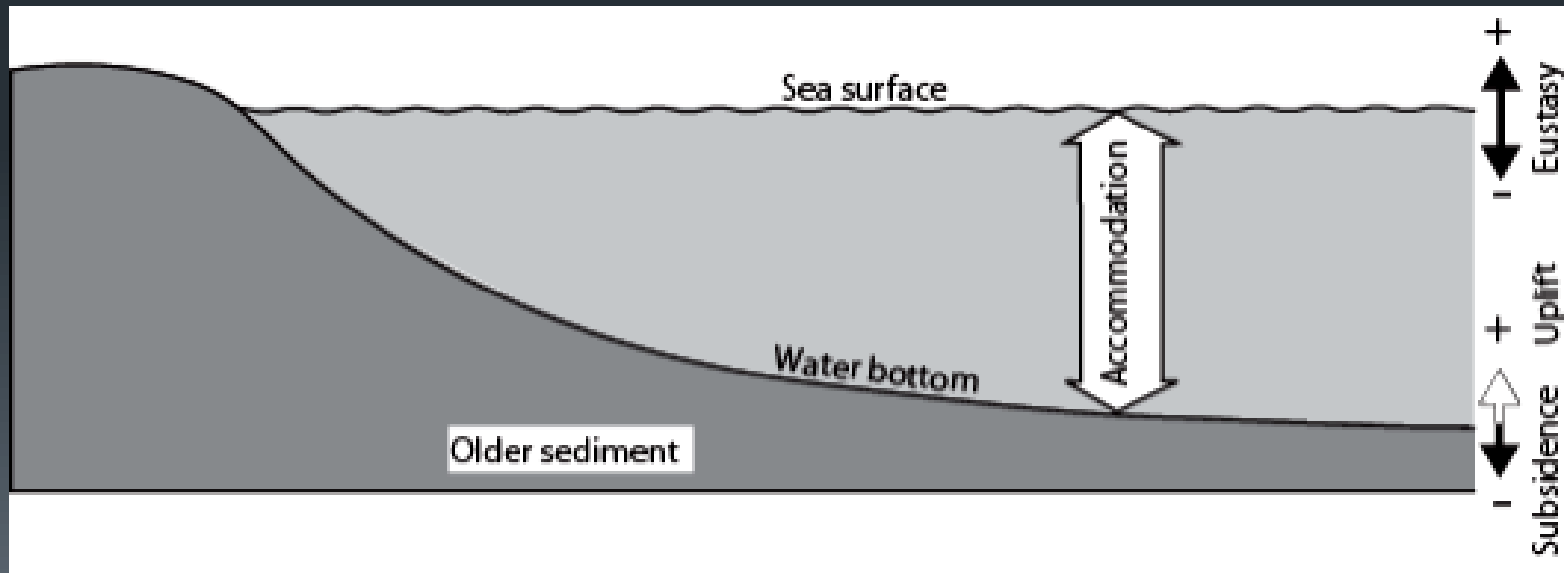
39

- Brojnost, raznolikost i dominacija u foraminiferskim morfogrupama
- Procjene dubine (morfogrupe, odnos plankton/bentos)
- Omjer infaune/epifaune → stupanj oksigenacije morskog dna i količina i vrsta raspoložive organske tvari

# Sekvencijska stratigrafija i mikrofosili

40

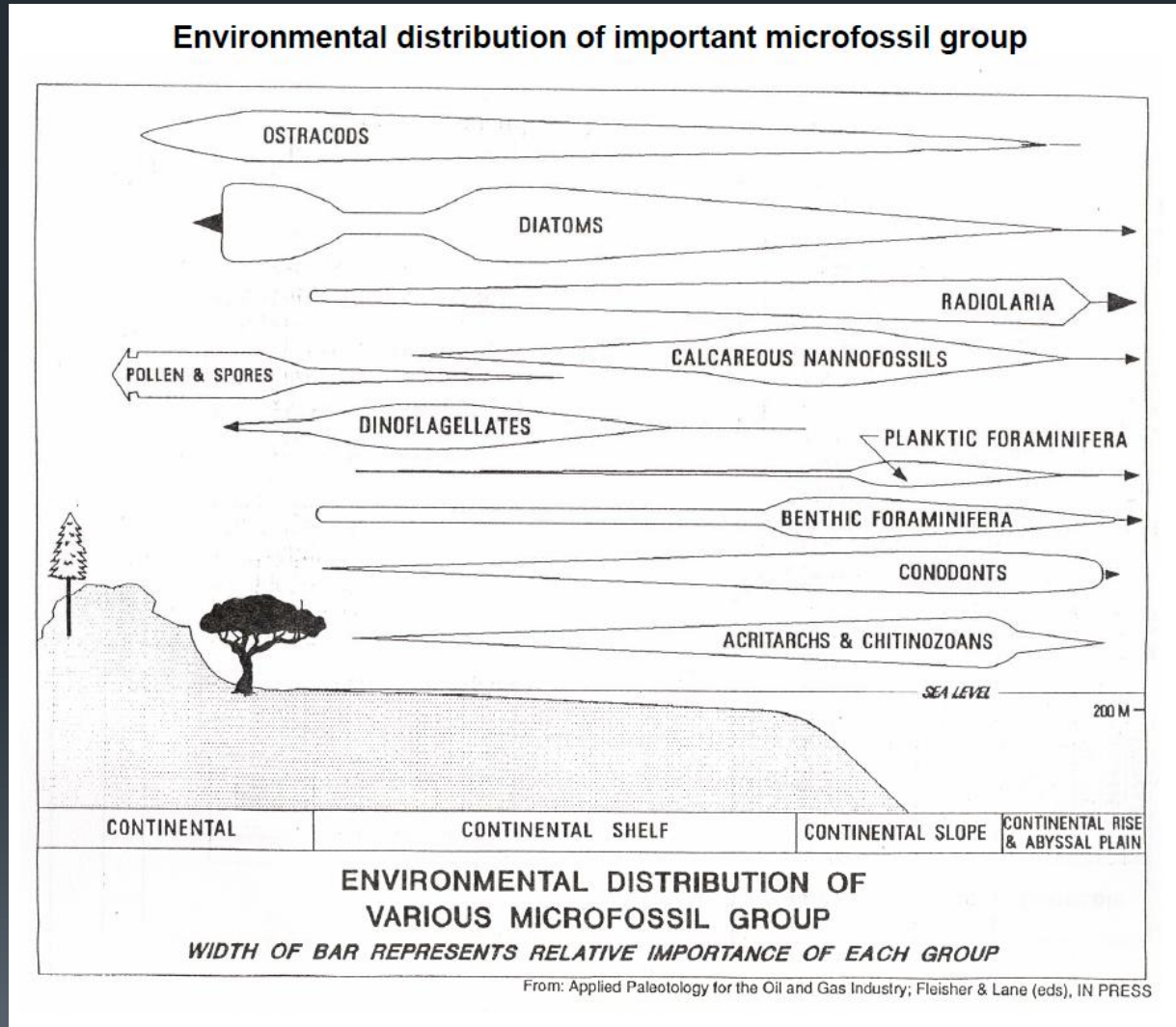
- Slijed naslaga se dijeli u jedinice nastale tijekom jednog, velikog ciklusa promjene razine mora. Jedinice su odijeljene jedna od druge promjenama / prekidima taloženja (diskordancijama).
- Nastanak jedinica vezan je uz donos materijala u dostupan akomodacijski prostor.
- Prepoznaju se promjene u dinamici/trendovima taloženja, što uvjetuje promjene u paleoekološkim karakteristikama okoliša / stijena.



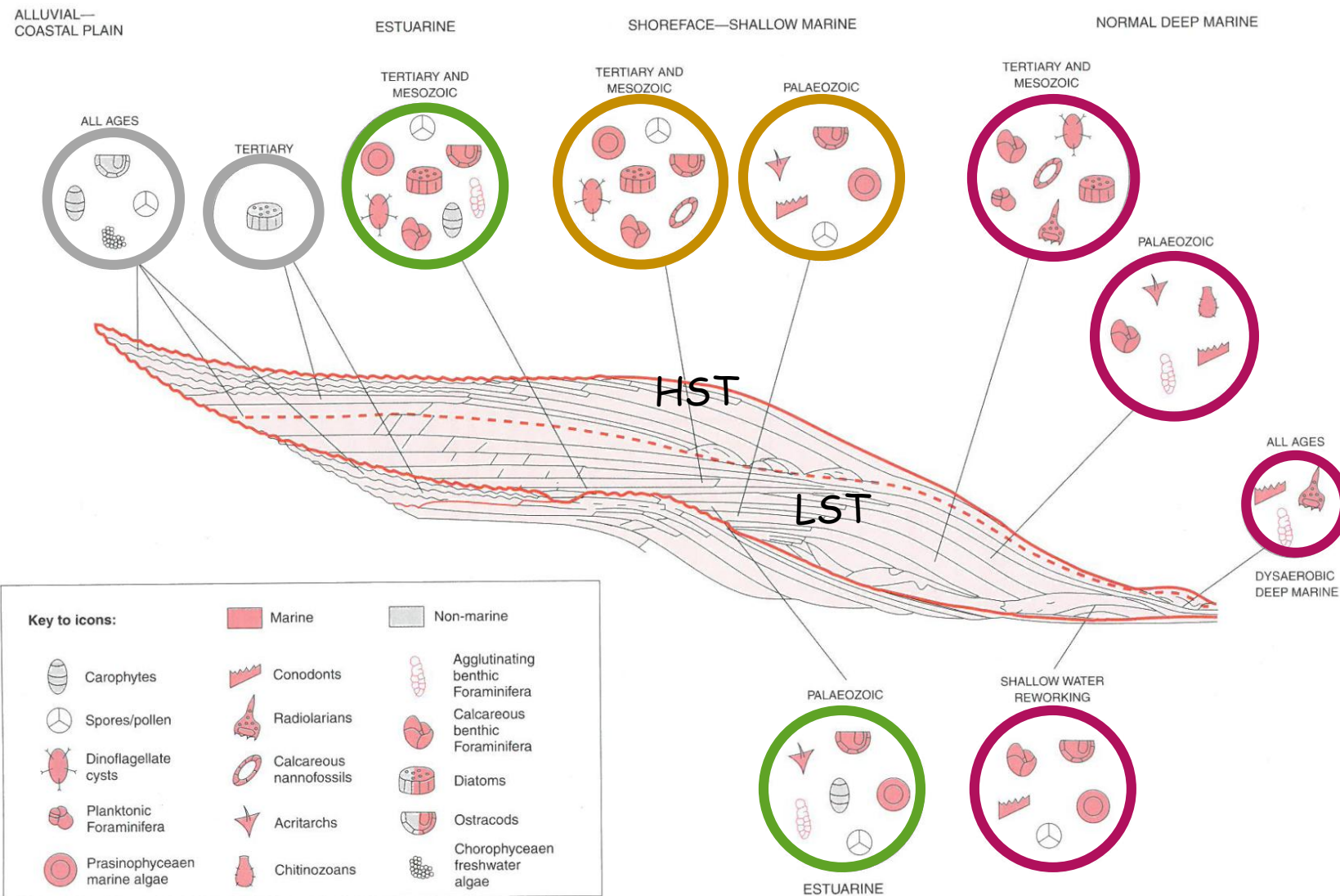
# Sekvencijska stratigrafija i foraminifere

- Ne postoji zajednica koja je tipična za pojedini sistemski trakt
- Veliki broj aglutiniranih foraminifera → brzo taloženje muljevita sedimenta u lepezi LST
- Progradacija obalnog lica tijekom HST znači veliki utjecaj rijeka/delta i „mutne vode” u plićacima s odgovarajućom zajednicom foraminifera
- HST može biti obilježen masovnijom pojavom planktona

# Distribucija važnijih skupina mikrofosila u okolišima



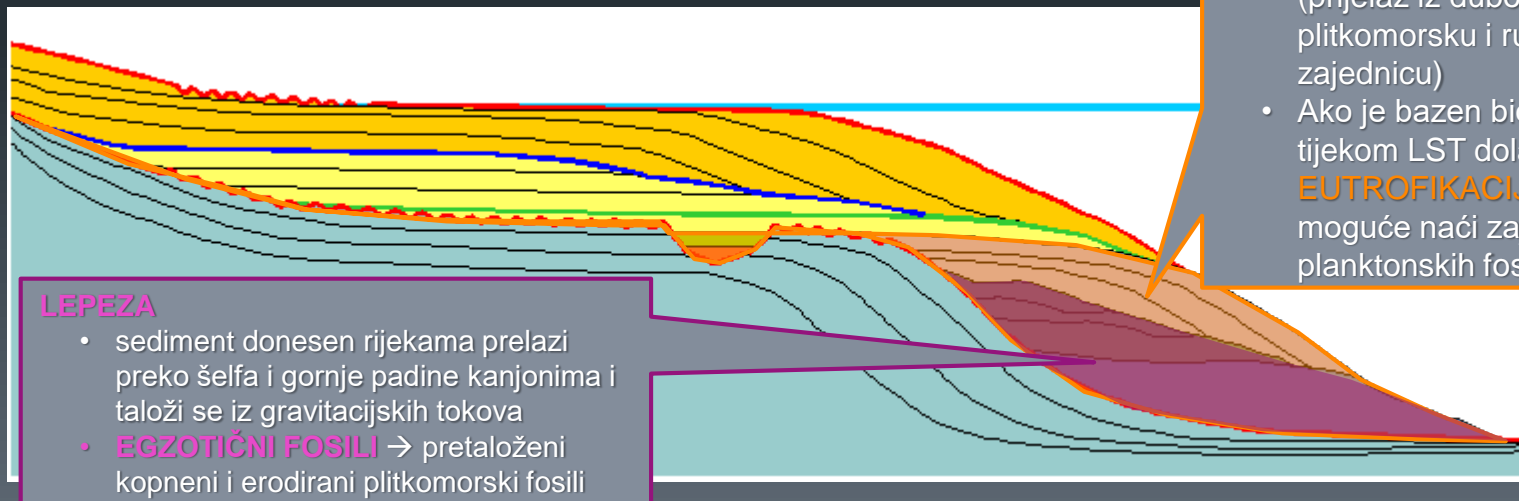
# Distribucija važnijih skupina mikrofosila u okolišima



# Kako prepoznati LST?

44

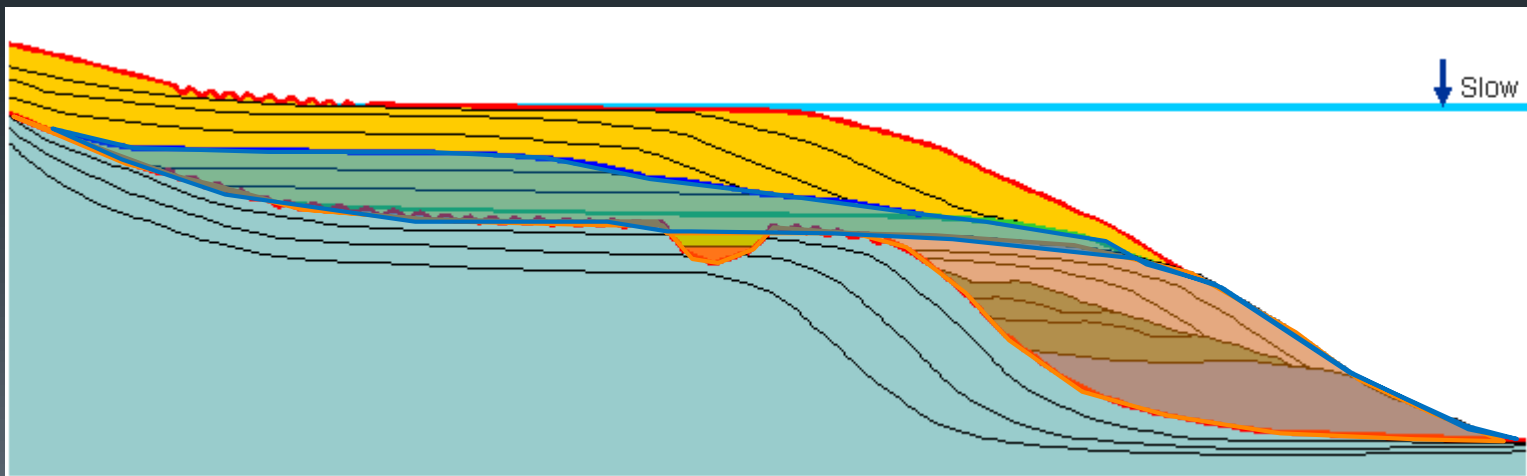
- Sekvencijska granica
- U proksimalnom dijelu: **HIJATUS** i naglo oplićavanje (prijelaz iz morskih u kopnene facijese)
- U dubljevodnim okolišima: veliki donos siliciklastične komponente s **PRETALOŽENIM** fosilima (kopnenim ili plitkomorskim)
- Prema gore raste udio kopnenih pretaloženih fosila i smanjuje se udio planktonskih zajednica
- Bentička zajednica ukazuje na oplićavanje



# Kako prepoznati TST?

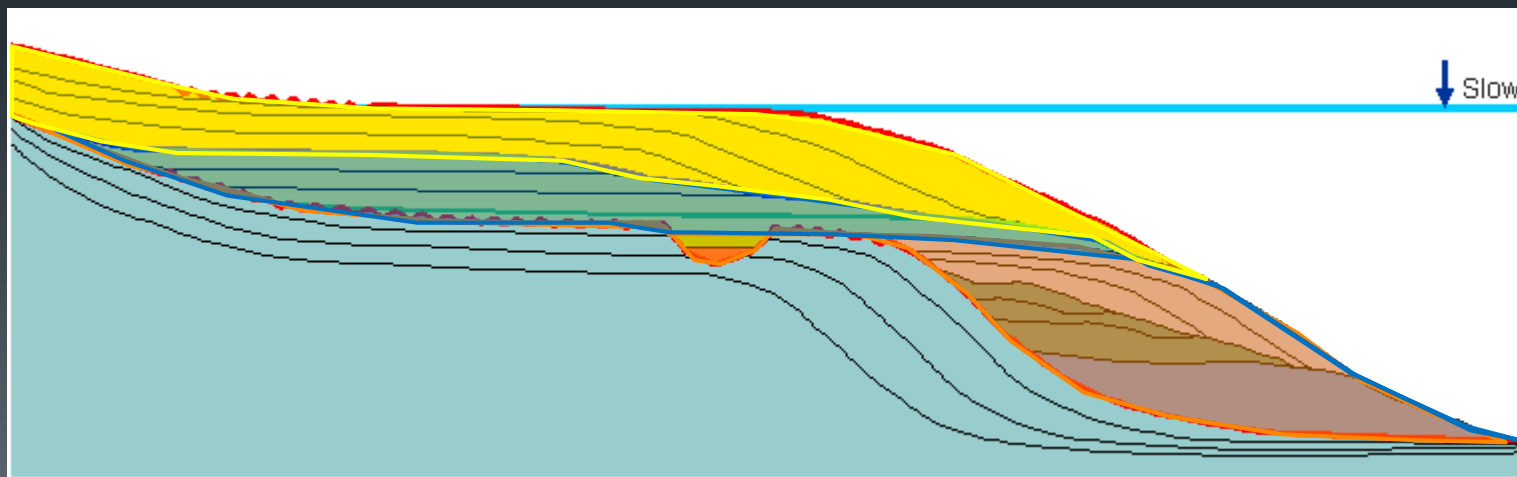
45

- Transgresivna površina odvaja TST od LST, a obilježavaju je prijelaz iz kopnenih u morske sedimente, pretaloženi ili isprani mikrofosili ili slojevi bogati glaukonitom
- Mala debljina naslaga → kondenzirana sedimentacija s brojnom i raznolikom zajednicom planktonskih i sve manje pretaloženih mikrofosila
- Produbljavanje i prijelaz od kopnenih ka dubokomorskim facijesima
- Kolonizacija oportunističkih organizama
- Površina maksimalnog plavljenja (**MFS**)
  - Najveća distribucija raznolike, pučinske, kozmopolitske zajednice planktona i dubljevodnog bentosa blizu kopna i na šelfu
  - U dubljevodnim facijesima naglo osiromašenje mikrofosilne zajednice



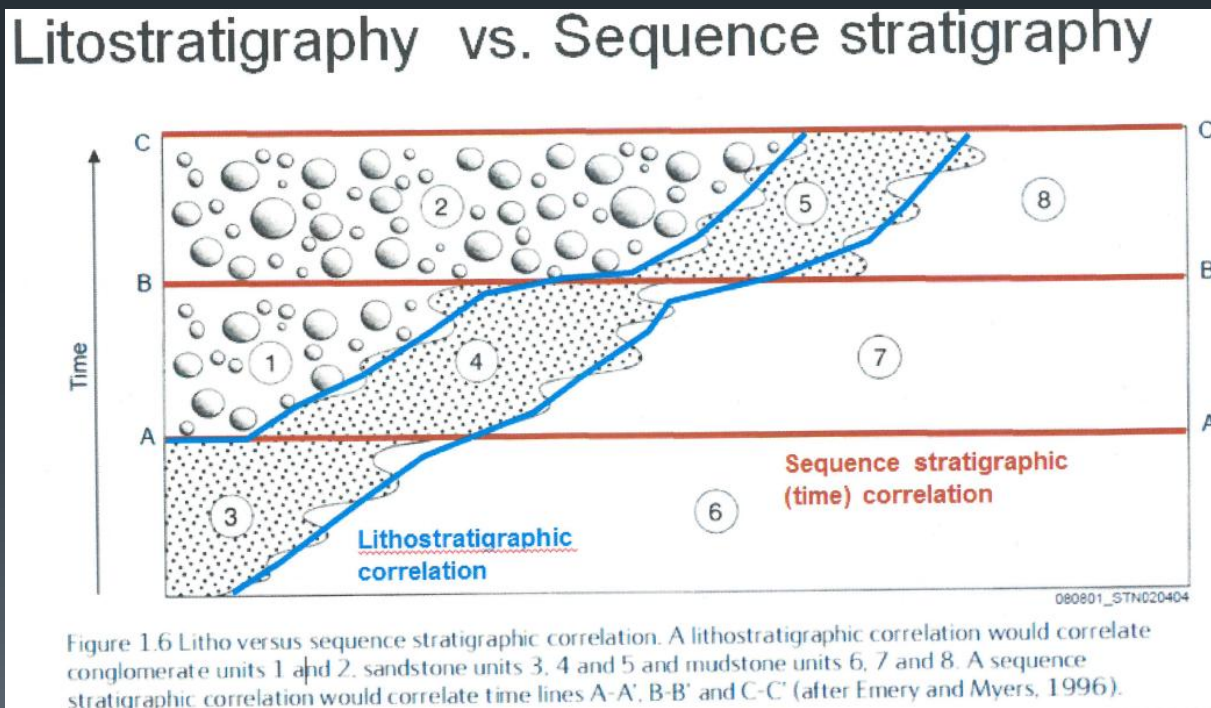
# Kako prepoznati HST?

- Količina sedimenta > akomodacijskog prostora → progradacija
- Prijelaz iz morskih ka rubnim marinskim, brakičnim i kopnenim facijesima
- Ukoliko širok šelf i niska energija valova → dominacija muljevutih sedimentata i mikrofosili tipa plitkih infaunalnih muljojeda
- Porast broja pretaloženih fosila
- Bentički fosili pokazuju postepeno oplicavanje



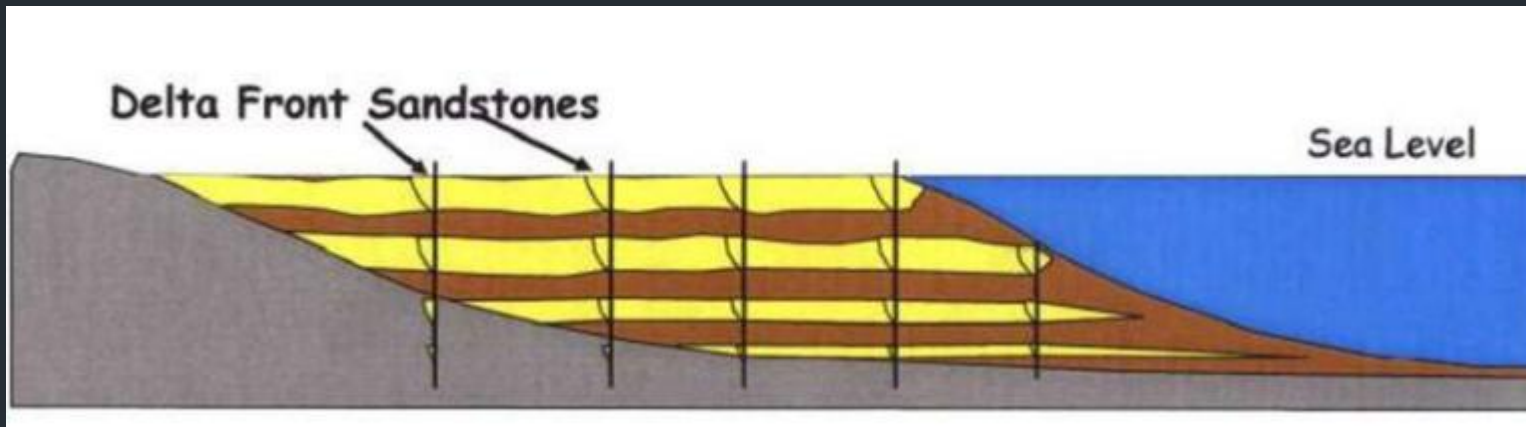
# Zašto je to bitno?

- Biostratigrafija i sekvencijska stratigrafija koriste se za zoniranje i korelaciju rezervoarnih i okolnih stijena kako bi se što bolje predvidjela njihova svojstva (debljina, pružanje, lateralne izmjene facijesa, porozitet, propusnost...) i volumni sadržaj ugljikovodika.
- Zoniranje se treba temeljiti na principima sekvencijske stratigrafije, a biostratigrafija u tome pomaže!

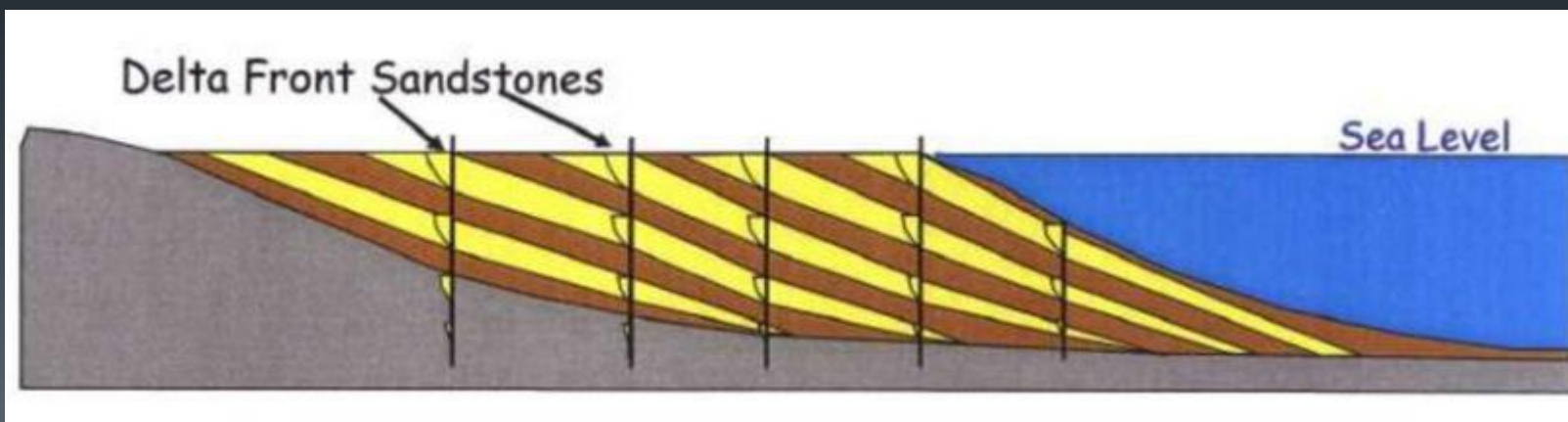


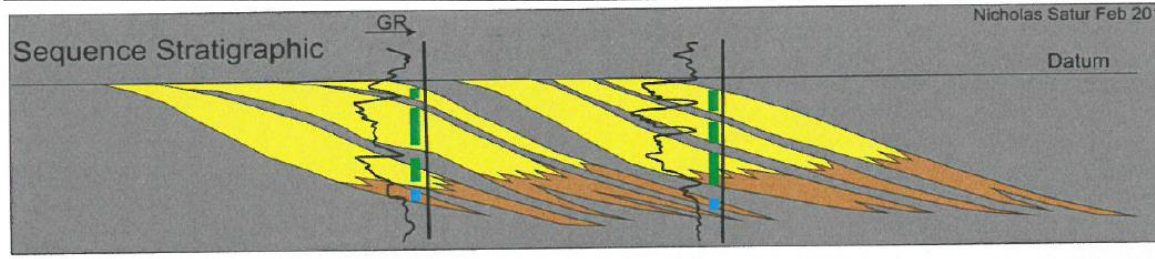
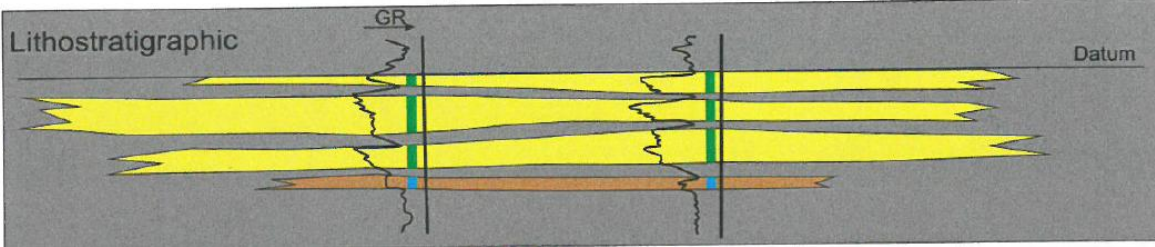
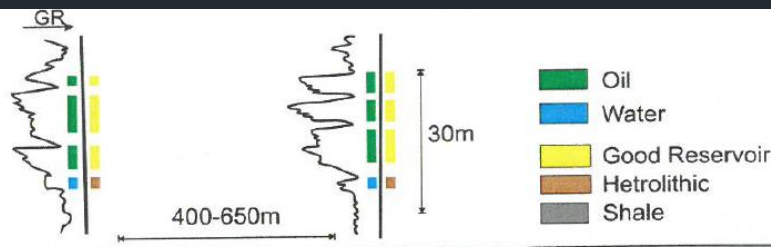
**Litostratigrafska korelacija** – jednostavna, često se koristi, ali nije nužno ispravna!

48

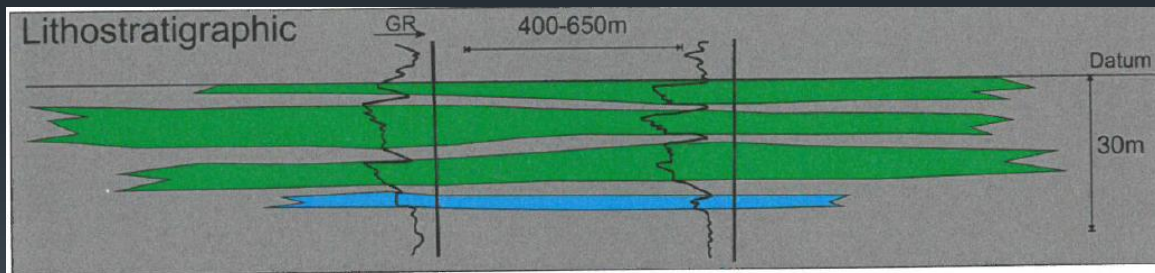


**Kronostratigrafska korelacija** – realniji prikaz geologije i složenosti ležišta što je bitno za proizvodnju ugljikovodika!

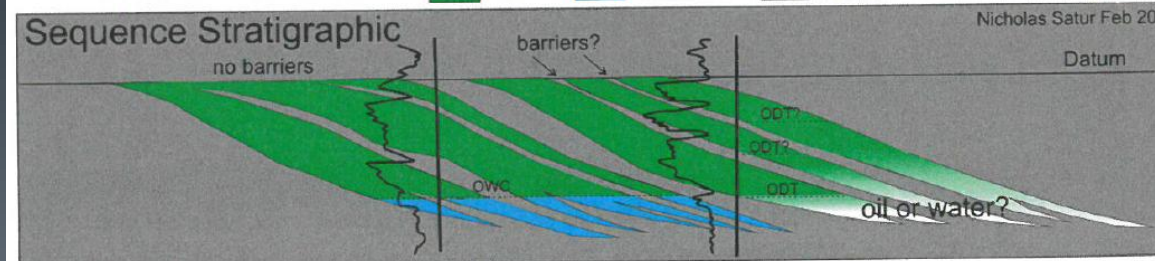




Zapažanja u 2 bušotine i razlike u litostratigrafskoj i kronostratigrafskoj korelaciji



Oil Water Shale

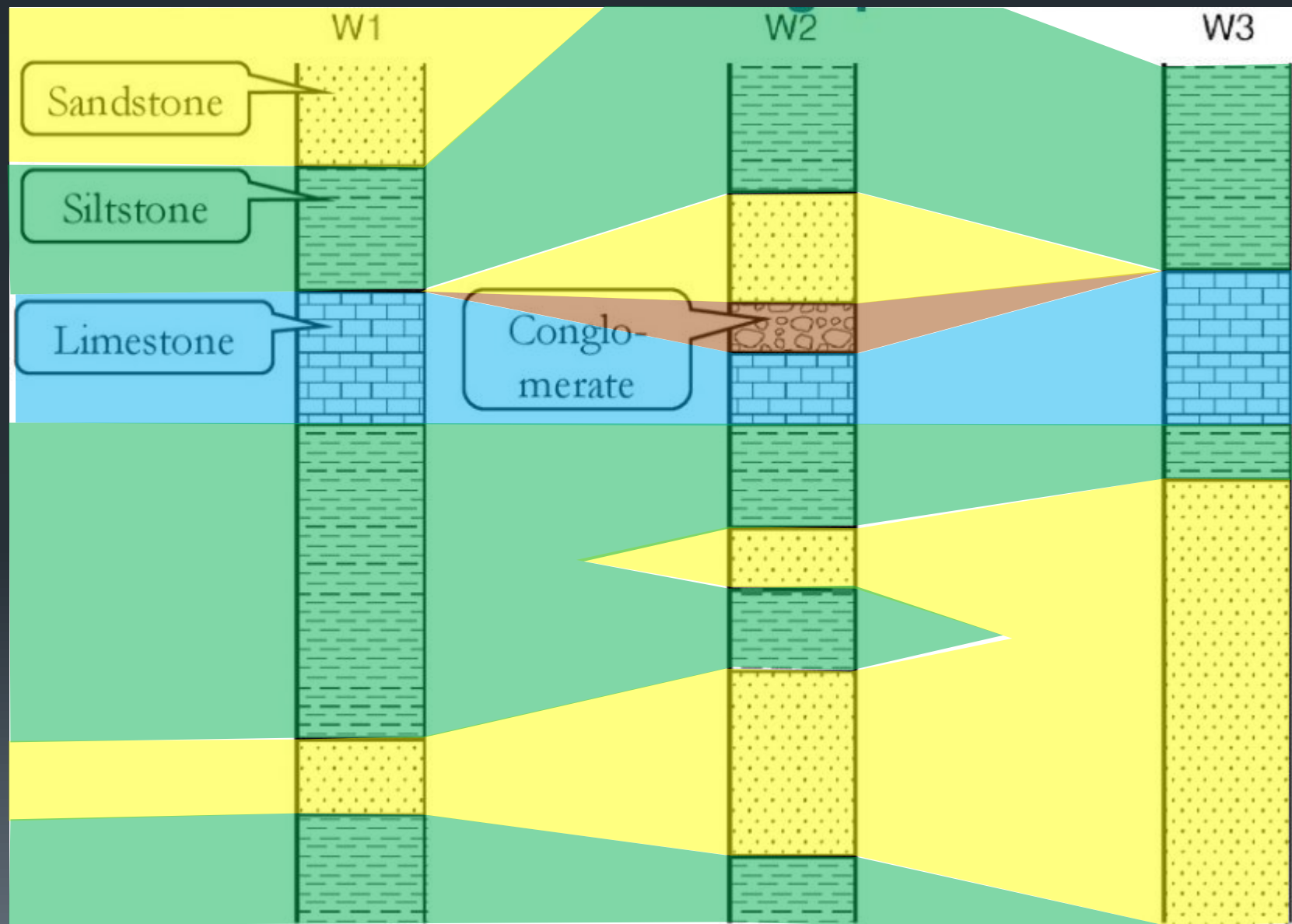


Distribucija rezervoarnih stijena i fluida između bušotina.

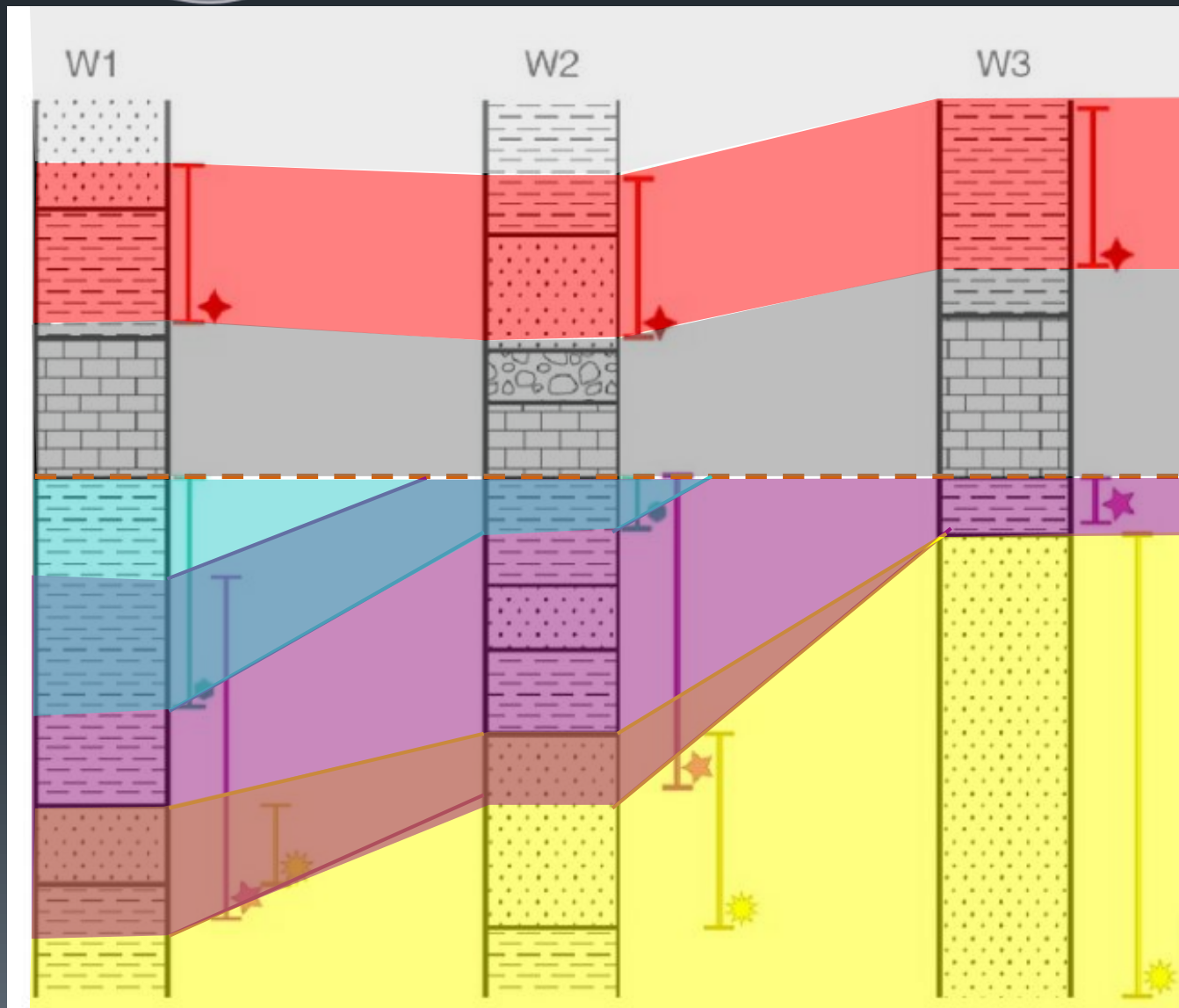
Litostratigrafskom korelacijom se pretpostavlja da je voda izolirana u najdonjem pješčenjaku u obje bušotine, na istoj dubini.

Kronostratigrafskom korelacijom dolazi do izražaja mogućnost postojanja nekoliko nepropusnih slojeva i da kontakt vode i nafte može biti na različitim dubinama.

Kako biste korelirali  
ove bušotine?



Kako biste korelirali iste  
bušotine ako imamo  
biostratigrafske podatke?



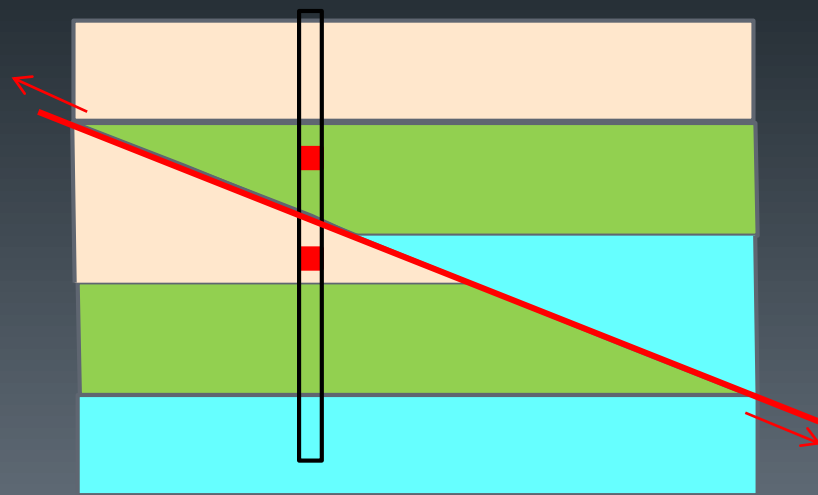


# Vježba

Interval 1176–1170 m MD, silit i lapor		Interval 1502–1508 m MD, lapor	
<i>Pseudohasterigerina micra</i>	P10-P16/17	<i>Catapsydrax dissimilis</i>	P15-P22
<i>Morozovella spinulosa</i>	P8-P14	<i>Globoturborotalita ciperoensis</i>	P21-P22
<i>Subbotina gortanii</i>	P15-P22	<i>Globigerina praebulloides</i>	P21-P22
<i>Globigerinatheka index</i>	P11-P16/17	<i>Globorotaloides suteri</i>	P18-P22
<i>Turborotalia cerroazulensis</i>	P13-P16/17	<i>Paragloborotalia nana</i>	P18-P22
<i>Subbotina angiporoides</i>	P16/17, P20-P21a	<i>Globigerina officinalis</i>	P13-P22
<i>Subbotina linaperta</i>	P13-P16/17	<i>Paragloborotalia opima opima</i>	P21
<i>Globigerinatheka barri</i>	P11-P15	„ <i>Globigerina</i> “ <i>sellii</i>	P17-P22
<i>Globigerina tripartita</i>	P18-P22		
<i>Turborotalia increbescens</i>	P14-P16/17		

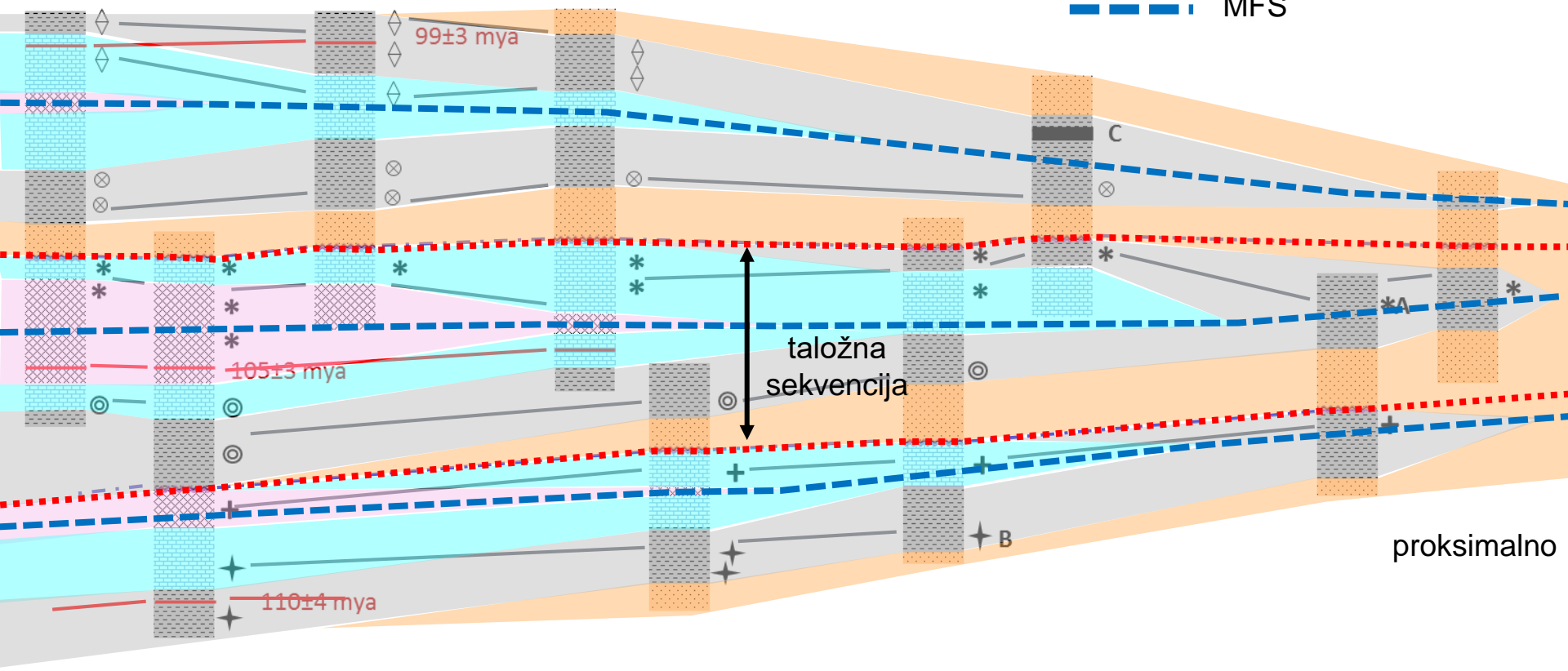
Nalazimo mlađe naslage na većoj dubini! → naslage su poremećene

Mogući uzrok: reversni rasjed



Starost fosila A = 103-104 mya  
 Starost fosila B = ~110 mya  
 Starost sloja C = ~100 mya

- biostratigrafska korelacija
- markeri
- - - paleotla i erozijske granice
- sekvencijska granica
- MFS



distalno

proksimalno

- obalni pješčenjak
- odobalni šejl
- vapnenac
- kreda

- 110±4 mya Radiometrijski određena starost
- Bentonit (vulkanski pepeo)
- ~ Paleotlo ili erozijska granica
- + ✦ ⊙ \* ⊗ ◇ 6 vrsta fosila