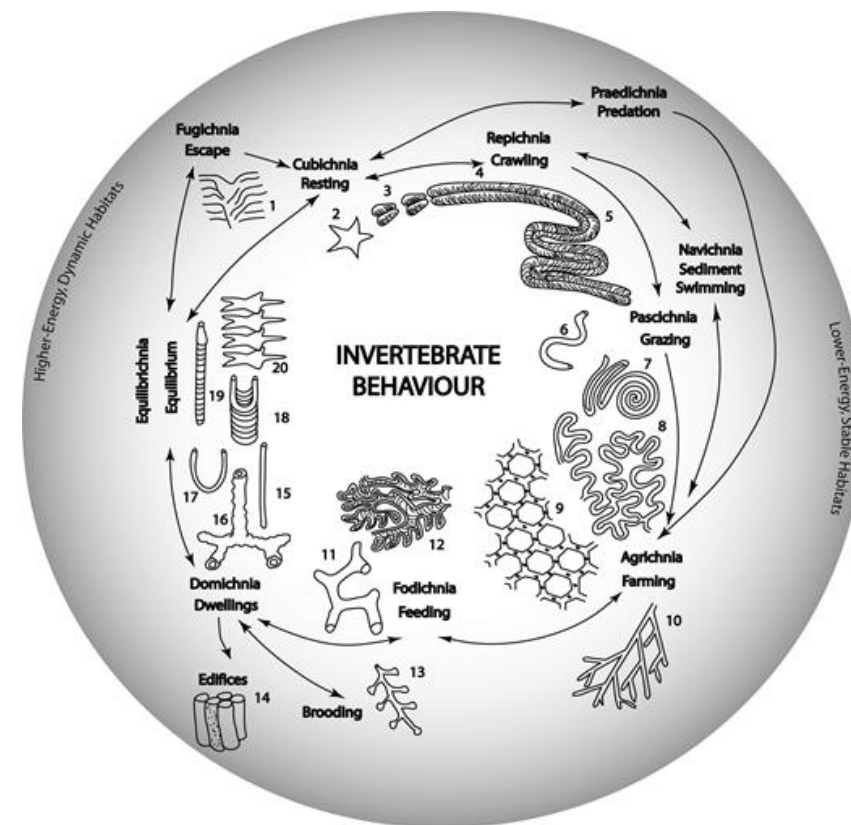


IHNOFOSILI i IHNOFACIJEŠI

OPĆA PALEONTOLOGIJA



doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

* dio materijala iz prezentacije dr. sc. Gorana Mikše (INA d.d., ihnolog)

karmen.fio@geol.pmf.unizg.hr



Foto: Šimun Aščić

Ihnofosili

- Tragovi životnih aktivnosti različitih organizama (prokariota i eukariota) → produkti interakcije organizama i podloge u određenom dijelu okoliša, trodimenzionalni oblici (Hasiotis & Roberts, 2005), koji se sačuvavaju *in situ* (na mjestu nastanka)



- Različiti **oblici ponašanja**: hranjenje, kretanje, odmaranje, stanovanje, paša, bježanje, kombinacije, koji se pojavljuju u različitim dimenzijama
- Probavni ostaci, koproliti, jaja*

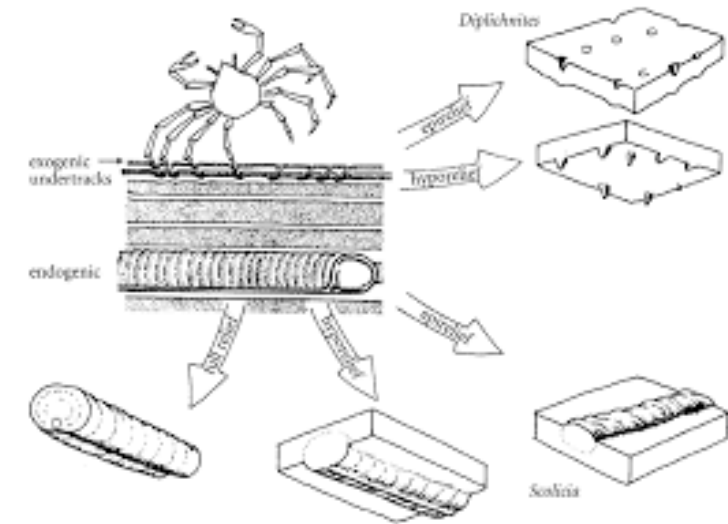
Ihnofosili

- **Podloga** uključuje različite tipove sedimenata i stijena (čak i one koje primarno ne sadrže fosile), ali i skelete drugih organizama
 - tip podloge uvjetuje i mogućnost očuvanja
- **Autohtonost** ihnofosila!
- **Ihnologija** – znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem aktivnosti živih bića i njihovih tragova
 - u počecima svi tragovi zvani „fukoidi“
 - otac moderne ihnologije Adolf Seilacher (1925. – 2014.)



Ihnofosili

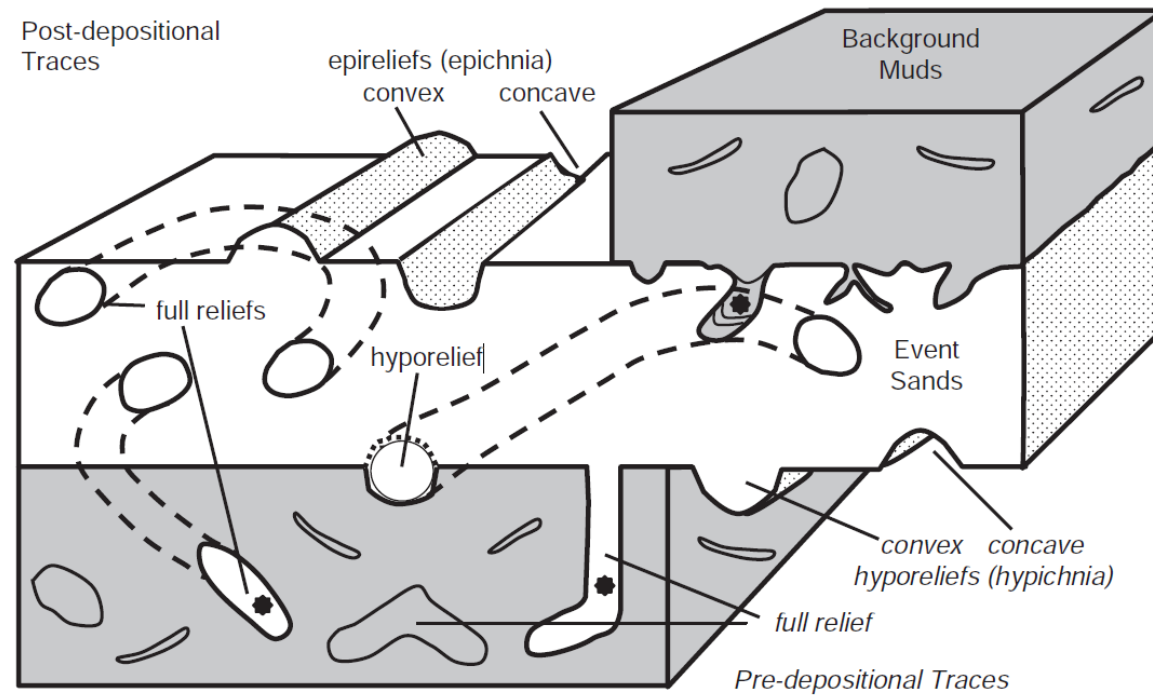
- Na raspodjelu i ponašanje bentičkih organizama utječu različiti čimbenici: vrsta podloge (naslaga), brzina sedimentacije, salinitet, temperatura, energija vode, količina kisika, svjetlosti... **zavisnost o okolišu** u kojem se organizmi nalaze
- Ne očuvaju se uvijek neposredni tragovi/ostaci samih organizama – upitno o kojim se organizmima radi
- Česti su u fosilnim okolišima gdje je očuvanje klasičnih fosila otežano (npr. siliciklastiti, priobalni okoliši)
- Nisu osjetljivi na dijagenetske promjene → dijagenetske promjene većinu tragova čine **vidljivima!**
- Isti organizmi mogu proizvesti različite oblike tragova
- Različiti organizmi mogu proizvesti istovjetne tragove



Klasifikacija tragova fosila

Prema načinu očuvanja

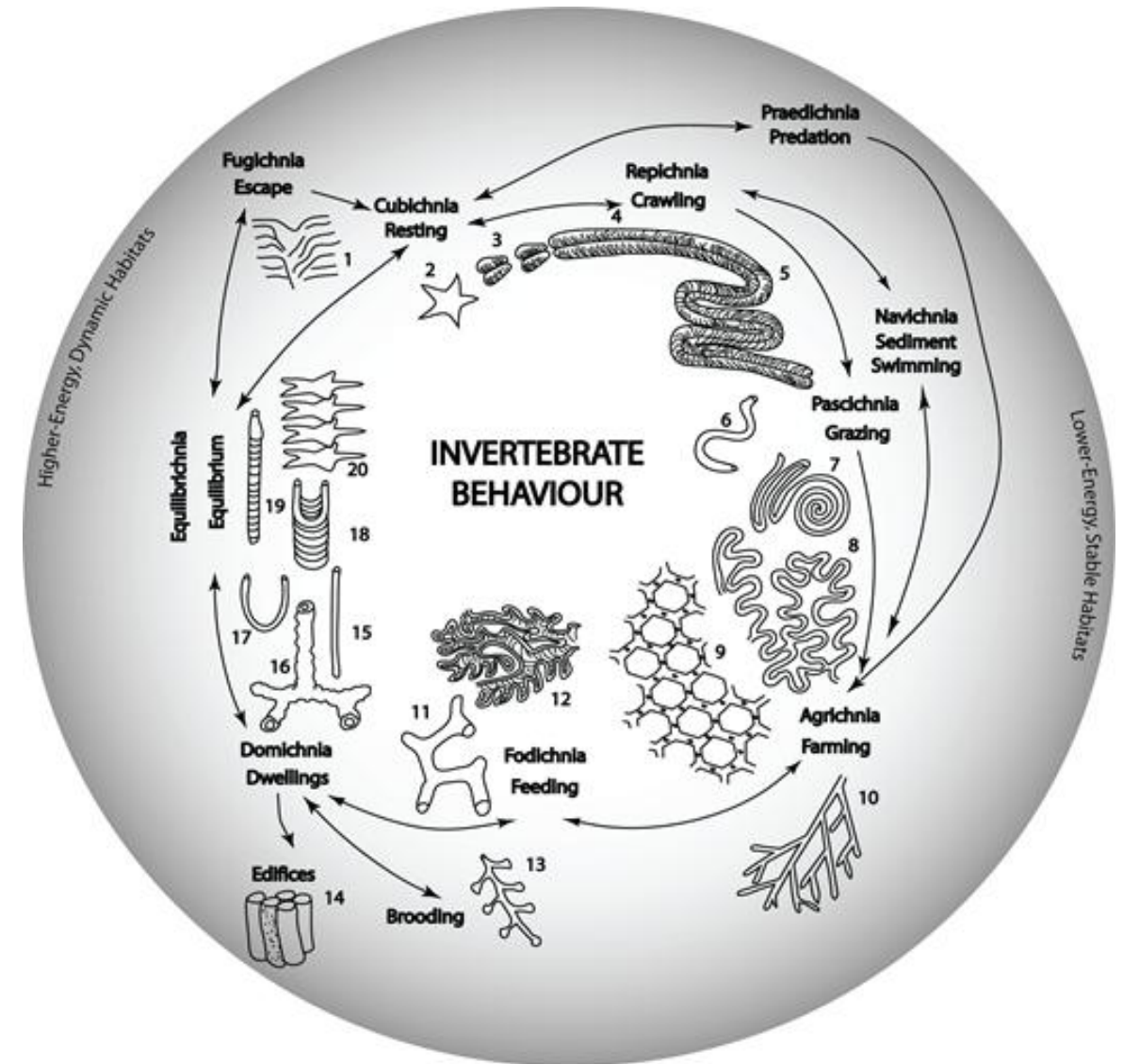
- puni reljef
- semireljef
- epireljef
- hiporeljef



Klasifikacija tragova fosila

Etološka klasifikacija

- repichnia = tragovi kretanja
- pascichnia = tragovi ispaše
- agrichnia = tragovi „vrtlarenja“
- fodichnia = tragovi hranjenja, horizontalni
- domichnia = tragovi stanovanja, vertikalni
- fugichnia = tragovi bježanja
- cubichnia = tragovi odmaranja



Klasifikacija tragova fosila

Linné-ova klasifikacija (ICZN, 1924) → navodi se proizvođač tragova – npr. *Ophiomorpha* – organizam (eng. *tracemaker*) ili biološki takson, što nije preporučljivo u paleoiknologiji jer u biologiji vrsta označava skup međusobno genetski sličnih jedinki, a **ihnovrsta u ihnologiji skup međusobno sličnih načina ponašanja sličnih ili različitih organizama** koja su rezultirala sličnim ihnostrukturama

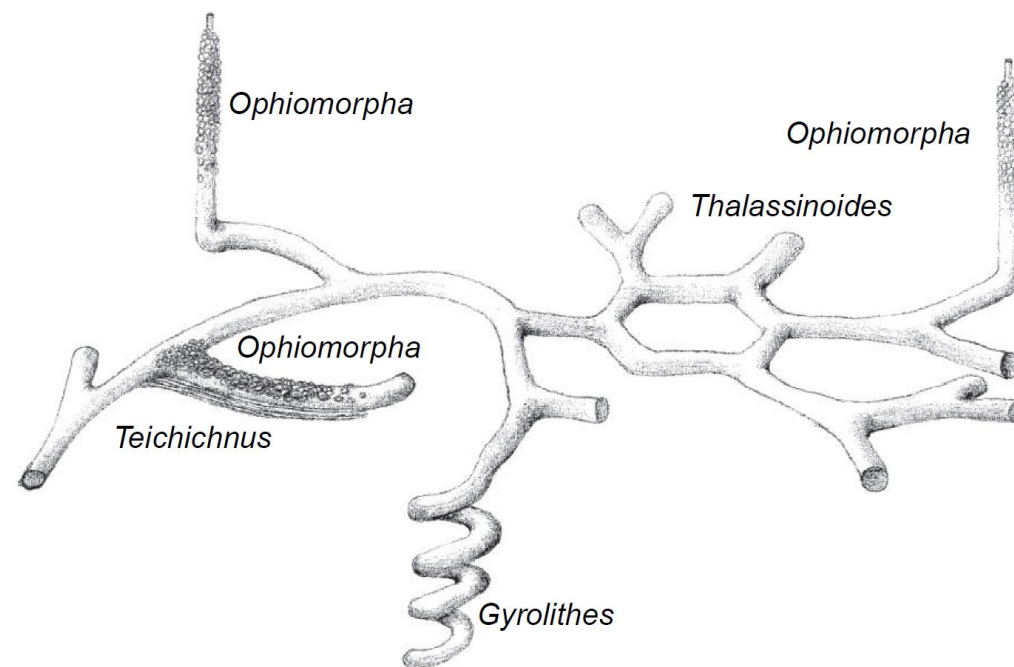
* Ista biološka vrsta može proizvesti različite vrste tragova!!

Ichnotaxa = Ichnogenus + ichnospecies, Autor, godina

npr. *Ophiomorpha* LUNDGREN 1891

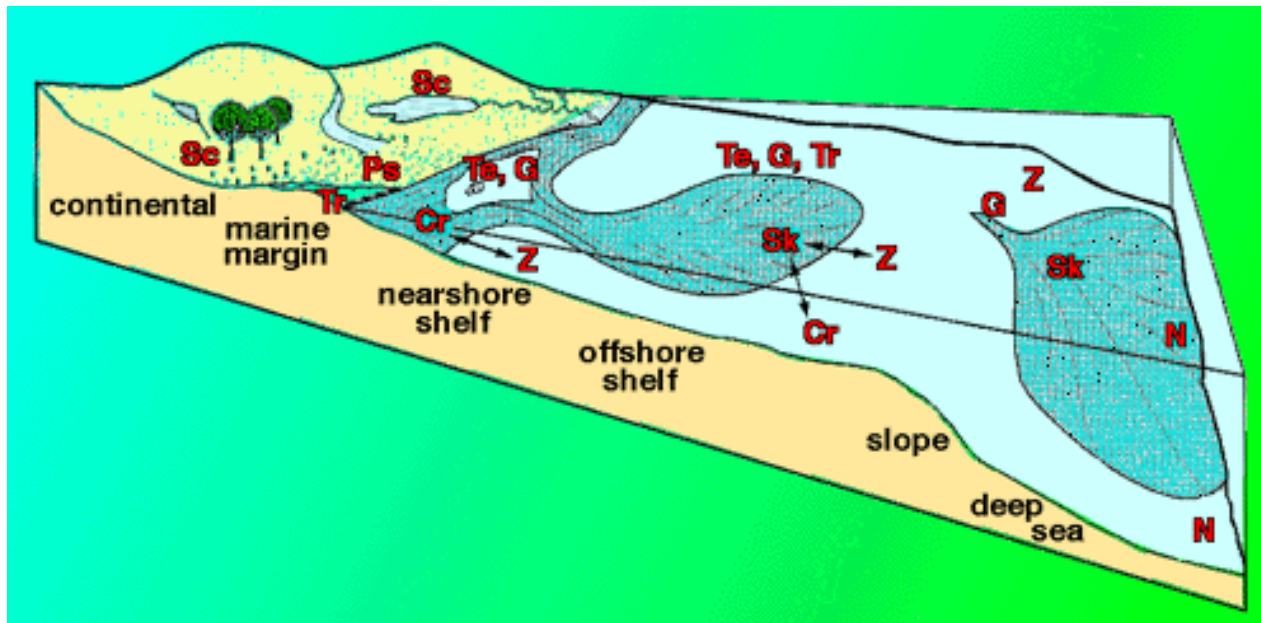
Ophiomorpha rudis (KSIĄŻKIEWICZ, 1977)

Ophiomorpha isp.



Facijes

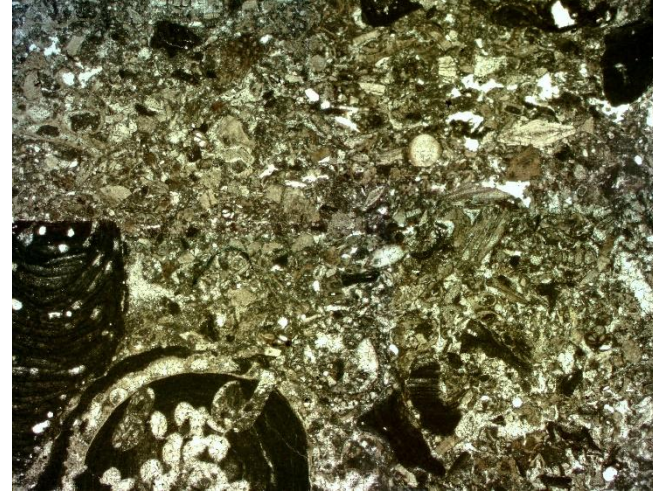
- Skup paleontoloških (fosilna zajednica) i sedimentoloških (mineralni sastav, struktura i teksture) osobina neke stijene → uvjeti nastanka
- **Ihnofacijes** → obilježja stijena s određenim tragovima životnih aktivnosti organizama (ihnofosilima)
 - Većina ihnofosila vezana uz određene facijese, nazivi prema karakterističnim ihnofosilima → **klasifikacija prema pripadnosti ihnofacijesima**



Osnovni tipovi ihnofacijesa u kontinentskim i marinskim dijelovima okoliša: Cr - *Cruziana*; G - *Glossifungites*; N - *Nereites*; Ps - *Pylonichnus*; Sc - *Scoyenia*; Sk - *Skolithos*; Te - *Teredolites*; Tr - *Tripanites*; Z - *Zoophycos* (prema Benton & Harper, 1997; <http://www.es.ucl.ac.uk/tf/ichno.htm>)

Facijes – može biti i...

- **Mikrofacijes** → mikroskopske karakteristike stijena: veličina, vrsta i način slaganja čestica, vezivo
 - Prema tipu i veličini čestica, vrsti veziva, fosilnim ostacima... može se odrediti kojoj sredini i energiji okoliša pripadaju



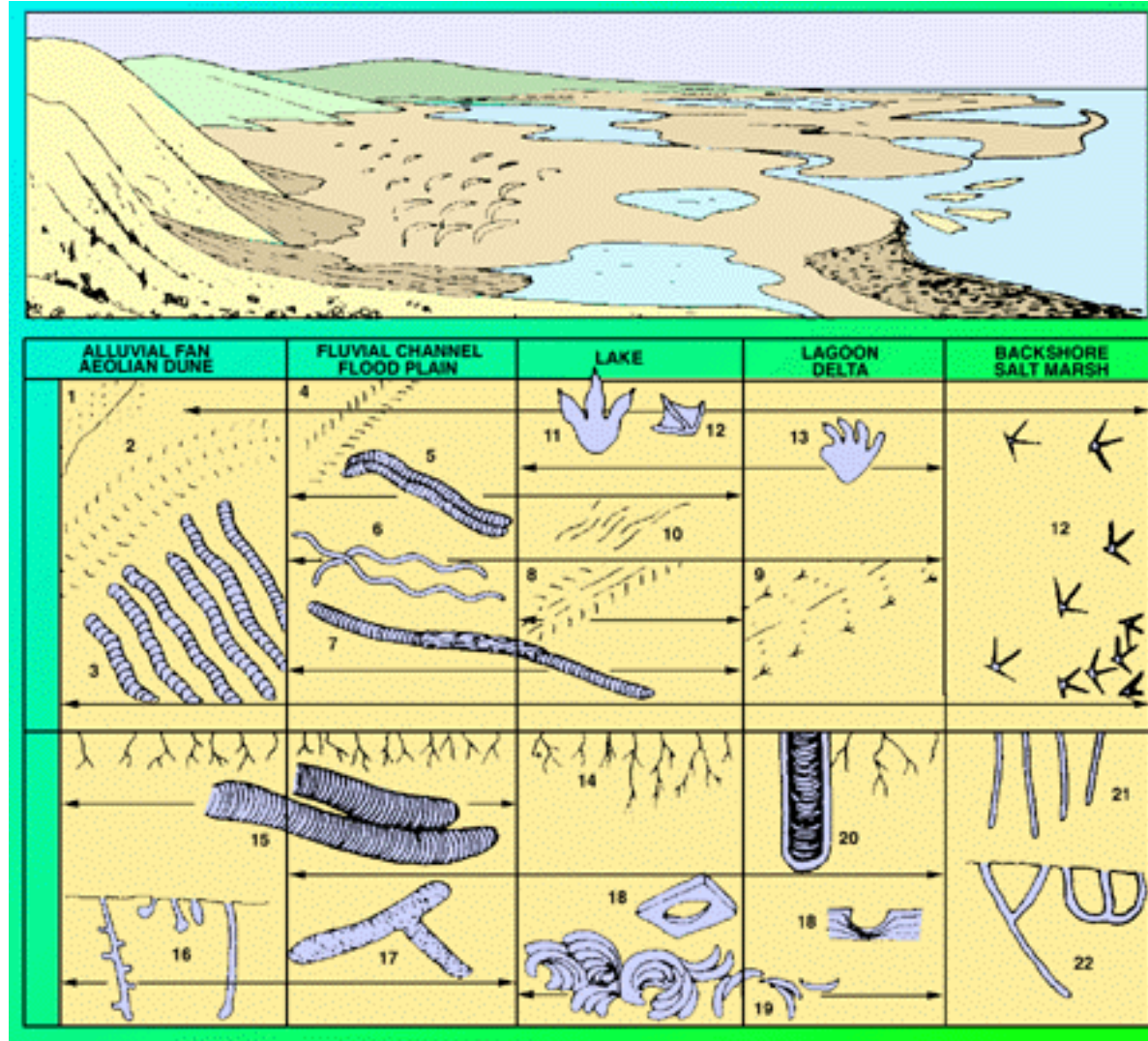
bioklastični pekston-grejnston (Martinuš et al., 2012)

- **Tafofacijes** → rekonstrukcija stvarnih uvjeta u vrijeme nastanka pojedinih naslaga.
 - Opisuje se sadržaj i sačuvanost fosila (**vitalni** i **letalni** facijesi) u pojedinom slijedu sedimentnih naslaga koje se opisuju kao neporemećene (**pantostatni**), poremećene (**liptostatni**) ili primarno neuslojene (grebenske; **astratni**)

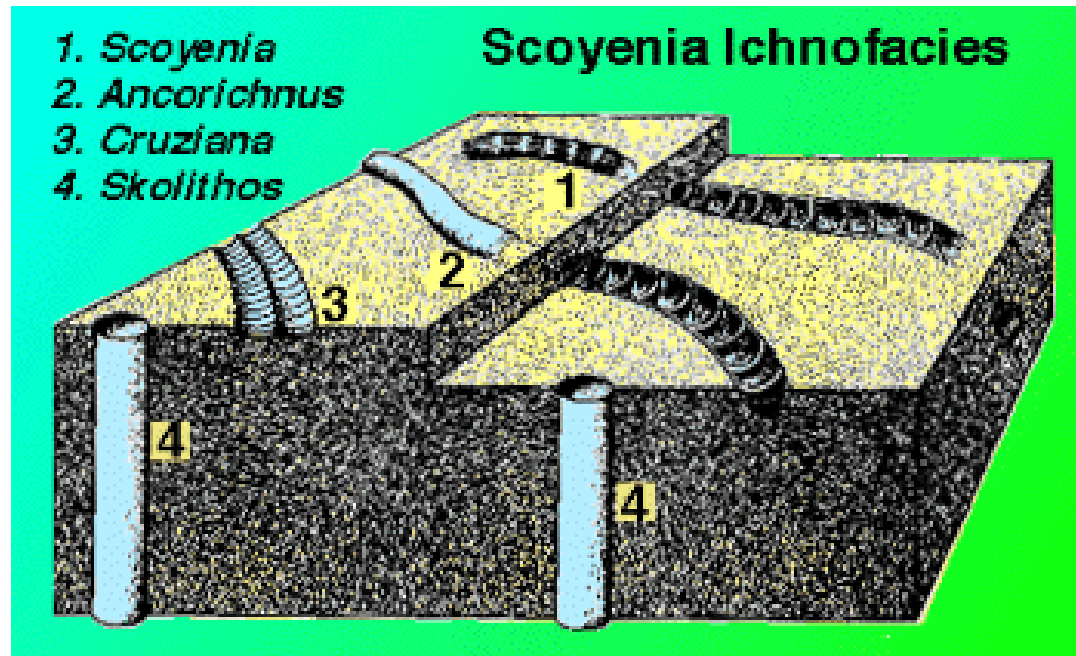


Vitalno-liptostatni tafofacijes

Kontinentski ihnofacijesi

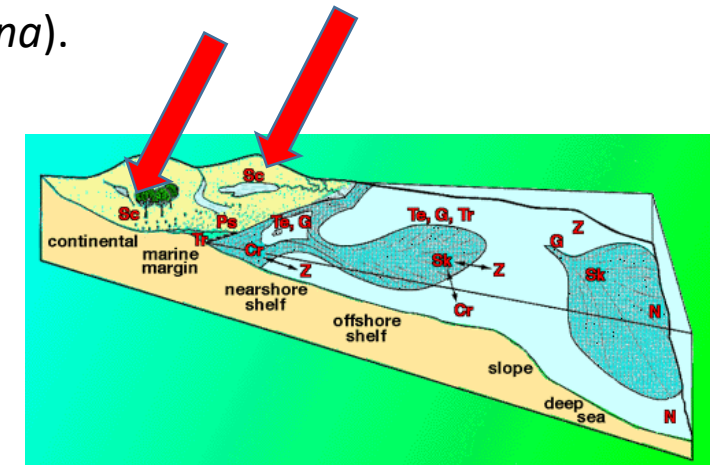


Scoyenia ihnofacijes



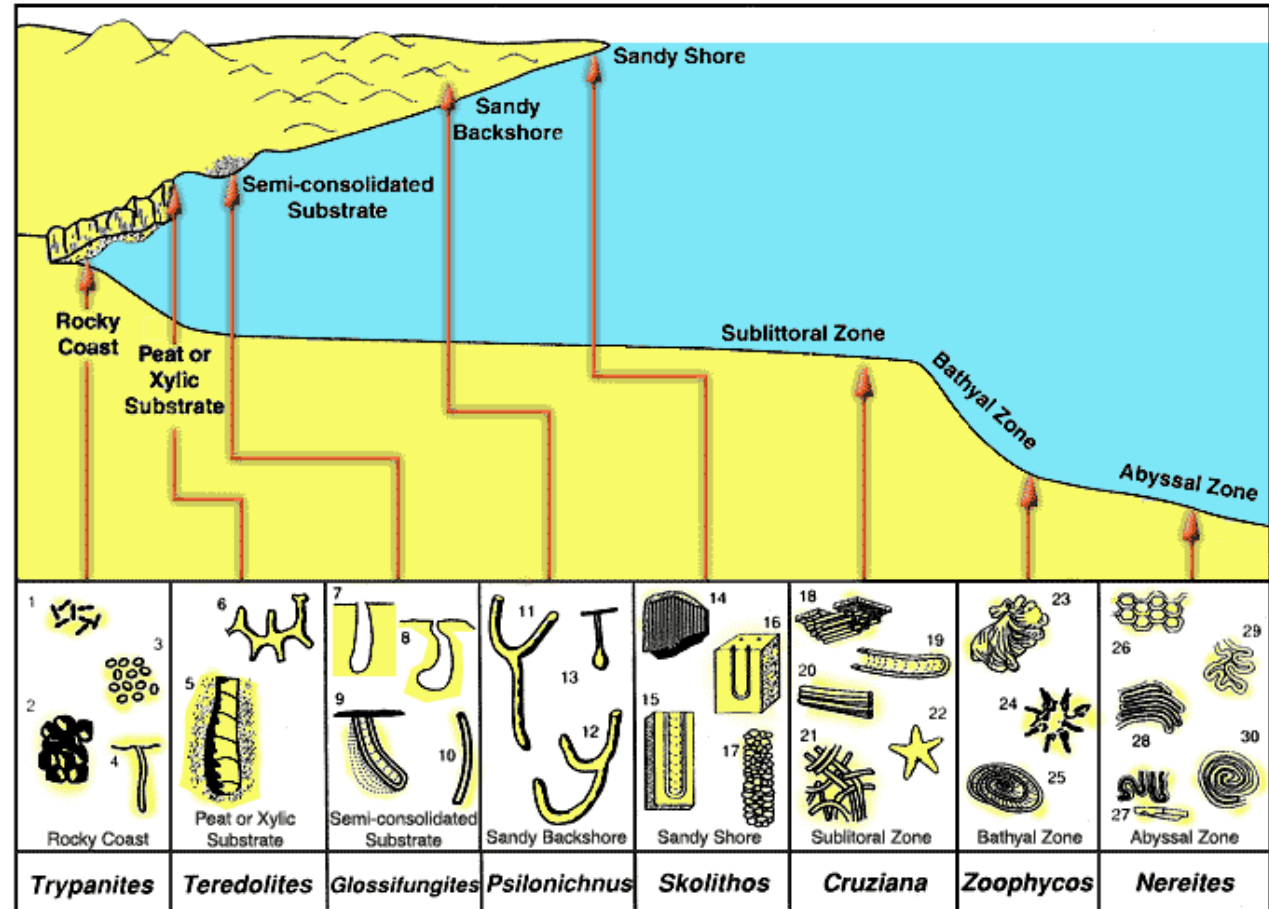
Benton & Harper (1997)

- tragovi u riječnim i jezerskim naslagama, najčešće u pijescima i siltovima
- česta pojava paleotala i eolskih pijesaka s mogućim vertikalnim bušotinama i tragovima kukaca i rakova te tragovima kretanja vodozemaca i gmazova
- mala raznolikost tragova, uglavnom jednostavni oblici: horizontalni – **fodichnia** (npr. *Scoyenia*), rjeđe vertikalni – **domichnia** (npr. *Skolithos*) te tragovi kretanja (kukaca i slatkovodnih rakova) – **repichnia** (npr. *Cruziana*).



Morski ihnofacijesi

- npr. Trypanites ihnofacijes,
- Cruziana ihnofacijes, itd.

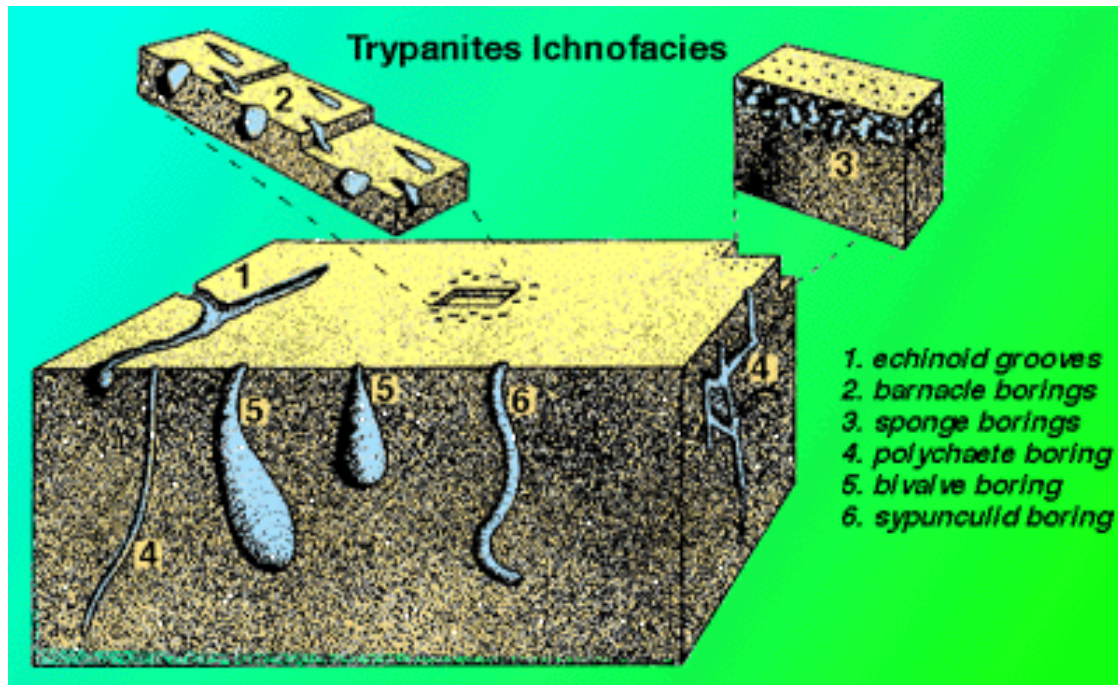


after Seilacher image from <http://research.eas.ualberta.ca/ichnology/>

Distribution of Common Marine Ichnofacies

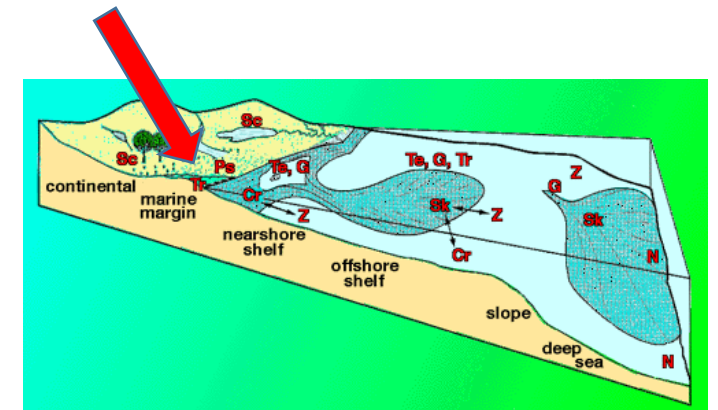
Typical trace fossils include: 1) *Caulostrepsis*; 2) *Entobia*; 3) echinoid borings; 4) *Trypanites*; 5) *Teredolites*; 6) *Thalassinoides*; 7, 8) *Gastrochaenolites* or related genera; 9) *Diplocraterion* (*Glossifungites*); 10) *Skolithos*; 11,12) *Psilonichnus*; 13) *Macanopsis*; 14) *Skolithos*; 15) *Diplocraterion*; 16) *Arenicolites*; 17) *Ophiomorpha*; 18) *Phycodes*; 19) *Rhizocorallium*; 20) *Teichichnus*; 21) *Planolites*; 22) *Asteriacites*; 23) *Zoophycos*; 24) *Lorenzinia*; 25) *Zoophycos*; 26) *Paleodictyon*; 27) *Taphrhelminthopsis*; 28) *Helminthoidea*; 29) *Cosmorhaphe*; 30) *Spirorhaphe*.

Trypanites ihnofacijes

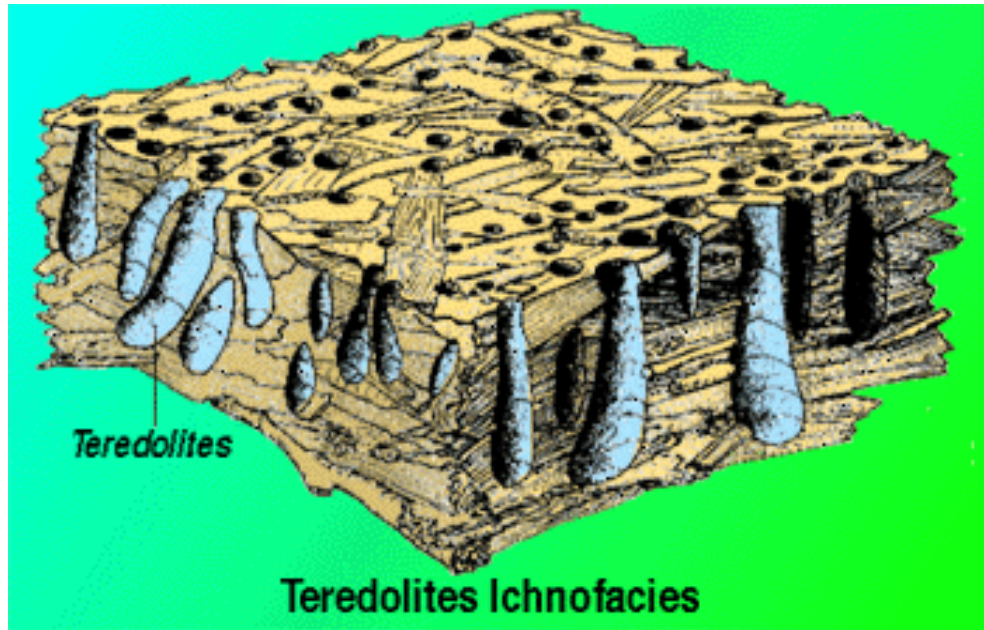


Benton & Harper (1997)

- na stjenovitim obalnim i priobalnim područjima
- **ubušavanje** različitih organizama – crvolikih (*Trypanites*), školjaka, spužava; puževa i bodljikaša

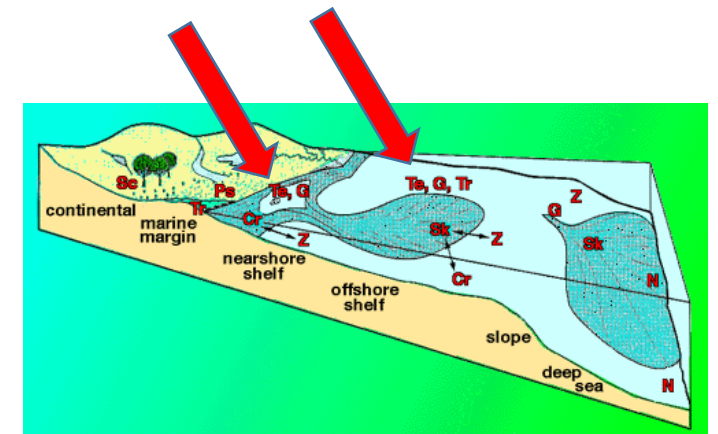


Teredolites ihnofacijes

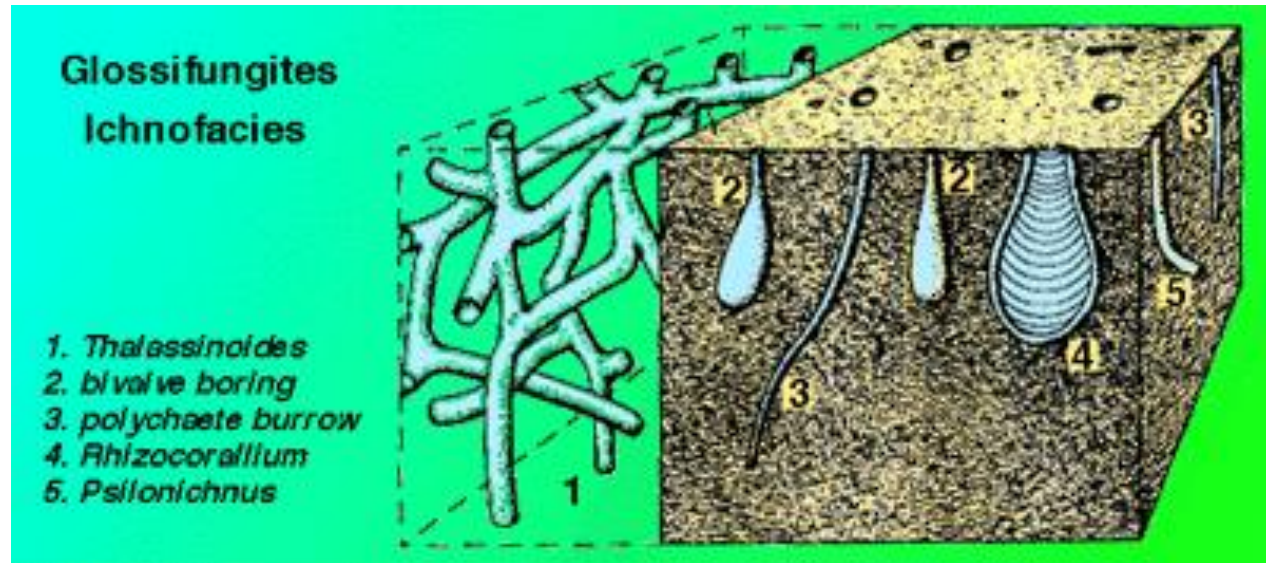


Benton & Harper (1997)

- ubušavanje u drvenu podlogu
- najčešće školjkaši

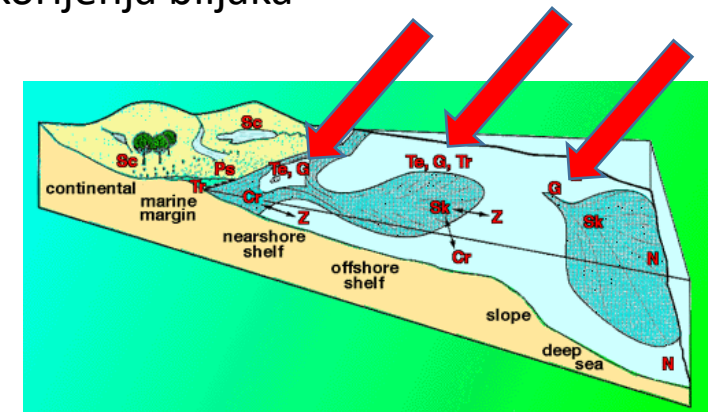


Glossifungites ihnofacijes

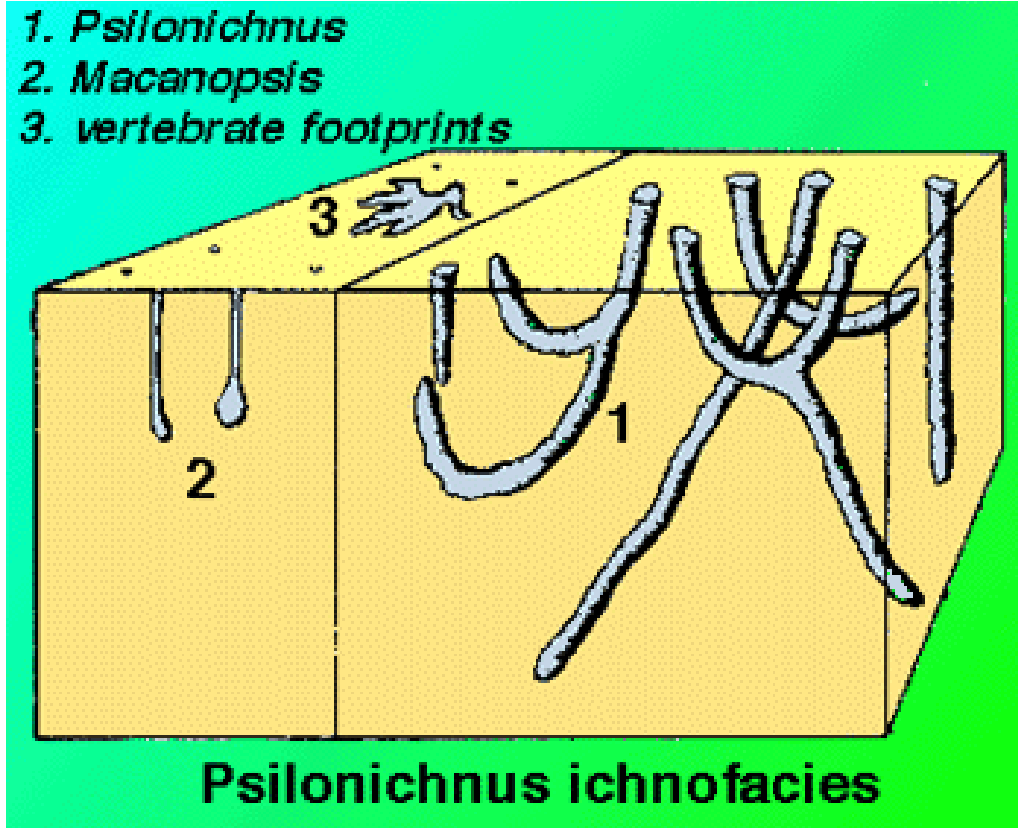


Benton & Harper (1997)

- u čvrstim, ali ne posve litificiranim naslagama, npr. muljevima i siltovima u intertajdalnom i plitkom subtajdalnom području
- uglavnom tragovi stanovanja – *domichnia* (npr. *Glossifungites*, *Thalassinoides*)
- ponekad prisutni oblici vezani uz probijanje korijenja biljaka

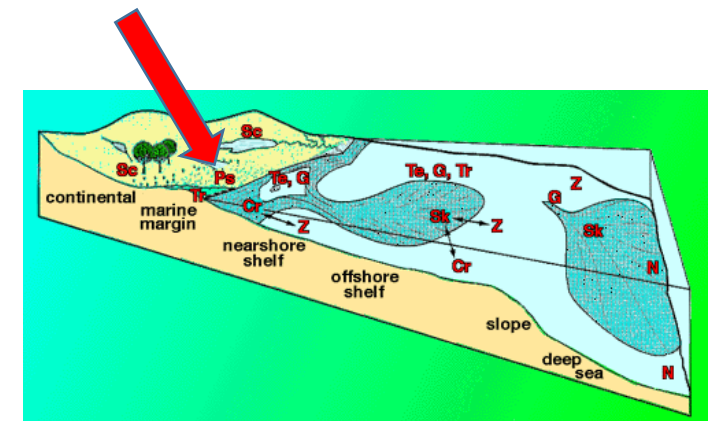


Psilonichnus ihnofacijes

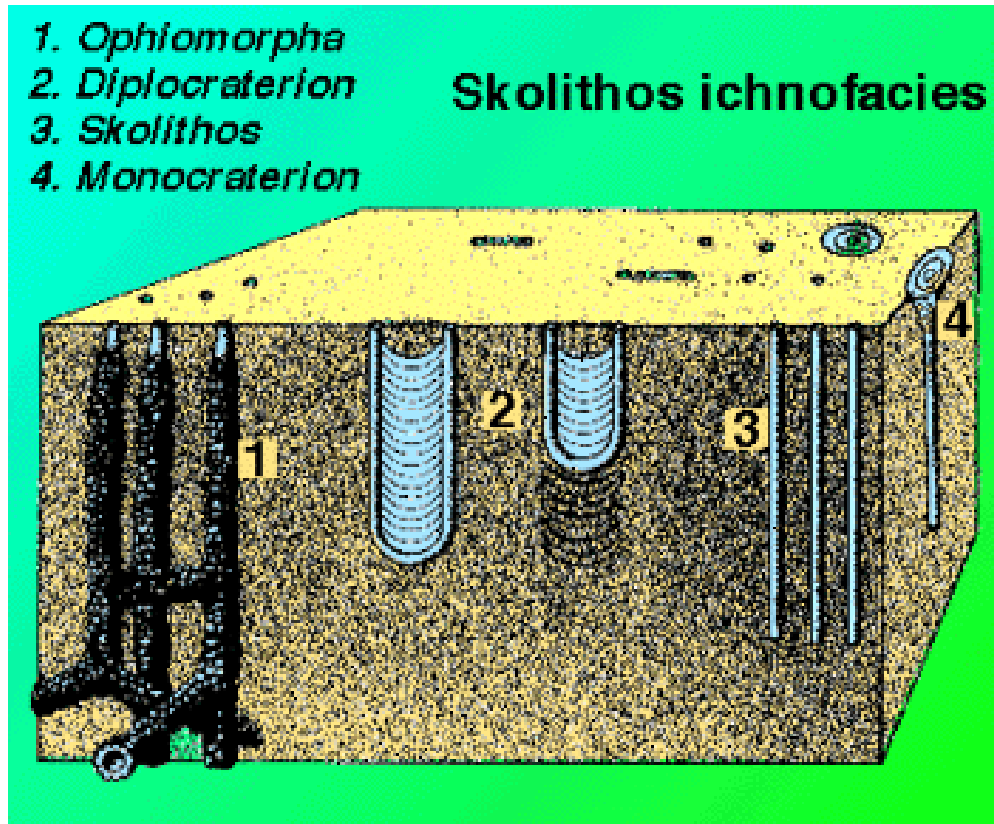


Benton & Harper (1997)

- područje poplavnih ravnica, obalno područje
- mala raznolikost, uglavnom **vertikalne bušotine**, ponekad s komoricama za stanovanje (npr. *Macanopsis*), blago nagnute bušotine T- i Y- oblika (npr. *Psilonichnus*)
- prisutni tragovi korijenja i **kretanja** različitih kralježnjaka

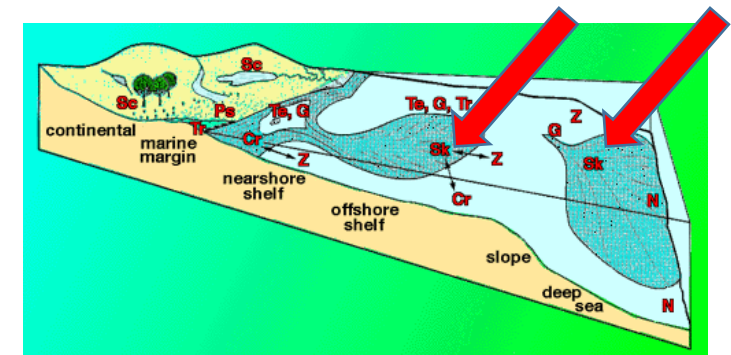


Skolithos ihnofacijes

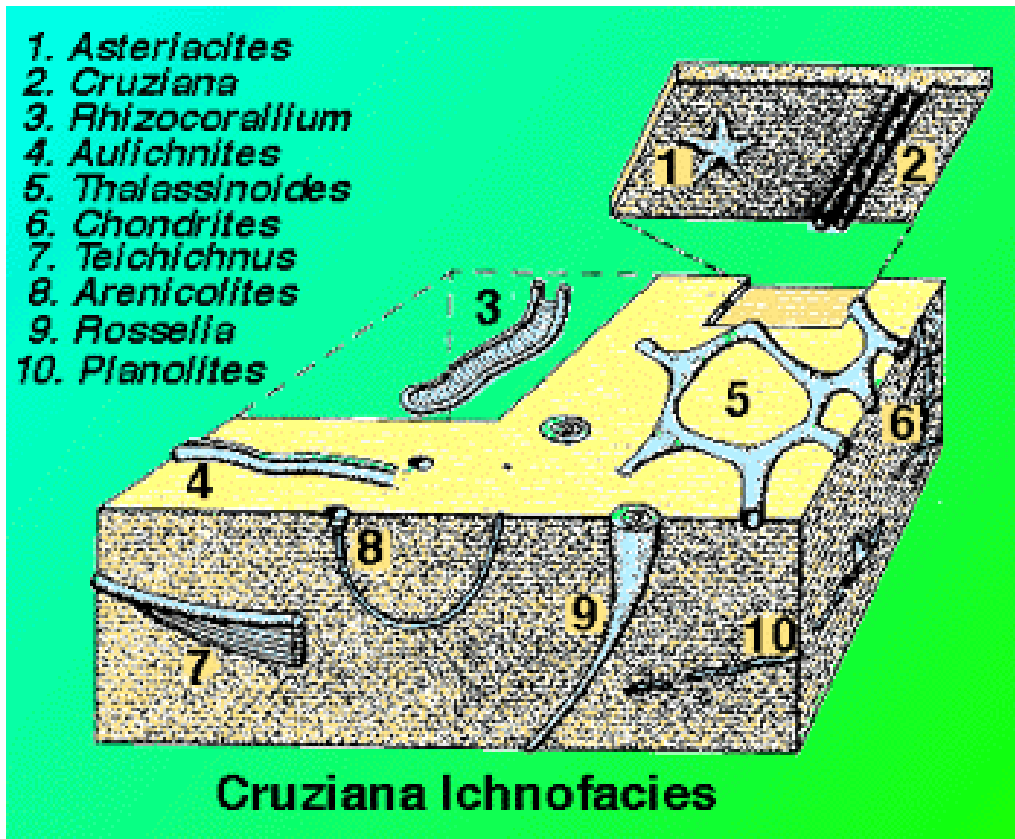


Benton & Harper (1997)

- tragovi tipični za područje intertajdala (ali i područja s mobilnim pjeskom) gdje su organizmi navikli na stresne uvjete
- mala raznolikost, ponajviše vertikalne bušotine - **domichnia** (npr. *Skolithos*, *Diplocraterion*), **fodichnia** (*Ophiomorpha*) i **fugichnia**

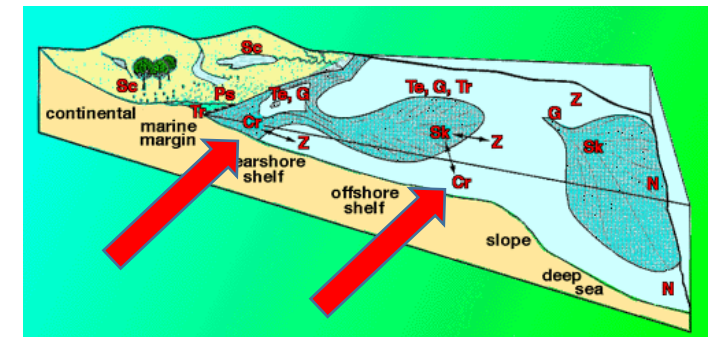


Cruziana ihnofacijes

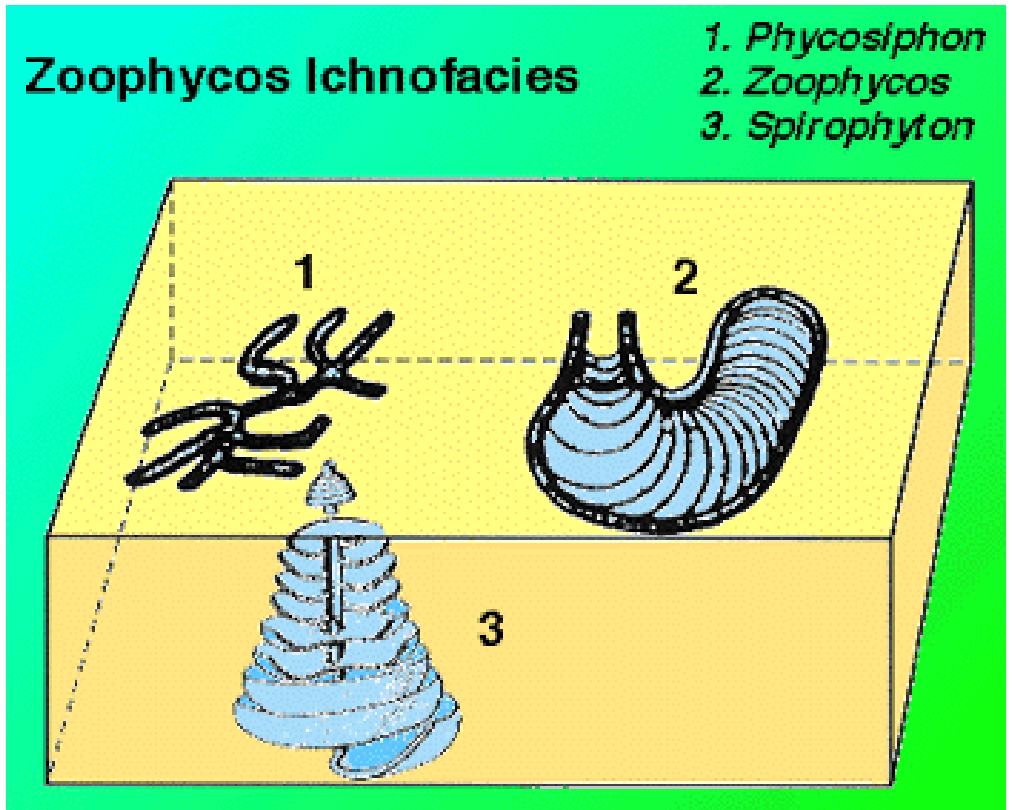


Benton & Harper (1997)

- područje kontinentanskog šelfa (srednji i udaljeniji dio), ispod valne baze, no s mogućim utjecajem oluja
- veća raznolikost tragova – horizontalni oblici: **repichnia** (npr. *Cruziana*, *Aulichnites*), **cubichnia** (npr. *Asteriacites*) i **vertikalne bušotine**

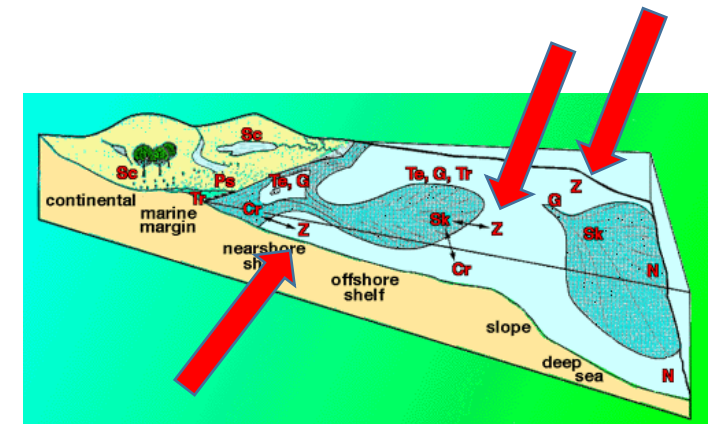


Zoophycos ihnofacijes

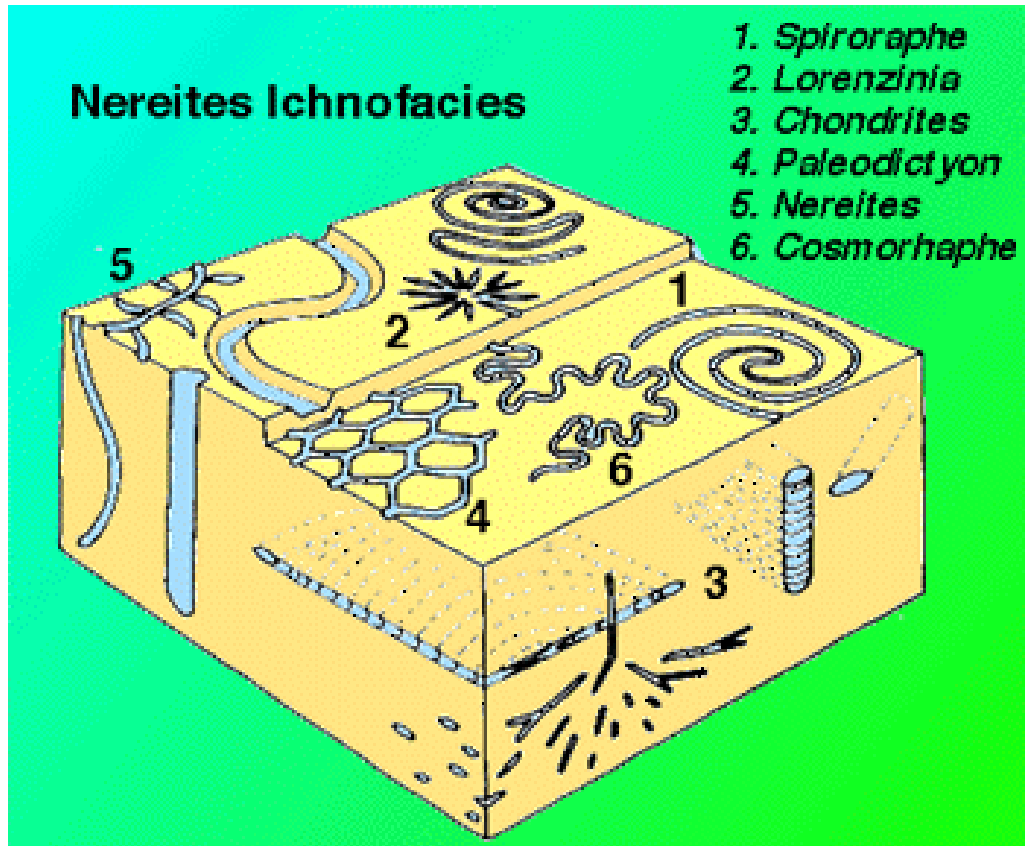


Benton & Harper (1997)

- na različitim dubinama u područjima od šelfa do abisala pri normalnim uvjetima sedimentacije, ali i prilikom pojave turbidita
- kompleksni tragovi tipa **fodichnia** (npr. *Zoophycos*, *Thalassinoides*)

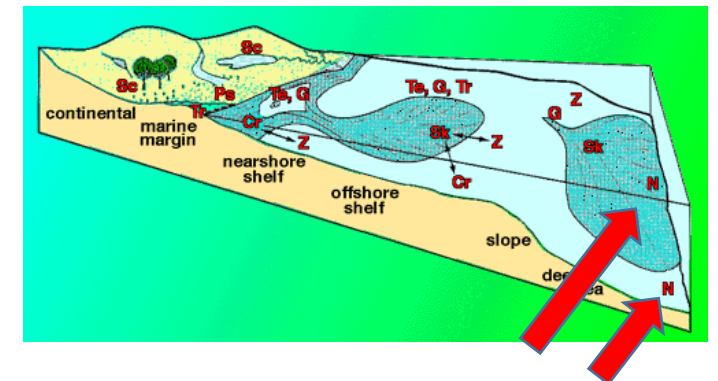


Nereites ihnofacijes



Benton & Harper (1997)

- dubokomorski dijelovi okoliša
- meandrirajući (npr. *Nereites*), spiralni (npr. *Spiroraphe*) i oblici „vrtlarinja” (npr. *Paleodictyon*)
- mali broj vertikalnih bušotina, ili ih nema
- podloga: uglavnom muljevi, ponekad u kombinaciji s pijescima (turbiditi)



Graphoglyptids

or highly organized 'agrichnia'



Helminthorhaphe



Acanthorhaphe



Glockeria



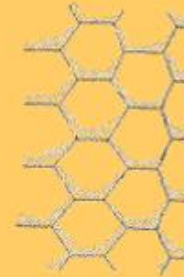
Protopaleodictyon



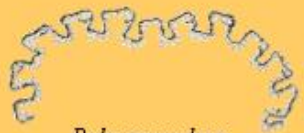
Urohelminthoidea



Cosmorhaphe



Paleodictyon
(*Glenodictyon*)



Paleomeandron



Dendrotichnium



Oscillorhaphe



Desmograpton



Lorenzina



Spirorhaphe



Paleodictyon
(*Squamodictyon*)



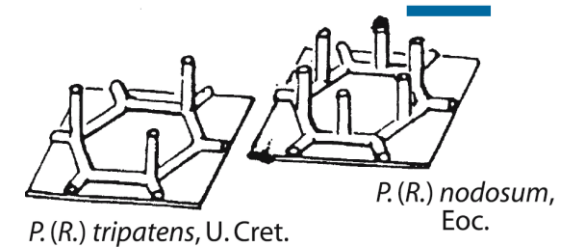
Belorhaphe

- najčešći tragovi u dubokomorskim naslagama od krede do danas
- predstavljaju složene trodimenzionalne geometrijski pravilne strukture kanalića, vertikalnim shaftom povezanih sa površinom dna
- pretpostavlja se da su većina njih samoventilirajuće strukture dosad nepoznatih organizama
- najvjerojatniji gg-organizam su bakterije
- očuvanje tragova objašnjeno procesom erozijske ekshumacije

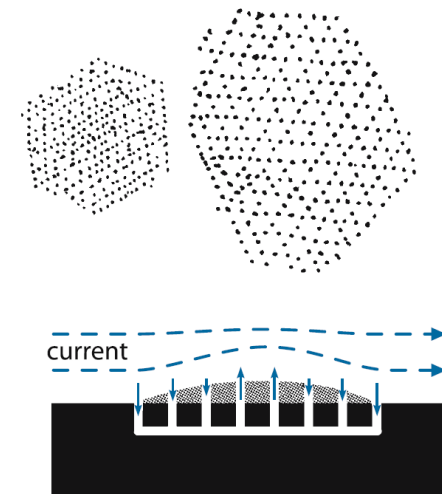
Grafogliptidi (*Paleodictyon*)



Paleodictyon, Promina naslage, eocen, Hrvatska

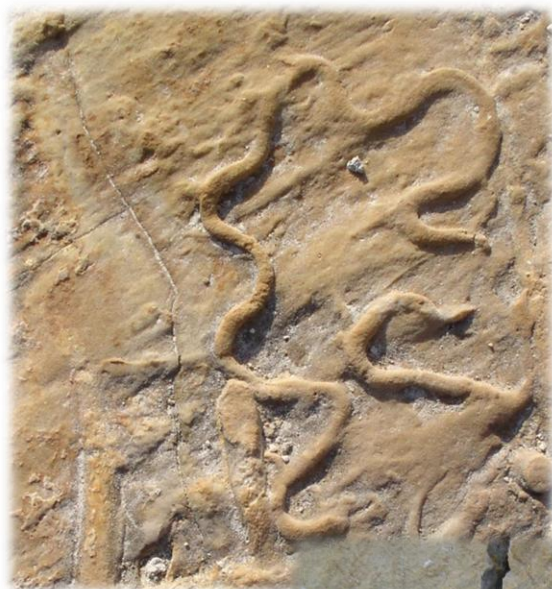


Paleodictyon, rekonstrukcija
prema Seilacher, 2007



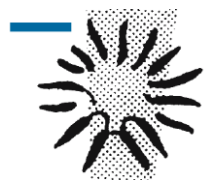
Mid-Atlantic,
3400 m deep
(remote photograph
by Peter Rona 1978)

Grafogliptidi iz Promina formacije sjeverne Dalmacije



Cosmorhaphe

Rekonstrukcije grafogliptida iz Seilacher, 2007. dane su za usporedbu i nemaju veze sa uzorcima s fotografija



Lorenzinia



Desmograpton

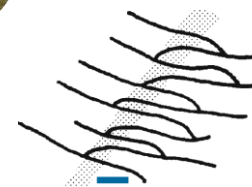


Grafogliptidi iz eocenskog fliša Istre

Rekonstrukcije grafogliptida iz Seilacher, 2007. dane su za usporedbu i nemaju veze sa uzorcima s fotografija



Spirorhaphe



Urohelminthoidea

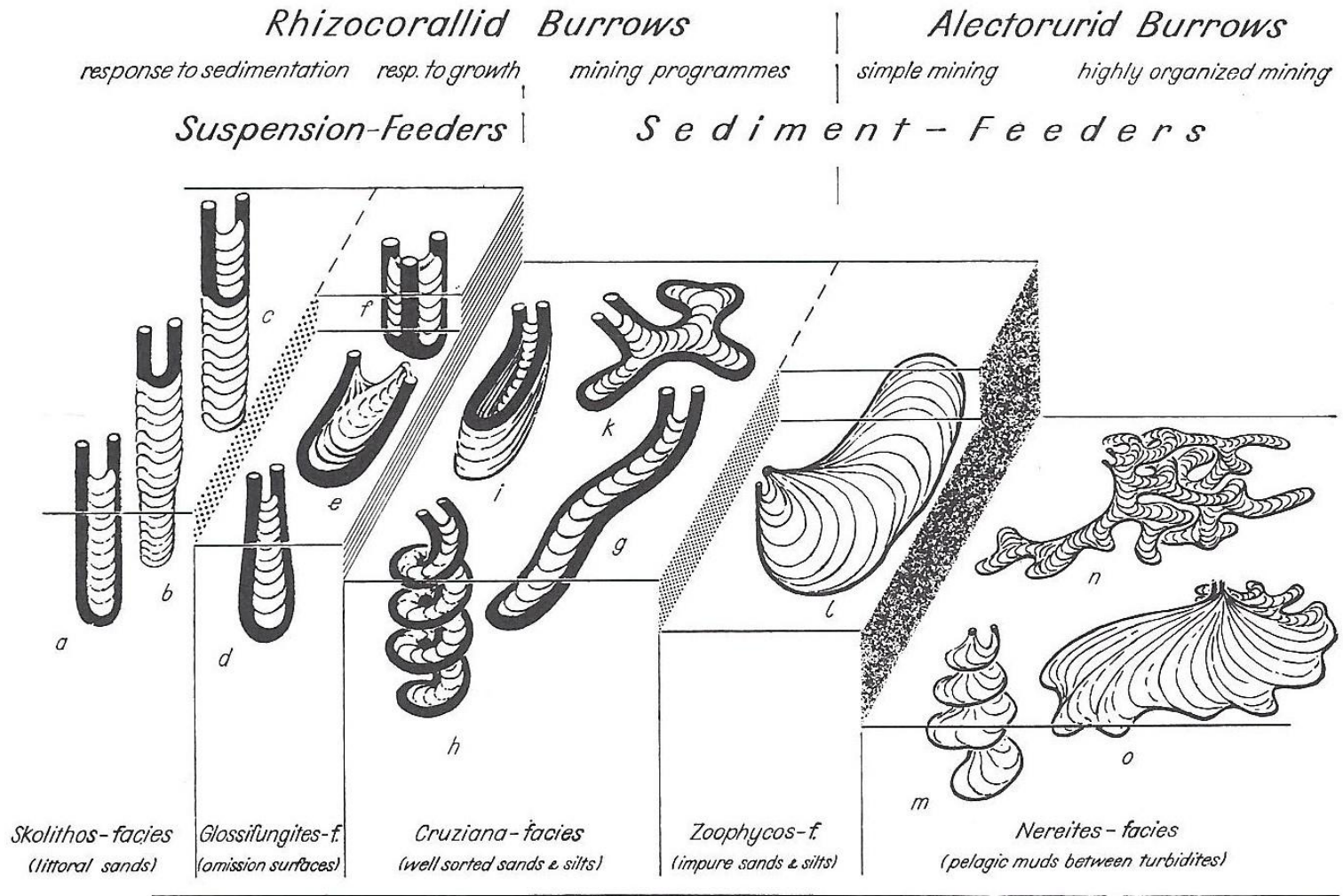
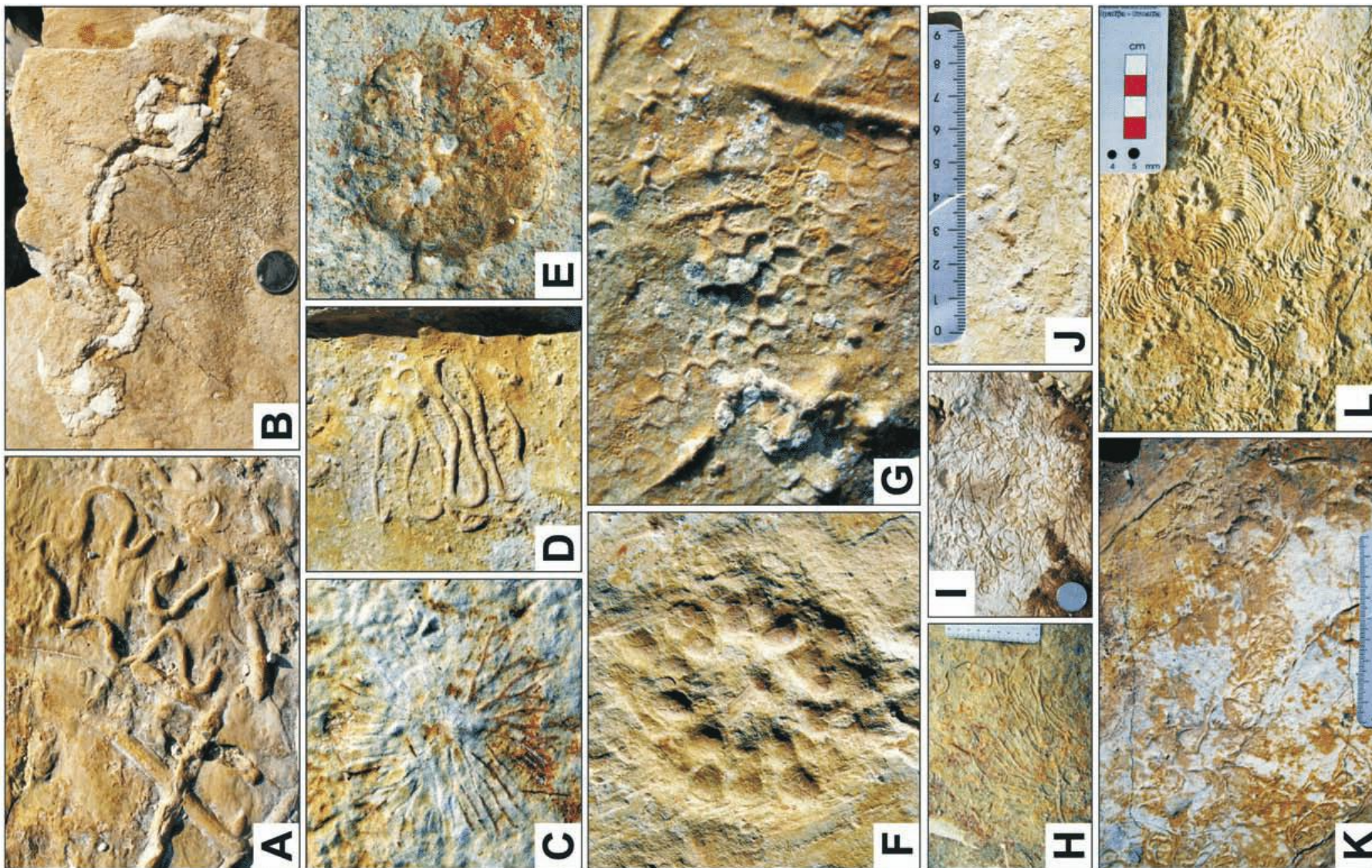


FIG. 4-32. Bathymetric zonation of trace fossils. Suspension feeders prevail in shallow waters and elaborate sediment feeders in deeper waters. (After Seilacher, 1967, *Marine Geology*, v. 5, Fig. 3.) By permission of Elsevier Pub. Co.

Odnosi ihnofacijesa i okoliša u kojima ih nalazimo

(prema Bromley, 1996)

Woodground	Rockground	Firmground		Loose- and softground		Sedimentology / environment			
		Marine	Freshwater	Freshwater	Marine	Energy	Bathymetry	Grainsize	
<i>Teredolites</i>	<i>Trypanites</i>	<i>Glossi- fungites</i>	-	-	<i>Psilonichnus</i>	-	Backshore	Sand	
				<i>Scoyenia</i>	<i>Rusophycos?</i>	<i>Skolithos</i>	High	Beach	Sand
				<i>Arenicolites?</i>	<i>Arenicolites</i>	Event	Shelf	Sand silt	
				<i>Fuersichnus?</i>	<i>Cruziana</i>	Medium	Lagoon / shelf	Sand, silt	
				<i>Mermia</i>	<i>Nereites</i>	Event	Slope to abyssal	Sand, mud	
				<i>Zoophycos</i>		Low		Mud	



IZ RADOVA:

Mrinjek et al., 2012. The Eocene-Oligocene Promina Beds of the Dinaric foreland basin in northern Dalmatia.

Seilacher & Mrinjek, 2011. Benkovac Stone (Eocene, Croatia): a deep-sea Plattenkalk?

Ihnofosili u facijesnim jedinicama Debelo Brdo i Benkovački kamen (prema Pencinger, 2012). (A) *Cosmorhapse lobata*, Debelo Brdo. (B) *Nereites missouriensis*, Debelo Brdo. Novčić od 2,2 cm kao mjerilo. (C) *Glockerichnus glockeri*, Lisicic kamenolom. (D) *Helminthorhapse japonica*, Debelo Brdo. (E) *Gyrophyllites* isp., Benkovački kamen. (F) *Atollites* isp., Lisicic kamenolom. (G) *Paleodictyon strozzii*, Debelo Brdo. (H) *Urohelminthoidea appendiculata*, Benkovački kamen. (I) *Chondrites recurvus*, Debelo Brdo. Novčić od 2,6 cm kao mjerilo. (J) *Belorhapse zickzack*, Benkovački kamen. (K) *Polykampton* isp., Mejjanica kamenolom. (L) *Hydrancylyus* isp., Benkovački kamen.

Primjeri ihnofosila

