



**Bogusław Kołodziej**  
Instytut Nauk Geologicznych  
Uniwersytet Jagielloński, Kraków

# **Współczesne i kopalne rafy środowisk mezofotycznych**

**[Rafy strefy półmroku]**

**POLSKI WKŁAD  
W NAUKĘ O OCEANIE I MORSKĄ EDUKACJĘ PRZYRODNICZĄ**

**28-30 IX 2021**



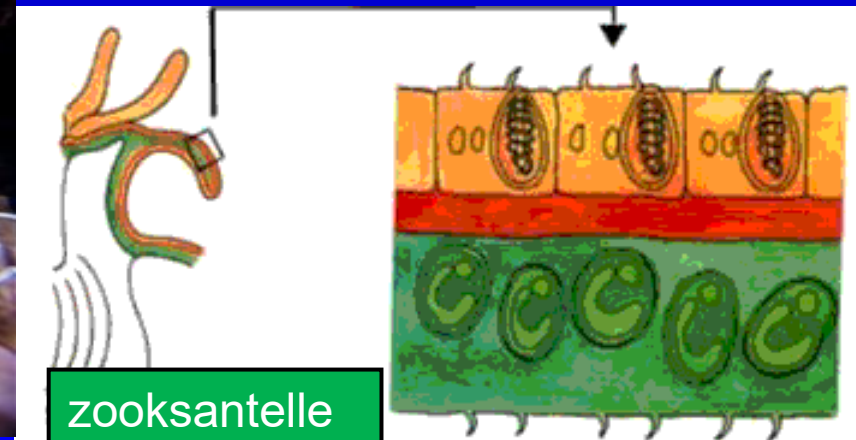
**„Klasyczne” rafy koralowe – wody ciepłe, dobrze naświetlone**  
*(clear versus turbid-water reefs)*





# Ewolucyjne trendy i sukces Scleractinia m.in. symbioza z zooksantellami

Koralowce czerpią wiele korzyści z symbiozy z glonami,  
lecz są od nich uzależnione





# Współczesne głębokowodne rafy budowane przez koralowce niezooksantellowe

*Lophelia pertusa*



Głębokość głównie 200–1000 m;  
np. Morze Północne





# Koralowce zooksantellowe ze środowisk mezofotycznych (30-150 m)

Mezofotyczne ekosystemy koralowe  
(*mesophotic coral ecosystems*)



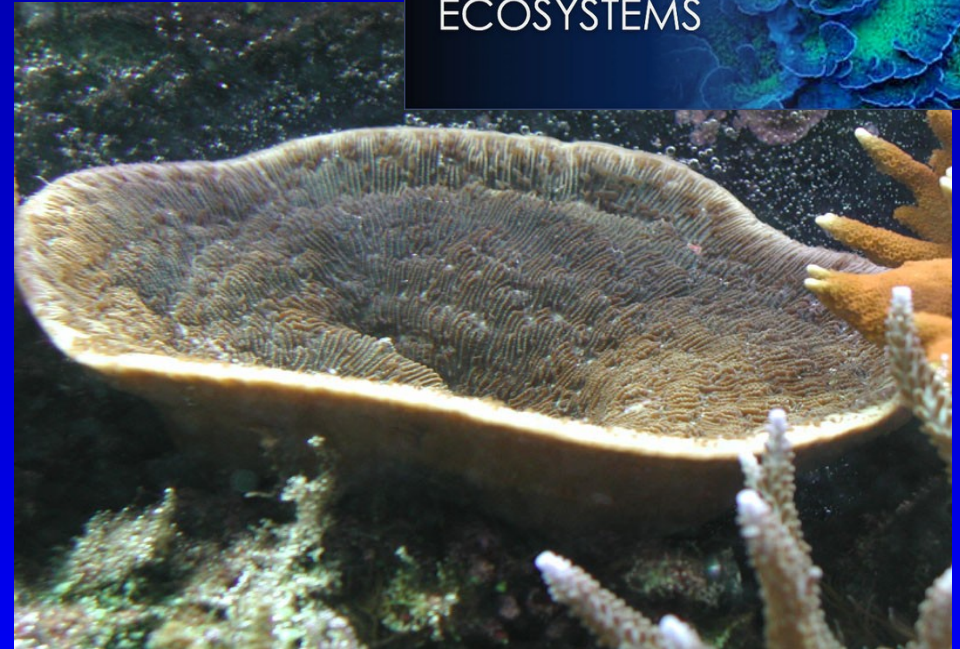


## Adaptacje fizjologiczne i morfologiczne:

- komórki pigmentowe w polipie zmieniają długość światła na taką, której wymagają zooxantelle
- spłaszczona, płytowa morfologia zwiększa funkcjonalną powierzchnię koralowca
- przystosowanie do efektywniejszego odżywiania heterotroficznego

# *Leptoseris fragilis*

– głębokomorski koralowiec zooxantellowy





**Jarosław Stolarski**

# **Słoneczna symbioza**

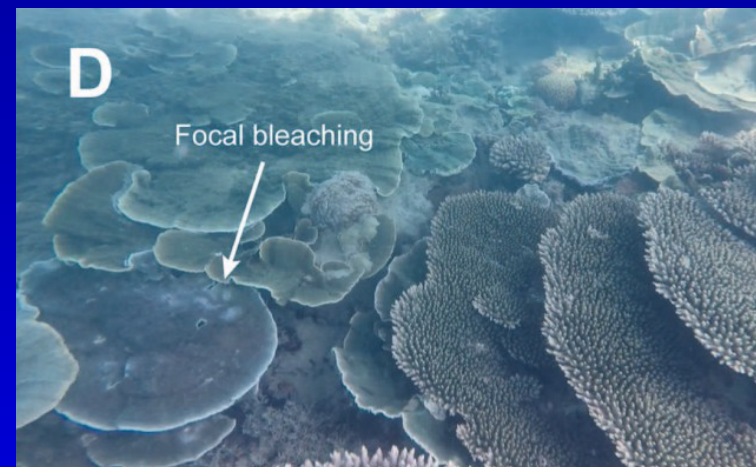
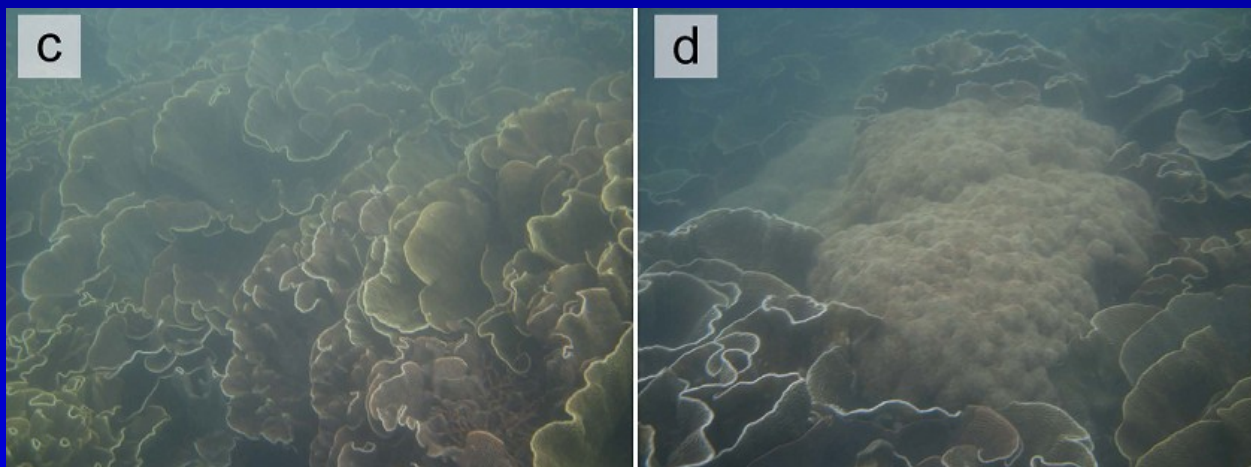
**MALEŃKIE, PÓŁPRZEZROCZYSTE POLIPY KORALOWE  
- ARCHITEKCI I BUDOWNICZOWIE POTĘŻNYCH  
RAF KORALOWYCH - SWĄ MOC ZAWDZIĘCZAJĄ ZWIĄZKOWI  
Z JEDNOKOMÓRKOWYMI GLONAMI WPRZĘGAJĄCYMI  
DO PRACY NIEWYCZERPANE ŹRÓDŁO ENERGII - SŁOŃCE.  
WYDAWAŁOBY SIĘ, ŻE ŚRODOWISKIEM ICH ŻYCIA POWINNY BYĆ  
WYŁĄCZNIE PŁYTKIE, INTENSYWNIE PRZEŚWIETLANE WODY.  
NIEOCZEKIWANIE ODKRYTO JE TAM, GDZIE PROMIENI  
SŁONECZNYCH JEST JUŻ NIEWIELE. NIEDOSTATEK TEN KORALE  
NADRABIAJĄ NIEZWYKŁYMI PRZYSTOSOWANIAM...**

Stolarski, J., 1994. Słoneczna symbioza. *Wiedza i Życie*, 2: 46-49.



# Płytkomorskie rafy środowisk mezofotycznych

- rafy wód zamulonych (*turbid-water*)
- niskie naświetlenie wynika z zamulenia



Paluma Shoals, Wielka Rafa Koralowa



# Liczne koralowce w marglach

(środowisko z dużą dostawą osadu z lądu)

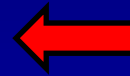
Dolna kreda, Bułgaria





# Tabela stratygraficzna

ERA	OKRES	WIEK (mln lat)
KENO-ZOICZNA	CZWARTORZĘD	
	NEOGEN	1,8
	PALEOGEN	23,0
MEZO-ZOICZNA	KREDA	65,5 ± 0,3
	JURA	145,5 ± 4,0
	TRIAS	199,6 ± 0,6
	PERM	251,0 ± 0,4
PALEOZOICZNA	KARBON	299,0 ± 0,8
	DEWON	359,2 ± 2,5
	SYLUR	416,0 ± 2,8
	ORDOWIK	443,7 ± 1,5
	KAMBR	488,3 ± 1,7
PREKAMBR	542,0 ± 1,0	



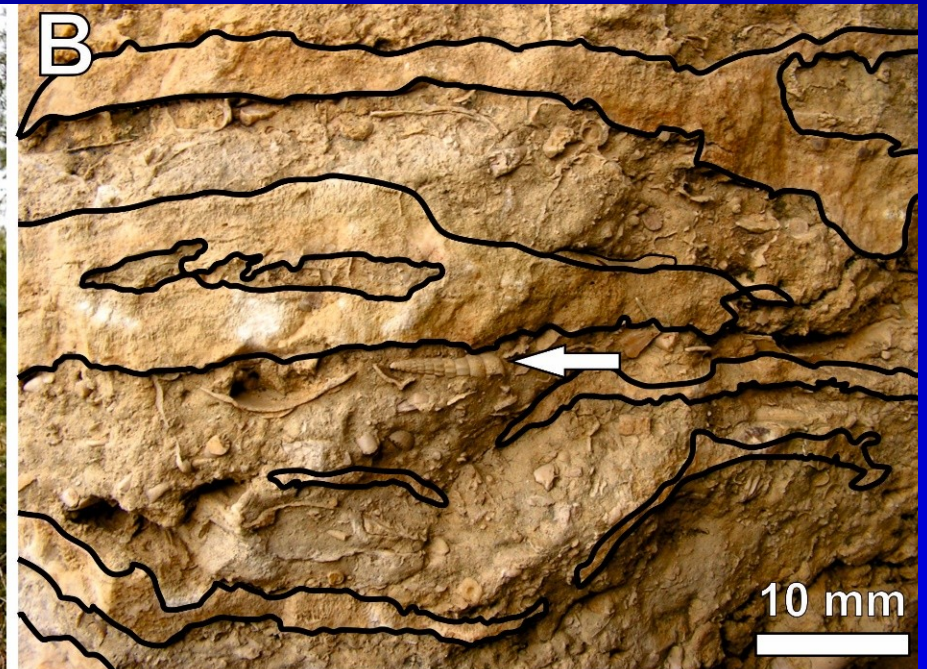
Wiek omawianych kopalnych raf mezofotycznych





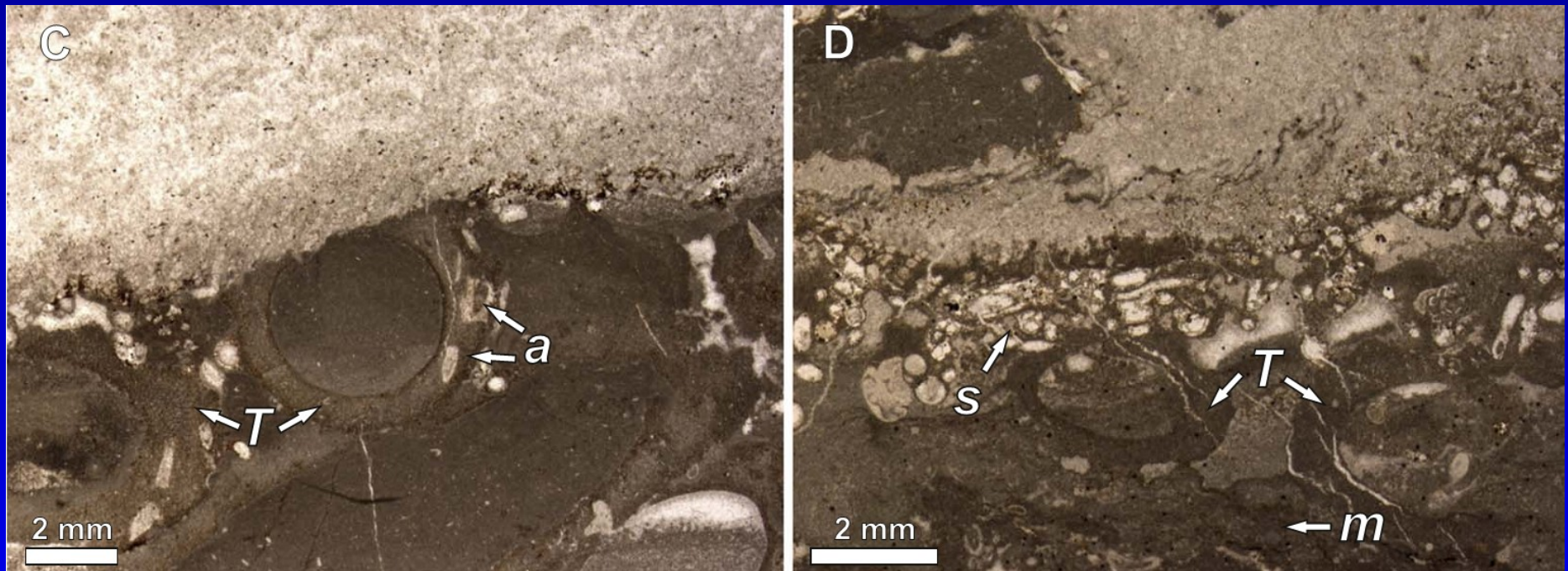
# Triasowe rafy mezofotyczne

(śr. trias (anizyk), ok. 240 mln lat, Śląsk Opolski)





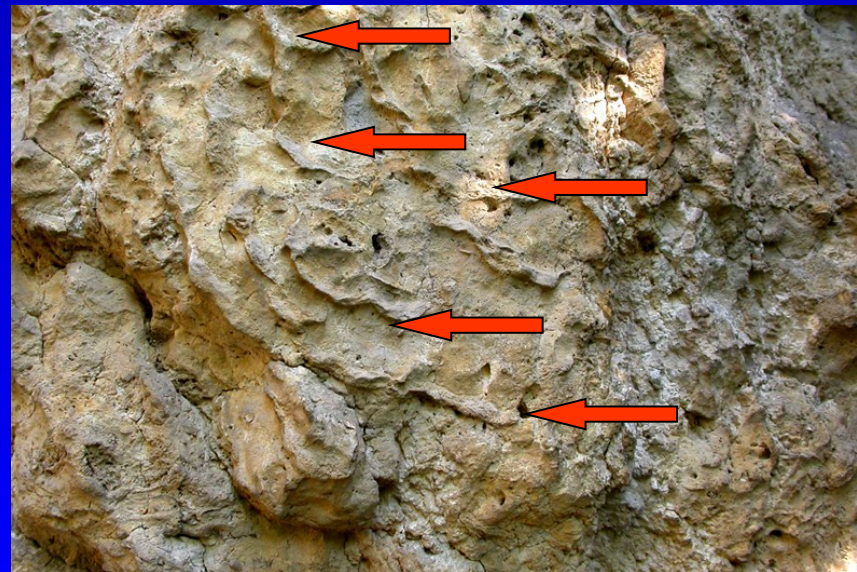
# Organizmy inkrustujące dolne powierzchnie koralowców





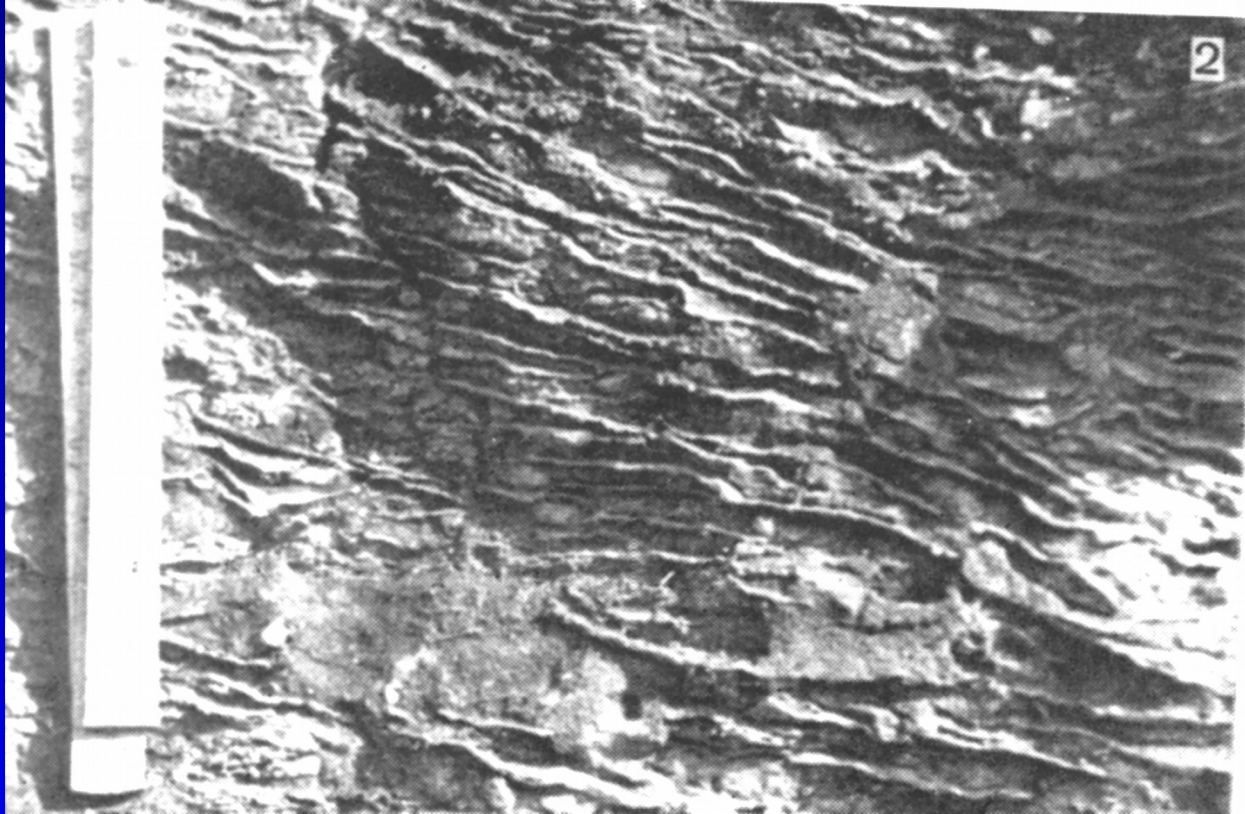
# Jurajskie rafy mezofotyczne

(górna jura (oksford), ok. 160 mln lat,  
Bałtów k/Ostrowca Świętokrzyskiego)





# **Jurajskie rafy mezofotyczne** (górna jura (oksford), ok. 160 mln lat, Wyżyna Krakowsko-Częstochowska)



**Kolonie koralowców z grupy mikrosolenidów  
Julianka koło Częstochowy, oksford**

Roniewicz & Roniewicz (1971)

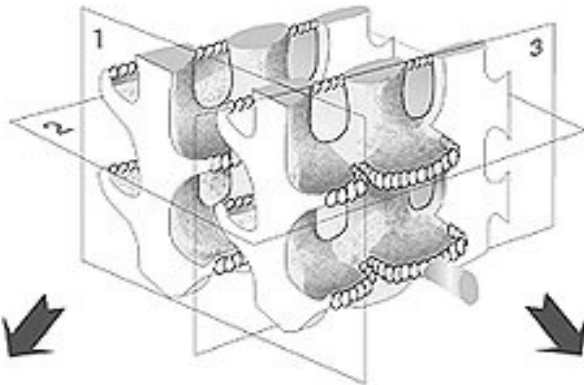


# Podrząd Microsolenina Morycowa & Roniewicz, 1995

## MICROSOLENIDS



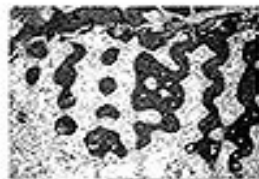
General transversal view



1. Longitudinal section  
Alternated penulae



2. Transversal view  
(penulae visible)



3. Longitudinal section  
through one septa

320

G.A. Gill et al. / Sedimentary Geology 166 (2004) 311–334

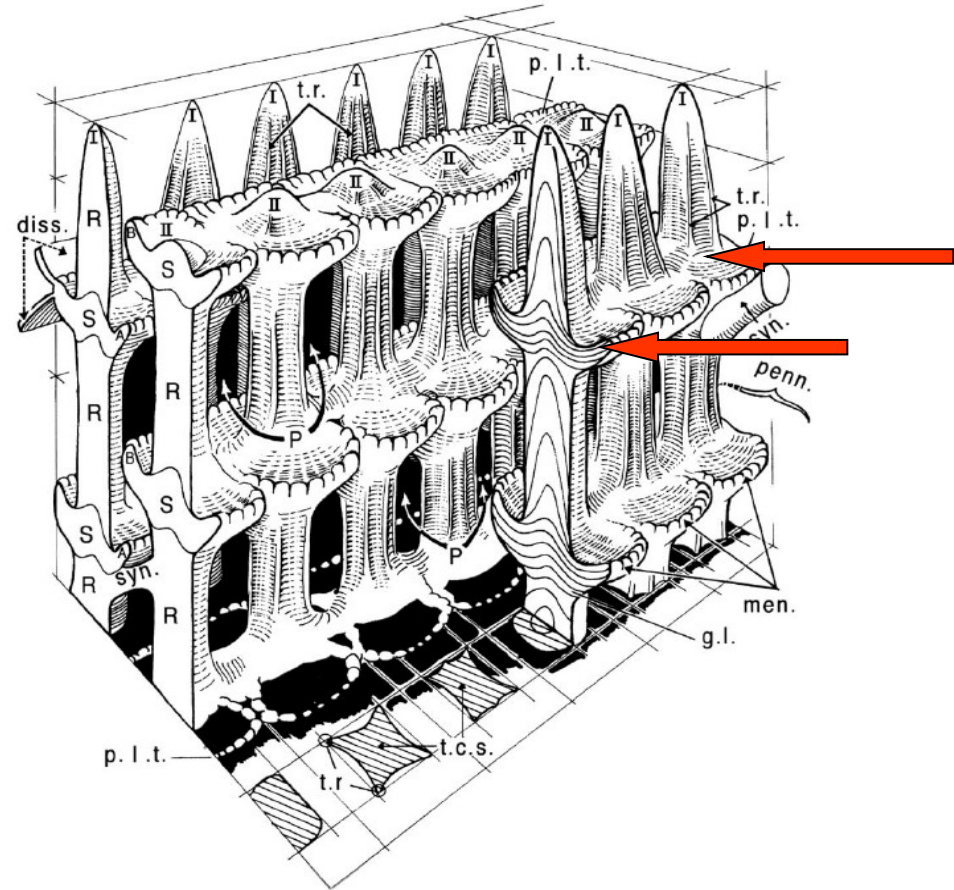
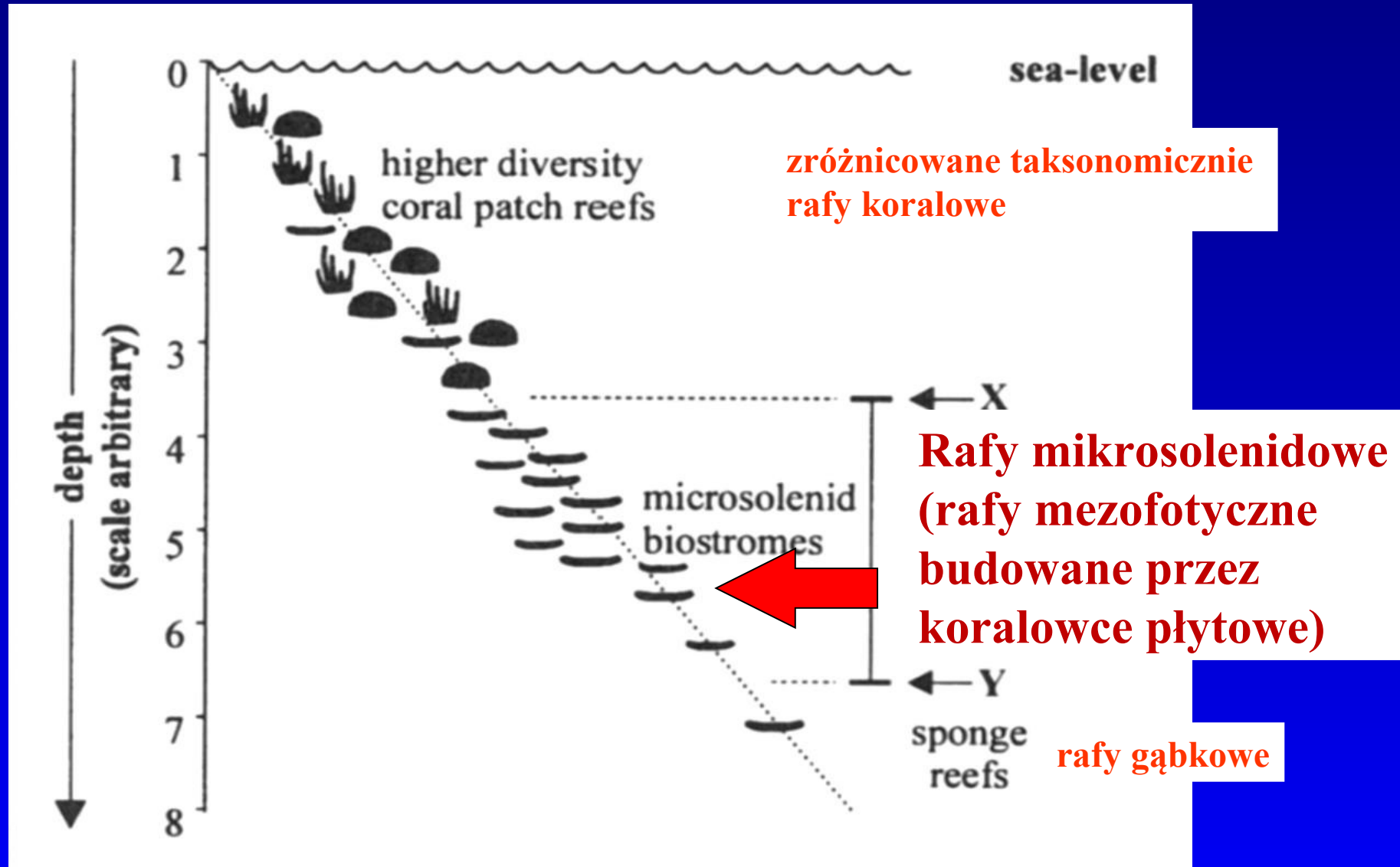


Fig. 5. Terminology of pennular structure. Legend: penn—penulla; p.l.t.—penular lateral teeth; men.—menianum, a balcony formed by the lateral juxtaposition of penulae; diss.—dissepiment; syn.—synapticula; p.—pore; g.l.—growth lines; R—supposed rapid growth phase (interpenular interval); S—supposed slow growth phase (penular interval); t.r.—tabecular ridges; t.c.s.—tabeculae in cross-section; I—upper growing level; II—lower penular level (stationary). Each septum is defined by a row of tabeculae, each bearing several levels of stacked penulae. Penulae can coalesce to form menianae, building a sort of continuous balcony that may have indented rims (penular lateral teeth).



# Relacje głębokościowe raf w późnej jurze





# Kredowe rafy mezofotyczne (dolna kreda (apt), ok. 120 mln lat, Karpaty Południowe, Rumunia)



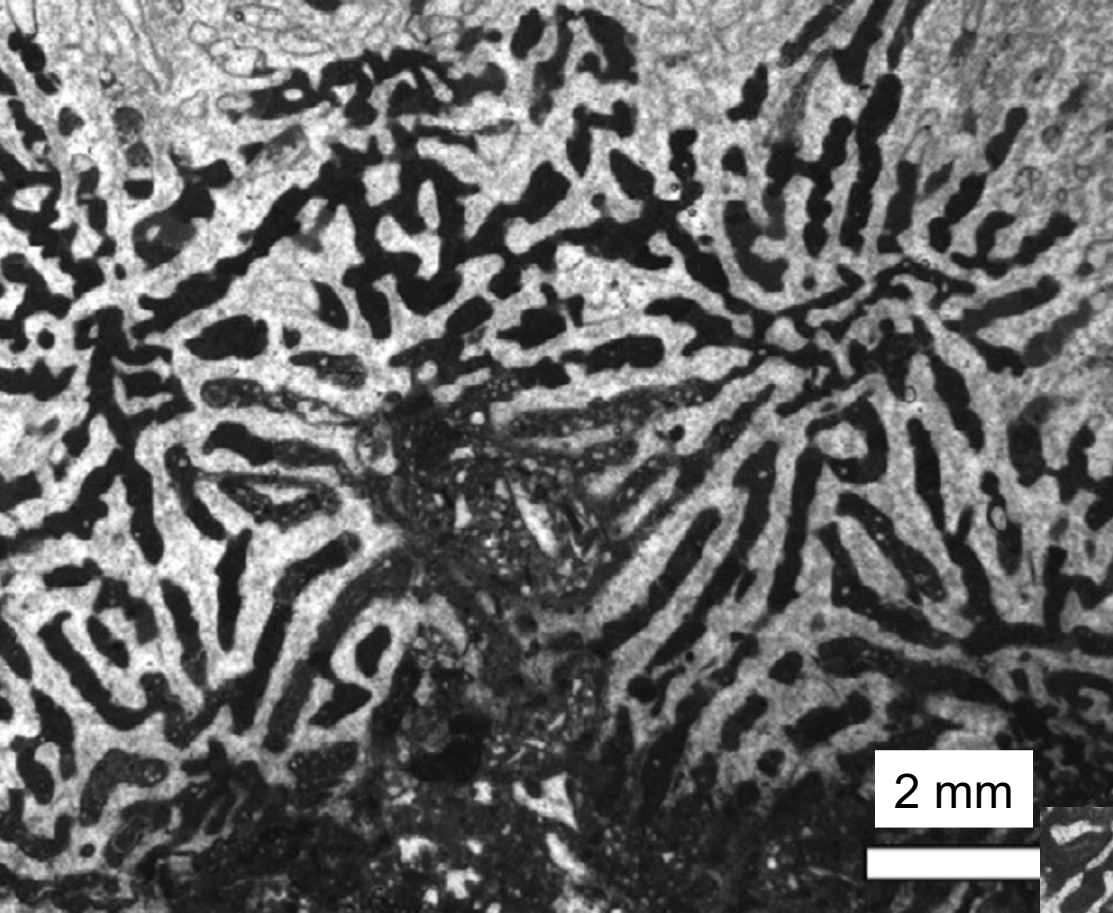
Kołodziej & Bucur (2020)



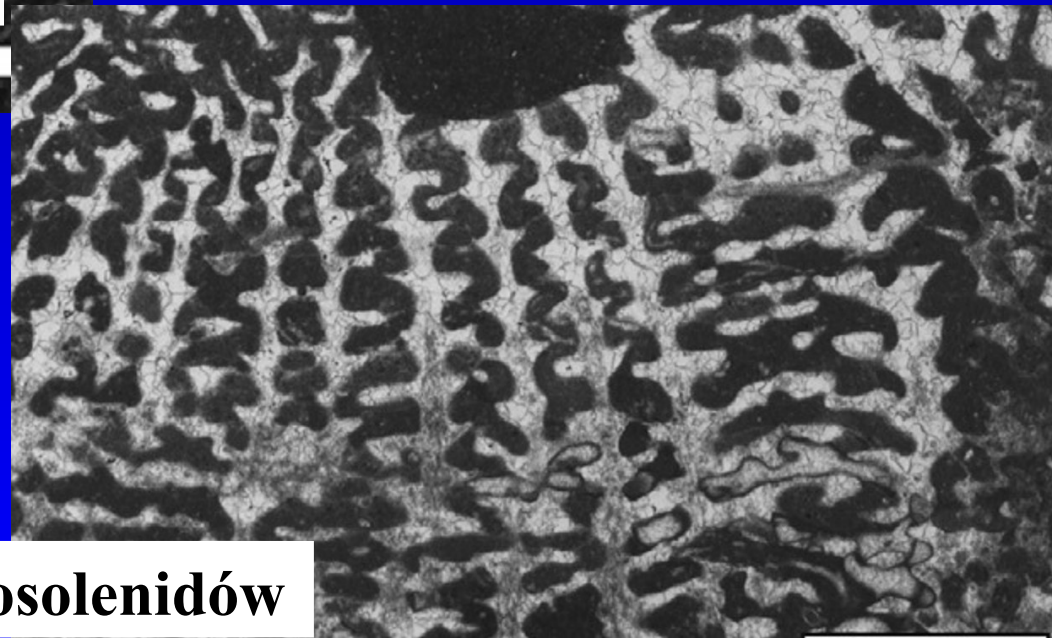


Kołodziej & Bucur (2020)





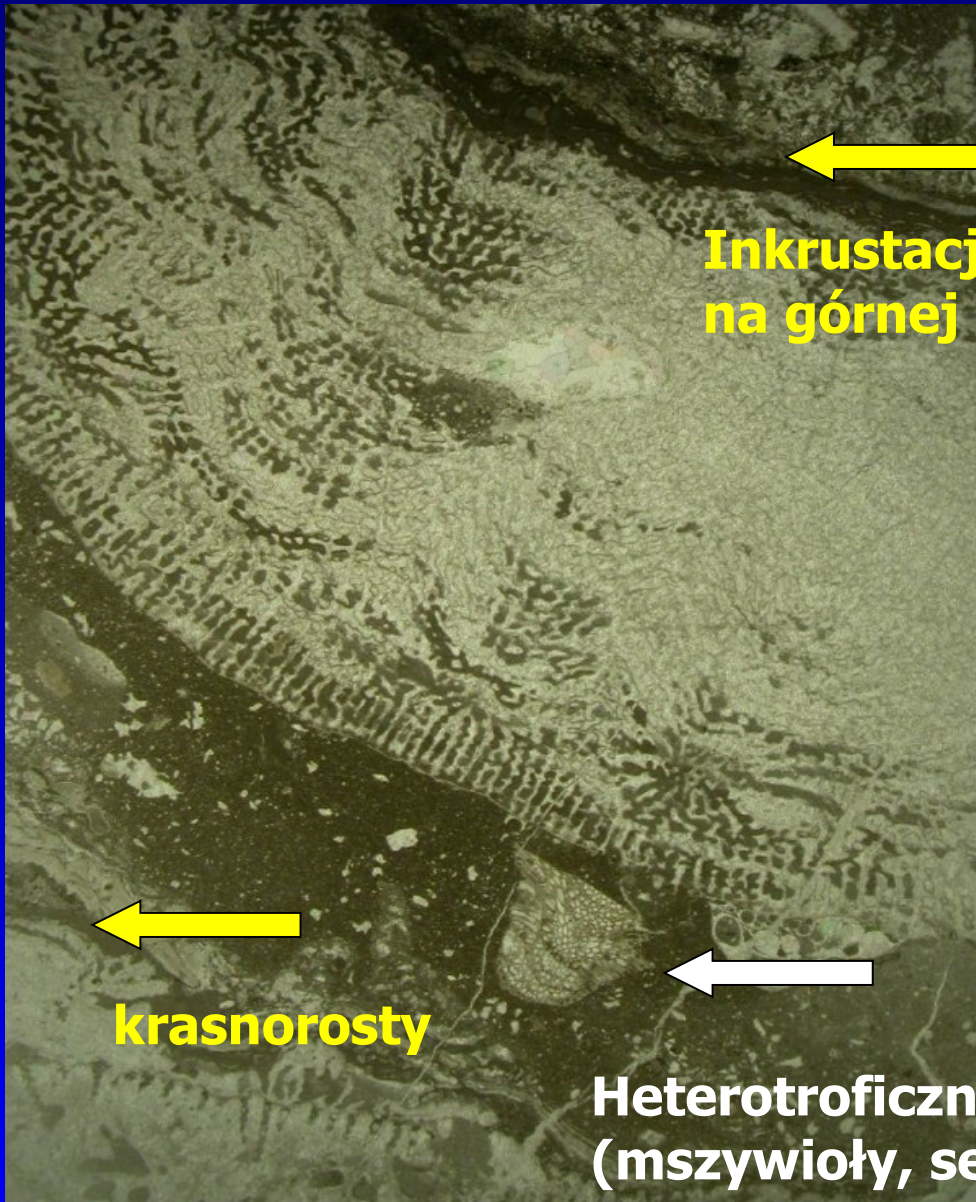
2 mm



Kołodziej & Bucur (2020)

**Kolonie koralowców z grupy mikrosolenidów**





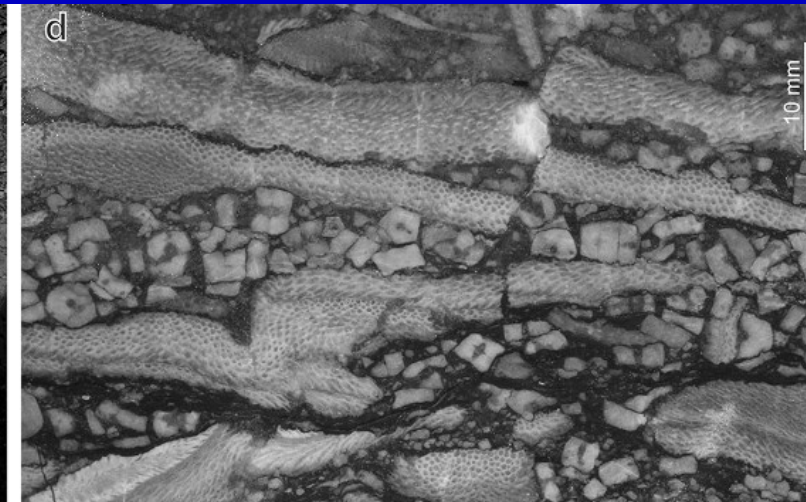
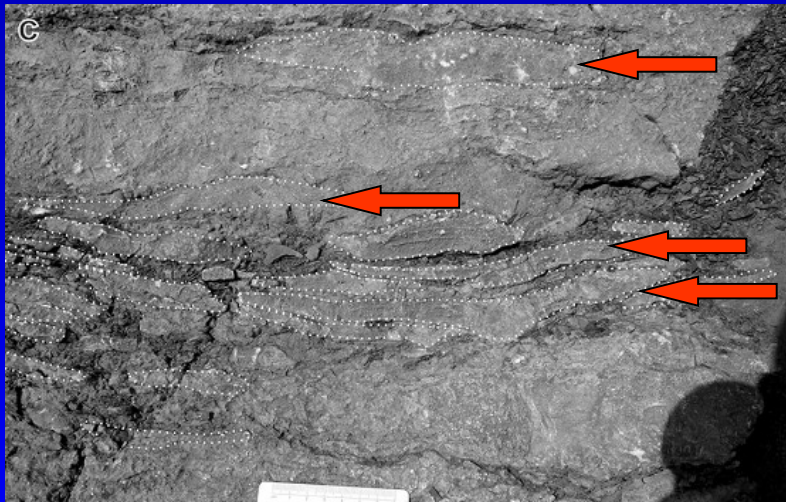
**Inkrustacje oportunistycznych krasnorostów  
na górnej powierzchni koralowca (mikrosolenid)**

**krasnorosty**

**Heterotroficzne organizmy inkrustujące  
(mszywioly, serpule) oraz naskorupienia mikrobialne**



# Dewońskie (żywet) rafy mezofotyczne (ok. 390 mln lat, Góry Świętokrzyskie) (koralowce z rzędu Tabulata)

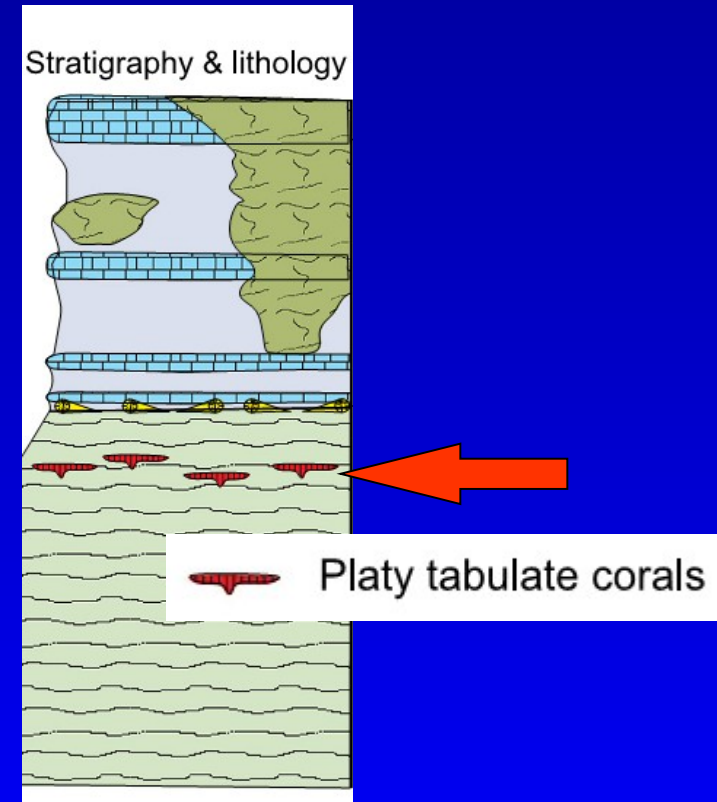




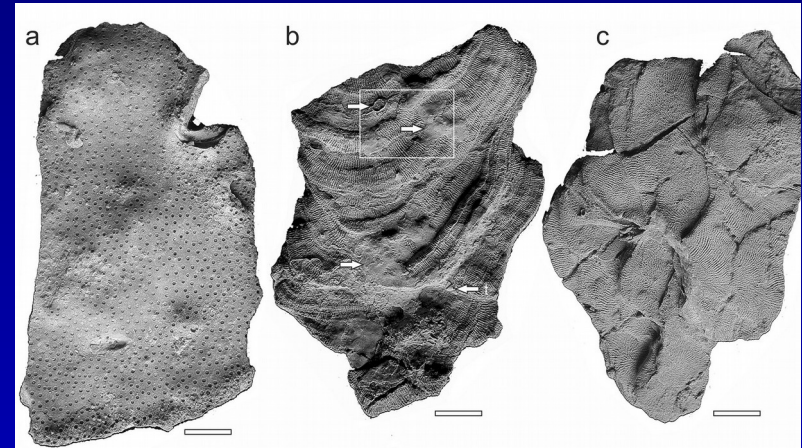
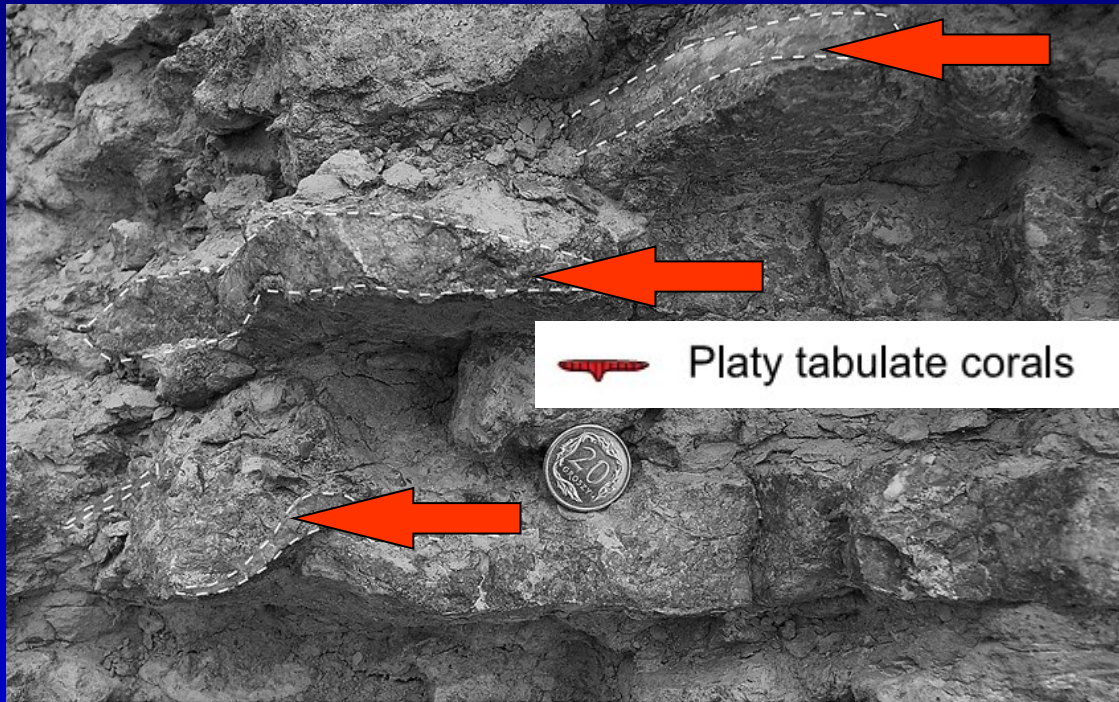
# Sylurskie rafy mezofotyczne

(ok. 430 mln lat, Gotlandia, Szwecja)

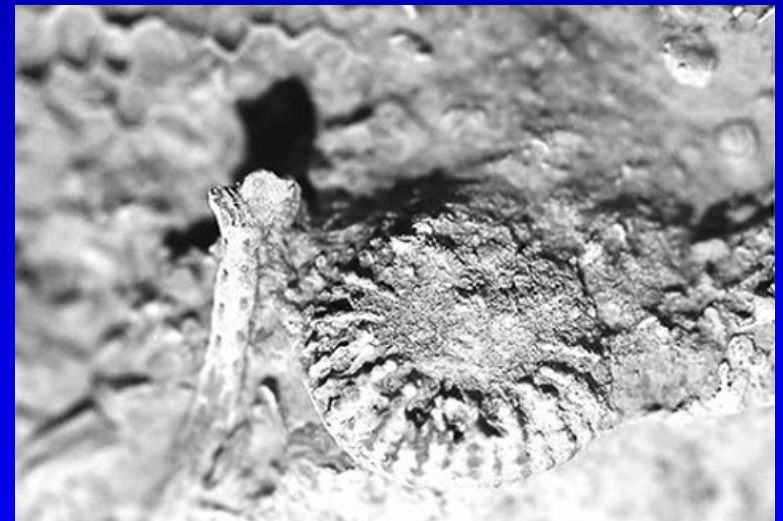
Najstarszy mezofotyczny ekosystem koralowy  
(koralowce z rzędu Tabulata)







**Inkrustacje na dolnych powierzchniach płytowych kolonii**





# Co jest rafa?

**Rafa – definicja „klasyczna”:** Morska struktura biogeniczna utworzona głównie przez osiadłe organizmy kolonijne (koralowce, glony wapienne, stłubiopławy, mszywioly), wznosząca się ponad otaczające dno i zdolna do przeciwdziałania się niszczącej działalności fal i prądów.

**Rafa (w szerokim rozumieniu):** lateralnie ograniczone struktury budowane w wyniku wzrostu lub metabolizmu bentonicznych organizmów morskich.



# Czynniki kontrolujące rozwój raf

- **Abiotyczne:** klimat, poziom i chemizm oceanów, trofizm
- **Biotyczne:** wymagania troficzne, symbioza, integracja kolonii, zdolność do inkrustowania i regeneracji, bioerozja, drapieżnictwo



*Reefs are like Shakespear,  
the play goes on, but the actors change*

(amerykański geolog Robert N. Ginsburg)

***Świat jest teatrem, aktorami ludzie, którzy kolejno wchodzą i znikają.***

(Szekspir, *Jak wam się podoba*

tłum. Stanisław Barańczak)

***Cały świat to scena,***

***A ludzie na nim to tylko aktorzy.***

***Każdy z nich wchodzi na scenę i znika,***

***A kiedy na niej jest, gra różne role.***

(tłum. Maciej Słomczyński)



# EWOLUCJA RAF

## Gildie zespołów rafowych



- **Konstruktorzy**
- **Organizmy wiążące**
- **Organizmy biernie wychwytyjące osad**
- **Destruktorzy**
- **Mieszkańcy**



# Rafy stromatolitowe



Gigantyczny stromatolit, prekambryj, Kanada



# Gildie rafowe

czyli pierwszoplanowi i drugoplanowi „aktorzy” na rafie



- **Konstruktorzy**
- **Organizmy wiążące**
- **Organizmy wychwytyjące osad**
- **Destruktorzy**
- **Mieszkańcy**



Organizmy rafowe



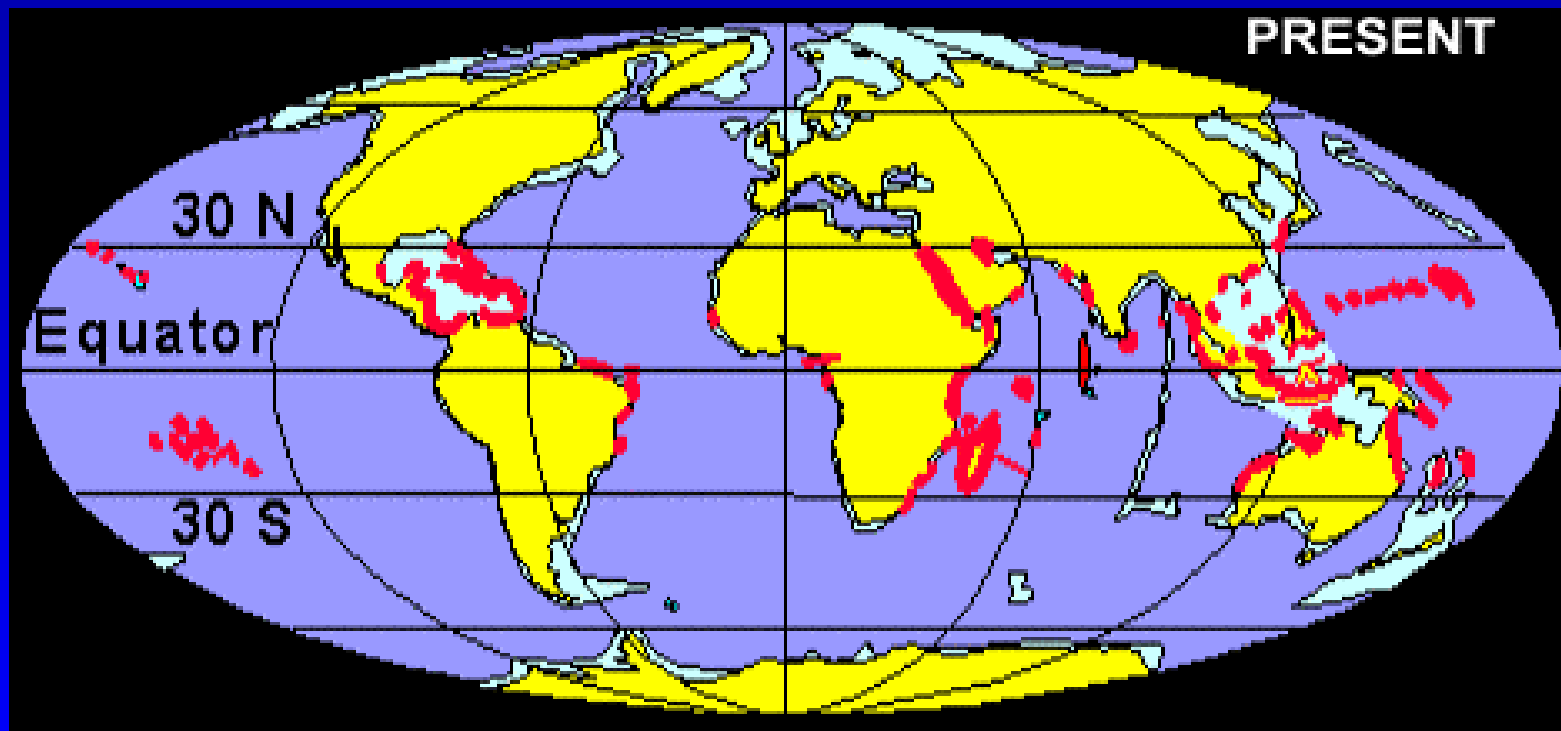
„Aktorzy”

Temperatura wody, chemizm, głębokość



„Kierownicy planu”

## Rozmieszczenie współczesnych raf





# Podsumowanie

- Mezofotyczne ekosystemy koralowe: rafy budowane przez koralowce zooxantellowe w wodach słabo naświetlonych
- **Głębokowodne rafy mezofotyczne: 30-150 m głębokości**  
**Płytkomorskie rafy mezofotyczne: słabe naświetlenie wynika z dostawy osadu z lądu (zamulenie)**
- Adaptacje fizjologiczne i morfologiczne koralowców zooxantellowych żyjących w wodach o słabym naświetleniu. Między innymi koralowce posiadają często spłaszczoną, płytową morfologię zwiększającą funkcjonalną powierzchnię koralowca zooxantellowego
- **Obecnie najważniejszym koralowcem na rafach mezofotycznych jest rodzaj *Leptoseris*. W mezozoiku koralowce z podrzędu *Microsolenina***
- Rafy mezofotyczne z syluru Szwecji (430 mln lat) i dewonu Polski wskazują, że symbioza z glonami istniała u niektórych koralowców z rzędu *Tabulata*
- **Zespoły koralowców płytowych z triasu Opolszczyzny wskazują, że niektóre pierwsze koralowce z rzędu *Scleractinia* żyły w symbiozie z glonami**
- Głębokomorskie ekosystemy koralowe rozpatrywane są jako potencjalne refugia dla ryb oraz innych organizmów z zagrożonych płytkomorskich raf