

Sedymentologia skał węglanowych

wybrane materiały do wykładów i ćwiczeń

zebrane na podstawie Flugel 2004, Matyszkiewicz 2008 oraz materiałów własnych

PODSTAWOWE RÓŻNICE

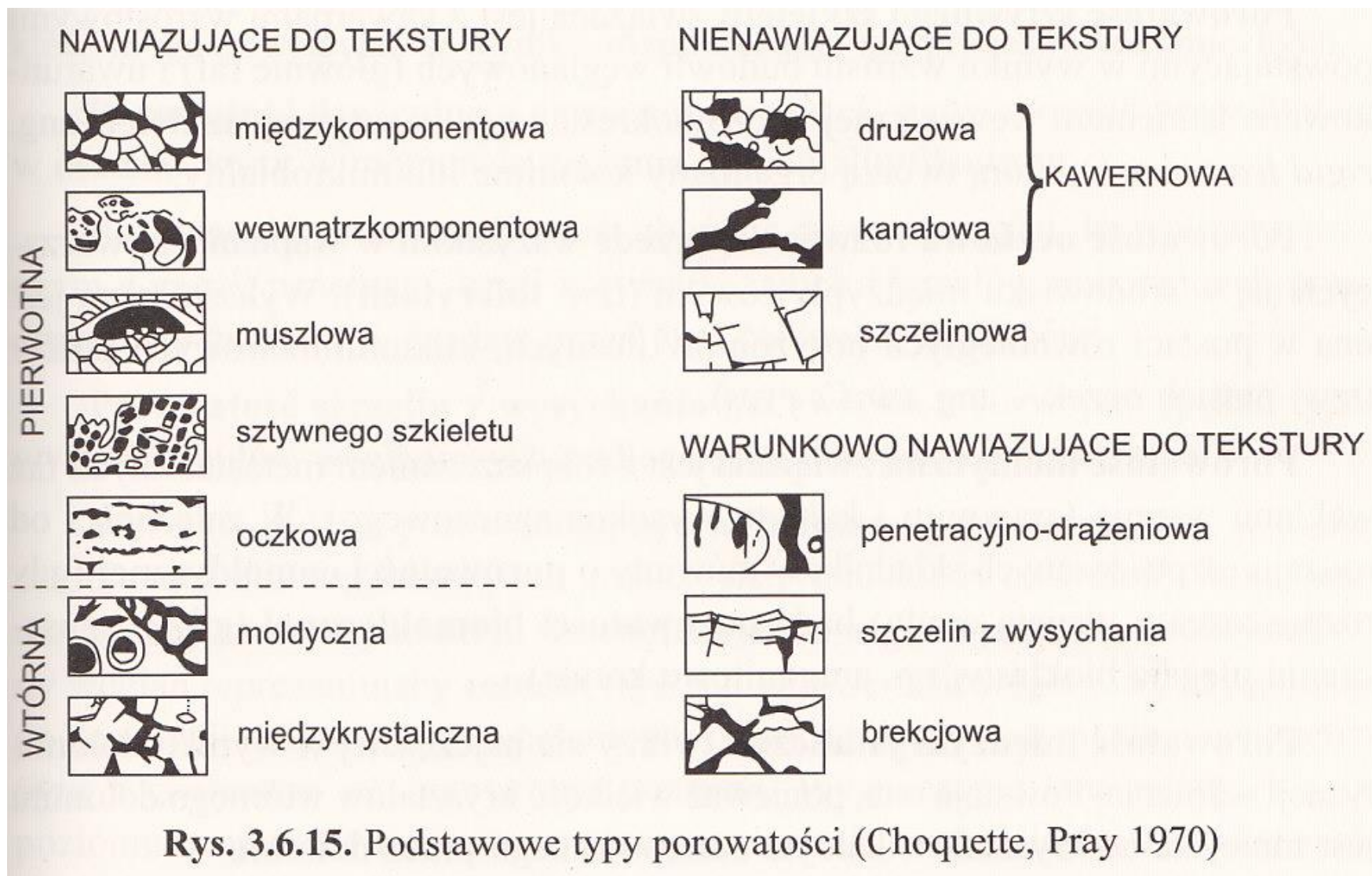
SILIKOKLASTYKI

- nie zależne od klimatu i głębokości
- mogą mieć różne pochodzenie
- rzadko powstają przy współudziale organizmów
- muł i ziarna tworzą się w wyniku niszczenia skał starszych
- cementacja w warunkach morskich rzadka
- mała wrażliwość na procesy wczesnej diagenety
- mała wrażliwość na procesy diagenety w pogrzebaniu
- porowatość przewidywalna i związana z warunkami depozycji
- małe redukcje miąższości wraz z głębokością pogrzebania

WĘGLANY

- najczęściej tworzą się w tropikach
- przeważnie pochodzenia morskiego
- powstają przy współudziale organizmów
- muł i ziarna są często efektem chemicznego wytrącania
- cementacja często zachodzi w warunkach morskich
- liczne i częste procesy wczesnej diagenety
- duża wrażliwość na procesy diagenety w pogrzebaniu
- charakter porowatości trudny do przewidzenia
- silne redukcje porowatości wraz z głębokością pogrzebania

Porowatość skał węglanowych



Rys. 3.6.15. Podstawowe typy porowatości (Choquette, Pray 1970)

Skały węglanowe są poligeniczną grupą, do której zaliczamy skały powstałe w wyniku procesów zarówno chemicznych, biologicznych jak i mechanicznych

Mogą powstać wskutek:

- wytrącania z przesyconych roztworów wodnych
- nagromadzenia szczątków organicznych zbudowanych z węglanów
- dopływ rozdrobnionego materiału detrytycznego pochodzącego z erozji starszych skał węglanowych

Głównymi składnikami mineralnymi osadów węglanowych są:

- kalcyt
- aragonit
- dolomit
- rzadziej syderyt

Podstawowe czynniki kontrolujące sedymencję skał węglanowych

Ciśnienie - spadek głębokości a zatem ciśnienia ułatwia wytrącanie

Temperatura - w ciepłych wodach większa produkcja węglanowa

Światło - największa depozycja węglanów w wodach do 20 m głęb.

Ruchliwość wód - w wodach ruchliwych większe wytrącanie węglanów

Poziom kompensacji węglanów - CCD, ACD

Aktywność organizmów - budują wapienne szkielety

Dopływ materiału terygenicznego - duży dopływ materiału terygenicznego ogranicza lub uniemożliwia produkcję węglanów

Trawertyny, martwice węglanowe

Martwica wapienna jest skałą wapienną pochodzenia chemicznego.

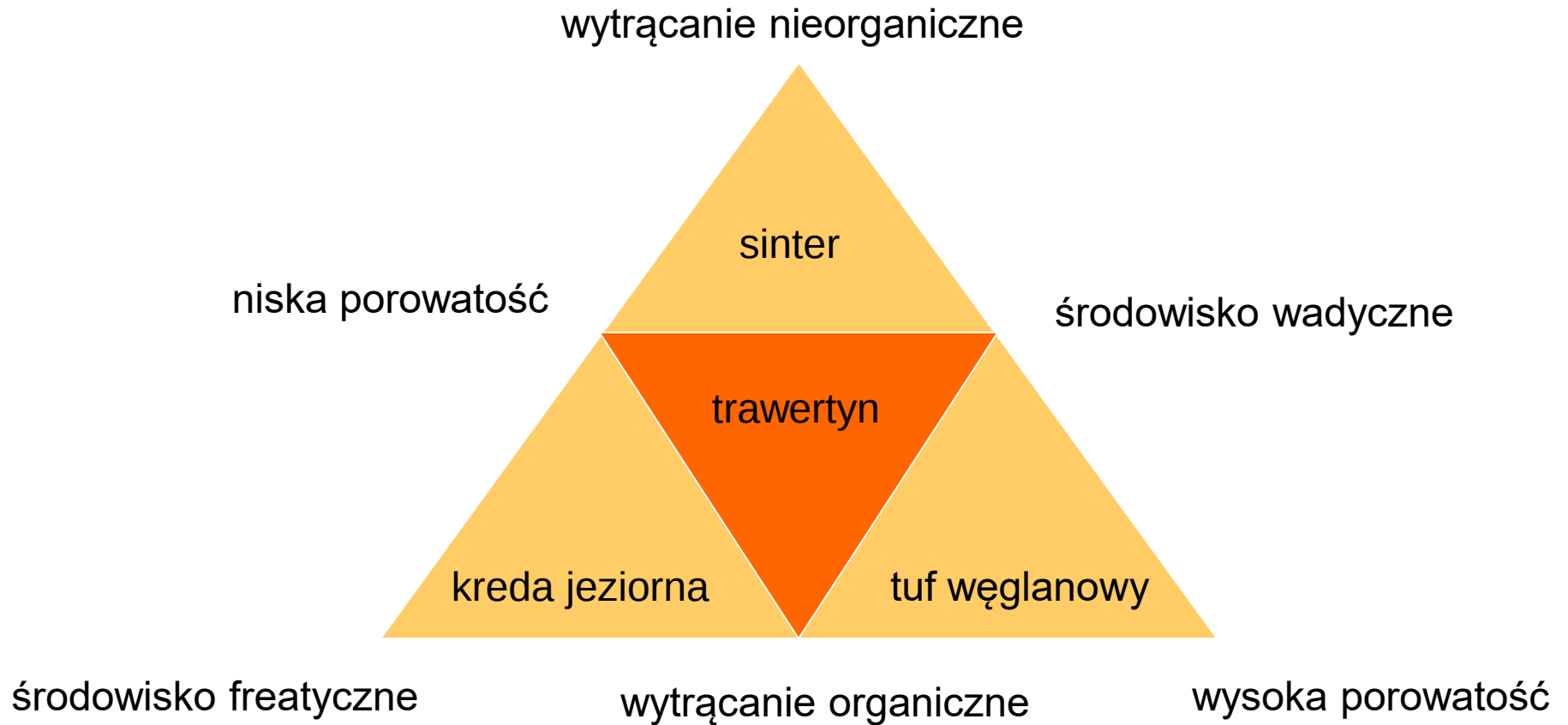
Jest to skała jasno zabarwiona, porowata, powstała w wyniku wytracenia kalcytu z wód źródłanych lub rzecznych, np. przy wodospadach.

Często obecne są w niej dobrze zachowane przez osadzający się węglan wapnia części roślin, skorupki ślimaków i innych zwierząt.

Bardziej zwarte odmiany martwicy wapiennej określane są jako **trawertyn**.

Klasyfikacja trawertynów, sinterów i tufów węglanowych

wg. Koban & Schweigert 1993



Typy szelfów

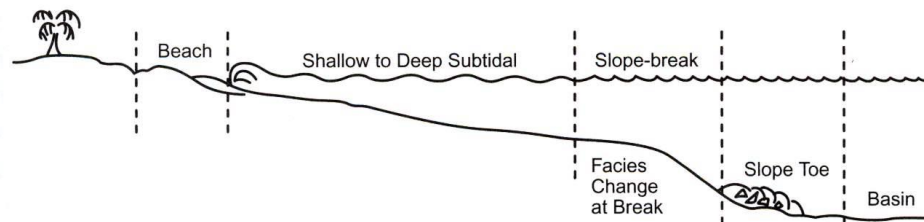
Morska sedimentacja zachodzi głównie na szelfach

Typy szelfów:

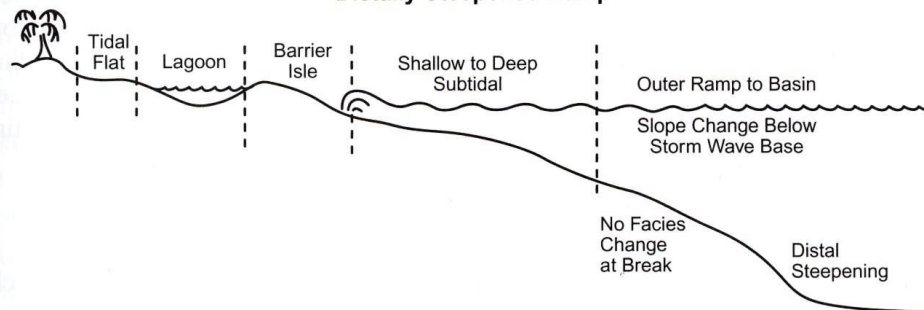
Rampa dystalnie stromiejąca

Otwarty szelf

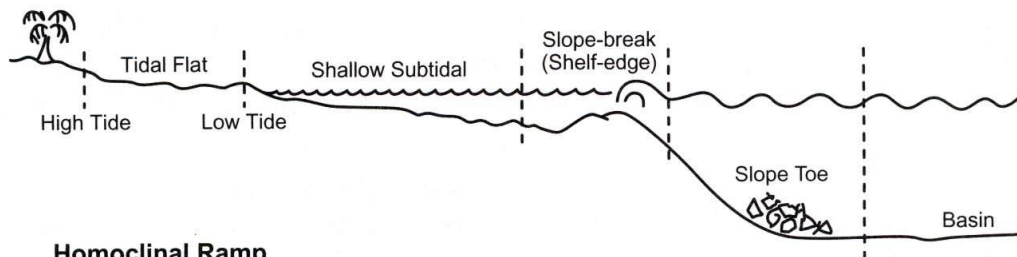
Open Shelf



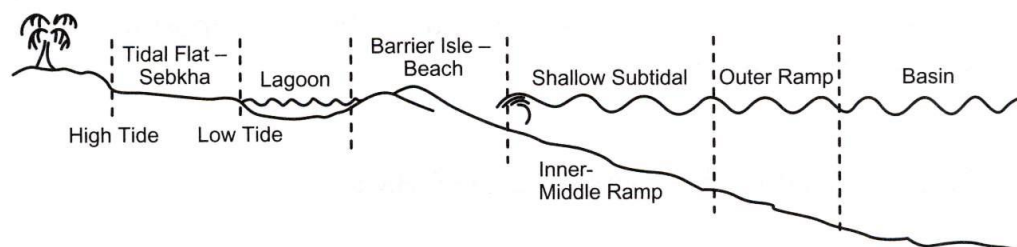
Distally Steepened Ramp



Rimmed Shelf



Homoclinal Ramp



Szelf obrzeżony

Rampa homoklinalna

Rampa węglanowa:

- pochyła platforma <1 stopnia nachylenia
- osady płytkowodne przechodzą w głębokowodne bez wyraźnego załamania stoku i pasa osadów barierowych (rafy, płycizny oolitowe)
- najczęściej występują w klimatach chłodniejszych niż platformy barierowe
- typowe dla pasywnych (ekstensyjnych) wybrzeży kontynentów
- często ewoluują w platformę z barierą

Szelf obrzeżony:

-płytką platformą z wyraźnie zaznaczonym stokiem (do 45 stopni) i barierą zewnętrzną

-barierę tworzą rafy bądź
płycizny piasków
ooidowo-bioklastycznych

-za strefą zewnętrzną
bariery laguna oraz
równie pływowe

Budowle węglanowe

Rafy- zwykle rozległe struktury podmorskie zdolna do przeciwstawienia się działalności prądów i fal, utworzona głównie z organizmów bentonicznych

Biohermy- niewielkie soczewkowate ciało węglanowe utworzone w wyniku działalności organizmów bentonicznych

Biostromy- warstwa węglanowa tworzona przez organizmy bentoniczne

Kopce mułowe (mudmounds)- najczęściej stosunkowo płaskie formy tworzone głównie przez osady detrytyczne, peloidowe z strukturami mikobialnymi

Środowiska diagenety węglanów

Osady węglanowe w dużym stopniu ulegają procesom diagenety

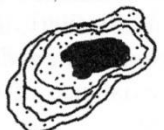
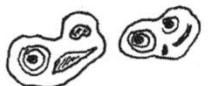
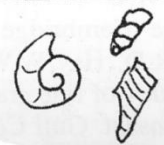
Diagenety skał węglanowych obejmuje procesy:

- Kompakcji (mechanicznej, chemicznej)
- Rozpuszczania
- Cementacji
- Rekrystalizacji
- Zastępowania oraz
- Infestation* czyli metabolicznego oddziaływania różnych organizmów

Podstawowe typy facjalne wg. Wilson 1975

Basin	Open Sea Shelf	Deep Shelf Margin	Foreslope	Organic Build Up	Winnowed Edge Sands	Shelf Lagoon Open Circulation	Restricted Circulation Shelf and Tidal Flat	Evaporites on Sabkhas-Salinas	Facies Profile
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Wide Belts →			Very Narrow Belts →			Wide Belts →			
		Debris flows and turbidites in fine laminate strata. Mounds on toe of slope.	Giant talus blocks, infilled large cavities. Downslope mounds.	Downslope mounds. Reef knolls. Boundstone patches. Fringing and barrier framework reef. Spur and groove.	Islands. Dunes. Barrier bars. Passes and channels.	Tidal deltas. Lagoonal ponds. Typical shelf mounds. Columnar algal mats. Channels and tidal bars of lime sand.	Tidal flats. Channels. Natural levees. Ponds. Algal mat belts.	Anhydrite domes. Tepee structures. Laminated crusts of gypsum Salinas (Evaporative ponds) Sabkhas (Evaporative flats)	
									2nd Order Sedimentary Bodies

SKŁADNIKI ZIARNOWE:

PELOIDY			małe, mikrytowe ziarna, zwykle bezstrukturalne. Zaokrąglone lub nieregularne. Rozmiar pomiędzy 0,02 - 1mm, zwykle 0,1 - 0,5 mm
ZIARNA OBLECZONE	KORTOIDY		obtoczone ziarna szkieletowe lub inne, pokryte cienką obwódką mikrytową. granica pomiędzy ziarnem a obwódką niewyraźna; rozmiar od < 1mm do kilku centymetrów
	ONKOIDY		duże lub małe ziarna złożone z mniej lub bardziej wyraźnego jądra i grubej powłoki (korteksu) zbudowanej z nieregularnych i niekoncentrycznych lamin mikrytowych. laminy mogą być biogeniczne. rozmiar od < 1mm do kilkunastu centymetrów.
	OOIDY		okrągłe lub owalne ziarna, złożone z regularnych lamin, tworzących koncentryczną obwódkę wokół jądra. laminy mogą wykazywać mikrostrukturę radialną lub tangencjalną. Rozmiar od 0,2 mm dookoło 2mm, zwykle 0,5 - 1mm
	PISOIDY		duże, zaokrąglone, lub nieregularne ziarna, złożone z zazwyczaj nie organicznego jądra i grubej powłoki utworzonej gęsto upakowanych lamin o mikrostrukturze tangencjalnej lub radialnej; rozmiar > 2mm do > 1 cm. Czasem tworzą naskorupienia
AGREGATY ZIARNOWE			złożone ziarna zbudowane z dwóch lub więcej oddzielnych części (ooidów, peoidów itp.), połączonych i zcementowanych, tworzących grona, lub zaokrąglone gruzełki. Rozmiar od 0,5 do > 2mm
KLASTY			fragmenty częściowo skonsolidowanych lub już zlitfikowanych osadów węglanowych; kształt i rozmiar bardzo zróżnicowany
BIOKLASTY			pokruszone lub kompletne szkielety lub skorupki organizmów; rozmiar od 0,05 mm do wielu centymetrów

pierwotne składniki niepowiązane ze sobą podczas depozycji			obecny muł węglanowy	szkielet ziarnowy zwarty	brak mułu węglanowego, szkielet ziarnowy zwarty	pierwotne składniki powiązane ze sobą podczas depozycji	tekstury depozycyjne nierozpoznawalne
szkielet ziarnowy rozproszony							
mniej niż 10% ziaren	więcej niż 10% ziaren						
mudston	wackston	packston	grainston	boundston	wapień krystaliczny		

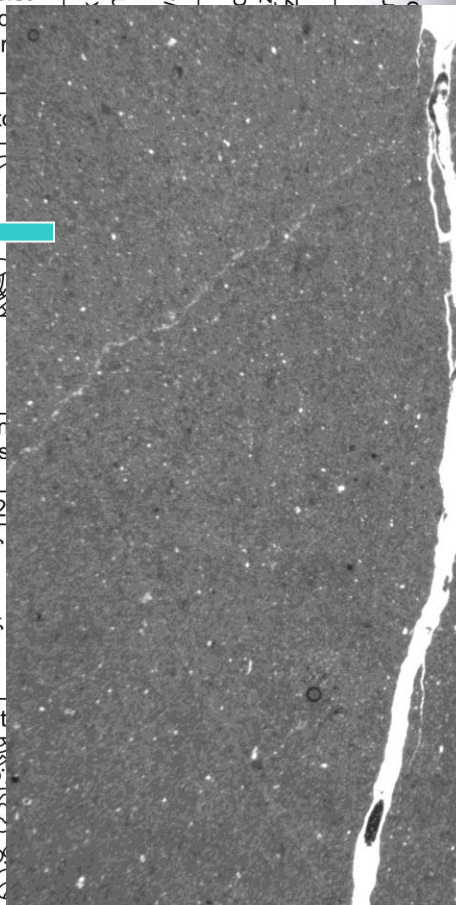
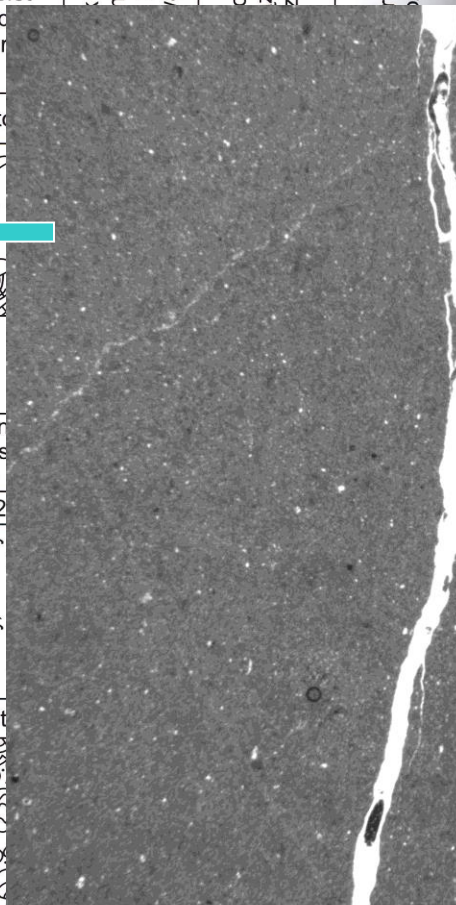
pierwotne składniki niepowiązane ze sobą depozycyjnie		pierwotne składniki powiązane ze sobą podczas depozycji		
> 10% ziaren > 2 mm		organizmy tworzą przegrody wytapiające osad	osad związany przez powłoki organiczne (np. stromatolity)	organizmy tworzą sztywny szkielet
szkielet ziarnowy rozproszony	szkielet ziarnowy zwarty, złożony z komponentów > 2 mm			
floatston	rudston	bafflston	bindston	framston

Klasyfikacja skał węglanowych wg. Dunham 1962 oraz Embry, Klován 1972

Inne kalsyfikacje:
-Folka
- Wiszniakowa

Rys. 3.6.10. Zasady klasyfikacji Dunhama (1962) z uzupełnieniami Embry'ego i Klovana (1972)

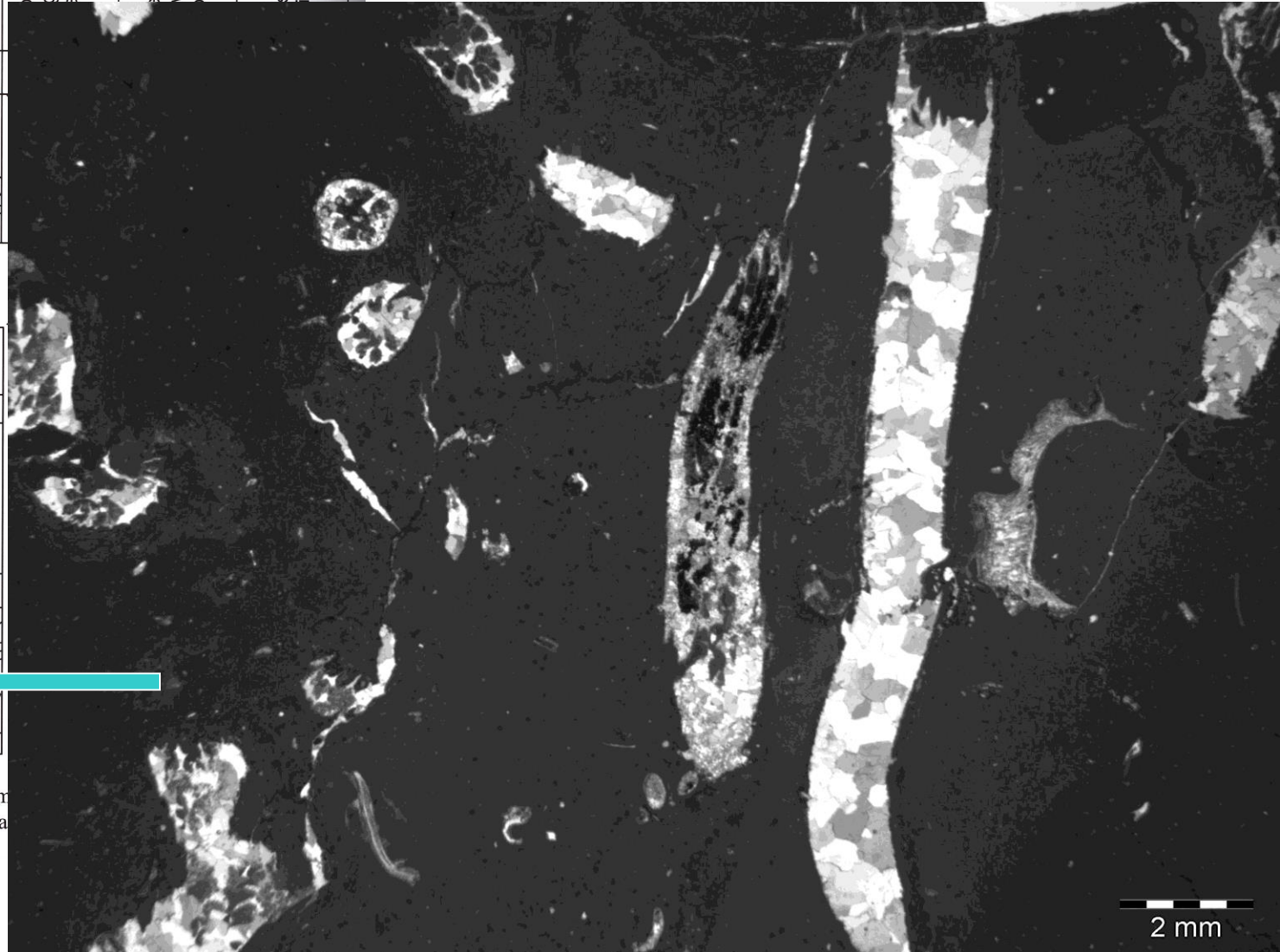
Mudstone (*muł węglanowy*)

pierwotne składniki niepowiązane ze sobą podczas depozycji			obecny muł nowego, ziarnowy zarty	inne składniki zane ze sobą zas depozycji	y depozycyjne zpoznałalne
obecny muł węglanowy					
szkielet ziarnowy rozproszony		szkielet ziarnowy zwar			
mniej niż 10% ziaren	więcej niż 10% ziaren				
mudston	wackston	packston			
					
					
					

Rys. 3.6.10. Zasady klasyfikacji D
i K

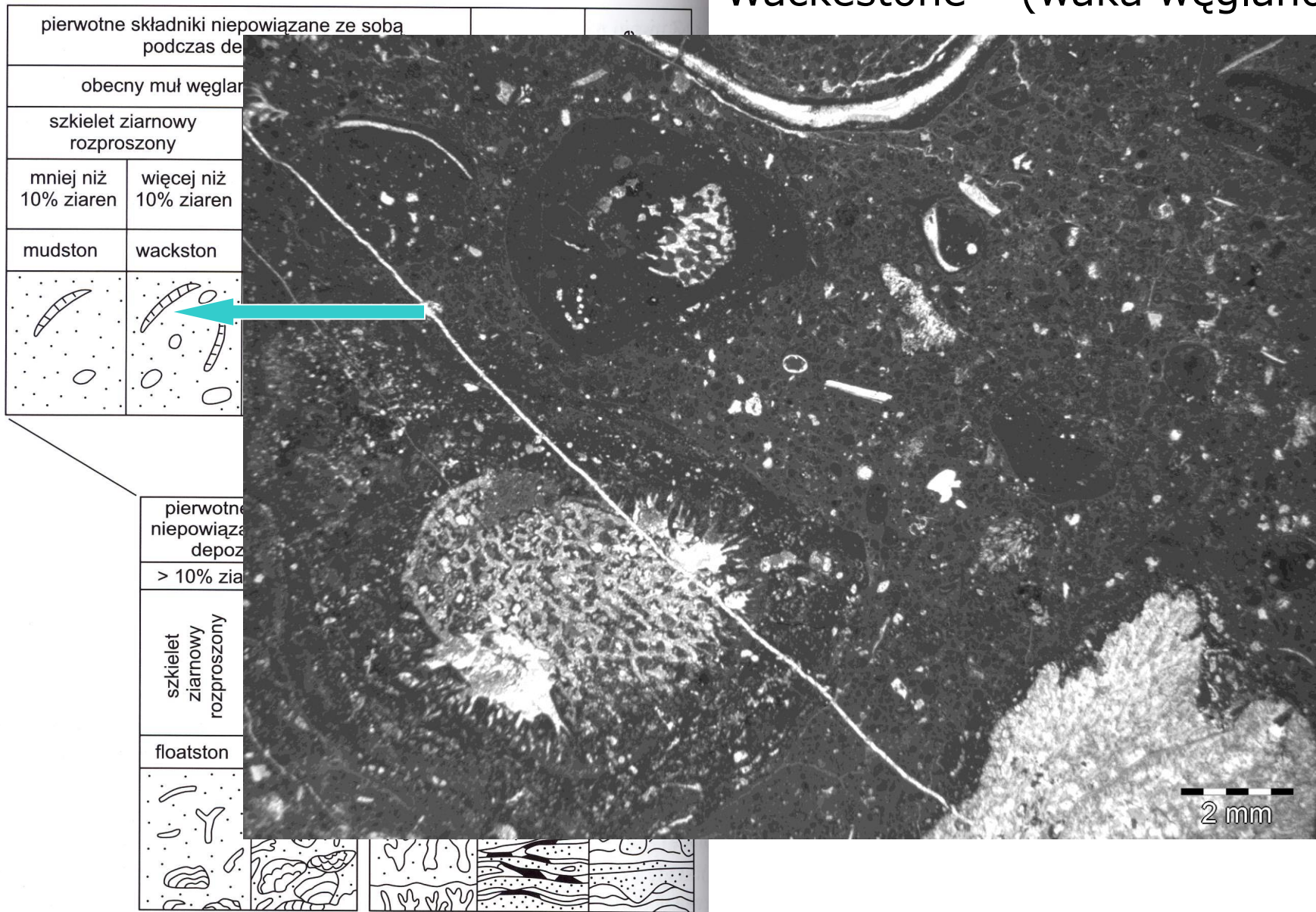
Floatstone (waka węglanowa)

pierwotne składniki niepowiązane ze sobą podczas depozycji			brak mułu glaukonalnego, szkielet ziarnowy zwarty	pierwotne składniki związane ze sobą podczas depozycji	struktury depozycyjne rozpoznawalne
obecny muł węglanowy					
szkielet ziarnowy rozproszony		szkielet ziarnowy zwarty			
mniej niż 10% ziaren	więcej niż 10% ziaren				
mudston	wackston	packston			
pierwotne składniki niepowiązane ze sobą depozycyjnie					
> 10% ziaren > 2 mm					
szkielet ziarnowy rozproszony	szkielet ziarnowy zwarty, złożony z komponentów > 2 mm				
floatston	rudston				



Rys. 3.6.10. Zasady klasyfikacji Dunham i Klovana

Wackestone – (waka węglanowa)

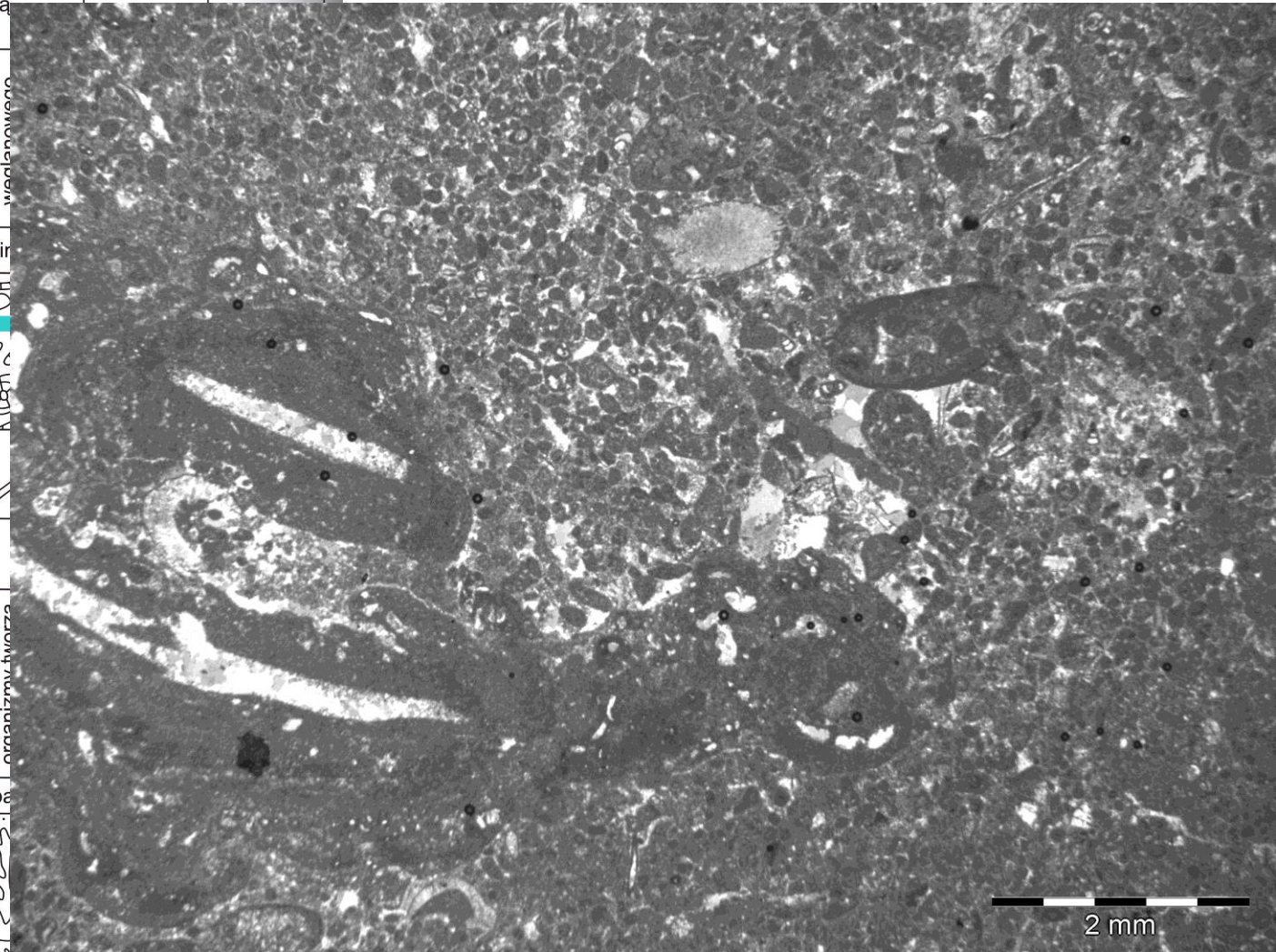


Rys. 3.6.10. Zasady klasyfikacji Dunhama (1962) z uzupełnieniami Embry'ego i Klovana (1972)

Packstone-(ziarnit mikrytowy)

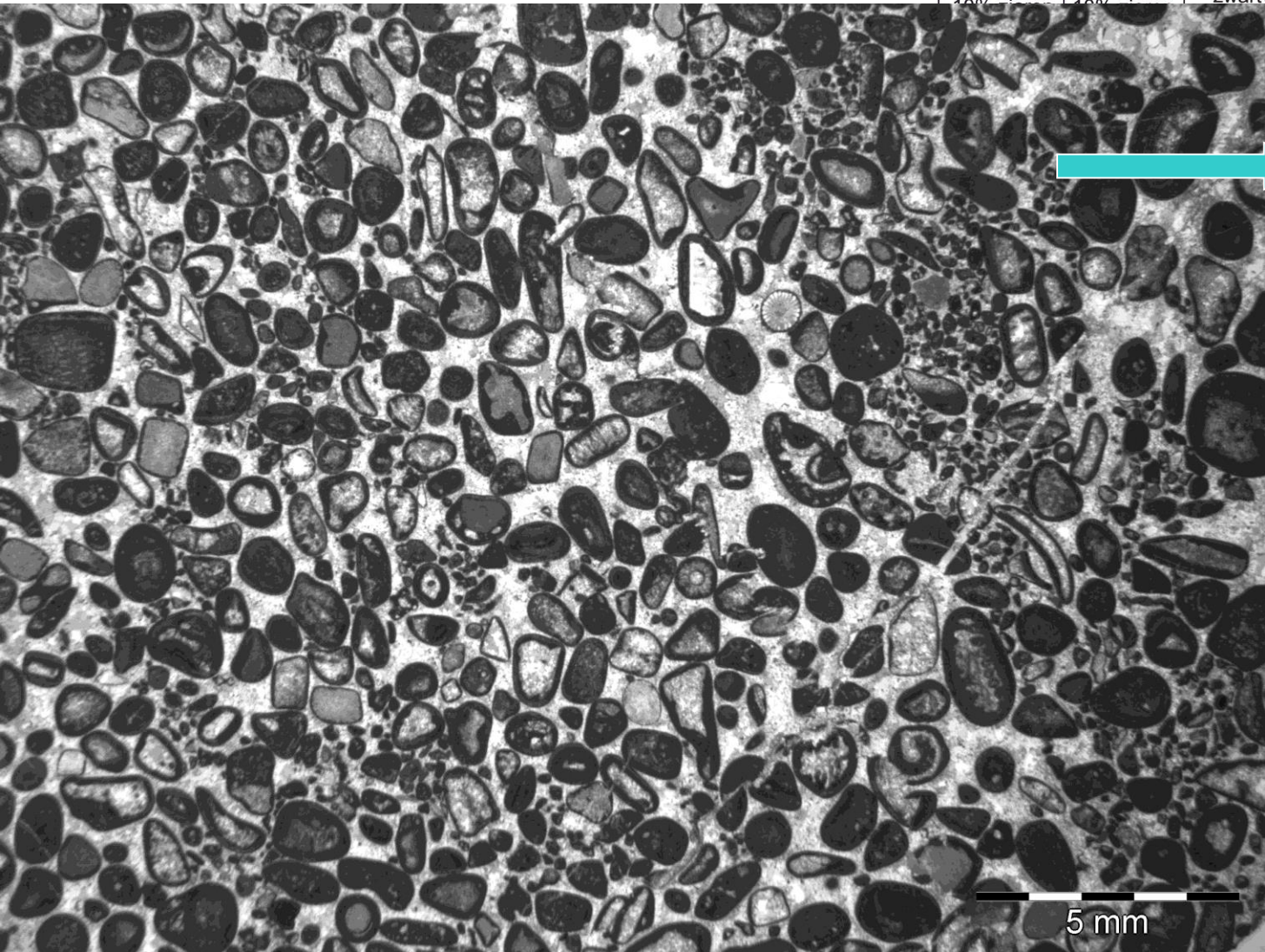
pierwotne składniki niepowiązane ze sobą podczas depozycji			
obecny muł węglanowy			
szkielet ziarnowy rozproszony		szkielet ziarnowy zwarty	brak mułu węglanowego
mniej niż 10% ziaren	więcej niż 10% ziaren		
mudston	wackston	packston	grain

pierwotne składniki niepowiązane ze sobą depozycyjnie	
> 10% ziaren > 2 mm	
szkielet ziarnowy rozproszony	szkielet ziarnowy zwarty, złożony z komponentów > 2 mm
floatston	rudston



Rys. 3.6.10. Zasady klasyfikacji Dunhama (1962) z uzupełnieniami Embry'ego i Klovana (1972)

Grainstone – (ziarnit)



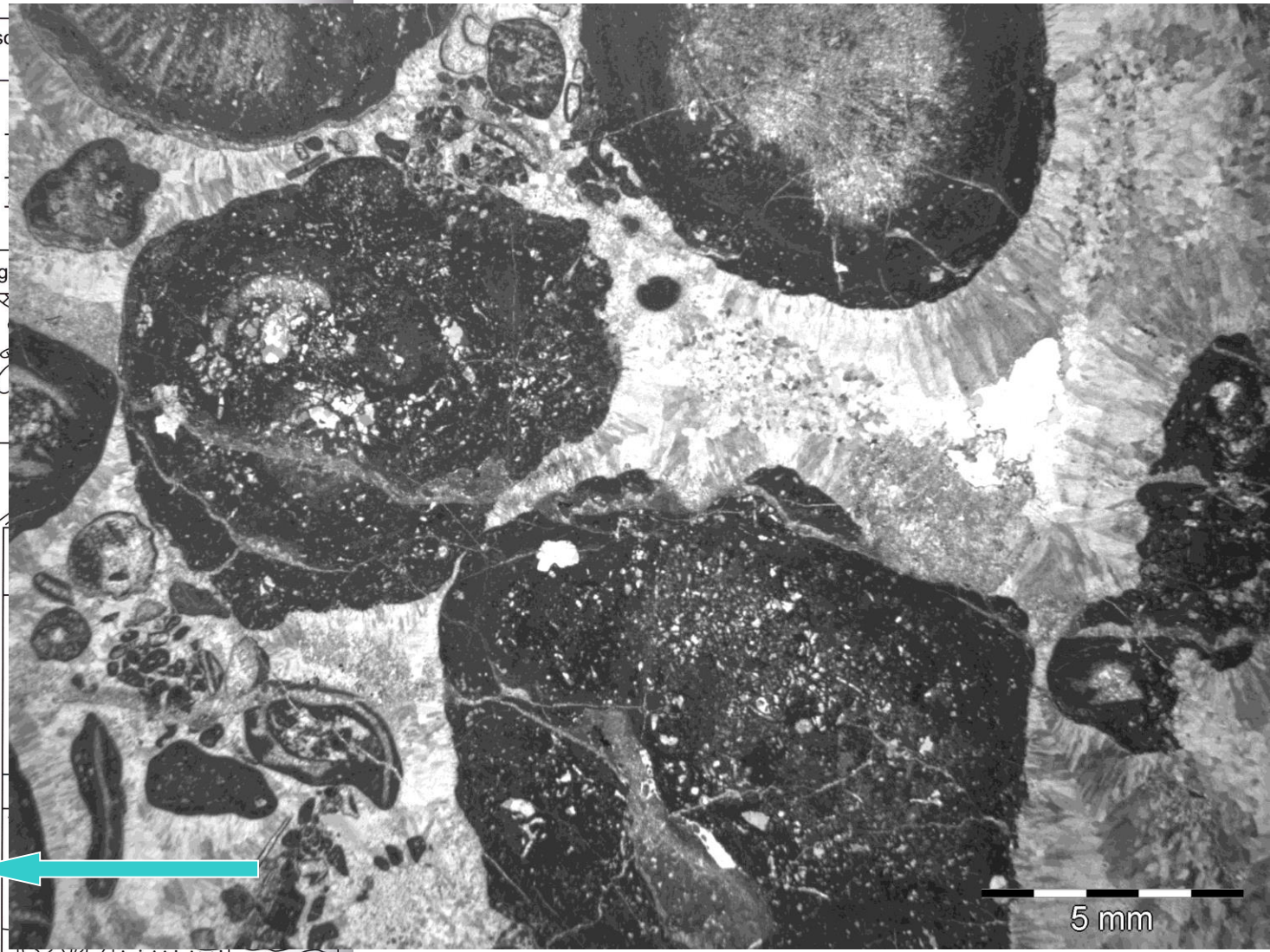
pierwotne składniki niepowiązane ze sobą podczas depozycji				obecny muł węglanowy	szkielet ziarnowy rozproszony	szkielet ziarnowy zwarty	brak mułu węglanowego, szkielet ziarnowy zwarty	pierwotne składniki powiązane ze sobą podczas depozycji	tekstury depozycyjne nierozpoznawalne				
mniej niż 10%		więcej niż 10%											
grainston				boundston				wapień krystaliczny					
bafflston				bindston				framston					
organizmy tworzą przegrody wylapujące osad				osad związany przez powłoki organiczne (np. stromatolity)				organizmy tworzą szkielet					

nhama (1962) z uzupełnieniami Embry'ego
vana (1972)

Rudstone (ziarnit)

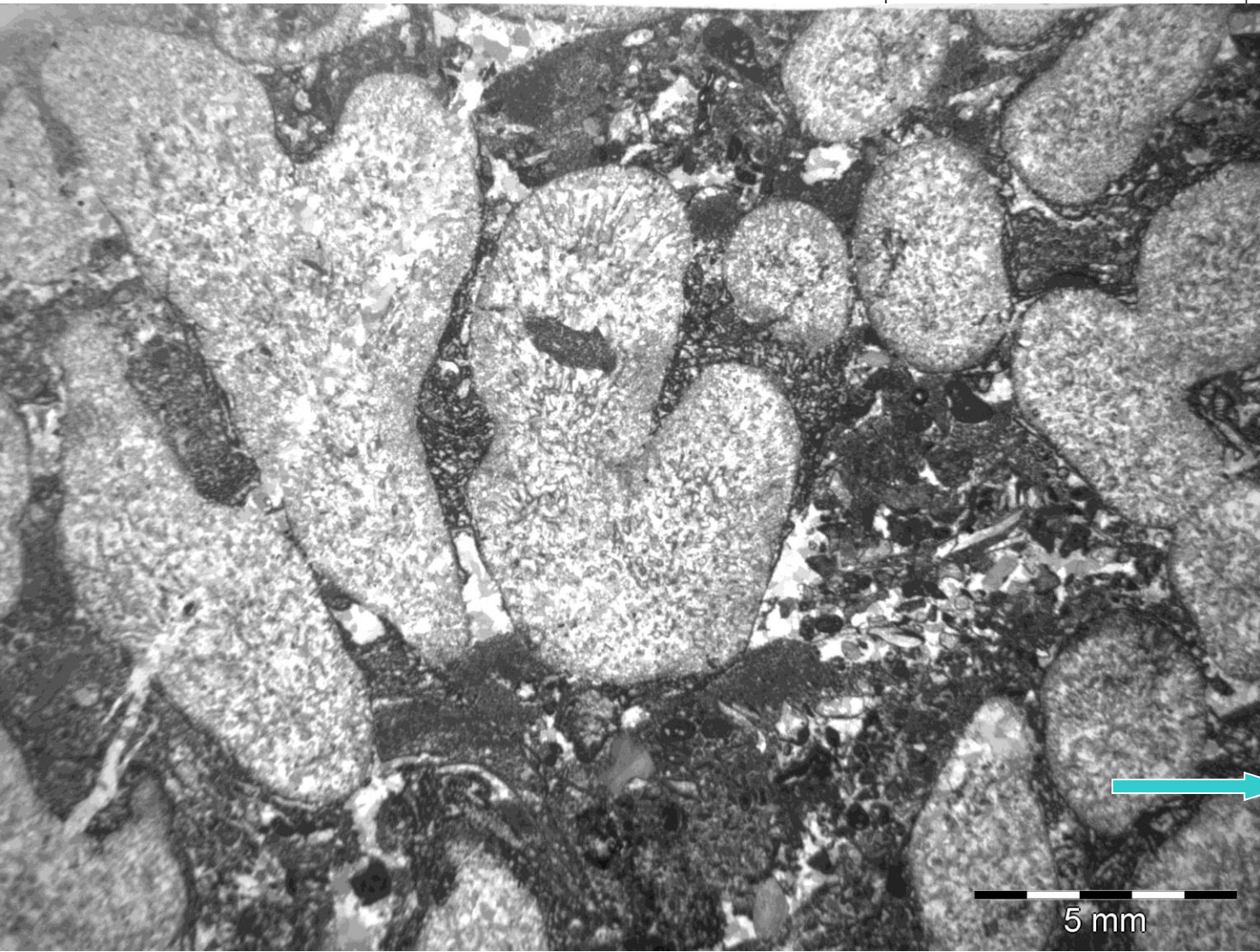
pierwotne składniki niepowiązane ze sobą podczas depozycji			
obecny muł węglanowy			
szkielet ziarnowy rozproszony		szkielet ziarnowy zwarty	
mniej niż 10% ziaren	więcej niż 10% ziaren		
mudston	wackston	packston	g

pierwotne składniki niepowiązane ze sobą depozycyjnie	
> 10% ziaren > 2 mm	
szkielet ziarnowy rozproszony	szkielet ziarnowy zwarty, złożony z komponentów > 2 mm
floatston	rudston



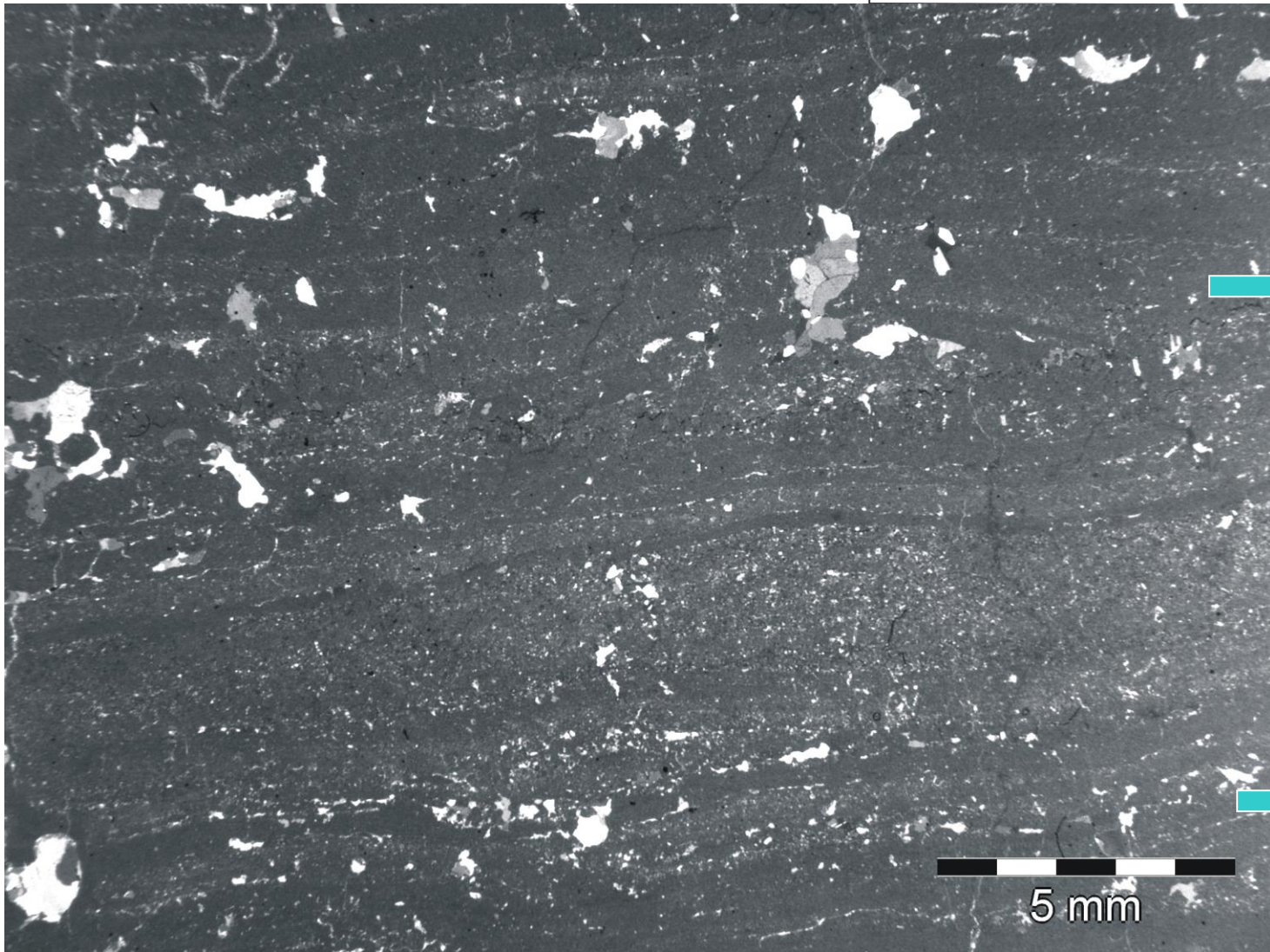
Rys. 3.6.10. Zasady klasyfikacji Dunhama (1962) z uzupełnieniami Embry'ego i Klovana (1972)

Boundstone (Bafflestone) biolityt



pierwotne składniki niepowiązane ze sobą podczas depozycji		pierwotne składniki powiązane ze sobą podczas depozycji	tekstury depozycyjne nierozpoznawalne
obecny muł węglanowy	brak mułu węglanowego, szkieleł ziarnowy zwarty		
	rainston	boundston	wapien krystaliczny
pierwotne składniki powiązane ze sobą podczas depozycji			
organizmy tworzą przegrody wypływające osad	osad związany przez powłoki organiczne (np. stromatolity)	organizmy tworzą szkielet	
bafflston	bindston	framston	
(1962) z uzupełnieniami Embry'ego 1972)			

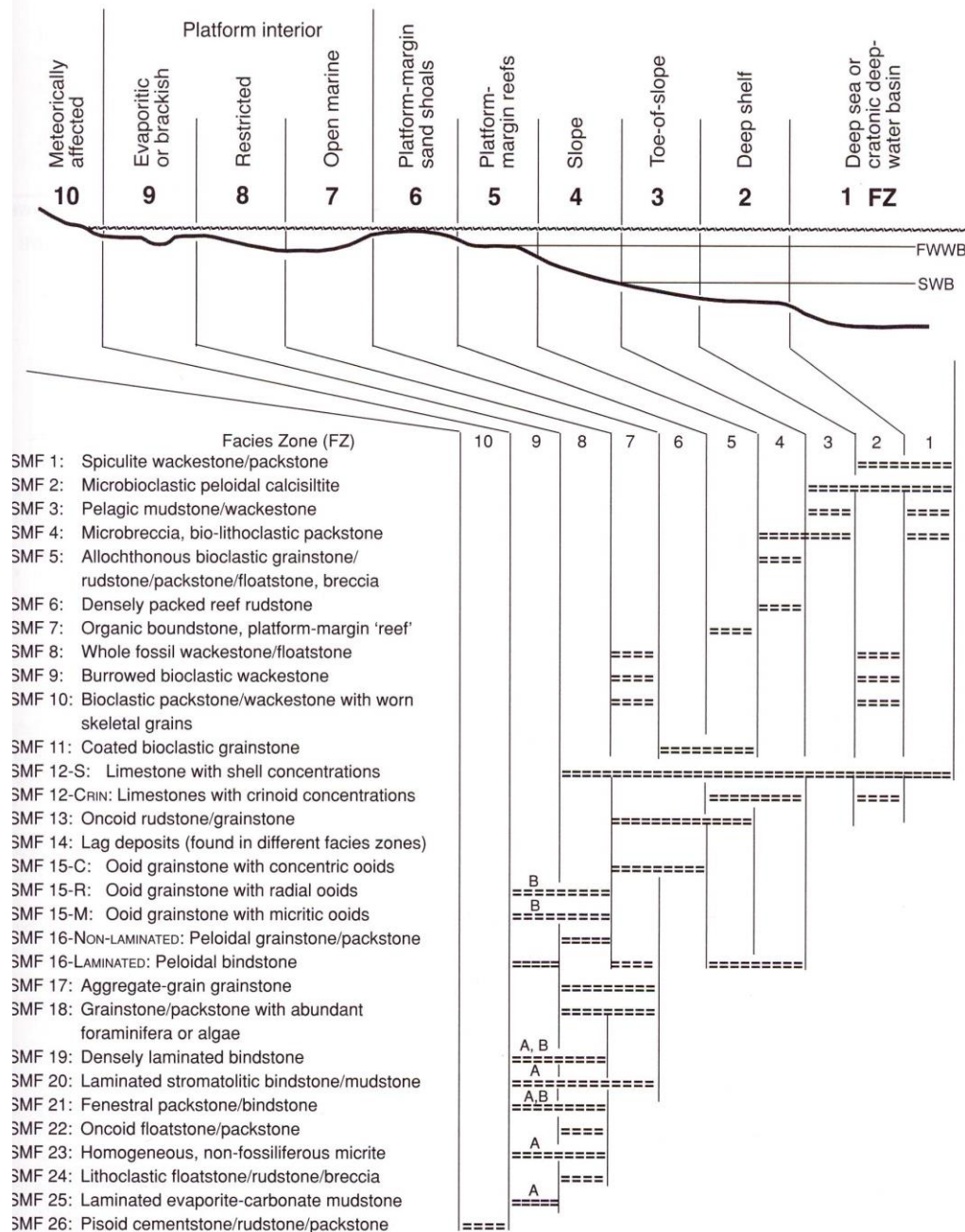
Boundstone (Bindstone) biolityt



pierwotne składniki niepowiązane ze sobą podczas depozycji		
węglanowego, szkieleł ziarnowy	pierwotne składniki powiązane ze sobą podczas depozycji	tekstury depozycyjne nierozpoznawalne
afalston	boundston	wapień krystaliczny
pierwotne składniki powiązane ze sobą podczas depozycji		
organizmy tworzą przegrody występujące osad	osad związany przez powłoki organiczne (np. stromatolity)	organizmy tworzą szkielet
afalston	bindston	framston

962) z uzupełnieniami Embry'ego i Kriovana (1972)

Przykłady rozprzestrzenienia odmian mikrofacjalnych na szelfie obrzeżonym na tle typowych stref facjalnych FZ



Standardowe mikrofacje SMF charakteryzują poszczególne środowiska depozycyjne (strefy facjalne)

FZ – Facies zone wg. Wilson 1975

SMF – Standard Microfacies wg. Flugel 2004

Standardowe strefy facjalne

na podstawie Wilson 1975, zmodyfikowane Flugel 2004

Basen i głęboki szelf

FZ 1A – głębokie morze (deep sea) – strefa poniżej podstawy falowania i strefy fotycznej, kilkaset do kilku tysięcy metrów głębokości, szerokie rozprzestrzenienie facjalne; głównie pelagiczne mudstone i wackestone oraz allochtoniczne packstone grainstone.

FZ 1B – kratoniczny głęboki basen (cratonic deep-water basin) – strefa poniżej podstawy falowania i strefy fotycznej, od około 30 do kilkuset metrów głębokości, szerokie rozprzestrzenienie facjalne; głównie pelagiczne mudstone i wackestone oraz magle

FZ 2 – głęboki szelf (deep shelf) – strefa pomiędzy normalną a sztormową podstawą falowania i strefy, kilkadziesiąt do około 200 metrów głębokości, szerokie rozprzestrzenienie facjalne; głównie wackestone oraz margle.

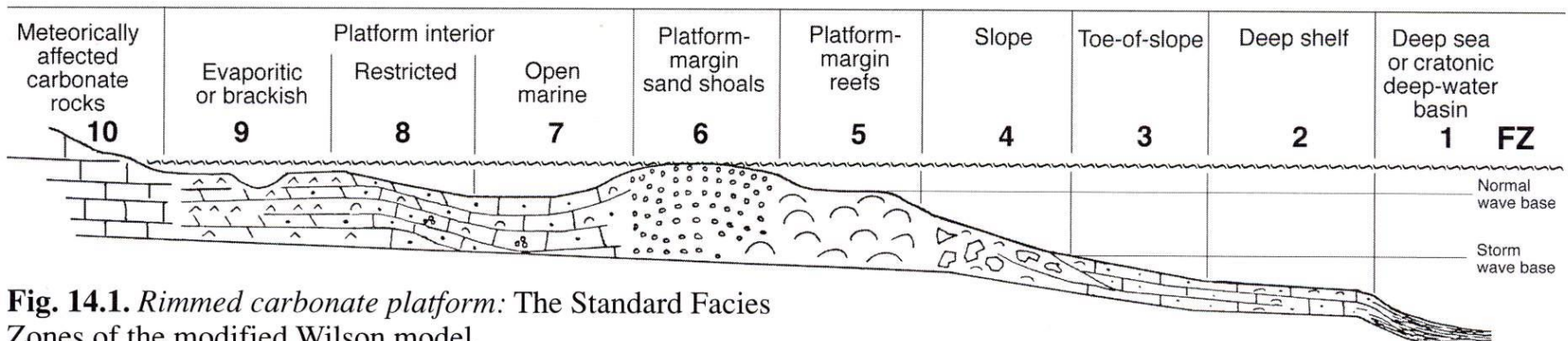


Fig. 14.1. *Rimmed carbonate platform: The Standard Facies Zones of the modified Wilson model.*

Standardowe strefy facjalne

na podstawie Wilson 1975, zmodyfikowane Flugel 2004

„podstawa” stoku i stok

FZ 3 – podstawa stoku (toe-of-slope – deep shelf margin) – strefa poniżej podstawy falowania kilkaset metrów głębokości, wąskie rozprzestrzenienie facjalne; głównie osady redeponowane (allochtoniczne) packstone oraz grainstone

FZ 4 – stok (slope) – wąskie rozprzestrzenienie facjalne; osady deponowane na nachylonym stoku, głównie osady redeponowane (allochtoniczne) packstone, floatstone, grainstone oraz brekcje

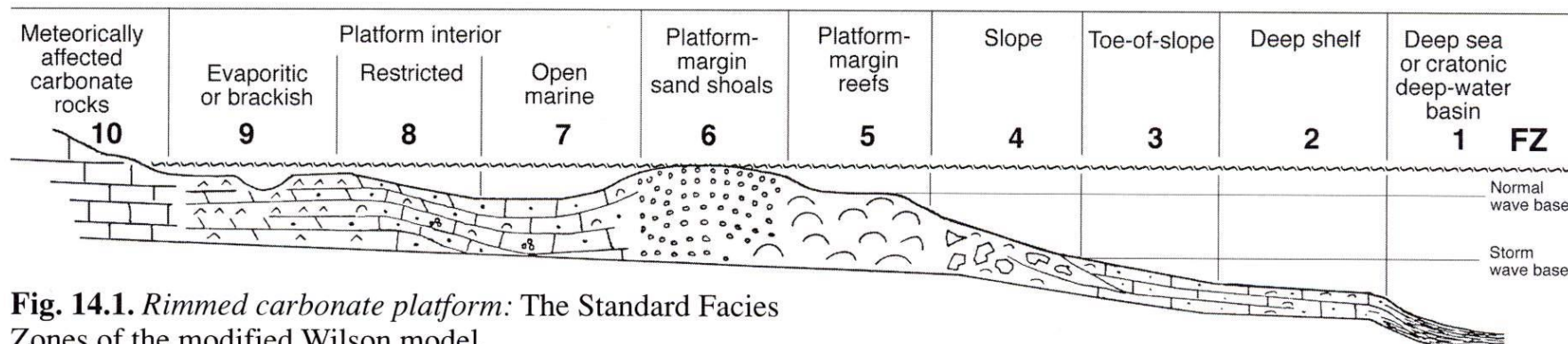


Fig. 14.1. *Rimmed carbonate platform: The Standard Facies Zones of the modified Wilson model.*

Standardowe strefy facjalne

na podstawie Wilson 1975, zmodyfikowane Flugel 2004

Rafy górnej części stoku i krawędzi platformy

FZ 5 – Rafy (platform-margin reefs) – wąskie rozprzestrzenienie facjalne; zwykle w obrębie podstawy falowania, głównie osady reprezentujące różnego typu budowle węglanowe, framestone, floatstone, bafflestone, bindstone, rudstone

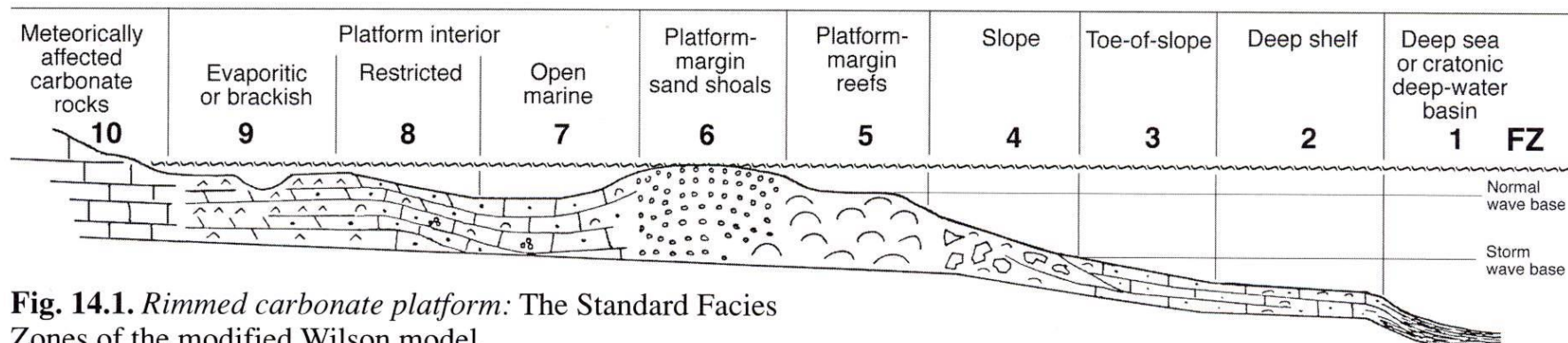


Fig. 14.1. *Rimmed carbonate platform:* The Standard Facies Zones of the modified Wilson model.

Standardowe strefy facjalne

na podstawie Wilson 1975, zmodyfikowane Flugel 2004

krawędź platformy, łachy „piaszczyste”

FZ 6 – wydłużone łachy, mielizny, plaże niekiedy wyspy na krawędzi platformy (platform-margin sand shoals) – wąskie rozprzestrzenienie facjalne; zwykle w obrębie podstawy falowania lub nad nią, duże oddziaływania prądów pływowych (tidal currents), dobrze wysortowane piaski **węglanowe**, często zbioturbowane i warstwowane przekątnie, podstawowe komponenty to ziarna szkieletowe (bioklasty) i ooidy, częste ślady subarealnych wynurzeń, grainstone, rudstone.

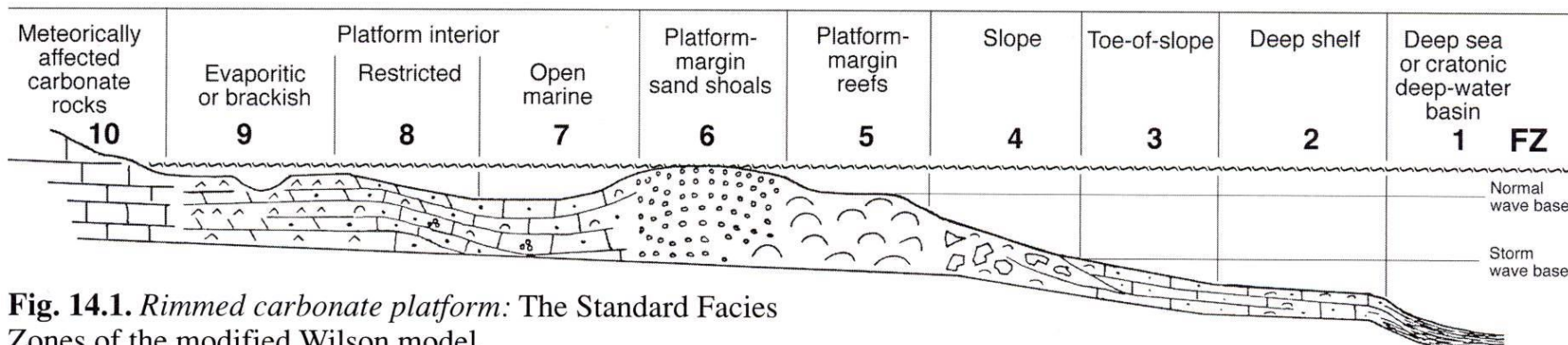


Fig. 14.1. *Rimmed carbonate platform: The Standard Facies Zones of the modified Wilson model.*

Standardowe strefy facjalne

na podstawie Wilson 1975, zmodyfikowane Flugel 2004

Otwarte morze platformowe

FZ 7 – wewnętrzna strefa platformy, warunki otwartego morza (platform-interior-open marine) – szerokie rozprzestrzenienie facjalne; zwykle w obrębie podstawy falowania lub nad nią, płaskie dno, gdy posiada izolowane (restricted) strefy nazywana laguną, głębokość kilka do kilkudziesięciu metrów, liczna fauna, zróżnicowane typy osadów floatstone, packestone, wackestone, mudstone.

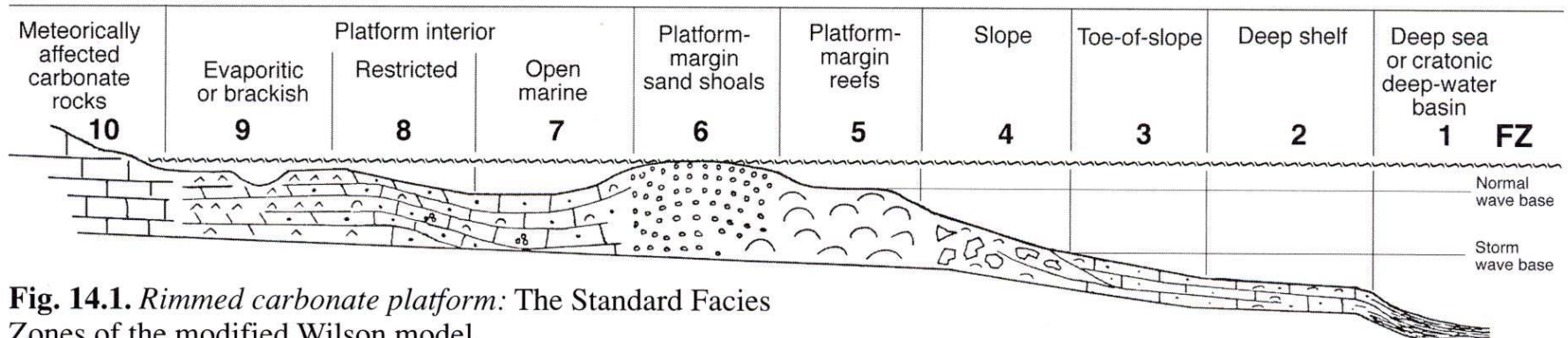


Fig. 14.1. *Rimmed carbonate platform: The Standard Facies Zones of the modified Wilson model.*

Standardowe strefy facjalne

na podstawie Wilson 1975, zmodyfikowane Flugel 2004

„izolowane” morze platformowe

FZ 8 – wewnętrzna strefa platformy, warunki „izolowanego” morza (platform-interior-restricted marine) – szerokie rozprzestrzenienie facjalne; zwykle w obrębie podstawy falowania lub nad nią, płaskie dno, obszar izolowany od otwartych wód oceanicznych (na zapleczu barier) co powoduje zmienność w zasoleniu i temperaturze, głębokość kilka do kilkudziesięciu metrów, zróżnicowane typy osadów, wackestone, mudstone, bindstone, dolomity.

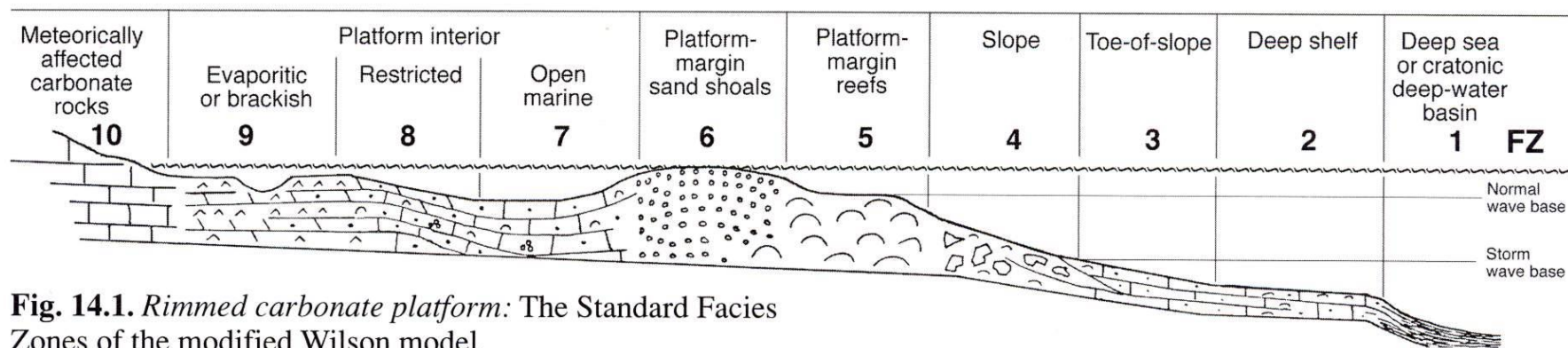


Fig. 14.1. *Rimmed carbonate platform: The Standard Facies Zones of the modified Wilson model.*

Standardowe strefy facjalne

na podstawie Wilson 1975, zmodyfikowane Flugel 2004

Przybrzeżna część platformy ewaporacyjnej w suchych (arid) warunkach

FZ 9A – wewnętrzna strefa platformy, (arid platform interior-evaporitic) – szerokie rozprzestrzenienie facjalne; epizodyczny wpływ wód normalno morskich, płaskie dno, głównie gipsy, anhydryty oraz zdolomityzowane muły.

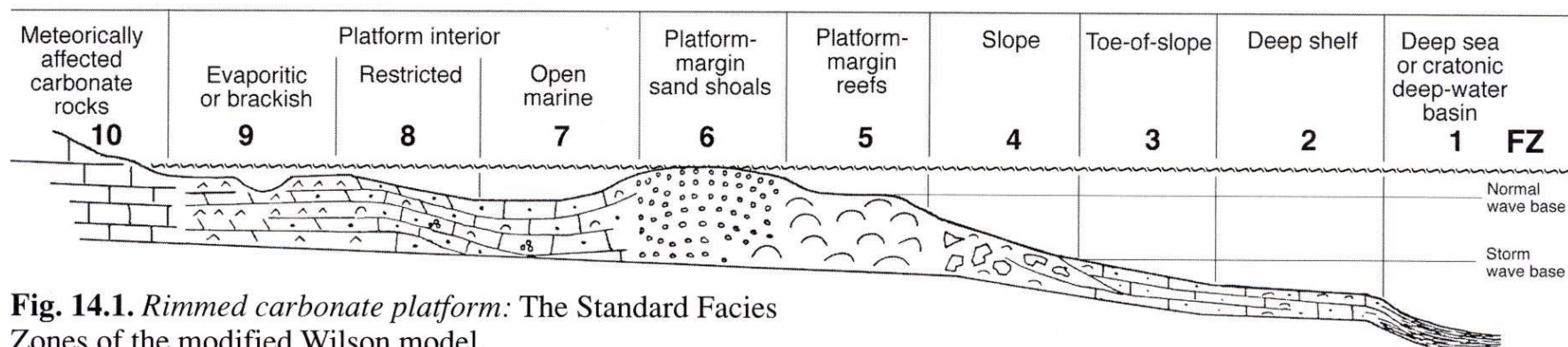


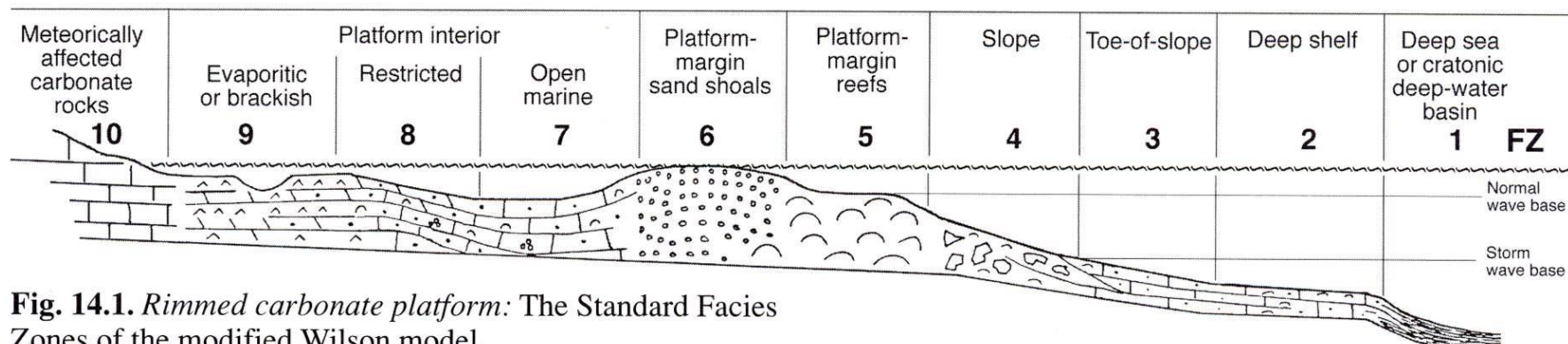
Fig. 14.1. *Rimmed carbonate platform: The Standard Facies Zones of the modified Wilson model.*

Standardowe strefy facjalne

na podstawie Wilson 1975, zmodyfikowane Flugel 2004

Przybrzeżna część platformy ewaporacyjnej w wilgotnych (humid) warunkach

FZ 9B – wewnętrzna strefa platformy, (humid platform interior-brackish) – wąskie rozprzestrzenienie facjalne; epizodyczny wpływ wód normalno-morskich, płaskie dno często w strefie nad zalewowej (supratidal), warunki brakiczne, zwykle mudstone.



Standardowe strefy facjalne

na podstawie Wilson 1975, zmodyfikowane Flugel 2004

Paleokras, kalicze i inne lądowe i lądowo-morskie strefy

FZ 10 –wapienie w strefach wilgotnych lub suchych w warunkach meteorytycznych, (humid and arid often subareally exposed, meteorically influenced limestones) – kras w warunkach wadycznych, procesy pedogeniczne

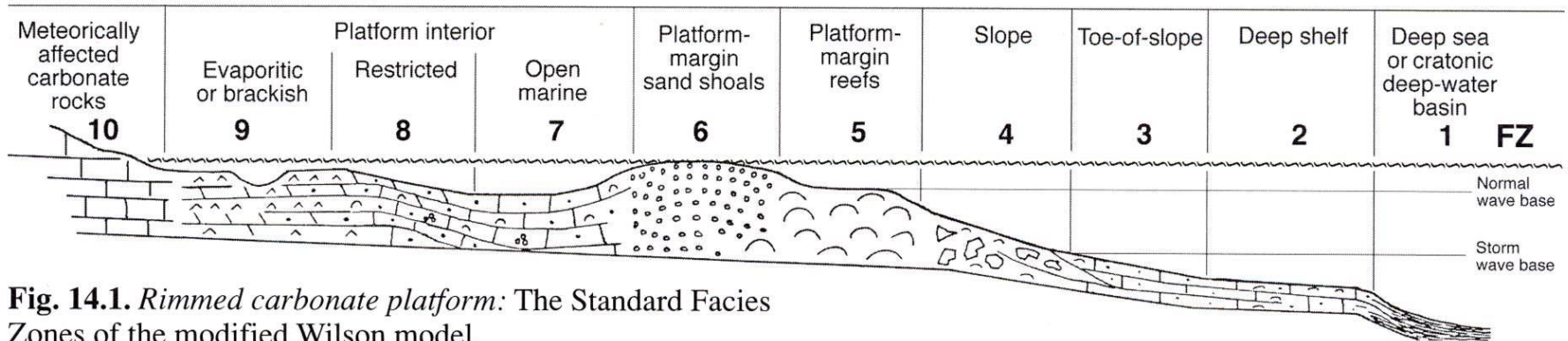


Fig. 14.1. *Rimmed carbonate platform:* The Standard Facies Zones of the modified Wilson model.