



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

SKAŁY WĘGLANOWE

Przegląd skał węglanowych

**Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki**

Kraków 2014

SKAŁY WĘGLANOWE

WAPIENIE



- niemal zawsze kalcyt
- młode osady
z domieszką aragonitu



DOLOMITY



- co najmniej 50% dolomitu
- w wyniku dolomityzacji
(Ca → Mg)



SYDERYTY



- zbudowane z syderytu



Skąły węglanowe

FACJE (w sensie sedimentologicznym) – zespół osadów tworzących się najczęściej w obrębie jednego zbiornika sedimentacyjnego i cechujące się różnym wykształceniem litologicznym – litofacja (np.: piaskowce, piaski wapniste, wapienie piaszczyste, wapienie), a czasem genetycznym np.: facja *lagunowa*, *turbidytowa*, *eoliczna*, *głębokomorska* itd.) (horyzontalna zmienność litologiczna osadów).

Skąły węglanowe - domieszki

- ***materiał terygeniczny*** - (słabo zapiaszczone – wapienie piaszczyste, silnie zapiaszczone – piaskowce wapniste),
- ***minerałów ilastych*** – margle (zaw. kalcytu i min ilaste),
- ***dolomitu*** - wapienie dolomityczne – skały o mieszanym składzie zawierające kalcyt i dolomit,

Skąły węglanowe - geneza

- na drodze chemicznej (wytrącenie z roztworu),**
- na skutek nagromadzenia wapiennych szkieletów obumarłych organizmów lub ich fragmentów,**
- w wyniku procesów biochemicznych.**



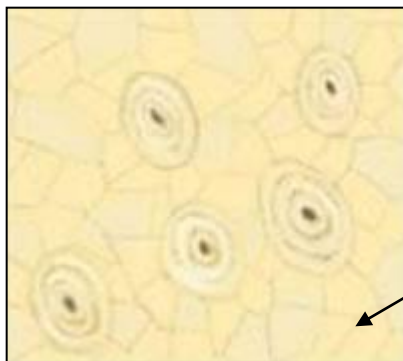
AGH

Skąły węglanowe - skąd

Składają się z masy podstawowej i tkwiących w nim (czasami) różnorodnych składników ziarnowych.



Mikryt – są to niedostrzegalne makroskopowo kryształy kalcytu o wymiarach rzędu 0,004 mm. Mogą być jedynym składnikiem wapieni tworząc *wapienie mikrytowe*. Może tworzyć spoiwo różnego rodzaju składników ziarnowych. Mikryt może być transportowany. Współczesny mikryt powstaje przez dezintegrację glonów wapiennych.



Sparyt – są to kryształy kalcytu o wymiarach dostrzegalnych makroskopowo.



AGH

Klasyfikacja wapieni

- **Podział teksturalny wapieni:**

1. W. Biogeniczne – to wapienie wytworzone z organizmów w tzw. pozycji wzrostu. Przykłady: różnego rodzaju wapienie rafowe, stromatolity i laminity. Te dwa ostatnie to wapienie tworzące warstwy powstałe przy współudziale sinic. Charakterystyczną cechą jest laminowana budowa. W stromatolicie – laminy wypięte są kopułkowo.

2. W. Sparytowe – wapienie, zbudowane z kryształów kalcytu dostrzegalnych gołym okiem, których ziarna uległy zatarciu i są praktycznie niewidoczne, nierozpoznawalne.

3. W. Mikrytowe – są to wapienie, których zasadniczym składnikiem jest mikryt albo sparyt. Przykładem są różnego rodzaju wapienie: organodetrytyczne lub wapienie krynoidowe lub wapienie, których głównym składnikiem są ooidy – wapienie ooidowe.

Skąły węglanowe – masa podstawowa



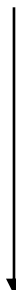
**mikrytowa
masa podstawowa**



Wapień mikrytowy

Skąły węglanowe – masa podstawowa

**sparytowa
masa podstawowa**



Wapień sparytowy

Skąły węglanowe – pseudosparyt



Pseudosparyt – są to dostrzegalne makroskopowo kryształy kalcytu. Powstają na skutek rekryształizacji, czyli wzrostu wielkości kryształów w procesach diagenety. W efekcie działania tego procesu może dojść do zatarcia pierwotnych skał. Powstałe skały mają tekstury krystaliczne lub sparytowe.

Składniki ziarnowe wapieni



- **bioklasty** – elementy szkieletowe zwierząt/roślin, które uległy pokruszeniu.



- **litoklasty** - są to fragmenty skał i minerałów pochodzące z erozji z lądu otaczającego basen sedymentacyjny. W szczególnym wypadku mogą to być wyłącznie okruchy wapieni lub dolomitów. Oprócz tego litoklastami są ziarna kwarcu, skaleni, fragmenty skał itp.
- **intraklasty** - fragmenty świeżo złożonego osadu węglanowego który uległ erozji i redepozycji w tym samym basenie sedymentacyjnym.

Składniki ziarnowe wapieni



- **oolidy** - makroskopowo dostrzegalne ziarna pochodzenia chemicznego (wymiary od pół mm do 2mm). Z reguły mają kulisty kształt. Ziarna te tworzą się na skutek wytrącania kalcytu z przesyconego roztworu wodnego, na klastycznym jądrze (ziarnko piasku, intraklast, okruch muszli itp.). Powłoki wytrącają się współśrodkowo. Zawsze tworzą się w płytkich, ruchliwych środowiskach. Tworzą **wapienie oolitowe**.

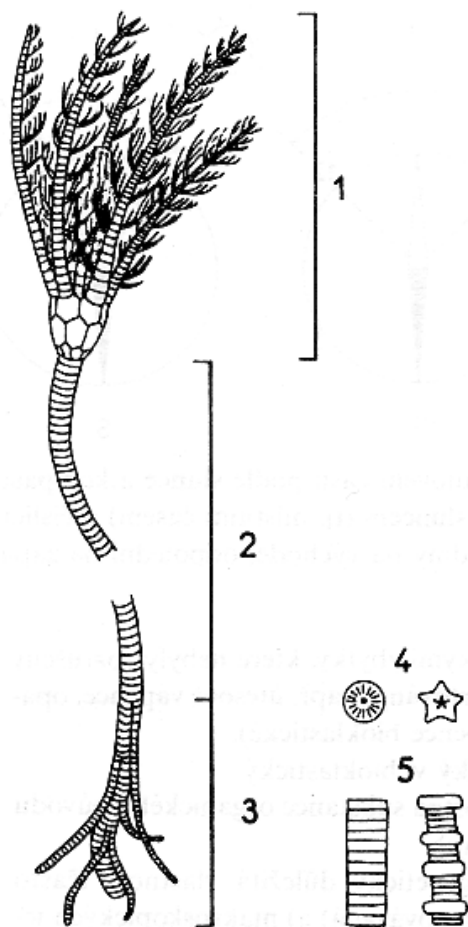


- **onkoidy** - sferoidalne ziarna od ułamka cm do kilku cm, pochodzenia organicznego, tworzone biochemicznie przez **sinice** - cyjanobakterie mające zdolność wytwarzania galaretowatej lepkiej substancji do których przyczepia się muł węglanowy. Powłoki przyrastają nieregularnie.
- **peloidy** - zbudowane z kalcytu ale mniejsze od 0,4mm. Najczęściej określa się ziarna o problematycznym składzie. Niektóre z peloidów są odchodami zwierząt (*koprolity*)

Sinice, cyjanofity, cyjanobakterie



Składniki ziarnowe wapieni



trochity – segmenty krynoidów (liliowców). Najczęściej w kształcie walca, pięcioramiennej gwiazdy lub pięciokąta, z wyraźną punktem - „dziurką” w środku. Każdy segment stanowi jeden kryształ kalcytu. Szczątki liliowców rzadko występujące w całości, najczęściej są pokruszone i redeponowane. Nagromadzenia tworzą organodetrytyczne wapienie krynoidowe (zbudowane wyłącznie z trochitów) i trochitowe (mikrytowe z pojedynczymi ziarnami trochitów). Trochity w trakcie diagenety przekształcają się, tracąc swe pierwotne kształty, środkowy otwór z czasem też wypełnia się kalcytem. Tworzą się grubosparytowe wapienie krynoidowe (pseudosparyt).

1 – kielich (korona), 2 - łodyga, 3 - część korzeniowa, 4 – człony łodygi (trochity) w przekroju,

5 – fragmenty łodyg złożone z trochitów

Przykłady - wapień oolitowy



Przykłady - wapień onkolitowy



Przykłady - wapień onkolitowy



Klasyfikacja morskich wapieni chemicznych i biochemicznych



- **mikrytowe** - wyłącznie masa podstawowa (wapienie pelagiczne - powstające w znacznym oddaleniu od wybrzeża morskiego)



- **detrytyczne** - zasadniczym składnikiem są intraklasty



- **oolitowe i pizolitowe** - głównie zawierają ooidy / pizoidy

Klasyfikacja morskich wapieni chemicznych i biochemicznych c.d.



- **onkolitowe** - występują w nich onkoidy

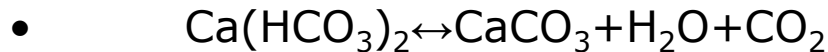


- **stromatolity** - powstają wskutek biochemicznego wytrącania CaCO_3 przez kolonie sinic na dnie basenu sedimentacyjnego

Klasyfikacja lądowych wapieni chemicznych i biochemicznych



- **martwice wapienne i trawertyny** - wytrącają się z wód źródlanych/rzecznych bogatych w CaCO_3 . Tworzą się najczęściej przy źródłach, wodospadach, na żeremiach bobrów, na brzegach zarastających i wysychających jezior. Bezpośrednią przyczyną ich powstaje ubytek CO_2 do atmosfery, który może być spowodowany zmianą ciśnienia, temperatury, a w szczególności pochłanianiem CO_2 przez rośliny (fotosynteza). Tworzą się na łodygach i liściach roślin porastających brzegi akwenu przez krystalizację kalcytu z kwaśnego węglanu wapna $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$. Po obumarciu tych roślin powstają pustki. Charakteryzują się wysoką porowatością. Kopalne martwice to – trawertyny.



Klasyfikacja lądowych wapieni chemicznych i biochemicznych

- **nawary wapienne** - zbudowane z aragonitu, powstają lokalnie wokół gorących źródeł.
- **kreda jeziorna** - to skały węglanowe utworzone w jeziorach, bagniskach i na podmokłych łąkach. Źródłem węglanu wapnia w tych środowiskach są główne rzeki lub ciekі podziemne (które zawierają rozpuszczony węglan wapnia $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$). Są to skały miękkie, porowate, zawierające często lądowe organizmy gł. ślimaki płucodyszne i małże. Na skutek zmian środowiskowych i działalności roślin dochodzi do wytrącenia CaCO_3 .
- **gytia wapnista** – biogeniczny osad jezior eutroficznych (słodkowodne jeziora odznaczające się dużą koncentracją substancji odżywczych rozpuszczonych w wodzie) lub bagien złożony z detrytusu roślinnego i materiału ilastego i biochemicznie wytrąconych węglanów.
- **nacieki wapienne** - powstają w jaskiniach w wyniku wytrącania CaCO_3 z wód podziemnych.



Przykłady - martwica wapienna



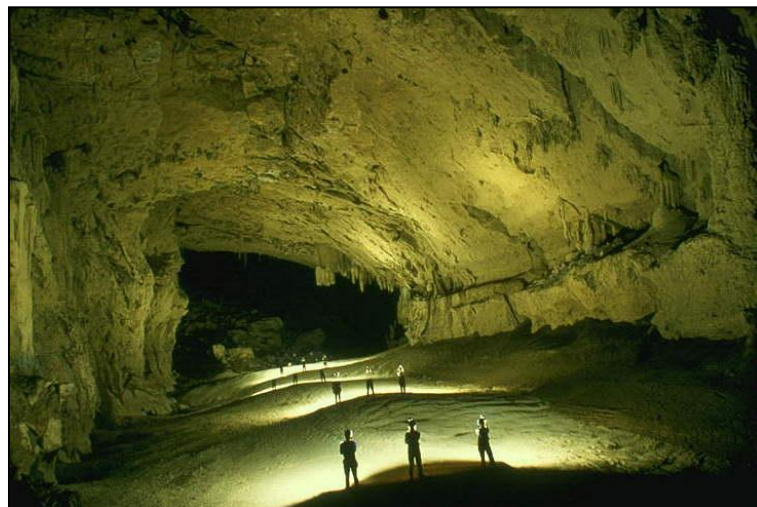
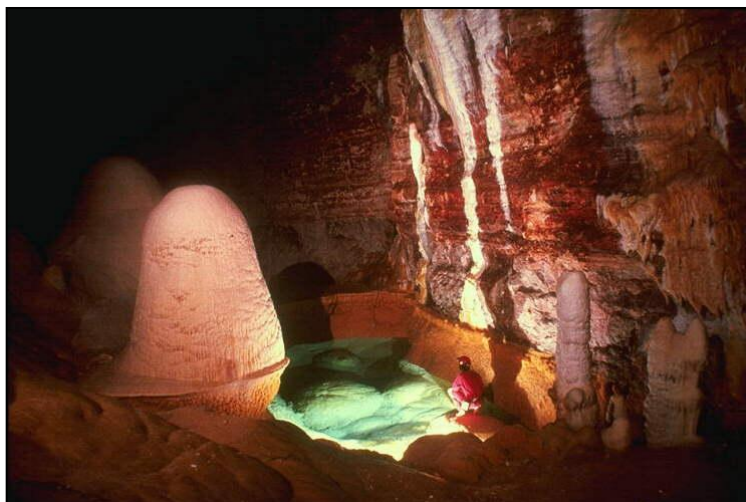
Ślad po łodydze

Przykłady - gytia wapnista



muszle ślimaków
lądowych

Nacieki jaskiniowe



Klasyfikacja morskich wapieni organogenicznych



- **krynoidowe** - złożone z kalcytowych elementów szkieletowych liliowców (crinoidea) – nazywanych trochitami.

Klasyfikacja morskich wapieni organogenicznych



Liliowce (Crinoidea)

najważniejsze skałotwórczo
organizmy z grupy szkarłupni



Wapienie krynoidowy



fragmenty
łodyg liliowców

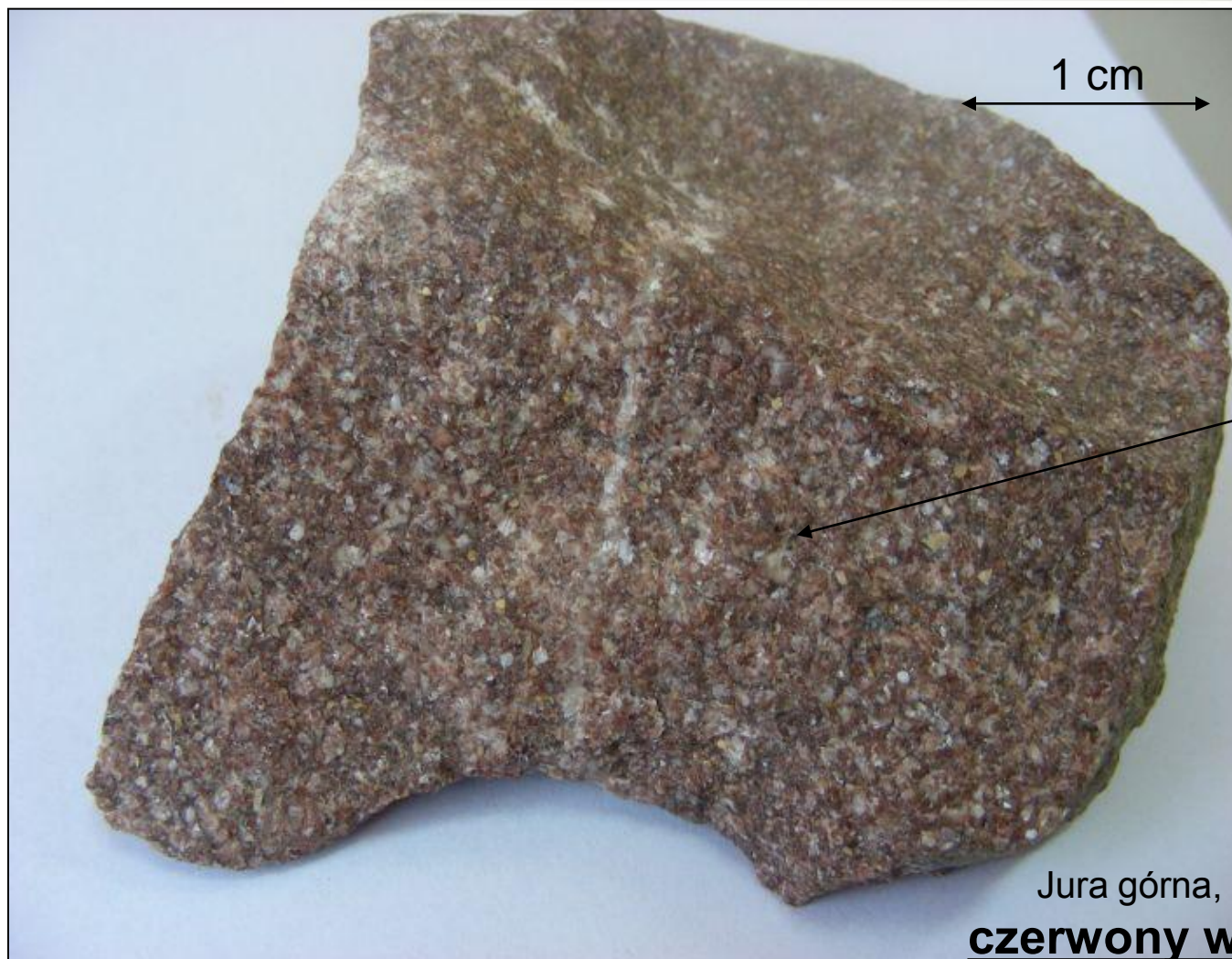
Wapienie trochitowe



trochity
w mikrytowej
masie
podstawowej

*trias śr., dolny wapień muszlowy,
warstwy gogolińskie, Psary k. Krzeszowic*
mikrytowy wapień trochitowy

Wapienie krynoidowy



przekryształizowane trochity
tworzące pseudosparytową
masę podstawową

Jura górna, Pieniny, Czajakowa Skała
czerwony wapień krynoidowy

Klasyfikacja morskich wapieni organogenicznych



- **litotaminowe** - zwapniałe plechy krasnorostów (gromada glonów należących do królestwa roślin).

Klasyfikacja morskich wapieni organogenicznych



- **Wapień nummulitowe** (wczesny trzeciorzęd) skały zbudowane w dużej mierze z otwornic z rodzaju *Nummulites*. Były to, otwornice (największe pierwotniaki) dorastające do 1X [cm]. Największa znaleziona dotąd skorupka ma 19 cm średnicy. Tym samym gatunek ten, nazwany *Nummulites maximus*, uznać należy za największy organizm jednokomórkowy znany nauce.

Pozostałości numulitów, grupy całkowicie wymarłej, znajdujemy w Tatrach. Ich kilkucentymetrowe skorupki dostrzec można w eoceńskich skałach wapiennych budujących ściany m.in. *doliny Kościeliskiej, doliny Strążyskiej*.



AGH

Wapienie numulitowe



numulity

Eocen, Tatry
wapień numulitowy



AGH

Wapienie numulitowe



numulity

Eocen, Tatry
wapień numulitowy



AGH

Wapienie numulitowe



numulity

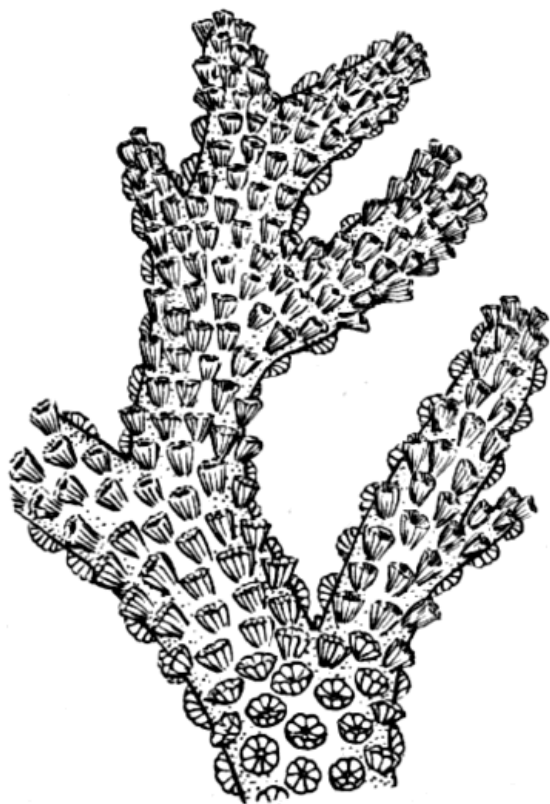
Eocen, Tatry
wapień numulitowy

Klasyfikacja morskich wapieni organogenicznych

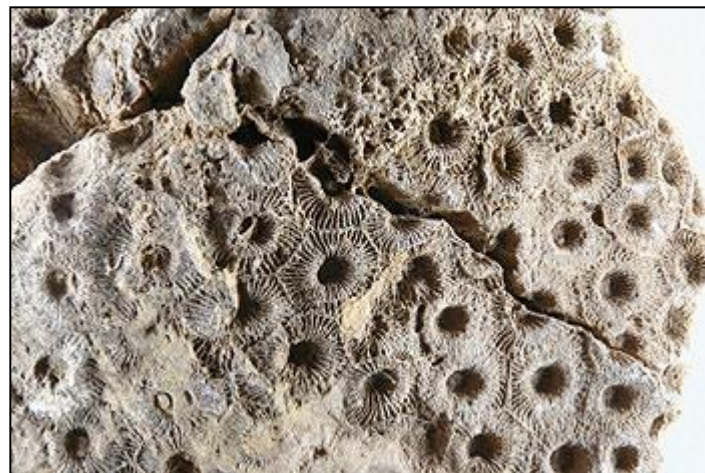
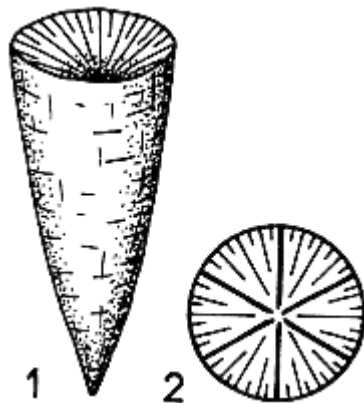


- **zlepy muszlowe** – nazywane też muszlowcami, są to duże nagromadzenia skorup małży, ślimaków, ramienionogów, dużych otwornic, mszywiolów i innych.
- wapienie zbudowane ze szczątków muszli nazywane są wapieniami organodetrytycznymi.

Klasyfikacja morskich wapieni organogenicznych



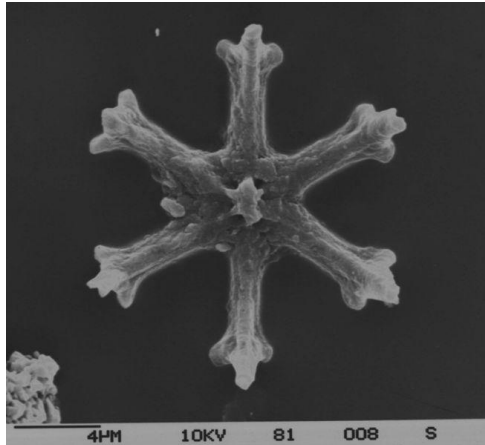
- **wapień rafowe** - zbudowane z kopanych zespołów fauny bentonicznej o wapiennych szkieletach
- organizmami rafotwórczymi są: korale, stułbiopławy, mszywioly, robaki (serpule), gąbki wapienne i niektóre glony



stułbiopławy (wapień biolitowe) dawno wymarłe, pierwsze organizmy rafotwórcze, których przedstawicielami są gałązkowate amphipory lub bulaste, warstwowato-koncentrycznie narastające stromatopory (sylur, dewon).

Klasyfikacja morskich wapieni organogenicznych

- **kreda pisząca** – miękkie, rozcieralne, silnie porowate, nieziarniste wapienie zbudowane ze skorupek otwornic (5-40%) obok fragmentów skorup małży, koralów, licznych kokolitów (glony) (10-75%) i mikrytu kalcytowego (5-60%).
- nazywane są też mułem kokolitowych



← **kokkolity - mikroskopowe (max. 0,01 mm)**
glony z grupy Coccolithophyceae,
stanowiące główne tworzywo kredy.

Klasyfikacja morskich wapieni organogenicznych

- Ekosystem **sinic** i **bakterii** (od dołu bakterie beztlenowe, bakterie tlenowe zdolne do fotosyntezy i na wierzchu sinice),
- Sinice żyły generalnie w płytkiej wodzie. Czerpały energię pobierając **dwutlenek węgla** i **światło słoneczne**, produkowały zarazem **tlen**
- Śluz generowany przez sinice spajał budowle w całość i powodował przyczepianie drobin mułu – które w końcu utworzyły stromatolity,
- Sinice obumierały. Na nich tworzyły się nowe powodując przyrost kolejnych warstewek stromatolitu,



Przyrost ok. 0.04 mm/rok,

Środowisko:

woda płytka – kopuły lub rozległe

powierzchnie płaskie

woda głębsza – stożki (mniej światła)

Stromatolity



Stromatolity (budowle cyjanobakteryjne)
(Australia, Zat. Rekinów – Shark Bay – ok. 3.5 mld. lat)

Stromatolity



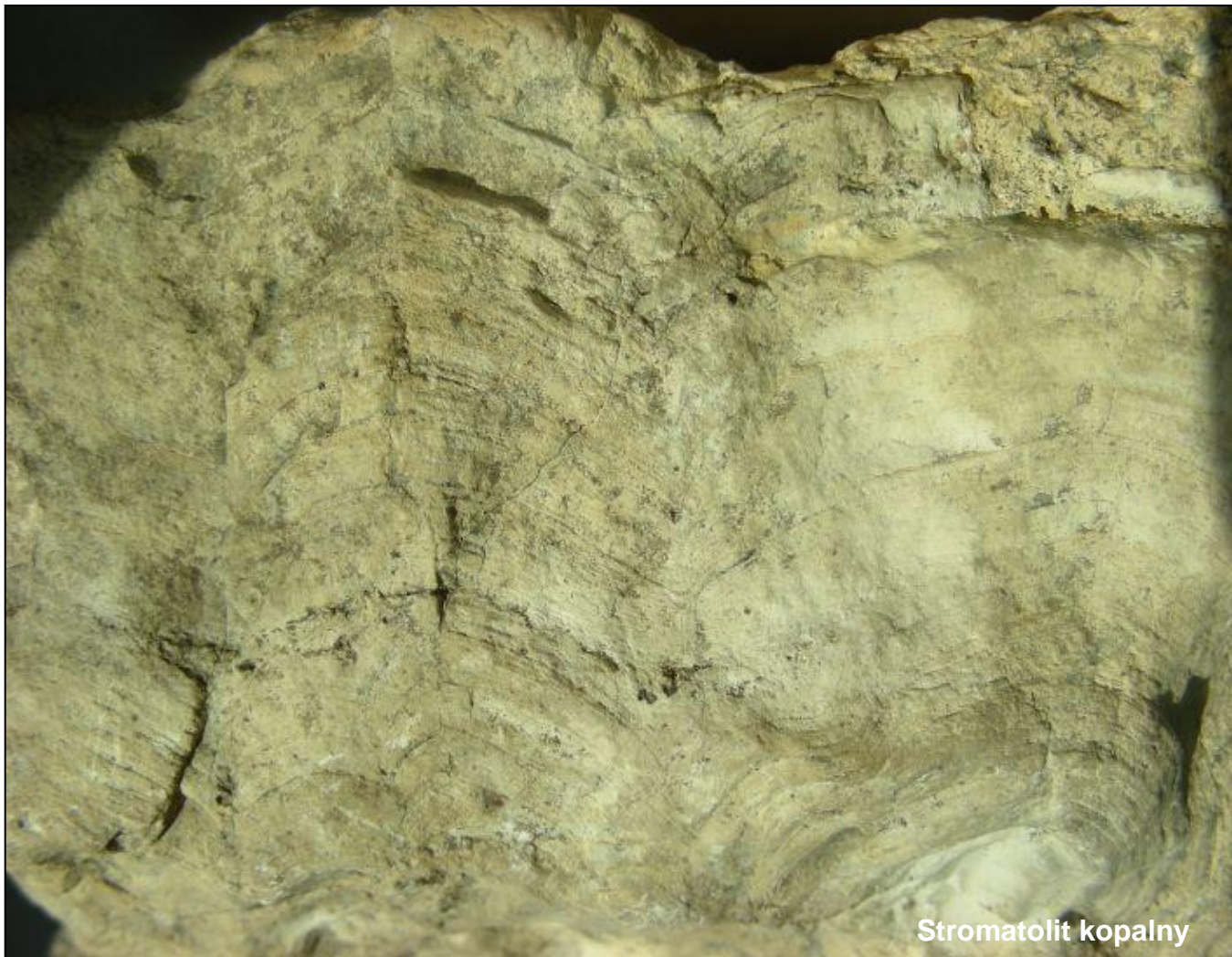
Stromatolity
(Australia, Zat. Rekinów – Shark Bay – ok. 3.5 mld. lat)

Stromatolity



Budowle Stromatolitowe

Stromatolity



Stromatolit kopalny

Wapienie gąbkowe



Gąbka wapienna *Sycon ciliatum*



Spongia officinalis, Morze Adriatyckie



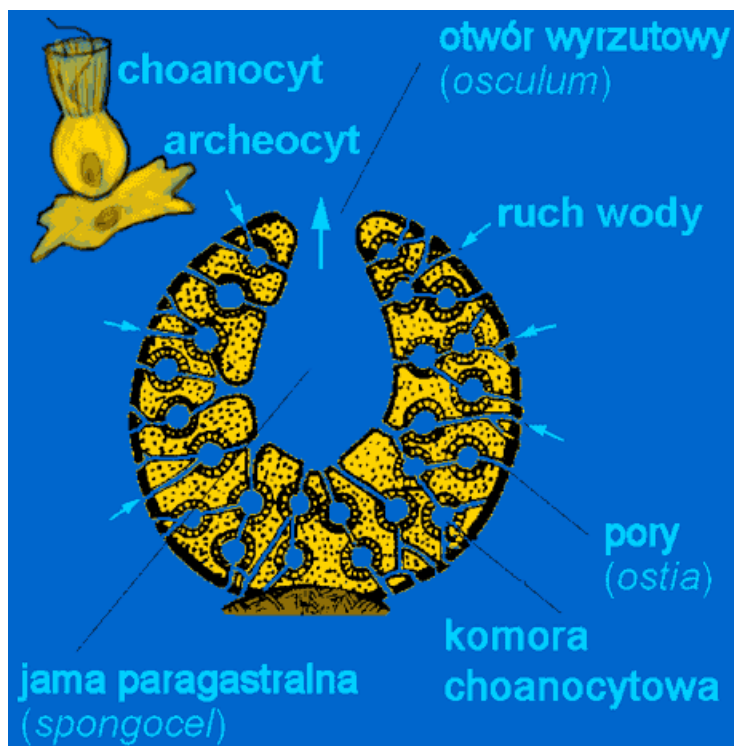
Przedstawiciel Demospongiae z Morza Karaibskiego
Przykład współczesnych gąbek osobniczych i kolonijnych



Kolonia gąbek rurkowych *Leucosolenia* sp.,
Morze Śródziemne
(B. Grzimek, 1979)

- Gąbki są wielokomórkowymi zwierzętami bezkręgowymi znanymi w świecie organicznym od wczesnego kambru do dziś. Reprezentowane są przez 1600 rodzajów współczesnych z około 5000 gatunków.
- opisano blisko tysiąc rodzajów kopalnych.
- zamieszkują wyłącznie środowiska wodne; większość form żyje w morzach, gatunki słodkowodne są nieliczne.
- w stadium dorosłym prowadzą osiadły tryb życia.
- współczesne gąbki mogą być bardzo kolorowe, przez co te nieruchliwe organizmy czasami swoim wyglądem bardziej przypominają rośliny niż zwierzęta.

Wapienie gąbkowe



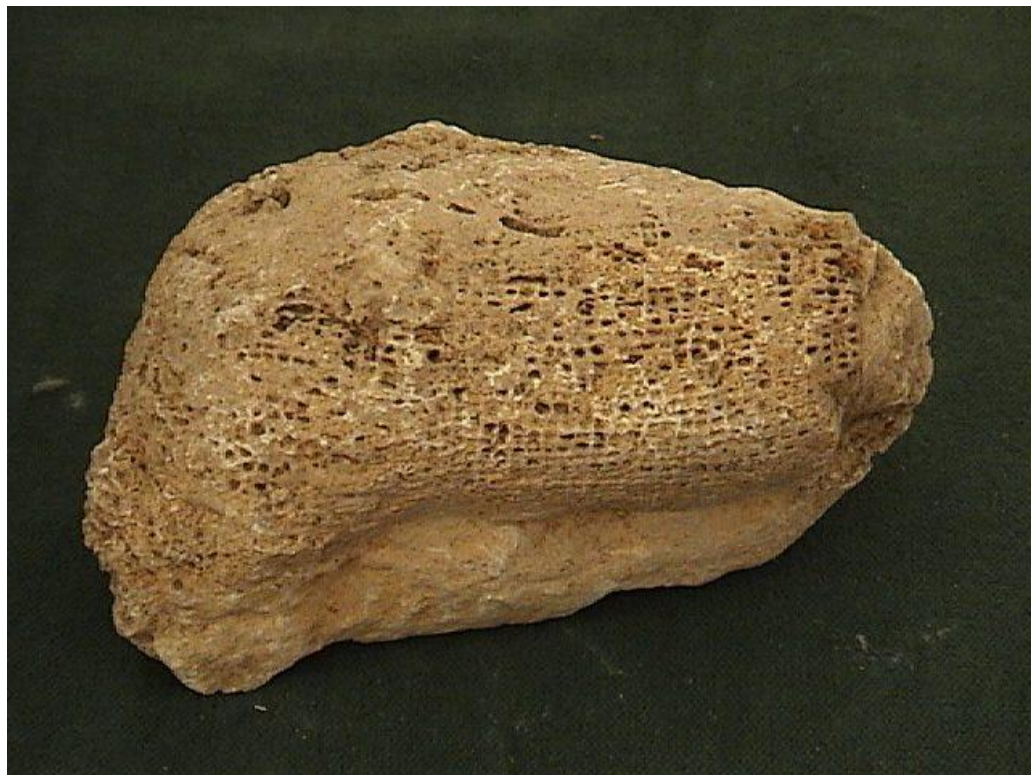
- **Gąbki** przyjmują różne formy: *workowate, maczugowate, rurkowate, lejkowate, talerzowate*.
- Budowa ciała gąbek przystosowana jest do **filtrującego sposobu odżywiania**,
- woda wnika przez liczne **pory (ostia)** do kanałów, a następnie do wnętrza jamy **paragastralnej (spongocel)**. Po drodze odbywa się wchłanianie drobnych cząsteczek pokarmowych i tlenu przez komórki kołnierzykowe (*choanocyty*). Przefiltrowana woda wyrzucana jest na zewnątrz organizmu przez otwór wyrzutowy (*osculum*) położony na górnym biegunie ciała.

Wapienie gąbkowe



- Miękkie ciało gąbek usztywnia i chroni przed uszkodzeniem szkieletu.
- Składnikiem substancji szkieletowej może być: **spongina** (substancja organiczna nie zachowująca się w stanie kopalnym), krzemionka lub węgiel wapnia.
- Elementy szkieletowe występują w różnej postaci: przeplatających się włókien sponginy, luźno ułożonych jedno lub wieloosiowych **igieł** (*spikul*) **wapiennych** lub **krzemionkowych** oraz igieł związanych w mniej lub bardziej regularne, płaskie sieci lub przestrzenne rusztowania krzemionkowe.

Gąbki kopalne (jura)



Utwory przejściowe wapienie - dolomity

<i>wapienie</i>	[do 10% $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]
<i>wapienie dolomityczne</i>	[10 – 50% $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]
<i>dolomity wapniste</i>	[do 10% $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]
<i>dolomity</i>	[do 10% $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]

Utwory przejściowe sk.węglanowe - sk.okruchowe

PSAMITOWE:

wapienie (dolomity) + ziarna kwarcu to **wapienie**
(dolomity) piaszczyste

ILASTE:

wapienie (>90% CaCO_3)

wapienie margliste (67-90% CaCO_3)

margle (33 – 67 % CaCO_3)

iłowce margliste (10 - 33% CaCO_3)

iłowce (< 10% CaCO_3)



AGH

Dolomity

DOLOMITY:

Są to najczęściej skały monomineralne (zbudowane z min. dolomitu $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$); po sproszkowaniu reagują z HCl , ale dość słabo;

margle dolomityczne – z domieszką minerałów ilastych;
dolomity zapiaszczone – domieszki minerałów terygenicznych;
dolomity wapniste.

Dolomity tworzą się prawdopodobnie wyłącznie w wyniku procesu dolomityzacji.

Dolomityzacja – zachodzi pod wpływem roztworów bogatych w magnez działających bądź na luźny osad wapienny (który nie uległ diagenecie) albo na litą, twardą skałę (najczęściej wapień).



AGH

Dolomity - geneza

Dolomity sedimentacyjne (syngenetyczne) – są to dolomity powstałe pod wpływem działania roztworów bogatych w Mg na świeżo złożony osad węglanowy. Tworzą się w izolowanych zatokach i lagunach.

Cechy: występowanie tekstur mikrytowych, świetnie zachowane pierwotne str. sedimentacyjne, pierwotne składniki ziarnowe osadu są zachowane, dolomity takie często występują z siarczanami (gips, sól kamienna) – ewaporatami.

Dolomity diagenetyczne – tworzą się na skutek działania roztworów bogatych w Mg (dolomityzacji), ale działających na osad wapienny mniej lub bardziej zdiagenezowany. Tworzą się najczęściej w warunkach płytkiego pogrzebienia: (przykryte przez młodsze osady).

Cechy: tekstury drobnokrystaliczne lub mikrytowe, pierwotne składniki mogą ulec częściowemu zatarciu.

Dolomity epigenetyczne – tworzą się w następstwie działania roztworów zasobnych w magnez, które działają na dawno zdiagenezowaną skałę wapienną.

Cechy: tekstury sparytowe, pierwotne składniki osadu uległy w tych dolomitach zatarciu (widać pod mikroskopem w postaci relików), zachowują laminacje, skład jest bardzo zmienny na niewielkich dystansach zmienia się od dolomitu wapnistego do wapienia, granice występowania tych dolomitów przebiegają nieregularnie względem uławicenia. Do dolomityzacji dochodzi dzięki krążeniu w skałach roztworów (np. hydrotermalnych roztworów pomagmowych) zasobnych w Mg i inne metale. Na obszarze pomiędzy Trzebiną i Olkuszem występują triasowe złoża rud cynku i ołowiu, które występują w kawernistych skałach nazywanych dolomitami kruszconośnymi.



AGH

Syderyty

- Syderyty – $[\text{FeCO}_3]$ to grupa skał węglanowych, które można zaliczyć do rud (żelaza). Zbudowana jest z minerałów o tej samej nazwie.
- **Rozpoznawanie**
- W syderytach często występuje kalcyt. Może zawierać również domieszki dolomitu. Syderyt rozpoznajemy po brunatnej barwie, względnie wysokim ciężarze objętościowym i reakcji z HCl (będzie reagować po sproszkowaniu i podgrzaniu). Tworzą warstwy lub konkrety nazywane sferosyderytami. Konkrecje zbudowane są z zewnętrznej wierzchniej warstwy nazywanej korą (najczęściej barwy brunatnej od tlenków żelaza) i nie zwiędzłego szaropopielatego jądra. Są to skały o teksturach mikrytowych, czasem drobnokrystaliczne, czasami mogą zawierać szczątki organiczne. Mogą wystąpić w nich laminacje ew. struktury konkrecyjne.
- **Geneza:**
- Syderyty mogą tworzyć się w płytkich zbiornikach izolowanych najczęściej w sferze przybrzeżnej w warunkach redukcyjnych lub też podczas diagenety.

Syderyty



trzeciorzęd,
Karpaty zewnętrzne
sferosyderyt ilasty



AGH

Syderyty



trzeciorzęd,
Karpaty zewnętrzne
sferosyderyt ilasty