



V. Wnętrze Ziemi. Procesy endogeniczne

2. Minerality i skały

Minerały

- ☛ **Minerały** – są podstawowymi składnikami, z których zbudowane są skały.
- ☛ Pod tym określeniem ukrywają się powstałe **w naturalnych procesach** przebiegających w środowisku przyrodniczym Ziemi (na powierzchni lub we wnętrzu Ziemi):
 - ☛ najczęściej – **związki chemiczne**,
 - ☛ rzadziej – **pierwiastki chemiczne**.
- ☛ **Minerały posiadają ściśle określony skład chemiczny oraz zwykle budowę krystaliczną.**
- ☛ Niektóre minerały, zwane **mineraloidami** nie mają budowy krystalicznej, np. **opal, rtęć**.
 - ☛ Z tegoż względu czasem nie są one zaliczane do minerałów.
- ☛ **Badaniami minerałów zajmuje się mineralogia.**



Co nie jest minerałem

- Do minerałów nie zalicza się także ich odpowiedników wytwarzanych przez człowieka.
- Syntetyczny diament, niczym - na pozór - nie różniący się od niewielkiego diamentu naturalnego, nie jest minerałem.
- Innymi przykładami substancji nie zaliczanych do minerałów, wytwarzanych przez człowieka są w procesie produkcji:
 - syntetyczny korund,
 - syntetyczny szafir,
 - syntetyczny szmaragd,
 - cyrkonia.



Diament syntetyczny



Cyrkonia

Ile na świecie jest minerałów

- 🌐 Liczbę znanych minerałów określa się obecnie na około 4 000 (wg niektórych źródeł nawet 5 000).
- 🌐 Obecność niektórych spośród nich stwierdzono również w próbkach materii kosmicznej, docierającej na Ziemię w postaci meteorytów bądź pobranej z powierzchni Księżyca.
- 🌐 Każdego roku odkrywa się od kilku do kilkunastu nowych minerałów.



Minerały skałotwórcze

- Szczególnie istotną rolę pełnią **minerały skałotwórcze**, których jest zaledwie kilkadziesiąt (budują one skorupę ziemską).
- Trudno jednoznacznie stwierdzić, jakie minerały budują płaszcz i jądro Ziemi.
- W przy powierzchniowej części skorupy ziemskiej niewątpliwie dominują **skalenie** (do 15 km głębokości stanowią one około 58%) i **kwarc**, a także w mniejszym stopniu: **pirokseny**, **miki** (tyszczyki), **magnetyt**, **hematyt**, **oliwiny**, **amfibole**, **kalcyt**.
- Tym samym większość spośród podstawowych minerałów skałotwórczych stanowią **krzemiany** i **glinokrzemiany**, co doskonale odzwierciedla skład chemiczny skorupy ziemskiej.



Granit – skała z widocznymi minerałami



Kwarc



skalenie



Piroksen



mika

Klasyfikacje minerałów. Podział ze względu na skład chemiczny

Minerały będące pierwiastkami chemicznymi:

- mają one najprostszy skład chemiczny;
 - ich nazwy tworzy się przez dodanie do nazwy pierwiastka określenia "rodzimy",
 - np. *siarka rodzima, złoto rodzime*;
 - odstępstwo od powyższej reguły stanowią nazwy dwóch odmian krystalicznego węgla: *diamentu i grafitu*.
- Minerały rodzime występują stosunkowo rzadko w przyrodzie ze względu na dużą aktywność chemiczną większości pierwiastków.

Minerały będące związkami chemicznymi:

- posiadają **własne nazwy mineralogiczne** odmienne od nazw budujących je związków chemicznych:
 - *kwarc* – na przykład jest dla chemika *dwutlenkiem krzemu* (SiO_2),
 - *halit* – *chlorkiem sodu* (NaCl),
 - *kalcyt* – *węglan wapnia* (CaCO_3).



Kwarc



Halit



Kalcyt

Rozpoznawanie minerałów

- 🕒 Rozpoznawanie minerałów jest jedną z typowych czynności, którą możemy wykonać w terenie lub w domu czy szkole.
- 🕒 W tym celu stosujemy metody makroskopowe, bazujące na rozpoznawaniu minerałów:
 - 🕒 z wykorzystaniem zmysłów, czyli po tym co widzimy, czujemy (smak, dotyk);
 - 🕒 z wykorzystaniem prostych narzędzi, np.:
 - 🕒 szkła, igły lub noża (m.in. oceniamy twardość),
 - 🕒 lupy,
 - 🕒 magnesu,
 - 🕒 swojego “ciała”: palców, nogi (ściskamy), paznokcia;
 - 🕒 z wykorzystaniem wiedzy z zakresu chemii:
 - 🕒 **rozpoznajemy polewając je rozcieńczonym kwasem solnym (HCl) i np.:**
 - 🕒 **węglany:**
 - 🕒 **kalcyt**, czyli **węglan wapnia** – CaCO_3 powinien się łatwo “burzyć”,
 - 🕒 **dolomit** – $\text{CaMg}(\text{CO})_3$ w reakcję wejdzie trudniej – dopiero po sproszkowaniu;
 - 🕒 **siarczki:**
 - 🕒 **piryt**, czyli **siarczek żelaza** – FeS_2 i **galena**, czyli **siarczek ołowiu** – PbS po polaniu wydają bardzo cuchnący (tzw. “cuchnące jaja”) i bardzo toksyczny (trujący) siarkowodór – H_2S (więc należy zachować dużą ostrożność – używać bardzo małej ilości kwasu).



Kształty minerałów

- Prawidłowo wykształcone kryształy minerałów można łatwo rozpoznawać na podstawie **kształtu**.
 - Takie możliwości stwarzają tylko nieliczne ziarna, które **tworzyły się w wolnej przestrzeni** (np. w szczelinach).
 - Pozostałe dopasowują się do miejsca, jakie pozostało pomiędzy wcześniej wykrystalizowanymi minerałami.
 - **Pokrój minerałów**, to inaczej kształt zbliżony do postaci idealnych kryształów:
 - **pokrój płytkowy (blaszkowy)** – o zbliżonych wymiarach w dwóch kierunkach i znacznie mniejszym trzecim wymiarze,
 - np. w przypadku **miki** tworzy cienkie blaszki,
 - **pokrój izometryczny** – o zbliżonych wymiarach w trzech kierunkach,
 - np. w przypadku **granatów** – kształt zbliżone do kuli, zaś w przypadku **galeny i pirytu** – do kwadratu,
 - **pokrój słupkowy** – o zbliżonych wymiarach w dwóch kierunkach oraz wyraźnie większym trzecim wymiarze,
 - np. w przypadku **gipsu** – kształt zbliżony do słupków, zaś w przypadku **kwarcu górskiego** – zbliżony do “ołówka” (tzw. **pokrój ołówkowy**).



Pokroje minerałów

Galena (pokrój izometryczny)



Turmalin (pokrój słupkowy)



Mika (pokrój płytkowy)



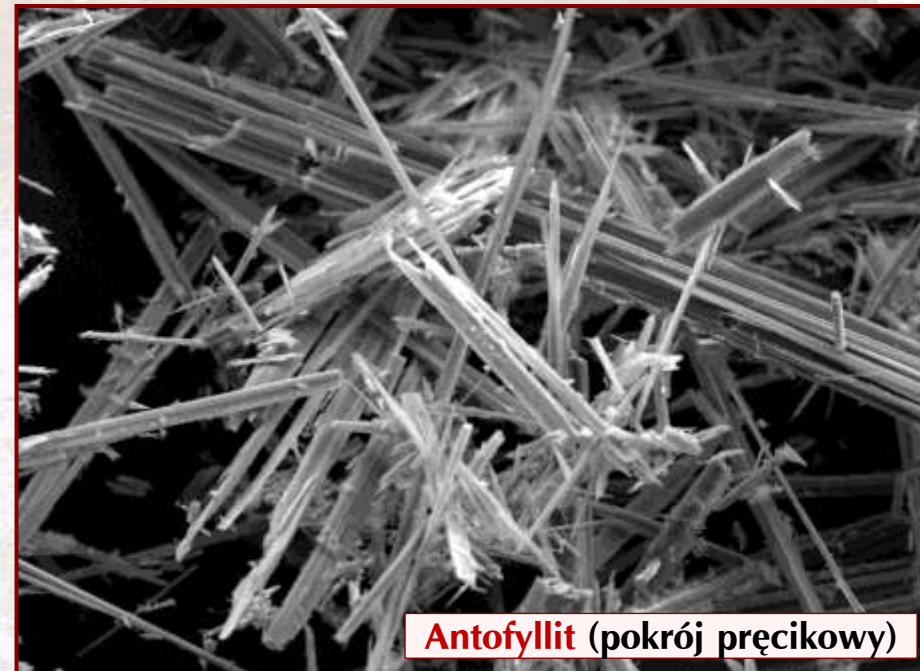
Piryt (pokrój izometryczny)



Kwarc bezbarwny – kryształ górski
(pokrój słupkowy – ołówkowy)



Antofyllit (pokrój pręcikowy)



Barwa minerałów

- **Barwa** – jest specyficzną i widoczną cechą danego minerału.
- Umożliwia ona dosyć łatwe rozpoznawanie bardzo wielu minerałów (lub przynajmniej wstępną selekcję).
- Minerały ze względu na barwę dzielimy na:
 - **minerały barwne** – są nimi minerały mające tylko jedną barwę, swoistą dla siebie, bez względu na warunki powstawania i występowania;
 - **minerały bezbarwne** – nie mają żadnego charakterystycznego koloru, wśród których są:
 - **minerały zabarwione** – są to minerały bezbarwne, zawierające różne domieszki, przyczyniające się do uzyskania określonego koloru (są minerały mające w zależności od domieszki różne kolory).



Minerał barwny – azuryt



Minerał zabarwiony – fluoryt

Barwa minerałów – **minerały barwne**

☛ Jeżeli minerał jest **barwny** to posiadana przez niego barwa jest tylko jedna, na całym świecie, bez względu na warunki zalegania i wpływ innych czynników:

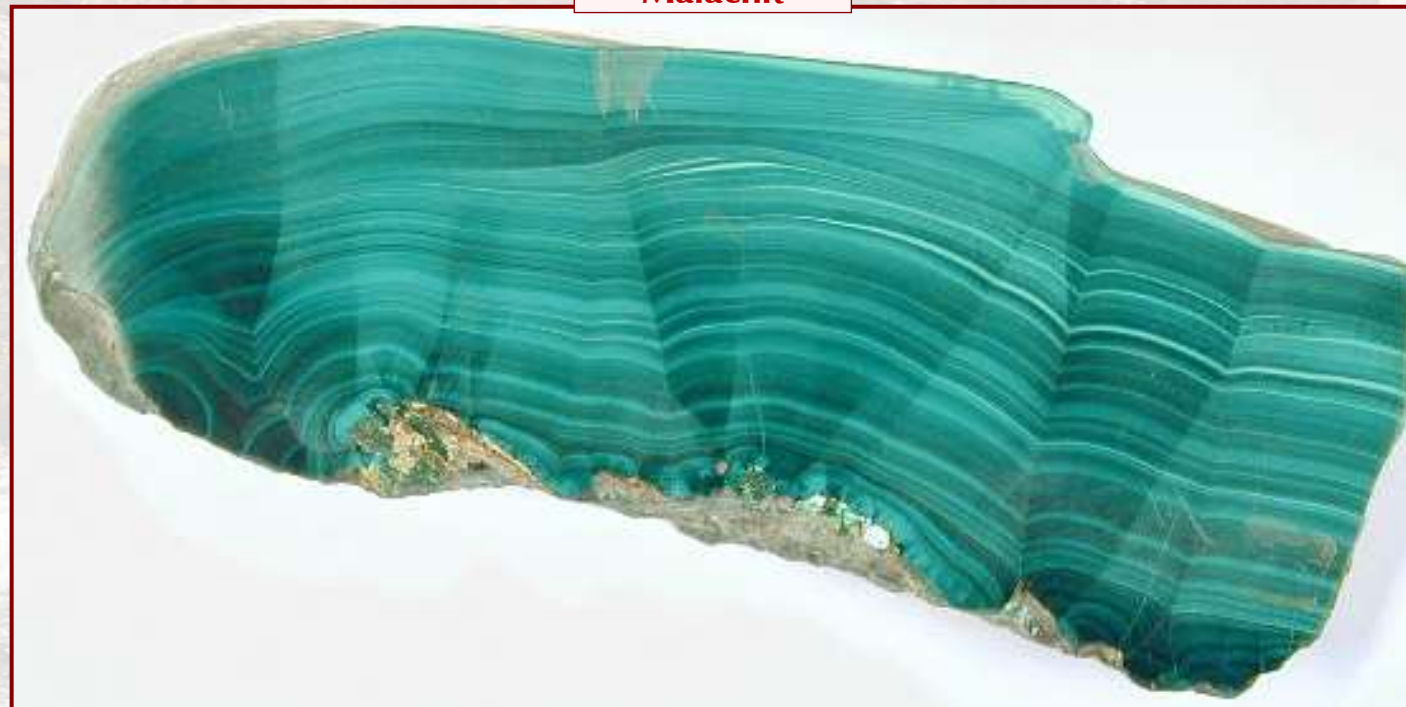
- ☛ **azuryt** – niebieski,
- ☛ **malachit** – zielony,
- ☛ **grafit** – czarny,
- ☛ **siarka** – żółta,
- ☛ **złoto** – złote.

☛ **Minerały te po zarysowaniu (uzyskaniu sproszkowanego minerału) mają rysę kolorową o zabarwieniu:**

- ☛ takim samym jak minerał:
 - ☛ zielony **malachit** ma rysę zieloną,
 - ☛ czarny **magnetyt** ma rysę czarną;
- ☛ innym (różnym od jasnoszarego i białego):
 - ☛ złotawy **chalkopiryt** ma rysę zielonkawoczną,
 - ☛ mosiężnozłoty **piryt** ma rysę czarną.



Malachit



Barwa minerałów – **minerały zabarwione**

- Minerały mogą też być **zabarwione** – wtedy przyjmują barwę wynikającą z domieszek substancji które spowodowały zabarwienie.
- Ten sam minerał może zatem w zależności od nich przyjmować różne zabarwienie,
 - np.: **beryl** (niebieski lub zielononiebieski), **kwarc**, **korund** (bezbarwny korund, staje się po zabarwieniu czerwonym **rubinem** lub niebieskim **szafirem**) i **fluoryt**.
- Minerały zabarwione rozpoznajemy po zarysowaniu (sproszkowaniu kawałka minerału) – powinniśmy w takim przypadku **uzyskać rysę białą lub jasnoszarą**.
- Bardzo wiele odmian tworzy **kwarc**:
 - ametyst**, **morion**, **kwarc mleczny**, **krwawnik**, **cytryn**, **kwarc dymny**.



Kwarc mleczny



Ametyst



Morion



Kwarc dymny



Kwarc różowy



Kwarc zielony

Przeźroczystość

☛ **Przeźroczystość** – jest zdolnością do przepuszczania przez minerały światła.

☛ Według przeźroczystości minerały dzielimy na:

☛ **przezroczyste** – są nimi minerały bezbarwne i tylko nieliczne zabarwione,

☛ np. diament, kryształ górski i topaz;

☛ **półprzezroczyste** – są nimi minerały zabarwione (wzrost intensywności zabarwienia oraz wielkości minerału zmniejsza przezroczystość),

☛ np. opal, chalcedon;

☛ **przeświecające**,

☛ np. skalenie;

☛ **nieprzezroczyste**,

☛ np. galena, magnetyt, piryt.



Minerał przezroczysty – **kwarc górski**



Minerał nieprzezroczysty – **galena**

Połysk i łupliwość minerałów

☛ **Połysk** – własność powierzchni minerału związana ze sposobem odbijania promieni słonecznych odgrywa także ważną rolę przy ich rozpoznawaniu.

☛ I tak wyróżnić możemy następujące typy połysku:

- ☛ **szklisty** (dolomit, halit, granat, kwarc, skałen i kalcyt),
- ☛ **tłusty** (bursztyn i opal),
- ☛ **perłowy** (talk i muskowit),
- ☛ **jedwabisty** (gips włóknisty),
- ☛ **żywiczny** (siarka rodzima),
- ☛ **metaliczny** (chalkopiryt, galena, miedź rodzima i magnetyt),
- ☛ **półmetaliczny** (grafit),
- ☛ **diamentowy** (diament i cyrkon),
- ☛ **matowy** – czyli z brakiem połysku (minerały ilaste).



Apatyt – połysk szklisty



Opal mszysty – połysk tłusty



Muskowit – połysk perłowy



Magnetyt – połysk metaliczny

Łupliwość lub przełam

- ☛ **Łupliwość** – stała cecha każdego minerału (o ile jest łupliwy), związana z budową wewnętrzną kryształów, oznaczająca zdolność do pęknięcia na części ograniczone powierzchniami płaskimi.
- ☛ Minerale według łupliwości dzielimy na:
 - ☛ **łupliwe jednokierunkowo**,
 - ☛ **łupliwe wielokierunkowo**,
 - ☛ **niełupliwe**.
- ☛ Łupliwość może być:
 - ☛ **doskonała** – w przypadku uzyskania idealnie płaskich powierzchni rozłupu,
 - ☛ np. galena, mika, kalcyt i halit;
 - ☛ **bardzo dobra** – dominują płaskie powierzchnie (niewiele jest niezbyt regularnych),
 - ☛ np. skałen i gips;
 - ☛ **wyraźna** – minerały pękają wzdłuż równych i przypadkowych płaszczyzn;
 - ☛ np. piroksen i anhydryt;
 - ☛ **niewyraźna** – dominują powierzchnie przypadkowe w przełamie;
 - ☛ **brak** – minerały bez łupliwości, posiadające tzw. **przełam**, występujący w sytuacji gdy pęknięcia następują wzdłuż nieregularnych i całkowicie przypadkowych powierzchni,
 - ☛ np. granaty, kwarc, chalcedon, miedź rodzima, złoto rodzime i piryt.



Smak i zapach

🌐 **SMAK** lub **ZAPACH** są niestety charakterystyczne tylko dla nielicznych minerałów:

- 🌐 **halit** (chlorek sodu) – jest **słony**,
- 🌐 **karnalit** (uwodniony chlorek potasu i magnezu) – **gorzki**,
- 🌐 **piryt** (siarczek żelaza) – przy uderzeniu młotkiem wydziela **ostry i drażniący, specyficzny zapach dwutlenku siarki**,
- 🌐 **arsen** – przy rozkruszaniu przypomina zapach **czosnku**.

Halit (NaCl) – smak słony



Gęstość

- **Gęstość** – wpływa na **ciężar minerałów**.
- I tak wzrost gęstości powoduje wzrost jego ciężaru.
- Ze względu na gęstość możemy wyróżnić:
 - **minerały lekkie**, np. kwarc, skalenie, muskowit, gips i halit;
 - **minerały ciężkie**, np. piryt i magnetyt;
 - **minerały bardzo ciężkie**, np. galena, złoto rodzime i miedź rodzima.

Minerał lekki – **skaleń potasowy**



Minerał bardzo ciężki – **miedź rodzima**



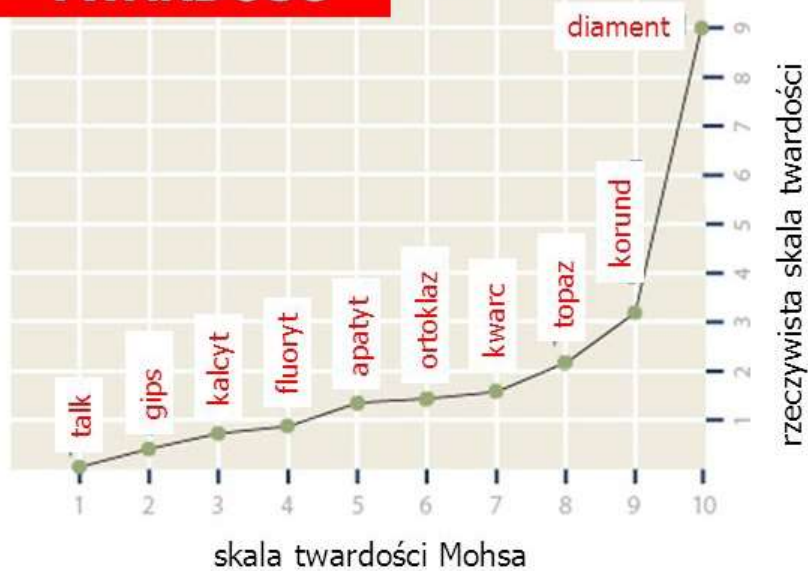
Twardość minerałów

☛ **Twardość minerałów** – odporność minerału na zarysowanie, określa się w dziesięciostopniowej **skali Mohsa**.

☛ W skali tej określono wzorcową wartość dla 10 minerałów – każdy kolejny minerał w tej skali jest twardszy od poprzedniego.

☛ Dowolny minerał przypisany wyżej posiada zdolność do “zarysowania” innego minerału przypisanego do niższego stopnia.

TWARDOŚĆ



skala Mohsa

Twardość (skala Mohsa)	Minerał wzorcowy	Twardość absolutna	Obraz
1	talk ($Mg_3Si_2O_5(OH)_2$)	1	
2	gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)	2	
3	kalcyt ($CaCO_3$)	9	
4	fluoryt (CaF_2)	21	
5	apatyt ($Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$)	40	
6	ortoklaz ($KAlSi_3O_8$)	72	
Minerały nie dające się zarysować nożem ani stałą narzędziową			
7	kwarc (SiO_2)	100	
8	topaz ($Al_2SiO_4(OH, F)_2$)	200	
9	korund (Al_2O_3)	400	
10	diament (C)	1600	

1		talk <i>kruszy się w palcach</i>
2		gips <i>pozostaje rysa po paznokciu</i>
3		kalcyt <i>pozostaje rysa po monetcie z brązu</i>
4		fluoryt <i>pozostaje rysa po żelaznym gwoździu</i>
5		apatyt <i>pozostaje wyraźna rysa po ostrzu stalowym</i>
6		ortoklaz <i>pozostaje słabo wyraźna rysa po ostrzu stalowym</i>
7		kwarc <i>słabo zarysowuje szkło</i>
8		topaz <i>pozostawia rysę na szkłe</i>
9		korund <i>pozostawia bardzo wyraźną rysę na szkłe</i>
10		diament <i>tnie szkło</i>



talk gips kalcyt fluoryt apatyt ortoklaz kwarc topaz korund diament

Skąły

- **Skąłami** – nazywamy zespoły różnorodnych minerałów lub wielu ziaren tego samego minerału, powstałe w warunkach naturalnych.
- Definicja wyklucza spośród skął beton i wszelkie inne “skąłopodobne” materiały wytwarzane przez człowieka.
- Najprostszy **podział skął oparty jest na ich genezie** i pozwala wyróżnić trzy główne grupy:
 - **skąły magmowe,**
 - **skąły osadowe,**
 - **skąły metamorficzne (przeobrażone).**
- Skąły magmowe i metamorficzne ujmowane są niekiedy w jedną grupę **skął krystalicznych.**
- Badania skął stanowią przedmiot zainteresowań **petrografii.**

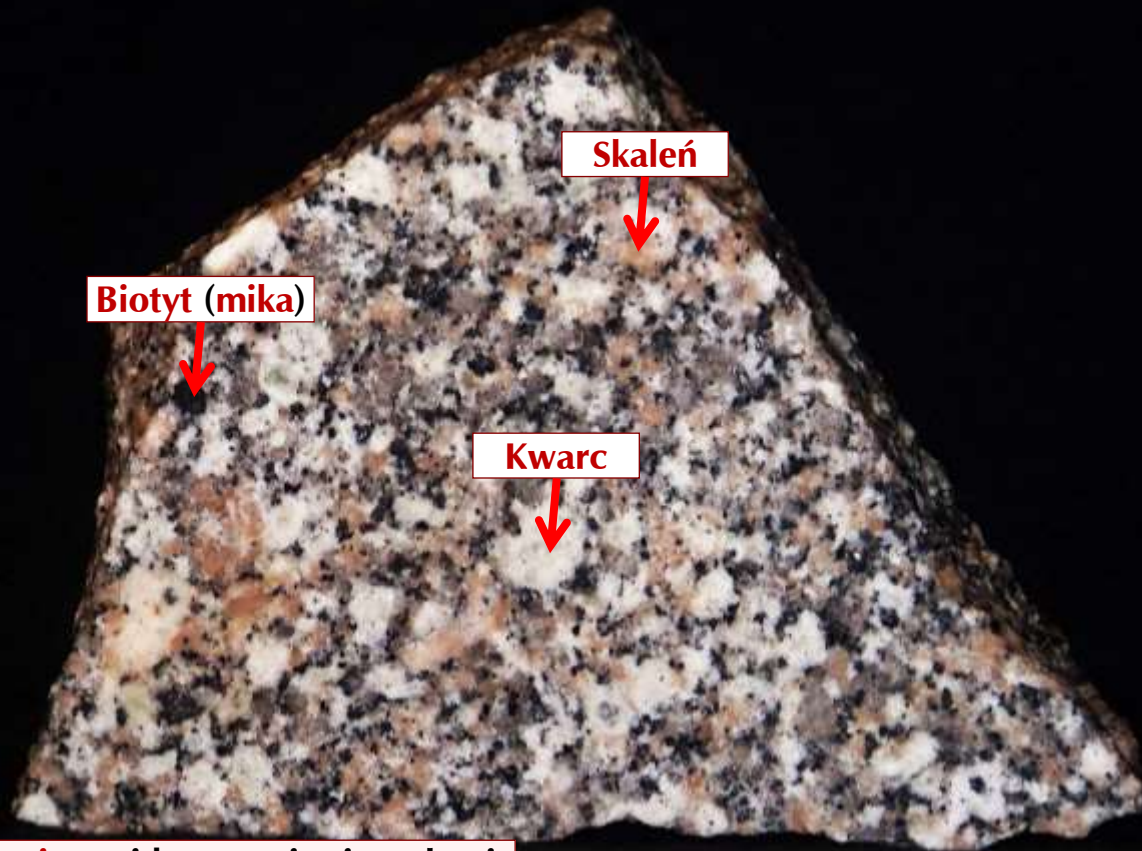




1. Skąły magmowe

Skąły magmowe

- ☉ **Skąły magmowe** – powstają na skutek krzepnięcia stopu krzemianowego w głębi ziemi lub na jej powierzchni.
 - ☉ Skąły magmowe są najstarszymi skąłami na Ziemi – dały one początek innym skąłom.
 - ☉ Magma lub lava skąda się głównie z krzemianów i glinokrzemianów z domieszką tlenków, siarczków oraz z dużą ilością wody i gazów.
 - ☉ Wśród minerałów dominuje w zasadzie tylko kilka:
 - ☉ skalenie, kwarc, mika, piroksen, oliwiny i amfibole.



Granit z widocznymi minerałami

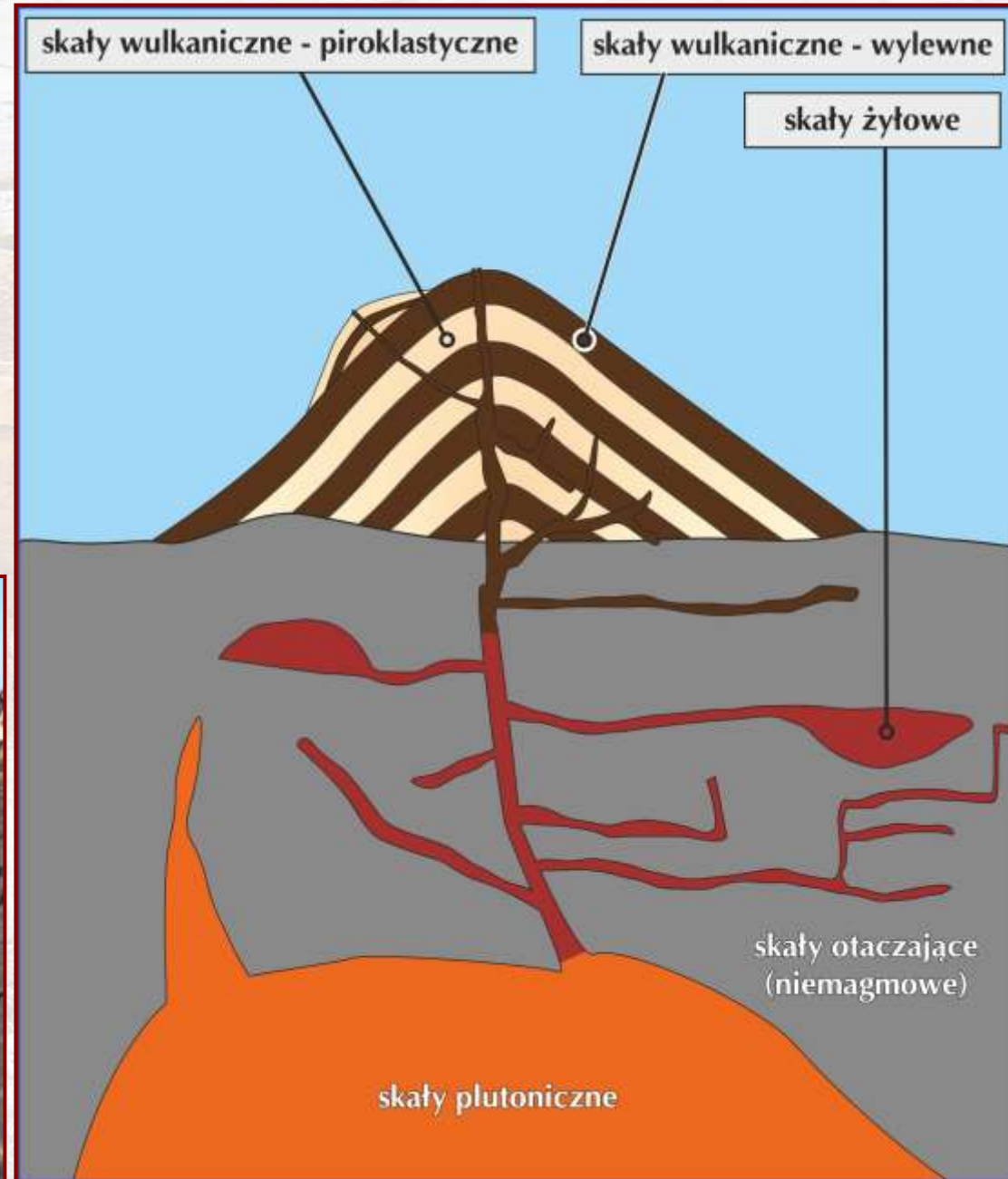


Tatry – granitowy szczyt Rysy

Podział skał magmowych ze względu na miejsce krystalizacji

🌐 Miejsce krzepnięcia magmy stanowi podstawę do podziału skał magmowych na trzy grupy:

- 🌐 **skały wulkaniczne** – krzepną na powierzchni Ziemi lub na niewielkich głębokościach,
 - 🌐 proces ten trwa stosunkowo krótko (gwałtownie),
- 🌐 **skały żyłowe (pośrednie)** – powstają zwykle na średnich głębokościach,
- 🌐 **skały plutoniczne (głębiny)** – krzepną najczęściej na znacznych głębokościach,
 - 🌐 proces ten trwa zwykle bardzo długo.



Skały wylewne - **bazalt**

1. Skały magmowe – wulkaniczne

☛ **Skały magmowe – wulkaniczne** – krzepną stosunkowo szybko (zwykle zachodzi gwałtowne stygnięcie magmy) na powierzchni Ziemi lub na niewielkich głębokościach.

☛ Skały te dzieli się zwykle dalej na:

☛ **wylewne** – powstałe z lawy przelewającej się przez brzegi krateru lub wypływającej ze szczeliny w obrębie ryftów,

☛ należą do nich: porfir i bazalt;

☛ **piroklastyczne** – utworzone z materiału gwałtownie wyrzuconego w powietrze przez wulkan (są to skały o genezie magmowej ale sposób sedymentacji jest podobny w nich do tego, który występuje w skałach osadowych),

☛ np. tuf i popiół wulkaniczny, pumeks;

☛ skały takie krzepną przynajmniej częściowo już w powietrzu i najczęściej w postaci stałej opadają na Ziemię;

☛ najdrobniejsze cząstki wyrzucone przez wulkan mogą utrzymywać się w powietrzu przez wiele lat i być przenoszone na odległości rzędu tysięcy kilometrów.

☛ Skały magmowe wulkaniczne przyjmują jedną z **trzech typów struktur**:

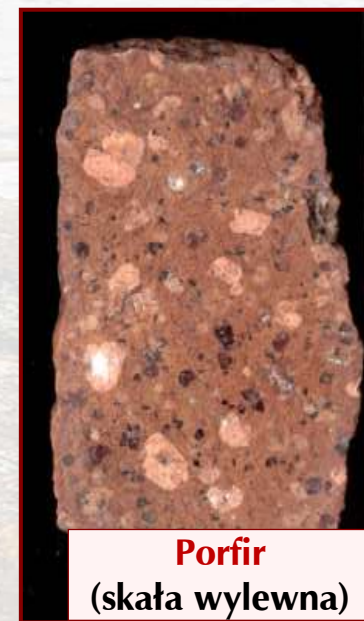
☛ **strukturę skrytokrystaliczną,**

☛ **strukturę porfirową,**

☛ **strukturę szklistą.**



Bazalt
(skala wylewna)



Porfir
(skala wylewna)



Tuf wulkaniczny
(skala piroklastyczna)

Struktura skał magmowych wulkanicznych – skrytokrystaliczna

- **Struktura skrytokrystaliczna** – jest wynikiem szybkiego procesu krystalizacji w wyniku gwałtownego zastygnięcia materii (lawy lub magmy) bezpośrednio na powierzchni Ziemi lub tuż pod jej powierzchnią, często na dnie oceanów,
- tak powstająca skała posiada **bardzo słabo wykształcone kryształy** – bardzo małe i bardzo trudno lub w ogóle niewidoczne “gołym okiem”,
- np. **bazalt**.

Bazalt w czasie powstawania (po lewej) i będący już wykrystalizowaną skałą (po prawej)
(struktura skrytokrystaliczna)



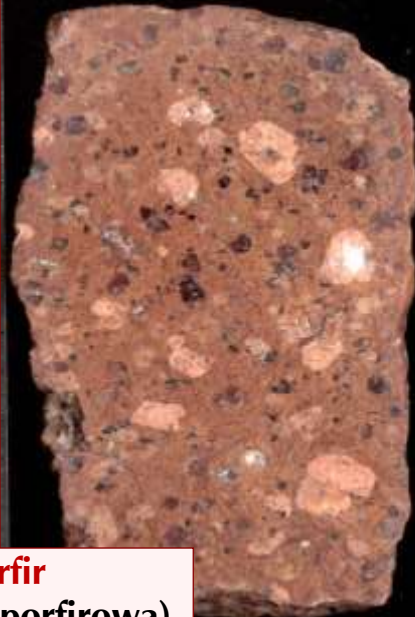
Struktura skał magmowych wulkanicznych – porfirowa

☛ **Struktura porfirowa** – jeżeli proces krystalizacji przebiegał w dwóch etapach:

- ☛ pierwszym polegającym na długotrwałej krystalizacji w wyniku powolnego stygnięcia magmy, prowadząc do powstania dużych prakryształów,
 - ☛ został zainicjowany i przebiegał przed wydostaniem się magmy na powierzchnię,
- ☛ drugim polegającym na szybkim dokrystalizowaniu się skały w warunkach lądowych – w wyniku procesów wulkanicznych,
 - ☛ wskutek erupcji wulkanicznej – wydostający się wciąż jeszcze płynny materiał (stop krzemianowy) ulegał szybkiemu stygnięciu;
- ☛ w ich wyniku dochodzi do powstania, np. **porfiru** lub **andezytu** – skał, w których dobrze wykształcone, duże kryształy są zespolone w skrytokrystalicznym cieście skalnym.



Porfir
(struktura porfirowa)



Andezyt
(struktura porfirowa)

Struktura skał magmowych wulkanicznych – szklista

- **Struktura szklista** – powstaje w wyniku gwałtownego oddawania ciepła przez magmę na dnie oceanicznym, w wyniku zetknięcia jej z wodą,
 - w tym przypadku zachodzi szybkie zestalenie minerałów (brak czasu na krystalizację),
 - przykładem skały jest **obsydian** (złożony ze **szkliwa wulkanicznego**), który w paleolicie był powszechnie wykorzystywany (prócz krzemienia) przez człowieka do wyrobu narzędzi (łatwo można było uzyskać ostre krawędzie).



Obsydian



2. Skąły magmowe – żyłowe (pośrednie)

- **Skąły żyłowe (pośrednie)** – powstają one w szczelinach i żyłach, którymi przedostaje się magma ku powierzchni Ziemi przez inne, starsze skąły.
- Zjawisko to zachodzi na stosunkowo niewielkich głąbokościach, w warunkach średnich wartości temperatur i ciśnienia.
- Skąły te uzyskują najczęściej **strukturę porfirową**,
- np. porfiry, diabazy i pegmatyty.



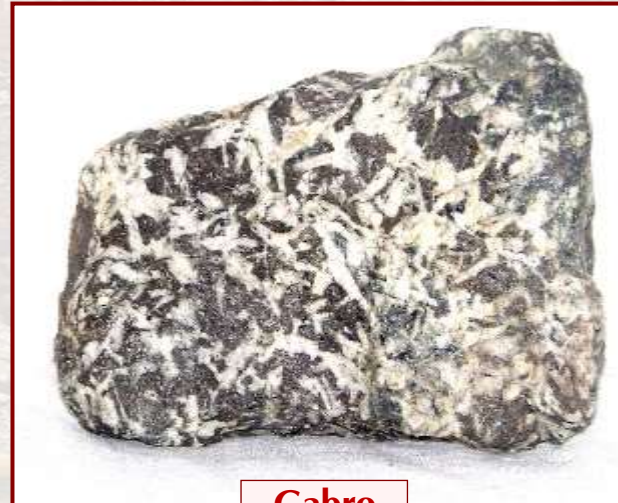
Żyła z **diabazami** – widoczna w środkowej części zdjęcia po lewej i skąła **diabaz** po prawej

3. Skąły magmowe – plutoniczne (głębiniowe)

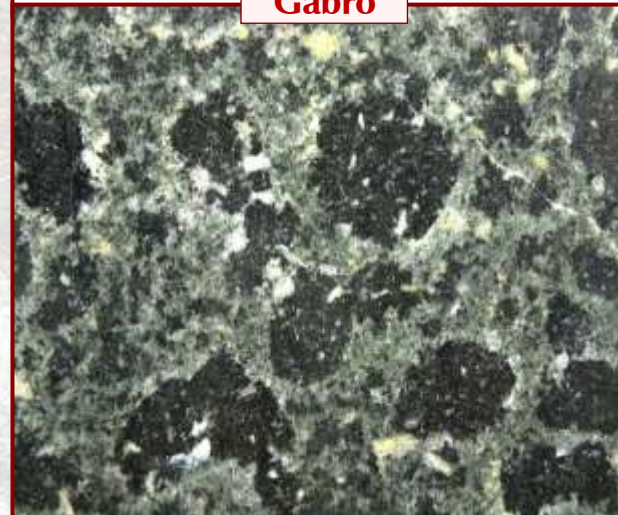
- **Skąły plutoniczne (głębiniowe)** – powstałe w wyniku powolnej i stopniowej krystalizacji magmy we wnętrzu skorupy ziemskiej na znacznych głębokościach, rzędu kilku a nawet kilkunastu kilometrów (panuje wysokie ciśnienie oraz bardzo wysokie temperatury).
- Powstałe w takich warunkach skąły odznaczają się bardzo dobrze wykształconymi i świetnie widocznymi kryształami typowymi dla **struktury jawnokrystalicznej**,
- np.: granit, gąbro, sjenit i dioryt.



Granit



Gąbro



Sjenit

Struktura skał magmowych plutonicznych – **jawnokrystaliczna**

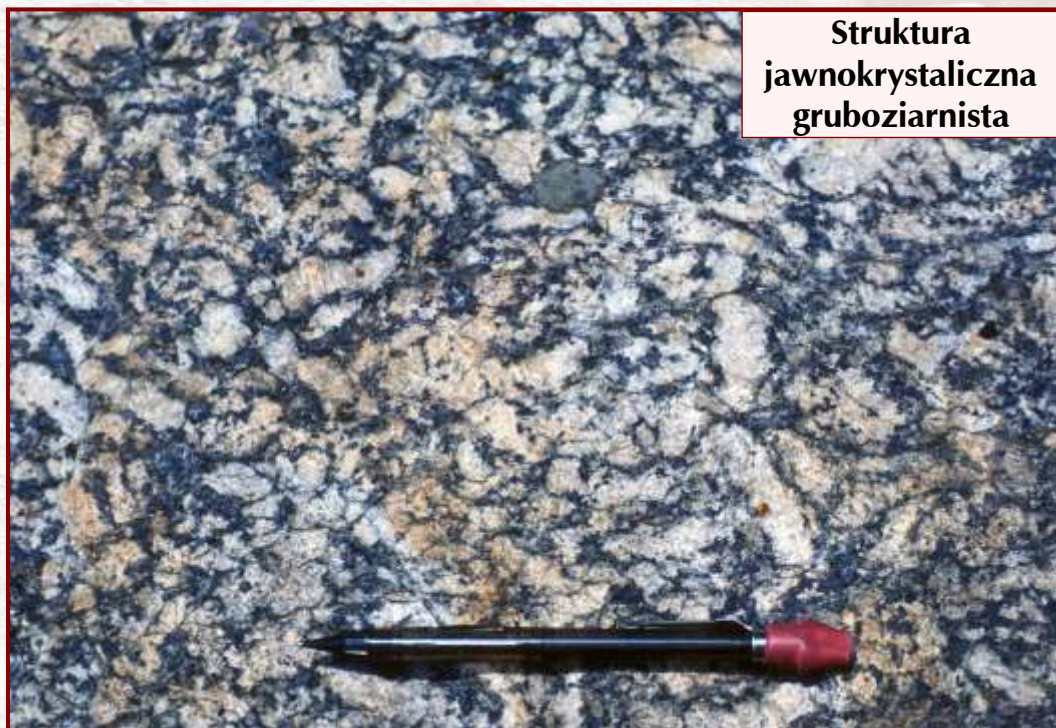
- ☉ Skały plutoniczne (głębiny) charakteryzują się występowaniem **struktury jawnokrystalicznej** – ukształtowanej w trakcie długotrwałej krystalizacji magmy na dużej głębokości (ziarna kryształów są świetnie widoczne).
- ☉ Struktura tak powstałych skał może być (np. w przypadku granitów):
 - ☉ **gruboziarnista** – kiedy tworzy się na największych głębokościach,
 - ☉ ukształtowane kryształy są wtedy bardzo dużych rozmiarów,
 - ☉ **średnioziarnista** – gdy powstaje na nieco mniejszych (choć znacznych) głębokościach,
 - ☉ powstałe kryształy są mniejsze.



Grube różowe ziarna skalenia i szaroniebieskie ziarna kwarcu w granicie świadczą o dużej głębokości, na której zachodziła krystalizacja



Drobniejsze niż na poprzedniej fotografii ziarna w granicie karkonoskim dowodzą płytszej strefy krystalizacji



Struktura
jawnokrystaliczna
gruboziarnista



Struktura
jawnokrystaliczna
średnioziarnista

Podział skał magmowych ze względu na zawartość krzemionki

☉ Zawartość kwarcu, wynikająca z udziału krzemionki (SiO_2) w wyjściowym stopie krzemianowym, decyduje o klasyfikacji chemicznej skał:

☉ **skały kwaśne** – o nadmiarze krzemionki,

- ☉ zawartość krzemionki od 66%,
- ☉ cechujące się zwykle jasnym zabarwieniem,
- ☉ np. **granit** i **ryolit**;

☉ **skały obojętne** – o średniej zawartości krzemionki:

- ☉ zawartość krzemionki: 54-65%,
- ☉ cechujące się na ogół pośrednimi cechami między kwaśnymi i zasadowymi,
- ☉ np. **sjenit** (skała głębinowa) i **andezyt** (skała wulkaniczna wylewna);

☉ **skały zasadowe** – o niedoborze krzemionki,

- ☉ zawartość krzemionki do 53%,
- ☉ cechujące się na ogół stosunkowo jednolitym i ciemnym zabarwieniem,
- ☉ np. **gabro** (skała głębinowa) i **bazalt** (skała wulkaniczna wylewna).

	Przykład skały	
	głębinowej (plutonicznej)	wulkanicznej wylewnej
kwaśne	<p>granit</p> 	<p>ryolit (porfir kwarcowy)</p> 
obojętne	<p>sjenit</p> 	<p>andezyt</p> 
zasadowe	<p>gabro</p> 	<p>bazalt</p> 

Skąły magmowe w Polsce

Skąły magmowe w Polsce występują:

bezpośrednio na powierzchni:

na Dolnym Śląsku:

granitoidy w masywach Strzelina, Strzegomia, Karkonoszy, Złotego Stoku;

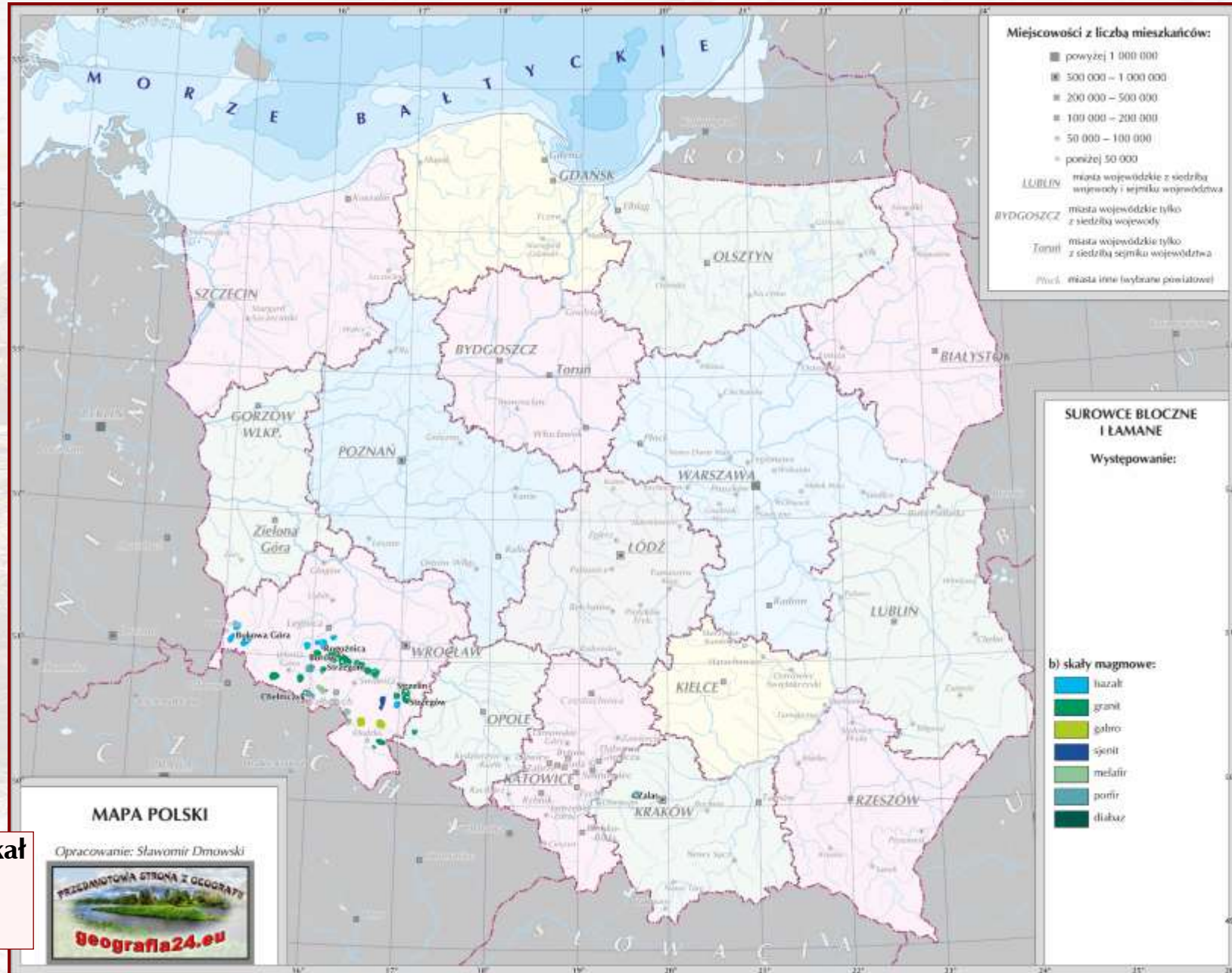
bazalty w Górach Kaczawskich i w okolicach Kłodzka,

w Tatrach (granitoidy w Tatrach Wysokich),

Górach Świętokrzyskich (diabazy),

w okolicach Krakowa (diabazy i porfiry kwarcowe),

pod pokrywą skał osadowych – w północno-wschodniej Polsce.



Występowanie wybranych typów skał magmowych w Polsce (surowce boczne i łamane)



2. Skąły osadowe

Powstawanie skał osadowych

🌐 **Skały osadowe** – powstają w wyniku gromadzenia się na powierzchni Ziemi materiału okruchowego, organicznego lub chemicznego.

🌐 **etapy powstawania skały osadowej:**

🌐 **sedymencja (akumulacja)** – gromadzenie materiału;

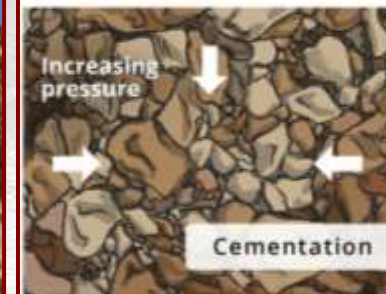
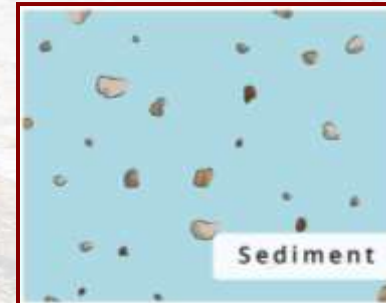
🌐 **diogeneza** – zmiana pierwotnych właściwości w stosunkowo niskich temperaturach (nie powoduje więc znaczących zmian składu mineralnego), obejmująca:

🌐 **zagęszczenie osadu** (w wyniku nacisku nadległych warstw),

🌐 **wyciskanie wody z osadów,**

🌐 **cementacja** (wypełnienie wolnych przestrzeni w skale spoiwem);

🌐 **efekt końcowy to lityfikacja** (przejścia ze skały luźnej w skałę zwięzłą).



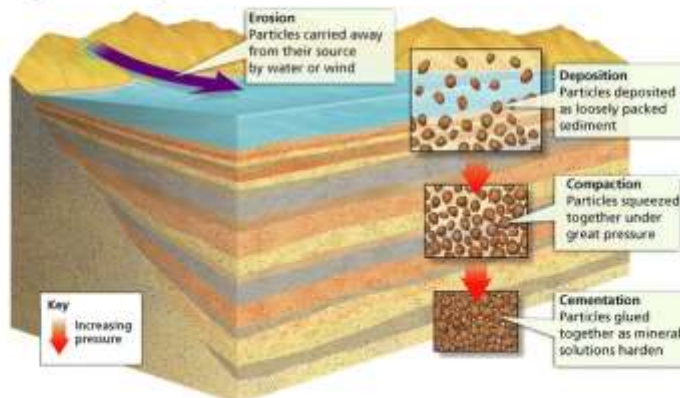
Eg: Sandstone



Sedimentary rock

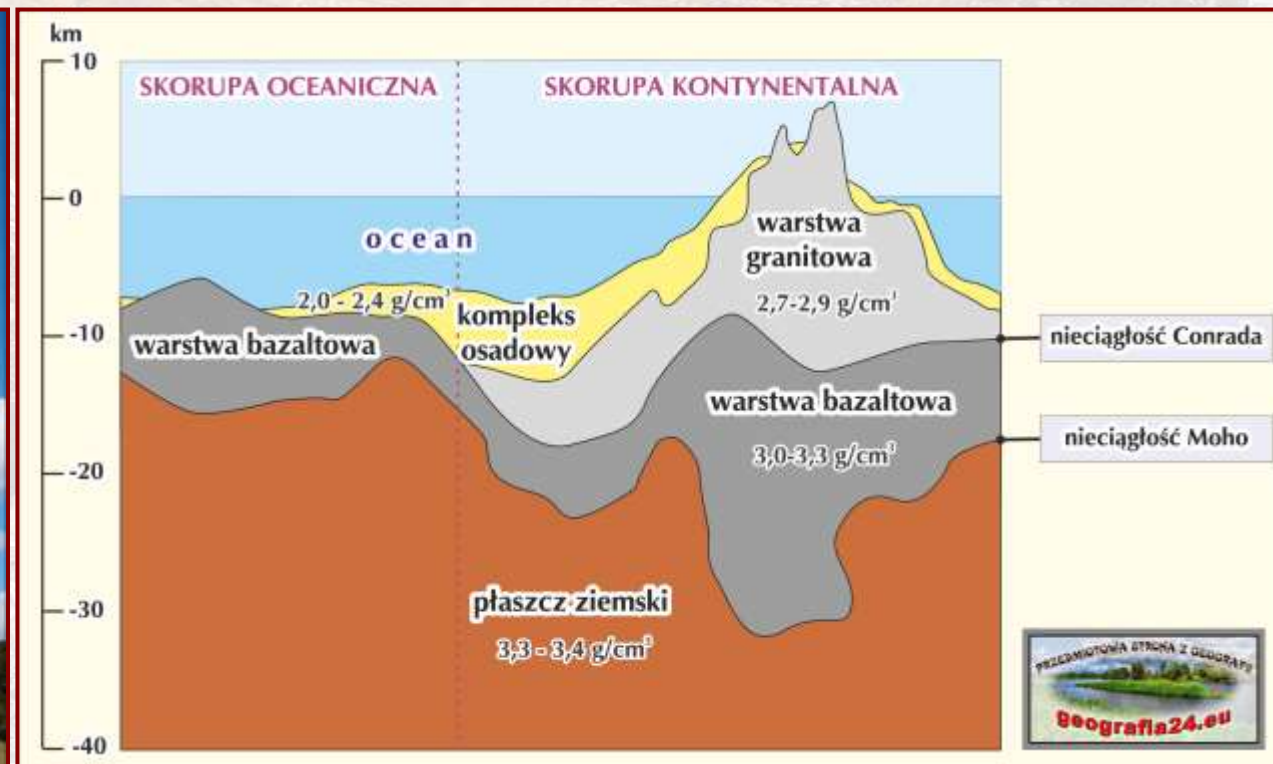
From Sediment to Rock

- Most sedimentary rocks are formed through a series of processes: erosion, deposition, compaction, and cementation.



Występowanie skał osadowych

- 🌐 Skały osadowe (kolor żółty poniżej) tworzą **nieciągłą pokrywę na powierzchni skorupy** zarówno kontynentalnej, jak i oceanicznej.
- 🌐 Jej grubość waha się w granicach:
 - 🌐 **od zera** na obszarze odsłoniętych tarcz i grzbietów śródoceanicznych,
 - 🌐 **do ponad 20 kilometrów** w młodych łańcuchach górskich.
- 🌐 Przyjmuje się, że mimo tak szerokiego rozpowszechnienia i miejscami dużej miąższości skał osadowych, budują one mniej aniżeli 10% skorupy ziemskiej.
- 🌐 Pozostałe ponad 90% przypada na skały krystaliczne.



Minerały budujące skały osadowe

☉ **Minerały skałotwórcze skał osadowych** stanowią dość liczną grupę.

☉ W jej skład wchodzi:

☉ **pochodzące ze zwiertzałych skał magmowych i metamorficznych:**

☉ *kwarc, granaty, skalenie i miki;*

☉ **jak też nowe minerały,** powstające w środowisku sedymentacji skał osadowych:

☉ *chalcedon, opal, kalcyt, dolomit, gips, halit i minerały ilaste.*



Kalcyt



Opal



Chalcedon



Gips



Halit



Podział skał osadowych ze względu na genezę (rodzaj gromadzonego materiału)

☉ Rodzaj gromadzącego się materiału decyduje o wyróżnieniu podstawowych **grup skał osadowych**:

- ☉ **okrucowych** – nagromadzenia utworów skalnych, powstałe ze zwięzających lub zerodowanych skał starszych (każdego rodzaju),
- ☉ **organogenicznych** – powstają najczęściej w środowisku wodnym, wskutek nagromadzenia się szczątków roślinnych lub zwierzęcych,
- ☉ **chemicznych** – powstają w wyniku wytrącania się substancji w czasie odparowania wody z płytkich akwenów wodnych (mórz, zatok, jezior) lub w czasie wypływu na powierzchnię Ziemi wysoko zmineralizowanych wód ze źródeł czy też w wyniku procesów krasowych.



A. Skąły okrucowe

- ☉ **Skąły okrucowe** – utwory nagromadzone na powierzchni skorupy ziemskiej na skutek procesów wietrzenia, transportu i sedymentacji.
- ☉ Budulec skąły okrucowych pochodzi ze **zniszczenia (rozdrobnienia)** starszych skąły magmowych, osadowych i metamorficznych.
- ☉ Wynika z tego, że dominują w nich minerały obcego pochodzenia (starsze).
- ☉ Świeżo złożone skąły okrucowe są **luźne** i mogą później przekształcić się w skąły **zwięzłą** (w procesie **lityfikacji**).



Podział skał okruchowych ze względu na frakcje

- Najważniejszym kryterium różnicującym skały okruchowe jest **frakcja** – wielkość ziaren wchodzących w skład skały.
- Wyróżnia się cztery podstawowe frakcje.

Podział skał okruchowych na frakcje

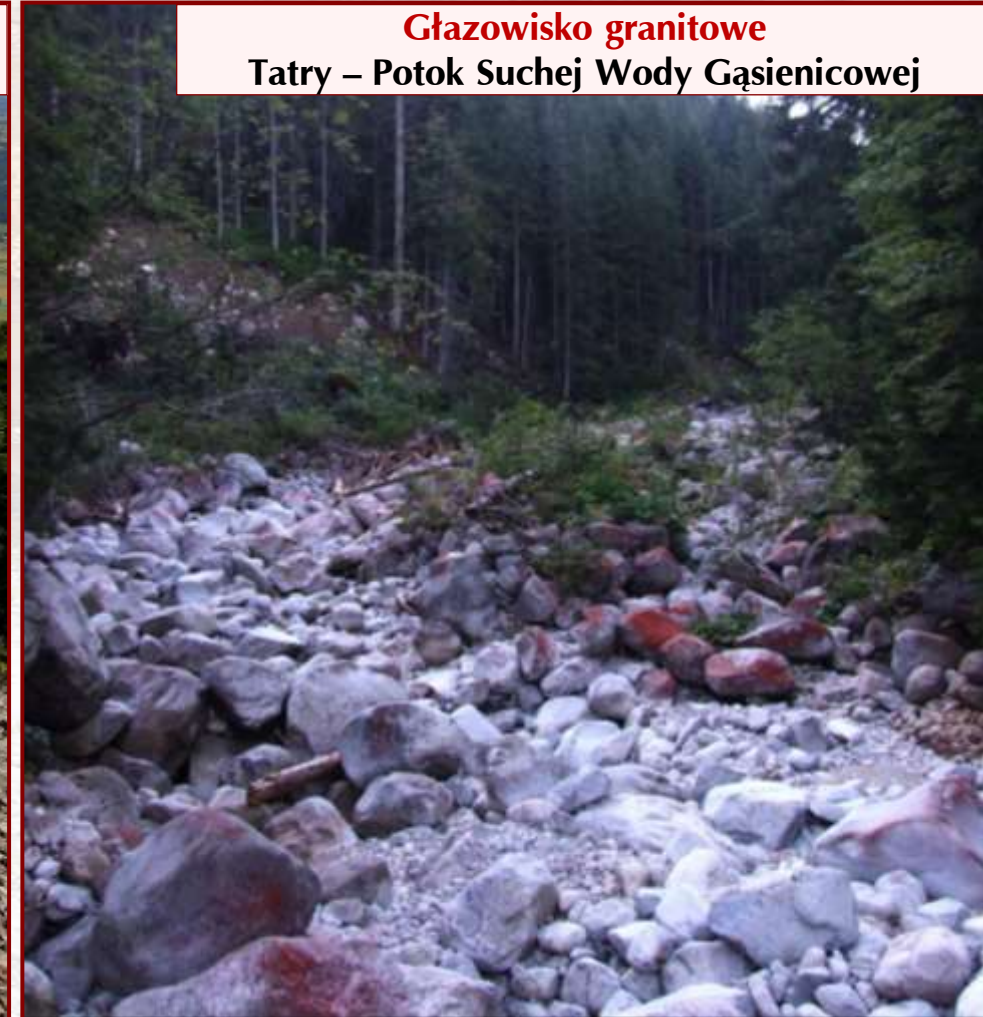
FRAKCJA	NAZWA SKŁADNIKÓW	SKAŁA		WYMIARY SKŁADNIKÓW
		luźna	zwięzła	
żwirowa	blok (kanciasty) głaz (obtoczony)	blokowisko głazowisko		>100 mm
	okruch (kanciasty) otoczak (obtoczony)	gruz żwir	brekcja zlepieniec	2 – 100 mm
piaskowa	ziarno	piasek	piaskowiec	0,1 – 2 mm
mułowa lub pyłowa	ziarno	muł less	mułowiec	0,01 – 0,1 mm
iłowa	ziarno	ił	iłowiec	<0,01 mm

Frakcja żwirowa – (blokowiska) i (głazowiska)

- 🌐 **Blokowiska** – są to nagromadzenia wielkich (większych od 10 cm), ostrokrawędzistych bloków skalnych.
 - 🌐 Występują one najczęściej w obrębie gołoborzy i w stożkach piargowych.
- 🌐 **Głazowiska** – obejmują nagromadzenia obtoczonych głazów o rozmiarach pojedynczych elementów powyżej 10 cm.
 - 🌐 Obecne są one w rejonie górskich odcinków dolin rzecznych i u podnóża klifów.

Blokowiska
Gołoborza w Górach Świętokrzyskich

Głazowisko granitowe
Tatry – Potok Suchej Wody Gąsienicowej



Frakcja żwirowa (gruz– brekcje) i (żwir– zlepieńce)

🌐 **Brekcje** (scementowany gruz) – zbudowane są z ziaren kanciastych (nieobtoczonych – z gruzu) o wymiarach od 2 mm do 10 cm; powstaje zwykle w górach (u wylotów piargów skały powstają przy współudziale procesów tektonicznych).

🌐 **Zlepieńce** (scementowany żwir) – zbudowane z ziaren obłych, o wymiarach od 2 mm do 10 cm, dobrze obtoczonych podczas transportu (w rzece) lub niszczenia (u podnóży klifów morskich).



Frakcja piaskowa (piasek – piaskowiec)

🌐 **Piaskowiec** – po prawej (scementowany piasek) składa się ze składników od 0,1 do 2 mm.

🌐 Budują go w większości minerały kwarcu oraz w mniejszym stopniu inne, także twarde minerały, m.in. granaty, cyrkony, magnetyty i korund.



Piasek
(skała luźna)



Piaskowce
(skała zwięzła)

Frakcja piaskowa (piasek – piaskowiec)

Głównym składnikiem **piasku** (**piaskowców**) jest zwykle **kwarc**.
Bywają jednak także piaski i piaskowce bogate w skalenie (tworzące się w środowiskach pustynnych) lub w drobne ziarna ciemnych skał wulkanicznych.



Frakcja mułowa (muł – mułowiec) i pyłowa (less)

- **Mułowiec** (scementowany muł) – tworzy się w środowisku wodnym; zbudowany z luźnych ziaren mułu o wymiarach od 0,01 do 0,1 mm (tej wielkości składników nie wyczuwamy już pacami).

Muł
(skała luźna)



Mułowiec
(skała zwięzła)

- **Less** – pył eoliczny (skała luźna) – tworzy się w środowisku eolicznym na przedpolu obszarów pustynnych lub na przedpolu lodowca w klimacie peryglacjalnym;
- zbudowany z luźnych ziaren pyłu o wymiarach od 0,01 do 0,1 mm,
- prócz kwarcu zawiera dużo minerałów ilastych i węgla wapnia (nawet do 30%).



Less
(skała luźna)

Frakcja iłowa (ił – iłowiec)

- **Iłowiec (scementowany ił)** składa się ze składników poniżej 0,01 mm oraz jest w dotyku tłusty i śliski.
- W jeziorach zastoiskowych, tworzących się na przedpolu lodowców tworzy iły warwowe.
- Skąły ilaste dobrze wchłaniają wodę (nawet do 70%), gdy są wilgotne cechują się plastycznością.
- Są one wykorzystywane do produkcji materiałów ogniotrwałych (są bardzo odporne na wysokie temperatury).



Produkcja cegieł – główny materiał to **ił** (oraz słoma)



Iłowiec

Gliny – tillity

- 🌐 **Gliny** są jedynie tradycyjnie zaliczane do skał ilastych, choć nie mają z nimi wiele wspólnego.
- 🌐 W ich obrębie możemy dostrzec materiał o bardzo różnych frakcjach – od ilastego po znacznej wielkości głazy i bloki, które zostały przyniesione przez lodowiec.
- 🌐 Gliny w dłuższym okresie czasu podlegają lityfikacji stając się tillitami.



Gliny lodowcowe
(skała luźna)



Tillity
(skała zwięzła)

Skąły okruchowe w Polsce

- ☉ Skąły okruchowe są najpospolitszą grupą skął osadowych.
- ☉ Ocenia się, że stanowią one ponad $\frac{3}{4}$ ogótu skął tej kategorii.
- ☉ W Polsce na powierzchni pokrywają one prawie całe terytorium kraju:
 - ☉ w zasięgu zlodowaceń czwartorzędowych: *gliny, ity, mułki, piaski, żwiry i lessy*;
 - ☉ Góry Świętokrzyskie: *piaskowce, mułowce, itowce*;
 - ☉ Sudety i Karpaty: *piaskowce, mułowce fliszowe, zlepieńce i brekcje*.



Kamieniołom Zyguntówka w Górach Świętokrzyskich ze zlepieńcami

B. Skąły organogeniczne (organiczne)

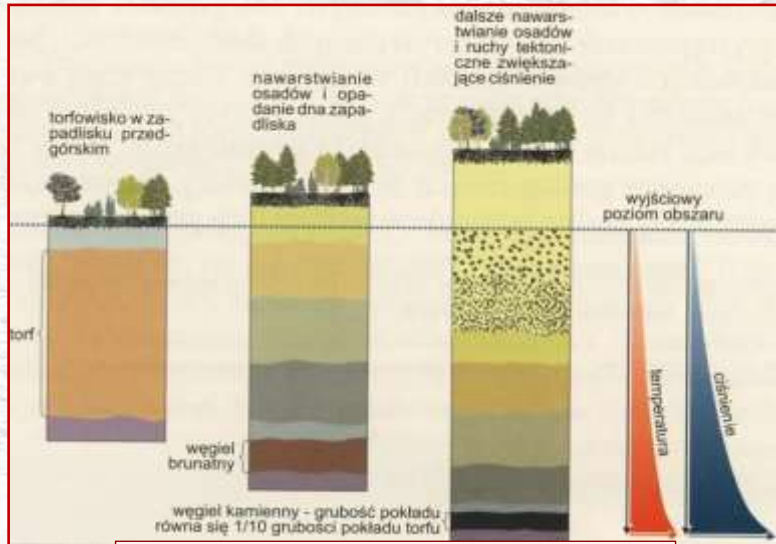
- ☉ **Skąły organogeniczne** – powstają z nagromadzenia materii organicznej.
- ☉ Najczęściej sedymentacja odbywa się w zbiornikach wodnych (morskich).
- ☉ Na lądzie o wiele rzadziej pojawiają się warunki sprzyjające akumulacji szczątków organicznych.
- ☉ Powstają one dzięki gromadzeniu się:
 - ☉ **szczątków roślinnych,**
 - ☉ **szczątków zwierzęcych** (muszli, szkieletów, pancerzyków lub skorup).



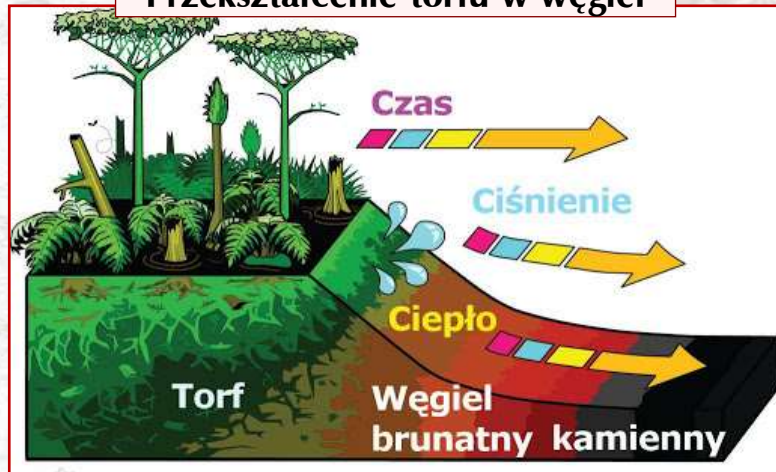
Skąły organogeniczne (organiczne) – roślinne

Ze szczątków roślinnych tworzą się: **torf**, przekształcający się w **węgle**.

Na bagnie, obumarłe szczątki roślin, w warunkach prawie beztlenowych ulegały powolnemu gniciu, wskutek czego zamieniały się najpierw w **torf**, a w wyniku gromadzenia się na nich innych skał w węgle, najpierw **brunatny**, zaś w wyniku dalszego wzrostu ciśnienia w **kamienny** oraz w **antracyt**.



Przekształcenie torfu w węgiel



Skąły organogeniczne (organiczne) – **zwierzęce**

☉ Gromadzące się szczątki zwierząt umożliwiają powstanie różnych **skół organogenicznych**.



Skąły organogeniczne (organiczne) – **zwierzęce skąły węglanowe**

☉ Gromadzące się szczątki zwierząt umożliwiają powstanie **skął węglanowych**:

- ☉ **wapieni** (np. wapieni koralowych, muszlowych, gąbkowych),
- ☉ **kredy piszącej**.



Kreda pisząca

Zbudowana jest głównie z elementów szkieletowych wiciowców oraz otwornic.

Cechuje się znaczną kruchością, miękkością i porowatością.

Występowanie: Wyżyna Lubelska (okolice Chełma)



Wapień (z amonitem)

Najbardziej rozpowszechnione skąły węglanowe, utworzonymi w wyniku nagromadzenia węglanowych szczątków zwierząt (niekiedy też i roślin) w postaci węglanu wapnia (kalcytu – CaCO_3), zawierającymi domieszki licznych składników, wstawki muszli i szkieletów

Występowanie: Wyżyny: Krakowsko-Częstochowska, Lubelska, Roztocze, Beskidy, Tatry i Pieniny

Skąły organogeniczne (organiczne) – **zwierzęce skąły węglanowe**: wapień numulitowy

Wapień numulitowy



Numulity



Skąły organogeniczne (organiczne) – **zwierzęce skąły węglanowe**: wapienie – rodzaje

Wapień detrytyczny

Złożony jest z pokruszonych szczątków różnych organizmów



Wapień muszlowy

Składa się z całych lub pokruszonych muszli bezkręgowców (małży, amonitów, łodzików i ślimaków)



Wapień numulitowy

Zbudowane są z pancerzyków otwornic



Wapień litotamniowy

Powstał ze szczątków glonów (zwapniałych plech krasnorostów)



Wapień rafowy

Powstał ze szczątków osiadłych na dnie morskim organizmów o szkieletach węglanowych (korale, mszywioty, gąbki i glony)



Wapień krynowidowy

Zbudowany jest z elementów szkieletowych liliowców (szkarłupni)

Skąły organogeniczne (organiczne) – **zwierzęce skąły węglanowe**

☉ Gromadzące się szczątki zwierząt umożliwiają powstanie **skął krzemionkowych** – odznaczają się one znaczną twardością:

- ☉ **gez,**
- ☉ **opok,**
- ☉ **radiolarytów,**
- ☉ **ziemi okrzemkowych.**



Geza (z lewej) i **opoka** (z prawej i na dole)
Zbudowane są one ze szkieletów gąbek oraz węglańu wapnia.
Występowanie: Flisz Karpacki, Góry Świętokrzyskie i Roztocze.



Radiolaryt

Powstają w środowisku głębokomorskim (ze skorupek promienic – radiolarii)
Występowanie: Tatry, Pieniny i Góry Świętokrzyskie.



Ziemia okrzemkowa

Powstają w zimnych wodach mórż i jezior z pancerzyków okrzemek
Występowanie: na Niżu Polskim (okolice Poznania i Łodzi)

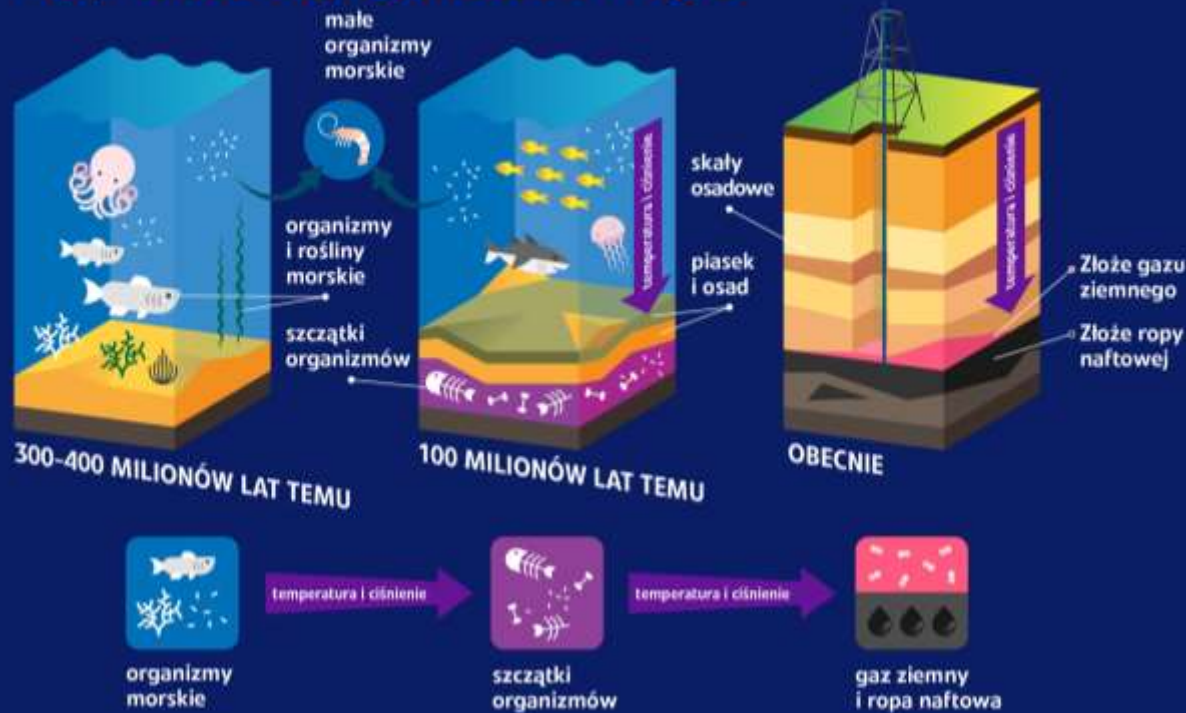


Skąły organogeniczne (organiczne) – zwierzęce i roślinne: skąły palne

- **Ropa naftowa i gaz ziemny** – swoje powstanie zawdzięczają **planktonowi roślinnemu i zwierzęcemu**.
- Szczątki organizmów planktonicznych, przysypane innymi osadami na dnie morza, podlegały przemianom w niewysokiej temperaturze i beztlenowym środowisku.
- W wyniku długotrwałych przemian powstawały głównie łańcuchowe węglowodory nasycone.
- Węglowodory o dłuższych łańcuchach tworzą ciecz o barwie od jasnożółtej do brunatno czarnej – ropę naftową.
- Lżejsze węglowodory – gazowe – wchodzą w skład gazu ziemnego.

Proces powstawania ropy naftowej i gazu ziemnego

PGNiG



Skąły organogeniczne (organiczne) w Polsce

- ☉ Na terenie Polski skały organogeniczne występują najczęściej pod pokrywą okruchowych osadów lodowcowych.
- ☉ Na powierzchni skały organogeniczne widoczne są:
 - ☉ w pasie Wyżyn Środkowopolskich (zwłaszcza Góry Świętokrzyskie),
 - ☉ lokalnie także w Sudetach i Karpatach.

Jura Krakowsko - Częstochowska



C. Skały chemiczne

- **Skały chemiczne** – powstają w wyniku wytrącania się substancji w czasie odparowania wody z płytkich akwenów wodnych (mórz, zatok, jezior) lub w czasie wypływu na powierzchnię Ziemi wysoko zmineralizowanych wód ze źródeł czy też w wyniku procesów krasowych.



Morze Martwe – miejsce wytrącania się osadów

Skąły chemiczne – ewaporaty

- Wskutek oddziaływania gorącego i suchego klimatu w obrębie akwenów wodnych (fragmentów mórz, zatok lub jezior słonych) dochodzi do wytrącania się oraz osadzania na dnie, zgodnie z tzw. **cyklem ewaporatowym** kolejnych rodzajów skał, zwanych ewaporatami, m.in.:
 - **wapieni** – tworzą się na początku, już przy dość niewielkim odparowaniu wody (nagromadzenie kalcytu),
 - **gipsu i anhydrytu** – osadzają się gdy pozostaje ok. 20% pierwotnej objętości wody,
 - **solí kamiennej** – osadza się gdy pozostaje około 10% pierwotnej objętości wody (nagromadzenie halitu),
 - **solí potasowej i solí potasowo-magnezowej** – przy jeszcze większym stężeniu – w najbardziej suchym środowisku, w miejscu dawnego bardzo dużego zbiornika wodnego (sole potasowo-magnezowe powstają na końcu w najbardziej skrajnych warunkach).

Gips



Anhydryt



Sól kamienna



Sól potasowa



Skąły chemiczne – inne

🌐 W nieco inny sposób niż ewaporaty powstają skąły, tj.:

- 🌐 **martwica wapienna** i jego odmiana **trawertyn** – tworzą się w sąsiedztwie źródeł krasowych (szczególnie źródeł termalnych, gejzerów) lub na progach skalnych w korytach rzecznych, w wyniku uwolnienia ze skął CO_2 (jest następnie pobierany przez rośliny) i wytrącaniu CaCO_3 na roślinach lub bezpośrednio na podłożu;
- 🌐 **kreda jeziorna** – powstaje w wyniku wytrącania i osadzania na dnie CaCO_3 w czasie odparowywania zbiorników wodnych;
- 🌐 **dolomity** – powstają w wyniku sedymentacji minerału dolomitu lub w wyniku wypierania węglanu wapnia, przez zastępujący go węglan magnezu.



Trawertyn

Kreda jeziorna



Dolomity



Skąły chemiczne w Polsce

☉ Skąły chemiczne w Polsce występują głównie w utworach:

☉ **permskich,**

☉ w strefie obejmującej prawie całą Polskę Środkową i Zachodnią oraz Pomorze;

☉ **neogeńskich (z miocenu),**

☉ na obszarze Zapadliska Przedkarpackiego w pasie ciągnącym się od terytorium Ukrainy aż po okolice Rybnika.

Wieliczka – kopalnia soli



Kopalnia soli w Bochni





3. Skąły metamorficzne (przeobrażone)

Skąły metamorficzne (przeobrażone)

- **Skąły metamorficzne** – tworzą się w wyniku oddziaływania podwyższonego ciśnienia i temperatury, a czasem także i związków chemicznych, na istniejące już skąły magmowe i osadowe.
- Działanie poszczególnych czynników metamorfizmu jest zróżnicowane w zależności od rodzaju metamorfizmu i głębokości, na jakiej proces ten zachodzi:
 - **wskutek oddziaływania ciśnienia statycznego** – dochodzi do zmniejszania objętości składników skąły,
 - **wskutek działania ciśnienia dynamicznego** – zachodzi proces kruszenia skął,
 - **wskutek działania wysokiej temperatury** – następuje zmiana składu mineralnego i budowy skął mających bezpośredni kontakt z bardzo gorącą upłynnioną magmą,
 - temperatura oddziałuje zwykle na małym obszarze – w sąsiedztwie ciała magmowego.

Metamorfizm – przeobrażenie granitu w gnejs

Metamorfizm

Granit – wyjściowa skąła magmowa

Gnejs – skąła przeobrażona o wyraźnym kierunkowym ułożeniu ziaren mineralnych. Skład mineralny jest dalej bardzo podobny.]

Skład i budowa wewnętrzna skał metamorficznych

- **Skład skał metamorficznych** zależy od składu mineralnego skały pierwotnej oraz temperatury i ciśnienia, w jakich zachodził metamorfizm.
- Większość minerałów skał metamorficznych znana jest także ze skał magmowych lub osadowych.
- Należą do nich:
 - kalcyt,
 - dolomit,
 - hematyt,
 - magnetyt,
 - kwarc,
 - skalenie,
 - miki.
- **Budowa wewnętrzna** skał metamorficznych w dużym stopniu upodabnia je do skał magmowych.
- Podkreślić jednak należy powszechne występowanie **kierunkowego ułożenia ziaren**.



Gnejs wykazujący silnie kierunkowe ułożenie ziaren

Przykłady skał metamorficznych

🕒 W zależności od głębokości na których zachodzi metamorfizm, następuje różne przeobrażenie skał, i tak można wyróżnić (często powstają one na różnych głębokościach!):

🕒 **strefę EPI** – najpłytszą, z temperaturą do 300°C i dużym wpływem ciśnienia kierunkowego, w której powstają:

- 🕒 **fyllity** – z przeobrażenia **skał ilastych** (iłowców),
- 🕒 **kwarcyty** – z przeobrażenia **piaskowców** (piaskowców kwarcytowych),

🕒 **strefę MEZO** – położoną zwykle na głębokościach 10-20 km, gdzie temperatura sięga 500°C, zaś na skały oddziałuje zarówno ciśnienie kierunkowe, jak i statyczne:

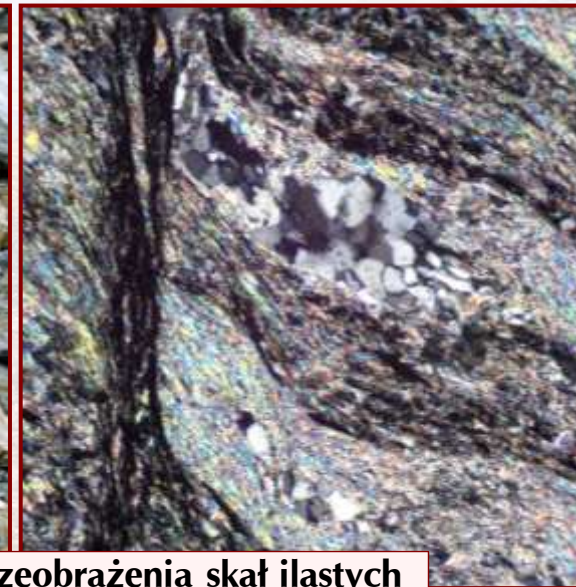
- 🕒 **gnejsy** – z przeobrażenia **granitów**,
- 🕒 **marmury** – z przeobrażenia **skał węglanowych** (**wapieni**),
- 🕒 **amfibolity** – z przeobrażenia **bazaltów i gabr**;

🕒 **strefę KATA** – zlokalizowaną zwykle poniżej 20 km, gdzie temperatura sięga do 800°C i silnie oddziałuje ciśnienie statyczne, w której powstają:

- 🕒 **eklogity** – z przeobrażenia **bazaltów i gabr**.



Fyllit – powstający z przeobrażenia skał ilastych



Amfibolity – powstający z przeobrażenia bazaltów i gabr



Przykłady skał metamorficznych i "wyjściowych"

Wapień – skała osadowa



Piaskowiec kwarcytowy – skała osadowa



Bazalt – skała magmowa



Marmur – skała przeobrażona



Kwarcyt – skała przeobrażona



Eklogit – skała przeobrażona



Surowce i złoża

Surowiec mineralny

🌐 **Surowiec mineralny** – wydobywana ze złóż kopalina użyteczna, która posiada określone zastosowanie w gospodarce, np. ropa naftowa w energetyce.



Definicja złoża

- 🌐 **Złoże** – zgodnie z definicją to naturalne nagromadzenie użytecznych minerałów lub skał, które nadaje się do opłacalnej eksploatacji w obecnych warunkach ekonomicznych i przy dzisiejszym poziomie techniki.
- 🌐 W zależności od zapotrzebowania i wynikającej z tego często ceny końcowej za surowiec, może ono być wykorzystywane lub nie.
- 🌐 I tak niektóre surowce straciły na znaczeniu, np. krzemienie i szklivo wulkaniczne.
 - 🌐 Inne, do niedawna niewykorzystywane, jak np. boksyty, rudy uranu, minerały ziem rzadkich, odgrywają obecnie bardzo ważną rolę w gospodarce.



Dawne narzędzia krzemienne



Uran (po lewej) i elektrownia atomowa (po prawej)

Klasyfikacja złóż

☉ Z gospodarczego i geologicznego punktu widzenia bardzo ważny jest podział na:

- ☉ **złóża bilansowe** – które opłaca się eksploatować w obecnych uwarunkowaniach ekonomicznych.
- ☉ **złóża pozabilansowe** – które nie spełniają w danym momencie kryteriów opłacalnego wydobycia, ale stopień koncentracji kopaliny i inne czynniki pozwalają sądzić, że w przyszłości to się zmieni.

Kryteria bilansowości złóż – brane pod uwagę przy wyszczególnianiu złóż bilansowych i pozabilansowych

Kryteria geologiczne	Kryteria techniczne i społeczno-ekonomiczne	Pozostałe kryteria
<ul style="list-style-type: none">✓ Wielkość zasobów✓ Zawartość składnika użytecznego (np. procentowa zawartość metalu w rudzie)✓ Głębokość zalegania✓ Miąższość złoża✓ Budowa geologiczna złoża✓ Aktywność sejsmiczna✓ Warunki wodne	<ul style="list-style-type: none">✓ Istnienie odpowiednich technologii✓ Jakość kopaliny✓ Cena surowca✓ Zapotrzebowanie rynku✓ Odległość od rynku zbytu✓ Koszty eksploatacji✓ Koszty transportu✓ Lokalne zasoby siły roboczej✓ Infrastruktura techniczna (drogi, sieć energetyczna, wodna itp.)✓ Wartość gruntów w obszarze złożowym✓ Wielkość nakładów inwestycyjnych✓ Potencjalne konflikty społeczne	<ul style="list-style-type: none">✓ Warunki klimatyczne✓ Rzeźba terenu✓ Potencjalne zagrożenie dla środowiska✓ Obecność obszarów chronionych (parków narodowych, rezerwatów)

Podział genetyczny złóż

- ☉ Nieco mniejsze znaczenie gospodarcze ma podział genetyczny złóż.
 - ☉ Liczy się on najbardziej w pracach poszukiwawczych oraz w badaniach możliwości wydobycia i wykorzystania surowców mineralnych.
- ☉ Zgodnie z nim złoża dzielimy na dwie główne grupy:
 - ☉ **złoża endogeniczne** – powstałe w wyniku działania procesów wewnętrznych, magmowych i metamorficznych;
 - ☉ **złoża egzogeniczne** – związane z niszczeniem skał w wyniku oddziaływania czynników atmosferycznych (wietrzeniem i erozją) oraz deponowaniem nowych skał osadowych (powstałych w wyniku diagenetyzacji skał litych), a także oddziaływaniem organizmów żywych (skały organogeniczne) lub wytrącającym się w środowisku wodnym (surowce chemiczne).

Złoże wapienia w Czatkowicach (Krzeszowicach)



Złóża endogeniczne

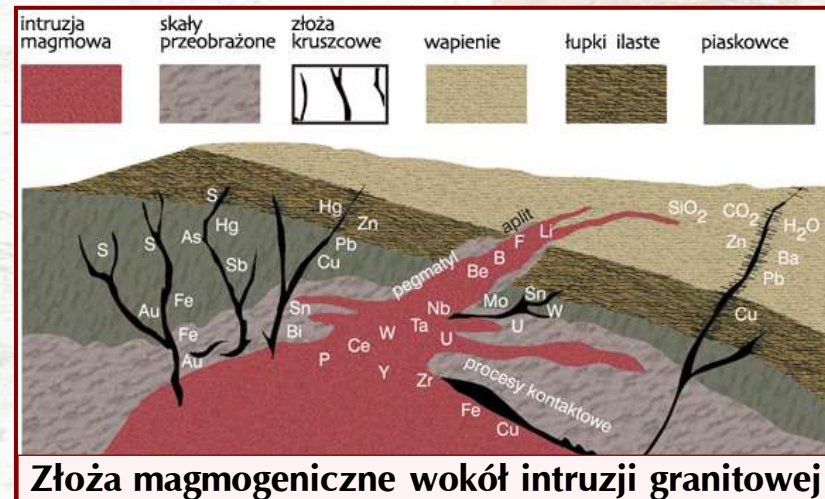
🌐 **Złóża endogeniczne** dzielimy w zależności od warunków powstawania:

🌐 **złóża magmowe** – powstałe bezpośrednio z magmy lub lawy, np.:

- 🌐 złóża skalne, tj. granity, bazalty,
- 🌐 rudy żelaza (np. magnetyt, hematyt), niklu, miedzi, wolframu, cynku i ołowiu, tytanu i chromu oraz platyna, korund, diamenty i kamienie szlachetne (np. granaty);

🌐 **złóża metamorficzne** – powstające w procesach przeobrażeń skał starszych:

- 🌐 w trakcie procesów metamorficznych,
 - 🌐 np. azbest, grafit, niektóre złóża korundu,
- 🌐 ze złóż, które uległy wtórnemu zmetamorfizowaniu,
 - 🌐 np. marmury, kwarcyty, niektóre złóża rud żelaza.



Złóża egzogeniczne

🌐 W ramach **złóż egzogenicznych** możemy wyróżnić:

🌐 **złóża wietrzeniowe** – złoża w których nastąpiła koncentracja minerałów, pozostałych po wietrzeniu skały wskutek działania czynników atmosferycznych:

🌐 np. boksyty (ruda aluminium), siarka, kaolin (minerał ilasty wykorzystywany do produkcji porcelany);

🌐 **złóża osadowe właściwe** – powstają wskutek działalności życiowej organizmów lub wytrącania substancji użytecznej z roztworu:

🌐 np. ropa naftowa, gaz ziemny, węgle (kamienny i brunatny), torf, sole kamienne i potasowe, gips, anhydryt, rudy żelaza, fosforyty i niektóre złoża miedzi, skały osadowe, tj. wapienie, dolomity, kreda pisząca;

🌐 **złóża osadowe mechaniczne** – nagromadzenie użytecznego budulca dzięki selektywnemu transportowi i sedymentacji, przebiegającym najczęściej w środowiskach wodnych:

🌐 np. złoto rodzime, diamenty, kasyteryt (ruda cyny), korund (jego odmianami są rubin i szafir), piaski i żwiry.



Miejsca wydobycia boksytów (po lewej), ropy naftowej (na środku) i złota (po prawej)

Formy występowania złóż surowców mineralnych

• Formy występowania złóż związane są z warunkami panującymi w czasie ich powstawania oraz wydarzeniami geologicznymi mającymi miejsce później (deponowaniem nadległych skał, deformowaniem pod wpływem wzrostu ciśnienia i temperatury).

• I tak złoża ze względu na formę występowania dzielimy na:

• **złoża egzogeniczne:**

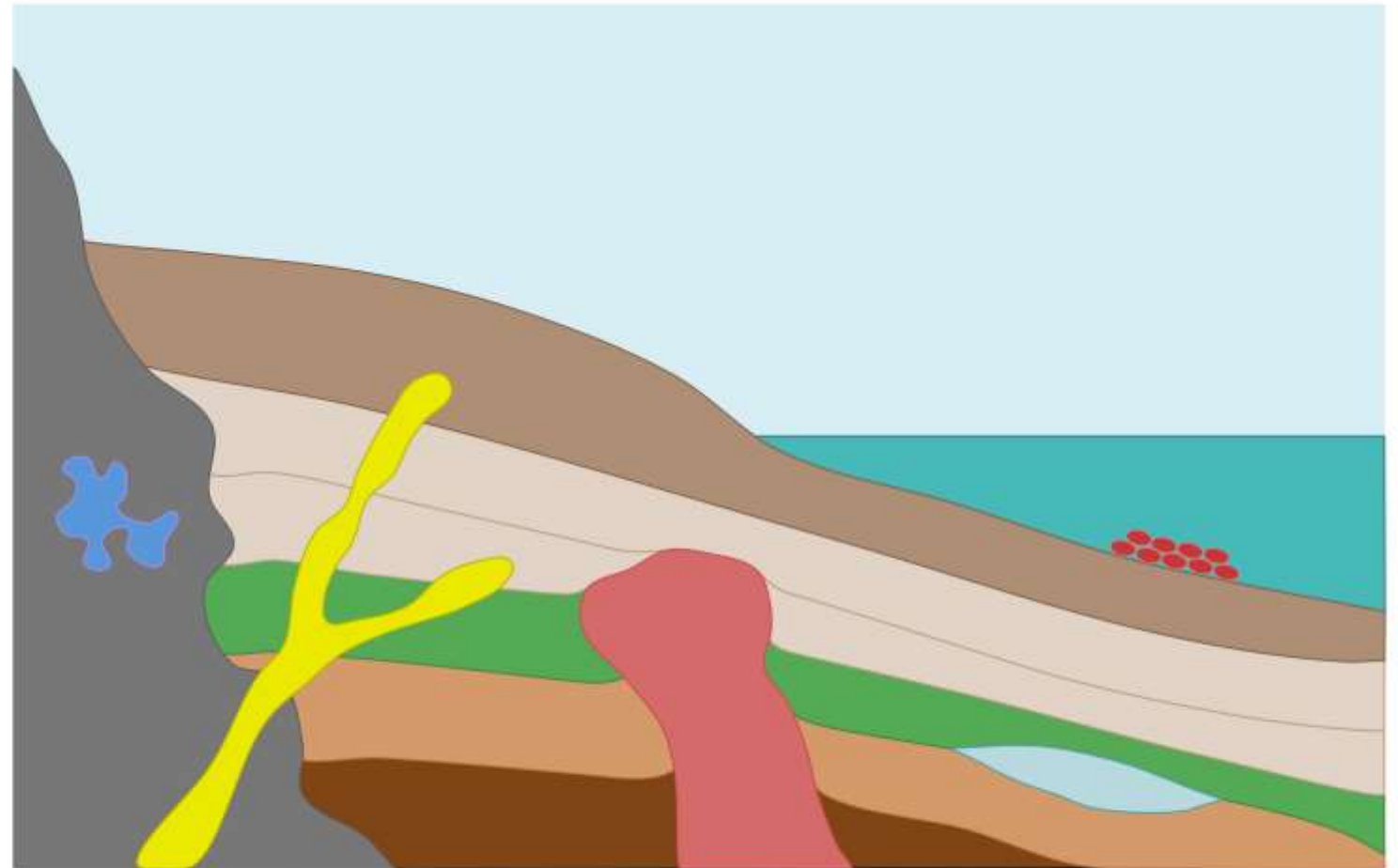
- zlokalizowane w tzw. "pułapkach",
- złoża pokładowe,
- złoża wysadowe,
- złoża soczewkowe,
- złoża pozostałe w postaci:

- kieszeni,
- rozsypisk,

• **konkrecje,**

• **złoża endogeniczne:**

- złoża żyłowe,
- gniazda.



 słupy i diapiry

 pokłady

 soczewki

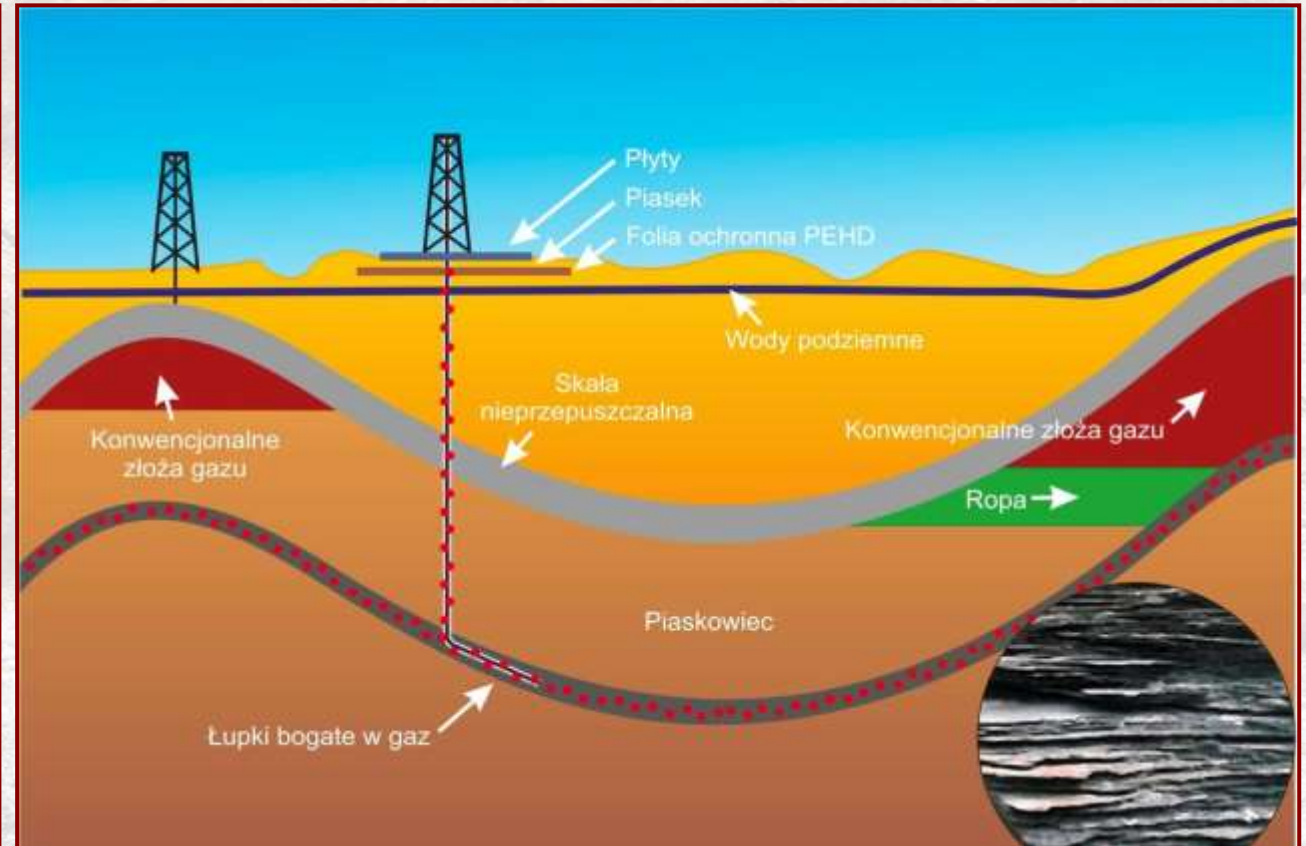
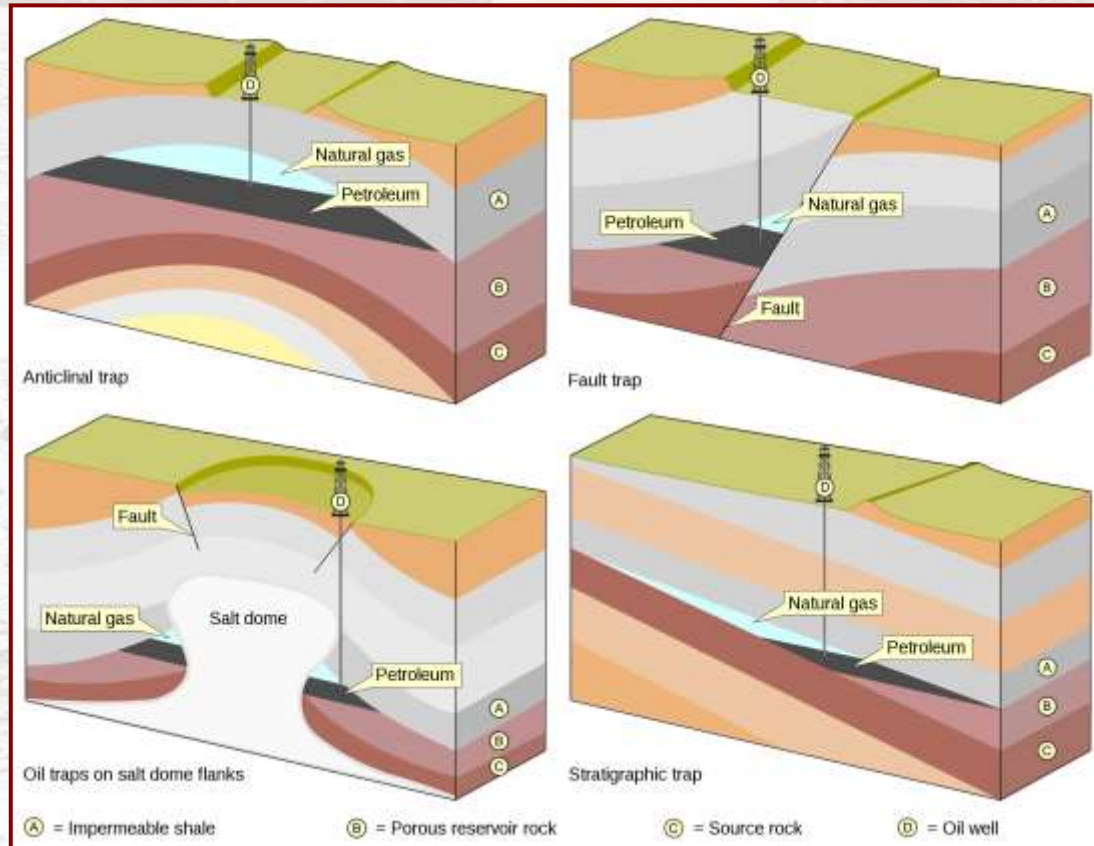
 żyły

 gniazda

 konkrecje

Złoża egzogeniczne: zlokalizowane w tzw. "pułapkach"

- Typowymi złożami zlokalizowanymi w tzw. "pułapkach" są węglowodory, tj. ropa naftowa i gaz ziemny,
- nie tworzą one samodzielnych form złożowych,
 - wypełniają jedynie wolne przestrzenie porowe i inne puste miejsca w obrębie skał, głównie piaskowców, wapieni, dolomitów i piasków;
- miejsce ich powstawania rzadko pokrywa się z lokalizacją samego złoża,
 - wynika to z faktu, że ropa naftowa i gaz ziemny przemieszczają się w skałach porowatych ku powierzchni, aż do momentu, kiedy na ich drodze znajdzie się warstwa skał nieprzepuszczalnych, która zatrzymuje ich ruch.



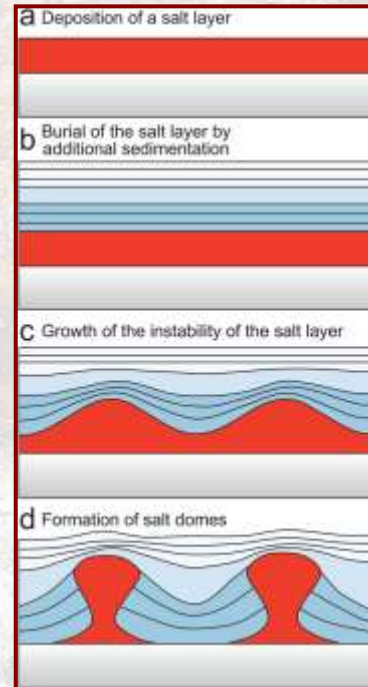
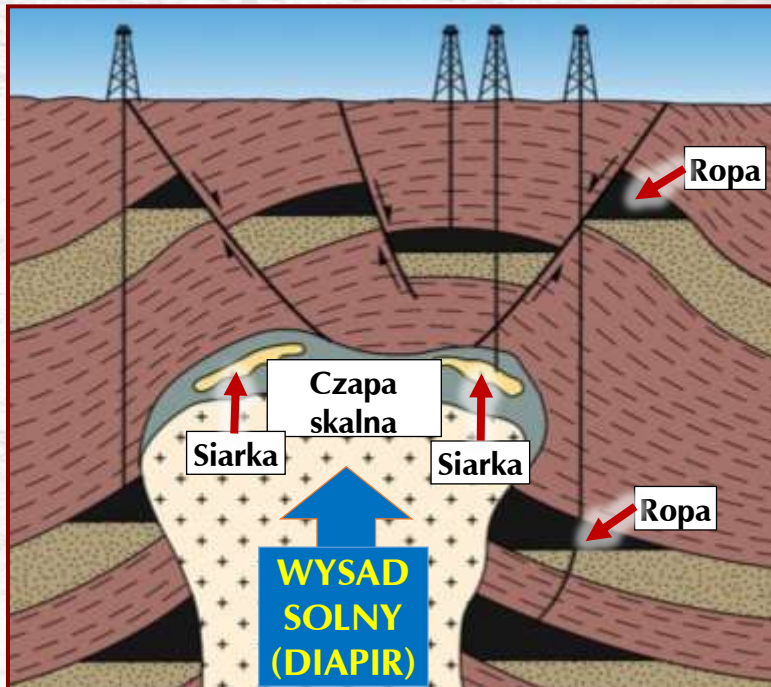
Złoże egzogeniczne: pokłady

- 🌐 **Złoże pokładowe** (np. węgle i większość skał osadowych) mogą przyjmować formę leżącą na dużej przestrzeni warstwy skalnej, leżącej w obrębie struktur tektonicznych,
 - 🌐 warstwa pokładu została ukształtowana w czasie akumulacji osadów;
 - 🌐 np. złoża węgla kamiennego w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym tworzą wraz ze skałami płonnymi rozległą nieckę w której:
 - 🌐 w centralnej części złoża leżą głęboko, zaś na obrzeżach niecki złoża węgla leżą bardzo płytko.



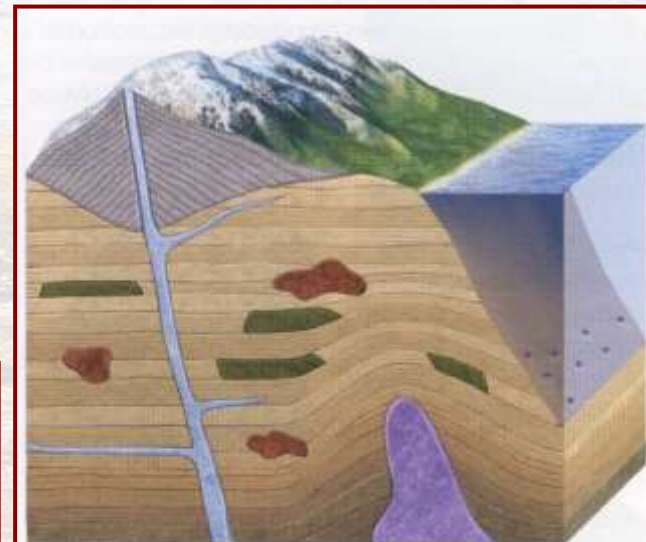
Złoża egzogeniczne: wysady (diapiry)

- 🌐 **Złoża wysadowe (diapiry)** są przekształceniem złóż pokładowych,
- 🌐 w wyniku ruchów tektonicznych i dużego obciążenia przez warstwy nadległe sole uległy wyciśnięciu ku górze (były lżejsze i dość plastyczne) w postaci **słupów i pni**,
- 🌐 dobrze ukształtowane osiągają czasem nawet samą powierzchnię Ziemi,
- 🌐 płytkie zaleganie ułatwia gospodarcze wykorzystanie tych złóż (eksploatację), np. na Kujawach początkowo pokłady soli zalegały około 6 km pod Ziemią i dopiero rozwój wysadów doprowadził do ich ruchu tuż pod powierzchnią terenu.



Złóża egzogeniczne: **konkrecje**

- 🌐 **Konkrecje** – niezbyt rozległe złoża o charakterystycznym kulistym lub owalnym kształcie, które tworzyły się w skałach osadowych wskutek stopniowego narastania minerałów wokół jakiegoś obiektu,
- 🌐 takiej koncentracji ulegają m.in. fosforyty oraz tworzące tzw. konkrecje polimetaliczne tlenków manganu i wodorotlenków żelaza, zawierające inne dodatkowe metale: nikiel, miedź, cynk, ołów, kobalt i wanad.



Typy złóż:

- | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------|
|  | złożo wysadowe |  | złożo żyłowe |
|  | złożo gniazdowe |  | złożo pokładowe |
|  | konkrecja | | |



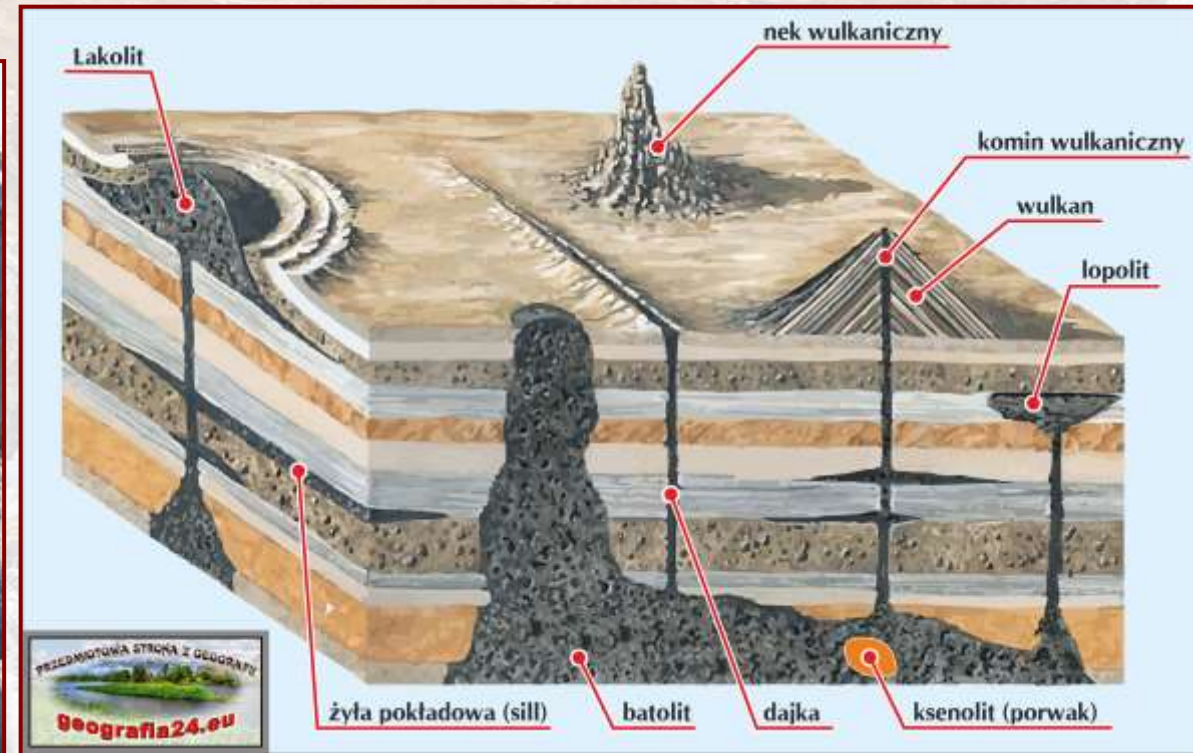
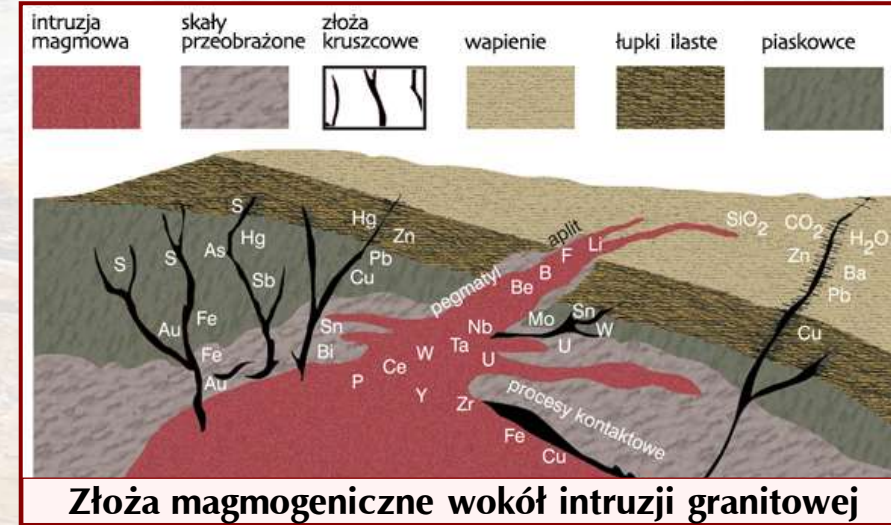
Złóża endogeniczne: żyły i gniazda

🌐 **Złóża endogeniczne** występują zwykle w postaci mniej regularnych form: żył lub gniazd.

🌐 Tworzą się one w strefach rozluźnień w skałach,

🌐 najczęściej w wyniku przeciskania się magmy (w niej skupiają się niektóre składniki magmy – minerały lub związki chemiczne) i krążącej wody oraz gazów wulkanicznych przez skały w spękaniach lub w pustych przestrzeniach pomiędzy warstwami skalnymi.

🌐 Taki charakter obecnie posiada wiele złóż rud metali (żelaza, miedzi, niklu) oraz skał magmowych o znaczeniu gospodarczym (granitów, gnejsów) lub kamieni szlachetnych (diamentów).



Metody eksploatacji surowców mineralnych

- 🌐 O podjęciu eksploatacji i doborze najlepszej metody decydują kryteria bilansowości oraz forma występowania danego złoża.
- 🌐 Wśród metod eksploatacji obecnie są wykorzystywane:
 - 🌐 **metoda odkrywkowa** – podstawowa metoda eksploatacji złóż położonych do głębokości 200 m,
 - 🌐 **metoda głębinowa (podziemna)** – podstawowa metoda eksploatacji złóż położonych poniżej 200 m pod powierzchnią ziemi (obecnie najgłębsza kopalnia, położona w RPA, eksploatująca złoża złota tą metodą ma około 4 km),
 - 🌐 **metoda otworowa** – stosowana przy wydobyciu surowców w stanie ciekłym (ropa naftowa) lub gazowym (gaz ziemny),
 - 🌐 **metoda otworowa, podziemnej ekstrakcji (wytopu podziemnego)** – służąca do eksploatacji złóż zlokalizowanych w rejonach o skomplikowanej budowie geologicznej.



Metody eksploatacji – metoda odkrywkowa

☉ **Metodą odkrywkową** – eksploatuje się złoża pokładowe (np. węgla brunatnego, soli kamiennej), gniazdowe lub soczewkowe, usytuowane zwykle maksymalnie do głębokości około 200 m.

☉ Wydobywanie na większych głębokościach rzadko jest opłacalne.

☉ Wszelkie prace wydobywcze odbywają się na powierzchni:

☉ na początku zdejmowany jest nadkład – skałę przykrywającą właściwe złożo,

☉ w kolejnych etapach następuje właściwa eksploatacja poprzez zdejmowanie kolejnych warstw skalnych ze złożem.

☉ Metoda ta posiada:

☉ liczne zalety:

☉ łatwość pozyskania surowca, ponieważ łatwo można zastosować duże i wydajne maszyny – jednocześnie można pozyskać dużą ilość złoża,

☉ niskie koszty eksploatacji;

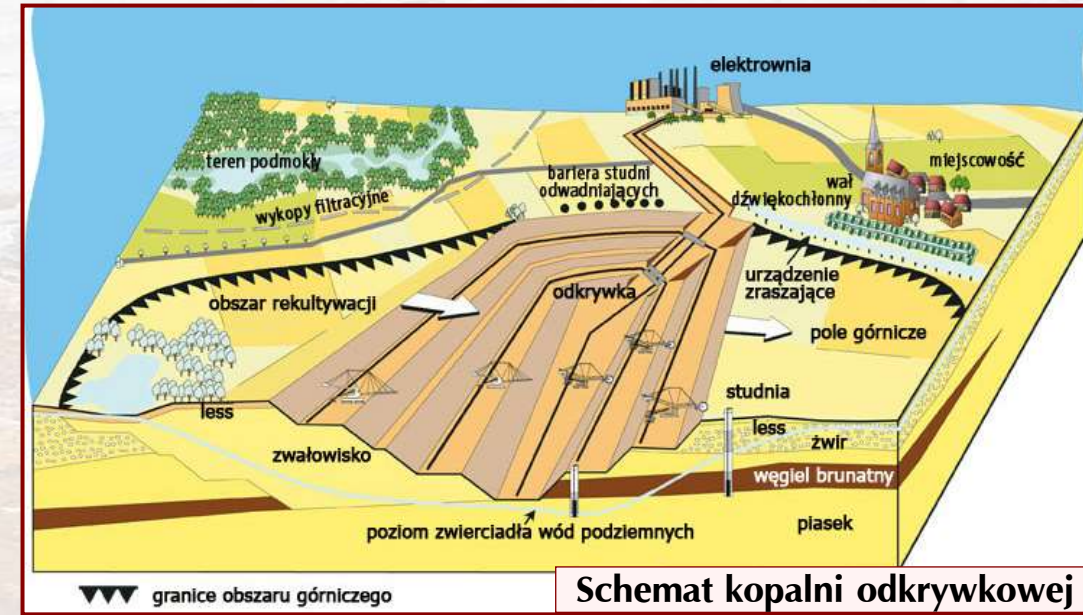
☉ bardzo duże wady:

☉ ograniczenia eksploatacji wynikające z:

☉ gęstej zabudowy na powierzchni,

☉ braku miejsca na zwałowiska,

☉ znaczący negatywny wpływ na środowisko (zapylenie, zanieczyszczenie gleb, tworzenie hałd, leja depresyjnego).



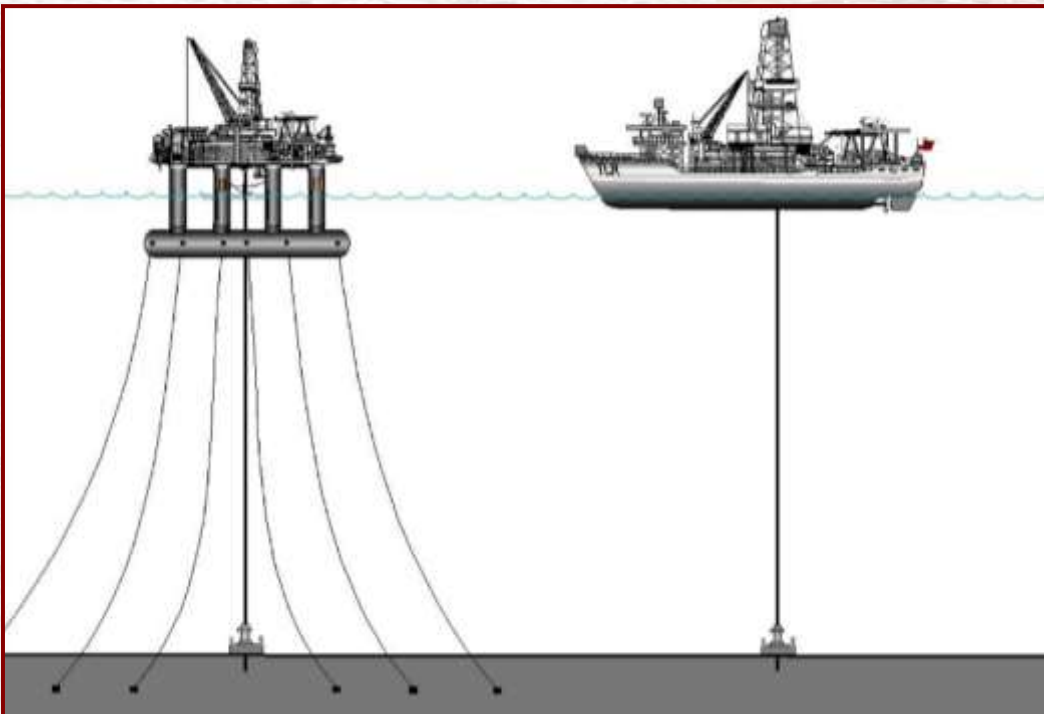
Metody eksploatacji – metoda głębinowa (podziemna)

- ☛ **Metoda głębinowa (podziemna)** – stosowana jest do eksploatacji surowców skalnych – złóż surowców stałych, leżących na głębokościach powyżej 200 m.
- ☛ Pod Ziemią budowane są specjalne korytarze, często leżące na wielu poziomach, co umożliwia eksploatację na znacznych przestrzeniach i głębokościach (obecnie do około 4 km).
- ☛ Zazwyczaj większość obecnych kopalni sięga nie głębiej niż 1200 – 1500 m.
- ☛ Kopalnie eksploatujące surowce tą metodą mogą być eksploatowane nawet pod miastami – niestety czasem przyczynia się to do antropogenicznych trzęsień ziemi.
- ☛ Największą jednak wadą tej metody jest bardzo duże zagrożenie bezpieczeństwa, zwiększające się zazwyczaj w miarę sięgania coraz głębiej kolejnych chodników.



Metody eksploatacji – metoda otworowa

- ☛ **Metodę otworową** – wykorzystujemy przy wydobyciu większości surowców w stanie ciekłym (ropa naftowa) lub gazowym (gaz ziemny).
- ☛ Wiercenie badawcze (poszukiwawcze) jest na ogół tak skonstruowane, aby po odkryciu złoża można było bez większych problemów podjąć eksploatację.
- ☛ Zwykle ciśnienie występujące w złożu powoduje samoistny wypływ surowca na powierzchnię.
 - ☛ Niestety po pewnym czasie ciśnienie spada i wtedy konieczne jest pompowanie.
- ☛ Głównymi zaletami metody otworowej są:
 - ☛ bardzo niski koszt wydobycia – zwykle dużo niższy od typowych metod górniczych,
 - ☛ możliwość eksploatacji surowców spod dna morskiego.



Metody eksploatacji – metoda otworowa, podziemnej ekstrakcji (wytopu podziemnego)

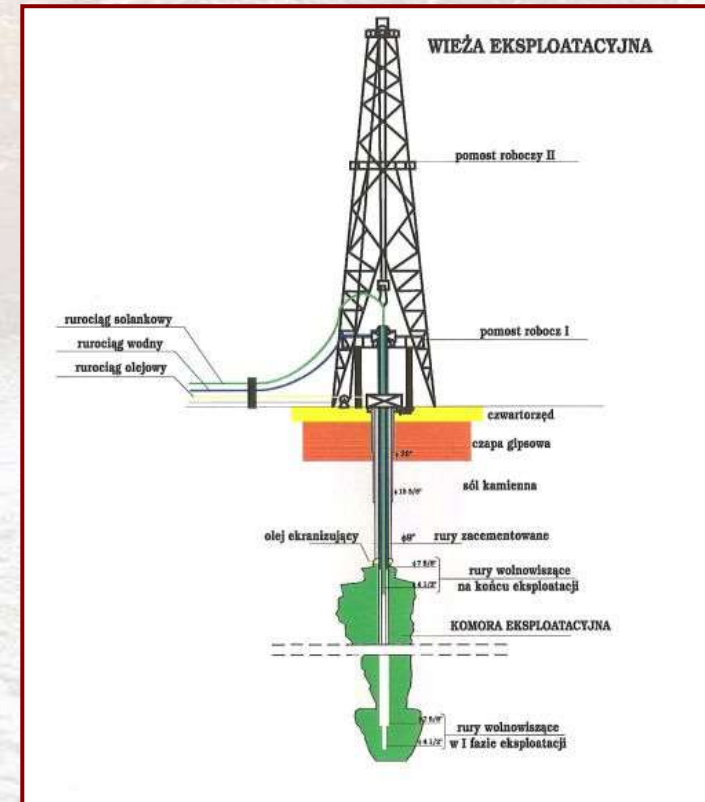
🌐 **Metoda otworowa, podziemnej ekstrakcji (wytopu podziemnego)** – wykorzystywana jest przy eksploatacji złóż położonych na różnej głębokości i w miejscach, gdzie istnieją trudne warunki geologiczne.

🌐 W metodzie tej:

- 🌐 wykonujemy odwierty w powierzchni Ziemi,
- 🌐 wpompowujemy przez wykonane wcześniej otwory substancje rozpuszczające poszukiwany minerał (mogą mieć one wysoką temperaturę) i sprężone powietrze,
- 🌐 wypompowujemy uzyskany przez wcześniejsze rozpuszczenie roztwór
- 🌐 wyodrębniamy z wypompowanego na powierzchnię roztworu poszukiwany minerał.

🌐 Niniejszą metodą możemy wydobywać:

- 🌐 sól kamienną,
- 🌐 siarkę rodzimą (np. w kopalni Osiek w Polsce),
- 🌐 rudy miedzi (np. w kopalniach w Chile).



Znaczenie gospodarcze złóż

☉ Dla gospodarki istotny jest **podział kopalin i złóż ze względu na sposób ich wykorzystania**, według którego wyszczególnia się:

- ☉ surowce energetyczne,
- ☉ surowce metalurgiczne,
- ☉ surowce chemiczne,
- ☉ surowce budowlane,
- ☉ surowce szklarskie i ceramiczne,
- ☉ surowce jubilerskie.



Zastosowanie gospodarcze surowców energetycznych

🌐 Przykłady **surowców energetycznych** i ich zastosowania:

🌐 **ropa naftowa, gaz ziemny, węgiel kamienny i brunatny oraz rudy uranu** – produkcja energii elektrycznej i ciepłej.



Zastosowanie gospodarcze surowców metalurgicznych

Przykłady surowców metalurgicznych i ich zastosowania:

- **rudy żelaza** – produkcja stali, która jest materiałem wyjściowym do wyrobu wielu artykułów,
- **rudy miedzi** – produkcja przewodów elektrycznych i układów scalonych, rur, pokryć dachowych, monet oraz jest to surowiec w rzemiośle artystycznym i jubilerskim,
- **rudy cynku** – blach stalowych w celu zabezpieczenia przed korozją oraz jest to składnik wielu stopów,
- **rudy ołowiu** – produkcja akumulatorów i baterii, kabli, rur, amunicji, farb, ciężarków, ekranów zabezpieczających przed promieniowaniem RTG,
- **rudy niklu** – dodatek stopowy do stali specjalnych: kwasoodpornych, nierdzewnych i żaroodpornych, do produkcji narzędzi chirurgicznych, pokryć statków, turbin oraz jest to surowiec do produkcji pokryw ochronnych, monet,
- **boksyty** – produkcja aluminium, które jest materiałem wyjściowym do wytwarzania: przewodów elektrycznych, blach, elementów konstrukcji i pokryć środków transportu, opakowań,
- **kobalt** – dodatek stopowy do wyrobu stali i innych stopów oraz stosowany do produkcji elektrod akumulatorowych, trwałych magnesów, a także jako katalizator chemiczny oraz jest to dodatek w przemyśle szklarskim i ceramicznym,
- **chrom, wanad, mangan, tytan** – składniki stopowe poprawiające walory użytkowe stali,
- **metale szlachetne: złoto, srebro, platyna** – są b. odporne chemicznie oraz są stosowane do produkcji urządzeń precyzyjnych (np. medycznych) i aparatury chemicznej.



Zastosowanie gospodarcze surowców chemicznych

Przykłady surowców chemicznych i ich zastosowania:

- **sól kamienna** – produkcja chemii gospodarczej i kosmetyków, tworzyw sztucznych; środek konserwujący i smakowy w przemyśle spożywczym oraz wykorzystywana do posypywania dróg zimą, a także jest to ważny składnik procesu technologicznego w wielu gałęziach przemysłu: włókienniczym, azotowym, rafineryjnym, farmaceutycznym itd.,
- **sól potasowa i potasowo-magnezowa** – produkcja nawozów sztucznych a także ma zastosowanie w przemyśle: farmaceutycznym, szklarskim, włókienniczym, elektrometalurgii, fotografice, pirotechnice itd.,
- **siarka** – produkcja kwasu siarkowego i środków ochrony roślin oraz materiałów pirotechnicznych, gumy i betonu siarkowego,
- **fosforyty** – produkcja nawozów sztucznych,
- **węgiel** – zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym i karbochemicznym – produkcja tworzyw sztucznych, fenolu, smoły, farb i lakierów, kauczuku syntetycznego,
 - **diament** - produkcja urządzeń szlifierskich i tnących oraz wyrobów jubilerskich,
 - **grafit** – produkcja ołówków, elektrod, tygli,
- **ropa naftowa** – zastosowanie w przemyśle petrochemicznym – produkcja benzyny, nafty, olejów, parafiny, smarów, wazelin, asfaltu oraz tworzyw sztucznych.



Zastosowanie gospodarcze surowców budowlanych

Przykłady surowców budowlanych i ich zastosowania:

- ☛ **gips** – zastosowanie jako spoiwo wiążące w tynkach, zaprawach, płytach kartonowo-gipsowych oraz w medycynie do utwardzania opatrunków, a także jako surowiec rzeźbiarski i modelarski oraz jako alabaster używany do produkcji elementów dekoracyjnych,
- ☛ **wapień** – jako materiał budulcowy; jako spoiwo budowlane – produkcja cementu,
- ☛ **piasek** – do wyrobu betonu, tynku, utwardzania podłoża,
- ☛ **żwir** – do utwardzania nawierzchni drogowych,
- ☛ **granit, bazalt** – jako kruszywo wykorzystywane do utwardzania nawierzchni dróg oraz produkcji kostki brukowej oraz w budownictwie stosowane jako materiał wykończeniowy – schody, posadzki, elementy dekoracyjne, a także w kamieniarstwie – pomniki, rzeźby, nagrobki,
- ☛ **marmur** – jako kruszywo do nawierzchni (np. ścieżek ogrodowych) oraz jako materiał wykończeniowy i dekoracyjny, a także stosowany jako surowiec rzeźbiarski.



Zastosowanie gospodarcze surowców szklarskich i ceramicznych

🌐 Przykłady **surowców szklarskich i ceramicznych** i ich zastosowania:

- 🌐 **piasek kwarcowy** – surowiec do produkcji szkła,
- 🌐 **glina, ity, dolomit** – produkcja cegły i wyrobów ceramicznych.



Zastosowanie gospodarcze surowców jubilerskich

🌐 Przykłady **surowców jubilerskich** i ich zastosowania:

🌐 **kamienie szlachetne i półszlachetne:**

🌐 np.: **diamenty, szmaragdy, szafiry, rubiny, beryl, agat, turkus, turmalin;**

🌐 **metale szlachetne:**

🌐 np.: **złoto, srebro, platyna** – surowce do wyrobu biżuterii i dekoracyjnych dodatków.



Trendy zmian w gospodarczym wykorzystaniu złóż

- 🌐 **Rozmieszczenie poszczególnych surowców mineralnych na świecie jest bardzo nierównomierne i ściśle związane z przeszłością geologiczną danego obszaru.**
- 🌐 **Są nawet takie kraje w których nawet najbardziej rozpowszechnione surowce skalne są niedostępne – dotyczy co zarówno krajów leżących na pustyniach, jak i w wielu innych, przypadkowych częściach świata.**
- 🌐 **Od schyłku XX wieku pojawiła się dodatkowo perspektywa wyczerpania złóż wielu surowców mineralnych, nawet i tych których niegdyś było bardzo dużo.**
- 🌐 **Coraz częściej jesteśmy zmuszeni eksploatować złoża położone w mało dogodnych warunkach geologicznych, w mało dostępnych obszarach oraz takie które zawierają surowiec gorszej jakości lub trudniejszy do przetworzenia, np. węglowodory wydobywane spod dna morskiego, gaz łupkowy, ropa łupkowa i piaski bitumiczne.**
- 🌐 **Jednocześnie popyt gospodarki światowej na większość surowców dalej rośnie.**
- 🌐 **Zmusza to nas do wykorzystywania w coraz większym stopniu surowców z odzysku, zwłaszcza metali – co w sumie jest przynajmniej dla środowiska dobre (i dla nas też).**
- 🌐 **W ten sposób pod koniec ubiegłego wieku pochodziło ponad 20% żelaza, miedzi, aluminium i ołowiu, zużywanych w przemyśle.**



KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

Opracowanie i redakcja: *Sławomir Dmowski*
Kontakt: *kontakt@geografia24.eu*

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -