



## **V. Procesy wewnętrzne kształtujące litosferę**

### **1. Budowa wnętrza Ziemi. Skąły**

# Źródła wiedzy – badania bezpośrednie

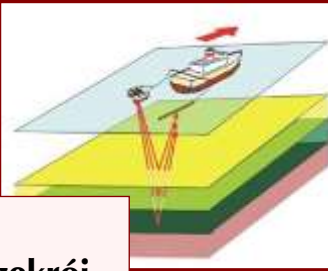
- 🌐 Wiedza na temat budowy i właściwości wnętrza Ziemi tylko w niewielkim stopniu opiera się na bezpośrednich obserwacjach.
- 🌐 Wynika to z faktu, że najgłębsze “dziury” w Ziemi sięgają ułamka procenta promienia ziemskiego:
  - 🌐 **wiercenie dotarło do głębokości około 13,5 km,**
    - 🌐 13 500 metrów (odwiert Exxon’a w dnie Morza Ochockiego na Sachalinie z 2014 r.);
    - 🌐 12 289 m (odwiert w Katarze z 2008 r.),
    - 🌐 12 262 m (odwiert SG-3 na Płw. Kolskim z 1989 r.),
  - 🌐 **kopalnie udostępniają skały do głębokości około 4000 metrów,**
    - 🌐 4000 metrów (kopalnia złota Mponeng w RPA; do niedawna najgłębszą kopalnią była TouTona też w RPA),
    - 🌐 temperatura na tej głębokości sięga powyżej 60°C,
    - 🌐 w celu wydobywania surowca konieczne jest zastosowanie klimatyzacji.



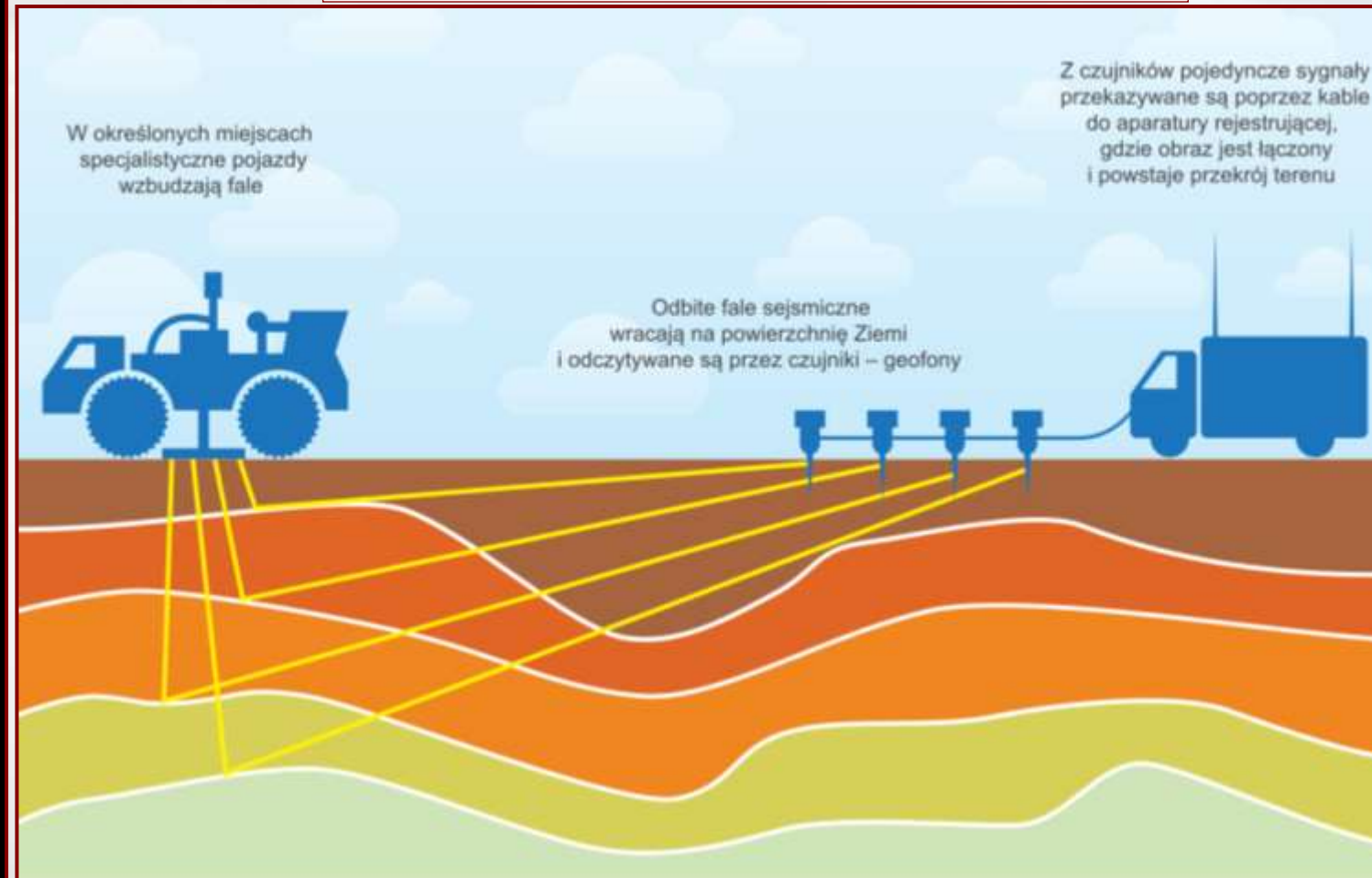
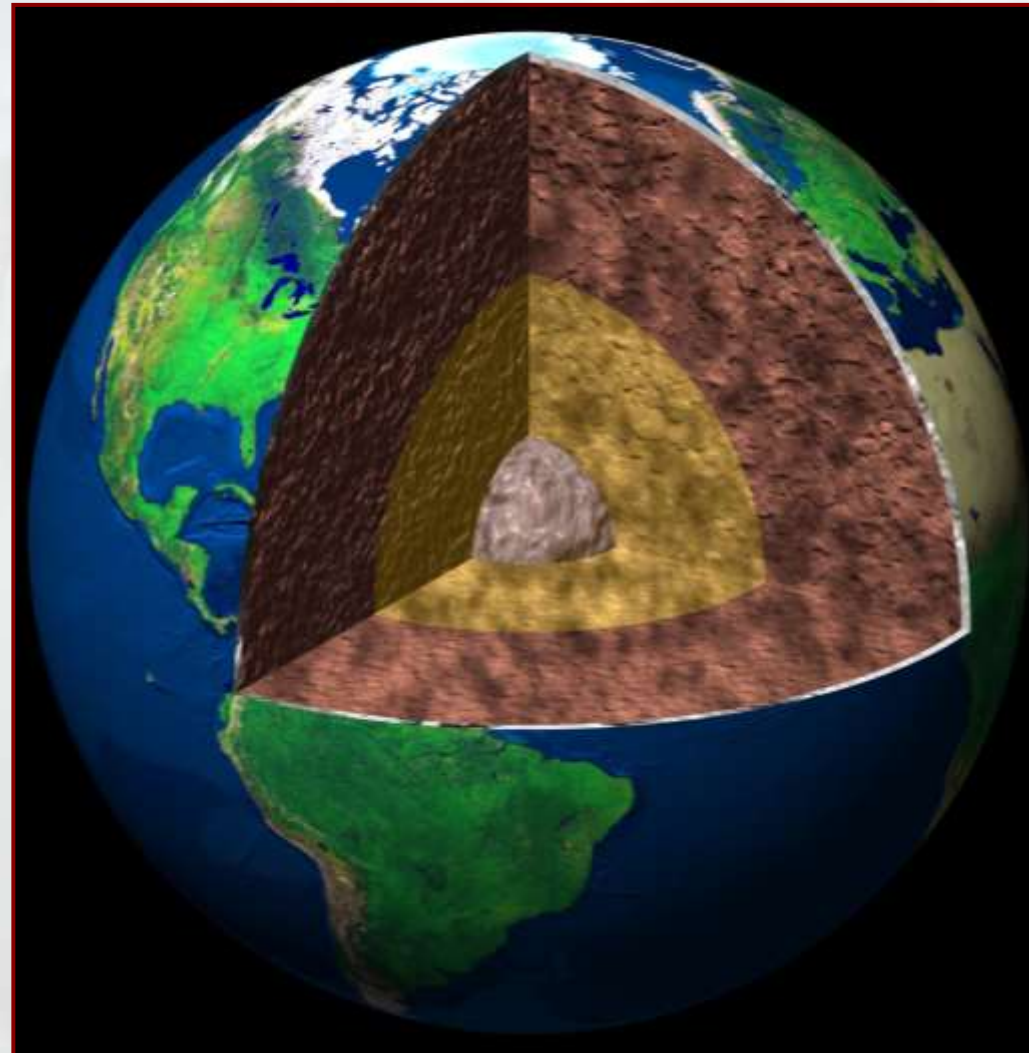
Najgłębsza kopalnia na świecie – Mponeng w RPA

# Źródła wiedzy – badania pośrednie

🌐 Jako podstawowe źródło informacji pozostają zatem **pośrednie badania geofizyczne**, polegające głównie na badaniu przebiegu fal sejsmicznych oraz w mniejszym stopniu na badaniu zróżnicowania pola grawitacyjnego i magnetycznego Ziemi, analizie przewodnictwa elektrycznego skał i innych właściwości fizycznych wnętrza naszej planety.

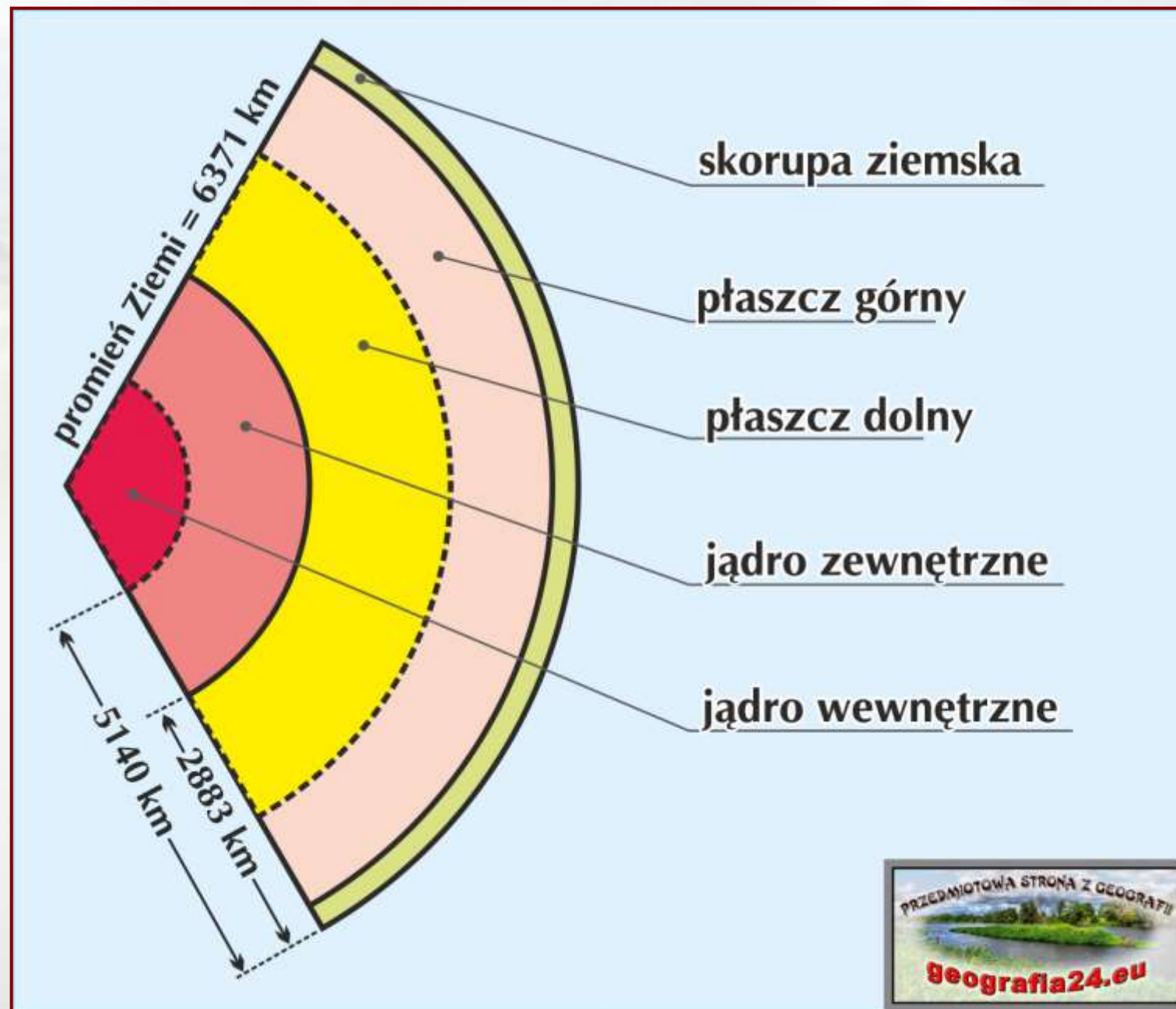


Schemat badań dna morskiego metodami sejsmoakustycznymi, pozwalającymi śledzić przekrój warstw osadowych do około 2 km pod dnem morskim.



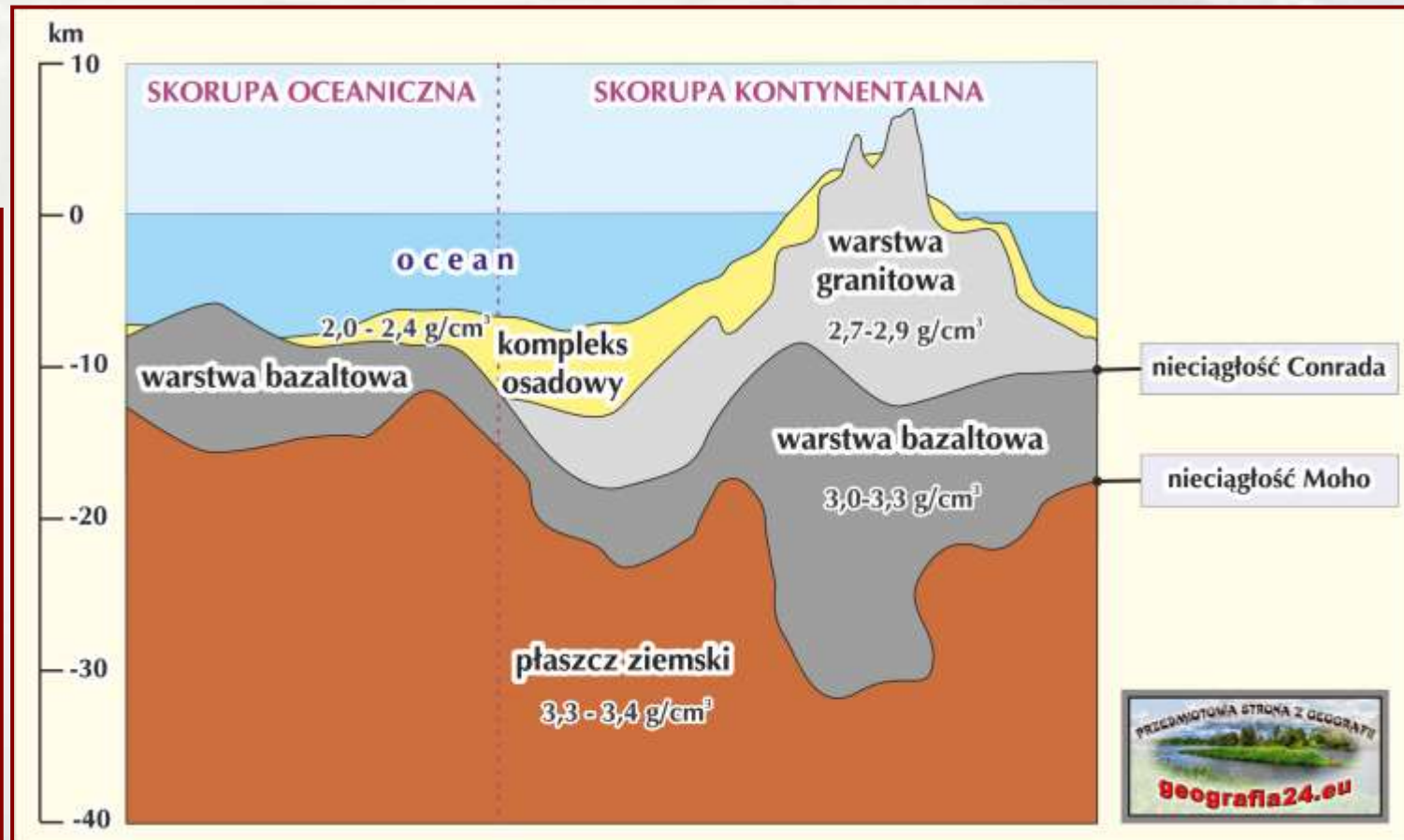
# Fale sejsmiczne źródłem wiedzy o budowie Ziemi

- 🌐 Rozchodzące się fale sejsmiczne na pewnych głębokościach, skokowo zmieniają swoje parametry (prędkość), ulegając dodatkowo załamaniu lub nawet odbiciu.
- 🌐 Dzięki tym miejscom możemy określić budowę wnętrza Ziemi, wyszczególniając kolejne warstwy, zwane **geosferami**, rozdzielane przez **powierzchnie nieciągłości**, gdzie właśnie to zjawisko się objawia.
- 🌐 Powierzchnie nieciągłości często tworzone są przez stosunkowo cienkie warstwy Ziemi, w których następuje bardzo szybka zmiana ich parametrów.
- 🌐 Geosfery (warstwy Ziemi) różnią się od siebie m.in. parametrami fizycznymi (temperaturą i ciśnieniem) oraz chemicznymi (składem chemicznym).



# Skorupa ziemska

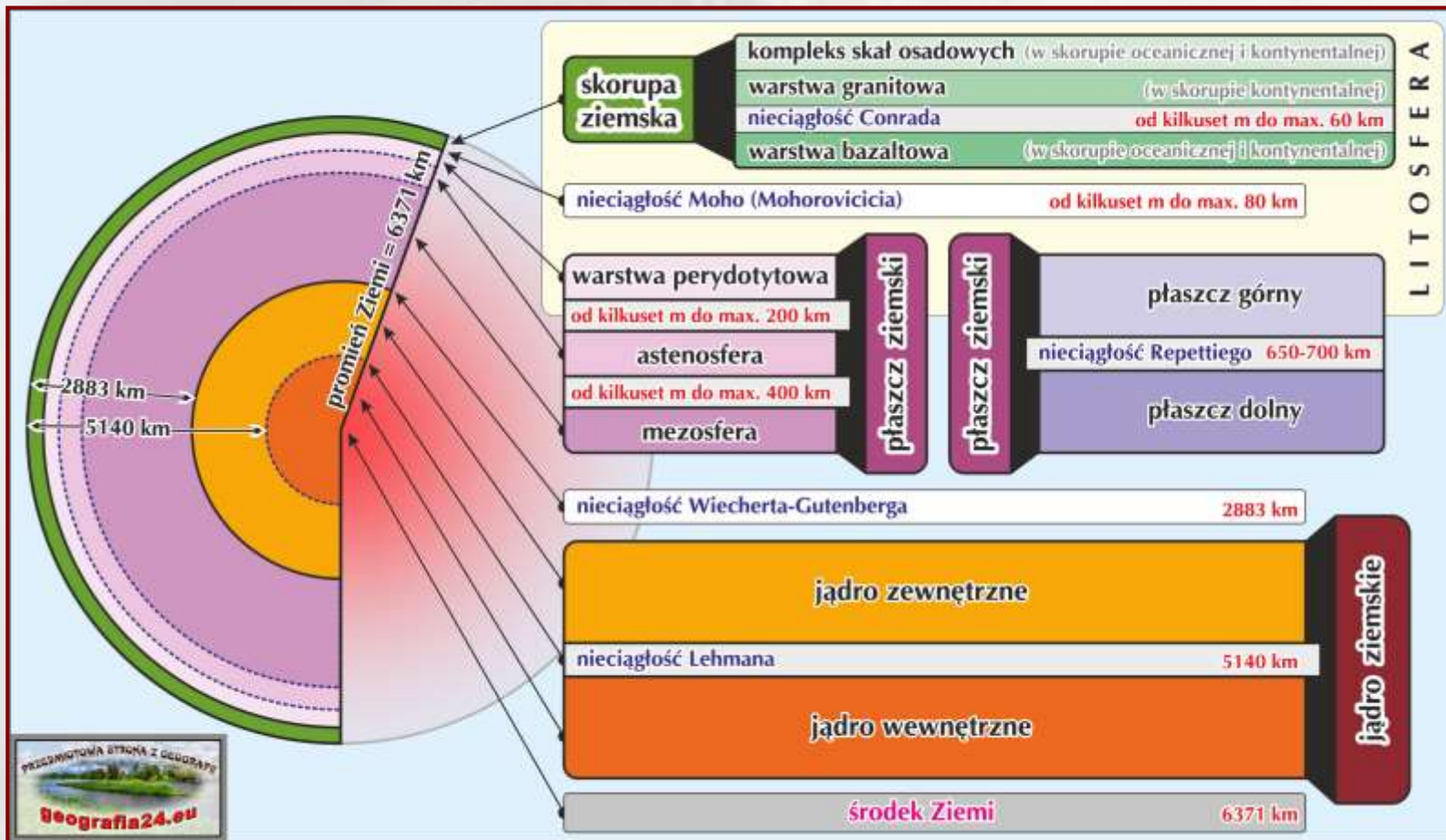
- 🌐 **Skorupa ziemska** – wierzchnia, niejednorodna i najmniejsza objętościowo geosfera Ziemi, zbudowana ze wszystkich znanych pierwiastków chemicznych, czasem cennych i wykorzystanych gospodarczo.
- 🌐 Dolną granicę wyznacza **strefa nieciągłości Moho (Mohorovicicia)**,
  - 🌐 poniżej niej znajduje się już płaszcz ziemski.
- 🌐 W jej obrębie znajdują się dwie mniejsze struktury, zróżnicowane pod względem zasięgu przestrzennego oraz rodzaju skał z których są zbudowane:
  - 🌐 **skorupa kontynentalna**,
  - 🌐 **skorupa oceaniczna**.



# Płaszcz ziemski

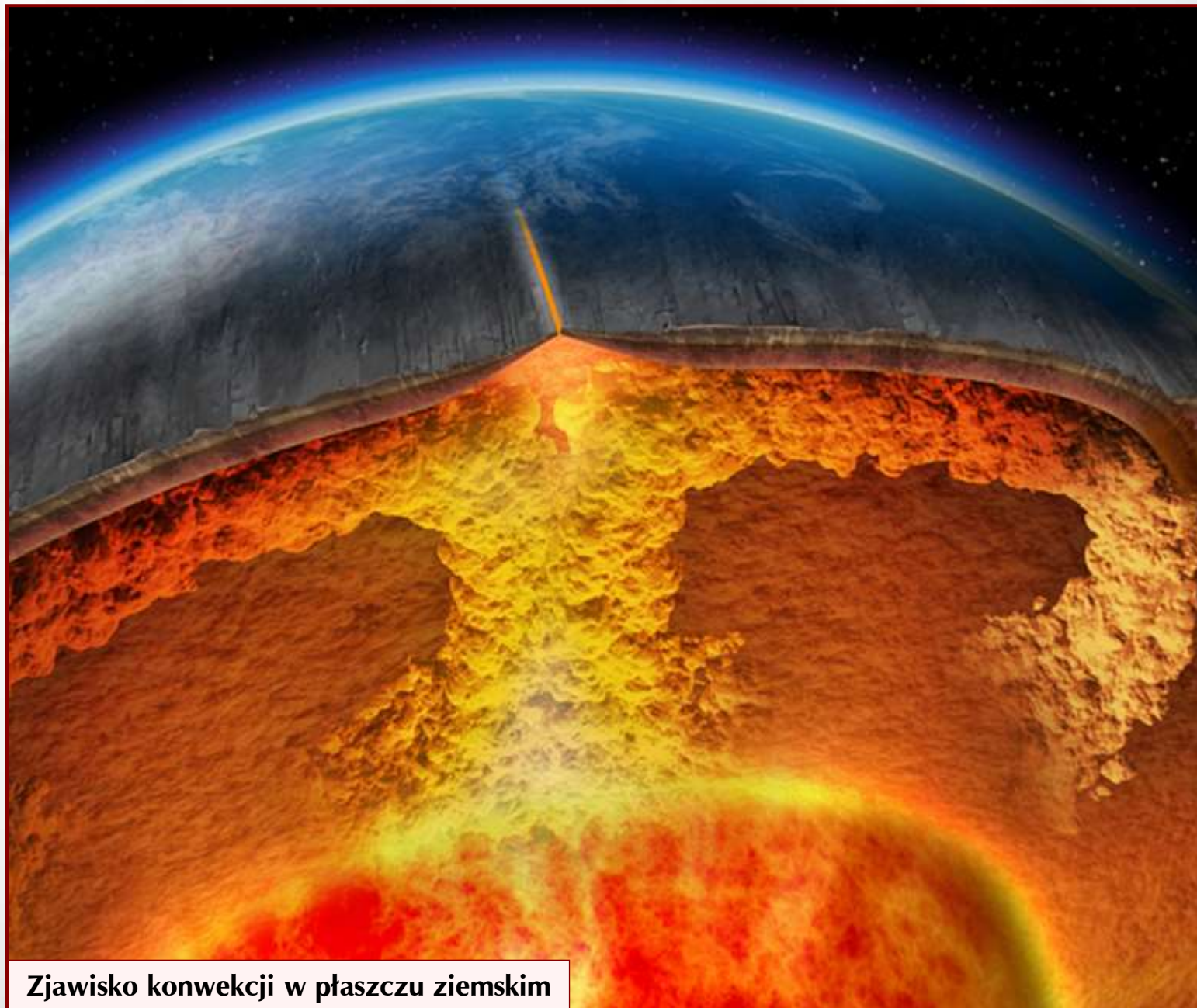
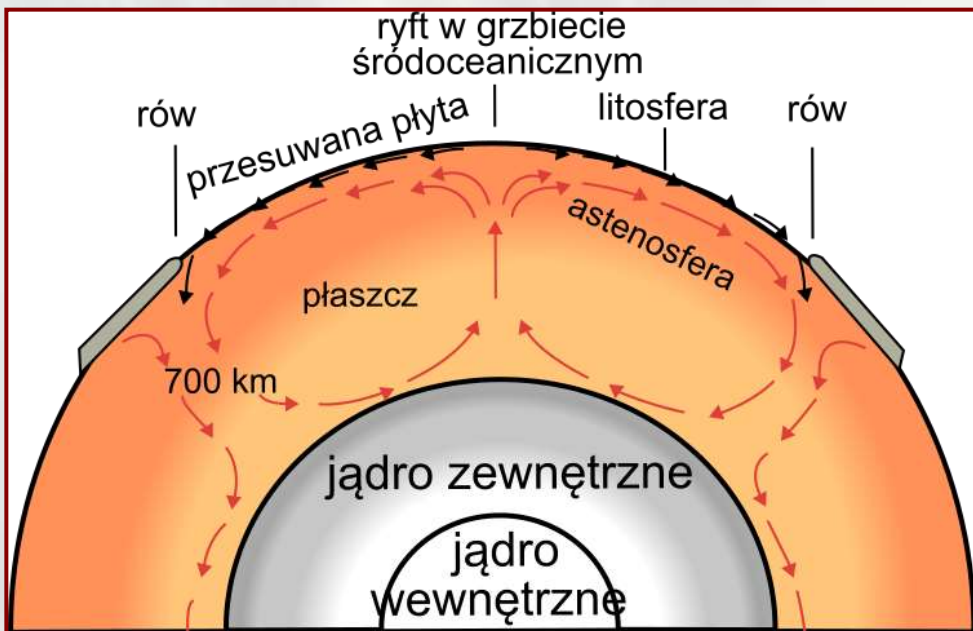
🌐 **Płaszcz ziemski** – jest najgrubszą warstwą obejmującą około 2/3 masy Ziemi, wykazującą pewne cechy stanu skupienia ciekłego i znajdującą się pomiędzy:

- 🌐 **nieciągłością Moho (Mohorovicicia)** – stanowi ona granicę ze skorupą ziemską,
  - 🌐 występuje na głębokości od kilkuset metrów do maksymalnie 80 km,
- 🌐 **nieciągłością Wiecherta-Gutenberga** – stanowi ona granicę z jądrem ziemskim,
  - 🌐 występuje ona na głębokości około 2900 km (2883 km).



# Płaszcz ziemski

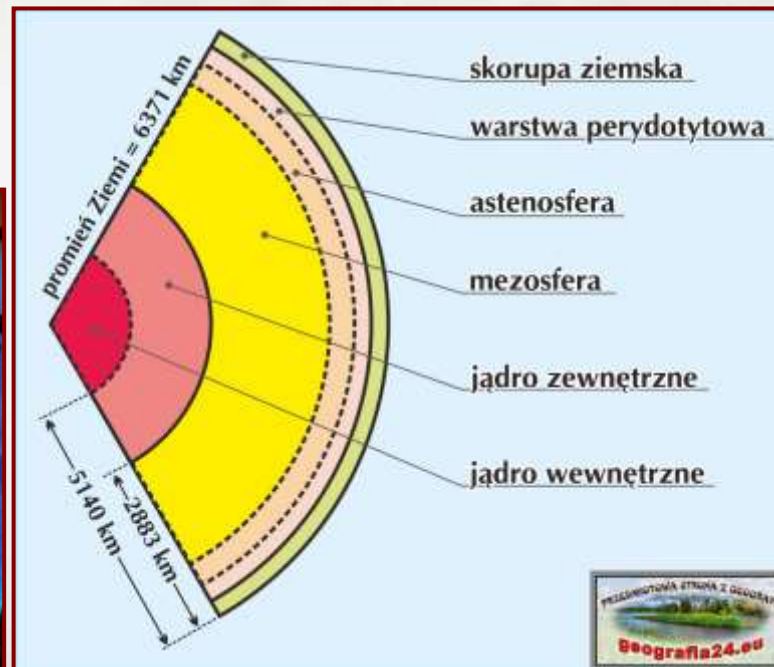
- 🌐 **Płaszcz ziemski** jest geosferą bardzo istotną z punktu widzenia sejsmiki.
- 🌐 W wyniku konwekcji cieplnej, prowadzących do powstania prądów konwekcyjnych (zamkniętego obiegu ciepła w płaszczu), następuje ruch materii skutkujący występowaniem na powierzchni Ziemi, m.in. trzęsień ziemi, ruchów górotwórczych oraz wulkanizmu.
- 🌐 Jest to także główna przyczyna wędrówki kontynentów.



Zjawisko konwekcji w płaszczu ziemskim

# Jądro ziemskie (barysfera)

- 🌐 **Jądro Ziemi (barysfera)** – jest warstwą obejmującą około 31% masy Ziemi, znajdującą się poniżej **nieciągłości Wiecherta-Gutenberg**;
  - 🌐 w składzie dominują: nikiel (Ni) i żelazo (Fe) – stąd jego dawna nazwa – **nife**.
- 🌐 W jego obrębie możemy wyróżnić dwie odmienne części:
  - 🌐 **jądro zewnętrzne** – będące w stanie ciekłym (zanikają fale poprzeczne),
    - 🌐 w jego obrębie występują prądy konwekcyjne, przyczyniające się do powstania ziemskiego pola magnetycznego,
    - 🌐 sięga do głębokości wynoszącej około 5140 km (do **nieciągłości Lehmana**);
  - 🌐 **jądro wewnętrzne** – będące w stanie stałym,
    - 🌐 sięgające do wnętrza Ziemi, znajdującego się na głębokości 6371 km,
    - 🌐 temperatura wynosi tu około 6000°C,
    - 🌐 ciśnienie sięga ok. 400 GPa,
    - 🌐 gęstość przekracza 17 g/cm<sup>3</sup>.



# 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**.



# 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.
- Trudno jednoznacznie stwierdzić, jakie minerały budują płaszcz i jądro Ziemi.
- W przypowierzchniowej 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**



**skaleń**



**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** ( $\text{SiO}_2$ ),
  - ☛ **halit** – **chlorkiem sodu** ( $\text{NaCl}$ ),
  - ☛ **kalcyt** – **węglan wapnia** ( $\text{CaCO}_3$ ).



Kwarc



Halit



Kalcyt

# 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 twardości Mohsa



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 ( $CaCO_3$ )	3	
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	diamant (C)	1600	

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



# 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.**

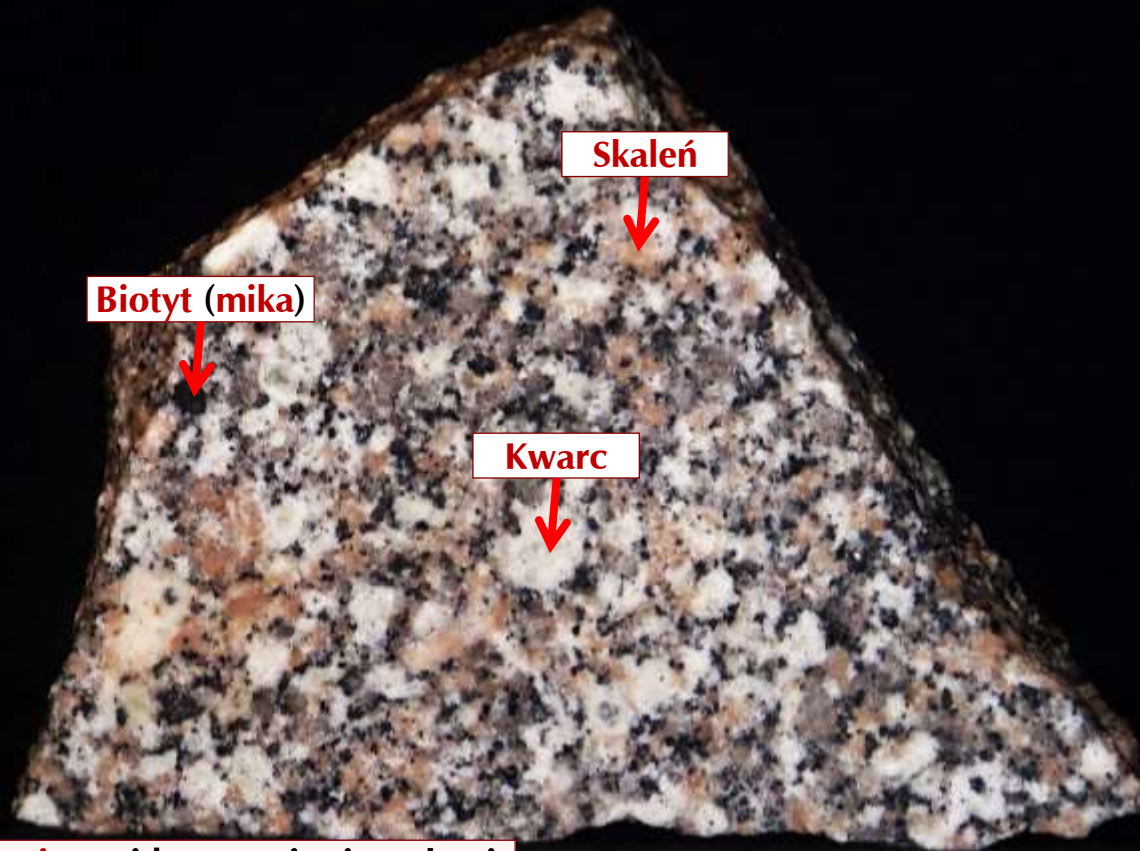




## 1. Skąły magmowe

# 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 składa 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

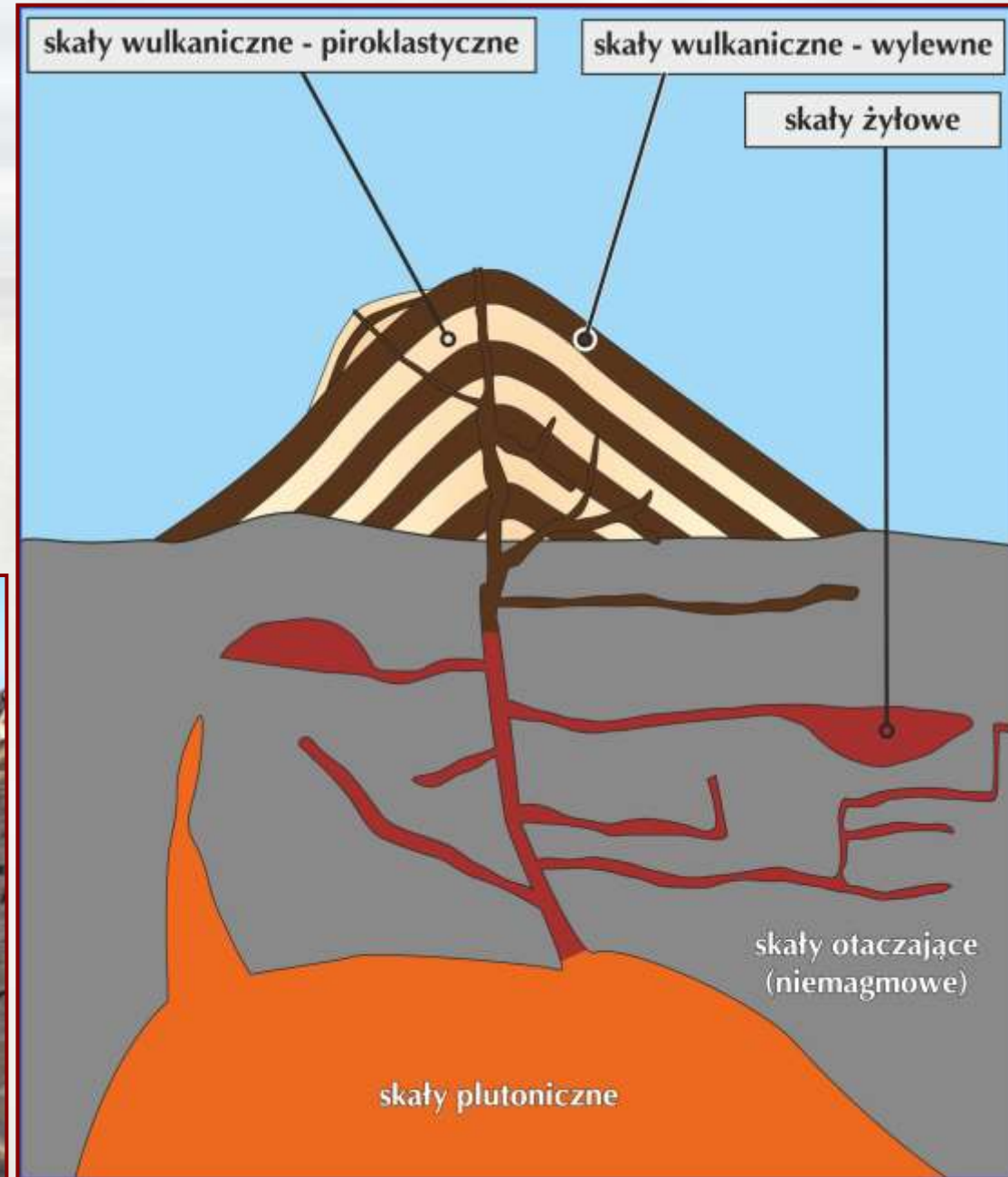


Tatry – granitowy szczyt Rysy

# Podział skał magmowych ze względu na miejsce krystalizacji

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

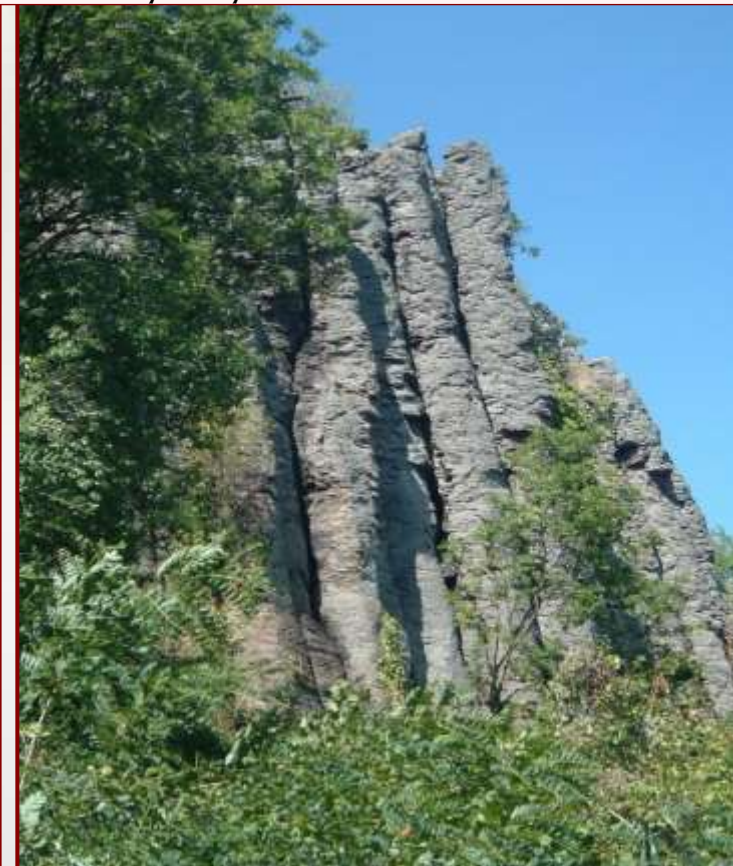
- 🌐 **skały wulkaniczne** – krzepną na powierzchni Ziemi lub na niewielkich głębokościach,
  - 🌐 proces ten trwa stosunkowo krótko (gwałtownie),
- 🌐 **skały żyłowe (pośrednie)** – powstają zwykle na średnich głębokościach,
- 🌐 **skały plutoniczne (głębinowe)** – krzepną najczęściej na znacznych głębokościach,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



# Struktura skał magmowych wulkanicznych – skrytokrystaliczna

- 🌐 **Struktura skrytokrystaliczna** – jest wynikiem szybkiego procesu krystalizacji w wyniku gwałtownego zastygania 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 plutonicznych – **jawnokrystaliczna**

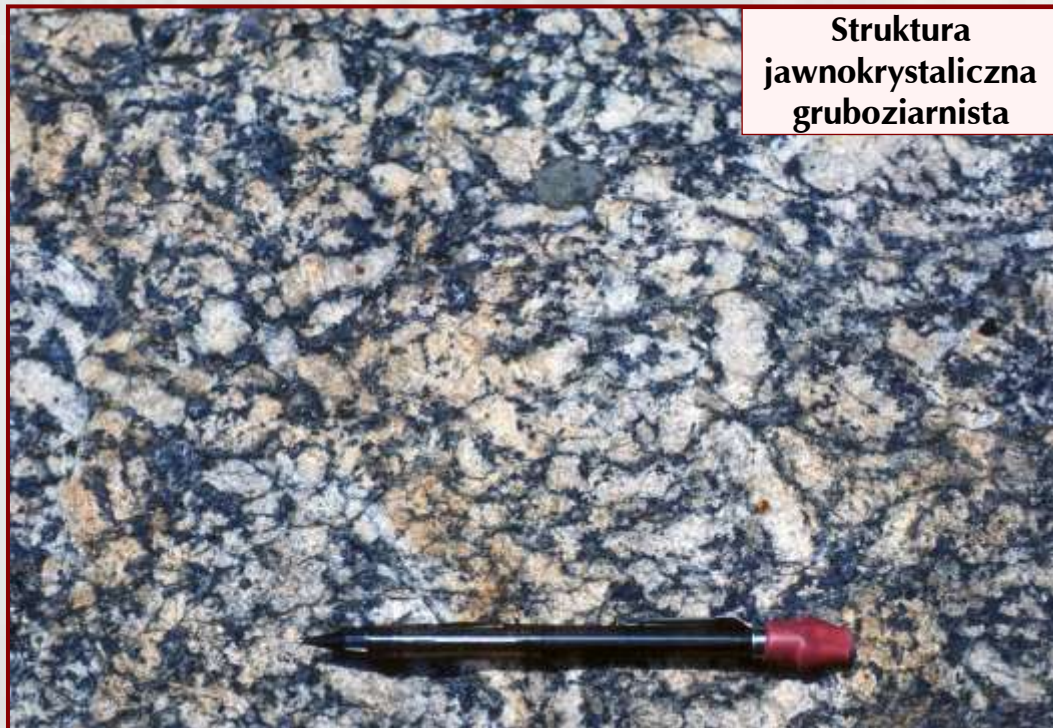
- 🌐 **Skały plutoniczne (głębinyowe)** charakteryzują się występowaniem **struktury jawnokrystalicznej** – ukształtowanej w trakcie długotrwałej krystalizacji magmy na dużej głębokości (ziarna kryształów są świetnie widoczne).
- 🌐 Struktura tak powstałych skał może być (np. w przypadku granitów):
  - 🌐 **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



## 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:

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

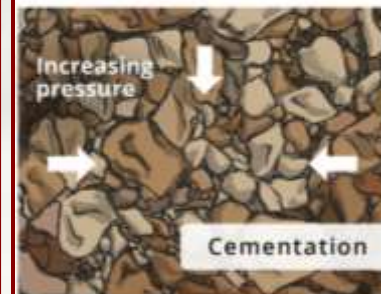
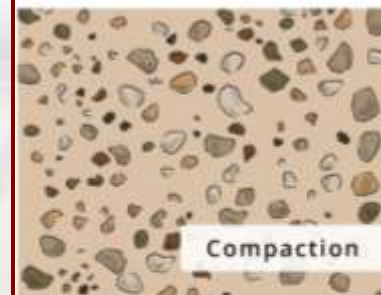
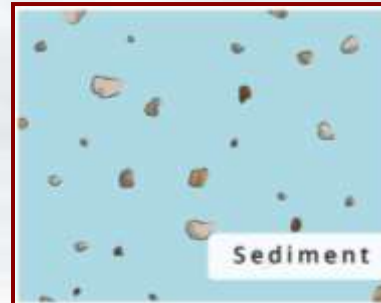
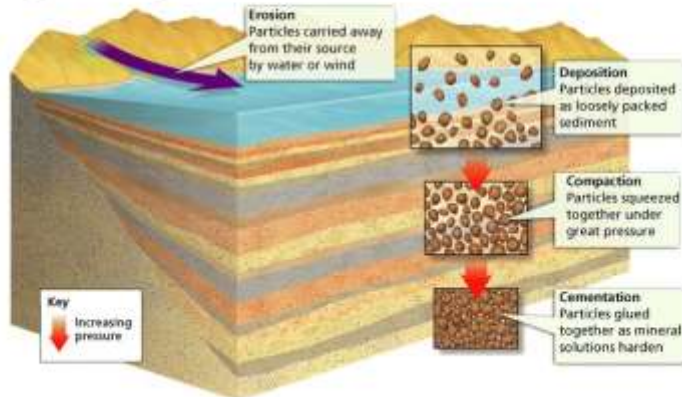
🌐 **wyciskanie wody z osadów,**

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

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

## From Sediment to Rock

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



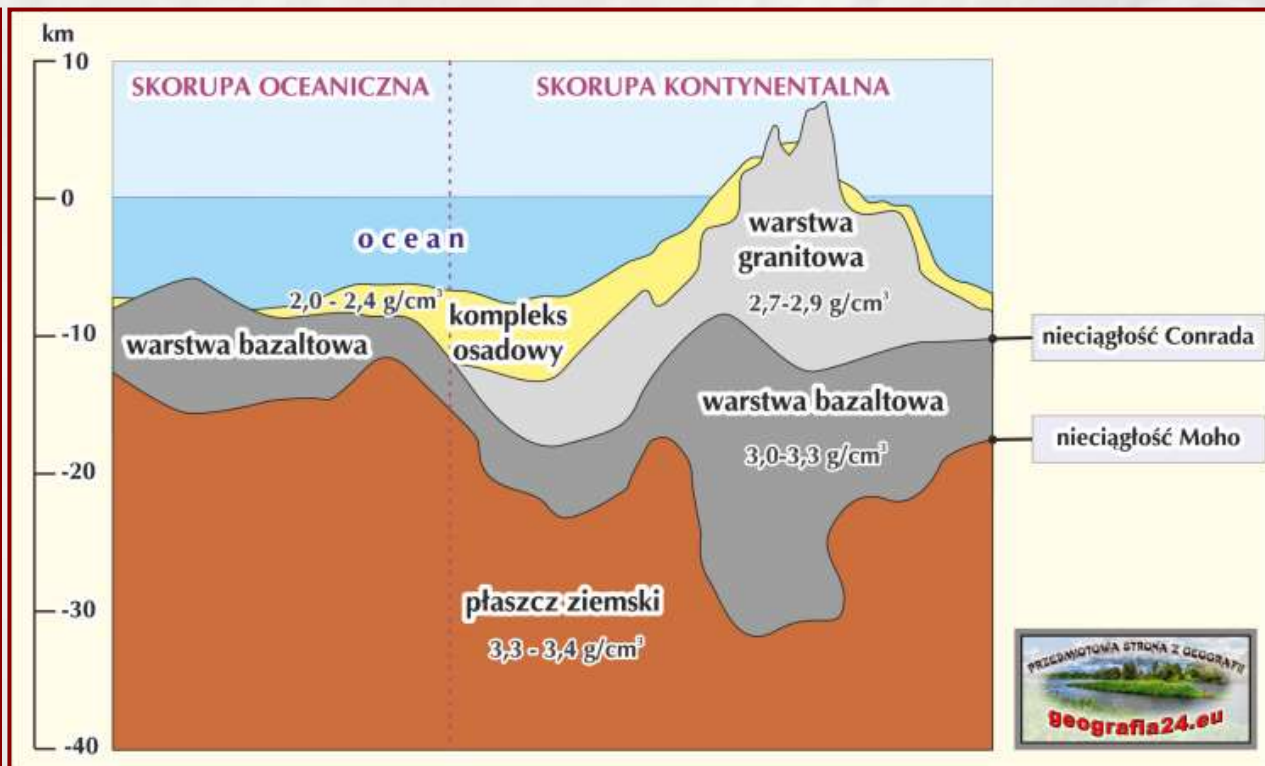
Eg: Sandstone



Sedimentary rock

# 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 niż 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 zwietrzałych 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.*



**Kwarc**



**Skaleń potasowy**

**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**:

- 🌐 **okruchowych** – nagromadzenia utworów skalnych, powstałe ze zwietrzałych 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. Skały okruchowe

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



# 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 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.
- 🌐 Skały 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

## B. Skały organogeniczne (organiczne)

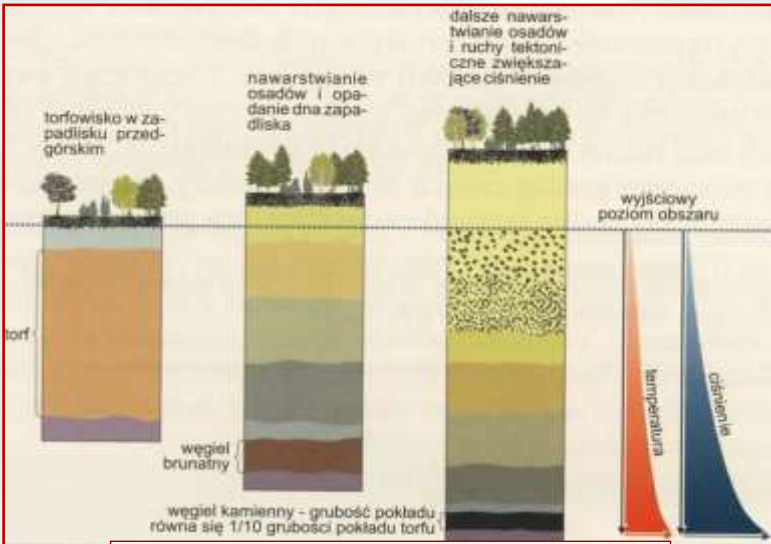
- 🌐 **Skały organogeniczne** – powstają z nagromadzenia materii organicznej.
- 🌐 Najczęściej sedimentacja odbywa się w zbiornikach wodnych (morskich).
  - 🌐 Na lądzie o wiele rzadziej pojawiają się warunki sprzyjające akumulacji szczątków organicznych.
- 🌐 Powstają one dzięki gromadzeniu się:
  - 🌐 **szczątków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



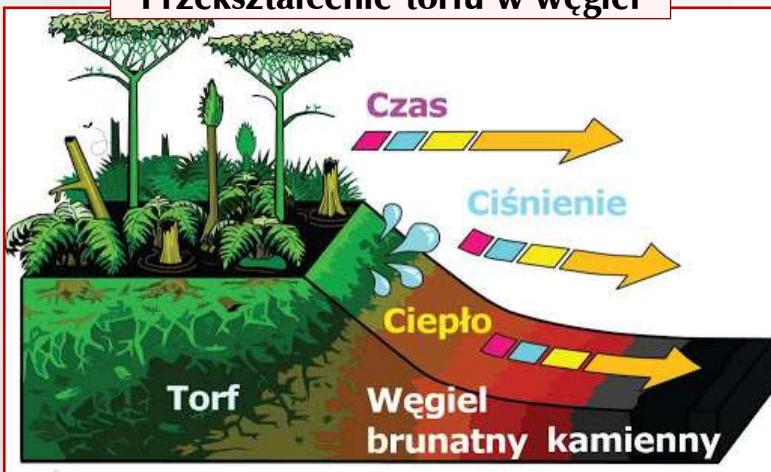
# Skąły organogeniczne (organiczne) – roślinne

🌐 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



Torf



Węgiel kamienny



Kopalnia węgla brunatnego

# Skąły organogeniczne (organiczne) – zwierzęce

🌐 Gromadzące się szczątki zwierząt umożliwiają powstanie różnych **skał organogenicznych**.



# Skąły organogeniczne (organiczne) – zwierzęce skąły węglanowe

🌐 Gromadzące się szczątki zwierząt umożliwiają powstanie **skąły 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 –  $\text{CaCO}_3$ ), zawierającymi domieszki licznych składników, wstawki muszli i szkieletów

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

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

Wapień numulitowy



Numulity



# 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



## 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).

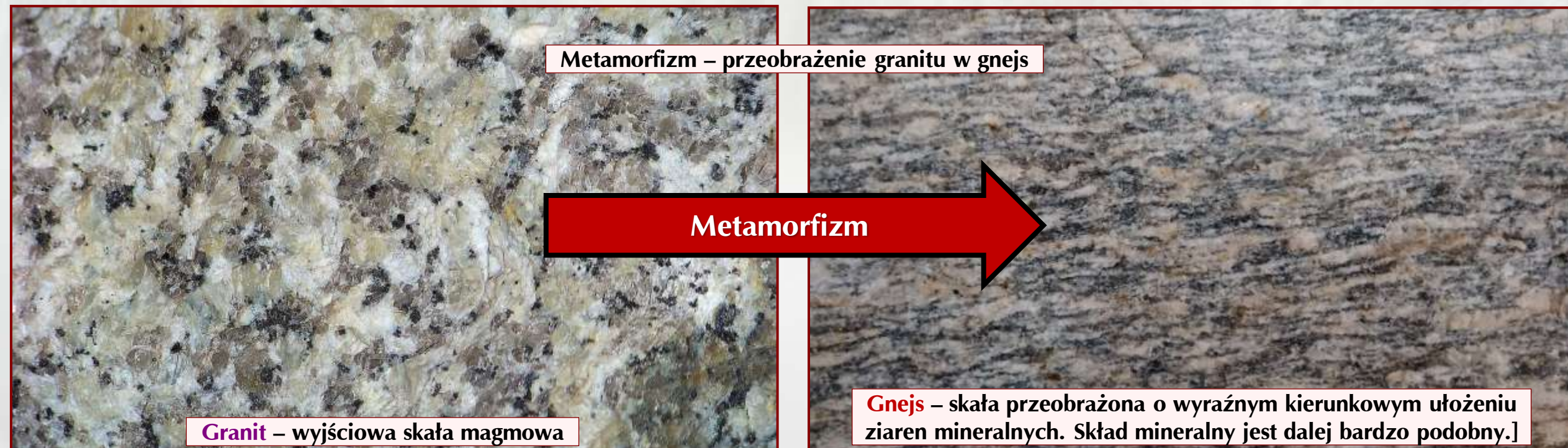




### 3. Skały metamorficzne (przeobrażone)

# 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.



# Przykłady skał metamorficznych i “wyjściowych”

**Wapień** – skała osadowa



**Marmur** – skała przeobrażona

**Piaskowiec kwarcytowy** – skała osadowa



**Kwarcyt** – skała przeobrażona

**Bazalt** – skała magmowa



**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 szkliwo 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)

# 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 wydobywaniu 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.



# 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, amunicji, ekranów zabezpieczających przed promieniowaniem RTG,
- 🌐 **rudy niklu** – dodatek stopowy do stali specjalnych: kwasoodpornych, nierdzewnych i żaroodpornych,
- 🌐 **boksyty** – produkcja aluminium, które jest materiałem wyjściowym do wytwarzania: przewodów elektrycznych, blach, elementów konstrukcji i pokryć środków transportu, opakowań,
- 🌐 **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,
- 🌐 **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,
- 🌐 **diament** - produkcja urządzeń szlifierskich oraz wyrobów jubilerskich,
- 🌐 **grafit** – produkcja ołówków, elektrod,
- 🌐 **ropa naftowa** – zastosowanie w przemyśle petrochemicznym – produkcja benzyny, nafty, asfaltu oraz tworzyw sztucznych.



# Zastosowanie gospodarcze surowców budowlanych

## 🌐 Przykłady **surowców budowlanych** i ich zastosowania:

- 🌐 **gips** – zastosowanie jako spoiwo wiążące oraz w medycynie, a także jako surowiec rzeźbiarski i modelarski,
- 🌐 **wapień** – jako materiał budulcowy; jako spoiwo budowlane – produkcja cementu,
- 🌐 **piasek** – do wyrobu betonu i 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, a także w kamieniarstwie – pomniki, rzeźby, nagrobki,
- 🌐 **marmur** – jako kruszywo do nawierzchni (np. ścieżek ogrodowych) oraz jako materiał wykończeniowy i dekoracyjny.



# 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, beryl, agat, turkus, turmalin;

🌐 **metale szlachetne:**

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



# KONIEC



**Materiały pomocnicze do nauki**  
**Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)**

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

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**  
**- KOPIOWANIE ZABRONIONE -**