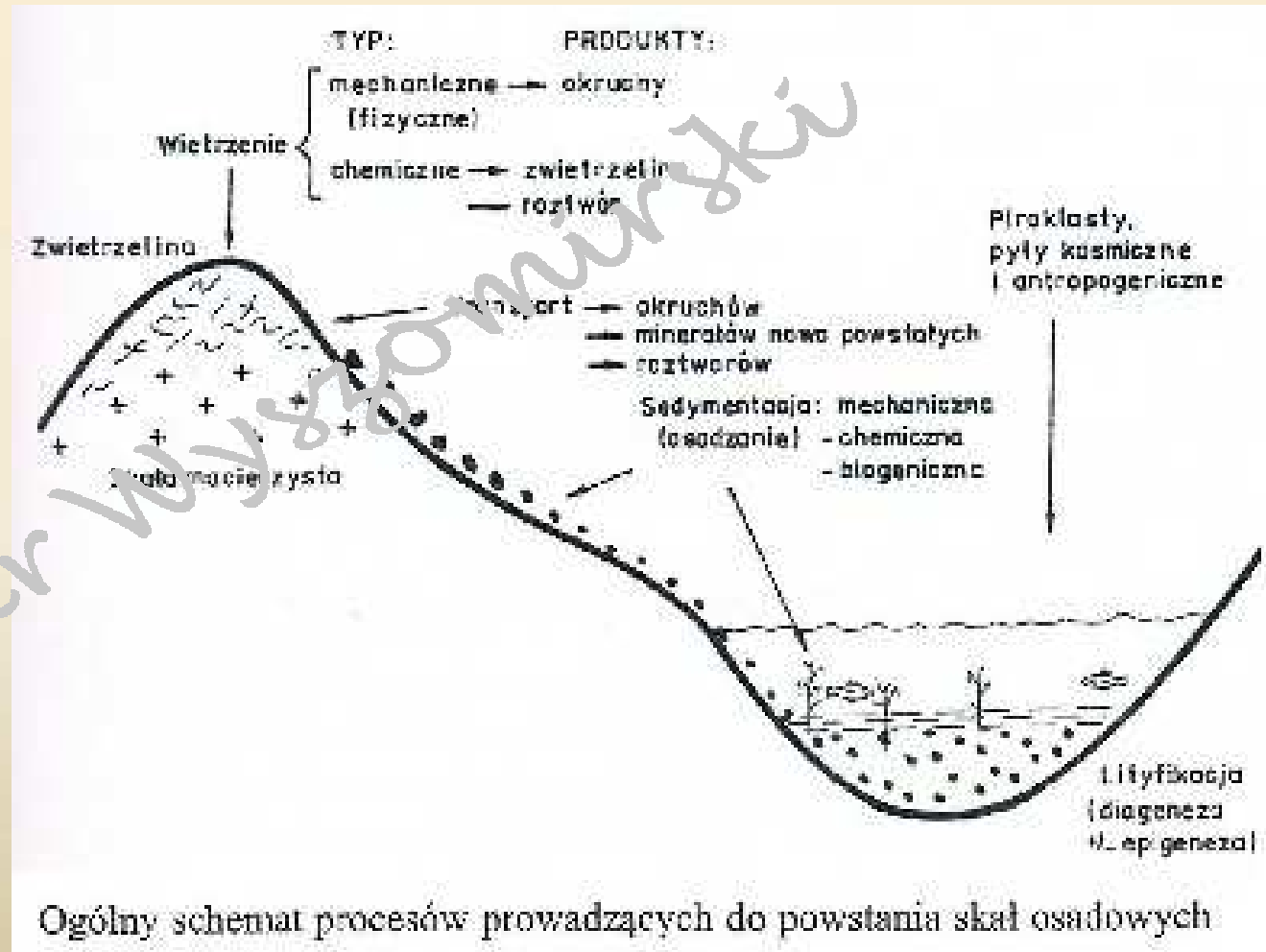


# **SUROWCE I RECYKLING**

## **Wykład 5**

# Procesy prowadzące do powstania skał osadowych:

- Wietrzenie (mechaniczne, chemiczne),
- Transport,
- Sedymentacja,
- Diagenезa.



**Diageneza** - ogół procesów przebiegających w luźnym osadzie w warunkach niskich ciśnień i temperatur od momentu jego zdeponowania, prowadzących do lityfikacji (konsolidacji) osadu.

# Ważnymi czynnikami wietrzenia mechanicznego są:

- zmiany temperatury,
- zamarzanie wody w szczelinach skał.

Także rośliny, a zwłaszcza ich korzenie, mogą działać mechanicznie na rozluźnienie skał.

# Wietrzenie chemiczne

- Polega ono głównie na działaniu na skały i ich minerały wody, tlenu atmosferycznego i dwutlenku węgla.
- Niekiedy ma miejsce oddziaływanie kwasów humusowych, amoniaku, chloru i in.

## Do procesów wietrzenia chemicznego zachodzących pod działaniem wody zalicza się:

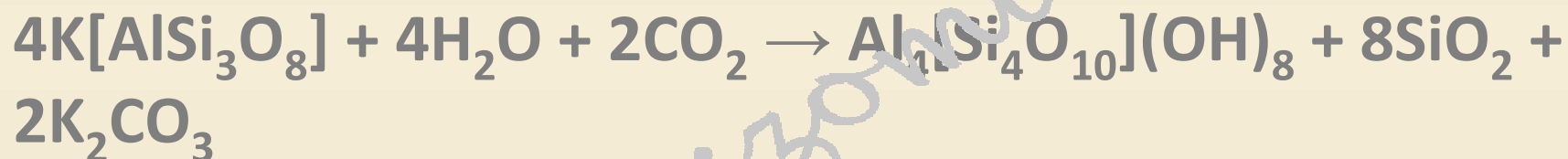
- rozpuszczanie, czyli całkowite lub częściowe przejście minerału do roztworu,
- hydratację (uwodnienie), np. przejście anhydrytu  $\text{CaSO}_4$  w gips  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- hydrolizę, np. powstanie kaolinitu kosztem skalenia potasowego.

## Hydroliza minerałów (przykłady):

- w klimacie umiarkowanym; w obecności H<sub>2</sub>O



- w klimacie umiarkowanym; w obecności H<sub>2</sub>O i CO<sub>2</sub>



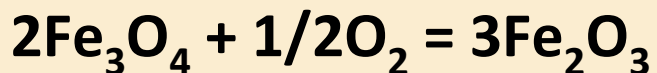
- w klimacie tropikalnym; w obecności H<sub>2</sub>O



- w klimacie tropikalnym; w obecności H<sub>2</sub>O i CO<sub>2</sub>



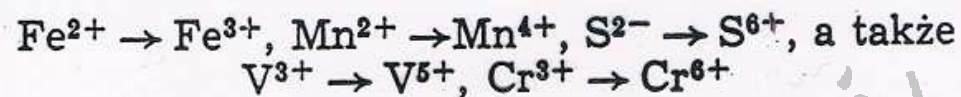
## Utlenianie minerałów (przykład):



magnetyt

hematyt

Do procesów utleniania zachodzących podczas wietrzenia należą:



Wartościowości niektórych pierwiastków spotykane w środowiskach geochemicznych

| Pierwiastek | Wartościowość    | Pierwiastek | Wartościowość         |
|-------------|------------------|-------------|-----------------------|
| Fe          | (0), +2, +3      | Sn          | +2, +4                |
| Mn          | +2, (+3), +4     | Au          | 0, +1, +3             |
| Ti          | +3, +4           | As          | -3, (0), +3, +5       |
| Cr          | (+2), +3, +6     | Bi          | (-3), 0, +3, (+5)     |
| V           | (+2), +3, +4, +5 | S           | -2, 0, (+4), +6       |
| Co          | +2, +3           | C           | -4, 0, (+2), +4       |
| Cu          | 0, +1, +2        | N           | -3, 0, (+2), (+3), +5 |
| U           | +4, +6           | Cl          | -1, (+5), (+7)        |
| Ce          | +3, +4           | J           | -1, (+5), (+7)        |
| Pb          | (0), +2, +4      |             |                       |

Uwaga: W tabeli podano wartościowości poszczególnych pierwiastków dla różnych środowisk geochemicznych (atmosfera, hydrosfera, kontynentalna skorupa ziemska). Wartościowości szczególnie ważne dla danego pierwiastka wyróżniono drukiem półgrubym, wartościowości o podrzędnym znaczeniu ujęto w nawias.



## **Wyróżnia się trzy kategorie produktów wietrzenia:**

- **minerały chemicznie nie zmienione (np. kwarc, cyrkon, diament, chromit),**
- **minerały wtórne w wodzie nierozpuszczalne (np. hydrokrzemiany, wodorotlenki glinu i żelaza),**
- **minerały wtórne w wodzie rozpuszczalne (np. uwodnione siarczany żelaza powstające kosztem siarczków żelaza, wodorotlenki żelaza tworzące się w wyniku hydrolizy siarczanów żelaza).**

| Pierwiaski<br>towarzyszące | I                                 | II          | III                               | IV          | V         |
|----------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|-----------|
|                            | Rezystaty                         | Hydrolizaty | Oksydaty                          | Precypitaty | Ewaporaty |
|                            | P i e r w i a s t k i g ł ó w n e |             |                                   |             |           |
|                            | Si                                | Al          | Fe <sup>3+</sup> Mn <sup>4+</sup> | Ca Mg       | Mg, Na, K |
| Au                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Sn                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Zr-Hf                      |                                   |             |                                   |             |           |
| Ti                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Ce                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Th                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Y                          |                                   |             |                                   |             |           |
| W                          |                                   |             |                                   |             |           |
| Nb,Ta                      |                                   |             |                                   |             |           |
| B                          |                                   |             |                                   |             |           |
| Be                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Ga                         |                                   |             |                                   |             |           |
| V                          |                                   |             |                                   |             |           |
| U                          |                                   |             |                                   |             |           |
| Sc                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Cr                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Mo                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Cu                         |                                   |             |                                   |             |           |
| As                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Zn                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Pb                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Co                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Ni                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Cd                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Sr                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Ba                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Tl                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Rb                         |                                   |             |                                   |             |           |
| Br                         |                                   |             |                                   |             |           |
| J                          |                                   |             |                                   |             |           |

Geochemiczne różnicowanie się pierwiastków przy procesie osadzania się transportowanego materiału (według A. Polańskiego, K. Smulikowskiego, 1969)

Pierwotne  
produkty  
wietrzenia

REZYSTATY

Wydzielanie się  
 $SiO_2$

HYDROLIZATY

Wydzielanie się  
związków Al

OKSYDATY

Wydzielanie się  
tlenków Fe i Mn

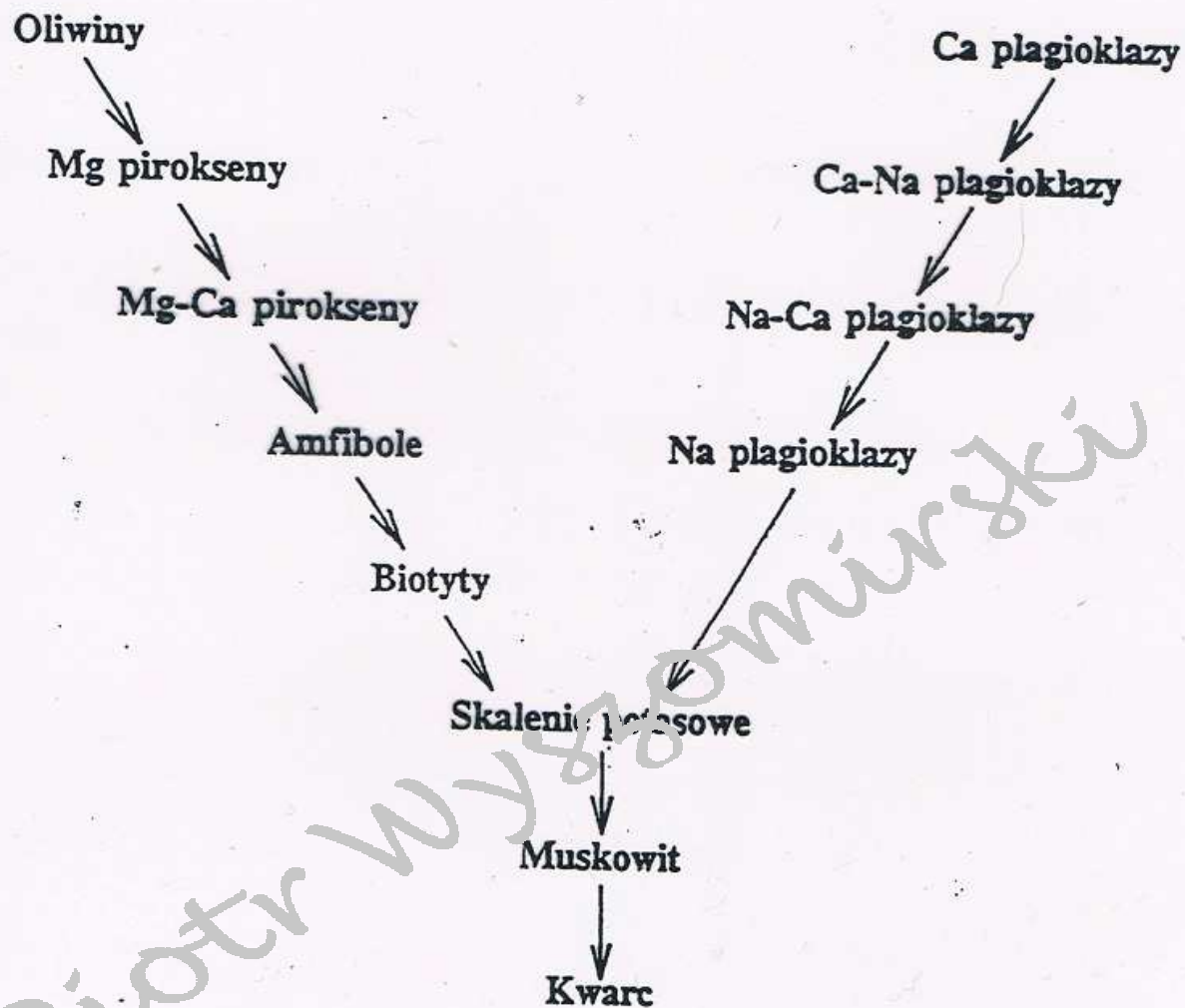
PRECIPITATY

Wydzielanie się  
węglanów Ca i Mg

EWAPORATY

• Wydzielanie się  
soli Na, podrzędnie  
Ca, K, Mg

Schemat kolejności rozdziału pierwotnego materiału zwietrzelinowego  
(według T. Bartha, 1952)



Schemat krystalizacji głównych minerałów skałotwórczych skał magmowych (Bowen 1928) zastosowany przez Goldicha (1938) do wyjaśnienia różnej odporności minerałów w procesie wietrzenia (szereg Goldicha)

# Ważniejsze minerały skałotwórcze skał osadowych\*

## Minerały grupy $\text{SiO}_2$ :

Opal -  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Chalcedon -  $\text{SiO}_2$

Kwarc autigeniczny -  $\text{SiO}_2$

## Minerały ilaste:

Kaolinit -  $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

Smektyty, np. montmorillonit, beidellit -  $\text{Al}_4[\text{Si}_{7,33}\text{Al}_{0,67}\text{O}_{20}](\text{OH})_4$

Illit -  $(\text{K}, \text{Na}, \text{O}^+)(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2[(\text{OH})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}]$

Glaukonit (żelazista odmiana illitu)

Minerały o strukturze mieszanopaketowej; np. illit/smektyt (I/S)

Chloryty -  $(\text{Mg}_{6-x-y}\text{Fe}^{2+}_y\text{Al}_x)[\text{Si}_{4-x}\text{Al}_x\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

### **Minerały węglanowe:**

Kalcyt i aragonit (odmiany polimorficzne  $\text{CaCO}_3$ )

Dolomit -  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Syderyt -  $\text{FeCO}_3$

### **Minerały siarczanowe:**

Gips -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Anhydryt -  $\text{CaSO}_4$

### **Minerały chlorkowe:**

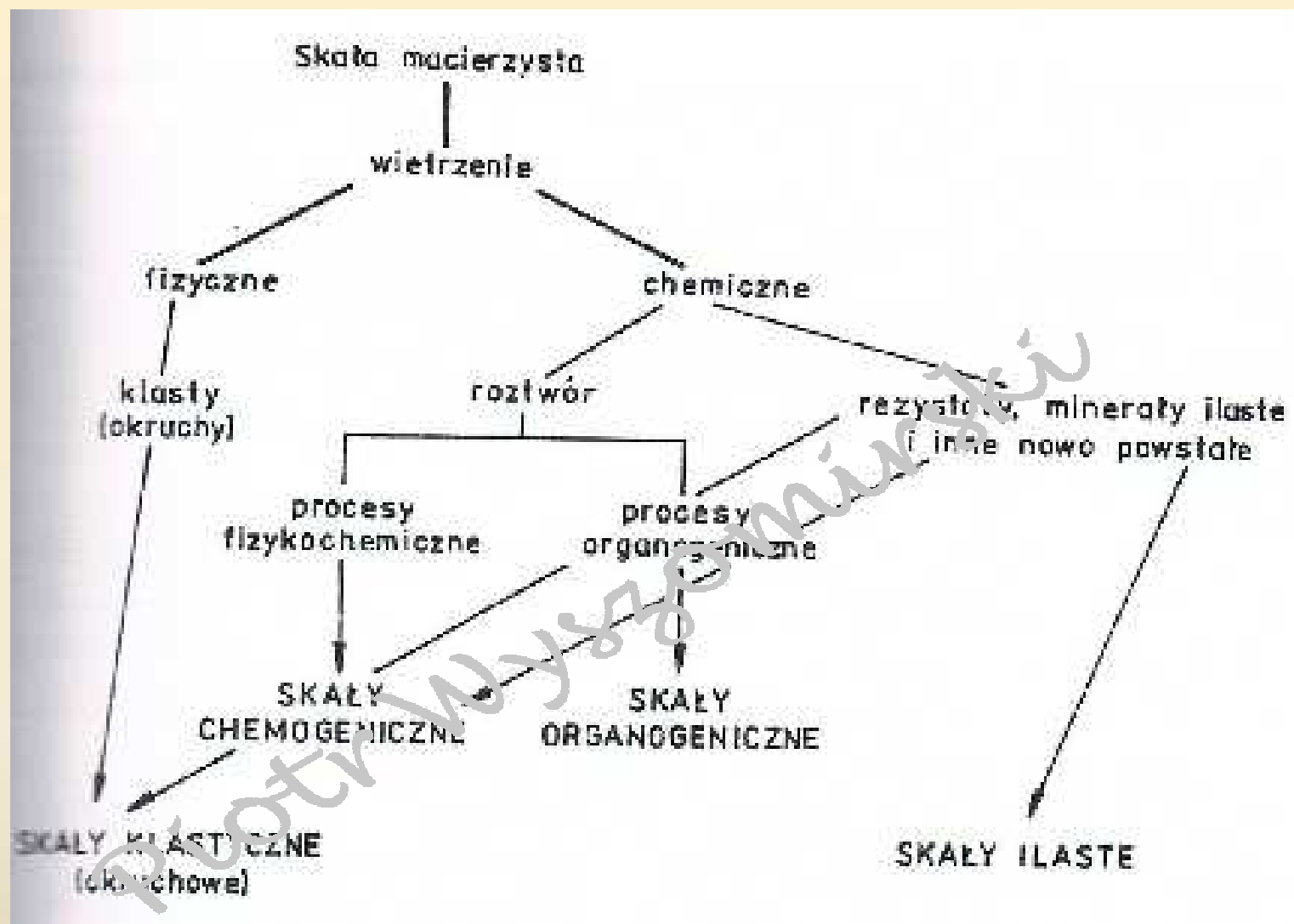
Halit -  $\text{NaCl}$

Sylwin -  $\text{KCl}$

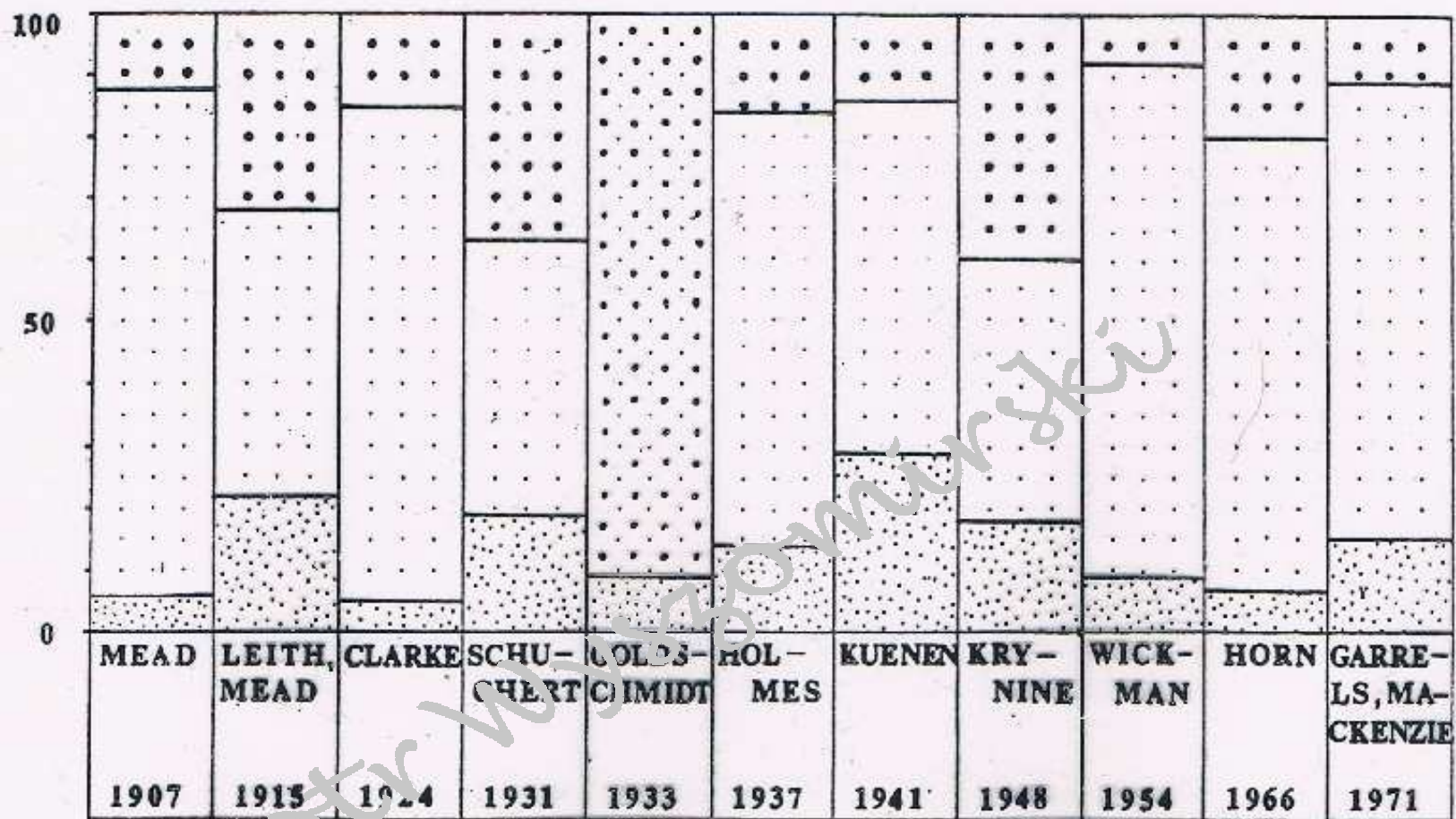
Carnalit -  $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

**Goethyt -  $\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$**

\* w wykazie nie uwzględniono minerałów skałotwórczych skał magmowych, które też występują w skałach osadowych



**Genetyczna klasyfikacja skał osadowych (Aubouin i in. 1968)**



skaly ilaste      skaly węglanowe      skaly okrucowe

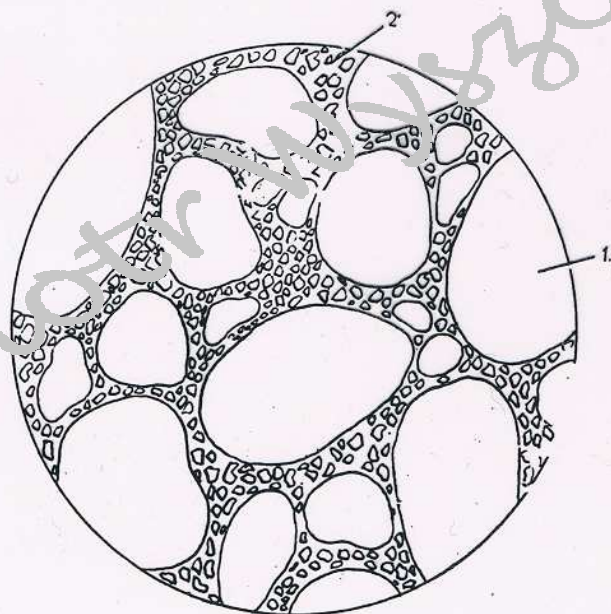
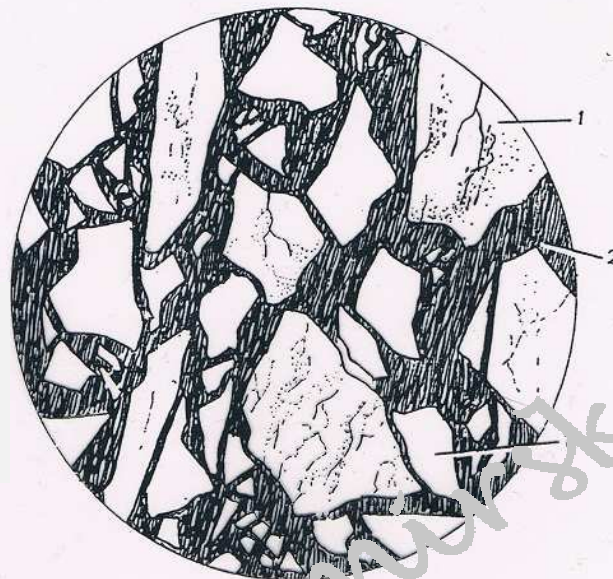
**Zawartość głównych rodzajów skał osadowych  
 w skorupie ziemskiej (w % wag.)**



# Klasyfikacja okruchowych skał osadowych

| Rodzaj skały                           | Wielkość okruchów [mm] | Luźne        | Zwięzłe                              |
|--|------------------------|--------------|--------------------------------------|
| grubokruchowe<br>( <i>psefity</i> )    | > 2                    | gruzy, żwir  | brekcje,<br>zlepieńce                |
| średniokruchowe<br>( <i>psamity</i> )  | 2 - 0,1                | piaski       | piaskowce,<br>arkozy,<br>szarogłazy  |
| drobnookruchowe<br>( <i>aleuryty</i> ) | 0,1 - 0,01             | mułki, lessy | mułowce,<br>łupki ilasto-<br>mułkowe |

**Brekcja**  
1 – okruchy skał,  
2 – spoiwo



**Zlepieniec**  
1 – otoczaki skał  
2 – spoiwo

### Spoiwa chemiczne najczęściej spotykane w skałach okruchowych

| Substancja tworząca spoiwo                 | Nazwa spoiwa                          | Cechy rozpoznawcze   |
|--|---------------------------------------|--|
| Kalcyt<br>Kalcyt, il<br>Dolomit            | wapniste<br>margliste<br>dolomityczne | burzy z HCl<br>burzy z HCl – pozostaje osad<br>burzy z HCl po sproszkowaniu lub na gorąco<br>barwy czerwone lub brunatne |
| Tlenki i wodorotlenki żelaza<br>Krzemionka | żelaziste<br>krzemionkowe             | znaczna twardość, duża zwięzłość skały, często szklisty połysk   |
| Minerały ilaste                            | ilaste                                | mała zwięzłość skały, rozmaka w wodzie   |

**Skały ilaste** to skały osadowe zawierające ponad 50% frakcji pelitowej (tj. poniżej 0,01 mm) pochodzenia sedymentacyjnego lub wietrzeniowego. Głównymi składnikami są minerały ilaste z grupy kaolinitu, illitu lub smektytu; podrzędnie występują drobne ziarna kwarcu, mik, minerałów węglanowych, tlenkowych i siarczkowych minerałów żelaza oraz substancja organiczna.

**Stosowane nazwy skał ilastych:**

ił, iłowiec, łupek ilasty, glina, glinka

**Ze względu na przeważający udział określonego minerału ilastego wyróżnia się:**

- **skały ilaste zasobne w kaolinit (kaoliny, ogniotrwałe łupki kaolinitowe (*tonsteiny*), ily zasobne w kaolinit należące do iłów biało- wzgl. jasno wypalających się),**
- **skały ilaste zasobne w illit (ily barwnie wypalające się),**
- **skały zasobne w smektyty (bentonity, ily bentonitowe, ily montmorillonitowe),**
- **skały wermikulitowe,**
- **skały pałygorskitowe (attapulgitowe).**