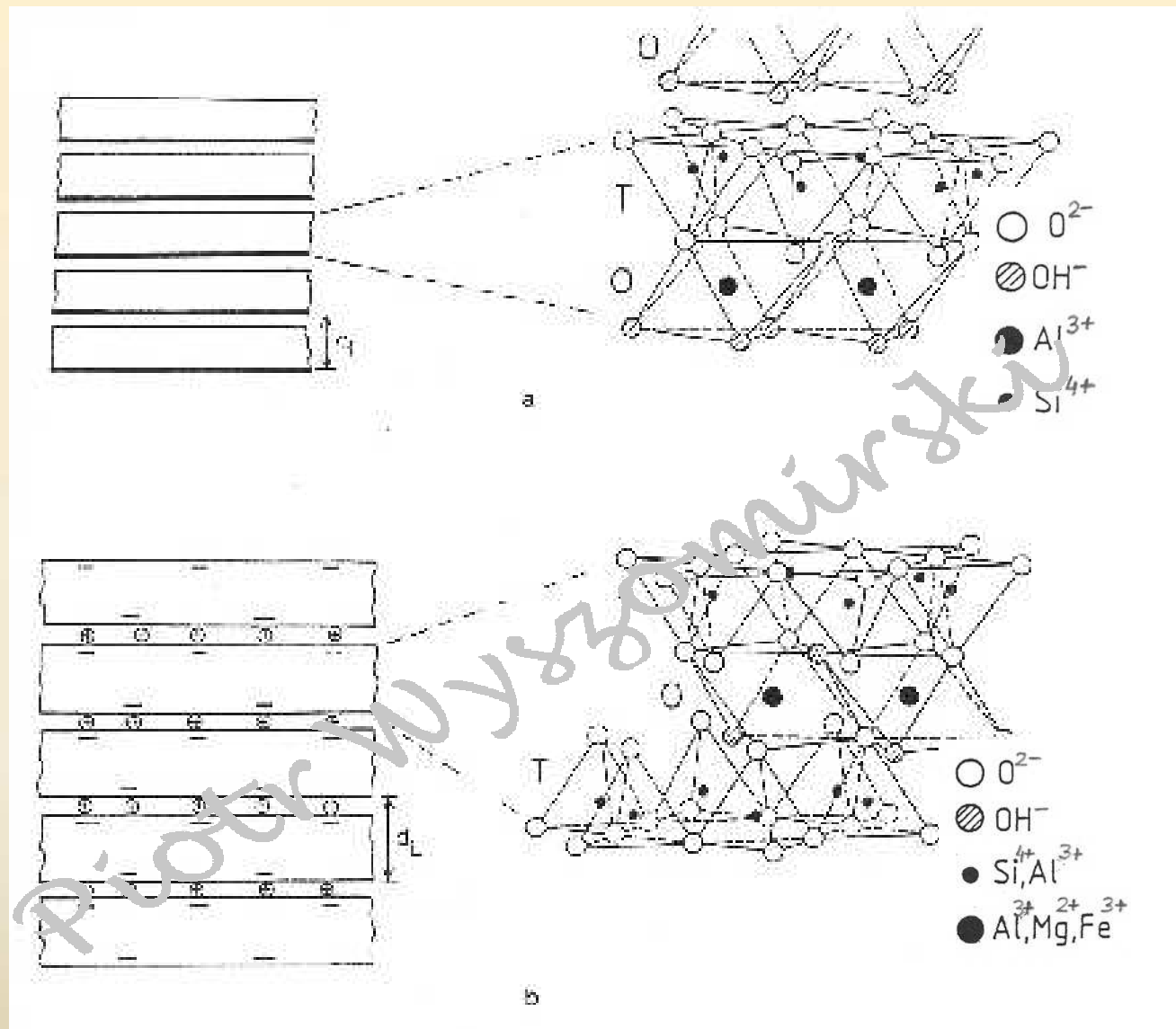


# **SUROWCE I RECYKLING**

## **Wykład 6**

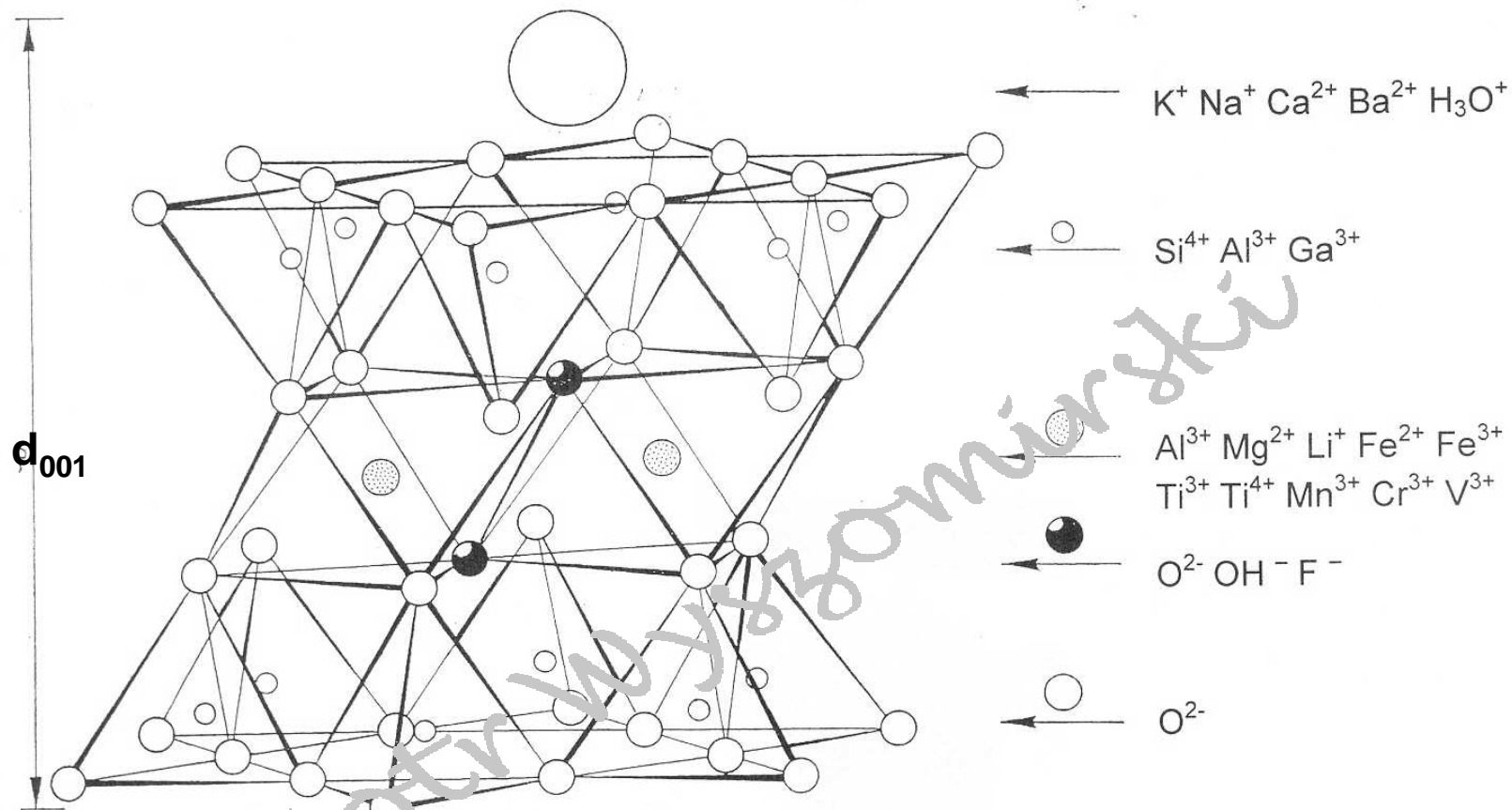


**Fragment struktury minerałów ilastych (Jasmund, Lagaly 1993):**

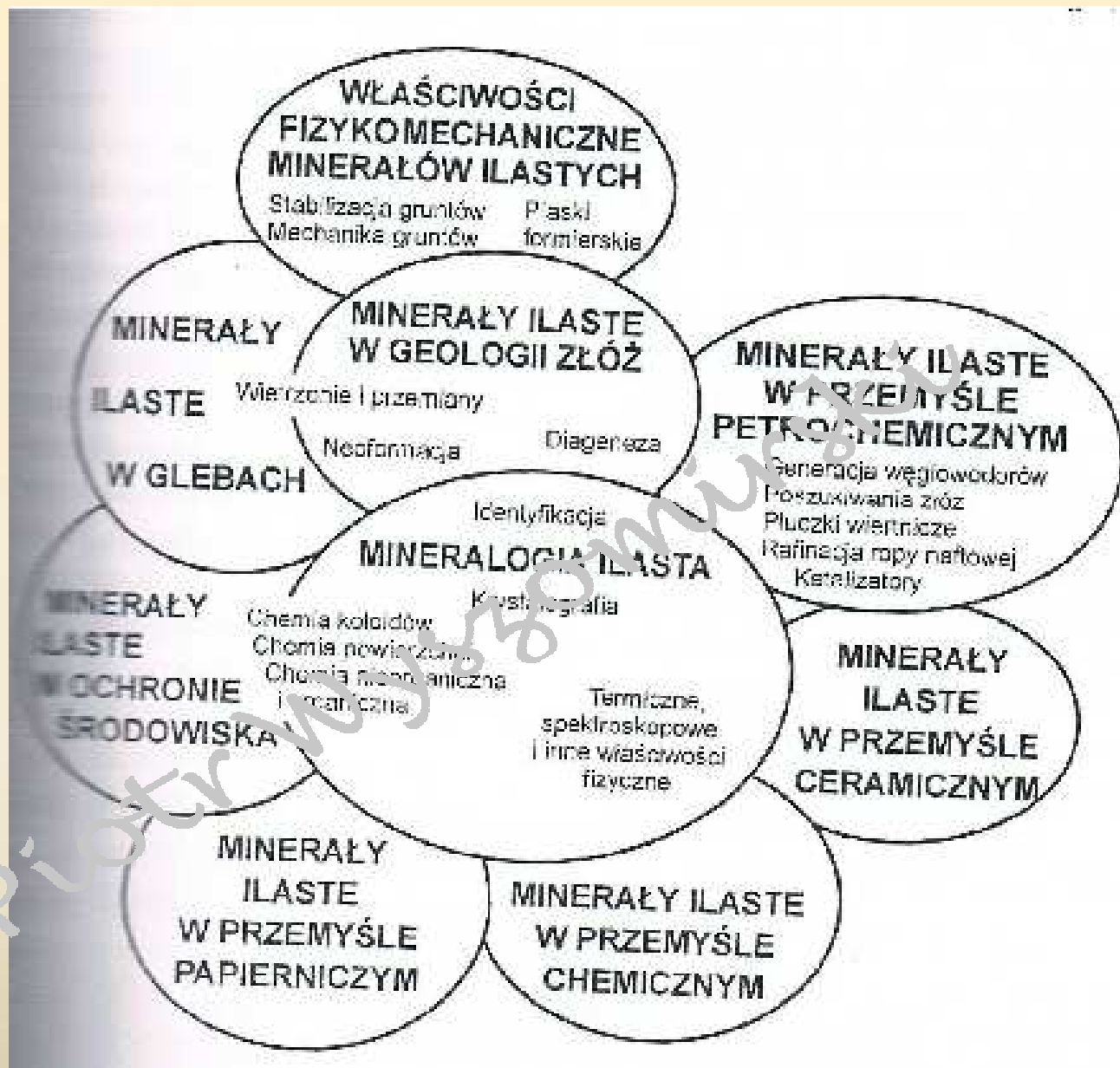
a) – o pakiecie typu 1:1, b) – o pakiecie typu 2:1. T – warstwa tetraedryczna, O – warstwa oktaedryczna,  $d_{hkl}$  – odległość między pakietami

# Krzemiany glinu czy glinokrzemiany?

Glin, przykładowo w kaolinicie, występuje w warstwie oktaedrycznej. Jego liczba koordynacyjna LK wynosi więcej niż 6. Jest to właściwe dla krzemianów glinu. W innych strukturach glin może podstawiać krzem w tetraedrze  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ . Wówczas LK glinu wynosi 4, a związek taki nazywamy glinokrzemianem.



**Struktura muskowitu (Grim 1953).**  
**Objaśnienia:  $d_{001}$  – odległość między pakietami**



Możliwości wykorzystania skał i minerałów ilastych (Brindley 1973, zmienione)

**Schemat klasyfikacji skał osadowych pochodzenia chemicznego  
i organicznego**

Typ	Rodzaj skał ze względu na pochodzenie
<p>Skały węglanowe Wapienie</p>	<p>chemiczne: wapienie oolitowe, martwica wapienna, wapie- nie wtórne, ewaporaty wapienne</p> <p>organogeniczne: zlepy muszlowe (muszłowce), wapienie rafowe i pokrowne, kreda pisząca</p> <p>jeziorne: kreda jeziorna, muszłowce słodkowodne, gytia, wapienie algowe, wapienie kryptogeniczne</p>
<p>Margle i opoki Dolomity</p>	<p>pierwotne (sedymentacyjne) wtórne (metasomatyczne)</p>



**Schemat klasyfikacji skał osadowych pochodzenia chemicznego  
i organicznego c.d.**

Skały krzemionkowe

chemiczne:

gejzeryt i martwica krzemionkowa, diagenetyczne skały krzemionkowe

organogeniczne:

radiolaryty, spongility, gezy, ziemia okrzemkowa i diatomity

kryptogeniczne:

krzemienie i czerty, jaspisy, lidyty, rogowce

Skały żelaziste

rezydualne

jeziorne i morskie:

rudy darniowe i bagienne, limonity (żelaziaki brunatne), syderyty ilaste i sferosyderyty, muszłowce syderytowe, oolitowe skały żelaziste, skały glaukonitowe (glaukonityty)

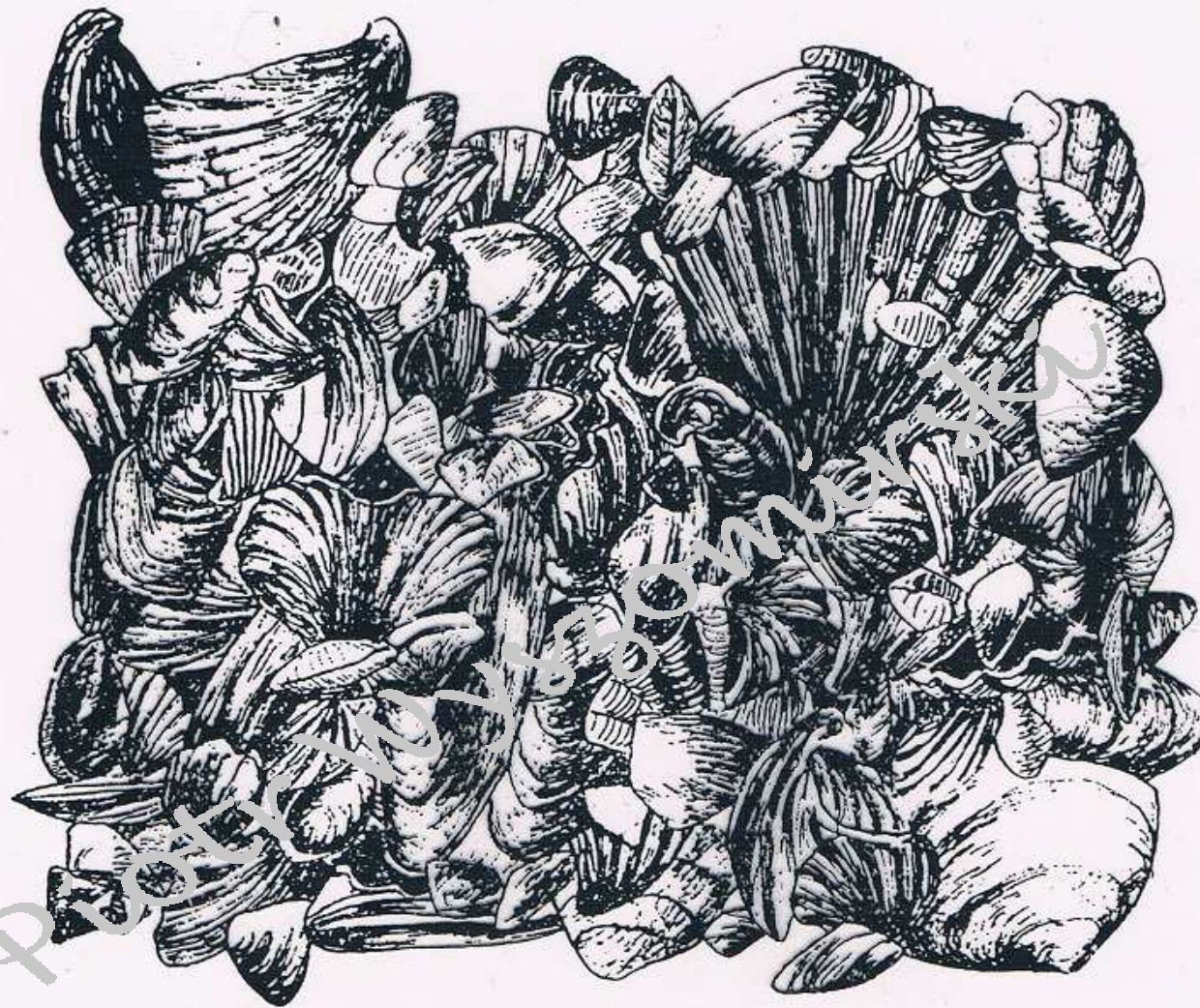
**Schemat klasyfikacji skał osadowych pochodzenia chemicznego  
i organicznego c.d.**

Typ	Rodzaj skał ze względu na pochodzenie
<p>Skały alitowe</p> <p>Osadowe skały manganowe</p> <p>Skały gipsowo-solne</p>	<p>lateryty</p> <p><i>terra rossa</i></p> <p>boksyty</p> <p>morskie: skały gipsowe i anhydrytowe, sól kamienna sole potasowo-magnezowe</p> <p>jeziorne: soda rodzima, osady mirabilitowe i tenardytowe, osady borowe</p> <p>kontynentalne: skały azotanowe</p>



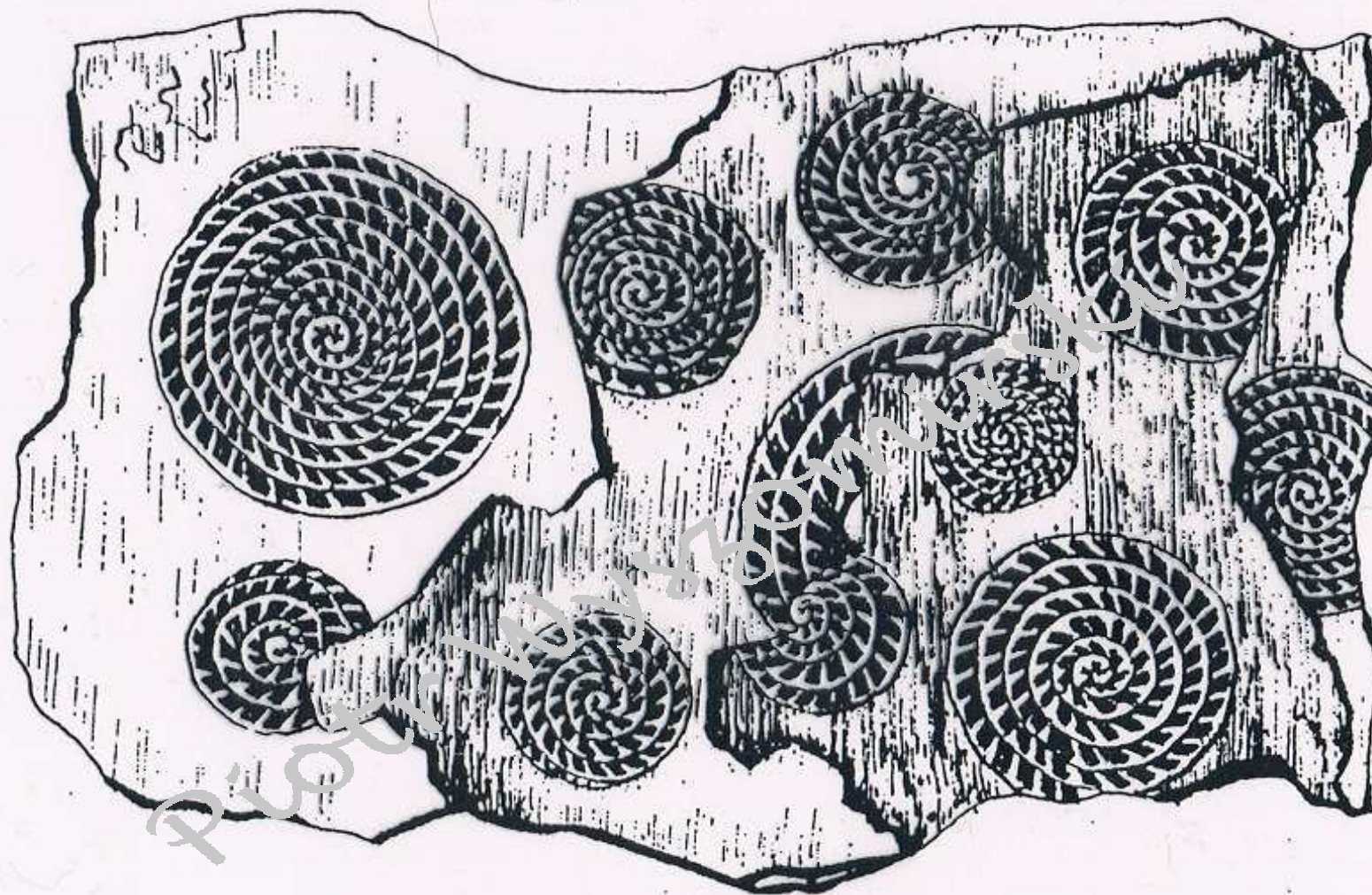
## Schemat klasyfikacji skał osadowych pochodzenia chemicznego i organicznego c.d.

Skąły fosforanowe	guano fosforyty: konkrecyjne, warstwowe, detrytyczne utwory wiwianitowe
Miedzionośne skały osadowe	
Kopalne paliwa stałe	humusowe: torf, węgiel brunatny, węgiel kamienny, liptobiolity sapropelowe: sapropel, węgle kennelskie, węgle boghedowe gagaty
Łupki palne	węglowe: humusowe, sapropelowe bitumiczne ropne
Kopalne paliwa płynne i utwory pokrewne	ropa naftowa utwory pokrewne: ozokeryt, asfalt



Zlep muszlowy





Wapień numulitowy

Z drugiej strony przykładem wybitnie drobnoziarnistych wapieni (*struktura mikrytowa*) jest **kreda**. Stanowi ona skałę pochodzenia organicznego, która jest złożona głównie z szczątków organicznych (*kokkoly*).

## **W wapieniach wyróżnia się:**

- **składniki ziarniste (mogą to być składniki pochodzenia organicznego, ooidy, intraklasty, onkoidy itp.),**
- **masę podstawową, która może mieć charakter mikrytowy (o wielkości rzędu tysięcznych części mm) lub sparytowy (*krystaliczny*) (o wielkości od kilku setnych części mm do kilku mm).**



## PRZYKŁADY ALLOCHEMÓW SKAŁ WĘGLANOWYCH\*

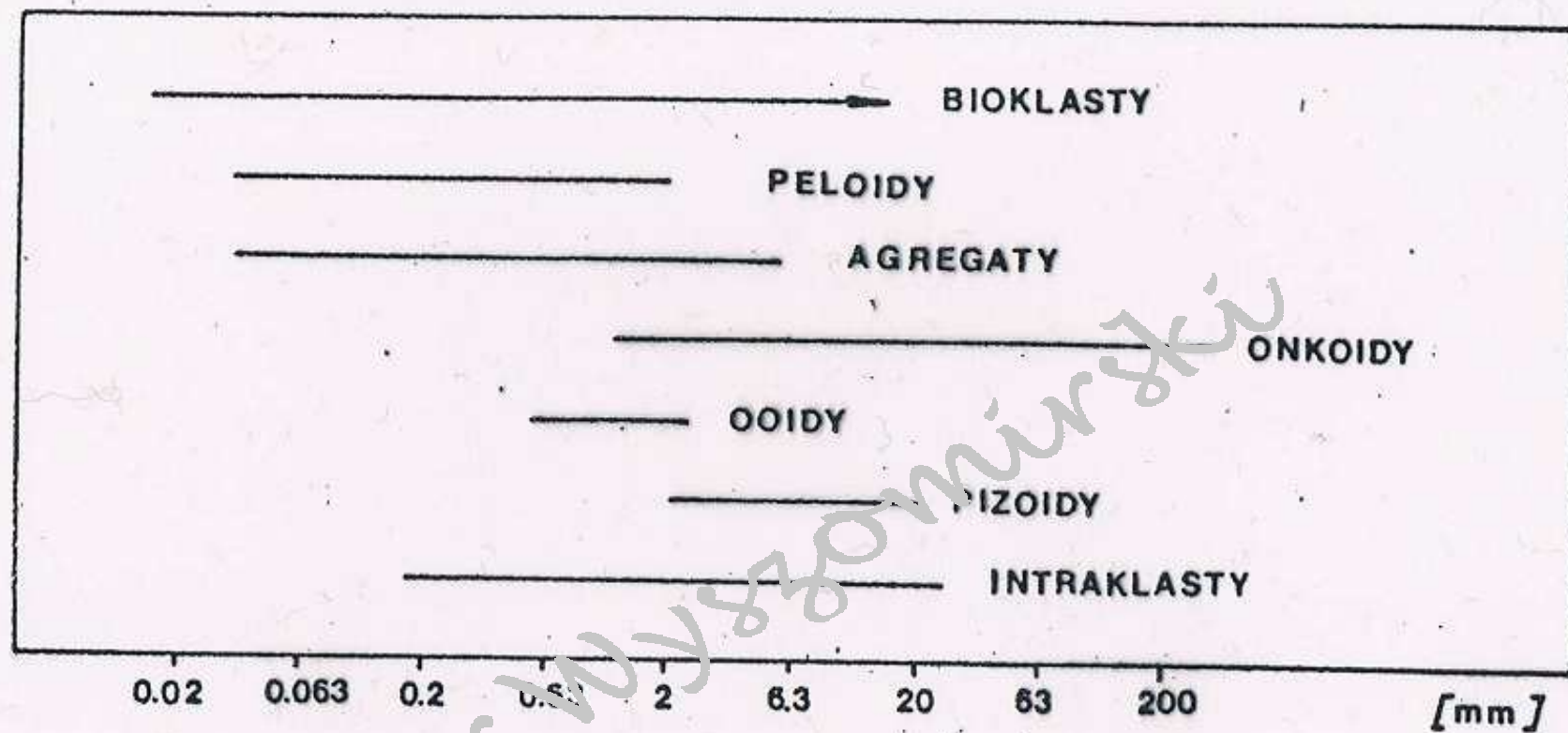
**BIOKLASTY** - pokruszone szczątki organiczne złożone przeważnie z węglanów.

**INTRAKLASTY** (*endoklasty, endolitoklasty*) - fragmenty bardziej lub mniej skonsolidowanej skały osadowej pochodzące z erozji osadów w basenie sedymentacyjnym i redeponowane w nim.

**PELOIDY** (*chondroidy, kryptolity, pelery, pseudooidy*) - ziarna zrekrystalizowane o nieznannej genezie; pierwotnie mogły to być np. ooidy, bioklasty itp.

**OOIDY** (*oolity, owooidy, owulity, sferoidy*) - kuliste ziarna o budowie współśrodkowej lub współśrodkowo-promienistej, złożone z detrytycznego jądra i koncentrycznych powłok (korteksu), średnicy poniżej 2 mm.

\*węglanowe ślądniki wapieni i dolomitów utworzone w obrębie basenu sedymentacyjnego



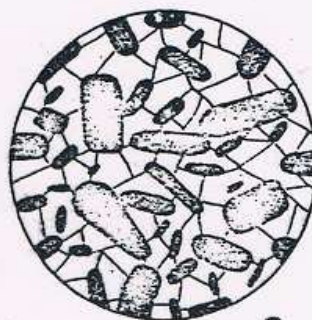
Rozmiary komponentów skał węglanowych (E. Flügel 1978)



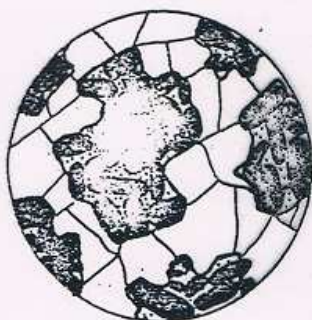
1



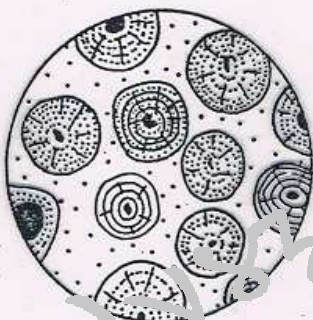
2



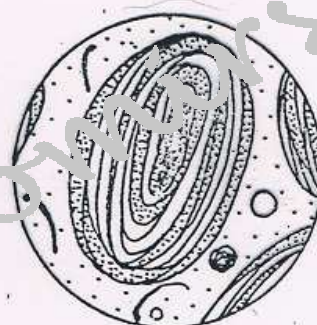
3



4



5



6

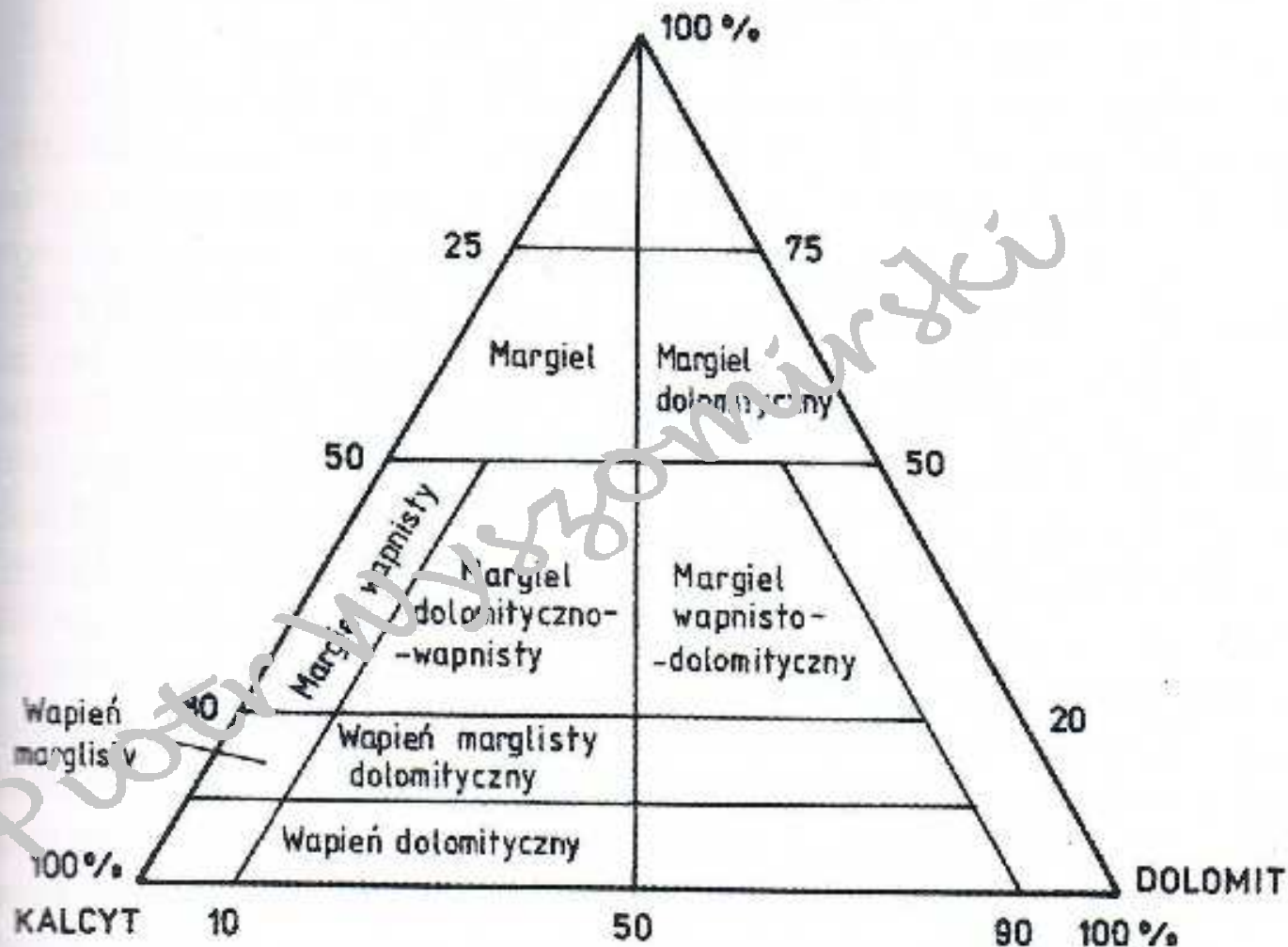


7

Najważniejsze rodzaje allochemów skał węglanowych:

1 - bioklasty, 2 - litoklasty (ekstra- i intraklasty), 3 - peloidy, 4 - agregaty,  
5 - ooiły, 6 - onkoidy, 7 - allochemy z powłoką mikrytową (zmikrytyzowane)

SKŁADNIKI  
NIEROZPUZZCZALNE W HCl



Podział margli

# **Skały metamorficzne**

**Stanowią one produkty przeobrażeń skał magmowych i osadowych oraz starszych skał metamorficznych pod wpływem wysokiego ciśnienia i podwyższonej temperatury, a także zmian chemicznych (głównie wskutek dyfuzji).**



# Metamorfizm

Główne czynniki metamorfizujące	Rodzaj metamorfizmu
Wzrost temperatury powodowany intrudowaniem magmy	metamorfizm termiczny
Wzrost ciśnienia kierunkowego powodującego ruchy wewnątrz skały	metamorfizm dyslokacyjny
Wzrost ciśnienia i temperatury wynikający ze stopnia geotermicznego	metamorfizm regionalny
Wielki, lecz krótkotrwały wzrost ciśnienia i temperatury powstającej wskutek zderzenia ciał kosmicznych	metamorfizm zderzeniowy (impaktytowy)
Powtarzające się działanie dużych ciśnień i wysokich temperatur, a także działanie czynników chemicznych, które powodują następujące po sobie przejawy różnych typów metamorfizmów	polimetamorfizm
Kierunek oddziaływania ciśnienia i temperatury	metamorfizm progresywny – — metamorfizm regresywny

## Minerały skał metamorficznych

**Grupa piroksenów** - krzemiany łańcuchowe z anionem  $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$ . Wśród nich: *jadeit*, *diopsyd*, *egiryn*.

**Grupa amfiboli** - krzemiany wstęgowe z anionem  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ . Wśród nich: *antofyllit*, *aktynolit*, *glaukofan*.

**Grupa granatów** - krzemiany wyspowe o ogólnym wzorze  $\text{Me}_3\text{R}_2[\text{SiO}_4]_3$ , gdzie  $\text{Me} = \text{Ca}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ , a  $\text{R} = \text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}^{3+}$ . Wśród nich: *almandyn*, *pirop*, *andradyt*, *grossular*.

**Grupa serpentynu** - krzemiany warstwowe -  $(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ . Ich odmiany to *antygoryt* i *chryzotyl*.

**Grupa chlorytu** - glinokrzemiany warstwowe, głównie magnezu i żelaza, o skomplikowanym składzie chemicznym.

**Epidot** -  $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Al})\text{Al}_2\text{O} | \text{OH} | \text{SiO}_4 | \text{Si}_2\text{O}_7$

**Talk** -  $\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

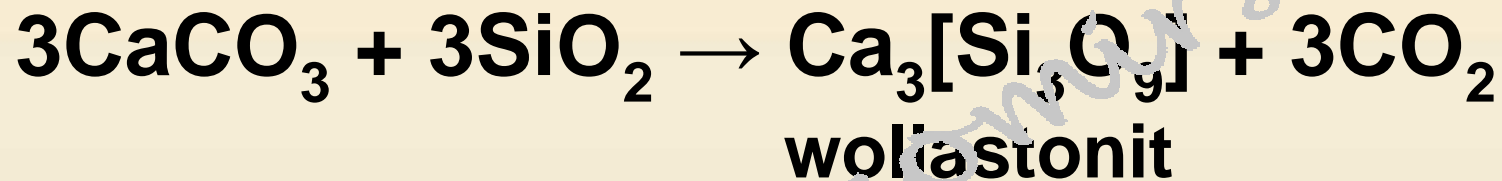
**Staurolit** -  $\text{AlFe}_2\text{O}_3(\text{OH}) \cdot 4\text{Al}_2[\text{O} | \text{SiO}_4]$

**Kordieryt** -  $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$

**Wollastonit** -  $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$

**Dysten, sillimanit, andaluzyt** - odmiany polimorficzne  $\text{Al}_2[\text{O} | \text{SiO}_4]$ .

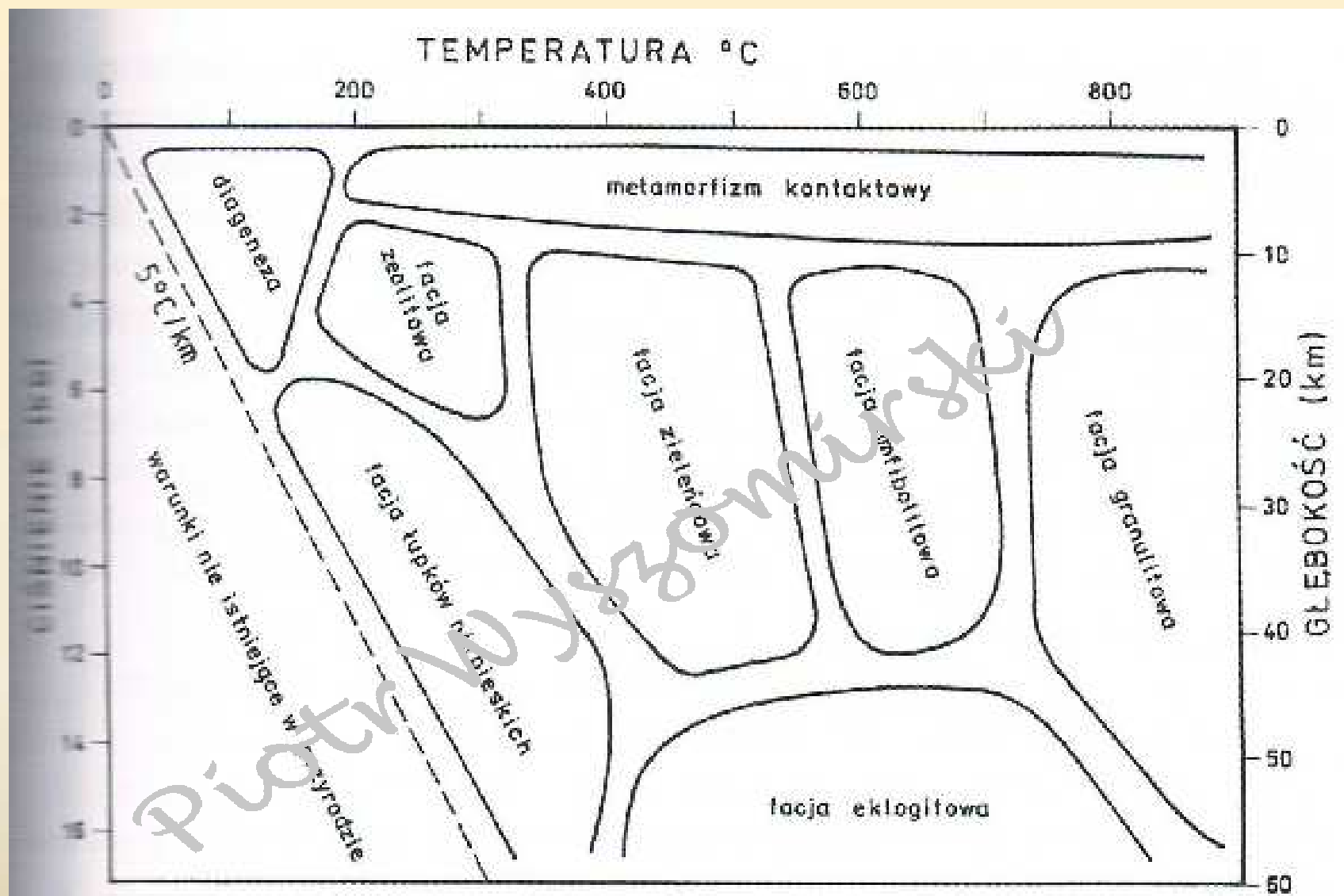
**Przykłady minerałów właściwych  
tylko skałom metamorficznym:**



## **Facja metamorfizmu**

**Tym mianem określa się zespół minerałów skałotwórczych skał metamorficznych, który może współwystępować i trwale współistnieć w określonych zakresach ciśnienia i temperatury.**

**Przykładowo: obecność wollastonitu  $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$  świadczy o temperaturze ok.  $500^\circ\text{C}$  panującej w środowisku podczas powstawania tego minerału.**



Zasięg  $P$ - $T$  metamorfizmu kontaktowego i głównych facji metamorfizmu regionalnego



## Klasyfikacja skał metamorficznych

<p>Produkty metamorfizmu regionalnego</p>	<p>Utwory facji zeolitowej                      Utwory facji zieleńcowej (zielonych łupków)                      Utwory facji łupków glaukofanowych                      Utwory facji almandynowo-amfibolitowej                      Utwory facji granulitowej                      Utwory facji eklogitowej</p>
<p>Produkty metamorfizmu termicznego (kontaktowego)</p>	<p>Utwory facji hornfelsów albitowo-epidotowych                      Utwory facji hornfelsów hornblendowych                      Utwory facji hornfelsów piroksenowych                      Utwory facji sanidynitowej</p>
<p>Produkty metamorfizmu dyslokacyjnego (dynamicznego)</p>	<p>Kataklazyty, mylonity</p>

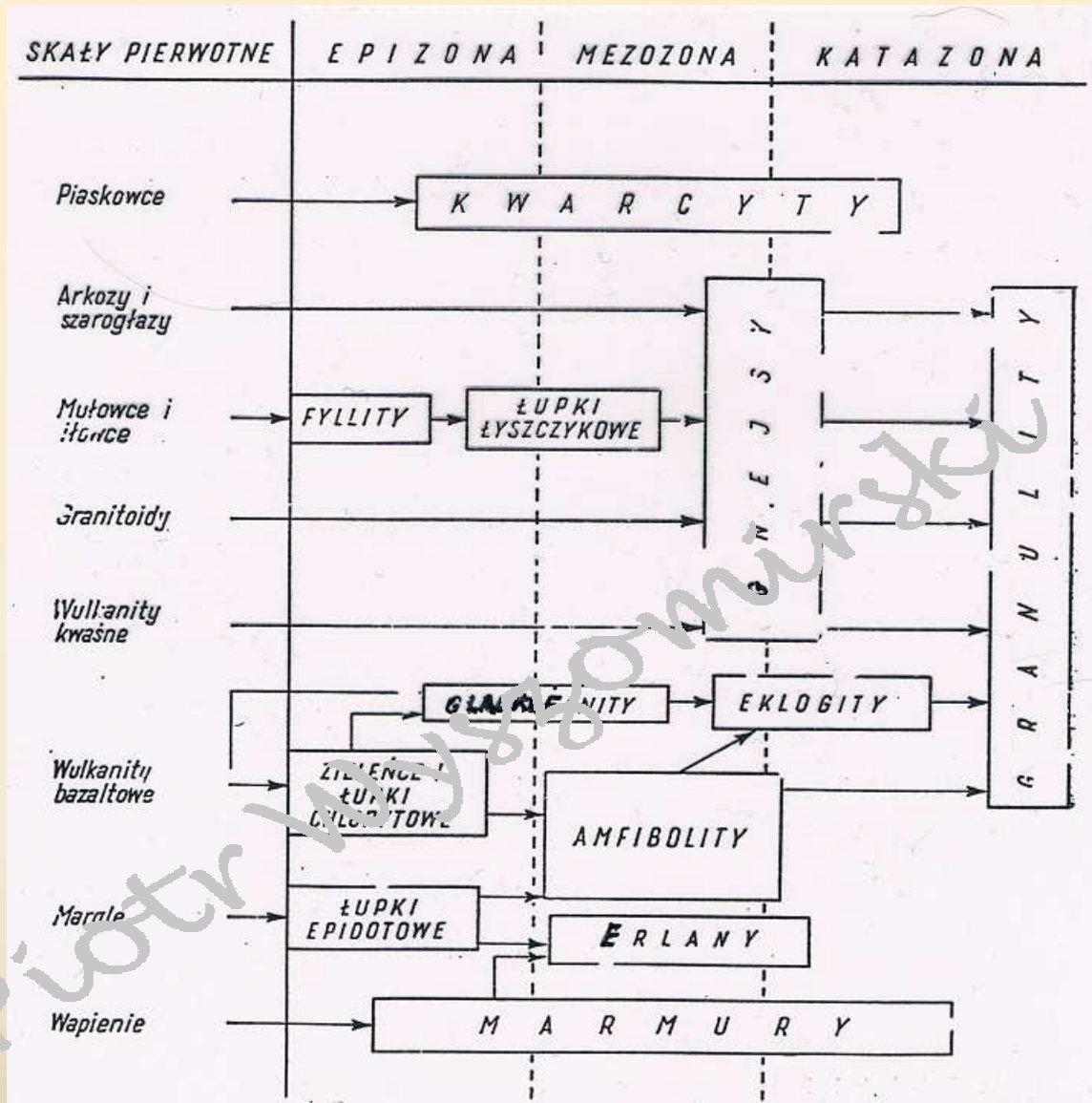
## Uproszczona klasyfikacja skał metamorficznych

### Skąły zmetamorfizowane regionalnie

Strefa głębokościowa	Nazwa skały	Minerały główne
<i>Epi</i> (płytki metamorfizm)	fyllity łupki chlorytowe	serycyt chloryt kwarc epidot
<i>Mezo</i> (średni metamorfizm)	łupki łyszczykowe gnejsy amfibolity	kwarc muskowit biotyt kwarc skalanie łyszczyki plagioklasy hornblenda zwyczajna tytanit
<i>Kata</i> (głęboki metamorfizm)	granulity eklogity	kwarc skalanie granaty rutyl granat piroksen rutyl

### Skąły zmetamorfizowane kontaktowo

Typ skały	Nazwa skały	Minerały główne
Skąły krzemianowe	hornfelsy	kwarc skalanie łyszczyki kordieryt andaluzyt
Skąły węglanowo-krzemianowe	skarny	kalcyt dolomit epidoty granaty pirokseny amfibole



**Metamorfizm regionalny najbardziej pospolitych typów skał wyjściowych**

## Niektóre parametry określające właściwości techniczne kamieni budowlanych i drogowych

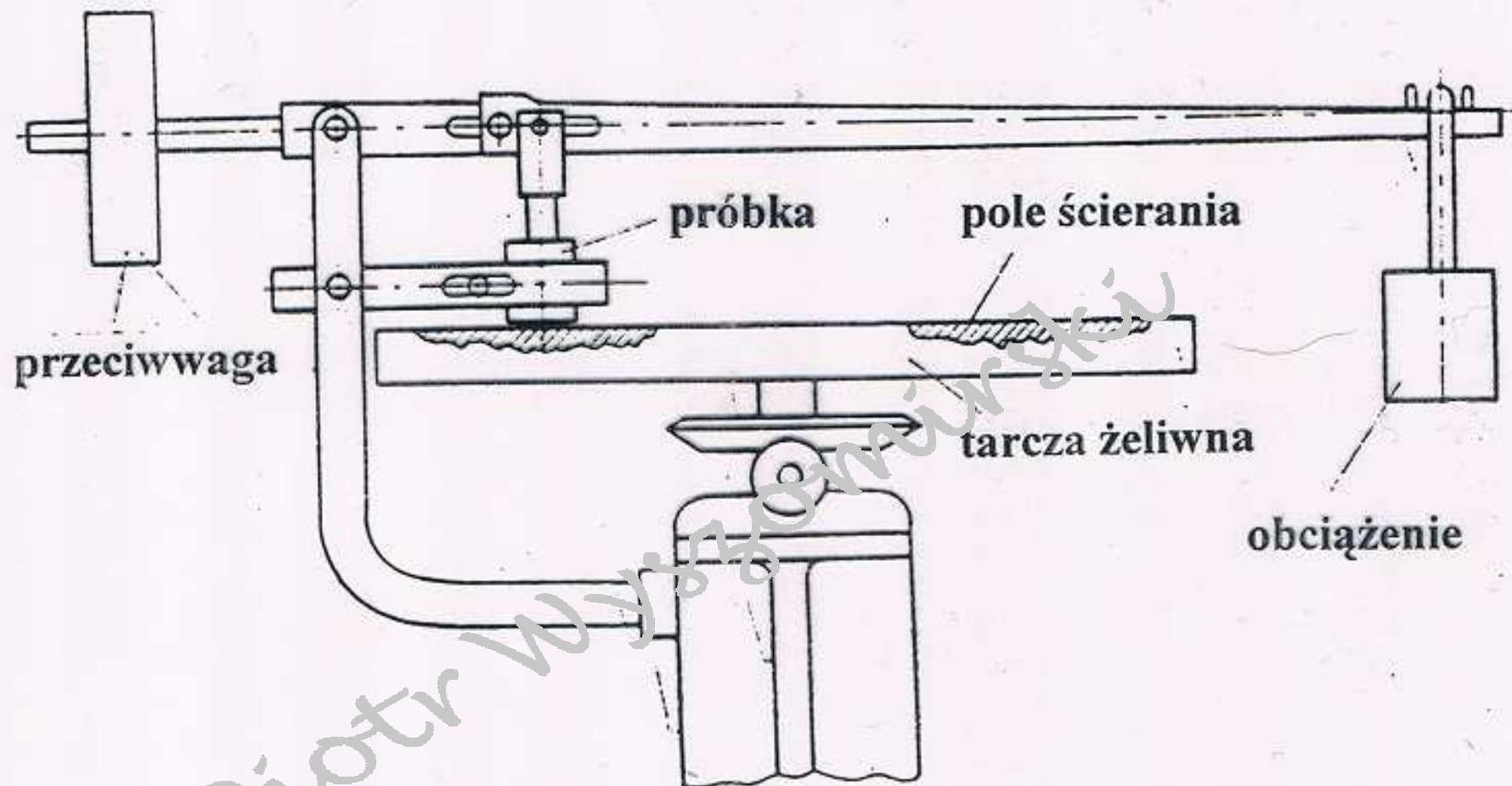
- gęstość (dawniej *ciężar właściwy*)
- gęstość pozorna (objętościowa; dawniej *ciężar objętościowy*)
- gęstość nasypowa (dawniej *ciężar objętościowy skał luźnych*)
- szczelność
- porowatość
- nasiąkliwość:
  - wagowa
  - objętościowa
  - objętościowa po gotowaniu
- wytrzymałość na ściskanie
- odporność na zamrażanie
- odporność na ścieranie:
  - na tarczy (np. Böhmego)
  - w bębnie (np. Devala)
  - w młynie Los Angeles
- przyczepność substancji organicznej do kruszywa



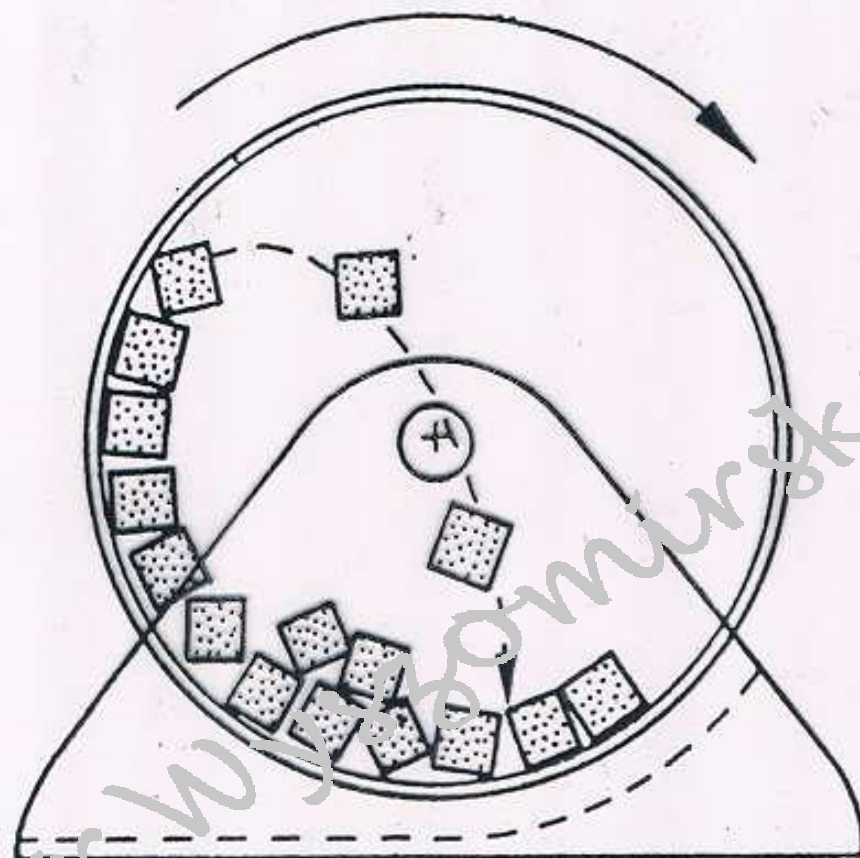
## Niektóre parametry określające właściwości techniczne kamieni budowlanych i drogowych

- **Gęstość** (dawniej *ciężar właściwy*) – masa jednostki objętości surowca bez uwzględnienia porów.
- **Gęstość pozorna** (gęstość objętościowa; dawniej *ciężar objętościowy*) - masa jednostki objętości surowca wraz z zawartymi w nim porami i innymi pustkami.
- **Gęstość nasypowa** - masa jednostki objętości okruchów surowca wraz z porami i luźną między nimi przestrzenią.
- **Szczelność** – stosunek gęstości pozornej do gęstości.
- **Porowatość całkowita** – stosunek całkowitej objętości porów do objętości próbki, łącznie z jej wszystkimi porami. Wyróżnia się porowatość: otwartą i zamkniętą.
- **Nasiąkliwość** – stosunek masy cieczy pochłoniętej przez próbkę, przy całkowitym nasyceniu, do masy suchej próbki.





**Schemat tarczy Böhme**



**Schemat urządzenia do oznaczania ścieralności  
surowców skalnych metodą bębnowania  
(np. bęben Devala)**