

# **SUROWCE MINERALNE**

## **Wykład 10**

# WYBRANE NIEMETALICZNE SUROWCE MINERALNE

- surowce krzemionkowe, tj. zasobne w  $\text{SiO}_2$ ,
- surowce glinowe, glinokrzemianowe i zawierające alkalia,
- surowce ilaste,
- surowce wapniowe, tj. zawierające  $\text{CaO}$ ,
- surowce magnezowe, tj. zawierające  $\text{MgO}$ ,
- surowce chromowe, tj. zasobne w  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,
- surowce cyrkonowe,
- grafit.

## **Surowce skaleniowe z odpadów granitowych**

- Są nimi najczęściej drobne frakcje ziarnowe (zwykle 0-2 mm), które powstają w procesie produkcji łamanych kruszyw granitowych. Nie znajdują one zastosowania do budowy dróg i produkcji betonu.
- Mogą być one wykorzystane po wzbogaceniu w procesie separacji elektromagnetycznej lub – najczęściej – w formie surowej.

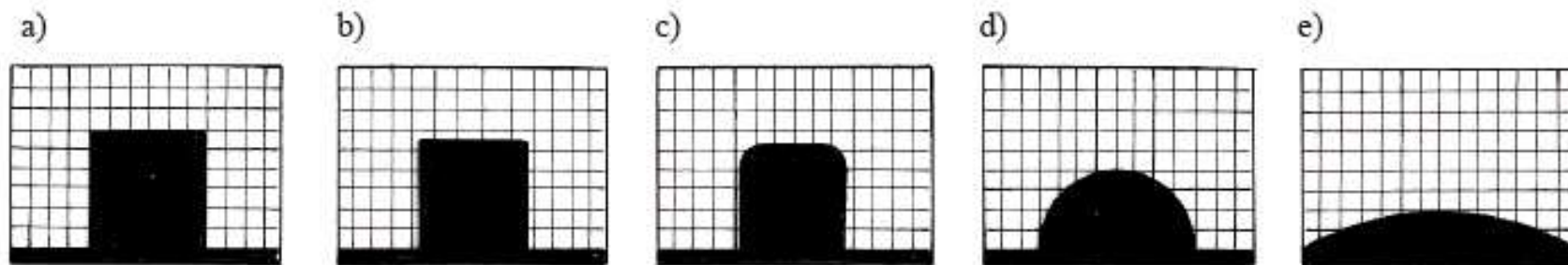
# Surowce skaleniowe z odpadów granitowych

Skład chemiczny odpadów granitowych i otrzymanych z nich w procesie separacji elektromagnetycznej mączek skaleniowo-kwarcowych o uziarnieniu 0,1–0,5 mm

Źródło: Ciechański, Sokołowski 1995

Składnik	Gniewków		Graniczna		Rogoźnica II	
	odpad	mączka	odpad	mączka	odpad	mączka
	[% mas]					
SiO <sub>2</sub>	72,43	75,94	74,15	77,02	73,67	77,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,62	12,98	13,25	13,25	13,61	13,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,63	0,36	2,00	0,10*	2,18	0,16
TiO <sub>2</sub>	0,22	0,05	0,26	0,08	0,02	0,004
CaO	1,30	1,53	1,57	1,55	1,27	1,02
MgO	0,32	0,09	0,68	–	0,39	0,33
K <sub>2</sub> O	4,90	4,97	4,30	4,00	5,16	5,18
Na <sub>2</sub> O	3,37	3,60	3,40	3,95	3,09	3,27
strata prażenia	1,12	0,42	0,49	0,31	0,64	0,31

\* po II stopniu separacji



Pastyłka surowca skaleniowego w analizie metodą mikroskopu wysokotemperaturowego.  
 Temperatura: a – otoczenia, b – maksymalnego spieczenia, c – początku mięknienia, d – topienia,  
 e – płynięcia



**Zróżnicowana rozplýwność surowców skaleniowych określona przy użyciu wiskozymetru rynnowego**

**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

**IŁ** - słabo zwięzła, często plastyczna skała ilasta o teksturze bezładnej, rzadziej kierunkowej, i strukturze pelitowej. Pod pojęciem *skała ilasta* rozumie się skały zawierające ponad 50% frakcji pelitowej pochodzenia sedimentacyjnego lub wietrzeniowego; głównymi składnikami są minerały ilaste z grupy illitu, kaolinitu, smektytu lub inne minerały ilaste, podrzędnie występują drobne ziarna kwarcu, mik, minerałów węglanowych, tlenkowych i siarczkowych minerałów żelaza oraz substancja organiczna.

**IŁOWIEC** - zwięzła skała ilasta nie wykazująca łupkowości.

**LUPEK ILASTY** (*łoiupek*) - zwięzła skała ilasta wykazująca łupkowość.

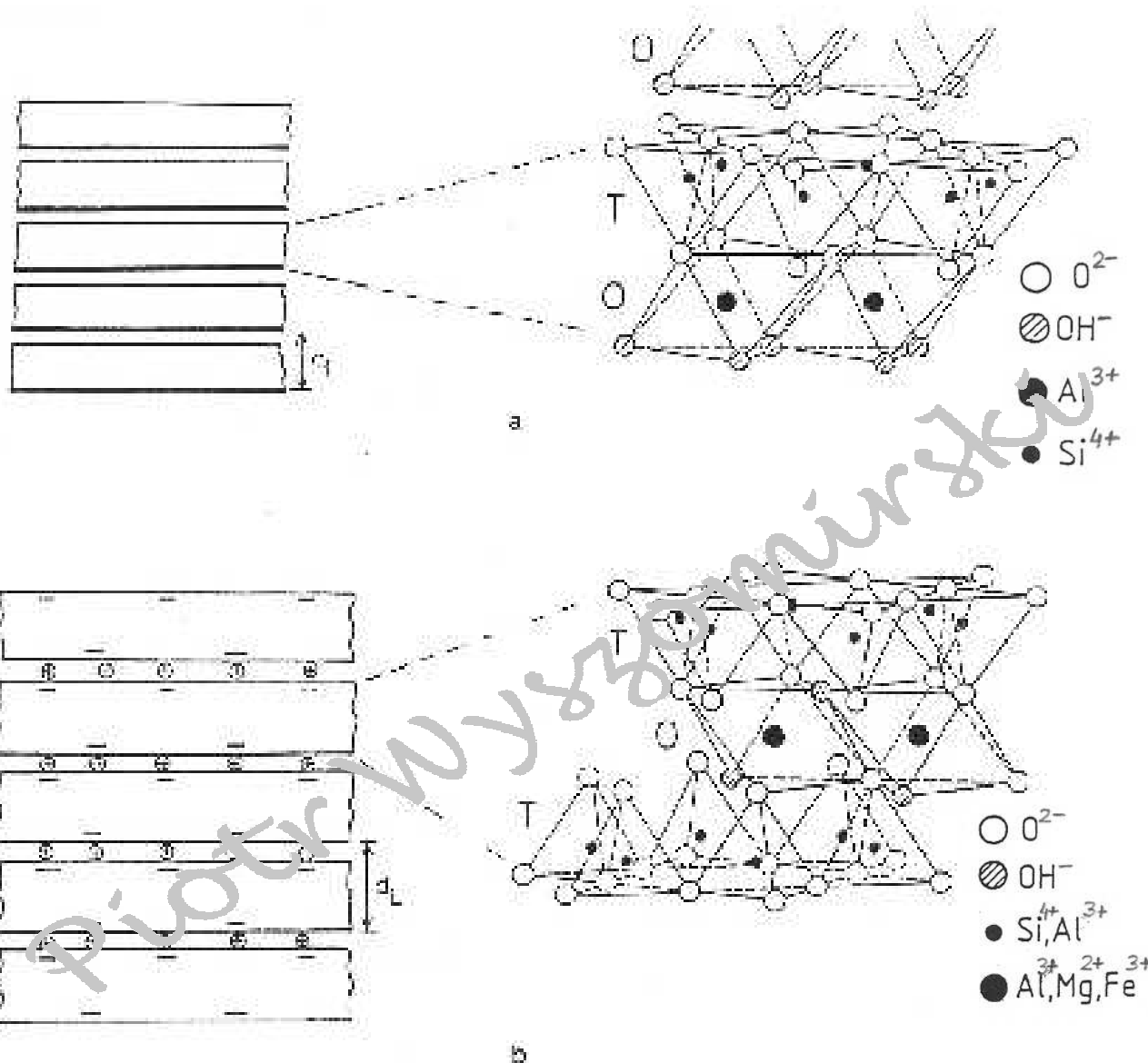
**GLINA** - skała okruchowa złożona z iłu, mułku, piasku, a często żwiru; zwykle odznacza się brakiem wysortowania materiału detrytycznego; może zawierać minerały węglanowe, tlenkowe i siarczkowe minerały żelaza oraz inne składniki mineralne; w stanie wilgotnym na ogół plastyczna.

# Surowce ilaste

Są one reprezentowane przez:

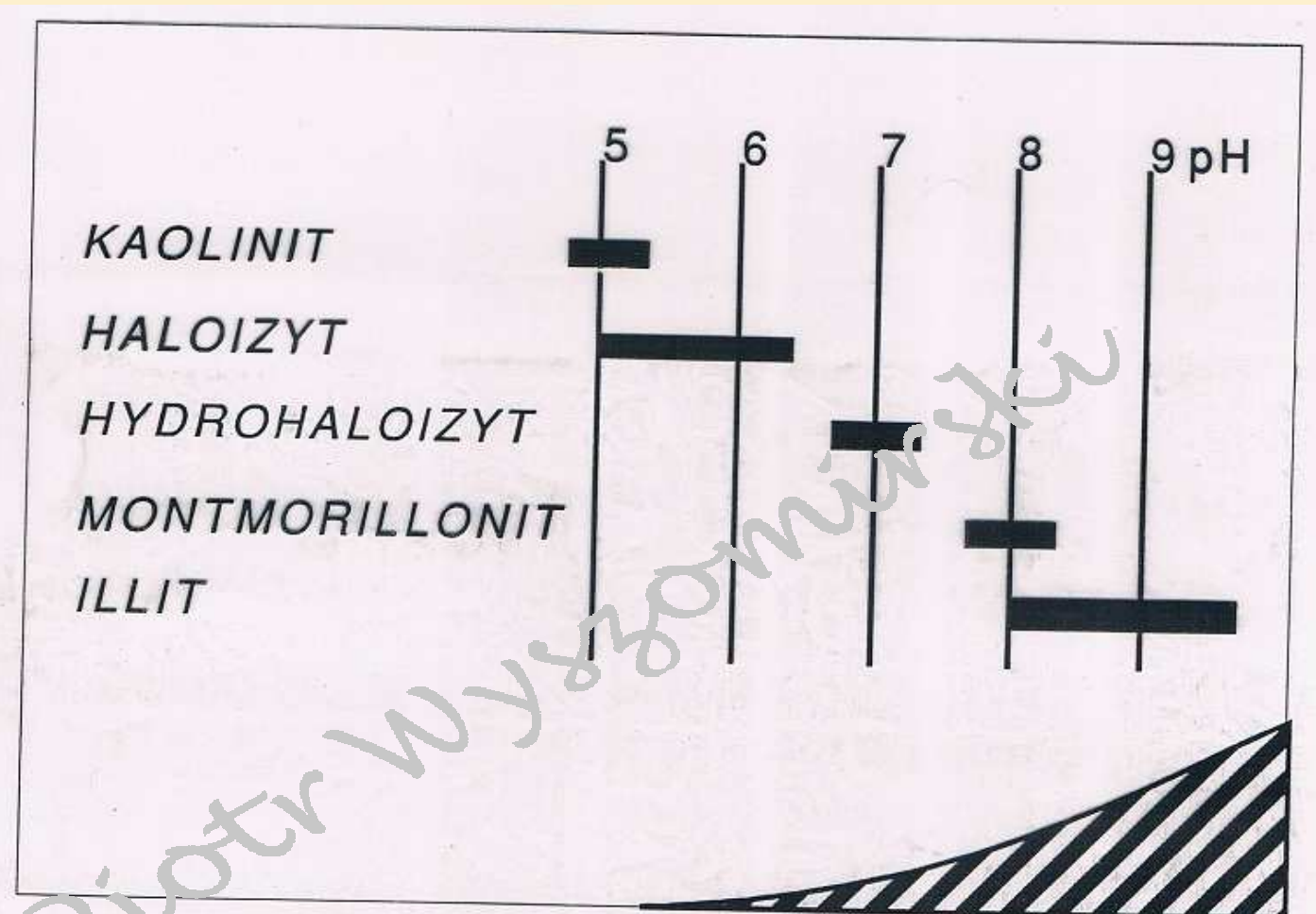
- surowce ilaste zasobne w kaolinit (kaoliny, ogniotrwałe łupki kaolinitowe (*tansteiny*), ły zasobne w kaolinit należące do łów biało- wzgl. jasno wypalających się),
- surowce ilaste zasobne w illit (ły barwnie wypalające się),
- surowce zasobne w smektyty (bentonity, ły bentonitowe, ły montmorillonitowe).





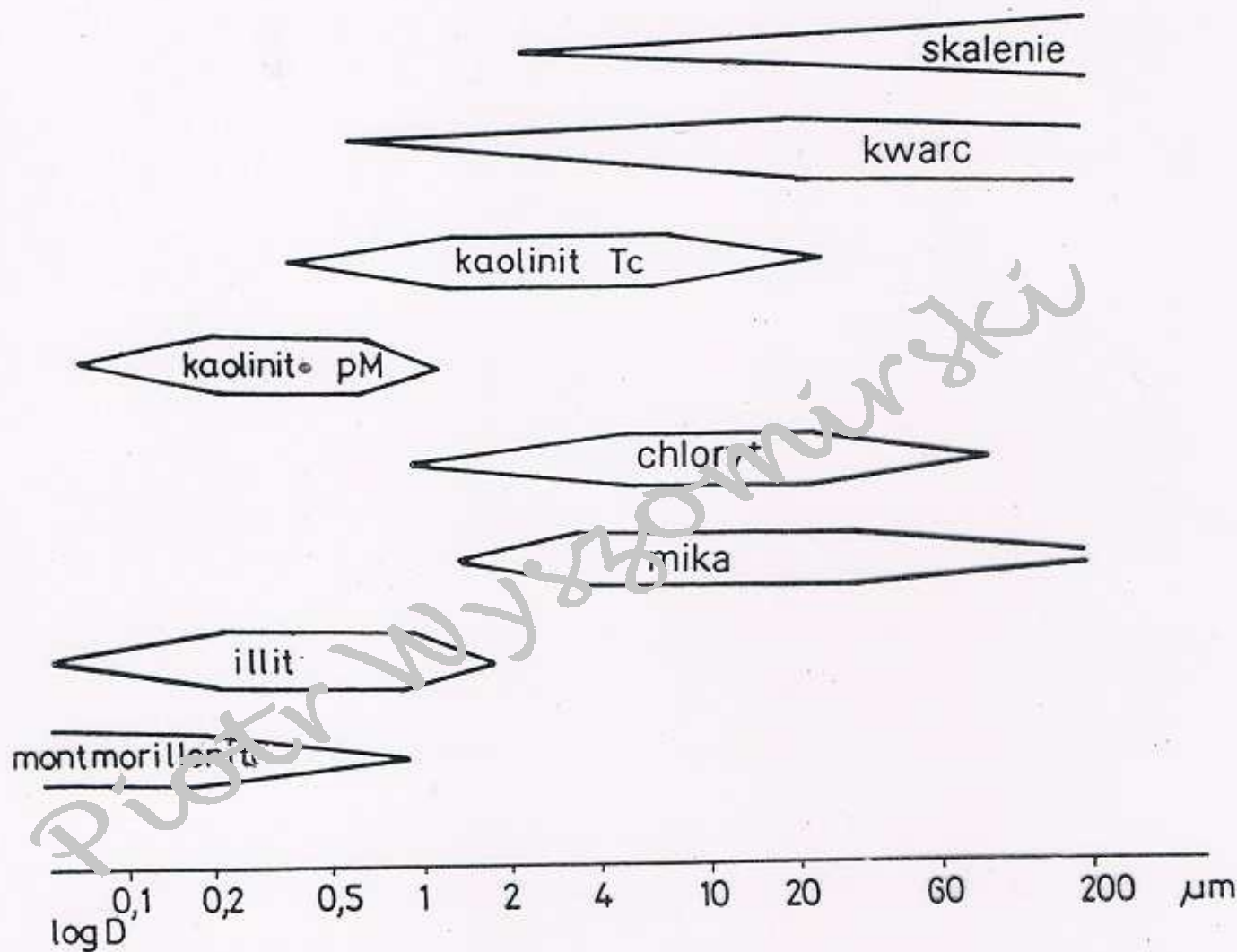
**Fragment struktury minerałów ilastych (Jasmund, Lagaly 1993):**

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



Zasolenie roztworu  
Fe, Mg, Ca, K, Na

**Trwałość minerałów ilastych w zależności od pH  
i zasolenia basenu sedimentacyjnego (Stoch 1974)**



**Zakresy wielkości ziarn minerałów występujących w osadach ilastych.  
(Stoch 1993).**

# Kaoliny

- W sensie petrograficznym są to skały bogate w kaolinit, które powstały w wyniku wietrzenia skał zasobnych w minerały glinokrzemianowe (skalenie, miki). Wyróżnia się kaoliny pierwotne (rezydualne) i wtórne (osadowe).
- Kaolin w ujęciu przemysłowym (kaolin szlamowany, kaolin pławiony, kaolin wzbogacony, kaolin flotowany) to koncentrat kaolinitowy uzyskiwany w procesach przeróbki i uszlachetniania kopaliny kaolinowej, stanowiący produkt handlowy o parametrach określonych normami lub atestem producenta. Surowiec ten jest otrzymywany nie tylko z kaolinów pierwotnych lub wtórnych, lecz także z innych kopalin ilastych, np. z piaskowców kaolinitowych.

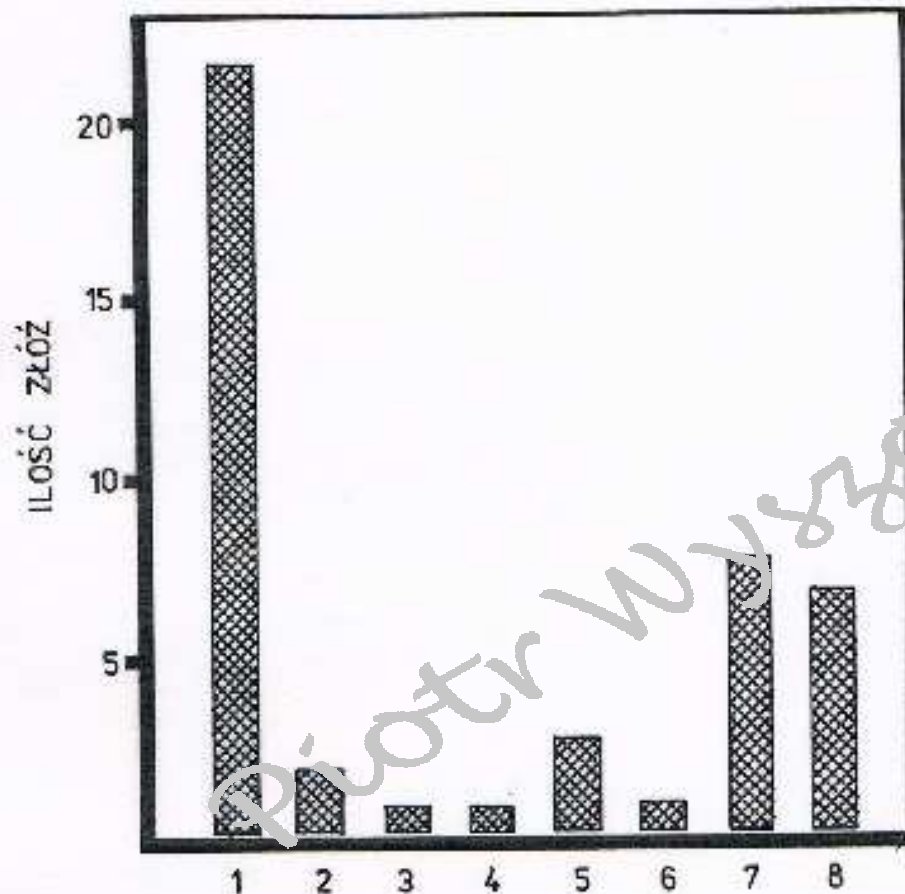
# O przemysłowej wartości kopaliny kaolinowej przede wszystkim decydują:

- zasobność w kaolinit, jego budowa wewnętrzna i wielkość ziaren,
- zawartość tlenków barwiących (głównie tlenki żelaza i tytanu),
- zawartość innych minerałów ilastych (w tym względzie szczególnie wrażliwy jest przemysł porcelanowy),
- właściwości fizyczne (np. białość pod wypaleniu, ogniotrwałość).

O jakości kopaliny kaolinowej decyduje też **uzysk szlamowania**, który jest oceniany na podstawie udziału frakcji ziarnowej  $<20 \mu\text{m}$  (Kontá 1982).

W związku z tym wyróżnia się trzy rodzaje kopaliny kaolinowej:

- ◆ bogate (uzysk szlamowania  $>35\%$ ),
- ◆ pośrednie (uzysk szlamowania 35-20%),
- ◆ ubogie (uzysk szlamowania 20-12%).



**Częstość występowania różnych skał macierzystych kaolinów w Europie:**

**1 – granity, 2 – dioryty,  
3 – syenity, 4 – pegmatyty,  
5 – porfiry kwarcowe, 6 –  
melafiry, 7 – łupki krystaliczne (głównie ortognejsy),  
8 – skały osadowe (głównie arkozy i szarogłazy (Kužvart, Konta 1968).**

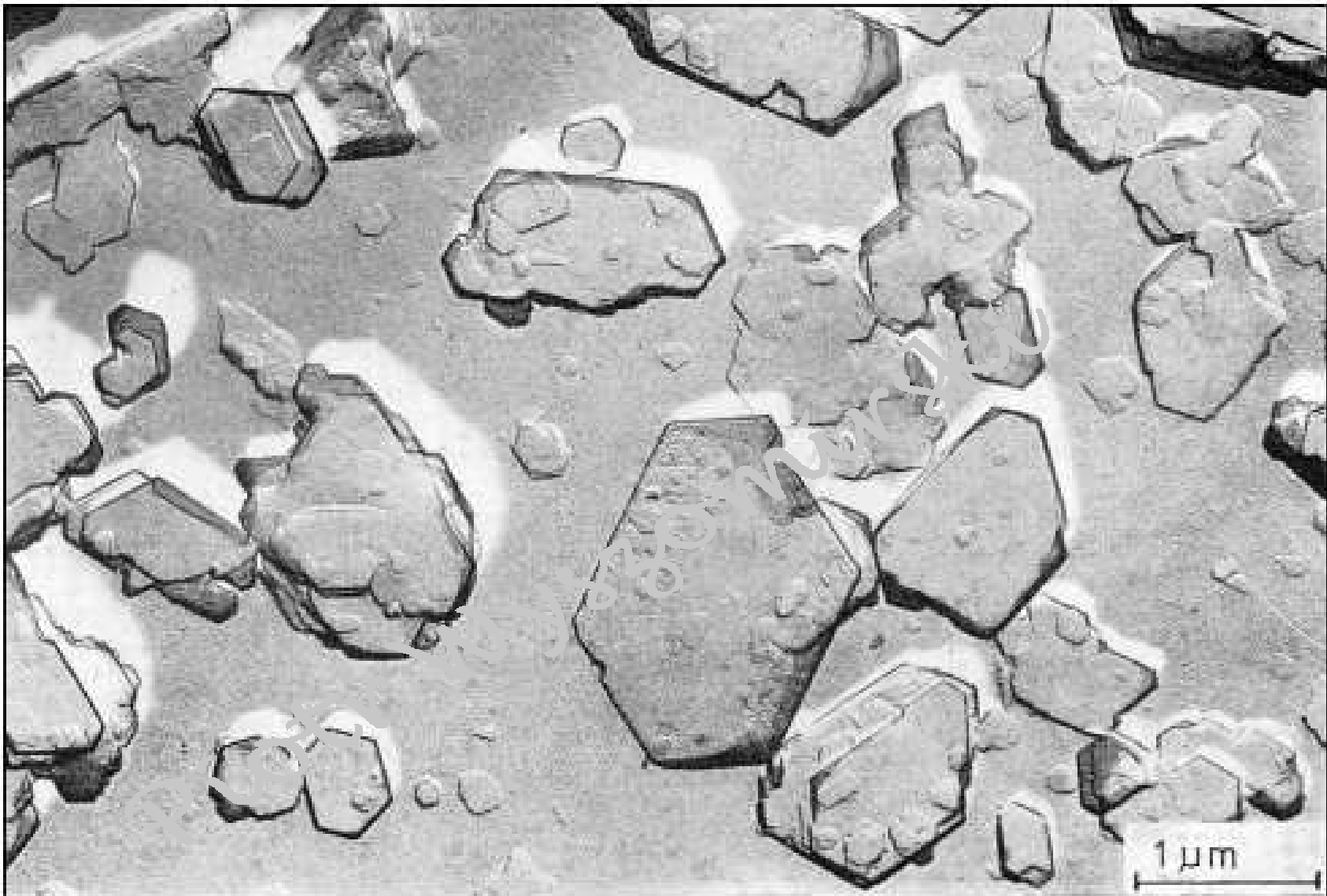


## Występowanie kaolinów ma Dolnym Śląsku





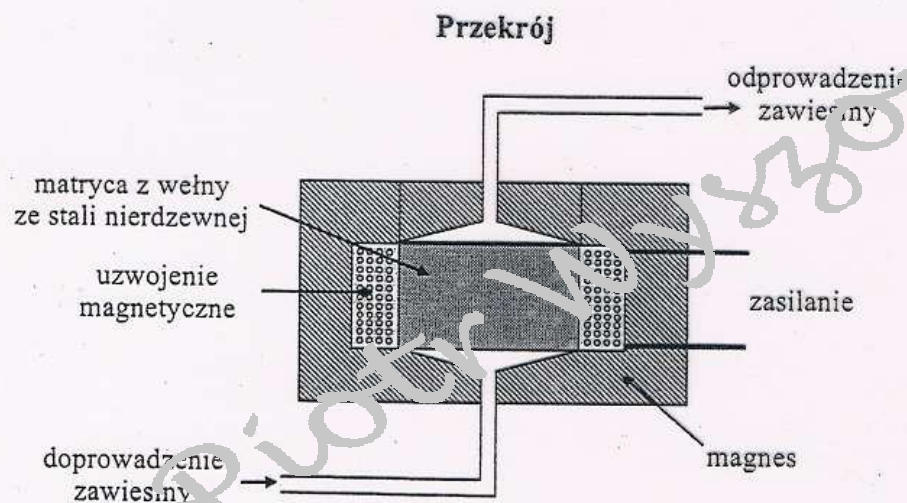
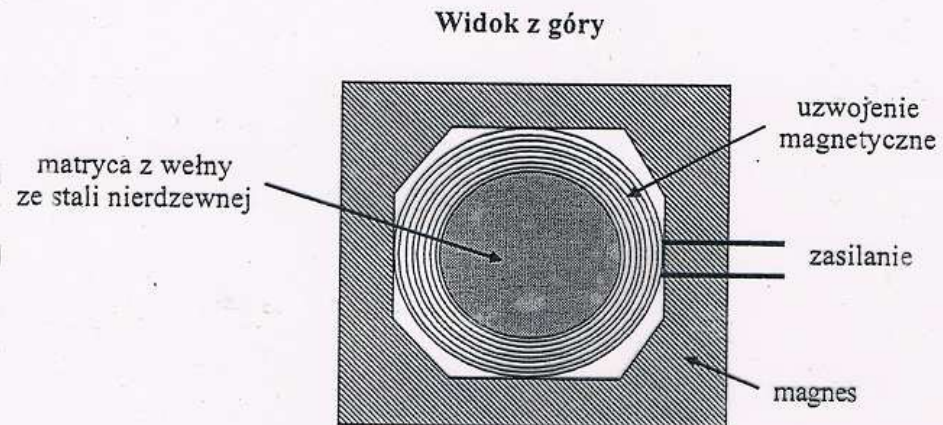
*KSM „Surmin-Kaolin”*. Kopalnia piaskowca kaolinitowego Maria III w Nowogrodźcu (Dolny Śląsk). Stan z 2005 r.



Piaskowiec kaolinitowy ze złoża Maria III. Ziarna kaolinitu Tc często o pseudoheksagonalnym zarysie. Mikrofotografia – TEM

# Kaolin szlamowany

- W zależności od typu podstawowego urządzenia przeróbczego, którymi są hydrocyklony, kaolin szlamowany reprezentuje na ogół frakcję ziarnową  $<20 \mu\text{m}$ .
- W celu obniżenia zawartości tlenków barwiących stosowane jest coraz częściej wzbogacanie magnetyczne.



**Wysokogradientowy separator magnetyczny HGMS (Wills 1985).**

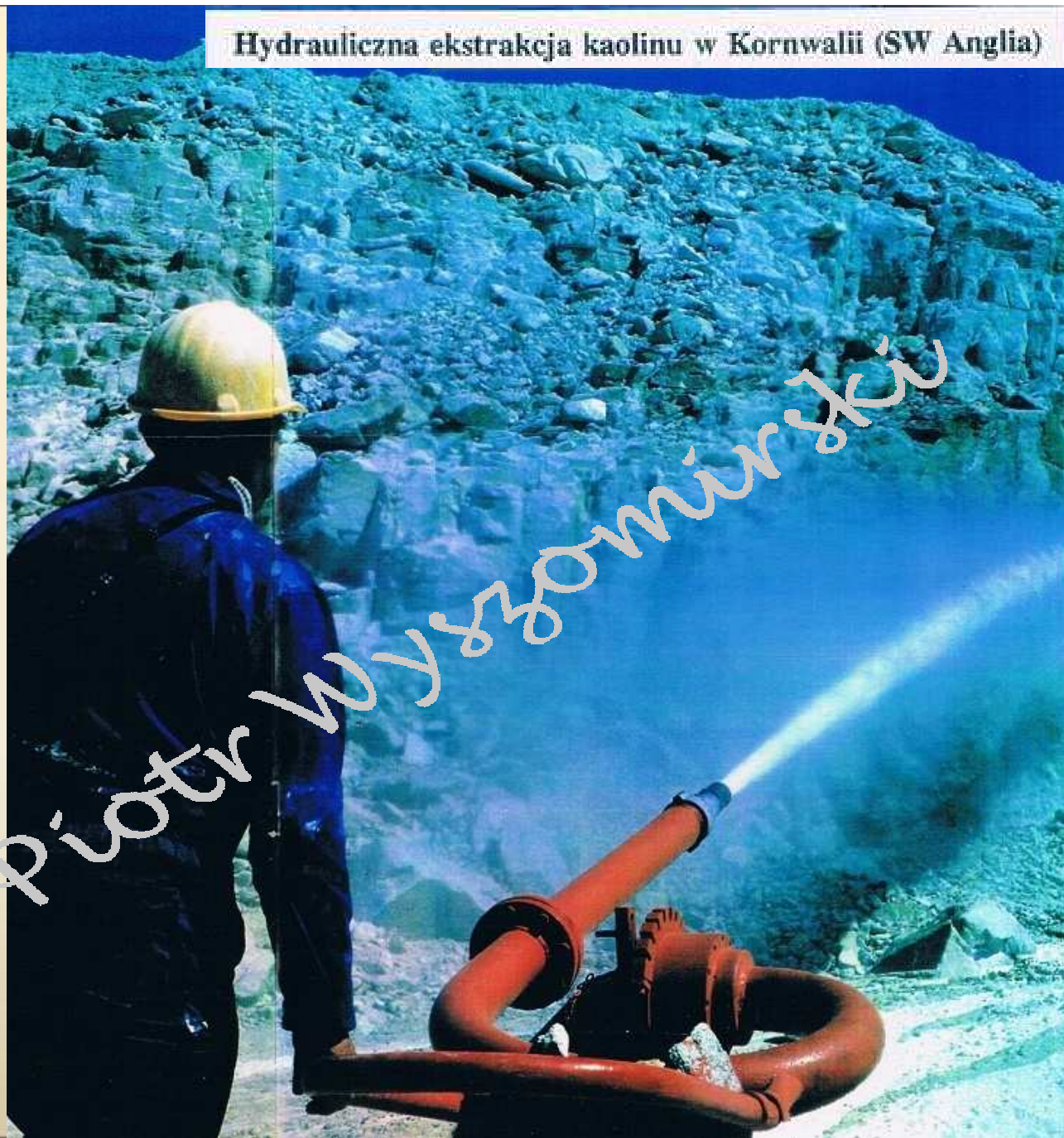
**Współcześnie stosowanym urządzeniem jest separator HGMS.**



**Odkrywkowa kopalnia kaolinu *Gröpendorf* w rejonie Kemmlitz  
(Saksonia, Niemcy)**

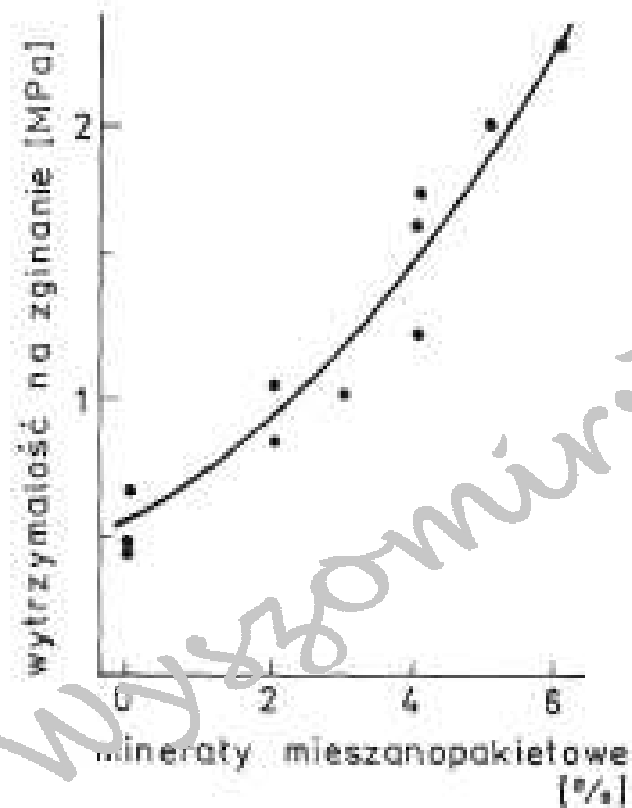
Autor: prof. dr hab. inż. Piotr Wyszomirski

Hydrauliczna ekstrakcja kaolinu w Kornwalii (SW Anglia)



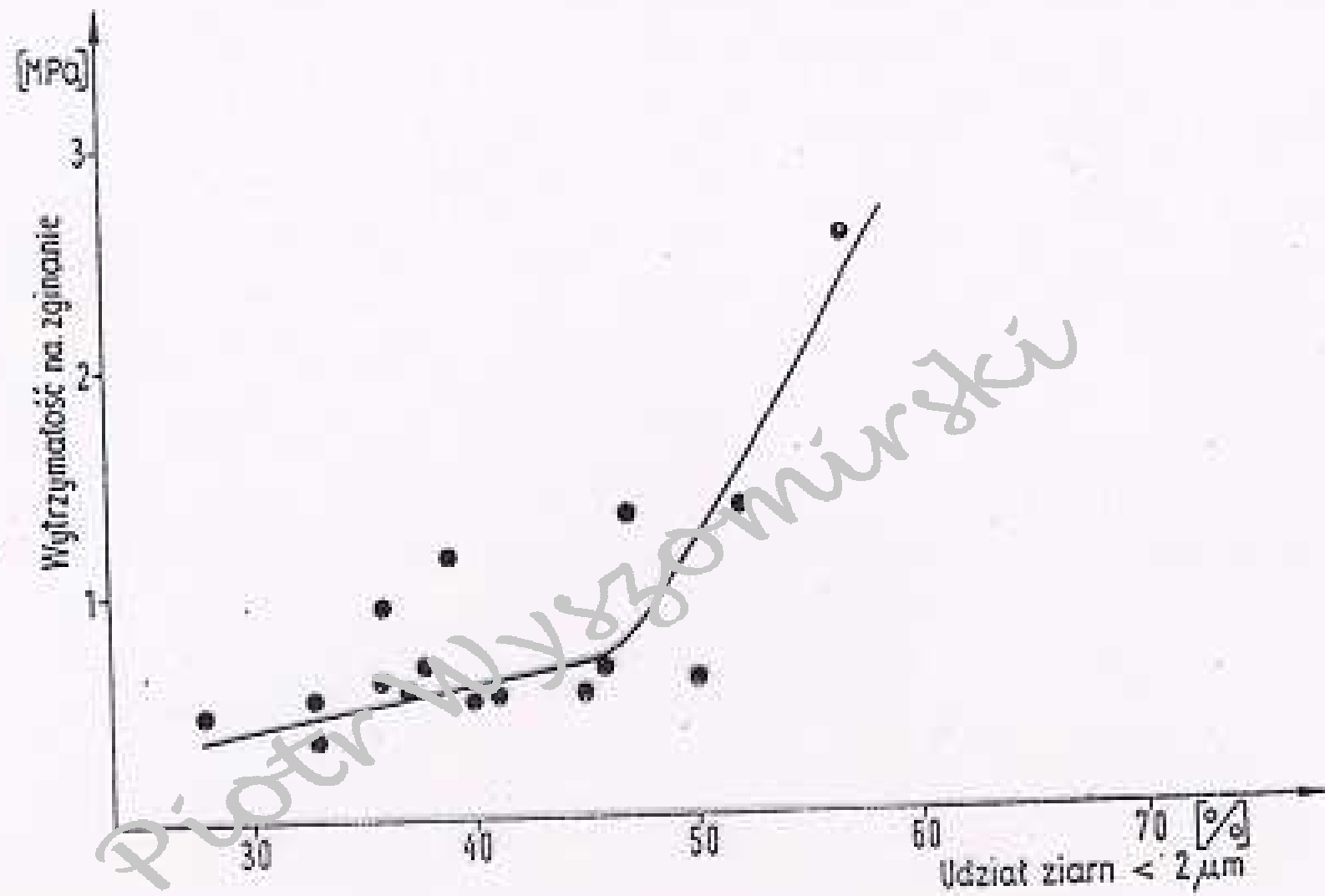
Piotr Wyszomirski

Autor: prof. dr hab. inż. Piotr Wyszomirski



Wytrzymałość na zginanie surowców kaolinowych w zależności od udziału minerałów elastycznych o strukturze mieszanopakietowej

Źródło: Jasmund, Lagaly 1993



Zależność wytrzymałości na zginanie różnych gatunków kaolinów szlamowanych produkowanych przez firmę China Clay Co (Wielka Brytania) od zawartości frakcji  $< 2 \mu\text{m}$



**Zakład przeróbki piasków kwarcowych  
eksploatowanych w kopalni odkrywkowej  
*Grudzeń Las* k. Tomaszowa Mazowieckiego**



Autor: prof. dr hab. inż. Piotr Wyszomirski

Parametry jakościowe kaolinów szlamowanych dla przemysłu ceramicznego produkowanych przez  
KSM Surmin-Kaolin i KPK Grudzeń-Las

Parametr	KSM Surmin-Kaolin				KPK Grudzeń-Las
	KOC	FKW	KOS	KSP	Grudzeń-Las
Skład chemiczny:					
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%, min.]	34,3	33,7	33,3	22,4	28,4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%, maks.]	0,51	0,52	0,35	0,29	1,25
TiO <sub>2</sub> [%, maks.]	0,51	0,50	0,36	0,33	0,67
Uziarnienie:					
Zawartość ziaren >45 μm [%, maks.]	0,3	0,5	0,2	9,2	5,0*
Zawartość ziaren <2 μm [%, min.]	61	62	63	39	n.o.
Wytrzymałość na zginanie [MPa, min.]	0,7	3,1	0,8	n.o.	1,4
Białość po wypaleniu w 1230°C [%]	88	83	90	89	barwa białokremowa

\* > 63 μm, n.o. – nie oznaczono

**Kaoliny są też wykorzystywane po ich prażeniu, zarówno nisko-, jak i wysokotemperaturowym.**

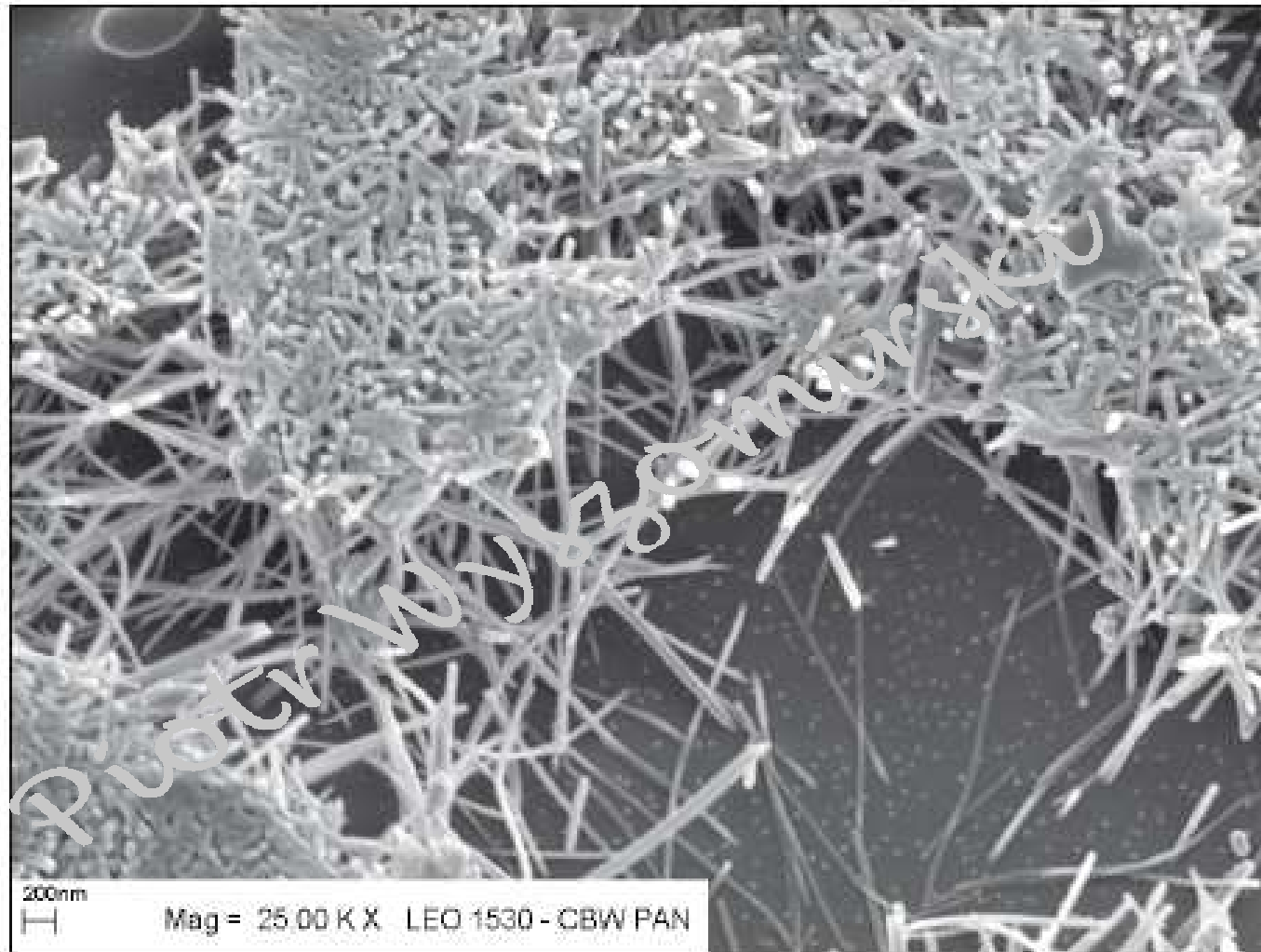
### **Metakaolin:**

surowiec o charakterze pucolanowym, którego głównym składnikiem fazowym jest metakaolinit powstały w wyniku częściowego rozpadu struktury kaolinitu w temperaturze powyżej 500°C.

### **Metakaolinit:**

powstaje w wyniku dehydroksylacji kaolinitu; zbudowany jest z warstwy krzemotlenowej o innej aniżeli w kaolinicie symetrii oraz z warstwy glinotlenowodorotlenowej, w której koordynacja jonów glinowych uległa całkowitemu lub częściowemu przejściu z oktaedrycznej na tetraedryczną.

**Prażenie wysokotemperaturowe w temperaturze znacznie przekraczającej 1000°C prowadzi do powstania mullitu kosztem kaolinitu.**



Mullit igielkowy krystalizujący ze stopu skaleniowego w płytce ceramicznej gres porcellanato. Mikrofotografia – SEM. Preparat trawiony roztworem HF przez 2,5 min.

Autor: prof. dr hab. inż. Piotr Wyszomirski

# Główne kierunki wykorzystania kaolinów

- przemysł ceramiczny,
- przemysł szklarski,
- produkcja białego cementu,
- przemysł papierniczy,
- przemysł gumowy,
- produkcja tworzyw sztucznych,
- przemysł farb i lakierów,
- przemysł farmaceutyczny,
- produkcja kosmetyków.

# **Krajowa baza surowców kaolinowych jest niewystarczająca.**

- **Kaoliny szlamowane są sprowadzane z Niemiec (głównie Saksonia, także Bawaria) i Republiki Czeskiej, oraz – w mniejszej ilości – z Wielkiej Brytanii i Hiszpanii.**
- **Kaoliny surowe są importowane z Ukrainy.**