



**INSTYTUT CHEMICZNEJ  
PRZERÓBKI WĘGLA**



# **Zmienność właściwości węgli koksowych w zależności od ich uziarnienia**

**B. Mertas, M. Ściążko**

Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, Zabrze

# SPIS TREŚCI

---

1. Wstęp
2. Węgłe stosowane w polskim i europejskim koksownictwie
3. Jakość węgla  $\Rightarrow$  jakości koksu
4. Badane węgle
5. Uziarnienie węgla wsadowego a jakość węgla i koksu
6. Podsumowanie

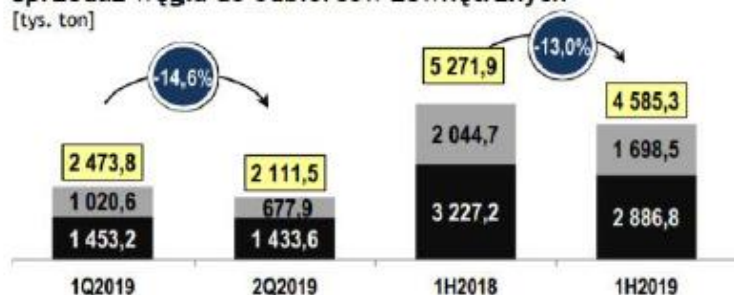
# Węgiel koksowy

## Import Europa, 2018

| Kraj                     | Wielkość importu |
|--------------------------|------------------|
| <b>Australia</b>         | ok. 13 mln mt    |
| <b>Stany Zjednoczone</b> | ok. 9 mln mt     |
| <b>Rosja</b>             | ok. 5 mln mt     |
| <b>Mozambik</b>          | ok. 1,2 mln mt   |
| <b>Kolumbia</b>          | ok. 0,5 mln mt   |

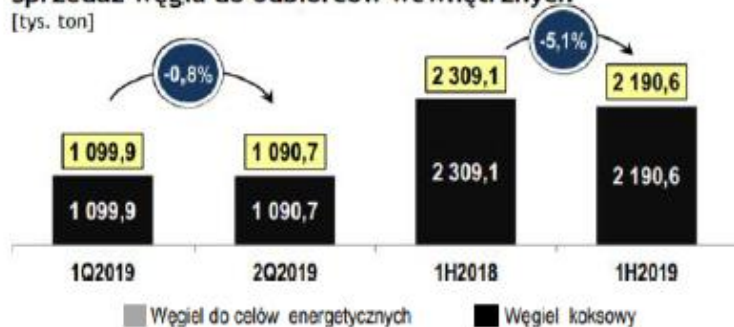
### Sprzedaż węgla do odbiorców zewnętrznych

[tys. ton]



### Sprzedaż węgla do odbiorców wewnętrznych

[tys. ton]



źródło: R. Małek, Węgiel koksowy, jako surowiec krytyczny w UE, Konferencja Koksownictwo 2019, Wisła, 3-5 października 2019

źródło: dane własne

# Jakość węgla w odniesieniu do jakości koksu

---



**Jakość węgla**

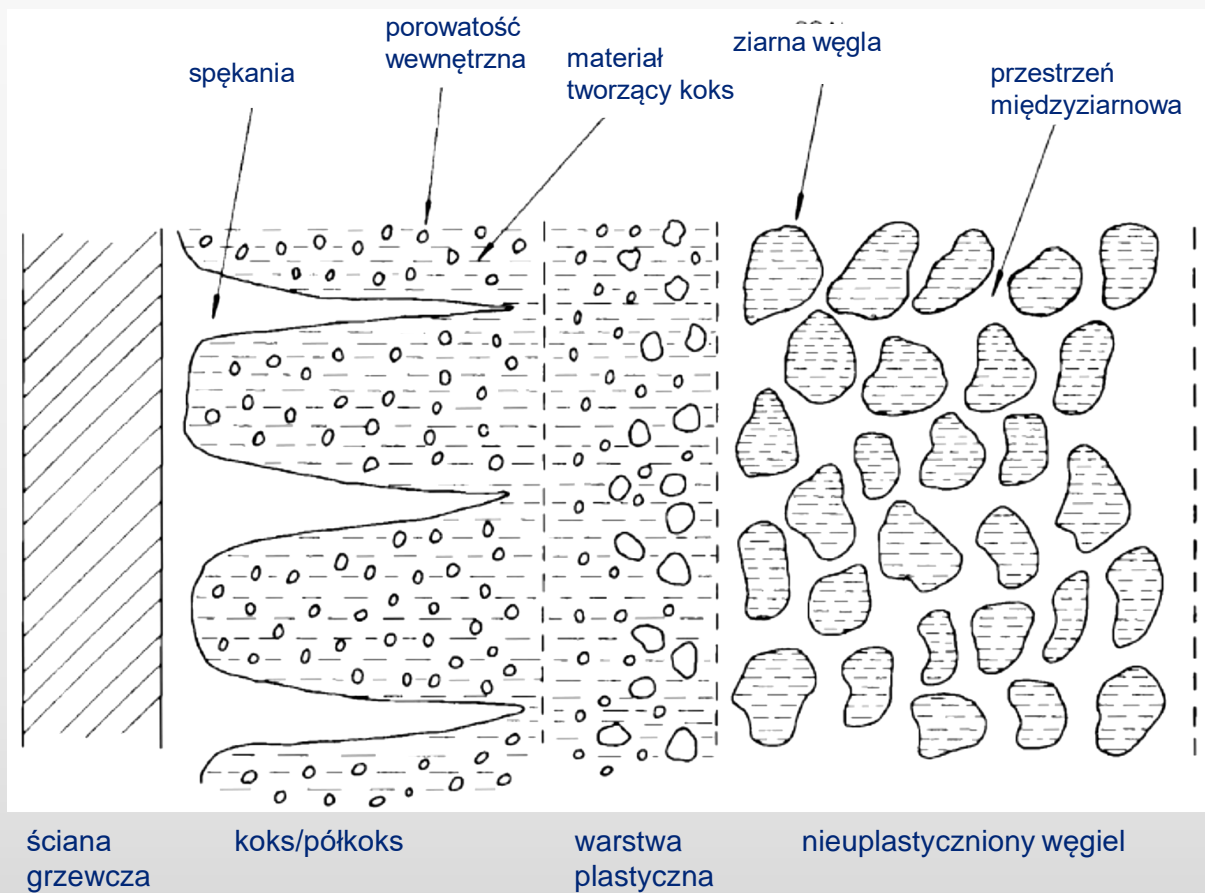


**KOKSOWANIE**

**Jakość koksu**



# Proces koksovania



# Jakość węgla w odniesieniu do jakości koksu



**JAKOŚĆ KOKSU**

**BEZPIECZEŃSTWO  
KOMORY**



# Wymagania jakościowe dla koksu wielkopieczowego

| Objętość wielkiego pieca [m <sup>3</sup> ] | 1000    | 2000    | 3000    | 4000    | 5000    |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| M <sub>40</sub> [%]                        | > 78    | > 82    | > 84    | > 85    | > 86    |
| M <sub>10</sub> [%]                        | < 8     | < 7,5   | < 7,0   | < 6,5   | < 6,0   |
| CRI [%]                                    | < 28    | < 26    | < 25    | < 25    | < 25    |
| CSR [%]                                    | > 58    | > 60    | > 62    | > 64    | > 65    |
| A <sup>d</sup> [%]                         | < 13    | < 13    | < 12,5  | < 12    | < 12    |
| S <sup>d</sup> [%]                         | < 0,7   | < 0,7   | < 0,7   | < 0,6   | < 0,6   |
| Uziarnienie [mm]                           | 75 - 25 | 75 - 25 | 75 - 25 | 75 - 25 | 75 - 30 |

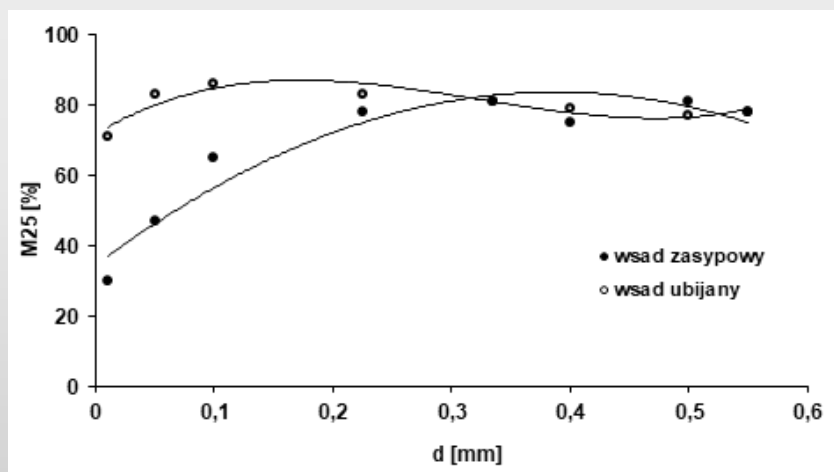
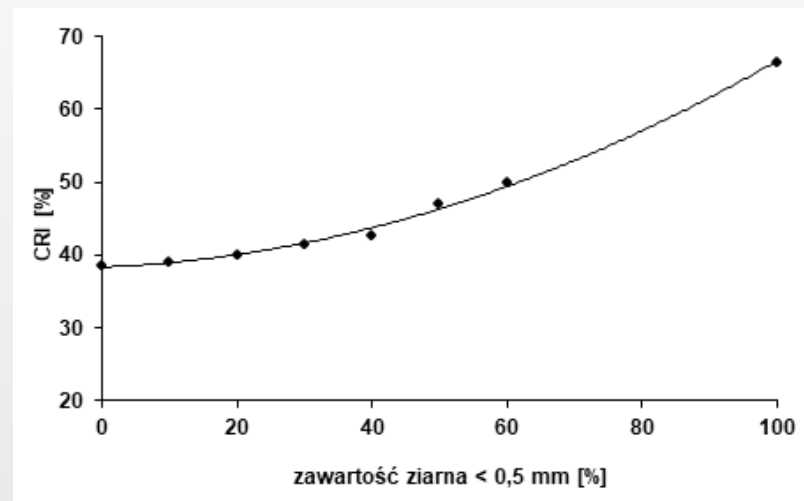
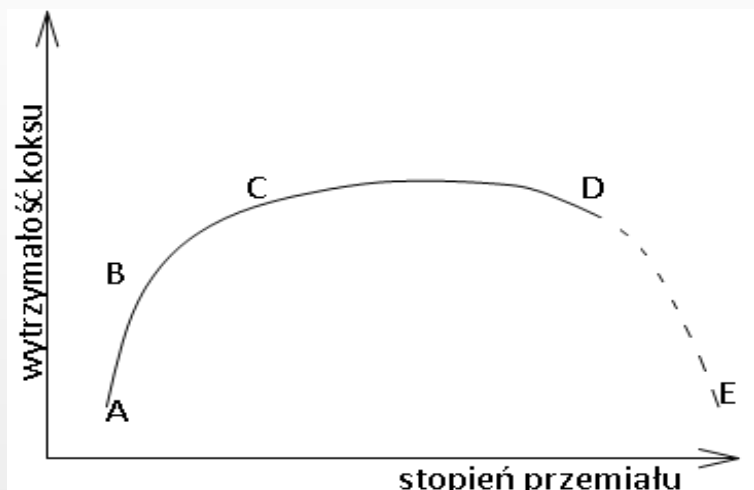
# Charakterystyka mieszanek wsadowych

---

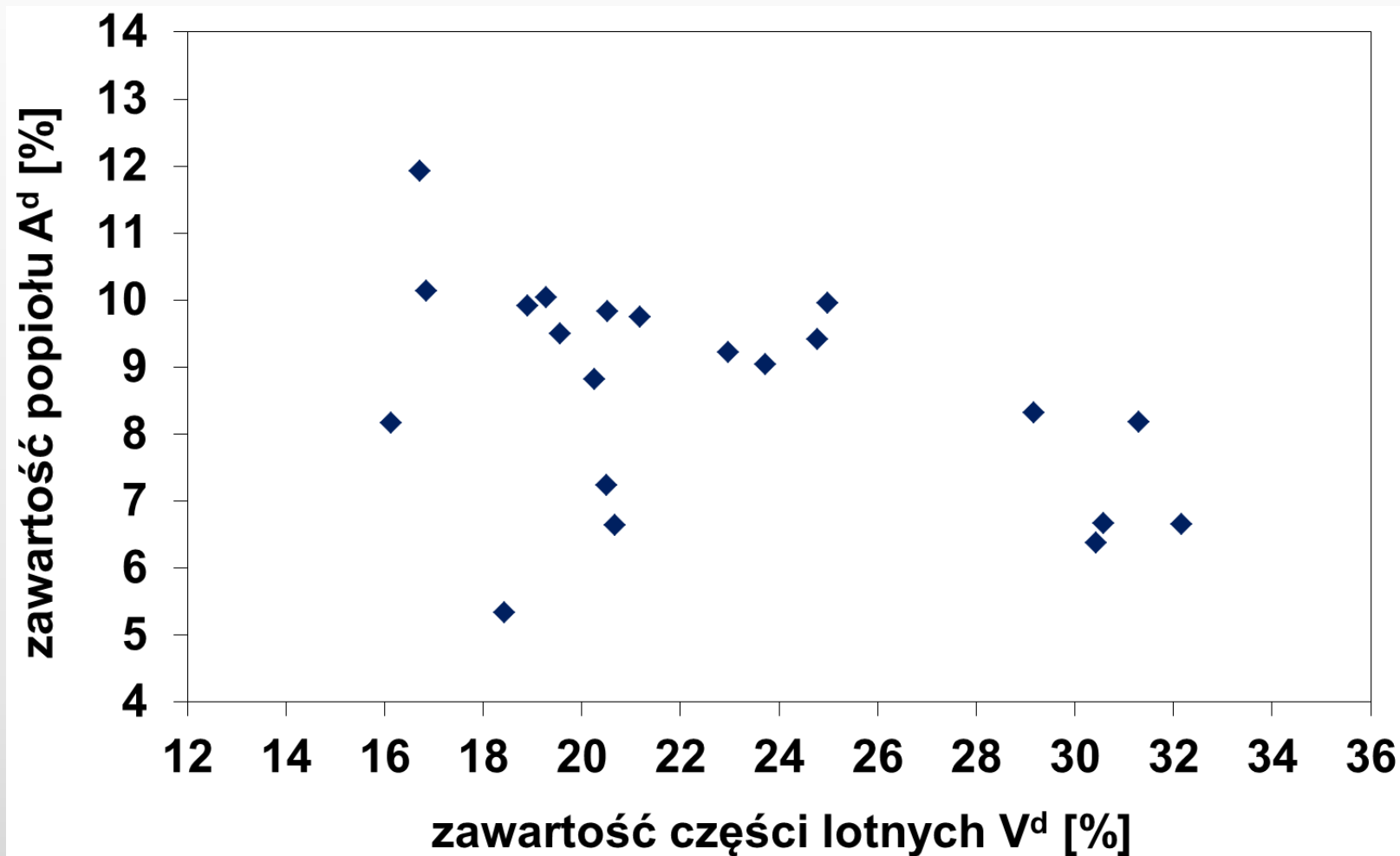
- Mieszanki wsadowe niezależnie od systemu obsadzania komór koksowniczych, powinny cechować się odpowiednim stopniem uwęglenia i dobrymi właściwościami koksotwórczymi, a mianowicie:
  - $V^{daf}$  26 - 28 %
  - R 1,07 -1,10 %
  - RI > 70
  - $F_{max}$  500 - 1000 ddpm
  - b + (> 60) %
- Mieszanki wsadowe stosowane do produkcji wysokiej jakości koksu wielkopieczowego w bateriach z ubijanym systemem obsadzania komór, mogą zawierać:
  - wyższe procentowe udziały węgla typu 35.2
  - wyższe procentowe udziały węgla typu 34.2.
- Mieszanki stosowane w systemie ubijanym, cechują się wyższym przemiałem, w odniesieniu do stosowanego w bateriach systemu zasypowego, a mianowicie:
  - system ubijany - > 90 % ziarna < 3 mm
  - system zasypowy - 80 – 85 % ziarna < 3 mm.



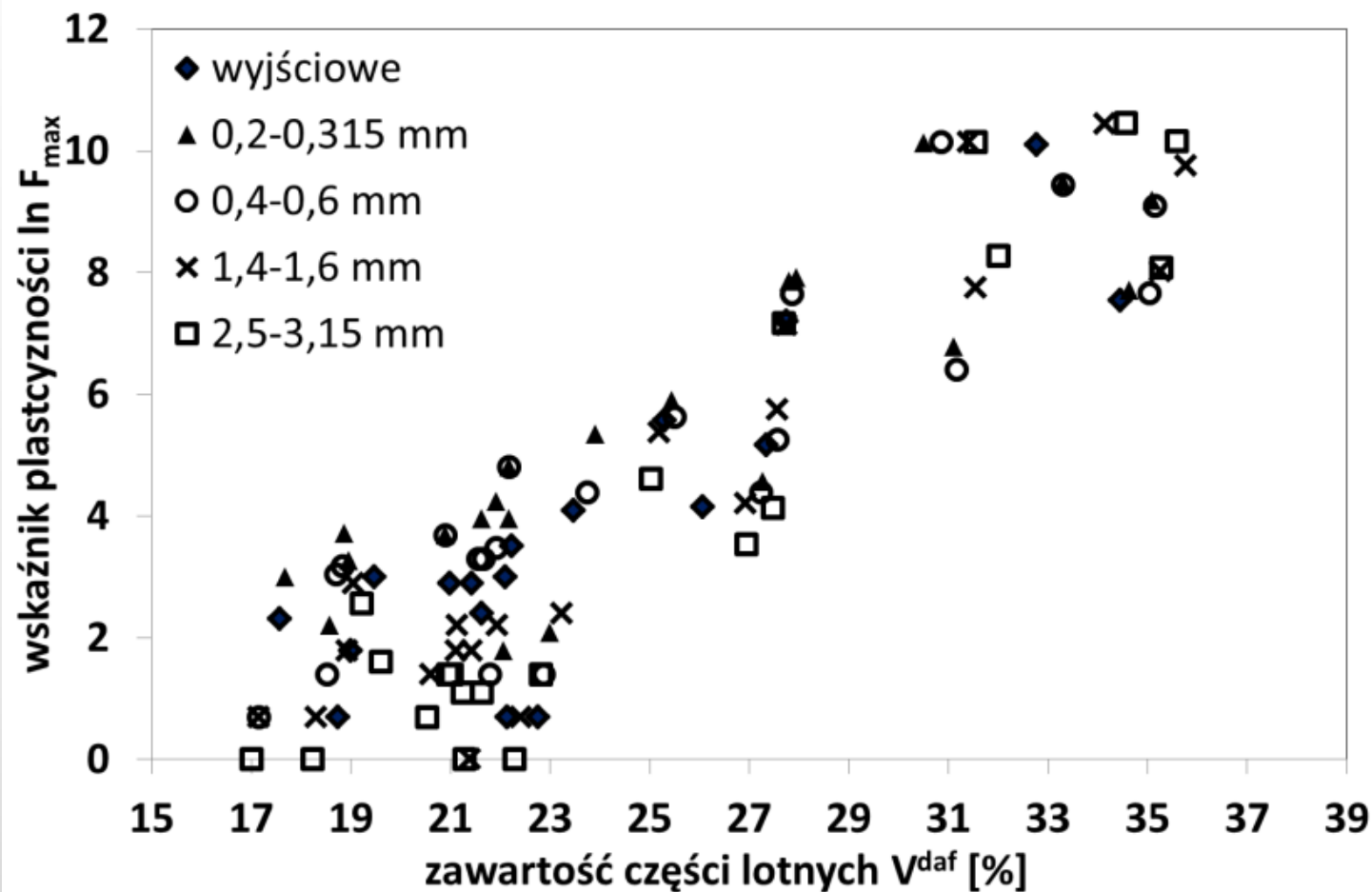
# Wpływ uziarnienia węgla wsadowego



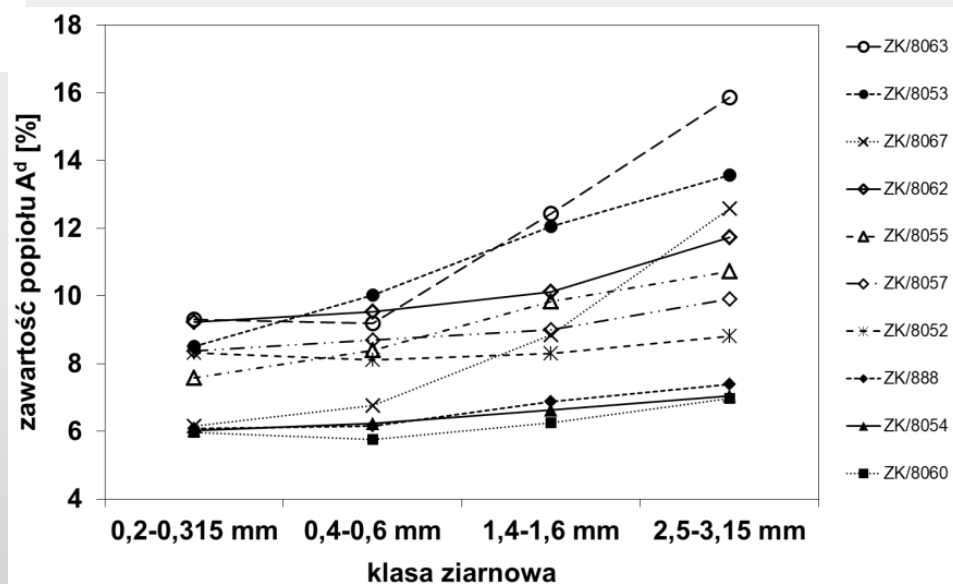
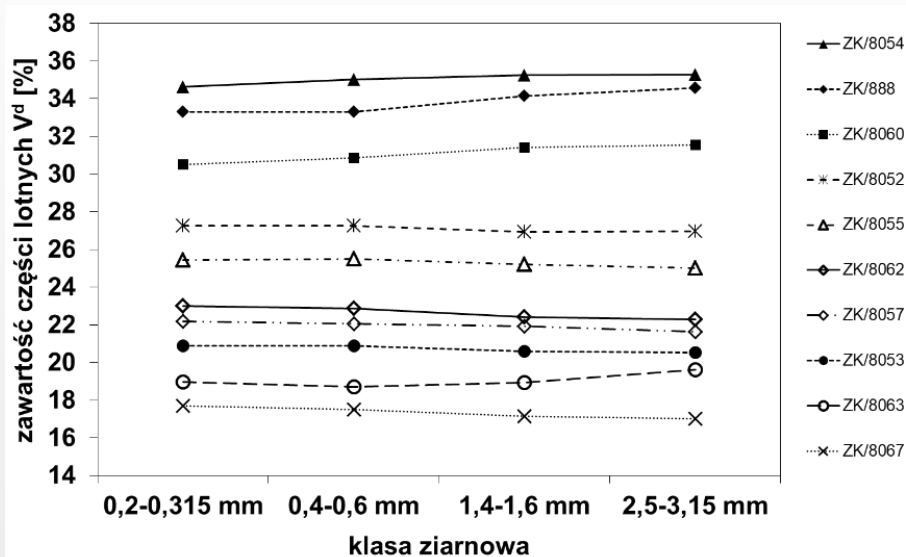
# Analizowane węgle



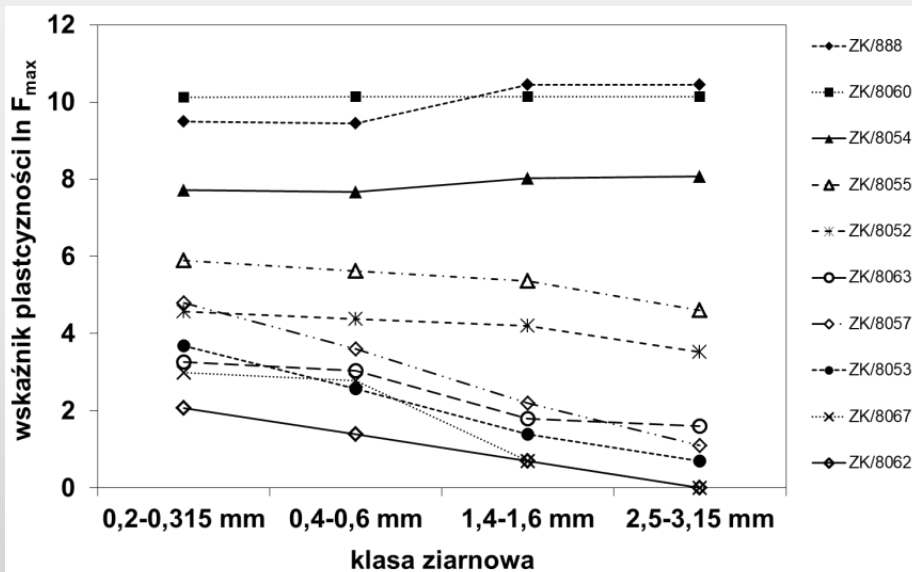
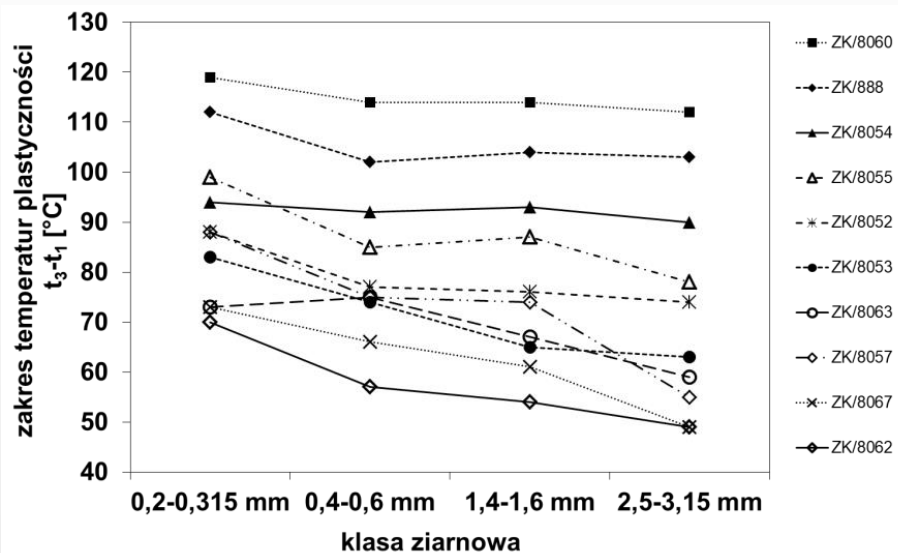
# Analizowane węgle



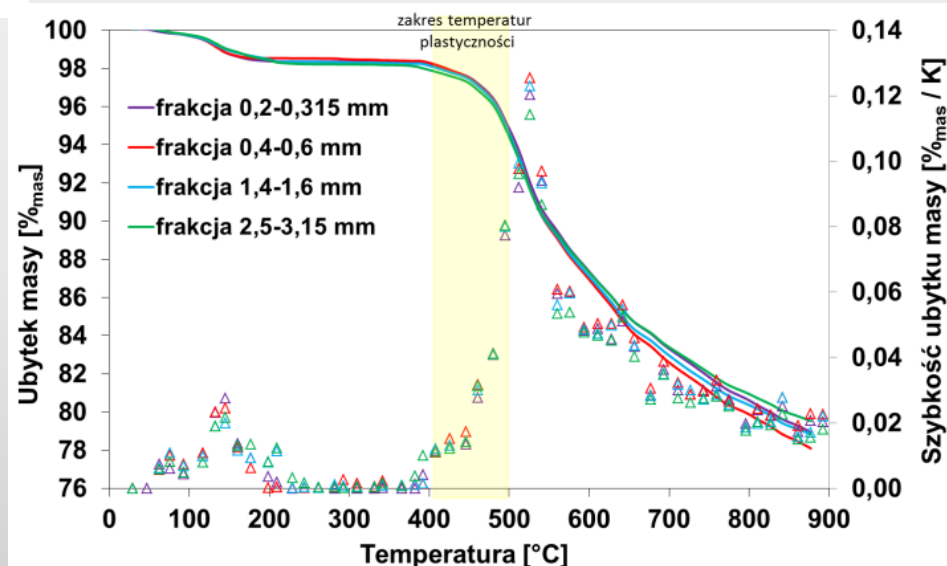
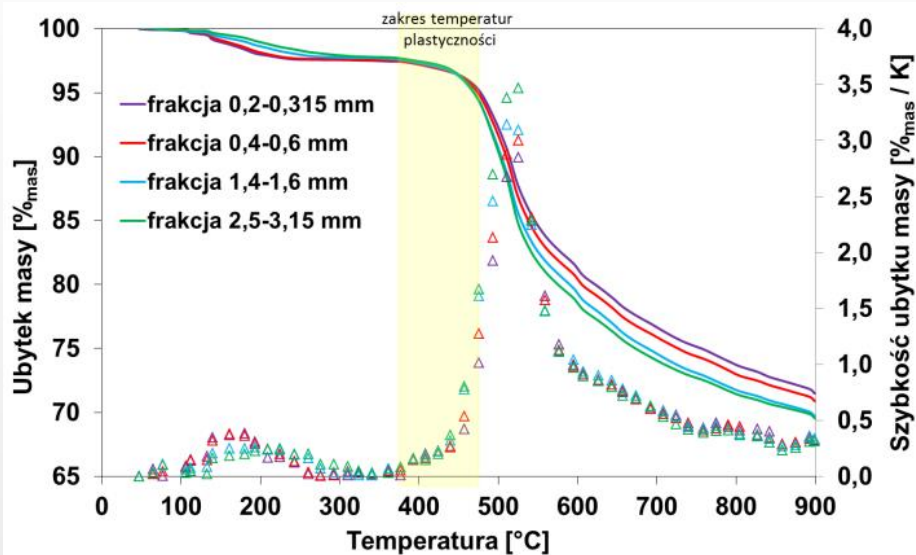
# Wyniki badań



# Wyniki badań

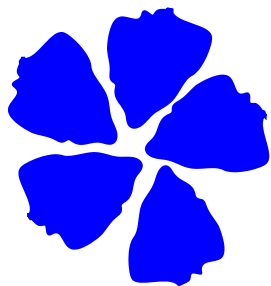


# Wyniki badań



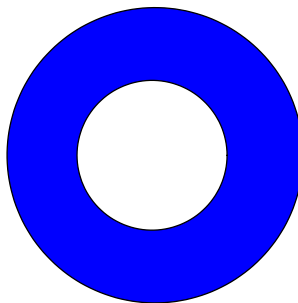
# Jakość węgla w odniesieniu do jakości koksu

$d_p < 0.2 \text{ mm}$



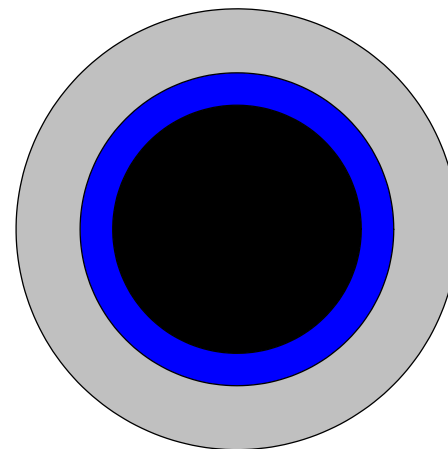
Fragmentacja

$0.2 < d_p < 3 \text{ mm}$



Puste jądro

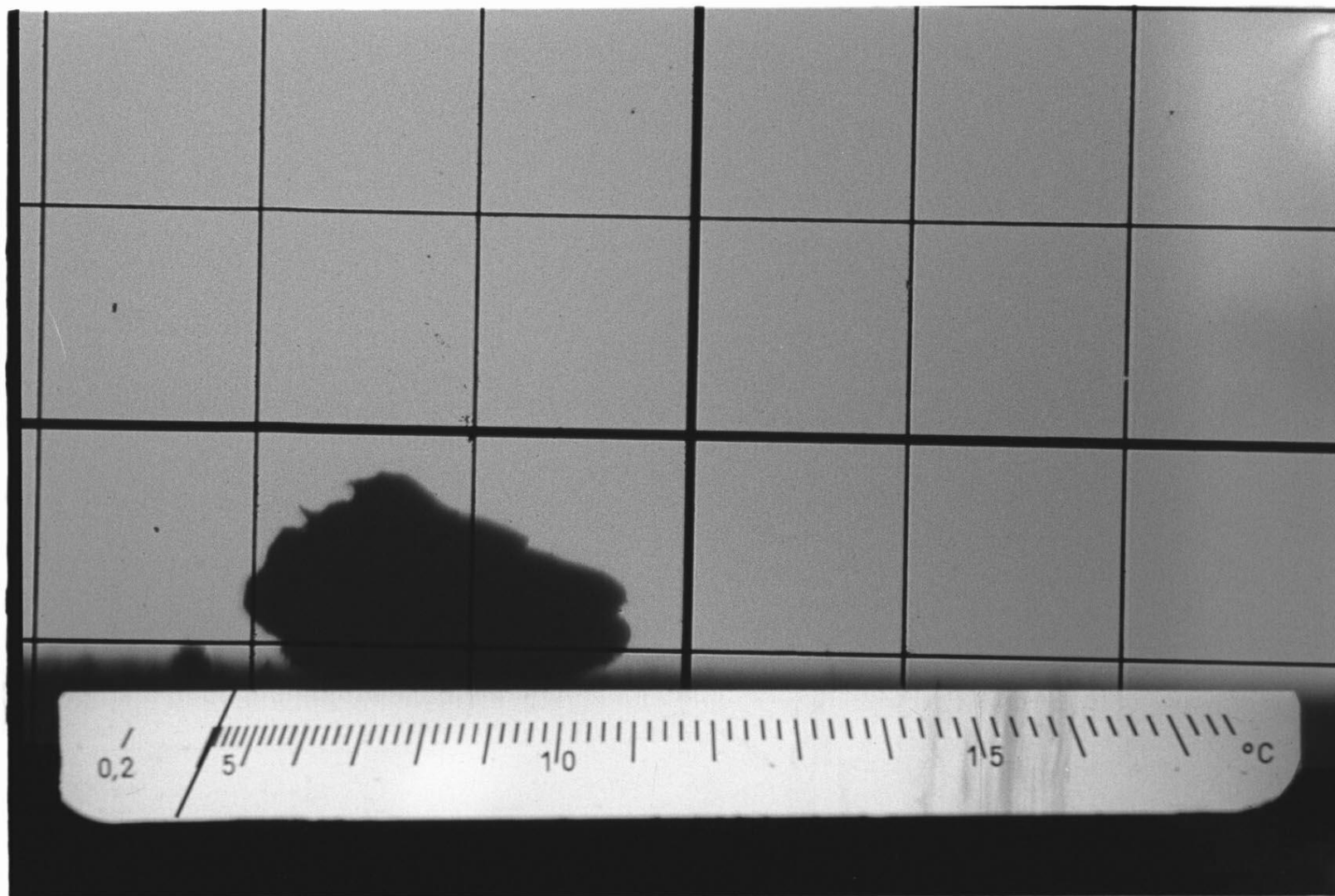
$d_p > 3 \text{ mm}$



Uwarstwienie

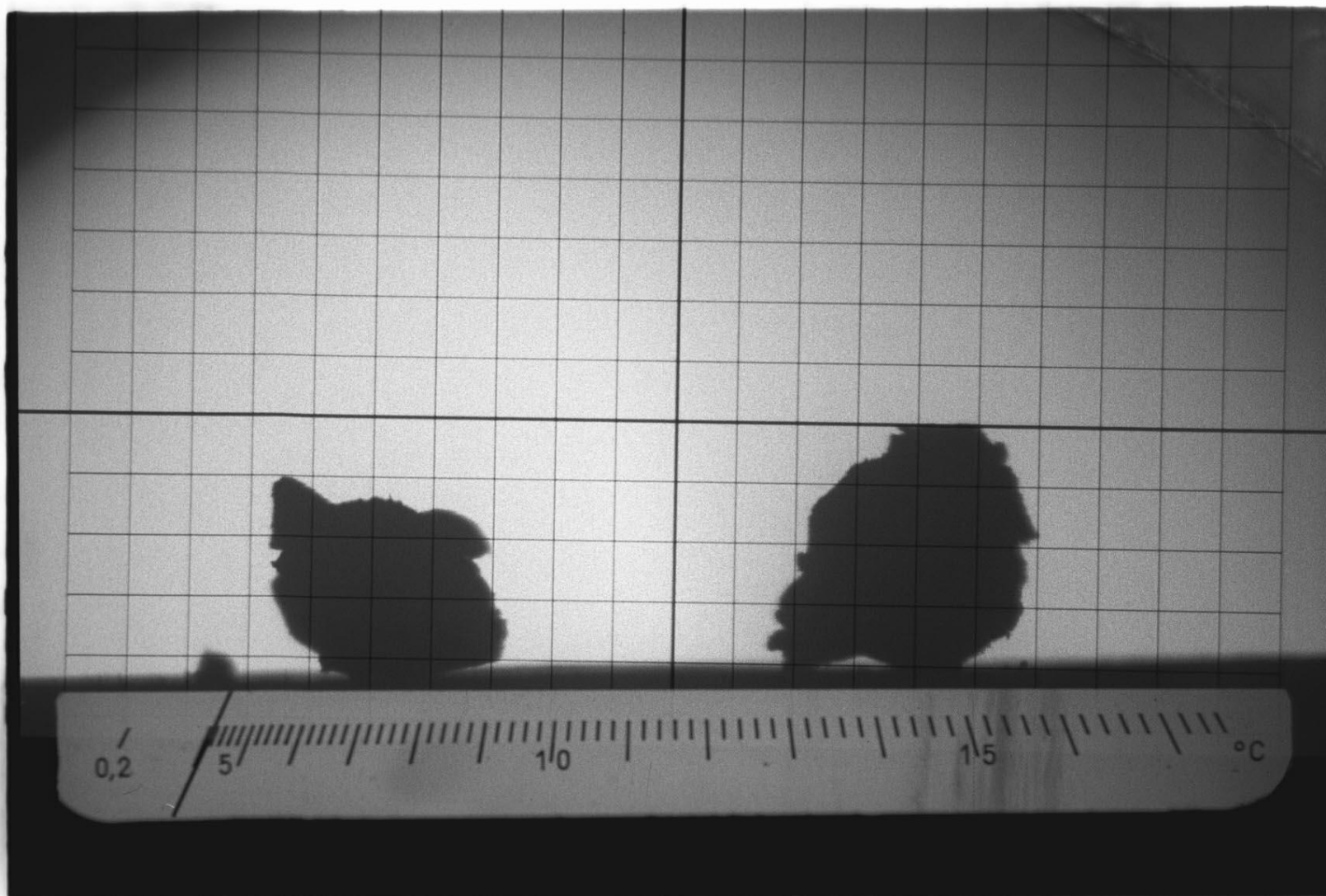
Dominujące mechanizmy

# Wyniki badań ziarno 0,4 – 0,6 mm

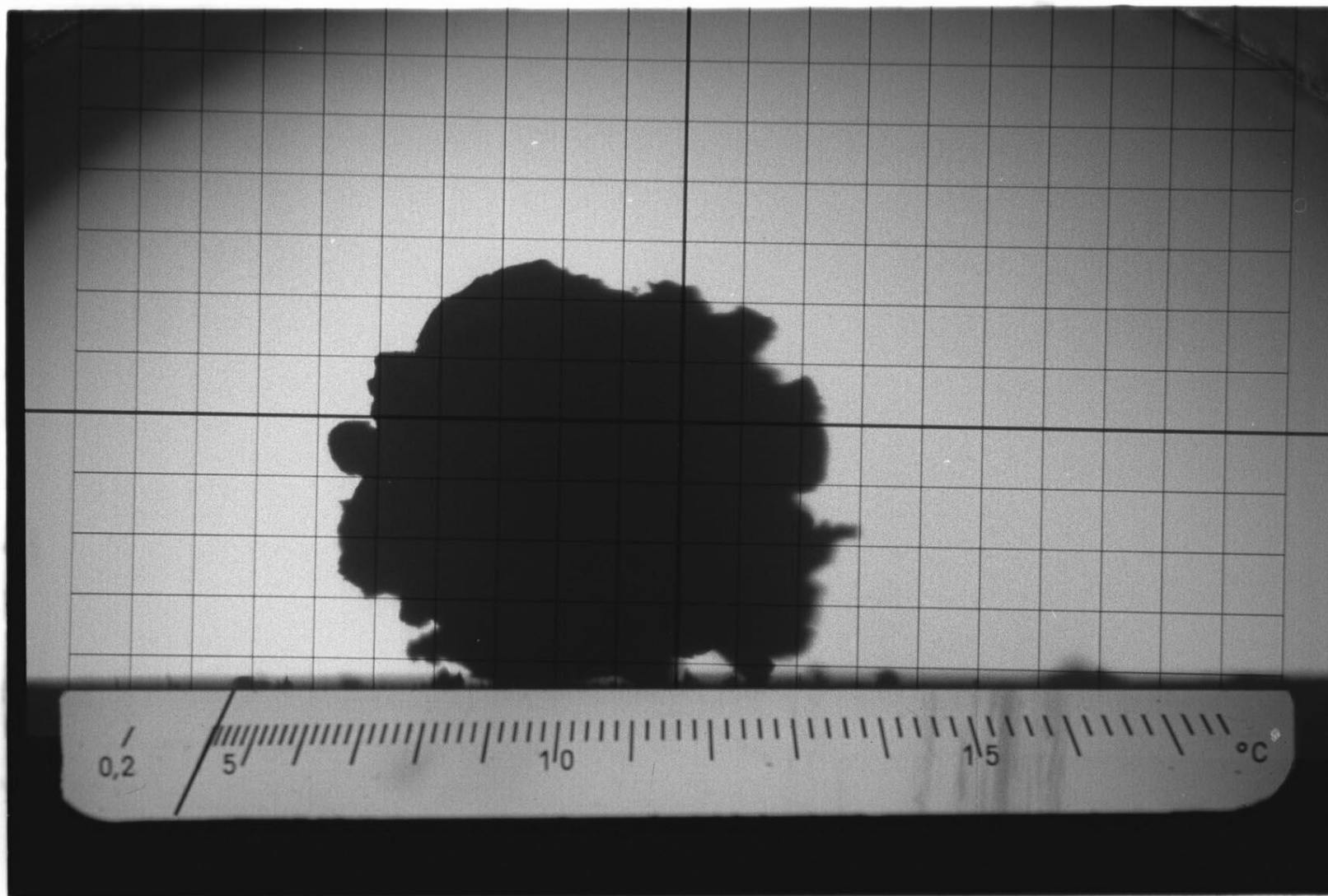




# Wyniki badań ziarno 1,4 – 1,5 mm



# Wyniki badań ziarno 2,5 – 3,15 mm



# Teoretyczne ciśnienie gazu w uplastycznionym ziarnie węgla

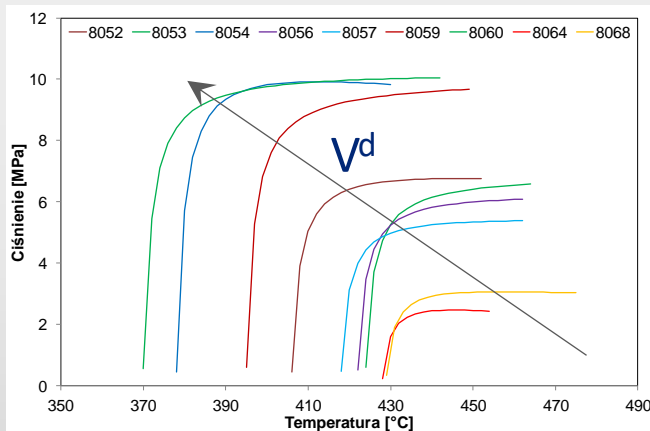
$$\frac{D(T_{\max})}{D_p} = 1 + a_1 \cdot \left( \frac{V^d}{A^d} \right)^{a_2} \cdot \left( \frac{D_p}{D_{p0}} \right)^{a_3} \cdot \left( \frac{t - t_1}{t_{\max} - t_1} \right)^{a_4}$$

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

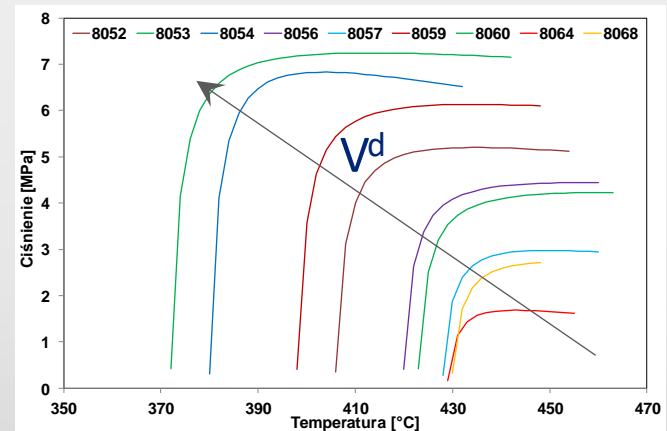
**n** - zgodnie z modelem pirolizy

**V** - zgodnie z współczynnikiem spęcznienia

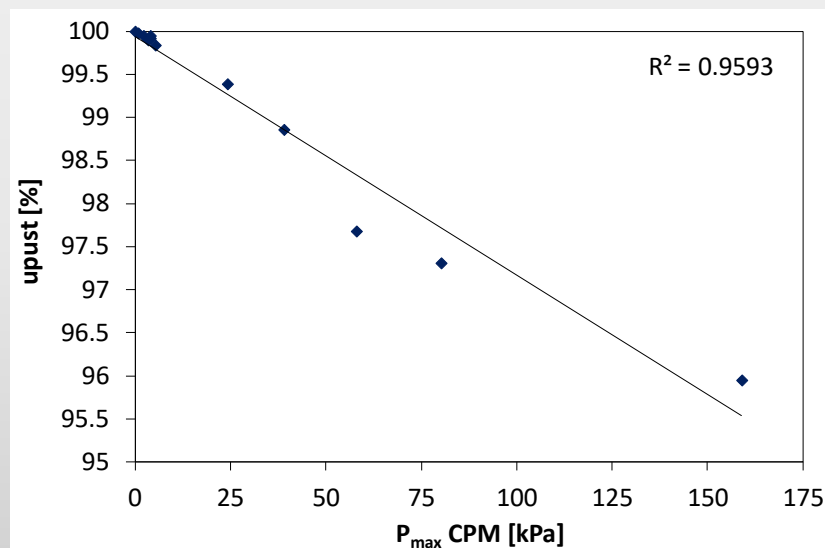
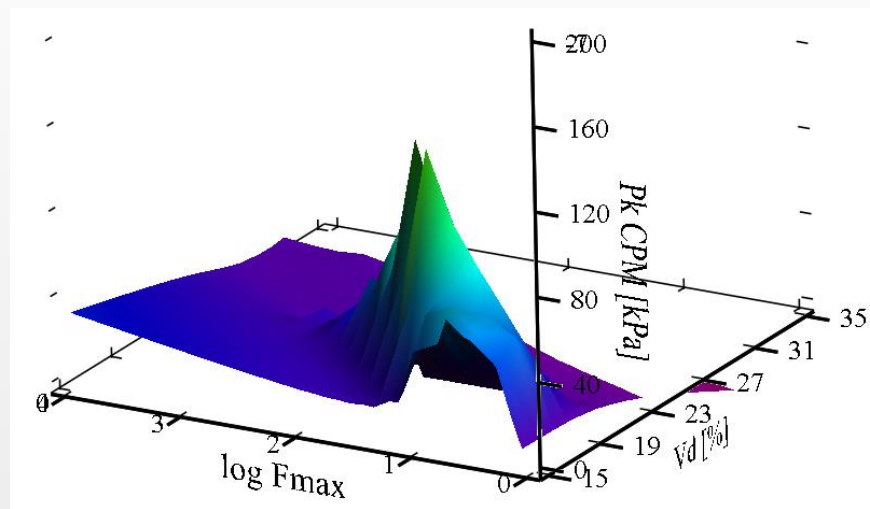
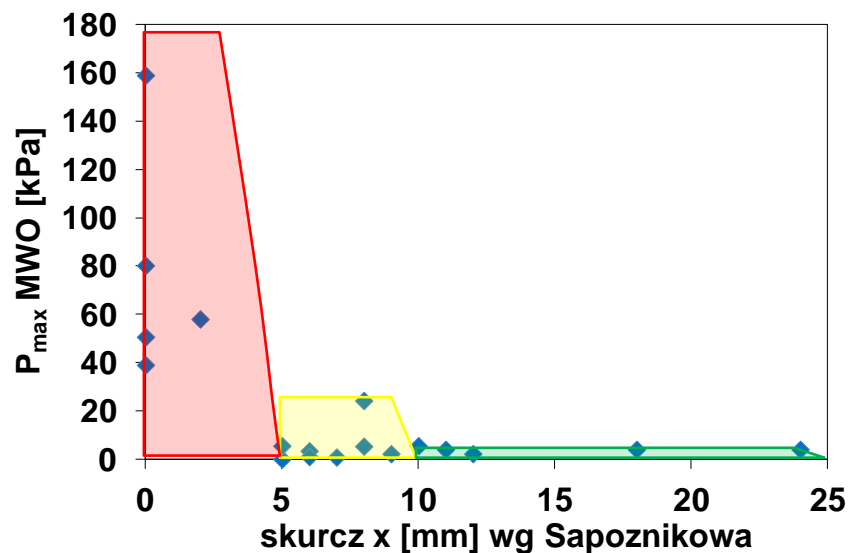
**1,4-1,6  
mm**



**2,5 - 3,15  
mm**



# Ciśnienie koksovania



# Podsumowanie

---

1. Do badań zostało wytypowanych 21 węgli koksowych, różniących się istotnie stopniem uwęglenia ( $R = 0,92-1,5$ ) oraz pochodzeniem (węgle polskie, amerykańskie, kanadyjskie i australijskie)
2. Wydzielone klasy ziarnowe różnią się właściwościami, zarówno w odniesieniu do próbki wyjściowej, jak i pomiędzy sobą,
3. Istniejące zależności pomiędzy właściwościami węgli wyjściowych jak np. zależność pomiędzy zawartością części lotnych a plastycznością, pozostają prawdziwe dla właściwości wydzielonych klas ziarnowych,
4. Temperatura, w której szybkość wydzielania się składników lotnych jest największa występuje powyżej temperatury końca plastyczności  $t_3$ ,
5. Wydzielanie się składników lotnych wraz ze zjawiskiem uplastyczniania się węgli (oraz szybkość tych zjawisk uzależnione od wielkości ziaren) są czynnikami wpływającymi na wielkość generowanego ciśnienia koksowania oraz jakość koksu

# INSTYTUT CHEMICZNEJ PRZERÓBKİ WĘGLA

ul. Zamkowa 1 • 41-803 Zabrze

Telefon: **32 271 00 41**  
Fax: **32 271 08 09**

E-mail: **office@ichpw.pl**  
Internet: **www.ichpw.pl**

NIP: **648-000-87-65**  
Regon: **000025945**



**CENTRUM BADAŃ TECHNOLOGICZNYCH**  
Tel. sekretariat 32 271 00 41 w. 300  
Tel. Dyrektor Centrum 32 271 00 41  
e-mail: cit@ichpw.pl



**CENTRUM BADAŃ LABORATORYJNYCH**  
Tel. sekretariat 32 271 00 41 w. 200  
Tel. Dyrektor Centrum 32 271 00 41  
e-mail: cba@ichpw.pl

