

POPIOŁY Z BIOMASY – KLASYFIKACJA I POTENCJAŁ APLIKACYJNY

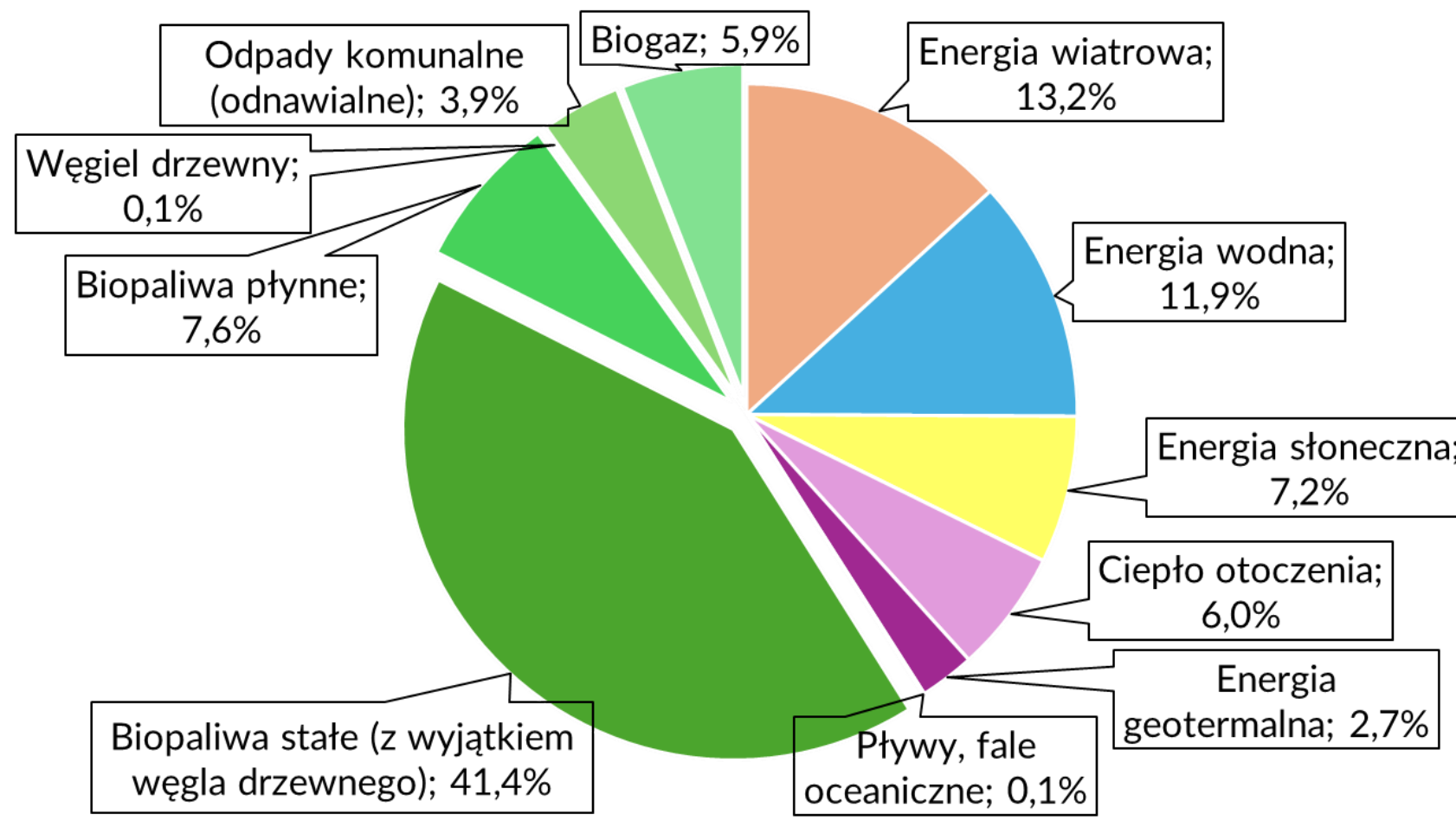
mgr inż. Gabriela Fuks

Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami
gfuks@agh.edu.pl

WSTĘP

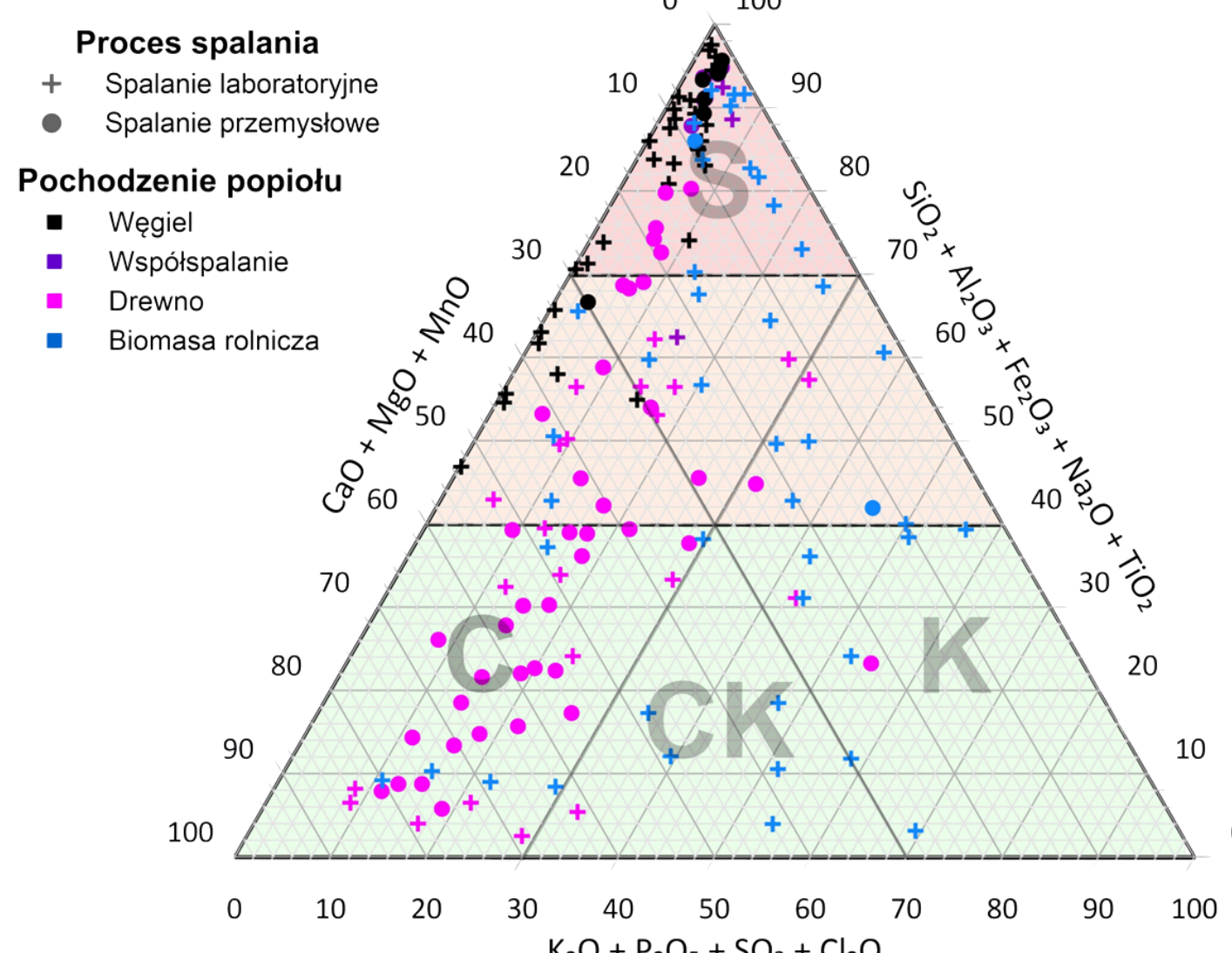
Spadek dostępności popiołów lotnych pochodzących ze spalania węgla stwarza pilną potrzebę poszukiwania pełnowartościowych zamienników tych materiałów. Popioły węglowe od dekad stanowią kluczowy składnik betonów, spoiw oraz materiałów budowlanych, dlatego ich niedobór bezpośrednio wpływa na ciągłość produkcji oraz koszty materiałowe. Równolegle rośnie udział biomasy w miksie energetycznym, co prowadzi do powstawania coraz większych ilości popiołów biomasowych o bardzo zróżnicowanym składzie chemicznym, będące jednocześnie potencjalnym zasobem surowcowym w duchu gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ).

W tych warunkach konieczna jest systematyczna charakterystyka, klasyfikacja i porównanie popiołów z różnych źródeł, aby ocenić ich przydatność jako alternatywnych surowców w aplikacjach materiałowych oraz zrozumieć bariery wynikające z ich zmienności chemicznej.

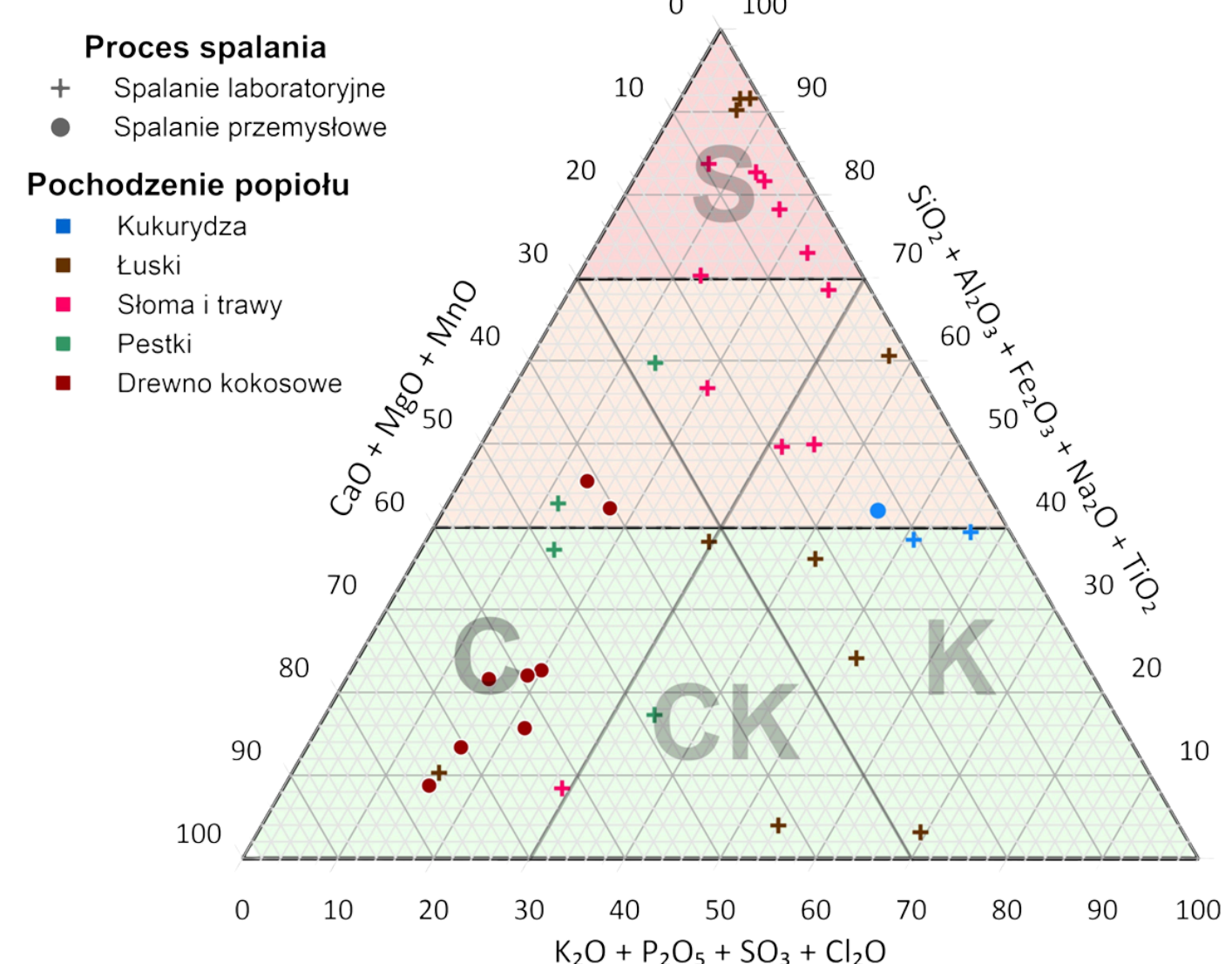


Wykres 1. Konsumpcja odnawialnych źródeł energii w UE [1]

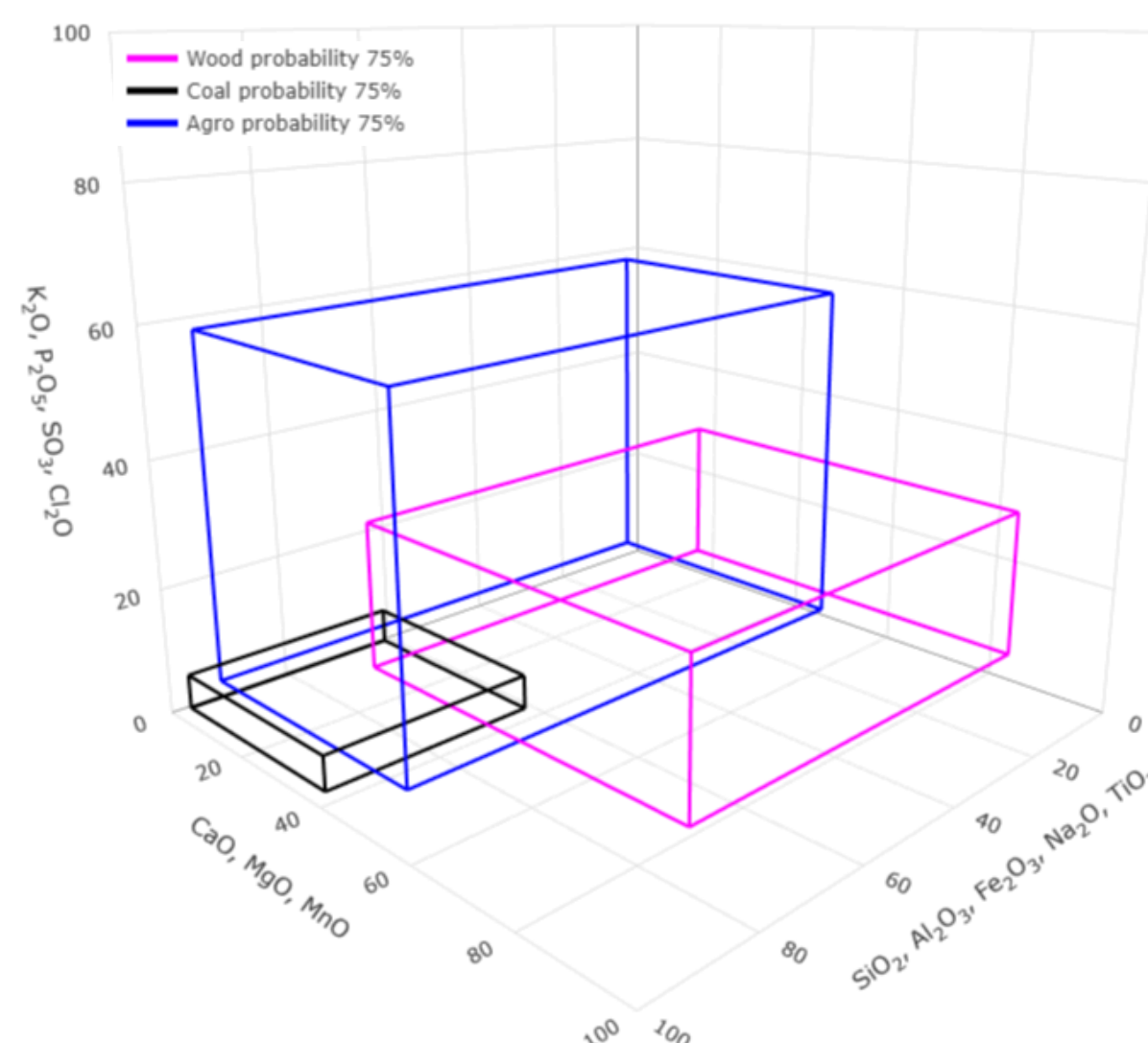
WYNIKI



Wykres 2. Klasyfikacja tlenkowa popiołów



Wykres 4. Klasyfikacja tlenkowa popiołów - biomasa rolnicza



Wykres 5. Zakres występowania - 75%

METODYKA

Analiza obejmuje 158 próbek popiołów z biomasy drzewnej, rolniczej oraz węgla, pochodzących z procesów spalania laboratoryjnego i przemysłowego. Składy tlenkowe zostały znormalizowane do 100% w celu umożliwienia ich bezpośredniego porównania. Próbki sklasyfikowano na podstawie udziałów głównych tlenków oraz przedstawiono na diagramach trójskładnikowych, które pozwalają wizualnie identyfikować grupy o podobnych właściwościach i przypisać je do określonych typów popiołów.

Do weryfikacji trendów kompozycyjnych i rozkładów wykorzystano metodę statystyczną oraz narzędzia obliczeniowe R.

ZASTOSOWANIE



TYP S

- Produkcja betonu i cementu
- Kserożele krzemionkowe



TYP C

- Wapnowanie gleb
- Rekultywacja
- Wychwytywanie i składowanie CO₂



TYP K

- Rolnictwo
- Nawożenie



TYP CK

- Nawożenie

OGRANICZENIA

Zawartość metali ciężkich - możliwości przekroczenia

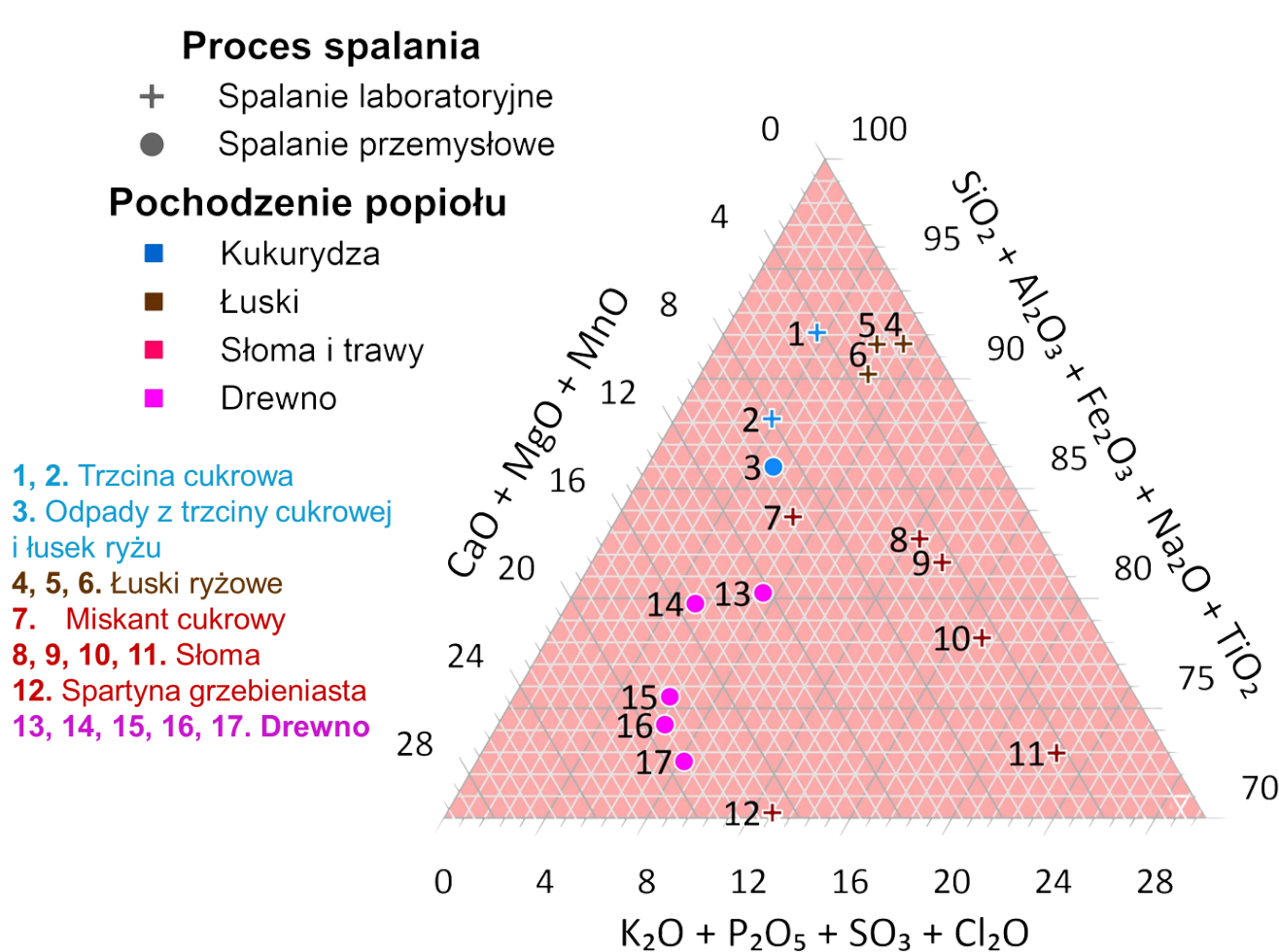
Normy - brak bezpośrednich wytycznych

Wymywanie

Zastosowanie - konieczność indywidualnej oceny

LITERATURA

- [1] REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023DC0650#document2>
- [2] Vassilev, S. V., Baxter, D., Andersen, L. K., & Vassileva, C. G. (2009). An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*, 89(5), 913–933. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2009.10.022>



Wykres 3. Klasyfikacja tlenkowa popiołów - typ S

WNIOSKI

- Popiół z biomasy jest rosnącym strumieniem produktów ubocznych o wysokim potencjale materiałowym – zwłaszcza w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym.
- Jego zmienność chemiczna stanowi barierę dla standaryzacji, ale także szansę na ukierunkowaną waloryzację.
- Klasyfikacja S-C-K-CK oparta na grupach tlenków pomaga wstępnie zidentyfikować obiecujące obszary zastosowań.
- Utrudnione jest dokonanie porównania ze względu na stosowanie mieszanek, sporadyczne badania i niską powtarzalność wyników.
- Praktyczne zastosowanie zależy od właściwej klasyfikacji, oceny ryzyka i opracowania norm dotyczących zastosowań.
- Istnieje wyraźna potrzeba ujednoczenia metod klasyfikacji i narzędzi decyzyjnych w celu bezpiecznego i zrównoważonego ponownego wykorzystania popiołu z biomasy.