



**IGSMiE**  
PAN

# Zagospodarowanie odpadów ze spalania węgla i biomasy jako element rozwoju gospodarki cyrkularnej oraz odnawialnych źródeł energii

Autorzy:

Magdalena Wdowin\*, Piotr Kunecki\*,

Dorota Czarna-Juszkiewicz\*,

Tomasz Mirowski\*\*, Eugeniusz Mokrzycki\*\*\*

\* Pracownia Geochemii Stosowanej i Inżynierii Środowiska

\*\* Pracownia Technologii Przetwarzania Bioenergii

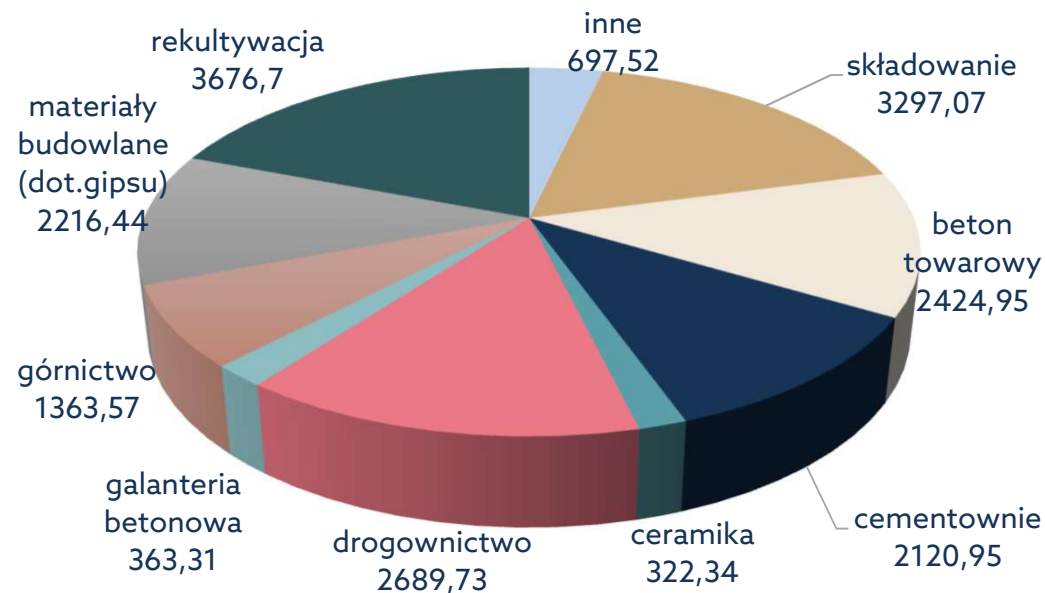
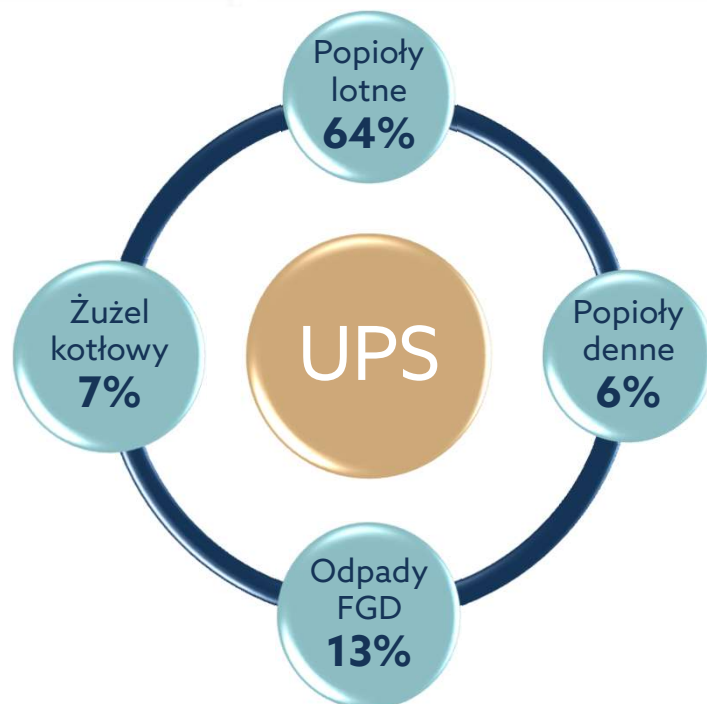
\*\*\* Pracownia Zrównoważonego Rozwoju Gospodarki Surowcami i Energią

Uroczyste otwarcie CZGSiE – IGSMiE PAN  
Kraków, 25.10.2023 r.



# Uboczne Produkty Spalania

2 / 20



Źródło: American Coal Ash Association

Źródło: PU UPS

**Uboczne produkty spalania (UPS)** to substancje powstające podczas spalania węgla i/lub biomasy w kotłach energetycznych lub innych procesach energetycznych. Są to głównie: popiół lotny, żużel, powstający podczas odsiarczania spalin gips oraz produkt poreakcyjny powstający w procesach odsiarczania spalin metodą półsuchą (PPR).

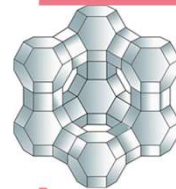


# Problemy z popiołem lotnym oraz innovacyjne kierunki jego wykorzystania

3 / 20



Problem **NH<sub>3</sub>** w popiele lotnym i  
ściekach FGD



Synteza **zeolitów** z popiołów  
lotnych



Usuwanie **rtęci** w energetyce z  
wykorzystaniem zeolitów:

- A) ze spalin
- B) ze ścieków



Wychwytywanie **CO<sub>2</sub>**

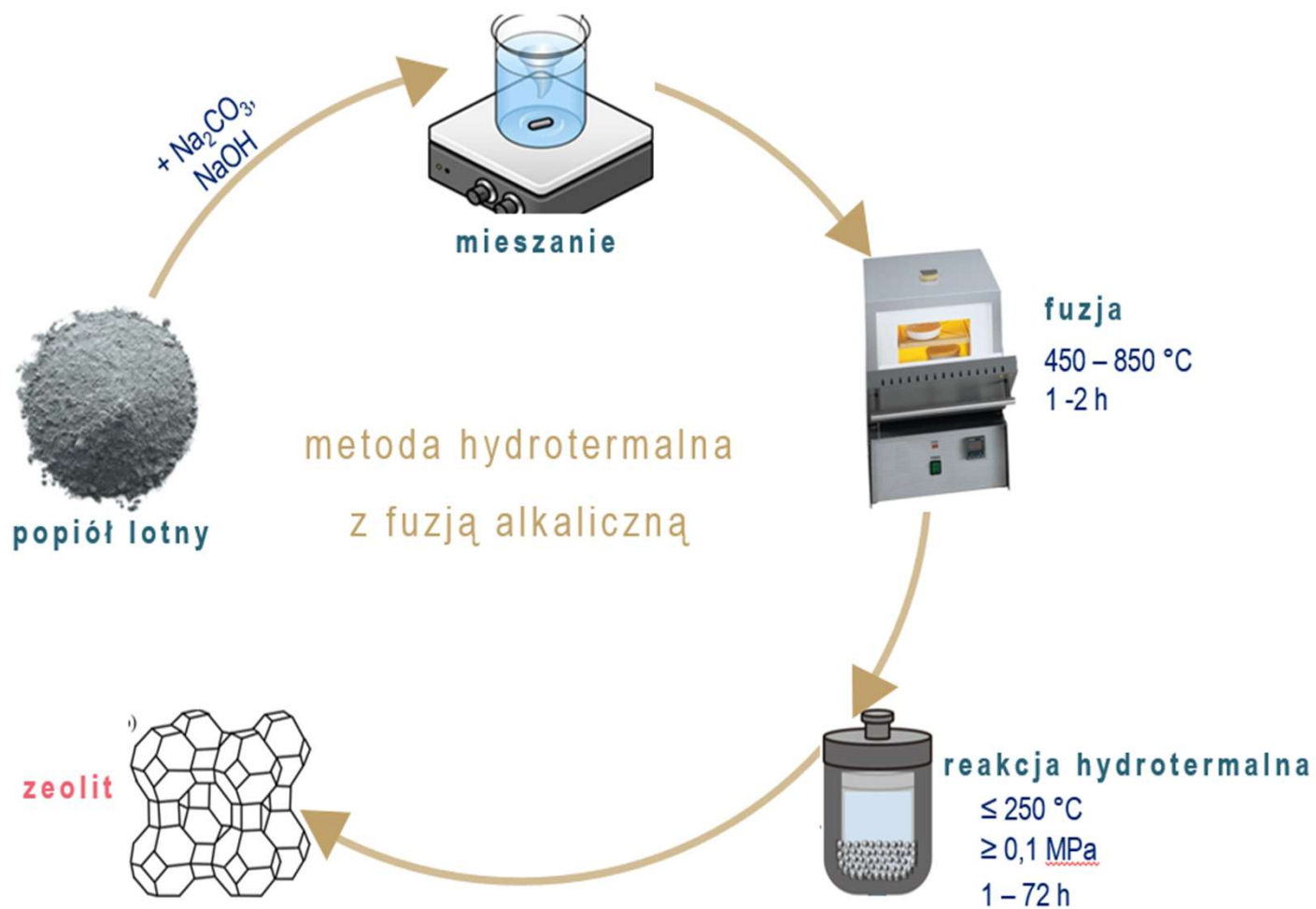


Wykorzystanie popiołów lotnych  
bogatych w niespaloną substancję  
węglową do magazynowania  
**wodoru**



# Synteza zeolitów z popiołów lotnych

4 / 20

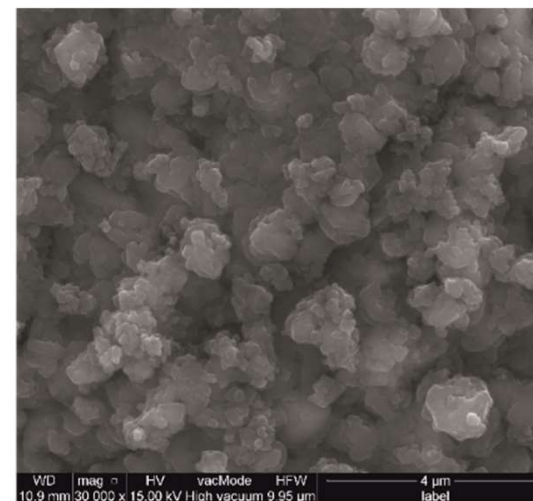
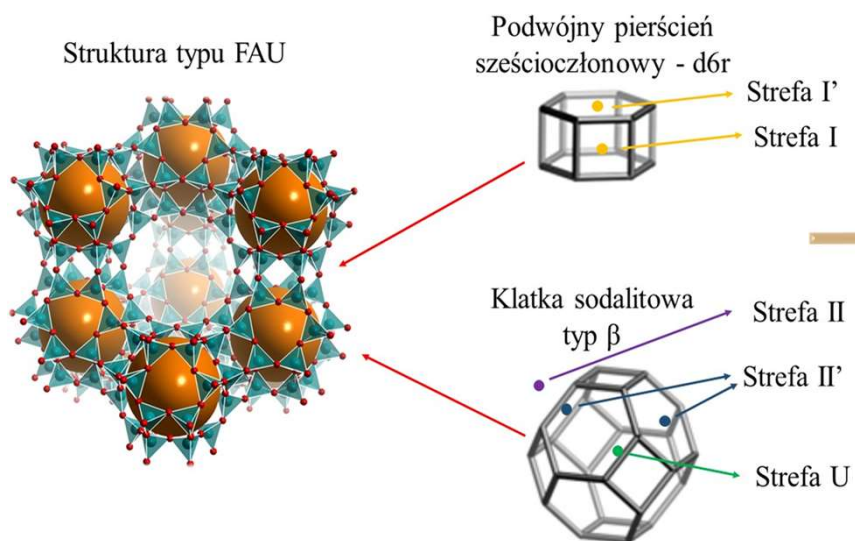




# Synteza zeolitów z popiołów lotnych

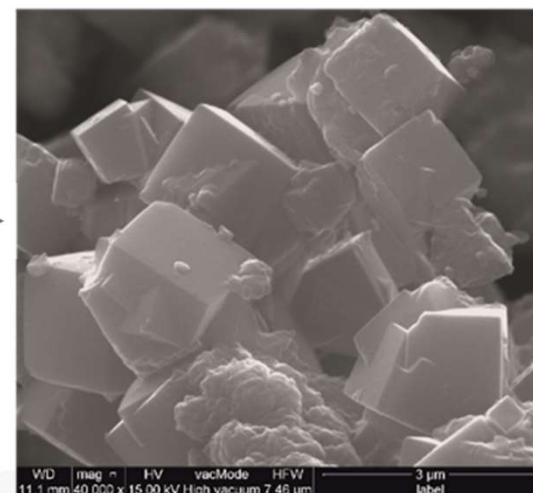
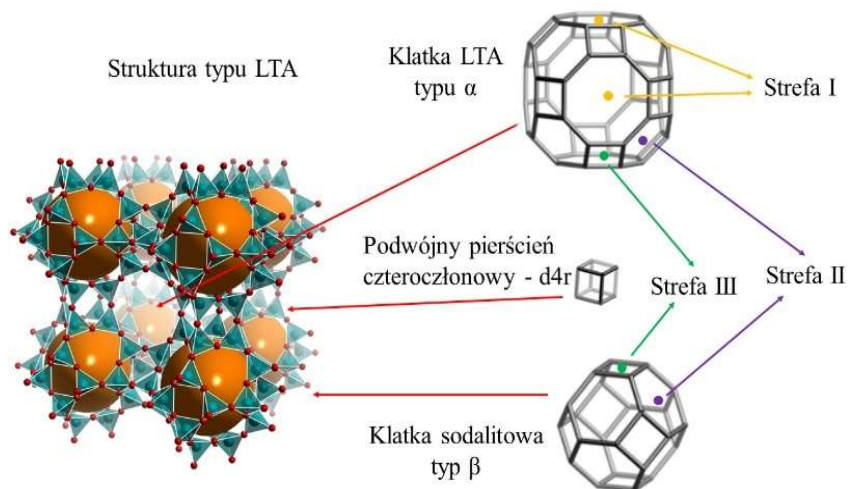
5 / 20

Struktura typu FAU



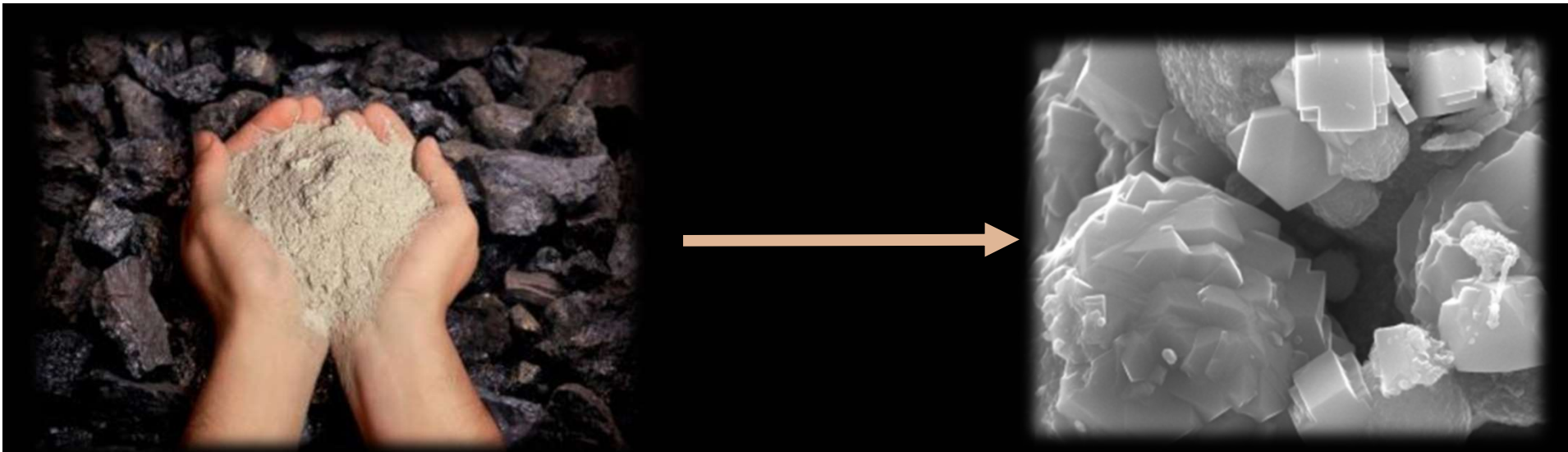
FFA - X

Struktura typu LTA



FFA - A





# Zeolity z popiołów lotnych

**W sektorze energetycznym**





# Aparatura badawcza do sorpcji Hg<sup>0</sup> w Ar

7 / 20

- A) Generator par rtęci
- B) Regulator przepływu gazu
- C) Zawór 1 (normalnie zamknięty)
- D) Zawór 2 (normalnie zamknięty)
- E) Zespół chłodzący
- F) Czujnik temperatury gazu wlotowego i par
- G) Czujnik temperatury par
- H) Czujnik ciśnienia 1
- I) Czujnik ciśnienia 2
- J) Zawór 3 (normalnie zamknięty)
- K) Zbiornik na materiał badawczy
- L) Pochłaniacz rtęci



**MERCOFF**

**BR**  
Narodowe Centrum  
Badań i Rozwoju

**LIDER**



## Zeolity w sektorze energetycznym – najważniejsze projekty

8 / 20

MEROFF

LIDER



Zeolity jako sorbenty gazowych form rtęci: „Zastosowanie energetycznych surowców odpadowych do wychwytywania gazowych form rtęci ze spalin”.

Zeolity jako sorbenty CO<sub>2</sub>: „Wychwytywanie CO<sub>2</sub> w procesach po spalaniu wykorzystując zeolity impregnowane związkami aminowymi”.



Zeolity w magazynowaniu wodoru: SFZCHSA „Synteza zeolitów i pochodnych węglowych z popiołów lotnych do zastosowań w magazynowaniu wodoru”.



Mineral and Energy  
Economy Research  
Institute  
Polish Academy of Sciences



The National Centre  
for Research and Development

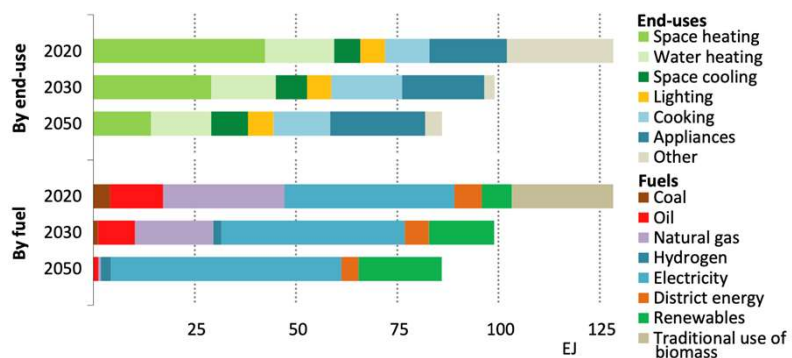
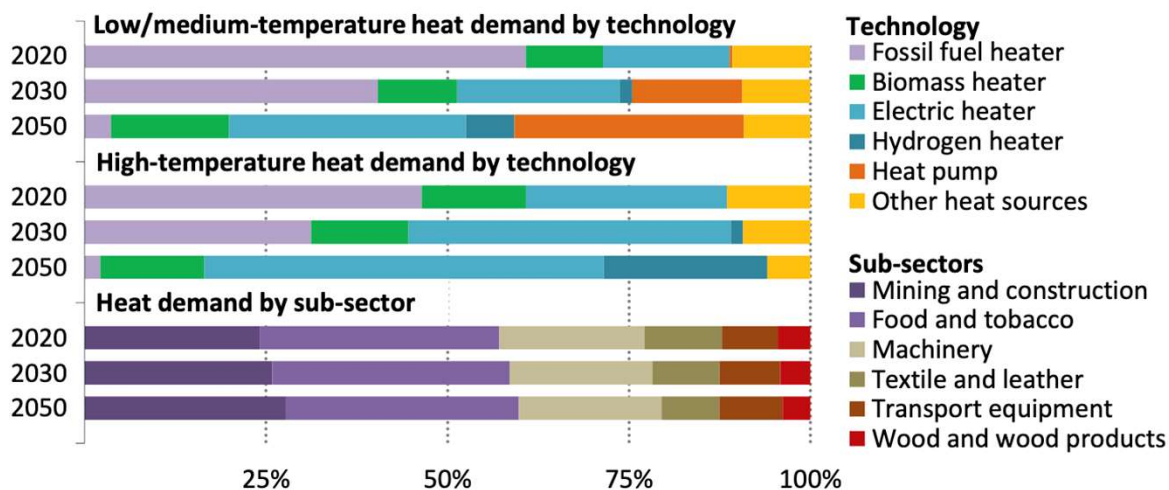




# BIOENERGIA – zmierzch czy odrodzenie?

9 / 20

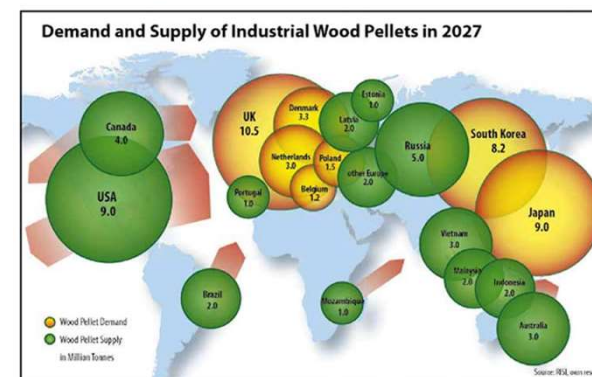
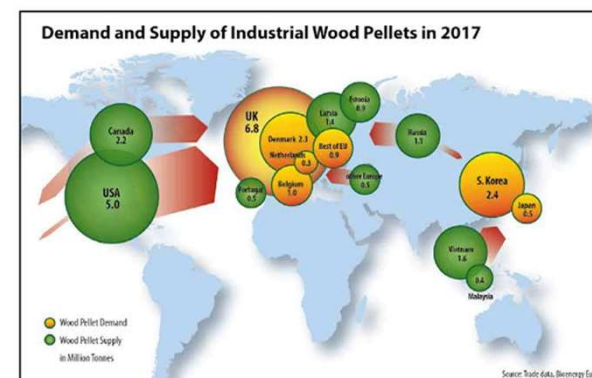
Udział technologii grzewczych według poziomu temperatury w przemyśle lekkim w scenariuszu Net-Zero-Emission by 2050 (IEA)



IEA. All rights reserved.

## Pelet przemysłowy

2017 r. – 14 mln ton  
2027 r. – 36 mln ton





# BIOENERGIA – zmierzch czy odrodzenie?

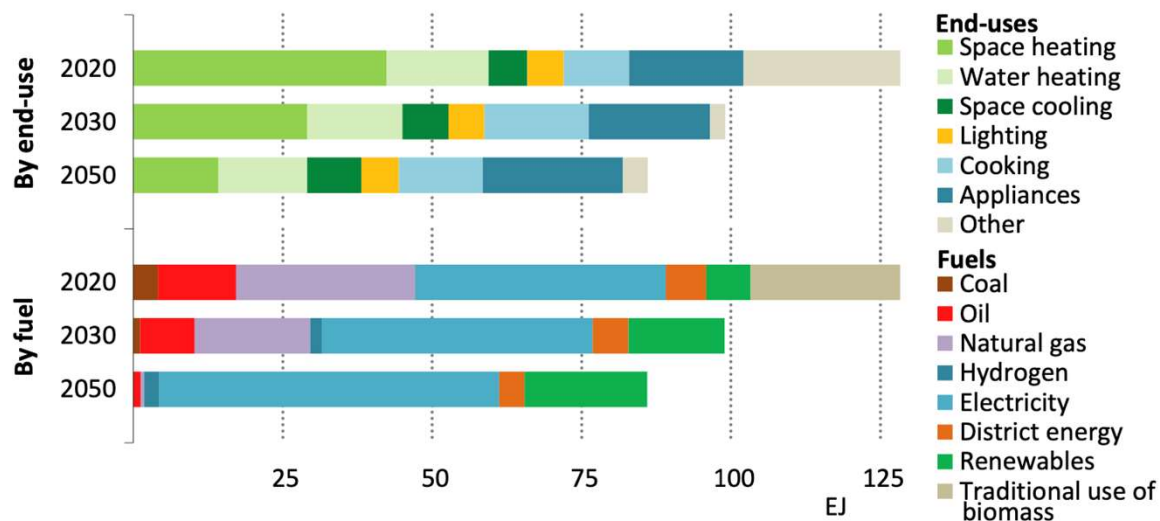
10 / 20

## Pelet certyfikowany

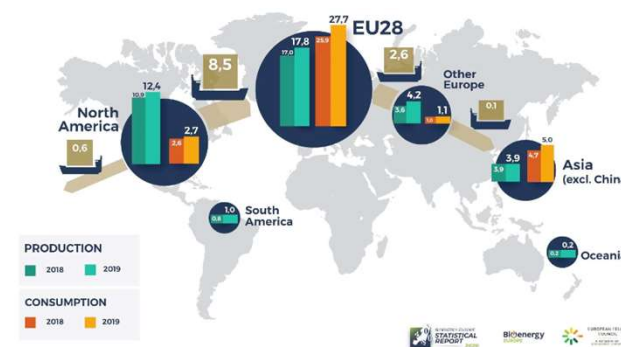
2018 r. – 36,4 mln ton

2019 r. – 39,5 mln ton

## Zużycie energii końcowej według paliw i końcowego wykorzystania w budynkach scenariuszu Net-Zero-Emission by 2050 (IEA)



IEA. All rights reserved.





# Pracownia Technologii Przetwarzania Bioenergii

11 / 20



[Chemist's View of the Biorefinery](#)

Biomasa

Próbki gleby

Próbki popiołów

Paliwa alternatywne



# Pracownia Technologii Przetwarzania Bioenergii

12 / 20

## KALORYMETR AC600



### Parametry analityczne

- Zakres 14 – 35 MJ/kg
- Dokładność 0.0001°C
- Precyzja 0.10%
- Czas analizy 5 minut
- Korekta wyniku o entalpię tworzenia kwasów





# Pracownia Technologii Przetwarzania Bioenergii

13 / 20

## ANALIZATOR CHN 828 I S832



### Parametry analityczne

- Do 300 mg
- Precyzja 0.3%
- Czas analizy 5 minut

### Detektory

- NDIR – CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>
- TC – N<sub>2</sub>





# Pracownia Technologii Przetwarzania Bioenergii

14 / 20

## TERMOGRAWIMETR STA 449 F3 Jupiter + Bruker FTIR Alpha



### Parametry analityczne

- Temperatura do 1600°C
- Analizy TG/DTA/DSC
- Przystawka FT-IR
- Nagrzewanie do 50 K/min
- Próbkki do 35 gramów



# Pracownia Technologii Przetwarzania Bioenergii

15 / 20

## Oferta laboratorium

### Badania laboratoryjne

Badania paliw stałych, ciekłych, popiołów, gleby, analizy składu materiałów, dekompozycja, odparowywanie, odgazowywanie.

### Doradztwo naukowe

Nasz zespół służy profesjonalnym doradztwem w zakresie badań, interpretacji wyników i opracowywania raportów.

### Współpraca badawcza

Chętnie nawiązujemy współpracę naukową z uczelniami, instytutami badawczymi oraz przemysłem w celu realizacji innowacyjnych projektów badawczo-rozwojowych.

### Optymalizacja procesów

Analizujemy i optymalizujemy procesy produkcyjne, aby wprowadzić innowacyjne rozwiązania i zwiększyć efektywność procesów.



# Pracownia Technologii Przetwarzania Bioenergii

16 / 20

## PRZYKŁADOWE PRÓBKKI



**Miskant olbrzymi  
(Świątyniki Górne pod Krakowem)**







## PRZYKŁADOWE PRÓBKKI



**Wosk polimerowy  
(dodatek do paliw formowanych)**



# Pracownia Technologii Przetwarzania Bioenergii

18 / 20

## PRZYKŁADOWE PRÓBKKI



**Mieszanka drewno-biowęgiel-flotokoncentrat  
(produkcja Green Coalition Sp. z o.o.)**





# Współpraca

19 / 20



UNIWERSYTET ROLNICZY  
im. Hugona Kollątaja w Krakowie



# Dziękujemy za uwagę

## Zapraszamy do współpracy

Kontakt:

[wdown@meeri.pl](mailto:wdown@meeri.pl)

[mirowski@meeri.pl](mailto:mirowski@meeri.pl)



**Magdalena Wdown**

Mineral and Energy Economy Research Institute  
Polish Academy of Sciences