

XXXIII Konferencja z cyklu zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej



**IGSMiE**  
PAN

## **Analiza środowiskowa nowatorskich sorbentów do sorpcji rtęci**

*Autorzy:*

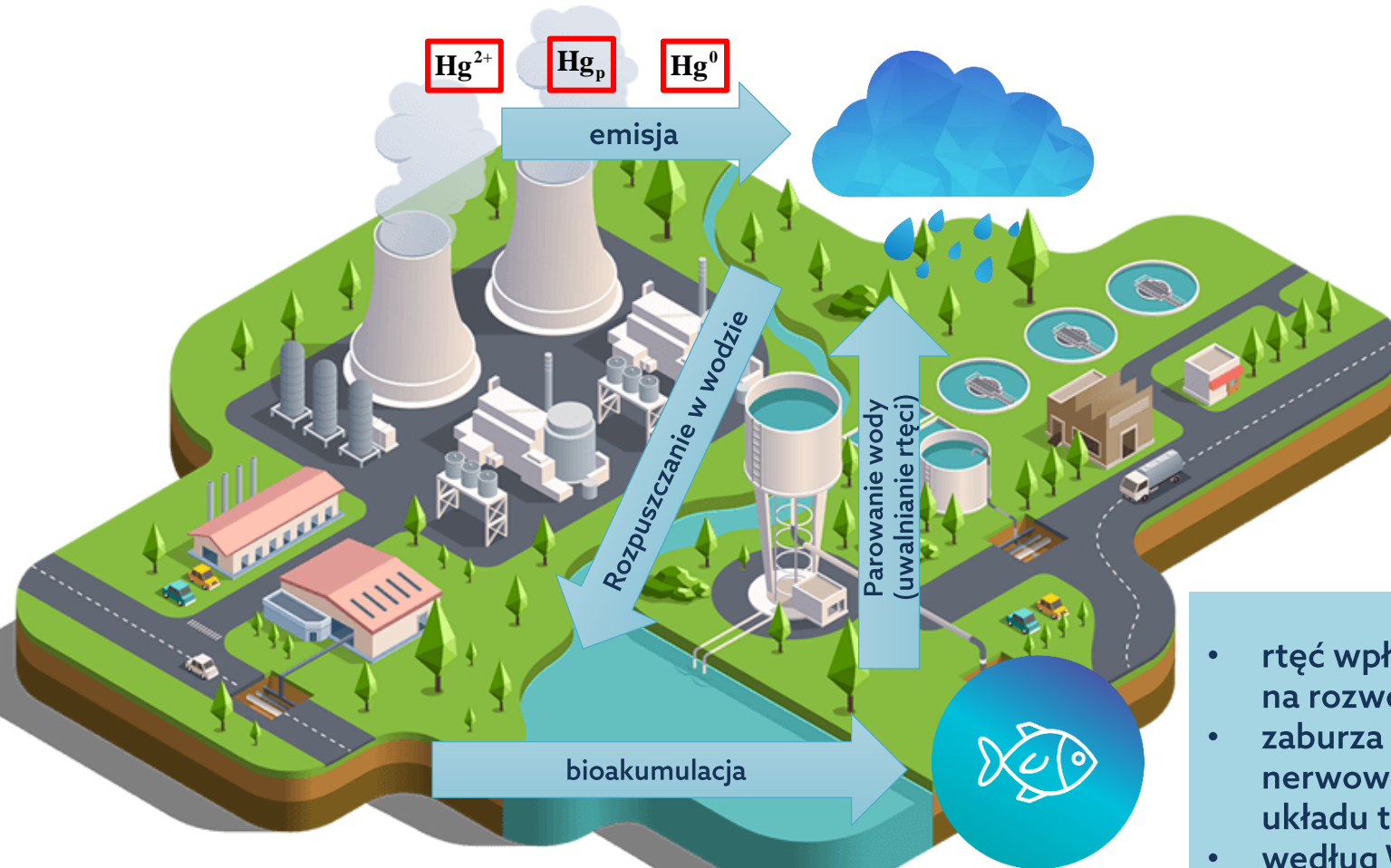
Łukasz Lelek, Rafał Panek,  
Magdalena Wdowin

LIDER/384/L-6/14/NCBR/2015, Zastosowanie energetycznych surowców odpadowych do wychwytywania gazowych form rtęci ze spalin.

13-16 października 2019 r. Kościelisko - Zakopane



# Rtęć w środowisku



- rtęć wpływa negatywnie na rozwój płodu
- zaburza pracę układu nerwowego, nerek oraz układu trawiennego
- według WHO rtęć jest jedną z 10 najbardziej toksycznych substancji

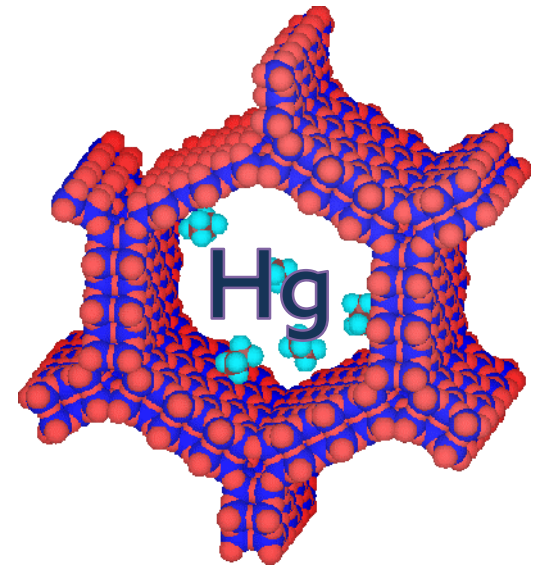




# Cel badań

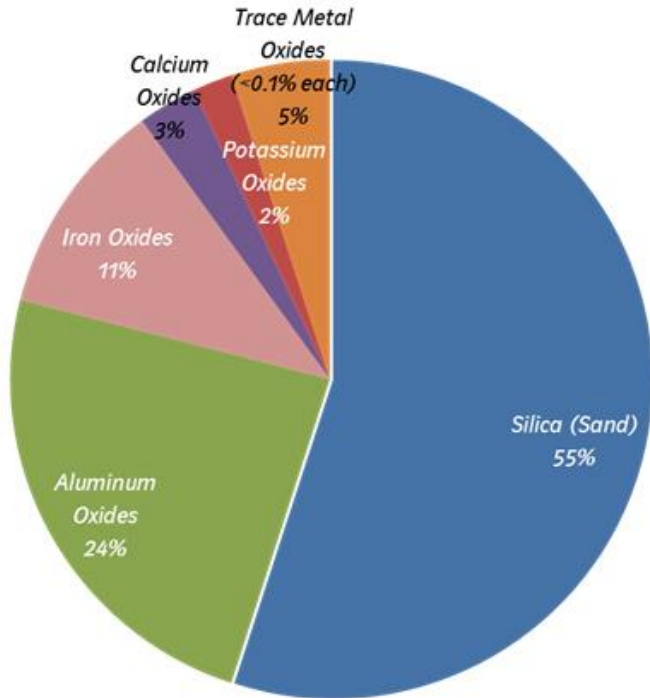
3 / 17

Celem projektu było otrzymanie zeolitów mających zastosowanie do wychwytywania gazowych form rtęci. W celu środowiskowej analizy opracowanej technologii przeprowadzono ocenę LCA (Life Cycle Assessment) tj. potencjalnego wpływu na środowisko procesu produkcji materiałów zeolitowych z popiołów lotnych.

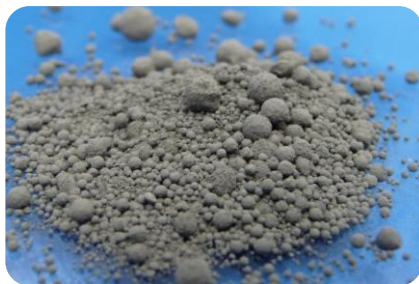




# Popiół lotny → zeolity → wychwytywanie rtęci



Zeolity to w głównie grupa glinokrzemianów szkieletowych o zróżnicowanej strukturze komorowo-kanałowej. Ta specyficzna budowa wewnętrzna nadaje im wiele cech fizycznych i chemicznych, które są niezwykle korzystne dla różnego rodzaju zastosowań przemysłowych.

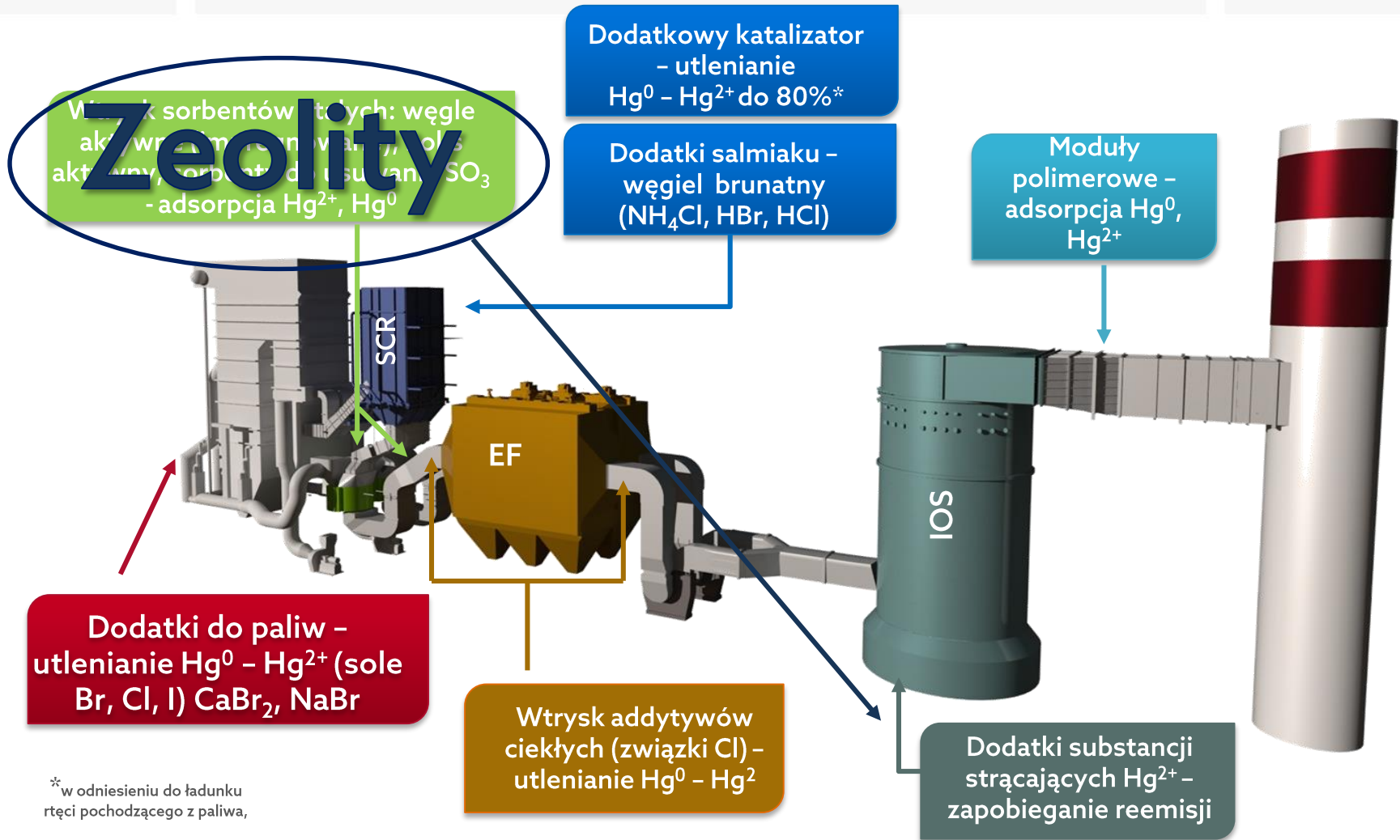


Popiół lotny





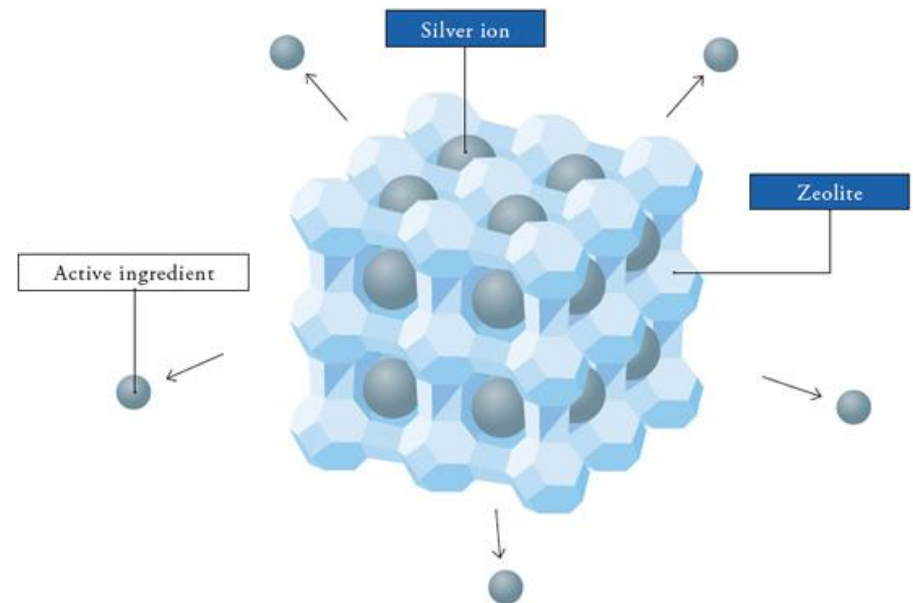
# Charakterystyka rozważanego procesu







- Zeolit Na-X-Ag na bazie popiołu z węgla kamiennego,
- Zeolit Na-X-Ag na bazie popiołu z węgla brunatnego.





# Granice analizowanego systemu

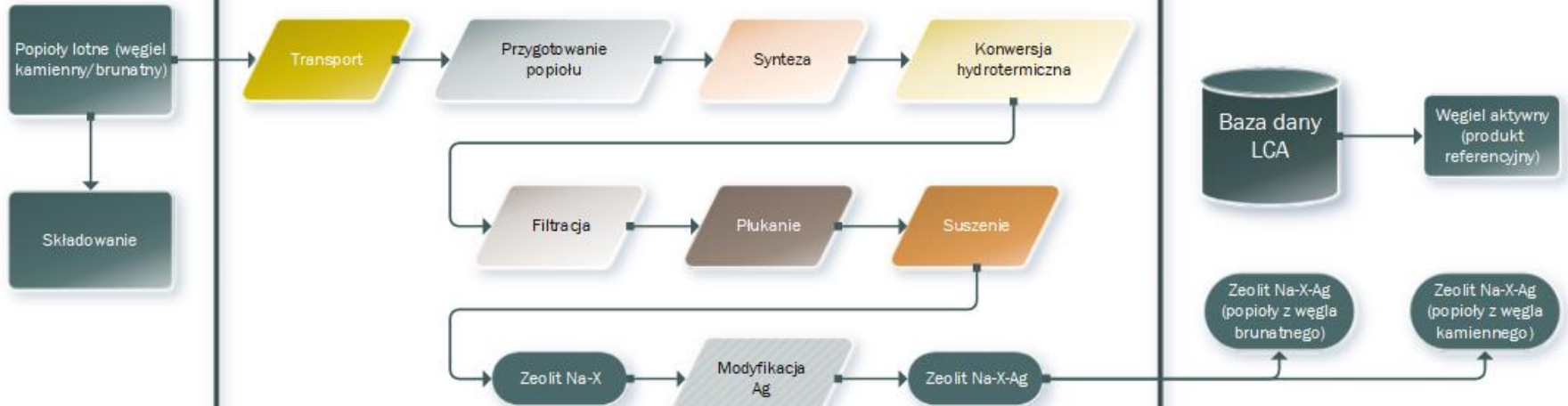
7 / 17

## Granice systemu analizy LCA procesu sorpcji par rtęci na materiałach zeolitowych

*background system*

*foreground system*

*background system*





Do analizy LCA przyjęto następujące założenia:

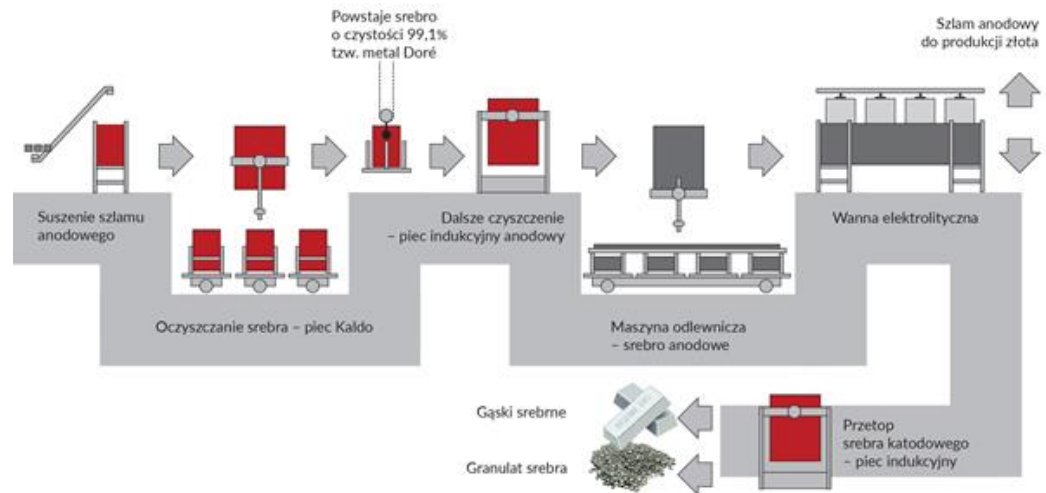
- do oceny LCA procesów syntezy i modyfikacji zeolitów wykorzystano w głównej mierze dane rzeczywiste pozyskane bezpośrednio z procesów w skali półtechnicznej,
- z uwagi na brak niezbędnych danych z analizy wyłączono infrastrukturę procesową,
- w celu określenia korzyści środowiskowych związanych wykorzystaniem w procesie syntezy materiałów odpadowych zastosowano podejście związane z rozszerzeniem systemu (system expansion) oraz uniknięcia oddziaływania (avoided burden),
- analizę LCIA (*Life Cycle Impact Analysis*) przeprowadzono z wykorzystaniem modelu środowiskowego (przyczynowo-skutkowego) reprezentowanego przez metodę ILCD 2011 Midpoint+ v.1.10





- skumulowany wskaźnik potencjalnego wpływ na środowisko produkcji 50 kg materiału – 990 mPt, co w przeliczeniu na 1 kg produktu stanowi 19,8 mPt.
- Dominującym czynnikiem jest wykorzystanie azotanu srebra. Udział tego procesu stanowi 99,5% ogólnego wskaźnika oddziaływania.

Przeróbka szlamów anodowych powstałych w procesie wydobywania i przeróbki rud miedzi

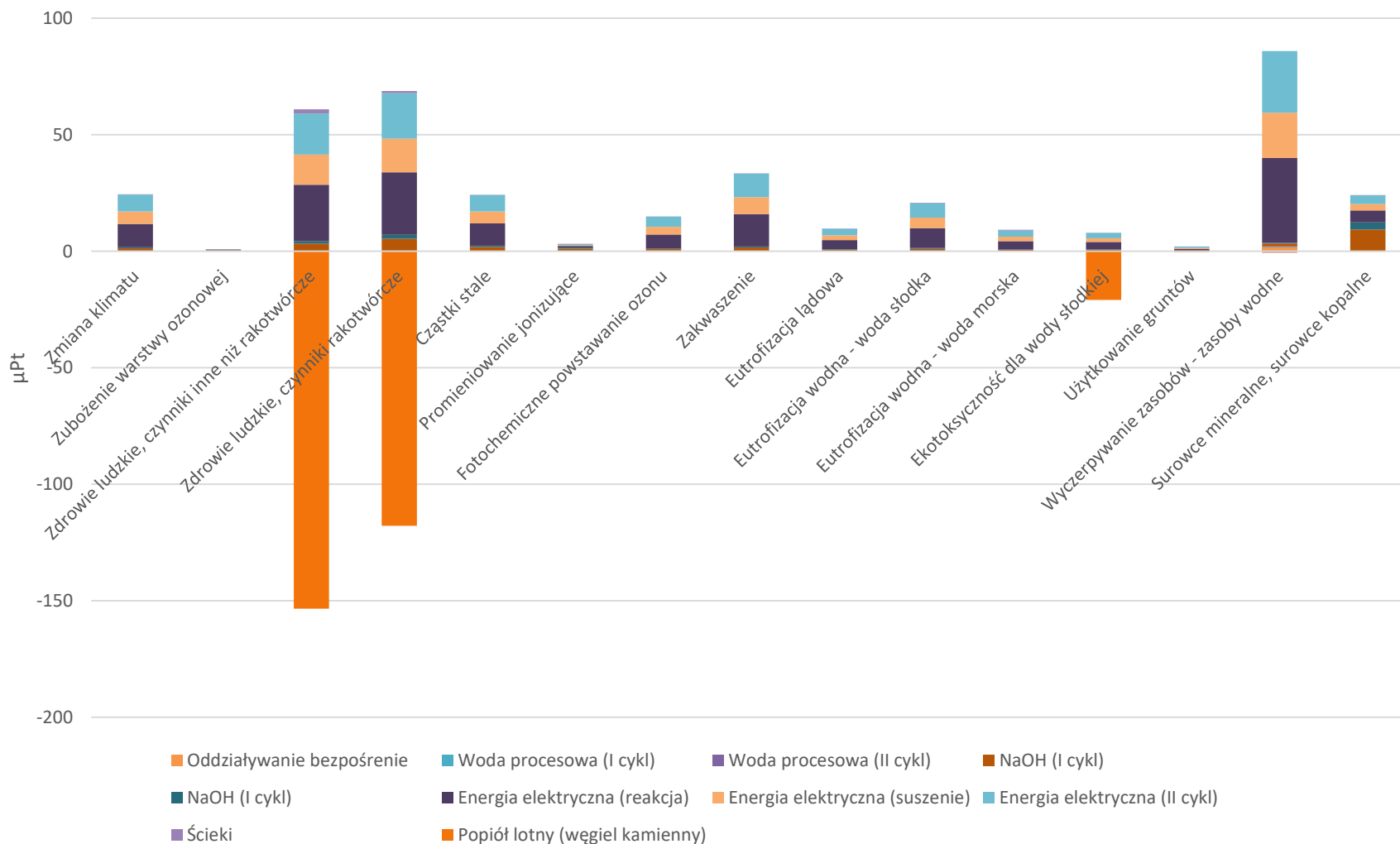


- Proces syntezy zeolitów w przeliczeniu na 1 kg produkcji, przyczynia się do oddziaływania na środowisko wynoszące 389,70  $\mu$ Pt.



# Ważone wyniki – popiół z węgla kamiennego (bez modyfikacji azotanem srebra)

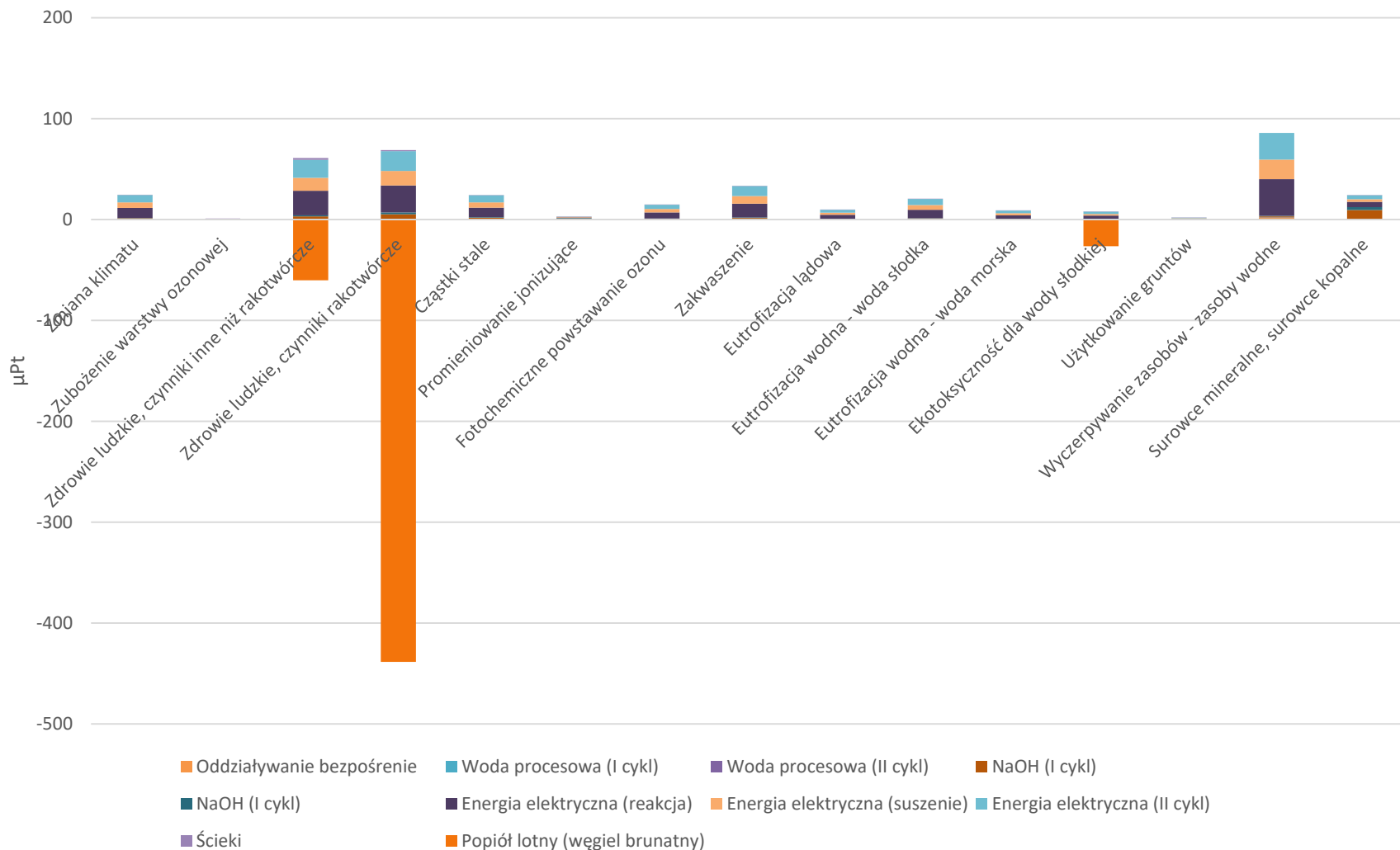
10 / 10





# Ważone wyniki – popiół z węgla brunatnego (bez modyfikacji azotanem srebra)

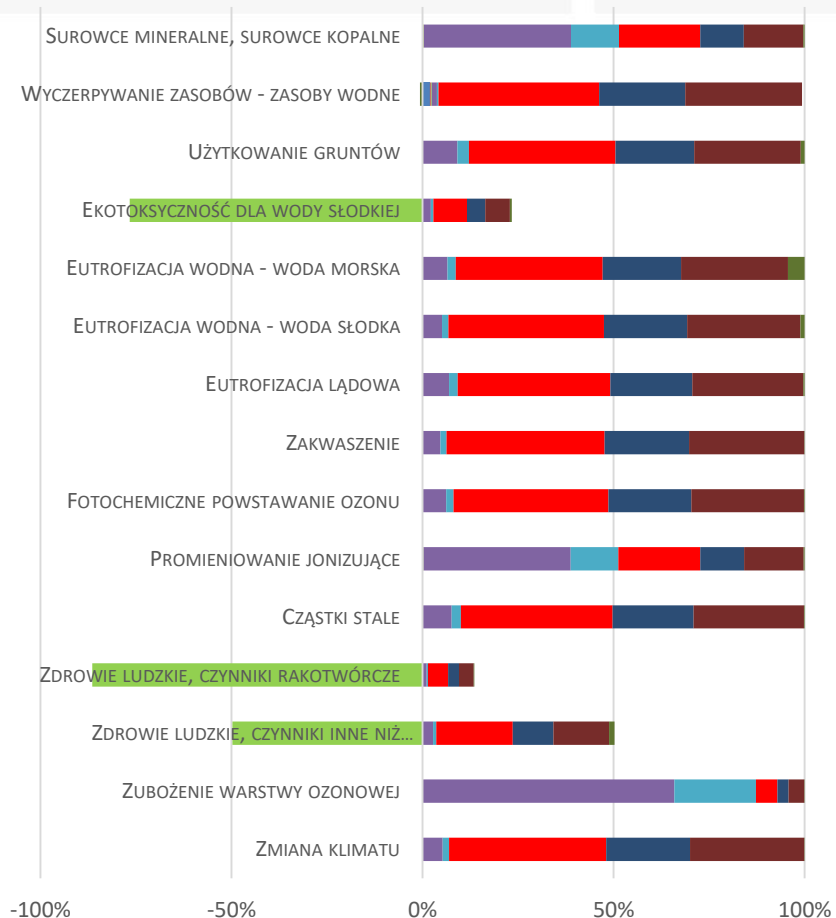
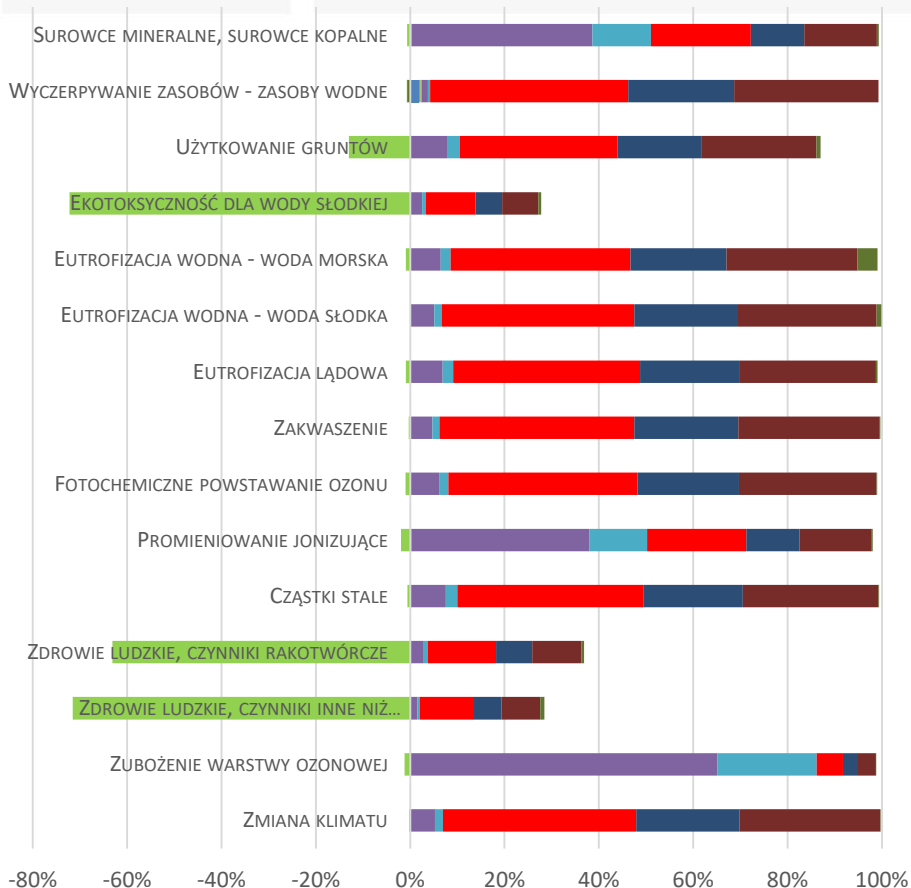
11 / 10





# Wyniki charakteryzowane – popiół z węgla kamiennego i brunatnego

12 / 17



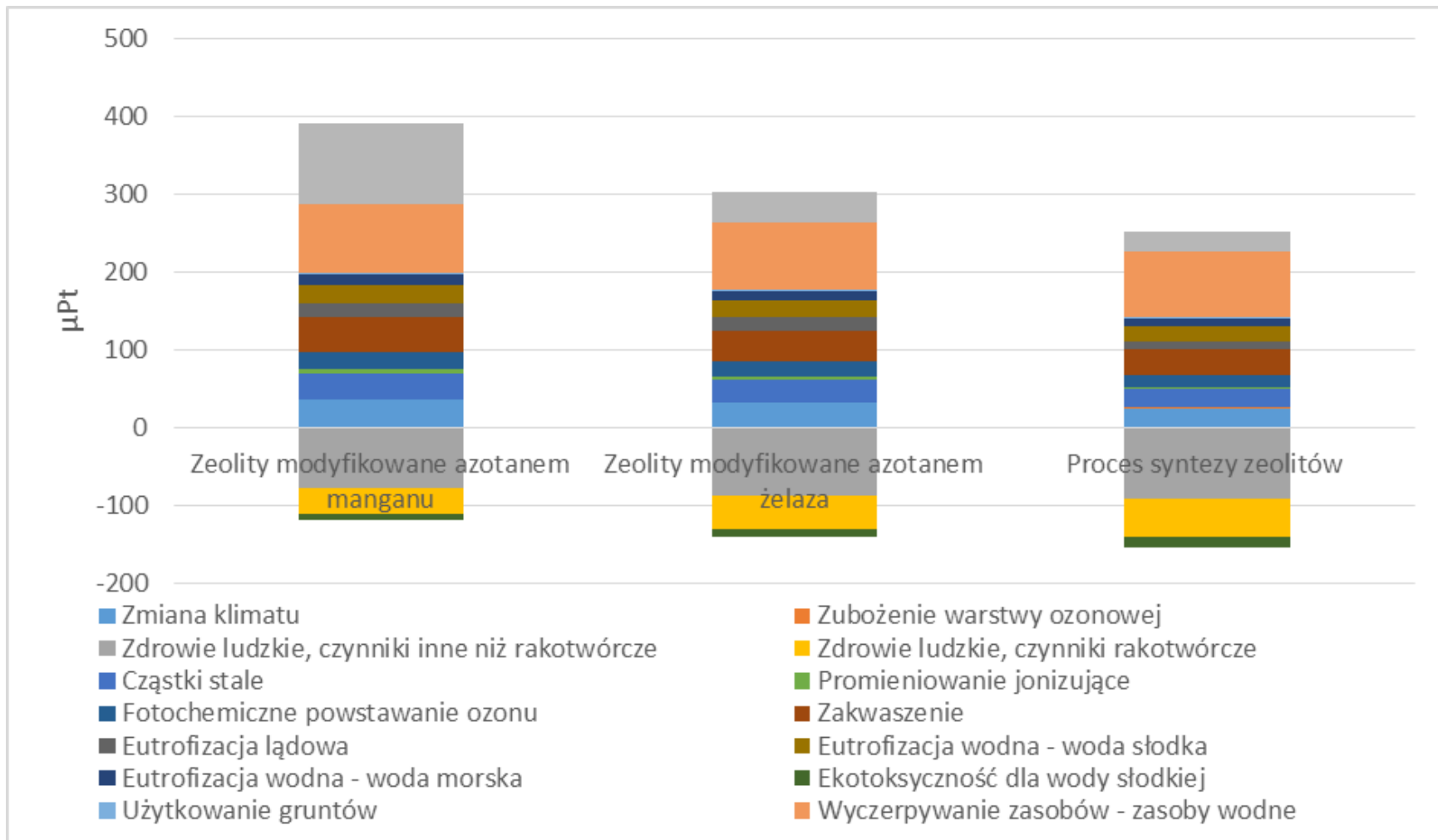
- Proces produkcji zeolitów LIDER
- Woda procesowa (II cykl)
- NaOH (I cykl)
- Energia elektryczna (suszenie)
- Ścieki
- Woda procesowa (I cykl)
- NaOH (I cykl)
- Energia elektryczna (reakcja)
- Energia elektryczna (II cykl)
- Popiół lotny (węgiel brunatny)

- Proces produkcji zeolitów LIDER
- Woda procesowa (I cykl)
- Woda procesowa (II cykl)
- NaOH (I cykl)
- Energia elektryczna (reakcja)
- Energia elektryczna (suszenie)
- Energia elektryczna (II cykl)
- Ścieki
- Popiół lotny (węgiel brunatny)



# Analiza innych metod modyfikacji zeolitów

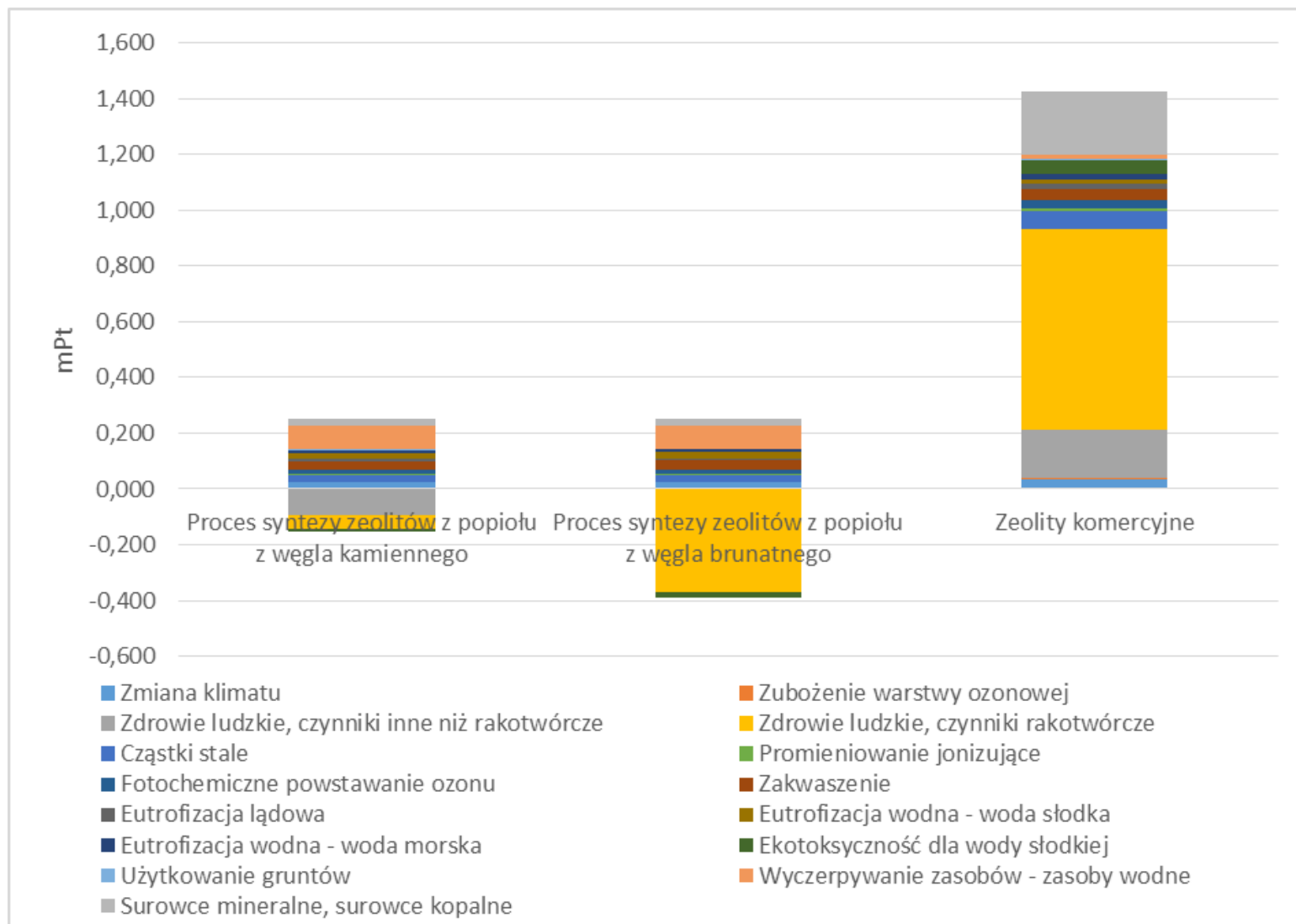
13 / 17





# Analiza porównawcza z produktami referencyjnymi

14 / 10







- Główną zaletą zastosowania sorbentu zeolitowego jest wykorzystanie do jego syntezy materiału odpadowego jakim jest popiół lotny, którego składowanie ciągle stanowi problem.
- Usunięcie 1 kg popiołów z węgla brunatnego ze składowiska przyczynia się do wyższych korzyści środowiskowych, niż obciążenia wynikające z procesu syntezy 1 kg zeolitów.
- W porównaniu do zeolitów modyfikowanych azotanem srebra, wykorzystanie azotanu manganu lub żelaza powodują obniżenie ogólnego wskaźnika oddziaływania kolejno o 98,64% oraz 99,19%.
- Do wychwycenia tej samej ilości rtęci niezbędne jest 5 razy mniej sorbentu niż w przypadku węgla aktywnych.
- Materiały zeolitowe nadają się ponadto do regeneracji co ok. 3 krotnie wydłuża ich czas życia.

**Dziękuję za uwagę!**



**IGSMiE**  
PAN

**Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi  
i Energią PAN**