



Politechnika  
Śląska



# Energia cyrkularna ...



prof. dr hab. inż. Krzysztof Pikoń

---





# Nowe regulacje



European Commission

## Circular Economy Action Plan

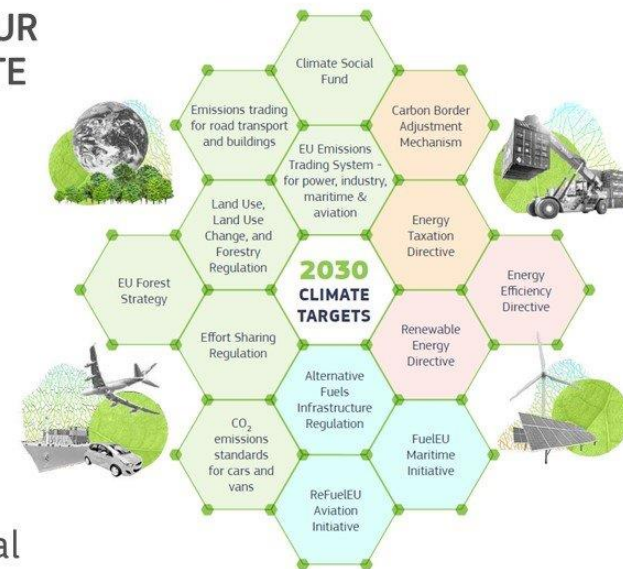
The European Green Deal

March 2020  
#EUGreenDeal

The image is a graphic for the "Circular Economy Action Plan". It features a large green leaf-like shape in the center, with a blue and orange abstract design on the left and right sides. At the top, there is a small European Union flag and the text "European Commission". The main title "Circular Economy Action Plan" is in a large, bold, blue font, with "The European Green Deal" in a smaller blue font below it. At the bottom right, it says "March 2020" and "#EUGreenDeal".

## EUROPEAN GREEN DEAL

REACHING OUR  
2030 CLIMATE  
TARGETS



#EUGreenDeal



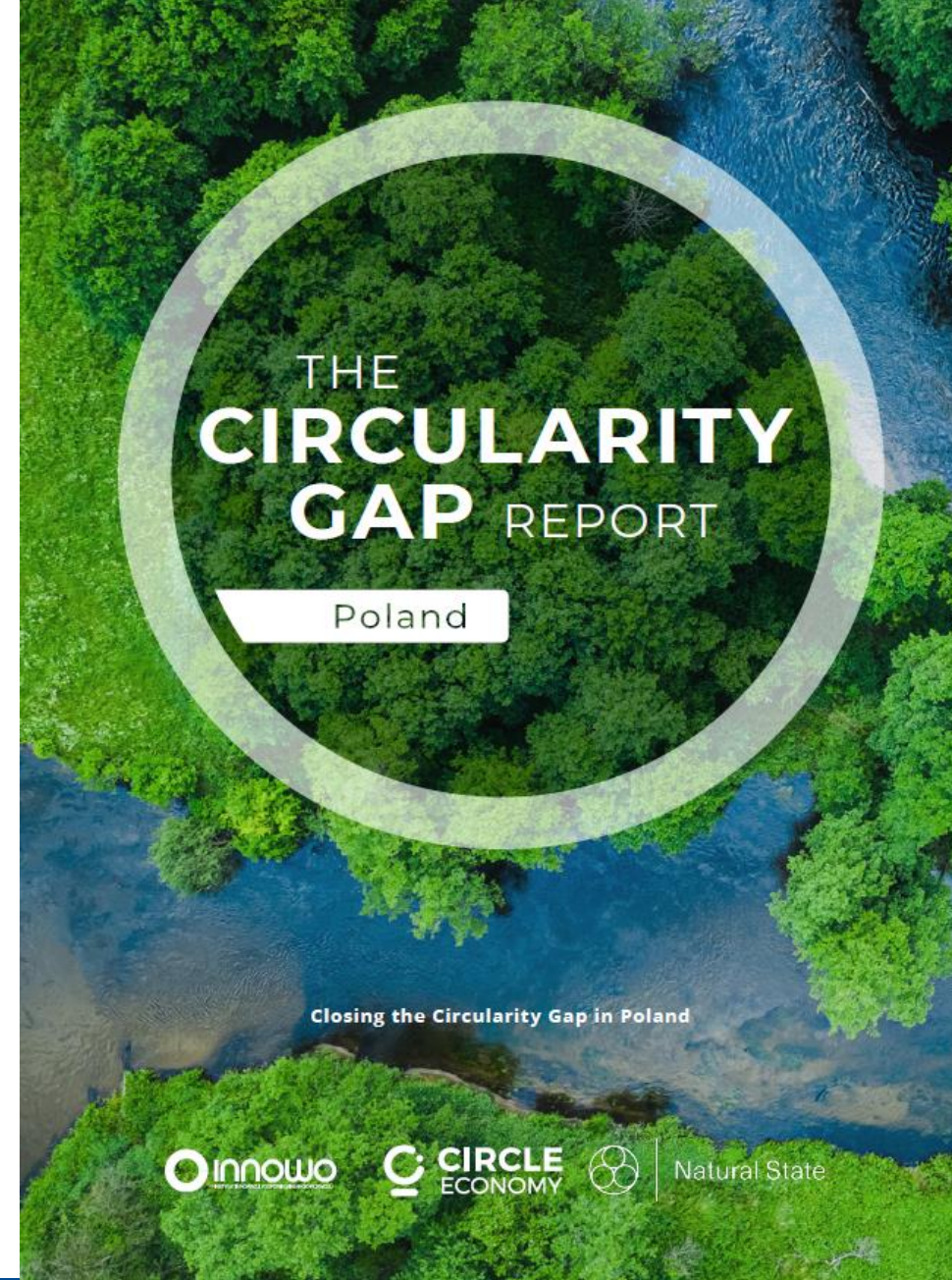
Politechnika  
Śląska



# Raport Cyrkularności Polski

- Wdrożenie GOZ mogłoby pomóc Polsce zmniejszyć zużycie materiałów o 40%, tworząc bardziej odporną i zrównoważoną gospodarkę
- Wskaźnik obiegu zamkniętego dla PL jest na poziomie 10,2%
- Średnia Globalnie 8,6%

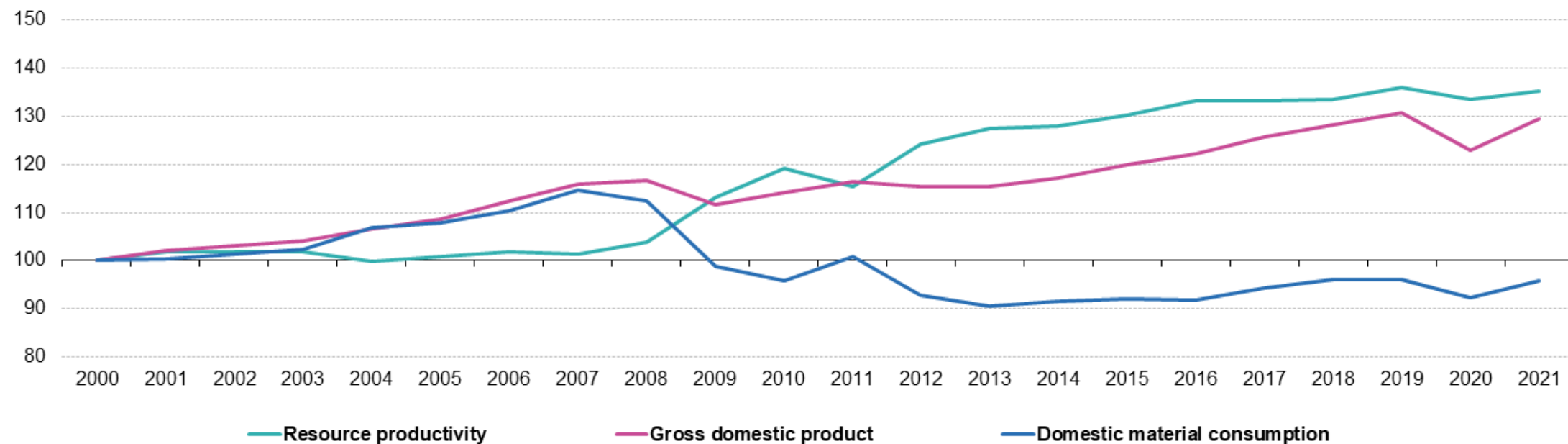
4



# Efektywność materiałowa w UE

## Development of resource productivity in comparison with GDP and DMC, EU, 2000-2021

(2000 = 100)

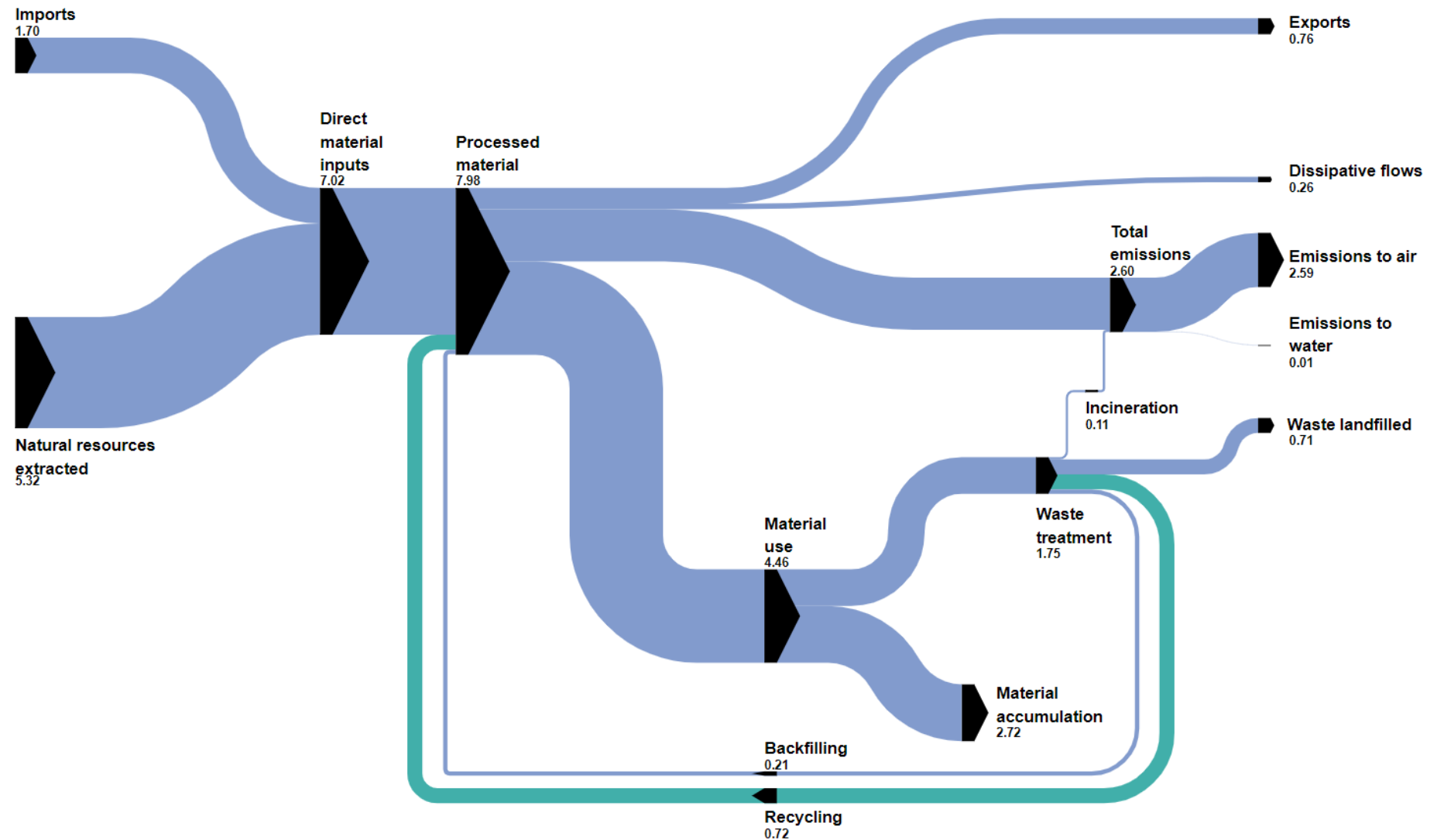


Note: GDP in chain-linked volumes, reference year 2015.

Source: Eurostat (online data code: nama\_10\_gdp; env\_ac\_mfa; env\_ac\_rp)

eurostat 

# Schemat przepływu materiałów dla Unii Europejskiej (27 krajów) 2017 (Gt)



6





GOZ i energetyka...

7

# Odnawialne źródła energii!!

1 : 100 000



# Energetyka cyrkularna....

- Co to znaczy?
- Jakie są drogi jej rozwoju?
- Jak mierzyć cyrkularność energetyki?
- **Odnawialne źródła energii?**

8

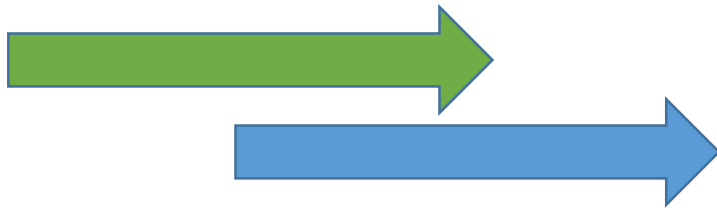




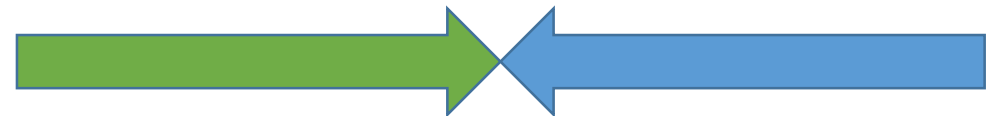
# Cele GOZ i cele klimatyczne

- Dekarbonizacja
- Zmniejszenie zużycia surowców mineralnych

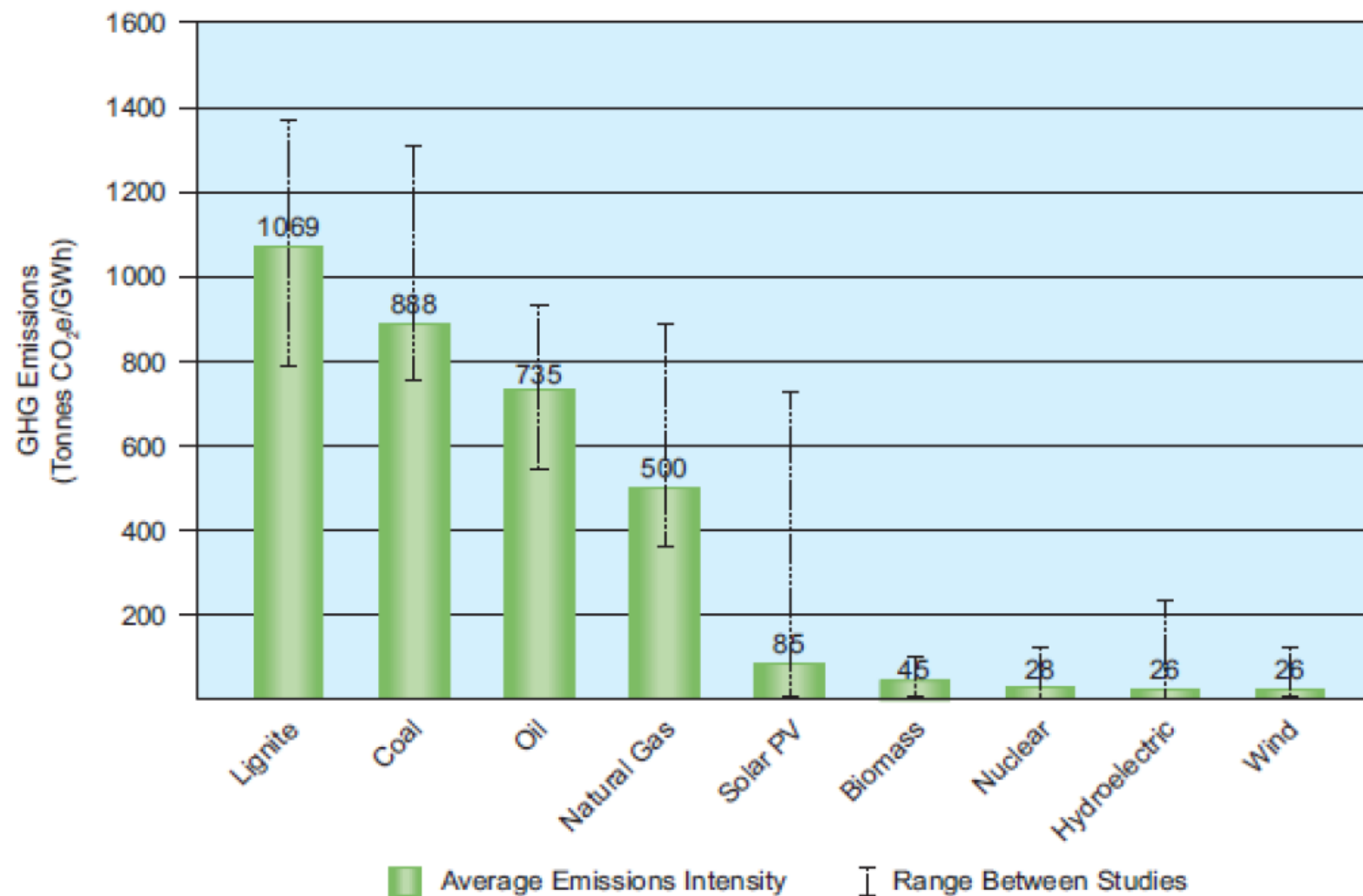
9



LCA...



**Figure 3.2-6.** Lifecycle GHG emissions intensity of electricity generation technologies



Source: Ref. [3.2-7]

# Ślad węglowy vs. ślad materiałowy....

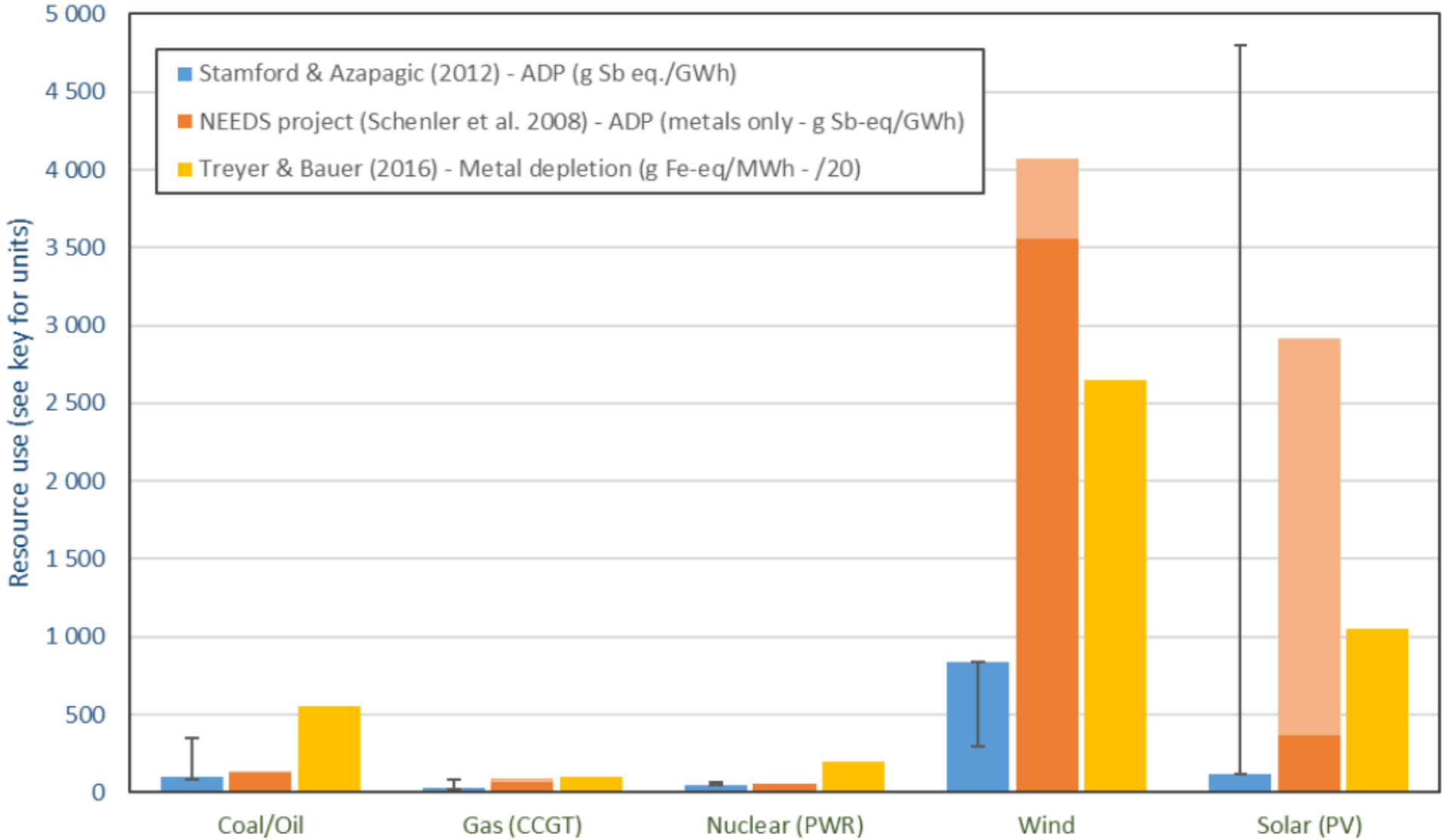
- **Wpływ na środowisko to nie tylko ślad węglowy ...**
- Dekarbonizacja:
  - ↓ emisja gazów cieplarnianych, GWP – kg CO<sub>2</sub> eq
- Gospodarka o obiegu zamkniętym:
  - ↓ zużycie surowców mineralnych, ADP – kg Sb eq
- **Nie tylko ilość ale i jakość (wartość)!**

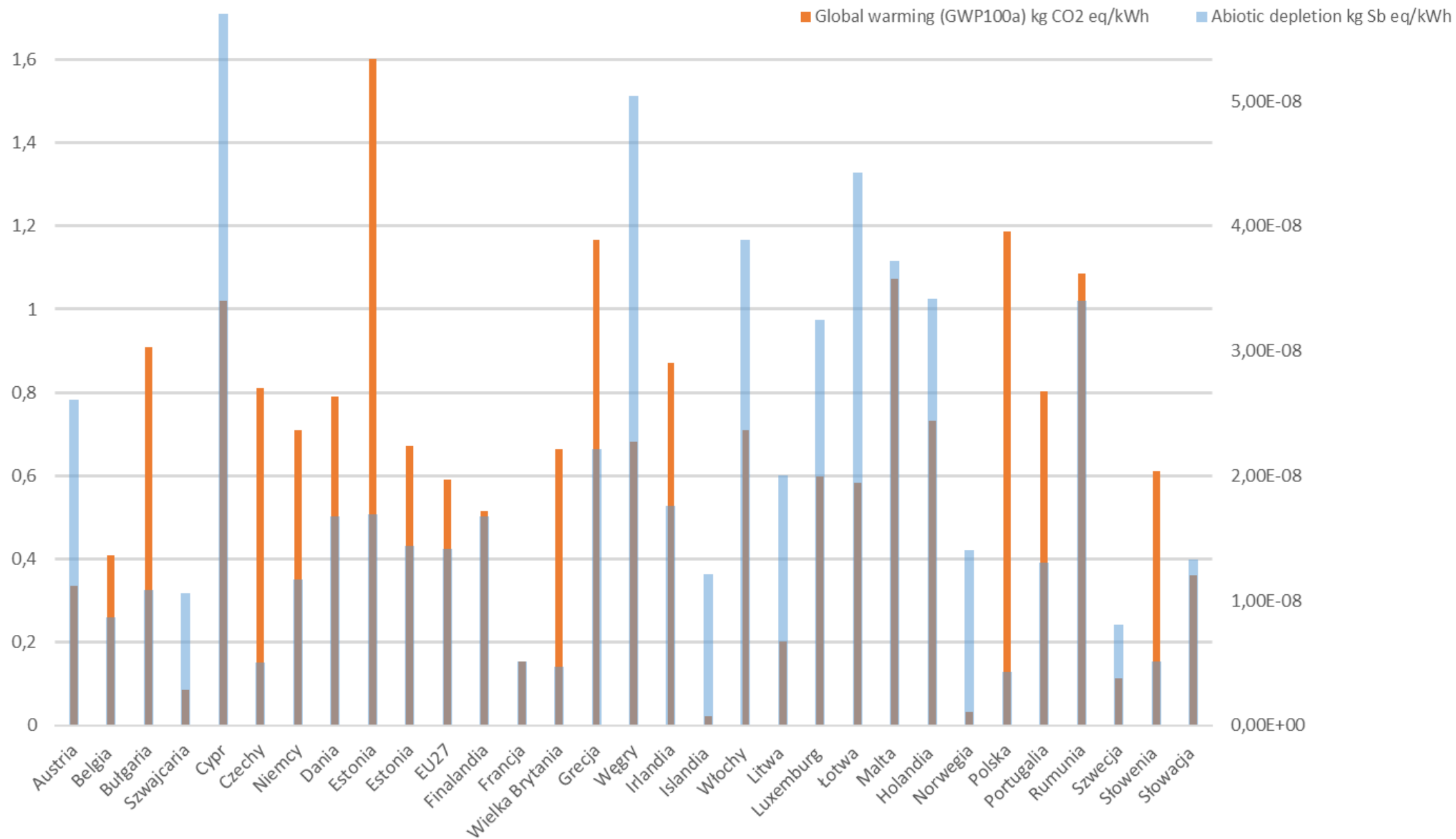
11





# Abiotic resource depletion





# Kierunki rozwoju energetyki cyrkularnej



- Możliwości
- Koszty
- Przyszłość





# Energia w GOZ

- **Fermentacja beztlenowa:** przetwarzanie biogazu na biometan w celu dalszej dystrybucji i wykorzystania (np. wtrysk do sieci gazowej, paliwa transportowe itp.);
- **Współspalanie lub zgazowanie stałej biomasy lub paliwa z odpadów** (RDF, SRF) i współspalanie powstałego gazu syntezy w celu zastąpienia paliw kopalnych do wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła;
- **Optymalizacja** - wzrost efektywności energetycznej;
- **Systemy rozproszone** - instalacje kompaktowe;
- Przekształcenia popiołu/produktów spalania UPS w produkt, który będzie wykorzystywany – do czasu gdy będziemy wykorzystywali paliwa kopalne.

15

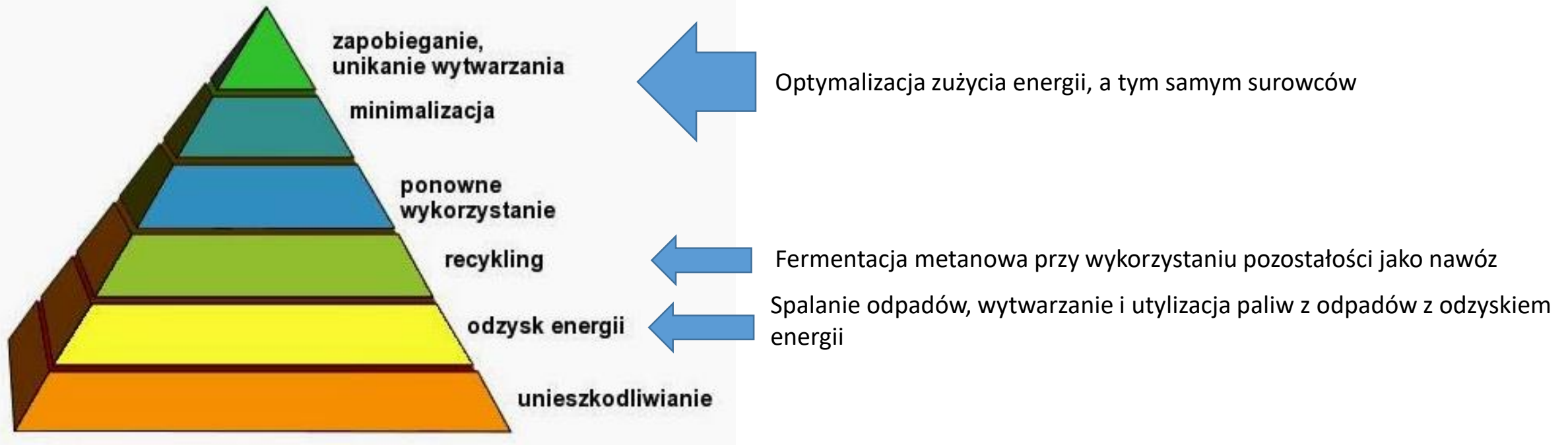
Ogniowa PV, Turbiny wiatrowe?



**Czy w GOZ jest miejsce  
na energię z odpadów?**

# Energia, odpady, GOZ

17





# RDF nowej generacji



- Elastyczność kompozycyjna – optymalizacja emisji i wpływu na środowiskowo pełnym cyklu życia;
- Wpływ na środowisko mniejszy niż paliw kopalnych;
- Wpływ na środowisko w kategorii *zmiana klimatu* – znacząco mniejszy niż paliwa kopalnych – redukcja emisji CO<sub>2</sub>;
- Cena RDF: <0
- Cena RDF nowej generacji: nawet **minus 500** PLN/Mg.

# Przyszłościowe kierunki....

19



# Np. rozwój elektromobilności....

20



- Przyszły model
- Szanse i zagrożenia





# Biomasa i biogaz

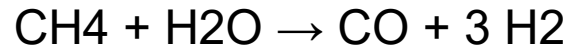
Bioodpady



Biogaz



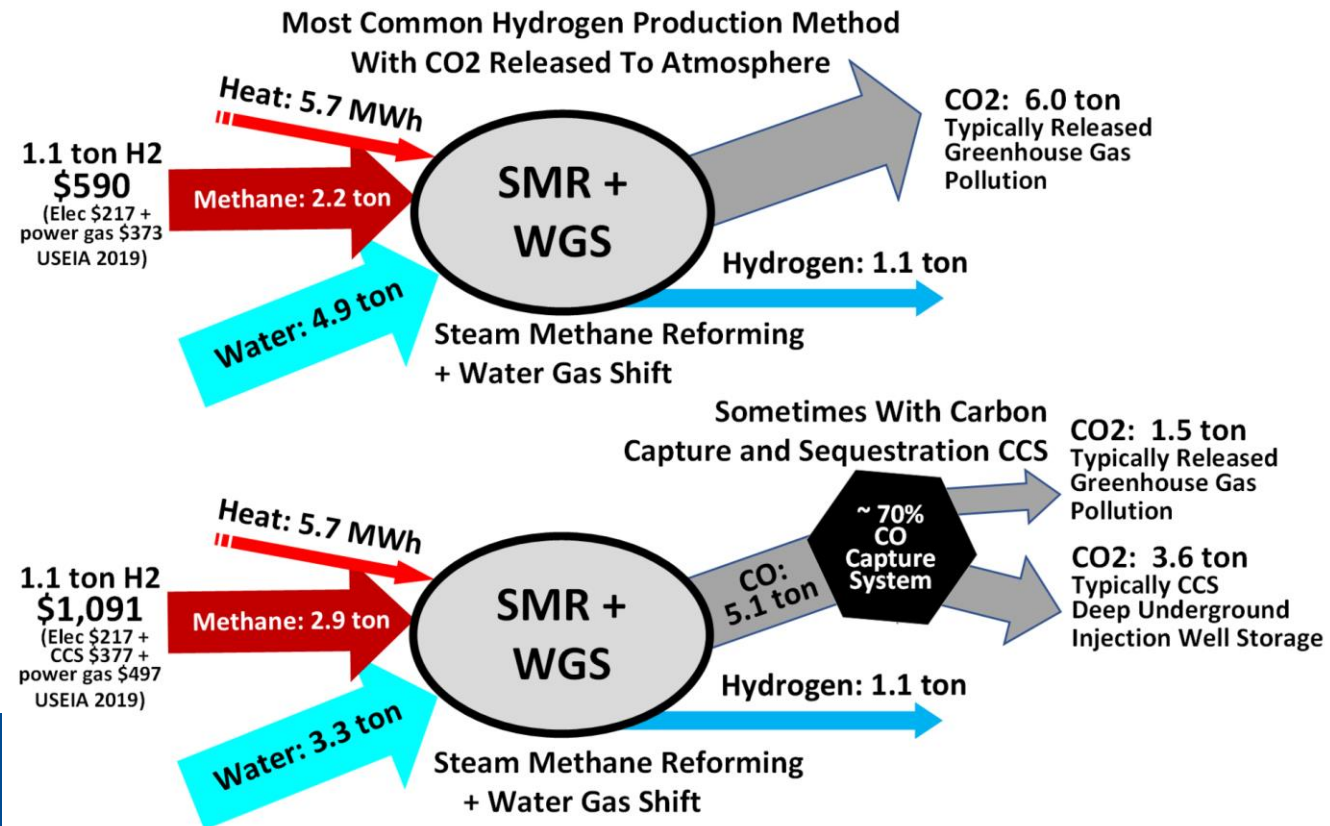
Wodór



21

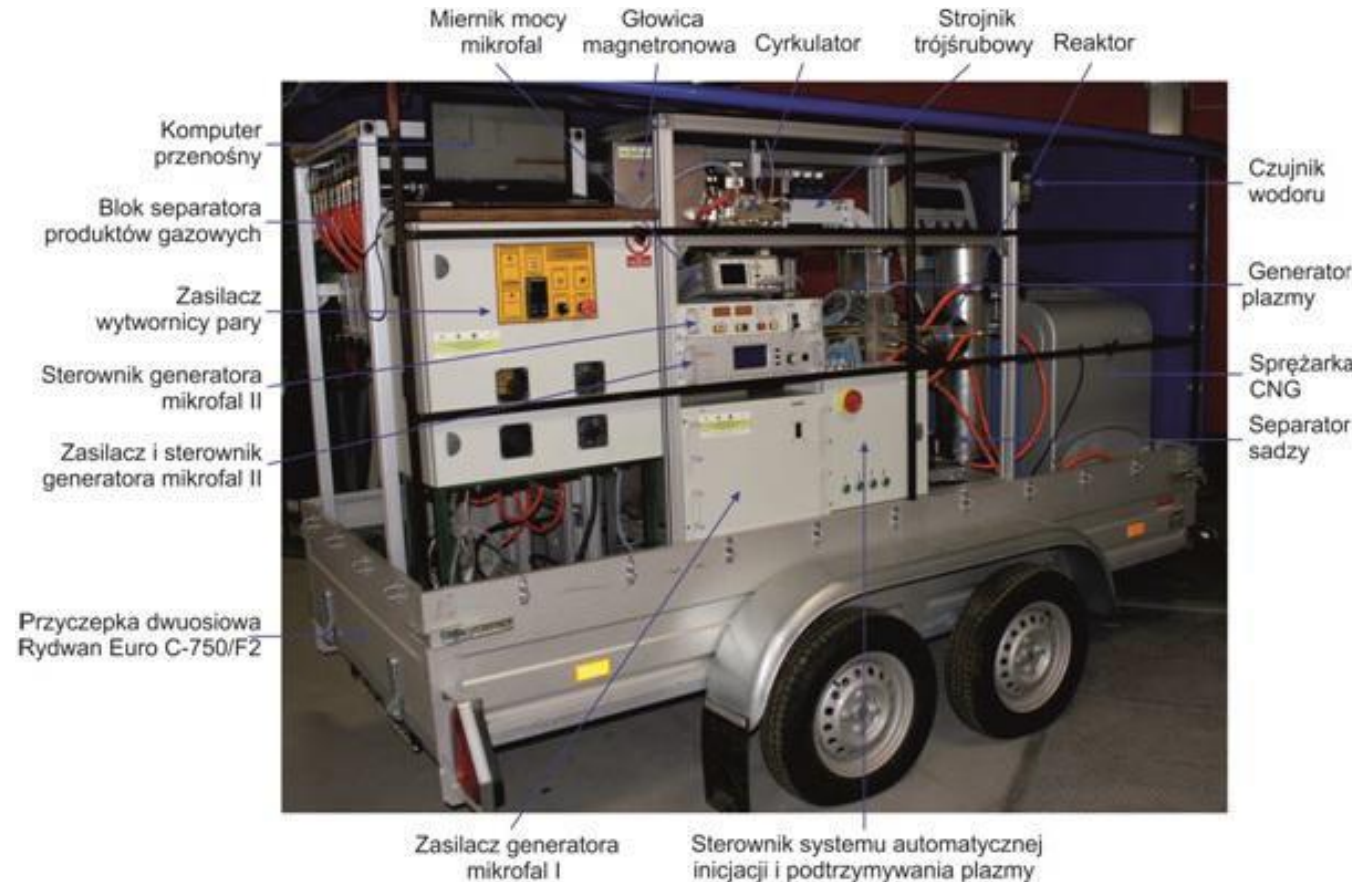
Reforming parowy w porównaniu do np. elektrolizy wody - ilość otrzymanego wodoru na zużytą jednostkę energii jest znacznie większa.

- 1kg H<sub>2</sub> = 11 m<sup>3</sup>, 13 kWh/kg
- Z 1,1 t H<sub>2</sub> otrzymujemy 14,3 MWh
- Sprawność ogniw paliwowych: ~60%
- Toyota Mirai. Trzy zbiorniki - 5,6 kg H<sub>2</sub>.
- Średnie zużycie wodoru wyniosło 0,55 kg wodoru na 100 km.



# Rozproszona produkcja wodoru z biogazu

- Urządzenie umożliwia produkcję wodoru w procesach konwencjonalnego reformingu (piroliza), suchego reformingu, reformingu parowego i katalitycznego reforming parowego metanu i biogazu;
- Koszt produkcji wodoru: 2 USD na 1 kg produkowanego wodoru spełnia warunki Amerykańskiego Departamentu Energii (DOE)



# Podsumowanie

- Dekarbonizacja i cele GOZ są **czasami sprzeczne...**
- Odnawialne źródła energii **nie zawsze dobrze wpisują się w GOZ...**
- Energia cyrkularna to taka, która nie wymaga wykorzystania mineralnych surowców pierwotnych
- DO oceny cyrkularności konieczne jest wykorzystanie analizy cyklu życia (LCA)
- Energia z odpadów jest czasami dobrym przykładem energii cyrkularnej....
- Jako preferowane metody odzysku energii z odpadów w kontekście GOZ należy uznać **procesy biologiczne.**
- **GOZ to szansa....**