



Adam Jerzy Rajewski

Zakład Termodynamiki
Instytut Techniki Ciepłej
Politechnika Warszawska



ŹRÓDŁA I PRZETWARZANIE ENERGII

FORMY ENERGII

Energia
mechaniczna

Energia
elektryczna

Energia
chemiczna

Energia
jądrowa

Energia
wewnętrzna

LUDZKOŚĆ POTRZEBUJE:

Energii mechanicznej

- dla przemieszczania przedmiotów

Energii wewnętrznej

- dla ogrzewania

Energii elektrycznej

- dla niemal dowolnych zastosowań...

PRZYRODA DOSTARCZA

Energię chemiczną:

- w postaci paliw kopalnych,
- w postaci palnych substancji organicznych (biomasa).

Energię jądrową:

- izotopy rozszczepialne (U-235),
- izotopy lekkie do fuzji termojądrowej (w tym na Słońcu).

Energię wewnętrzną:

- gorące wnętrze ziemi.

(Energię mechaniczną)

- wiatr, fale, ruch wody rzecznej – efekt promieniowania słonecznego,
- ruchy pływowe – skutek działania grawitacji.

CELE PROCESÓW PRZETWARZANIA ENERGII

Zmiana formy energii

- Przetwarzanie formy dostępnej w potrzebną.

Ułatwianie transportu energii

- Niektóre formy energii są łatwiejsze do transportu

Umożliwianie magazynowania

- Niektóre formy energii dają się łatwiej (i wydajniej) magazynować

Optymalizacja łańcuchów przemian

- Optymalizacja sprawnościowa
- Optymalizacja niezawodnościowa
- Optymalizacja kosztowa
- Kryteria mogą być sprzeczne!

PRZETWARZANIE ENERGII NA SKALĘ PRZEMYSŁOWĄ



MAGAZYNOWANIE ENERGII

Energia mechaniczna

- Koła zamachowe
- Zbiorniki wodne, spiętrzanie

Energia elektryczna

- Baterie i akumulatory

Energia chemiczna

- Magazynowanie paliw

Energia jądrowa

- Magazynowanie paliw

Energia wewnętrzna

- Zasobniki ciepła
- Zasobniki gazów sprężonych

WYZWANIA XXI WIEKU:

Wzrost liczby ludności i stopy życiowej

- Wzrost zapotrzebowania na energię – globalnie oraz per capita
- Wzrost zapotrzebowania na tradycyjne paliwa
- Zakłócenie rynku

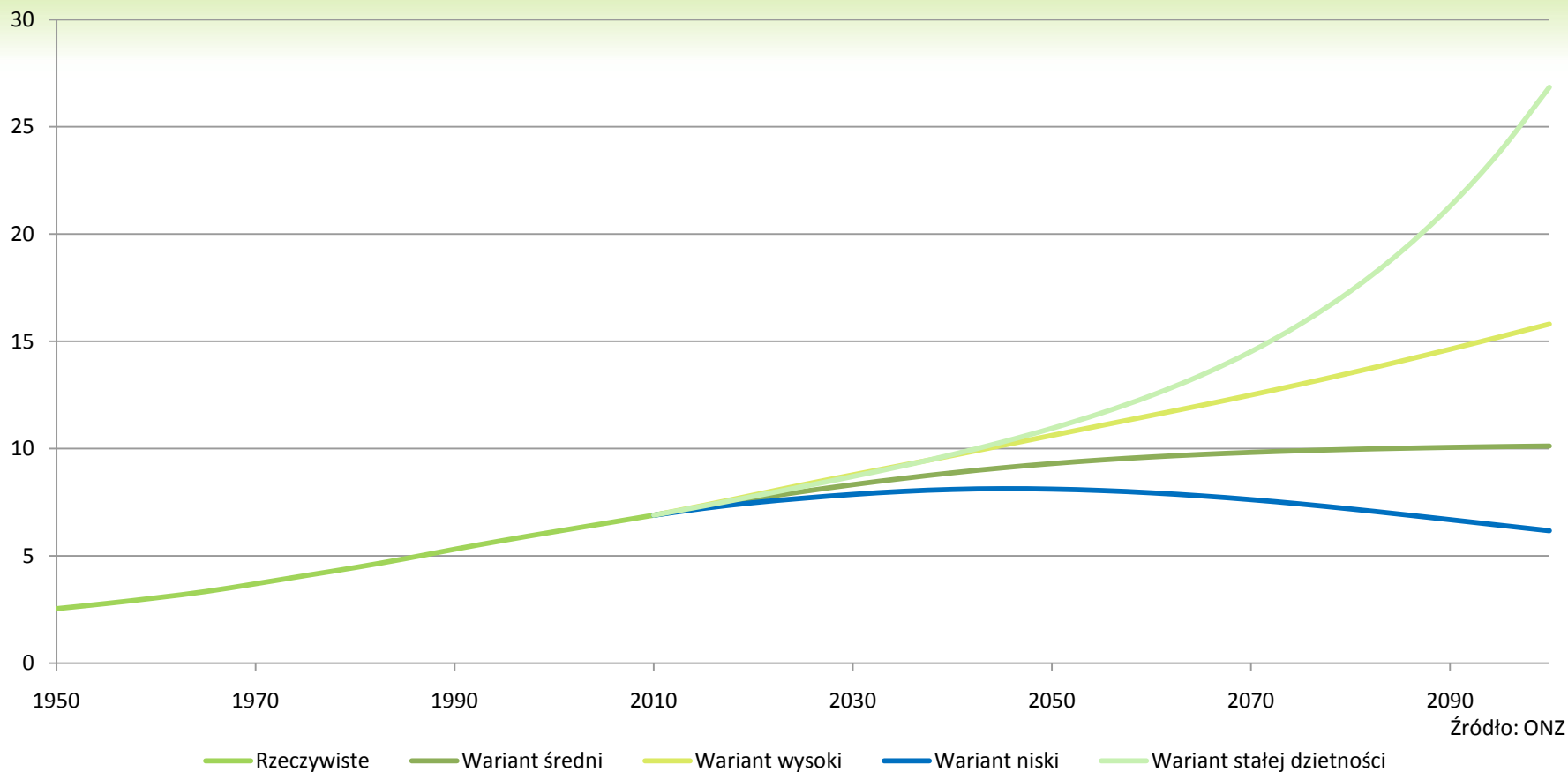
Wyczerpywanie zasobów paliw kopalnych

- Eksploatacja źródeł niekonwencjonalnych
- Popularyzacja źródeł odnawialnych

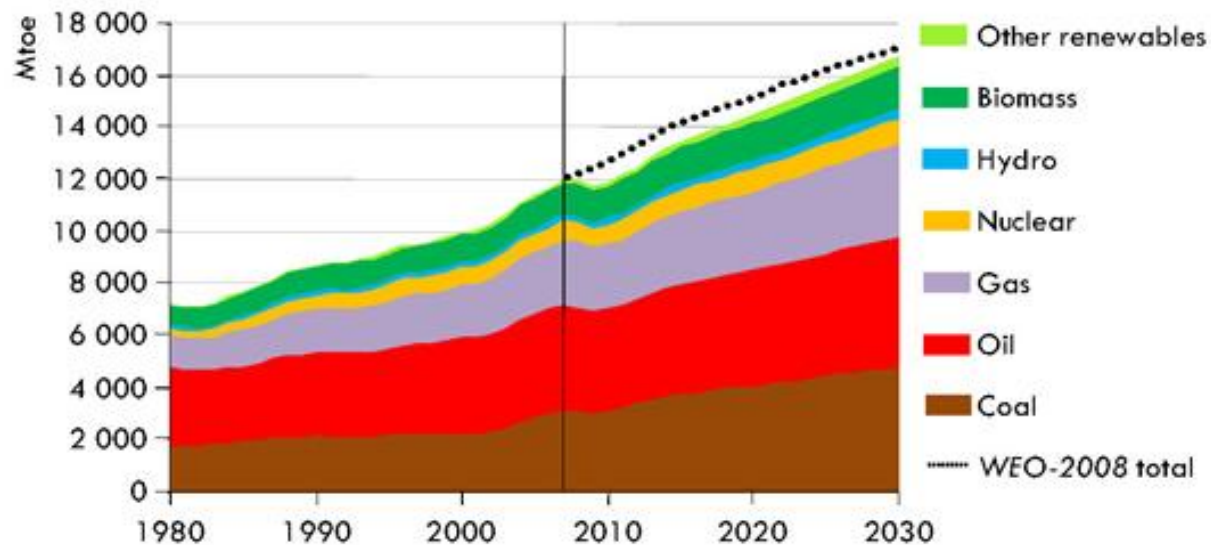
Ochrona środowiska + „Polityka klimatyczna”

- Popularyzacja źródeł odnawialnych
- Promocja paliw niskoemisyjnych
- Karanie paliw wysokoemisyjnych

LUDNOŚĆ ŚWIATA [MLD]



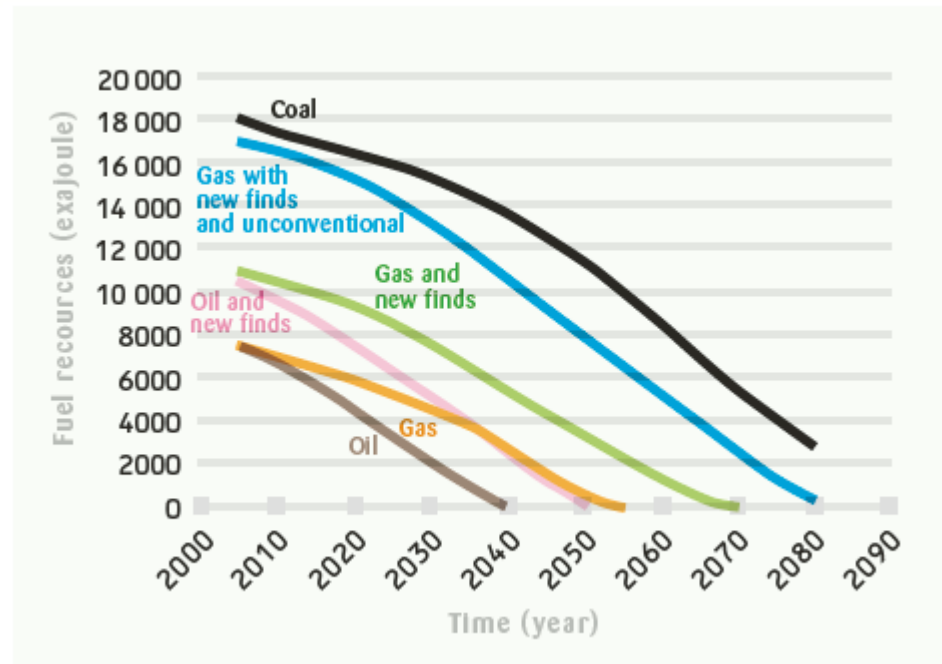
World primary energy demand by fuel in the Reference Scenario



*Global demand grows by 40% between 2007 and 2030,
with coal use rising most in absolute terms*

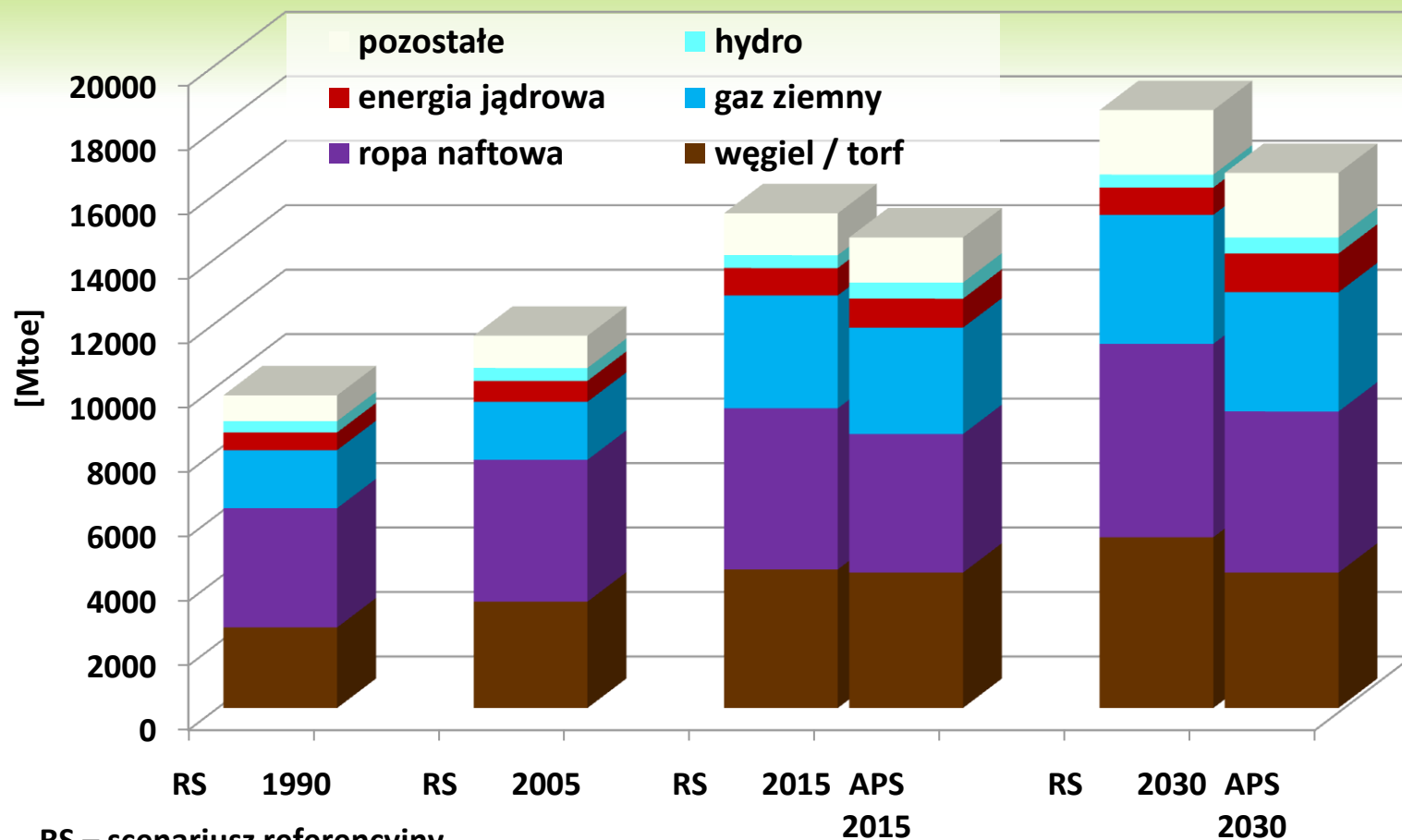
© OECD/IEA - 2009

ZASOBY PALIW KOPALNYCH



Źródło: Klimstra J., Hotakainen M., Smart Power Generation

ZASOBY PALIW KOPALNYCH



RS – scenariusz referencyjny

APS – alternatywny scenariusz rozwoju

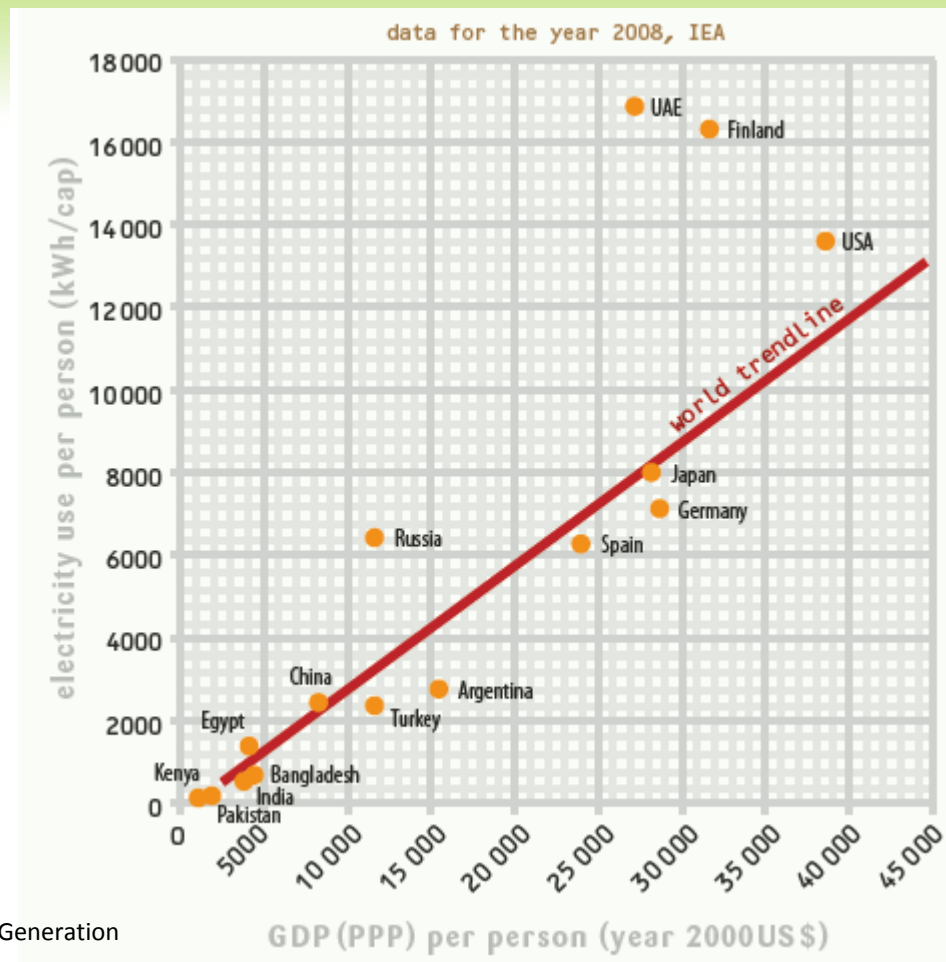
© 2009, ADAM RAJEWSKI, ZT ITC PW

wg danych z roku 2007

2012-04-15

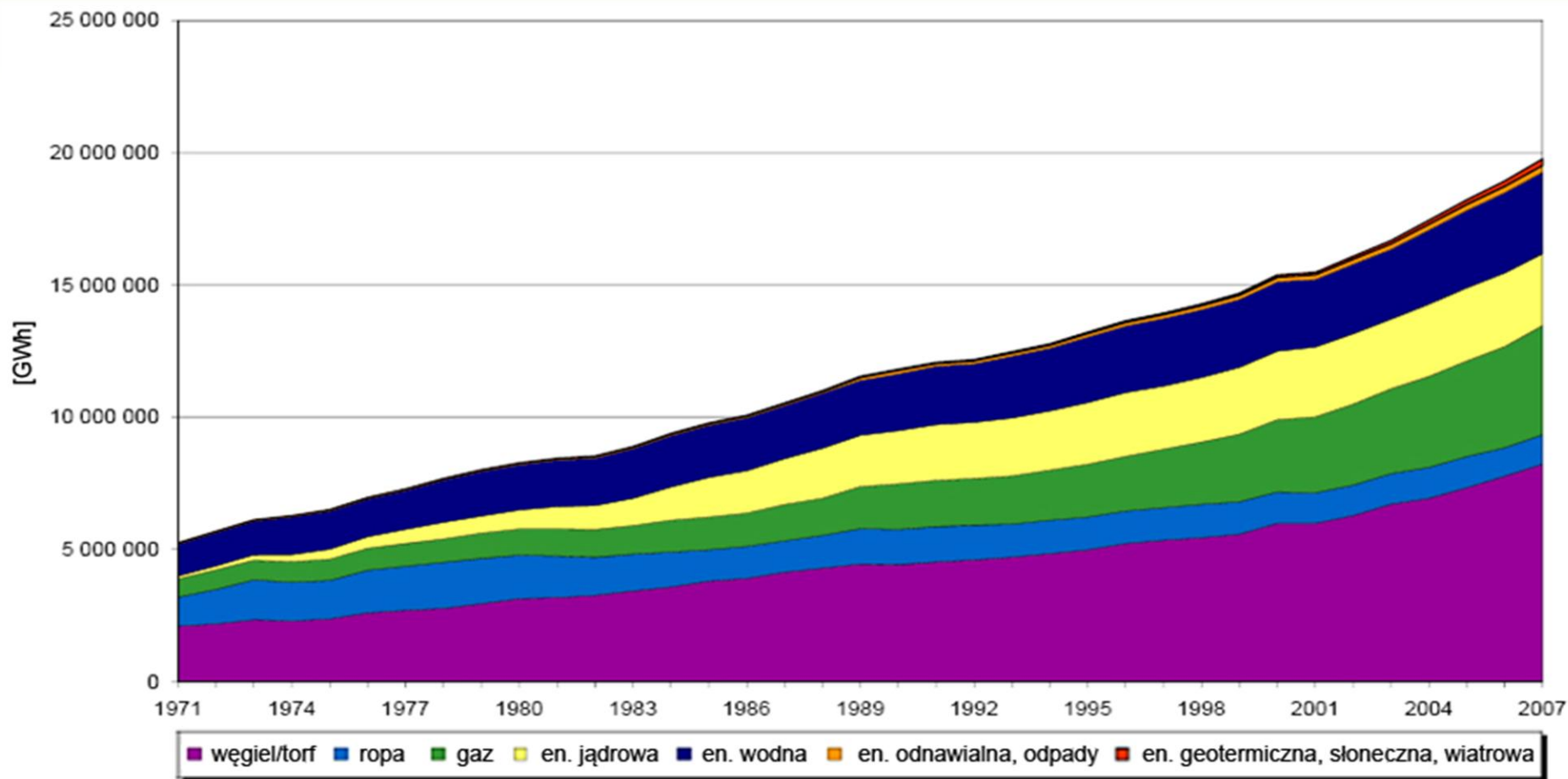
ROLA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Średnio 1 MWh energii elektrycznej przekłada się na 3500 USD PKB (PSN)

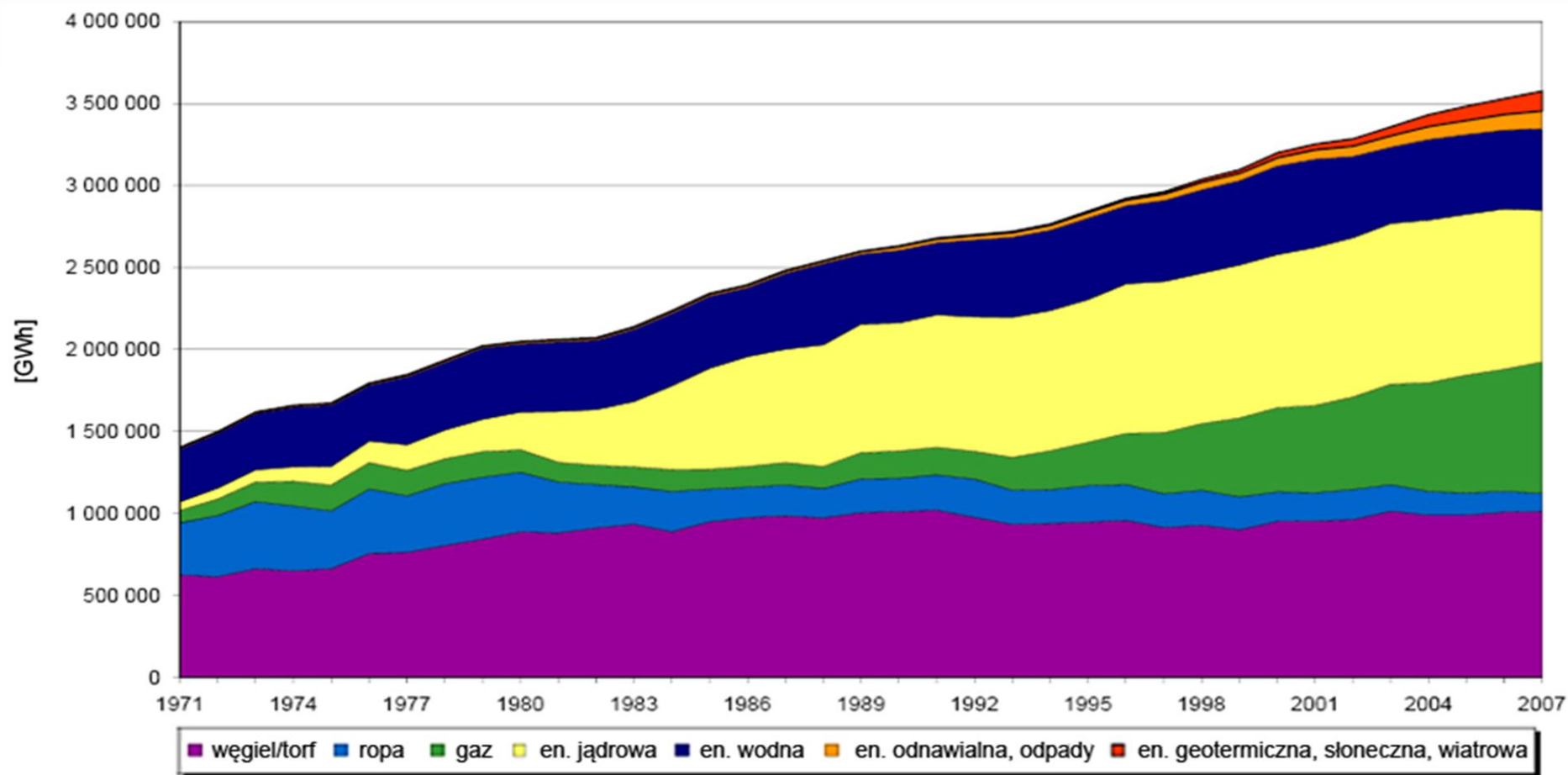


Źródło: Klimstra J., Hotakainen M., Smart Power Generation

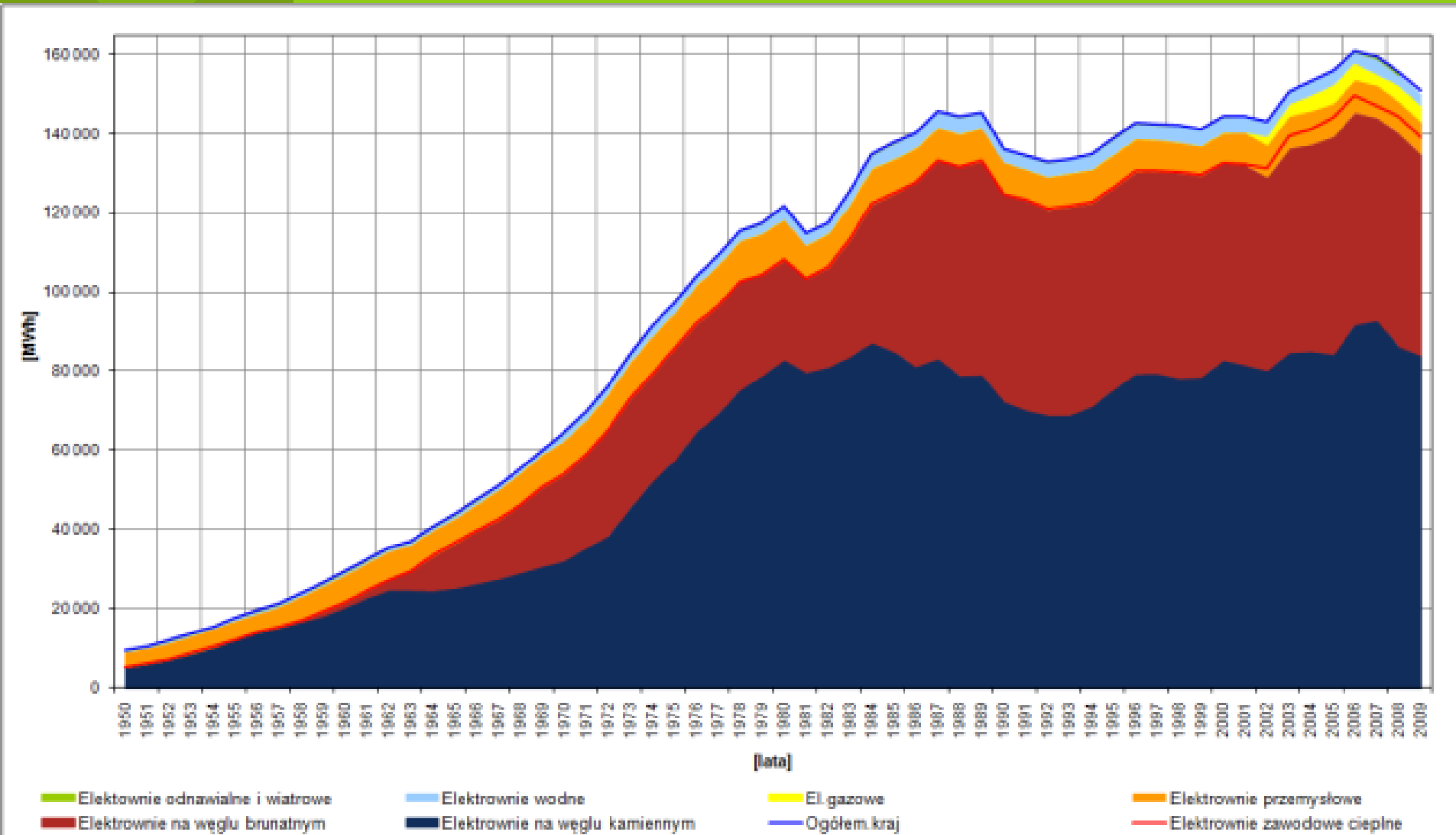
PRODUKCJA ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA ŚWIECIE...



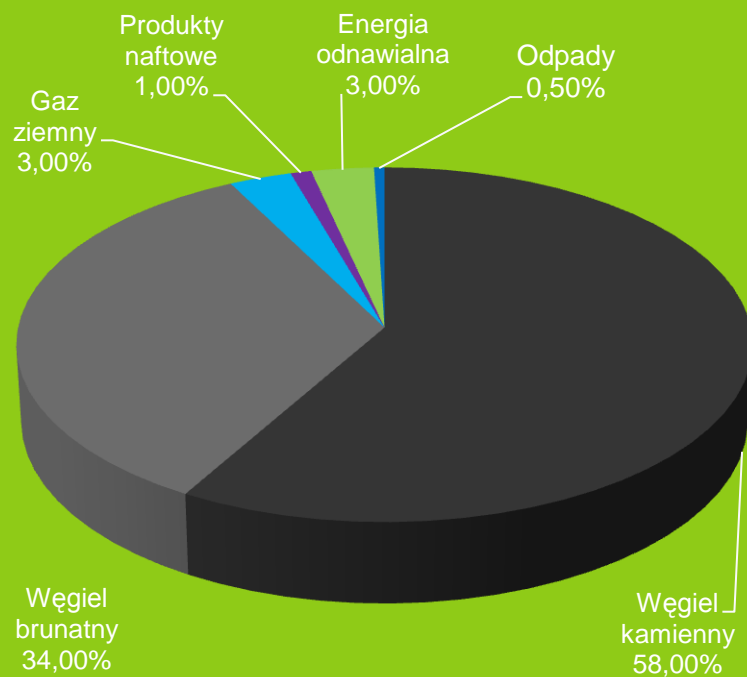
...W KRAJACH OECD...



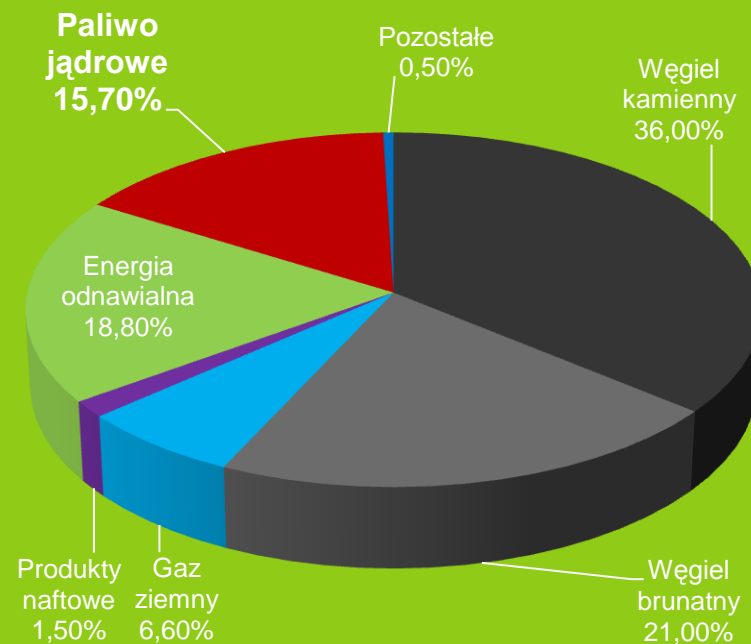
...I W POLSCE



obecnie – 147,7 TWh

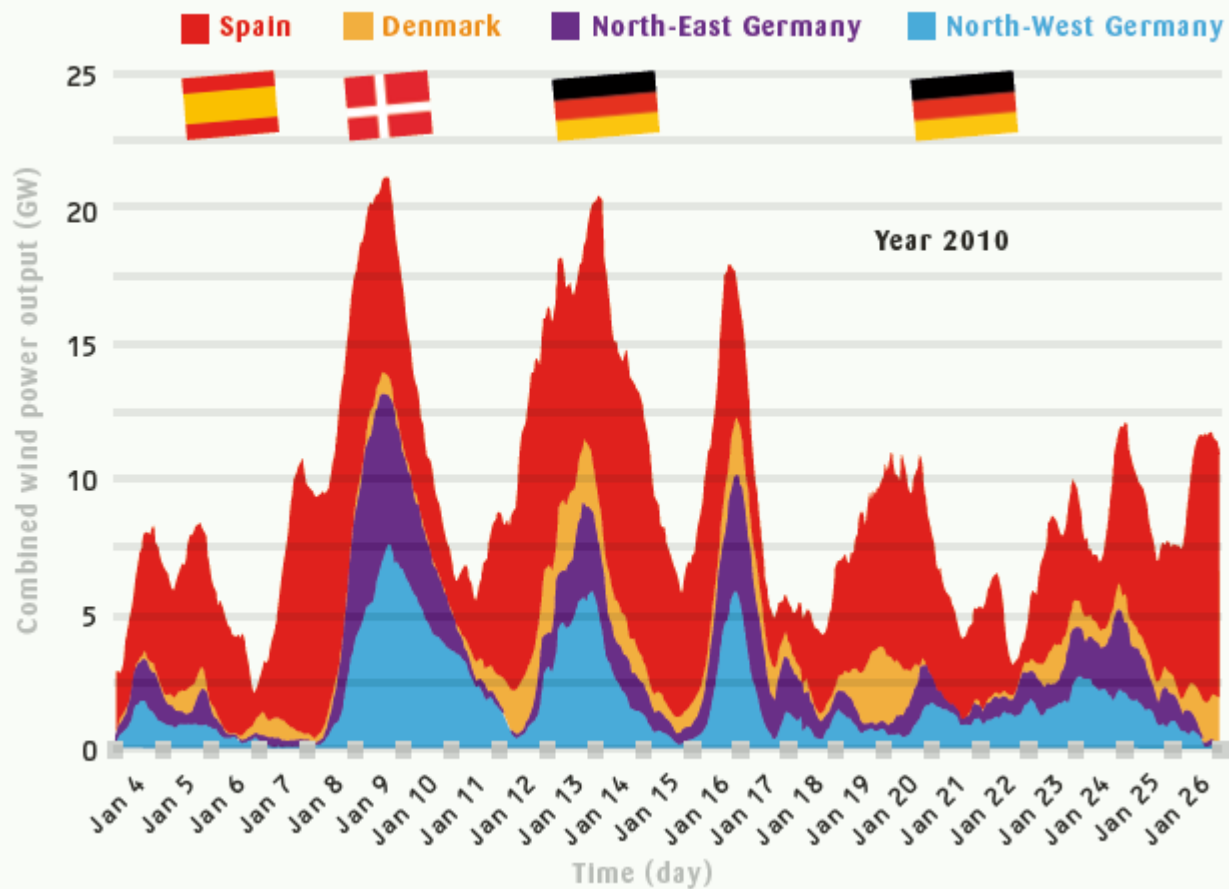


około roku 2030
– 201,8 TWh



**Produkcja energii elektrycznej netto
w podziale na paliwa [TWh]**

ENERGETYKA WIATROWA



TYPICAL ENERGY CONVERSION CHAINS

Chemical energy of crude oil

Chemical energy of petrol

Internal (thermal) energy of exhaust gases in the engine

Mechanical (kinetic) energy of piston/crankshaft

Kinetic energy of a car

$\eta < 10\%$

TYPICAL ENERGY CONVERSION CHAINS

Chemical energy of crude oil

Chemical energy of jet fuel

Internal (thermal) energy of exhaust gases in the engine

Mechanical (kinetic) energy of piston/crankshaft

Kinetic energy of a car

TYPICAL ENERGY CONVERSION CHAINS

Chemical energy of coal

Internal (thermal) energy of flue gas

Internal energy of steam

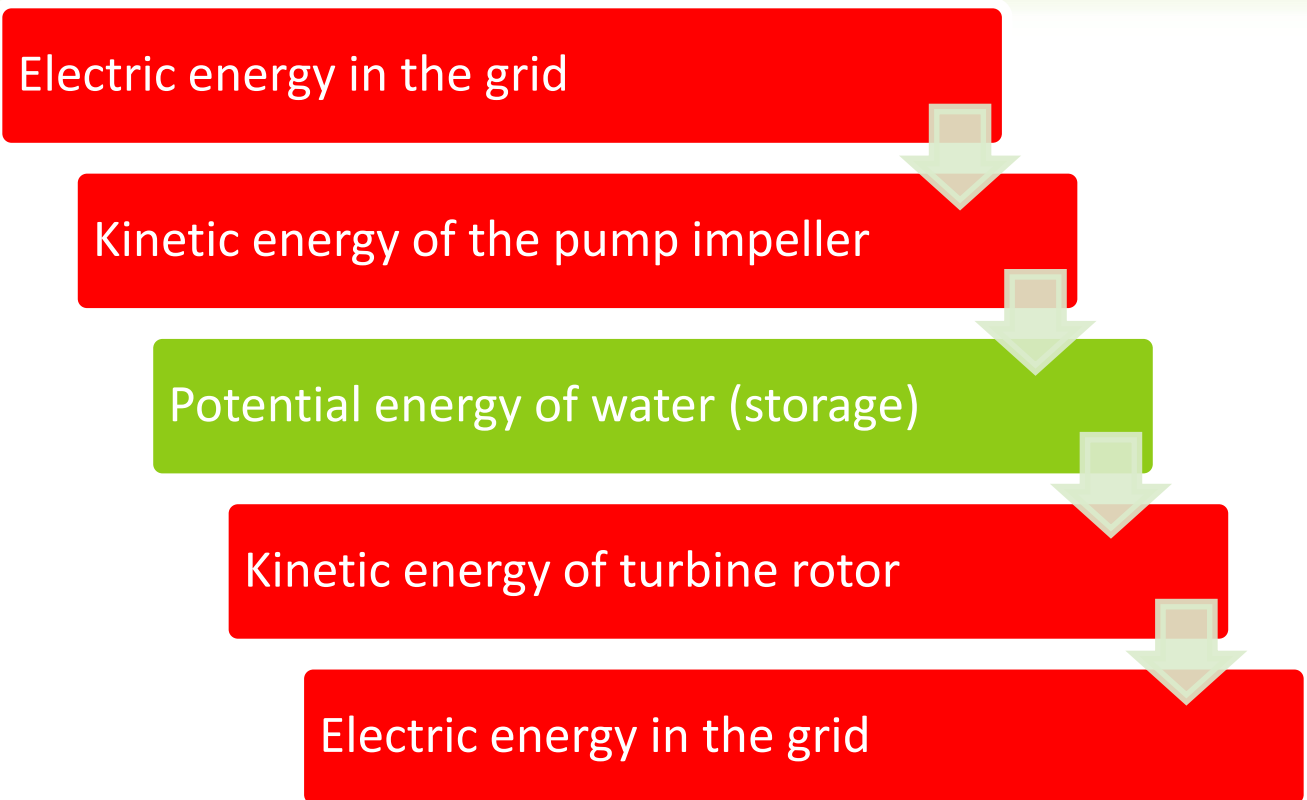
Kinetic energy of turbine rotor

Electric energy

$\eta < 50\%$

TYPICAL ENERGY CONVERSION CHAINS

$\eta < 80\%$



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!