

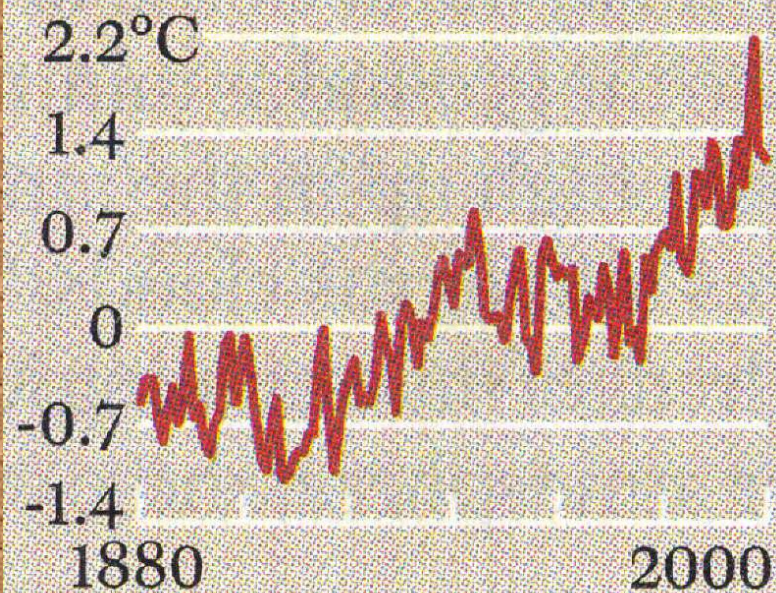
**KRZYSZTOF WARMUZIŃSKI**

**INSTYTUT INŻYNIERII CHEMICZNEJ PAN**

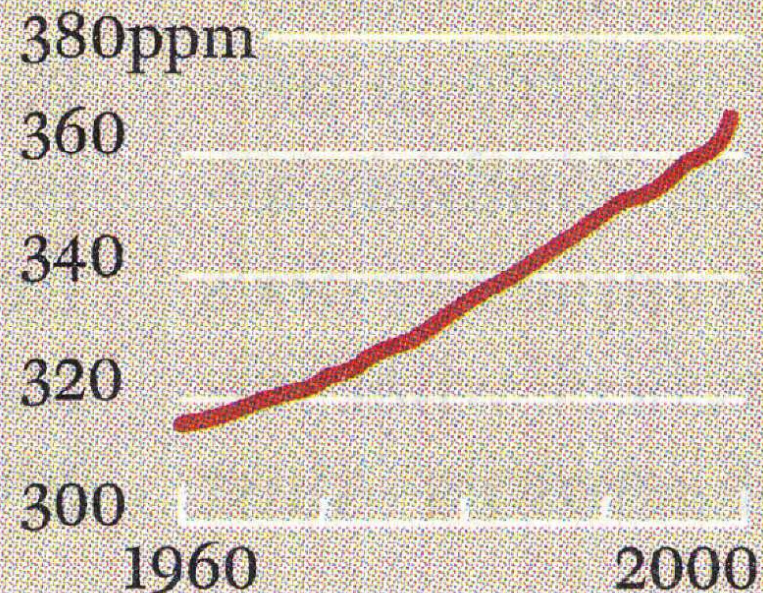
**ENERGIA BEZ EMISJI – WYZWANIE  
I SZANSA**

**Cywilizacyjna aktywność  
człowieka znacząco zmienia  
system klimatyczny,  
zwiększając poziom gazów  
cieplarnianych w atmosferze**

## Global mean temperature change

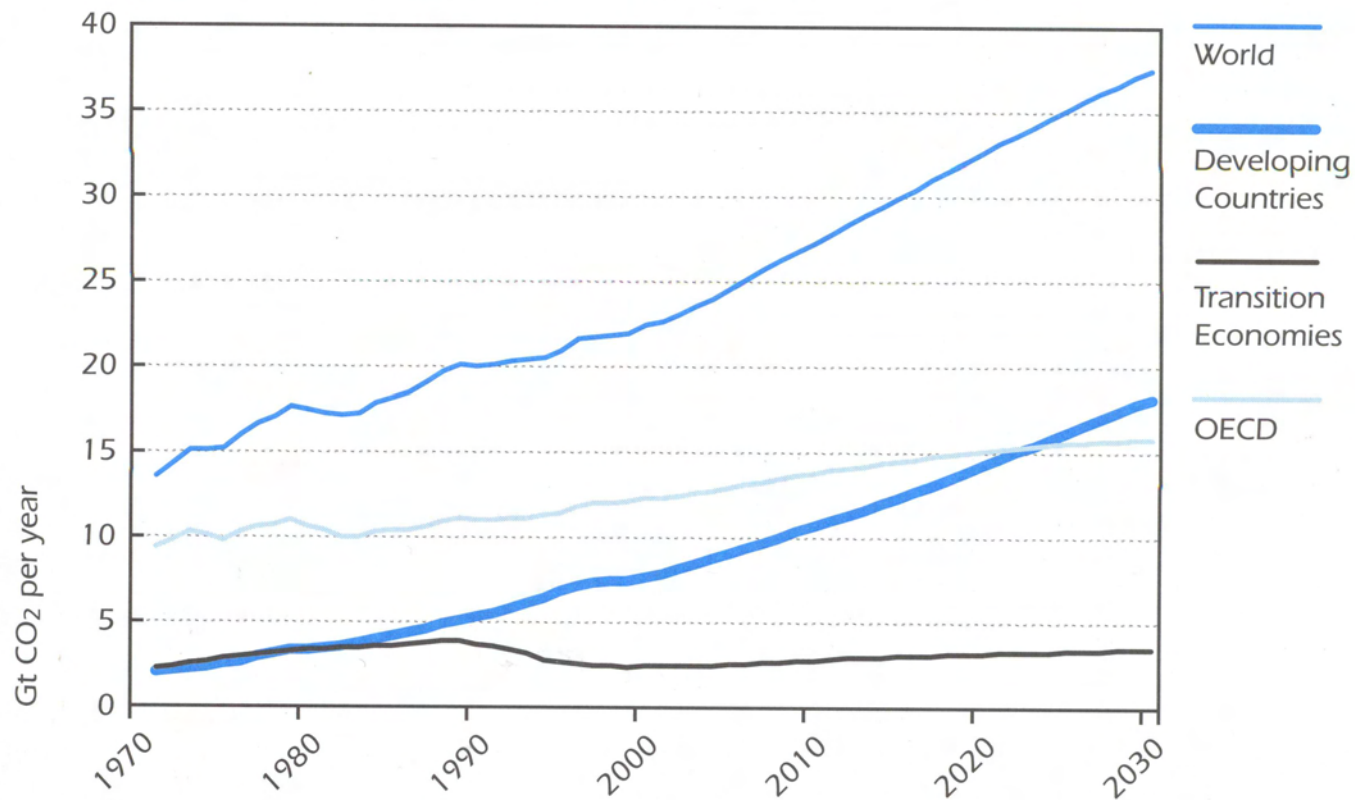


## CO<sub>2</sub> concentration at the South Pole





Energy-related CO<sub>2</sub> emissions, globally and by region (1973-2030)





## ❖ Źródła CO<sub>2</sub>

## ❖ Wychwył

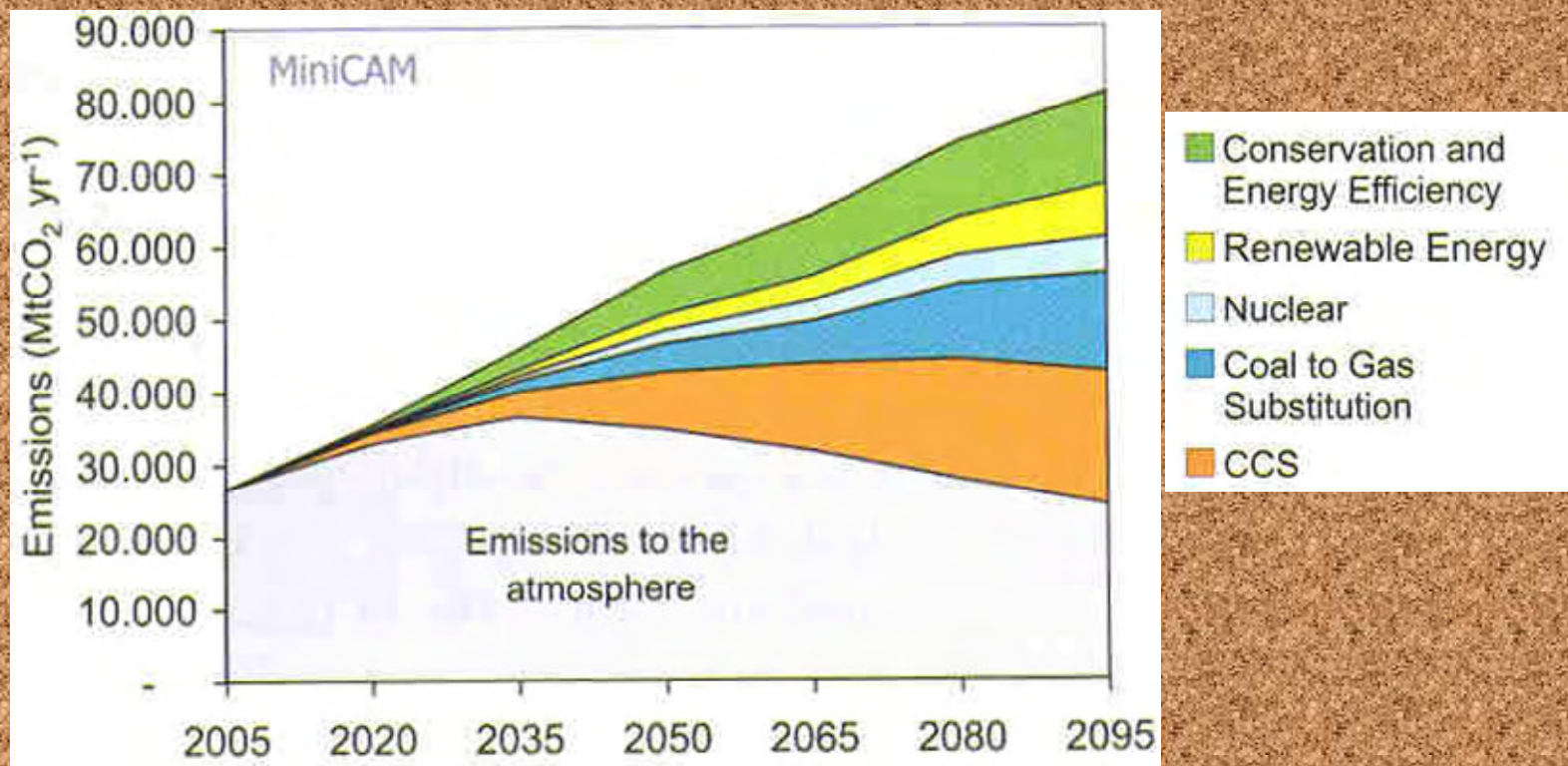
- Po spalaniu
- Przed spalaniem
- Spalanie tlenowe

## ❖ Transport

## ❖ Składowanie

- Składowanie geologiczne
- Składowanie na dnie oceanów
- Mineralizacja

Proces	Liczba źródeł	Emisja (Mt CO <sub>2</sub> /rok)
Produkcja ciepła i energii elektrycznej	4942	10538
Produkcja cementu	1175	932
Rafinerie	638	798
Metalurgia	269	646
Przemysł petrochemiczny	470	379
Przeróbka gazu i ropy naftowej	N/A	50
Inne źródła	90	33
Razem	7,584	13,376



## # Układy po spalaniu

(wydzielanie  $\text{CO}_2$  ze spalin)

## # Układy przed spalaniem

(konwersja paliw kopalnych do wodoru i  $\text{CO}_2$ )

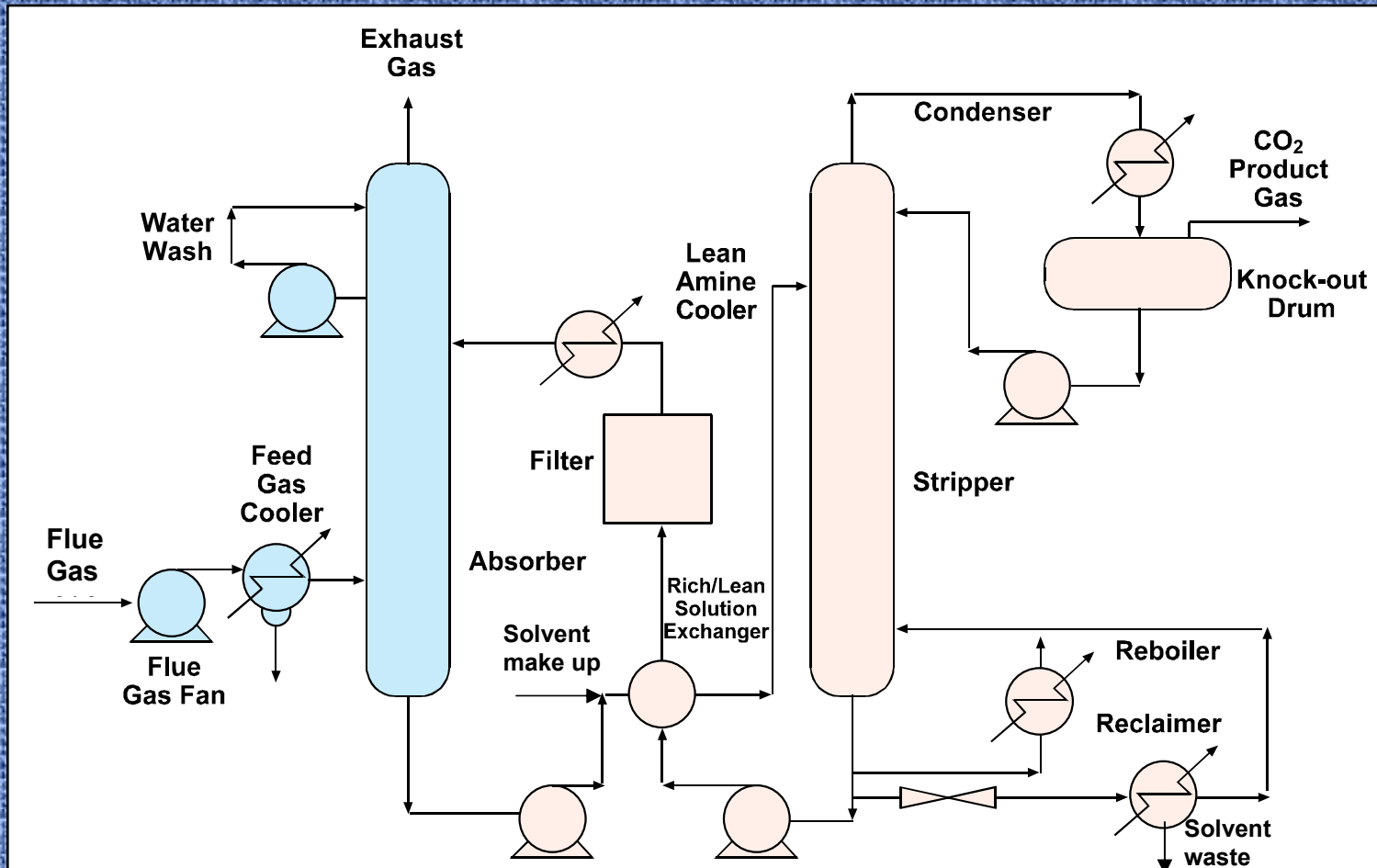
## # Spalanie w atmosferze tlenu



500 t<sub>CO<sub>2</sub></sub>/dobę

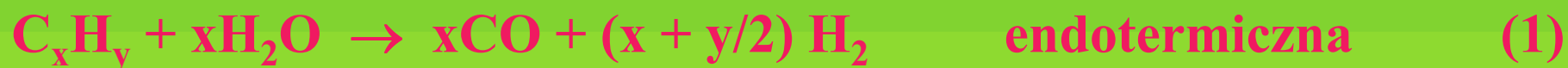


- # **Absorpcja**
- # **Separacja membranowa**
- # **Adsorpcja (PSA, TSA)**



## UKŁAD PRZED SPALANIEM

### Reforming parą wodną



### Częściowe utlenianie

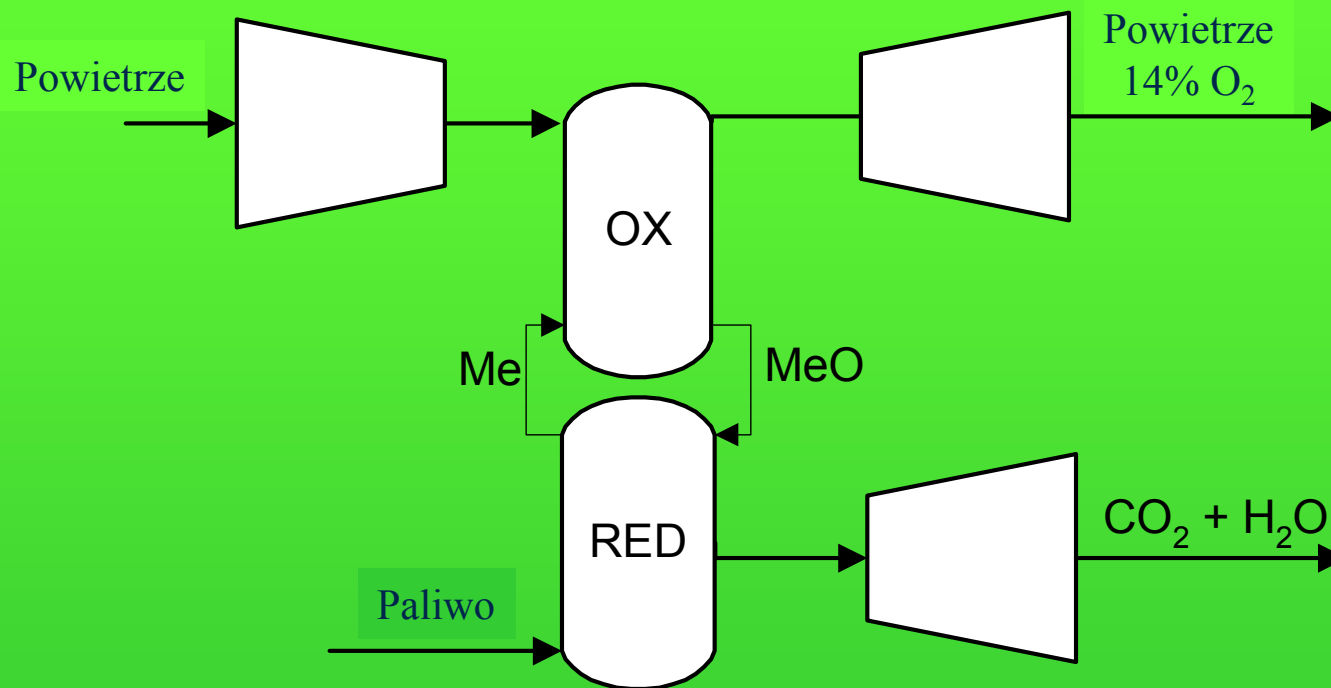


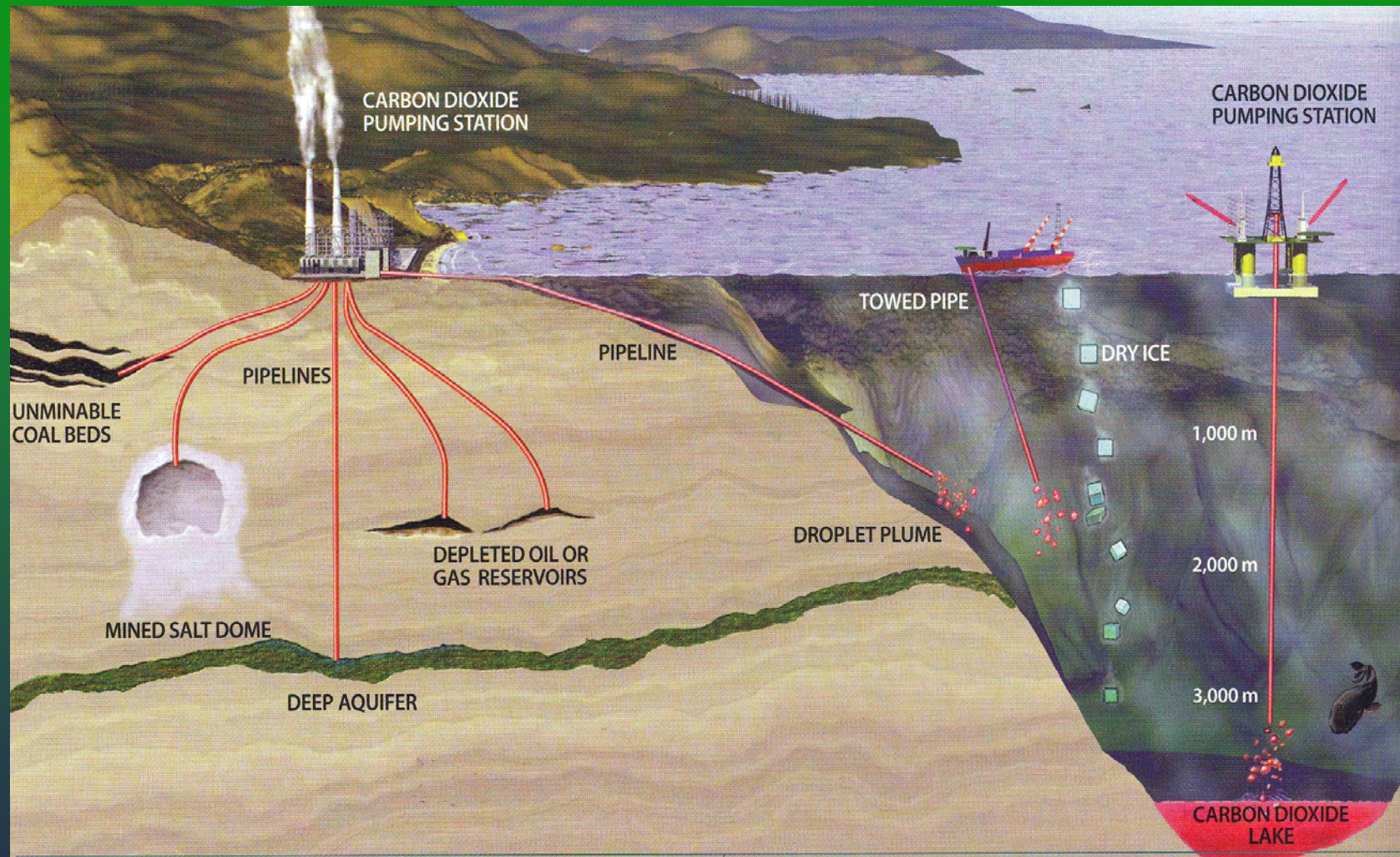
### Reakcja gazu wodnego





## CHEMICZNA PĘTLA TLENKOWA





## **INICJATYWY KRAJOWE**

- # Projekty finansowane przez MNiSzW**
- # Sieci naukowe (ENEMI, EKO-ENERGIA)**
- # Polskie Platformy Technologiczne (PPT Wodoru i Ogniw Paliwowych, PPT Środowiska)**
- # Narodowy Program Foresight POLSKA 2020**
- # Innowacyjny Śląski Klaster Czystych Technologii Węglowych**





## **INICJATYWY EUROPEJSKIE**

- # Projekty finansowane przez Komisję Europejską (CASTOR, CACHET, ENCAP)**
- # Sieci naukowe (CO2NET, CO2NET EAST)**
- # Europejskie Platformy Technologiczne (ETP Zero-Emission Fossil Fuel Power Plants )**



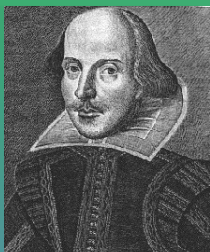
## **INICJATYWY MIĘDZYNARODOWE**

- # IEA Greenhouse Gas R&D Programme**
- # UN Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Assessment Reports, Special Reports)**



**William the Conqueror (1028 - 1087)**

?



**William Shakespeare (1564 - 1616)**

280 ppm



**William J. Clinton (1946 - )**

380 ppm