

Czyste Technologie Węglowe



Prof. dr hab. inż. Józef DUBIŃSKI
czł. koresp. PAN
Naczelnny Dyrektor
Głównego Instytutu Górnictwa

Dlaczego Świat potrzebuje węgla ?



**tanie
źródło
energii**

**stabilne
źródło
energii**

**Węgiel może być
czysty i przyjazny
dla środowiska**

**Dlaczego
węgiel ?**

**dostarcza
40% energii
elektrycznej**

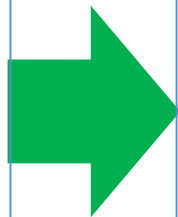
**inne
pozytywne
cechy**

**tworzy
wiele
miejsc
pracy**

Dlaczego węgiel powinien być „czysty” ? ...

- ❖ Zasoby węgla są najliczniejsze i najbardziej dostępne spośród zasobów paliw kopalnych w świecie i stanowią ponad 50% ich zasobów całkowitych;
- ❖ Redukcja światowej zależności od węgla jest obecnie **NIEMOŻLIWA**, natomiast możliwe jest „czystsze” wykorzystywanie węgla.
- ❖ **Czyste Technologie Węglowe** pozwolą na dalsze korzystanie ze światowych zasobów węgla.

**CZYSTY WĘGIEL –
NISKOEMISYJNE,
HI-TECH PALIWO
PRZYSZŁOŚCI**

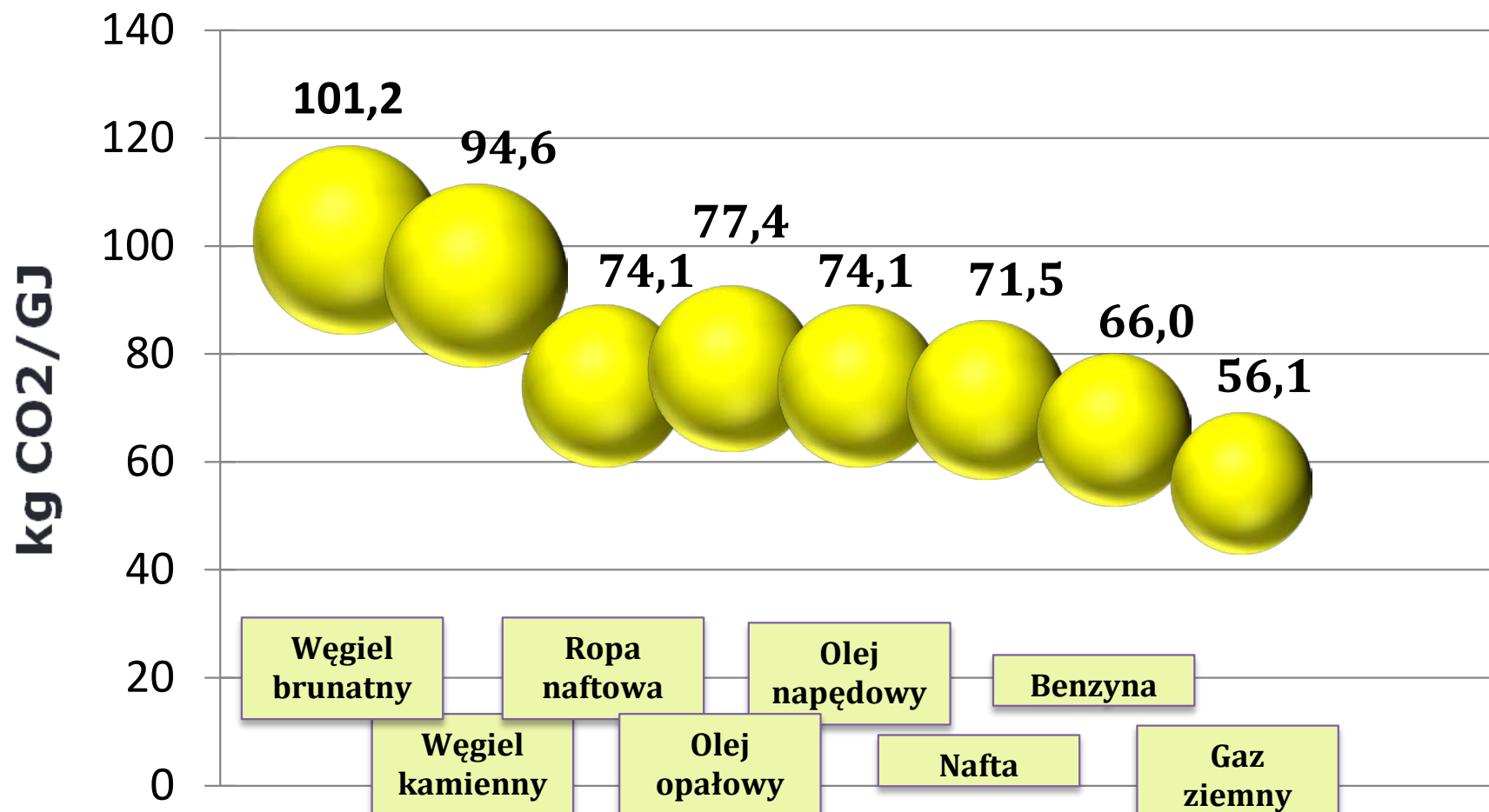


**WYKORZYSTANIE
WĘGLA W SPOSÓB
BARDZIEJ
ZRÓWNOWAŻONY**

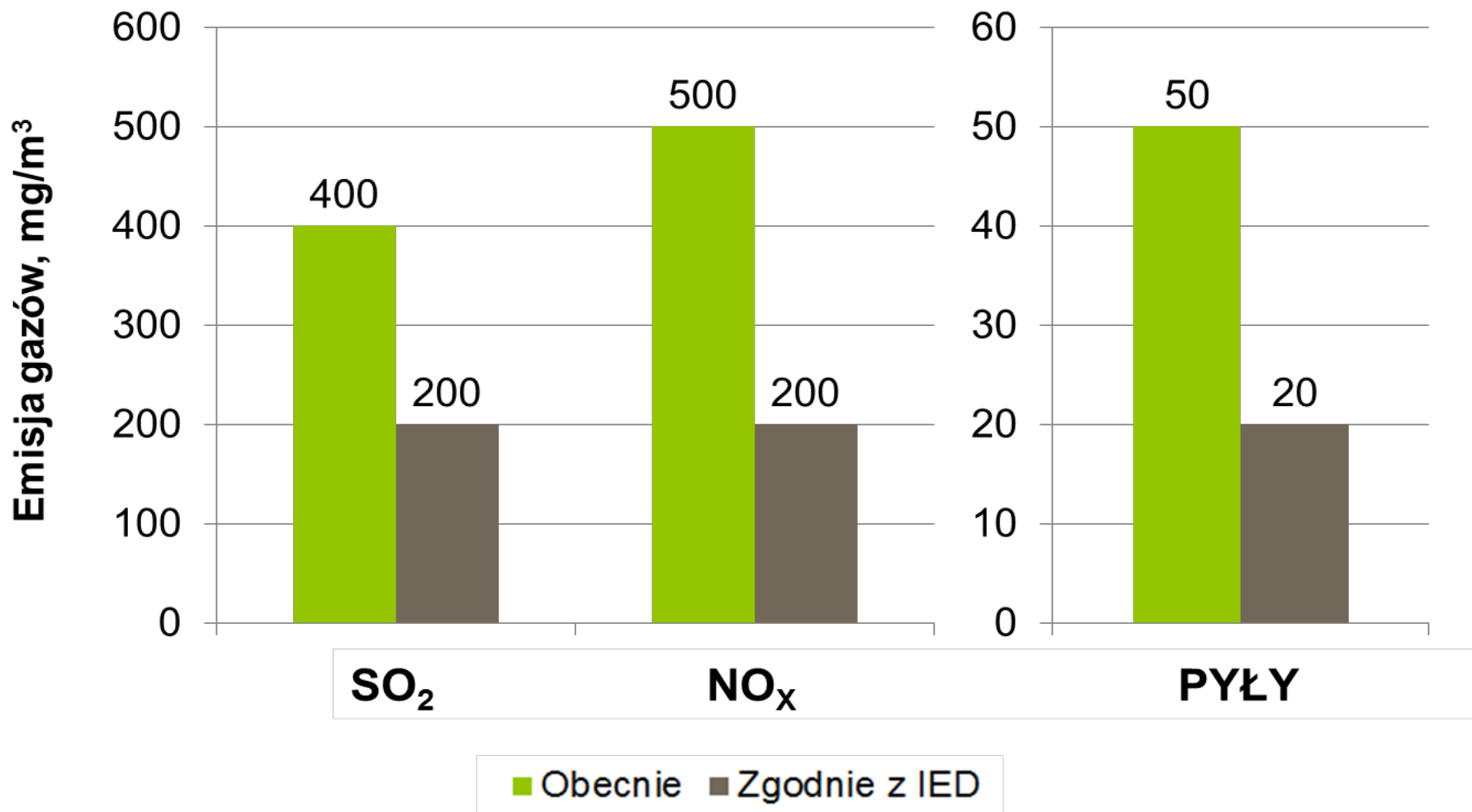


Dlaczego węgiel jest nazywany paliwem brudnym?

JEDNOSTKOWA EMISJA CO₂ PRZY SPALANIU KOPALNYCH SUROWCÓW ENERGETYCZNYCH



Standardy emisyjne przy spalaniu węgla kamiennego (dla źródła o mocy > 500 MW_t)



Od 1.01.2016. ma obowiązywać dyrektywa IED (Industrial Emission Directive)

Co oznacza pojęcie „Czyste Technologie Węglowe” ?




CTW - to technologie rozwijane w celu uzyskania wyższej efektywności energetycznej węgla i wykorzystania jego potencjału karbochemicznego oraz prowadzące do zmniejszenia negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne procesów związanych z jego eksploatacją, przeróbką i przetwarzaniem w różnych sektorach gospodarki.

HELE – High Efficiency Low Emission

Co CTW oznacza w praktyce ?



CTW  osiągać więcej przy mniejszym zużyciu węgla wraz z minimalizowaniem w sposób zrównoważony wpływu węgla na środowisko.



Czyste Technologie Węglowe

Technologie produkcji czystego węgla w zakładach górniczych

- Selektywne wybieranie węgla o niskiej zawartości siarki i popiołu.
- Wzbogacanie węgla dla energetyki.
- Pozyskiwanie MPW
- Produkcja węgla ekologicznych dla odbiorców indywidualnych.

Technologie przetwarzania węgla w energię lub paliwa płynne

- Spalanie pyłowe w warunkach nadkrytycznych.
- Spalanie w złożu fluidalnym.
- Zgazowanie węgla.
- Uptynnianie węgla

Technologie redukcji emisji

- Odpylanie
- Odsiarczanie
- Redukcja emisji No_x
- Ograniczenie emisji CO_2

Czyste Technologie Węglowe są ważne dla polskiej gospodarki ...



Rok 2013

**ENERGIA
PIERWOTNA**

**Udział
węgla 52%**

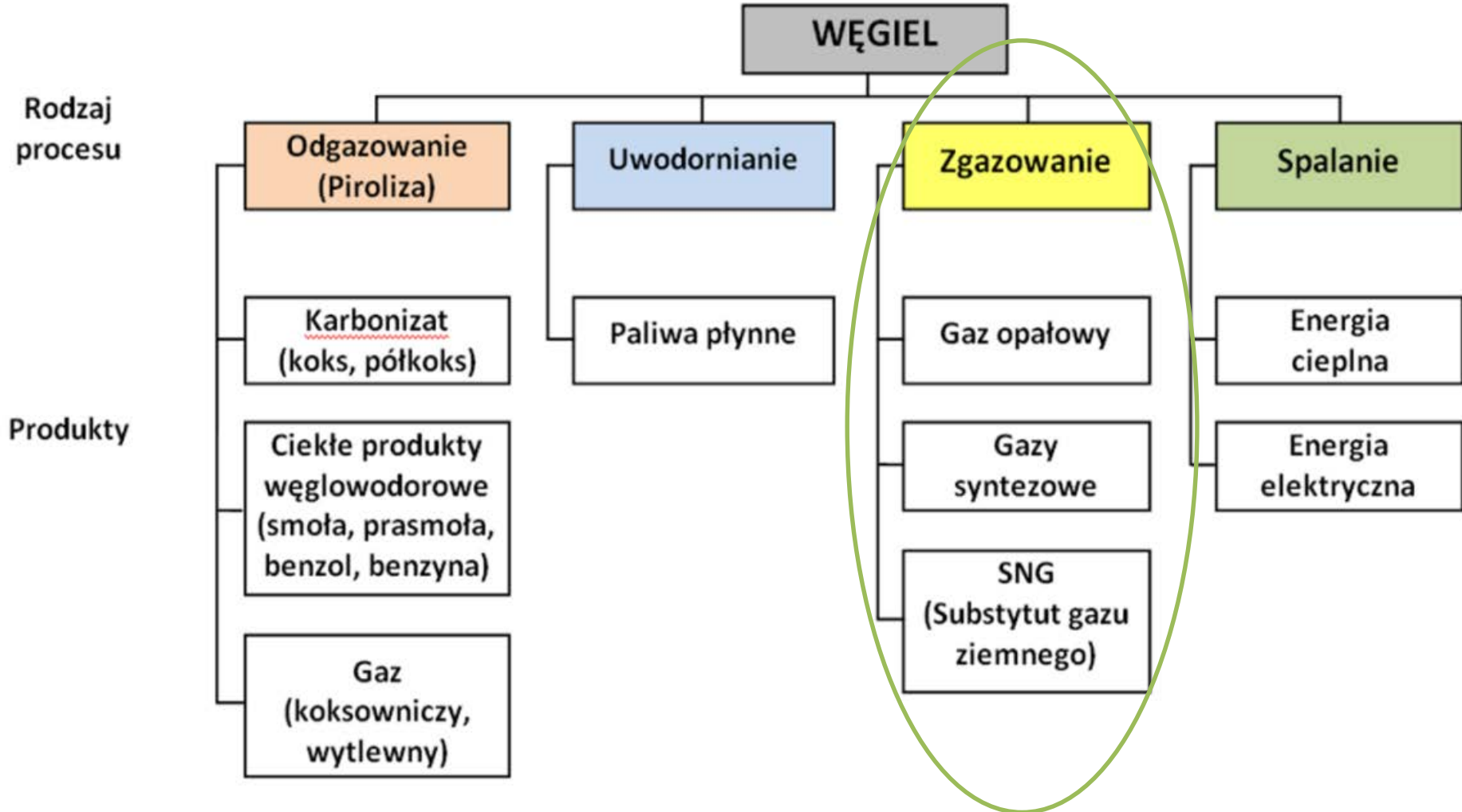
**ENERGIA
ELEKTRYCZNA**

**Udział węgla
83,7 %**

**w. kamienny
49,6 %**

**w. brunatny
34,1 %**

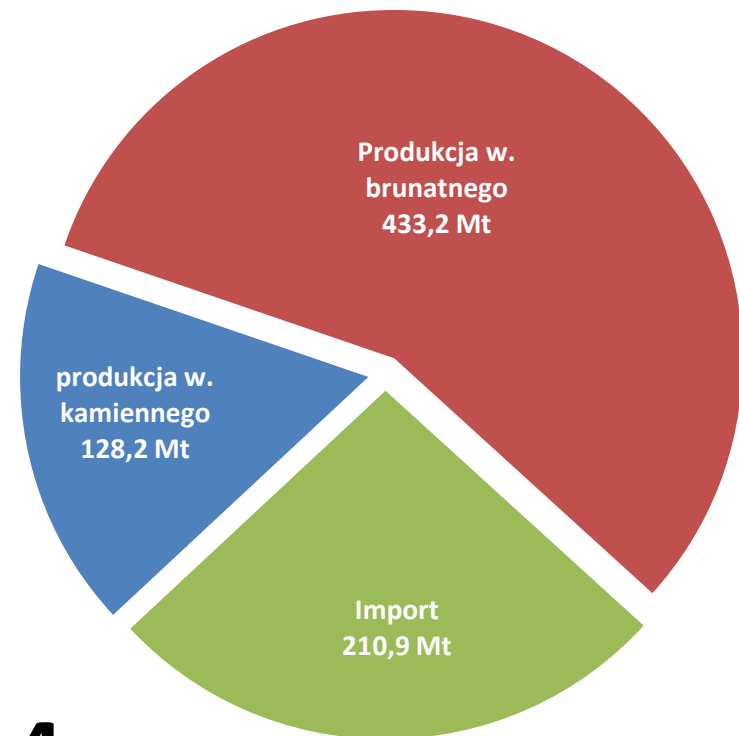
Podstawowe procesy i produkty wykorzystania węgla



Powinny być także ważne dla wielu gospodarek krajów UE..



- ❑ Unia Europejska jest czwartym światowym konsumentem węgla
- ❑ Niemcy są największym konsumentem węgla w Europie - 250 Mt/rok
- ❑ Spośród 28 krajów członkowskich UE 21 korzystało z węgla w 2014 r.



772 Mt

Zgazowanie węgla



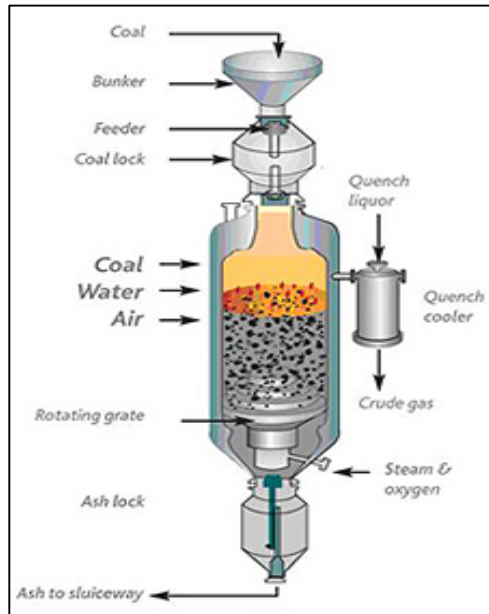
Zgazowanie węgla to proces wysokotemperaturowej konwersji węgla do gazu syntezowego przy użyciu czynnika zgazowującego (np. para wodna, tlen, wodór, CO_2) dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii.

Zgazowanie węgla

Zgazowanie

Naziemne

Podziemne



Naziemne zgazowanie węgla

Proces zgazowania prowadzony jest na powierzchni w reaktorach, których specjalne konstrukcje, w zależności od przepływu paliwa w strefie reakcyjnej, dzieli się na:

- reaktory ze złożem przesuwным (ang. *moving bed*),
- reaktory ze złożem fluidalnym (ang. *fluidised bed*),
- reaktory dyspersyjne (ang. *entrained bed*), (najczęściej wykorzystywane w nowych instalacjach).

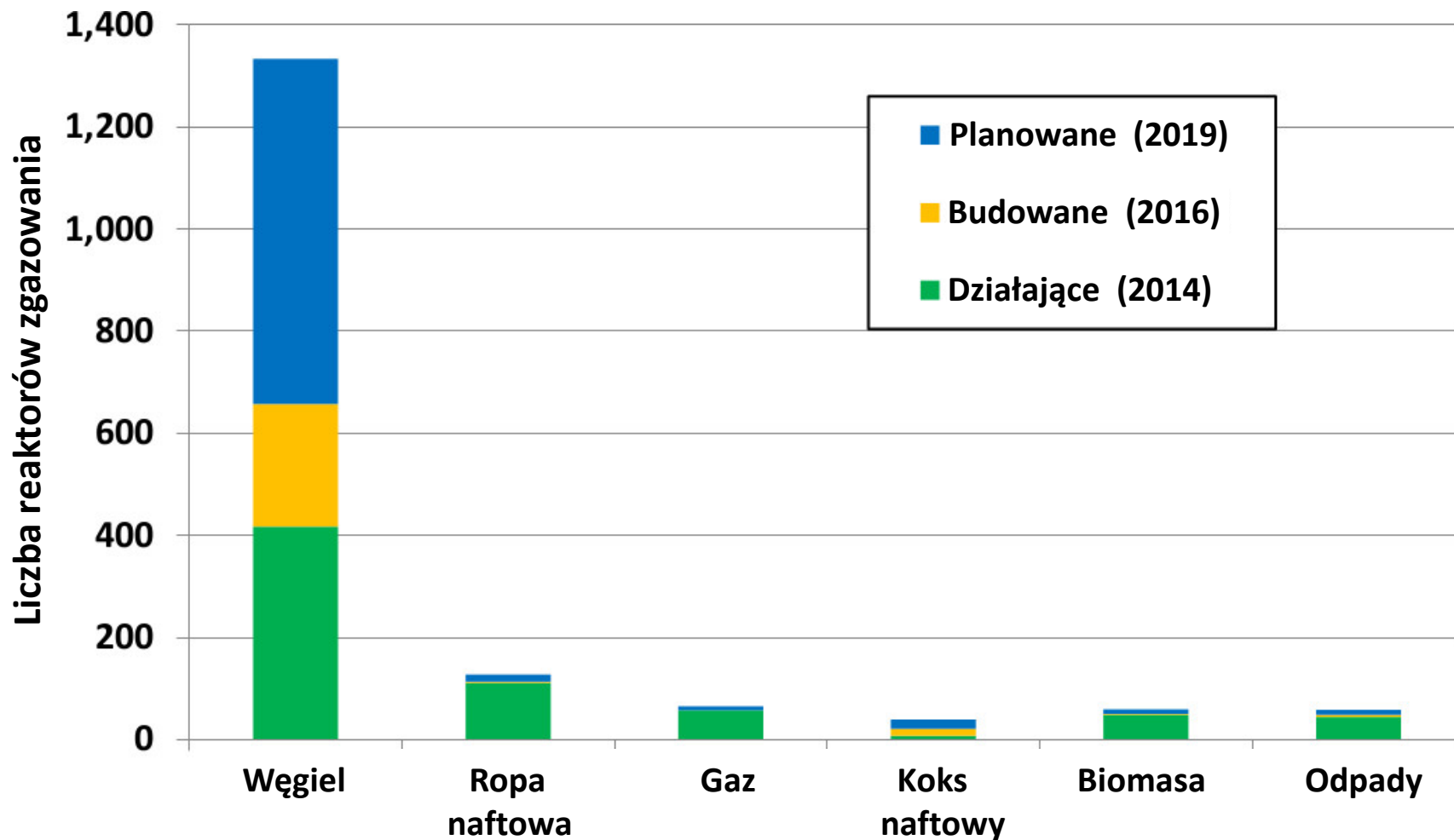
- ✓ Zgazowanie jest coraz częściej podstawą procesową zaawansowanych technologii wykorzystania węgla.
- ✓ Mniejsze są koszty usuwania CO₂.
- ✓ Zgazowanie jest kreatorem rozwoju procesów chemicznego wykorzystania węgla.

Aktualny stan rozwoju technologii NZW

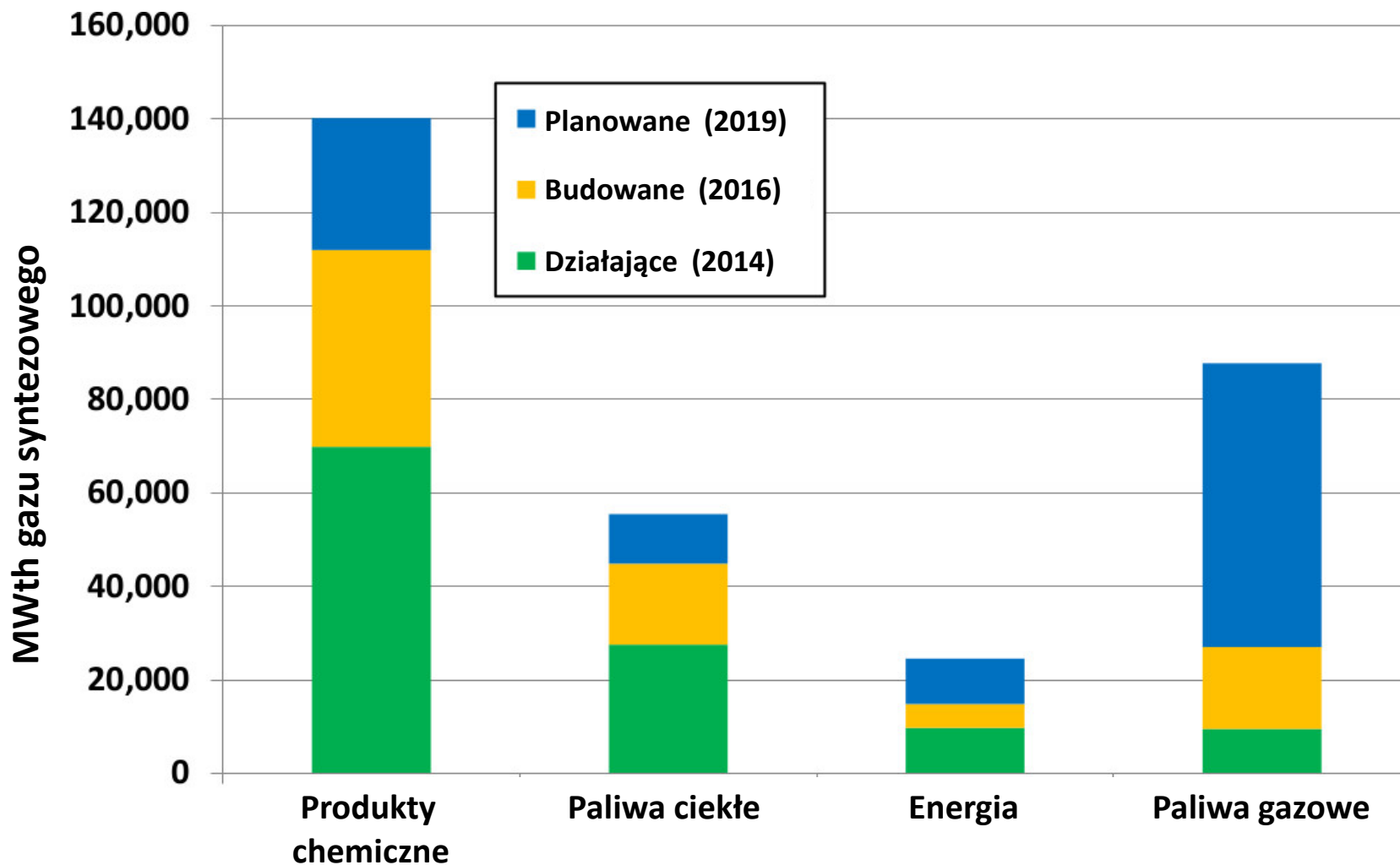


- **NZW jest technologią w pełni komercyjną.**
- Na świecie pracuje wiele instalacji zgazowania wyposażonych w ponad 400 reaktorów .
- Obserwuje się wyraźny przyrost liczby instalacji NZW.
- Największy wzrost obserwuje się w Chinach, gdzie zgazowaniu poddaje się ponad 100 Mt węgla, głównie na potrzeby przemysłu chemicznego.
- **Zgazowanie węgla stanowi podstawę rozwoju układów IGCC oraz poligeneracyjnych (produkcja energii elektrycznej i produktów chemicznych).**
- Dominującą rolę w technologii zgazowania naziemnego odgrywają technologie oferowane przez SASOL Lurgi (złóże stałe), GE Energy (Chevron Texaco; reaktory zawieszinowe) oraz Shell (reaktory zawieszinowe) – 94% rynku światowego.

Liczba reaktorów zgazowania dla różnych paliw i etapów cyklu życia



Zgazowania vs. zastosowanie



20 największych komercyjnie działających projektów zgazowania węgla



Gasification Plant/ Owner	Location	Gasification Technology	No. Gasifiers	MWth SG Output	Start-up Year	Feed/Product
Pearl GTL	Qatar	Shell	18 + 0	10936	2011	Natural Gas / FT Liquids
Sasol Synfuels West	South Africa	Lurgi FBDB	40 + 0	7048	1977	Subbit. coal / FT liquids
Sasol Synfuels East	South Africa	Lurgi FBDB	40 + 0	7048	1982	Subbit. coal / FT liquids
Datang Duolun MTP Plant	China	Shell	3 + 0	3373	2011	Lignite / Methanol
Shenhua Ningxia Coal to Polypropylene II	China	SEDIN	14 + 2	2500	2014	Coal / Methanol-PP
Shenhua Ningxia Coal to Polypropylene I	China	Siemens	5 + 0	1912	2011	Coal / Methanol-PP
Great Plains Synfuels Plant	United States	Lurgi FBDB	12 + 2	1900	1984	Lignite / SNG
Shenhua Baotou Coal-to-Olefins Plant	China	GE	5 + 2	1750	2011	Coal / Methanol-Olefins
Hexigten SNG Plant	China	SEDIN	12 + 2	1670	2012	Coal / SNG
Rongxin Inner Mongolia Methanol Plant	China	ECUST	2 + 1	1400	2014	Coal / Methanol
SARLUX IGCC Project	Italy	GE	3 + 0	1271	2000	Visbreaker residue / Electricity
ISAB Energy IGCC Project	Italy	GE	2 + 0	1203	1999	ROSE asphalt / Electricity
Sanwei Neimenggu Methanol Plant	China	GE	4 + 2	1167	2011	Coal / Methanol
Edwardsport IGCC	United States	GE	2 + 0	1150	2012	Coal / Electricity
Tianjin Chemical Plant	China	Shell	2 + 0	1124	2010	Coal /
Henan Jinkai	China	HT-L	4 + 0	1120	2012	Coal / Ammonia
Yunnan Methanol & DME Plant	China	BGL	4 + 1	1120	2011	Coal / Methanol
Bintulu GTL Plant	Malaysia	Shell	6 + 0	1032	1993	Natural gas / FT liquids
Long Lake Integrated Upgrading Project	Canada	Shell	4 + 0	1025	2008	Asphalt / H2
Leuna Methanol Plant	Germany	Shell	6+0	984	1985	Visbreaker residue/ Methanol
Shenhua Erdos DCL Hydrogen Plant	China	Shell	2+0	861	2008	Coal / Hydrogen
Fujian Refinery Ethylene Project	China	Shell	2+1	858	2009	Asphalt / Hydrogen and Electricity

NAZIEMNE ZGAZOWANIE WĘGLA



ZALETY

- ✓ **Produkcja gazu o wysokich parametrach użytkowych.**
- ✓ **Kontrola procesu.**
- ✓ **Możliwości współzgazowania węgla z innymi paliwami.**
- ✓ **Technologia komercyjna i stosowana już od wielu lat na całym świecie.**

NAZIEMNE ZGAZOWANIE WĘGLA



WADY

- ✓ **Wysokie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.**
- ✓ **Obniżenie sprawności układu netto poprzez proces zgazowania i czyszczenia gazu.**

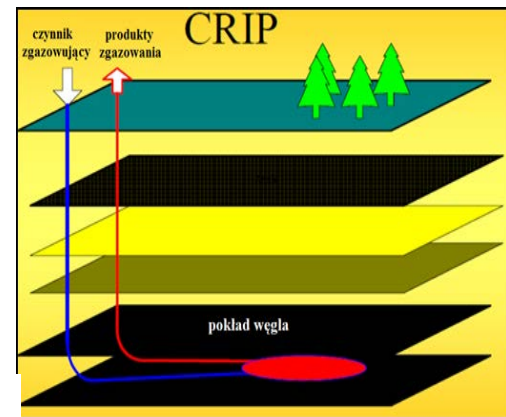
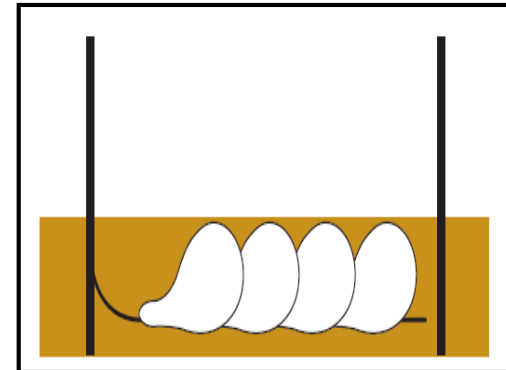
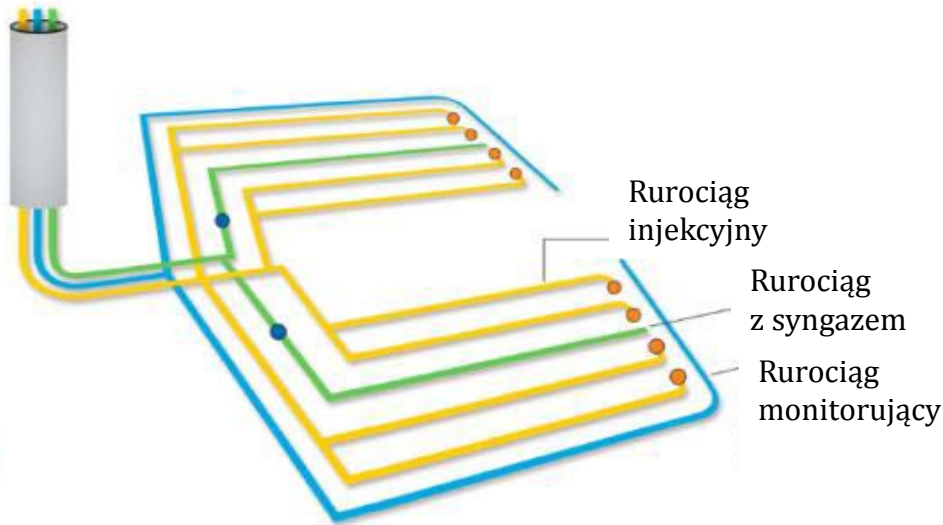
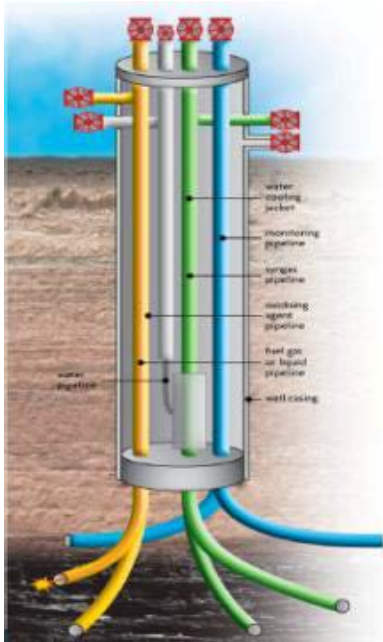
PODZIEMNE ZGAZOWANIE WĘGLA

powala na bezpośrednie pozyskanie energii w miejscu zalegania węgla i przebiega analogicznie do technologii zgazowania węgla na powierzchni - jest jednak bardziej skomplikowane i trudniejsze w realizacji

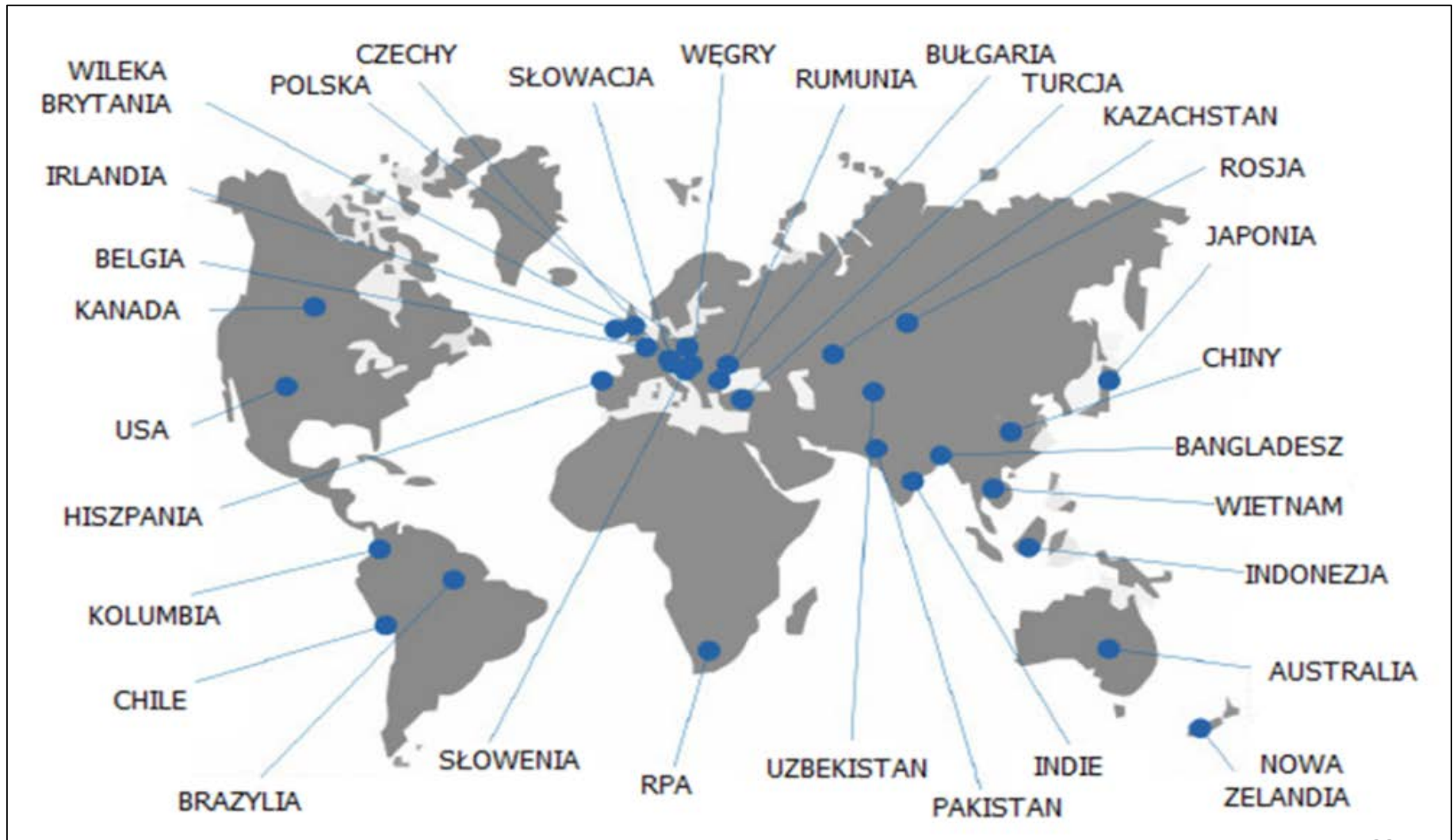


Podstawowe warianty technologii PZW

- Szybowa
- Otworowa
 - CRIP - Controlled Retracting Injection Point,
 - SWIFT - Single Well Integrated Flow Tubing.



Światowe próby PZW



Wyniki badań na poligonie KHW S.A. KWK Wieczorek



- 1. Proces przebiegał zgodnie z założeniami i w sposób stabilny.**
- 2. Proces był sterowalny, a zmiany parametrów podawanego do przestrzeni georeaktora medium zasilającego w przewidywalny sposób wpływały na parametry wytwarzanego gazu.**
- 3. Kontrola składu atmosfery w wyznaczonych miejscach pomiarowych w czynnych wyrobiskach w otoczeniu georeaktora nie wykazywała obecności tlenku węgla, ani innych gazów pożarowych.**
- 4. Pomiarы wykonywane z otworów kontrolnych odwierconych do pokładu 501 z wyrobisk stanowiących otoczenie georeaktora nie wykazywały migracji gazów pożarowych do czynnych wyrobisk kopalni.**

Wyniki badań na poligonie KHW S.A. KWK Wieczorek



Średnie parametry technologiczne trwającego 53 dni procesu przedstawiają się następująco:

- Temperatura gazu na wylocie z georeaktora – ok. 470-520 °C**
- Prędkość zgazowania węgla – ok. 200 kg/godz.**
- Wydatek gazu procesowego – ok. 680-800 m³ /godz.**
- Efektywność zgazowania - ok. 3 600 m³/tonę węgla**

W ciągu 53 dni trwania eksperymentu, zgazowano około 250 ton węgla i wytworzono około 900 000 m³ gazu o wartości opałowej wahającej się od 3,0 do 4,5 MJ/m³.

Wyzwania dla technologii PZW



Pełna kontrola procesu, bezpieczeństwo prowadzenia PZW

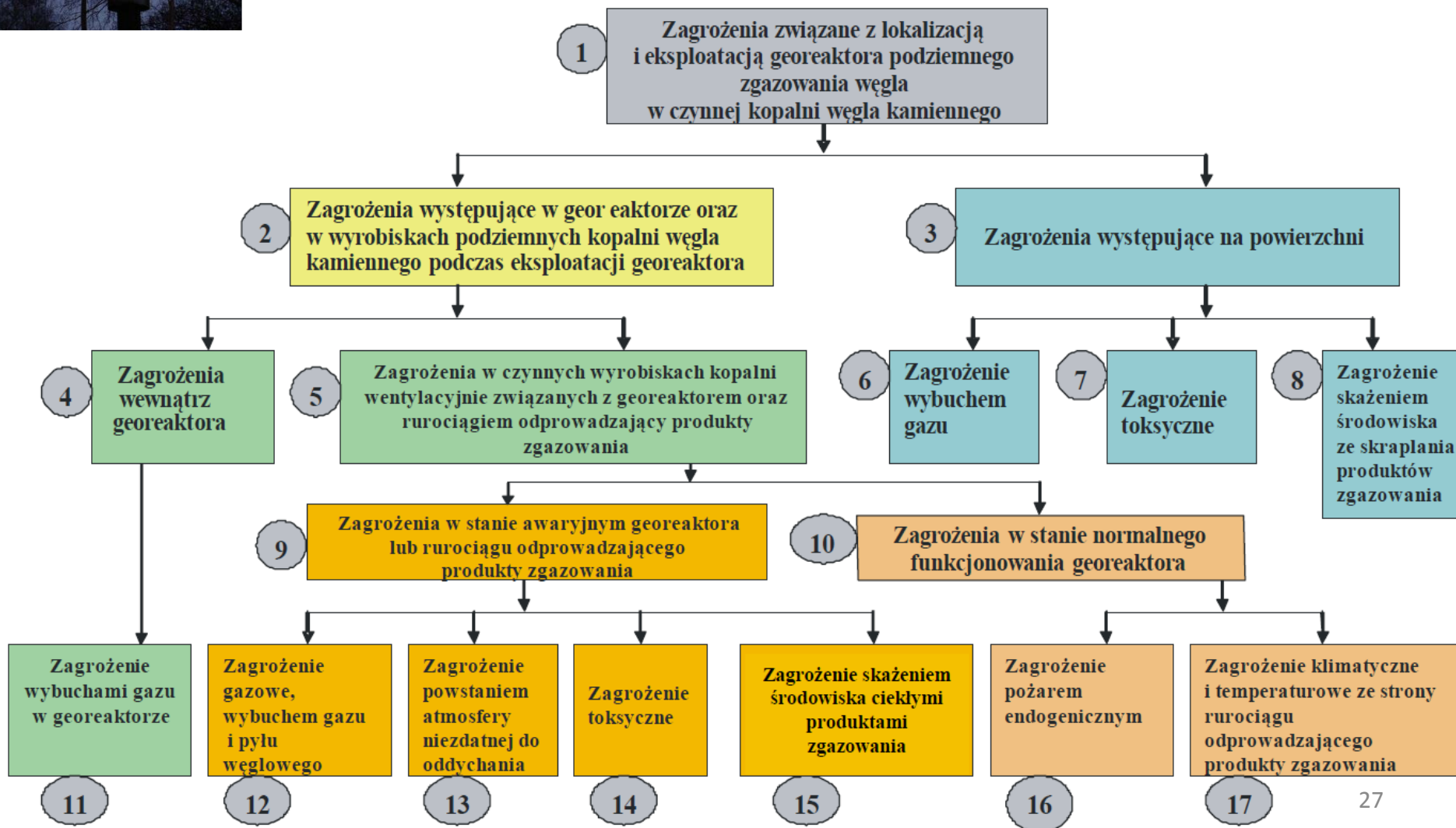
Wyzwania środowiskowe, skażenia wód, osiadanie terenu, etc.

Osiągnięcie skali przemysłowej technologii PZW

Opłacalność prowadzenia procesu



Potencjalne zagrożenia w procesie PZW



PZW – ZALETY I WADY



ZALETY

- ✓ **niższe koszty i krótki czas udostępniania, co umożliwia eksploatację złóż pozabilansowych dla konwencjonalnych metod wydobywania;**
- ✓ **niższy zakres przekształceń powierzchni terenu (eksploatacja selektywna);**
- ✓ **brak konieczności wydobywania i składowania skał płonnych w postaci odpadów na powierzchni terenu;**
- ✓ **brak konieczności transportu węgla na powierzchnię;**
- ✓ **niższe od powierzchniowych instalacje naziemne;**
- ✓ **pozostawienie produktów spalania pod powierzchnią ziemi;**
- ✓ **redukcja emisji zanieczyszczeń do środowiska SO_x , NO_x , metali ciężkich i pyłów;**
- ✓ **możliwość składowania CO_2 w pustkach poeksploatacyjnych.**

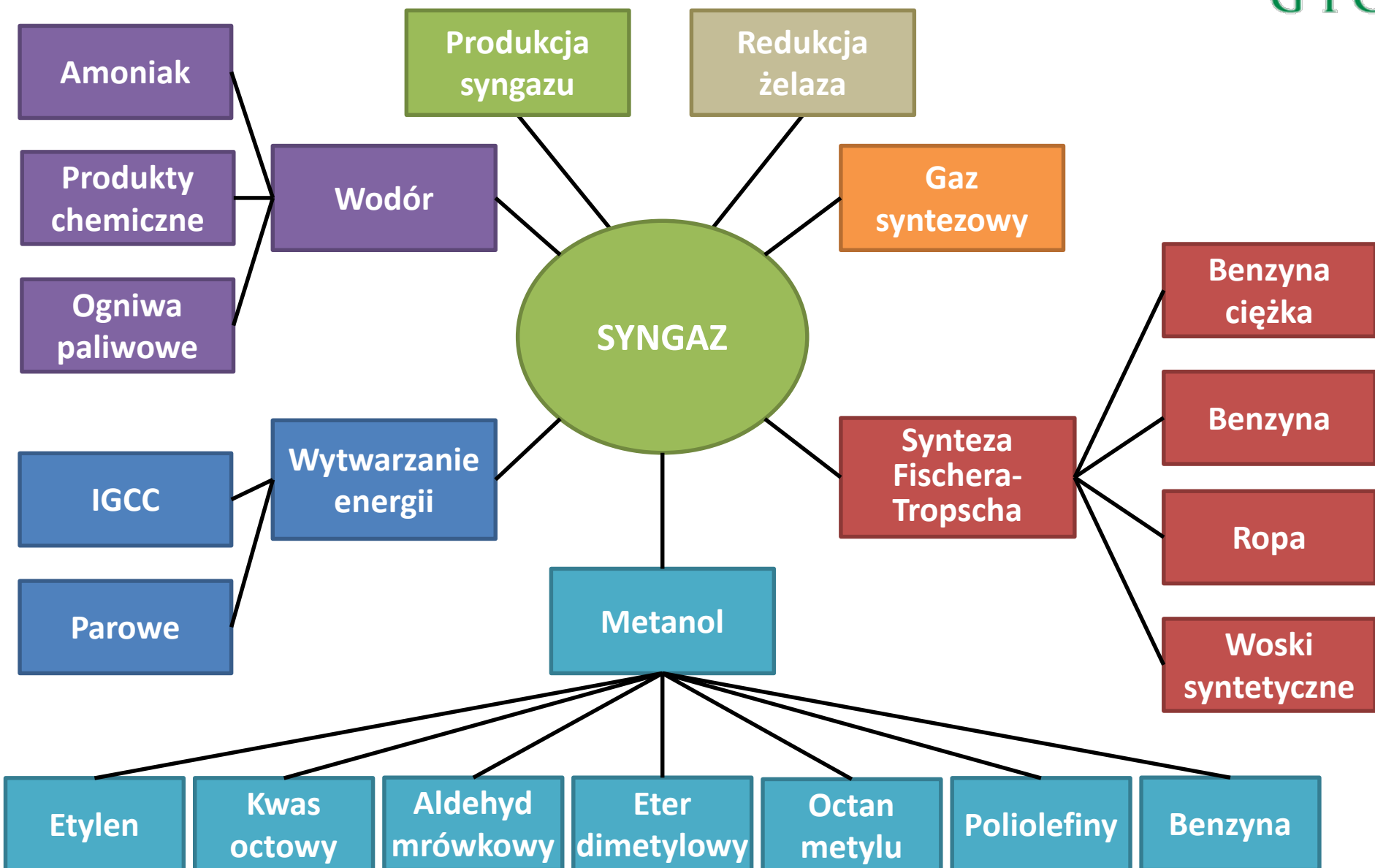
PZW – ZALETY I WADY



WADY

- ✓ brak pełnej kontroli procesu eksploatacji na poziomie podobnym jak w przypadku metod konwencjonalnych bądź zgazowania prowadzonego na powierzchni;
- ✓ wpływ na środowisko naturalne (zanieczyszczenie warstw wodonośnych produktami spalania, osiadanie powierzchni terenu);
- ✓ działanie trujące i własności wybuchowe powstających substancji gazowych;
- ✓ ograniczone możliwości reakcji na powstające zagrożenie dla środowiska, wynikające z opóźnionej w czasie kontroli skutków środowiskowych eksploatacji;
- ✓ wahania stabilności procesu podziemnego zgazowania w czasie, powodujące problemy w utrzymaniu stałej jakości produktu końcowego;
- ✓ stopień gotowości technologicznej - brak skali przemysłowej technologii PZW;
- ✓ opłacalność prowadzenia procesu.

Możliwości wykorzystania gazu syntezowego ze zgazowania węgla



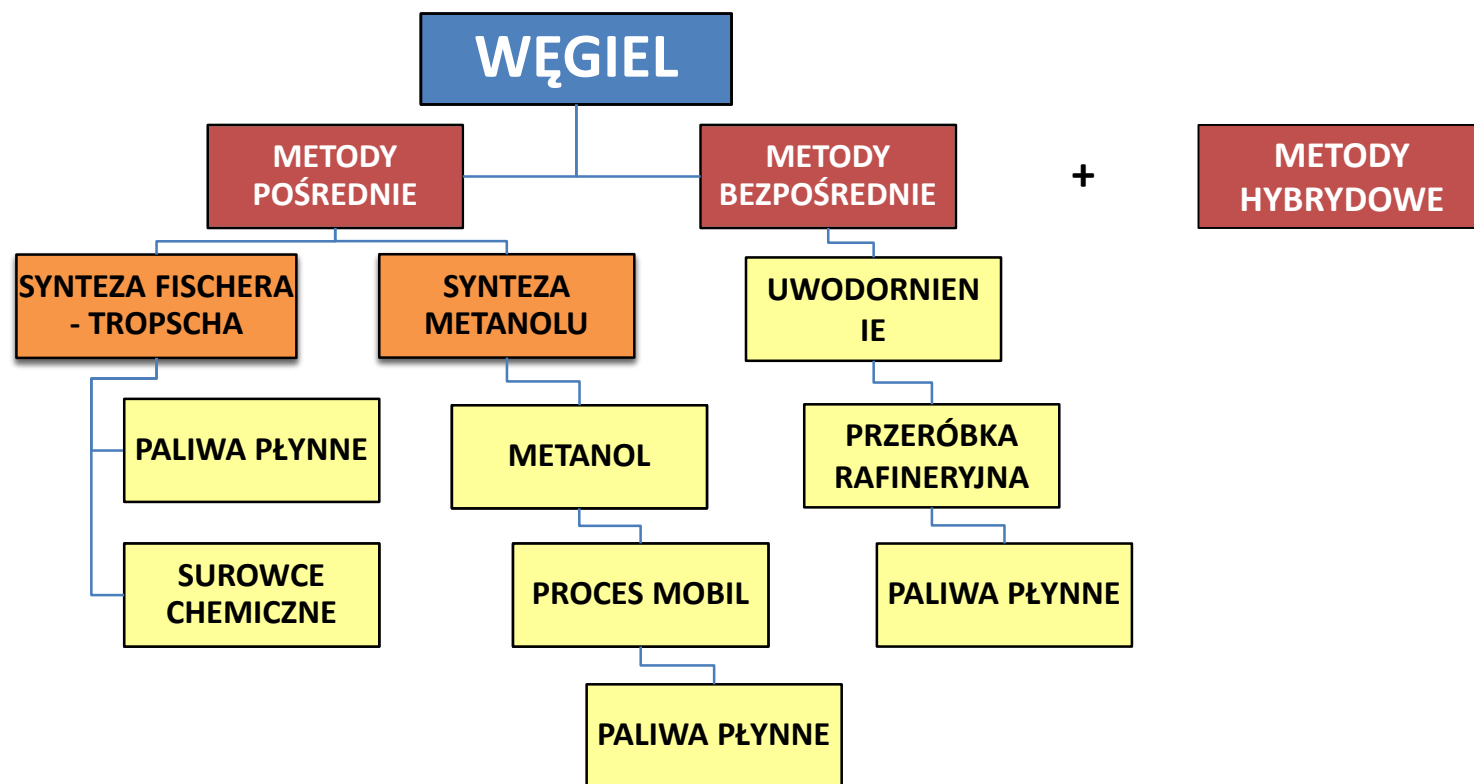


UPŁYNNIANIE WĘGLA

pozwała na konwersję węgla do węglowodorów ciekłych

Karbochemia węgla - upłynnianie

- ❑ Zgazowanie węgla i otrzymywanie syngazu daje podstawę do rozwoju zintegrowanych układów karbo-energo-chemicznych, a upłynnianie jest jednym z nich.
- ❑ Istnieją trzy podstawowe upłynniania węgla:



- ❑ Podstawowe produkty : gaz płynny, paliwa silnikowe, oleje, parafiny, metanol i inne

Polskie doświadczenia w upłynnianiu węgla



- GIG, Wiry – **bezpośrednie uwodornienie węgla** - fazy rozwoju:
 - I. Od 1973r. – badania procesów jednostkowych w skali laboratoryjnej (ekstrakcji, uwodornienia, destylacji, wytlewania, itd.);
 - II. Instalacja wielkolaboratoryjna – 120 kg węgla/dobę – metoda CONSOL, H-COAL;
 - III. Od 1977r. instalacja 1/4 techniczna – 1,2 tony węgla/dobę;
 - IV. Od 1986r. – zmodernizowana instalacja – 2 tony/dobę – opracowanie technologii GIG;
 - V. Projekt zakładu pilotowego wg technologii GIG o przerobie 200 ton/dobę – dokumentacja projektowa GBS i PPW Separator na bazie założeń GIG.

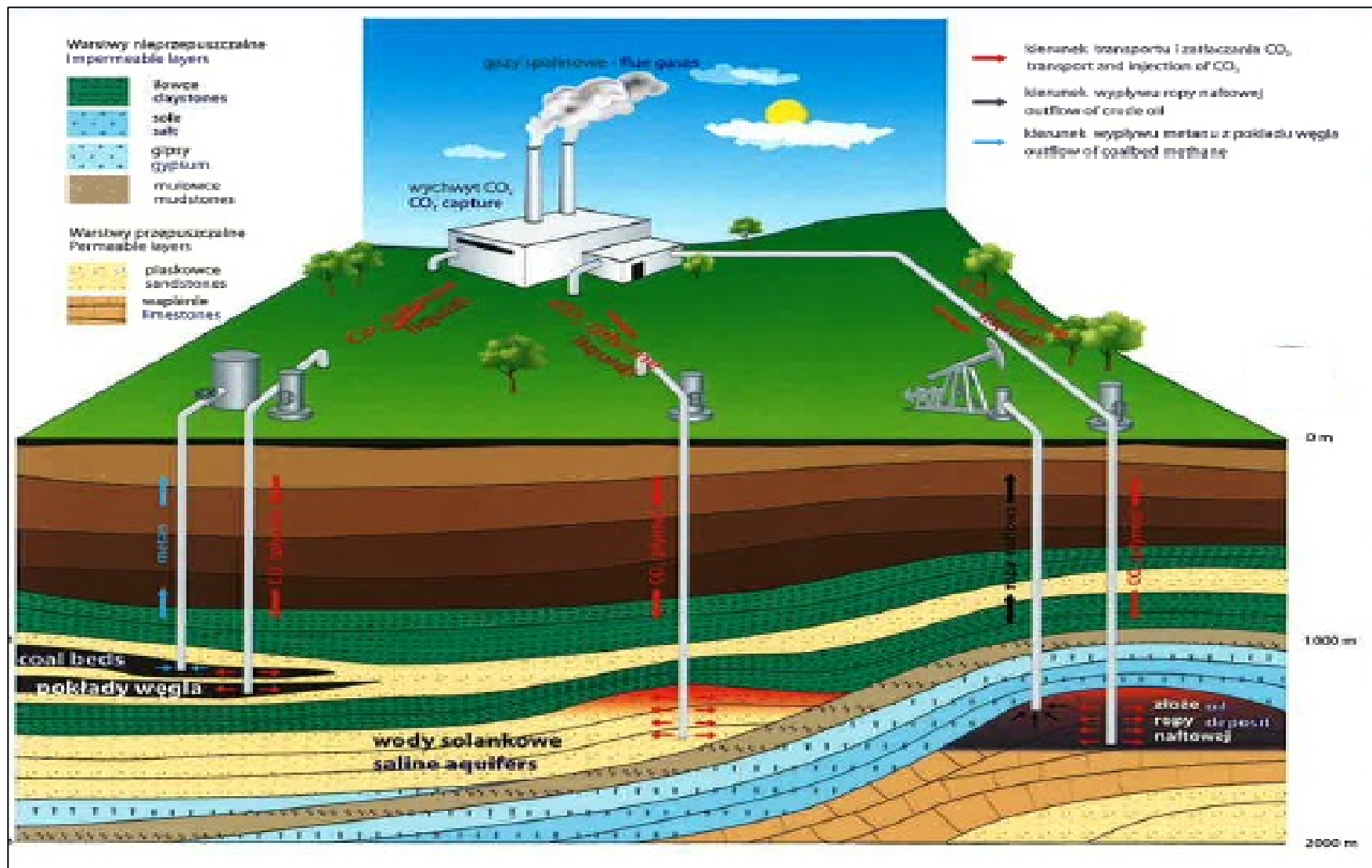
Aktualny stan rozwoju technologii upłynniania węgla



- ❖ Technologie upłynniania węgla, zarówno pośredniego (PUW) jak i bezpośredniego (BUW) osiągnęły stan rozwoju pozwalający na ich pełne stosowanie w skali przemysłowej.
- ❖ Obecnie kraje posiadające duże zasoby węgla budują zakłady upłynniania węgla (USA, Chiny, Filipiny).
- ❖ Rozwój technologii zmierza w kierunku procesu hybrydowego, który integruje procesy bezpośredniego i pośredniego upłynniania węgla.

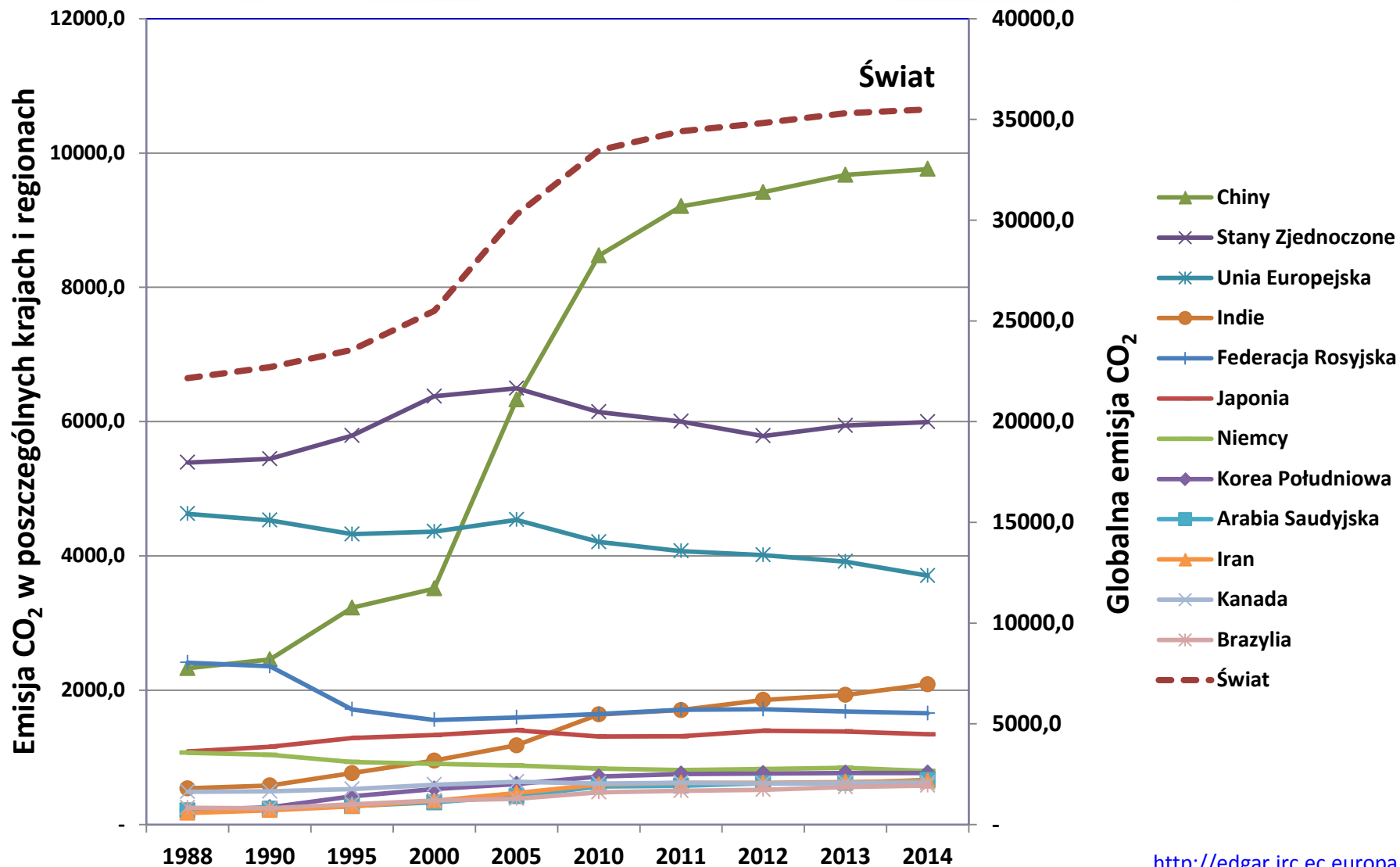
Carbon Capture and Storage CCS

Perspektywy stosowania



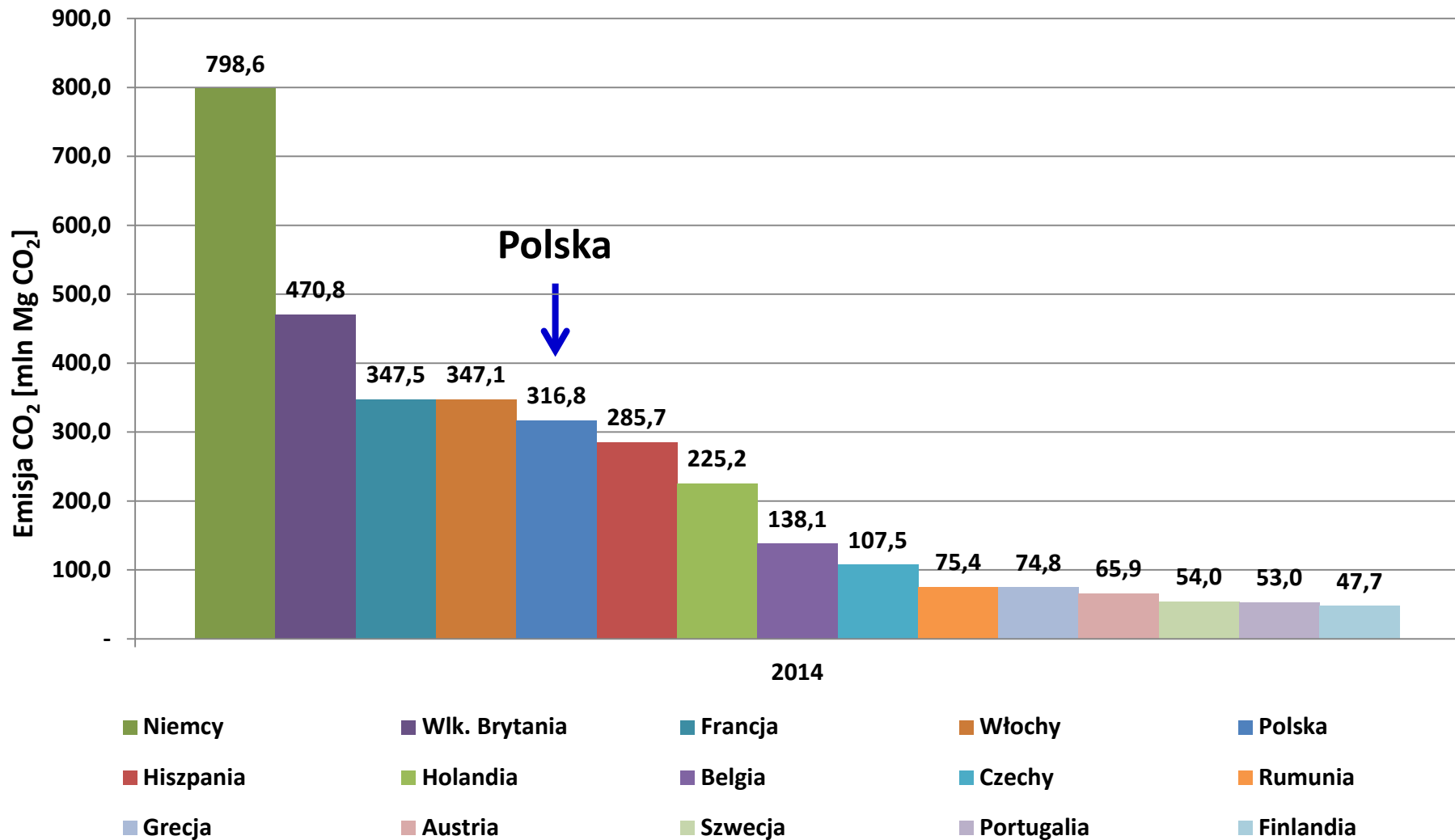
Emisja CO₂ wg krajów i regionów [Mt]

(wykorzystanie paliw kopalnych i produkcja cementu)

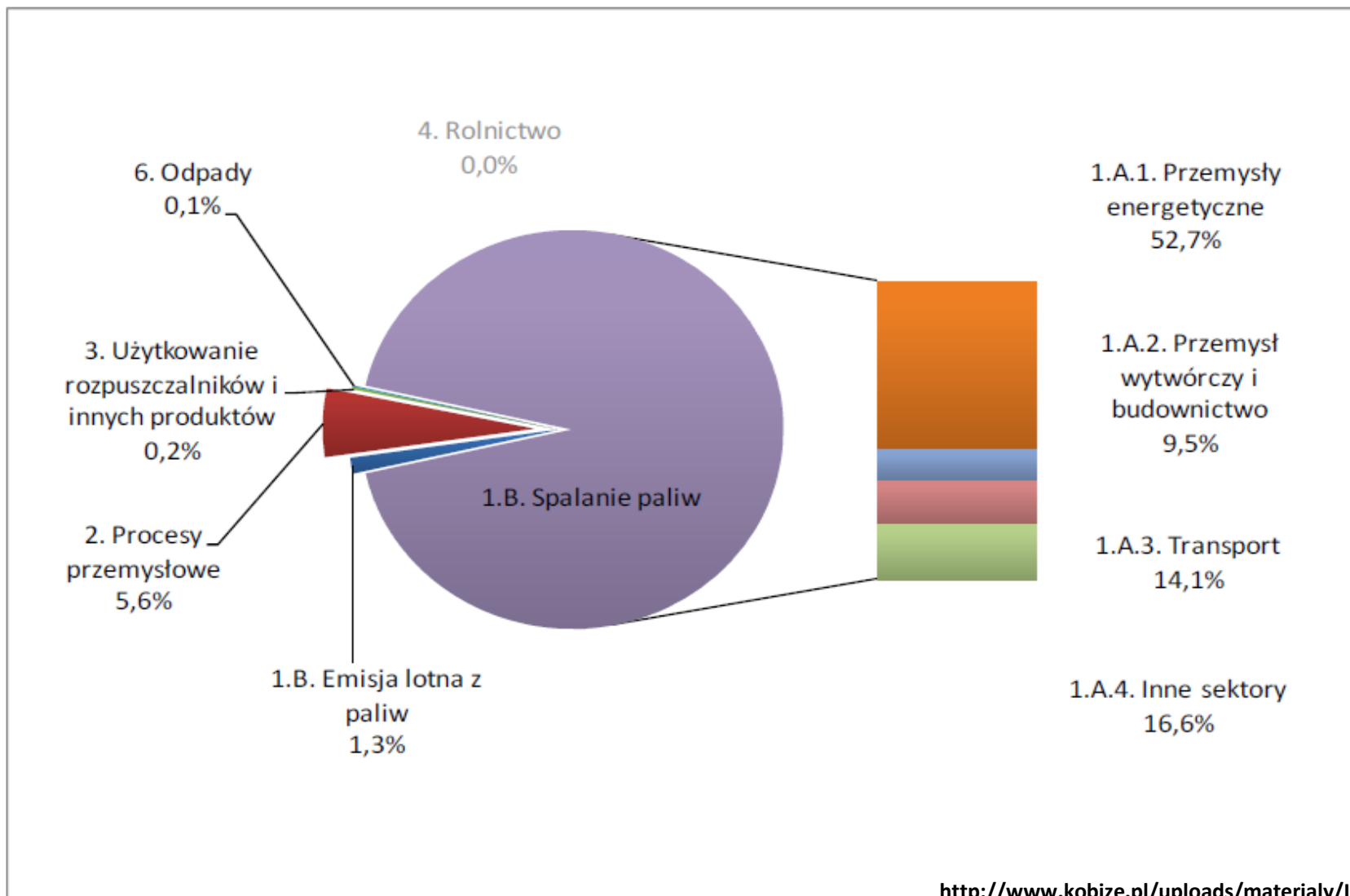


Emisja CO₂ w poszczególnych krajach UE

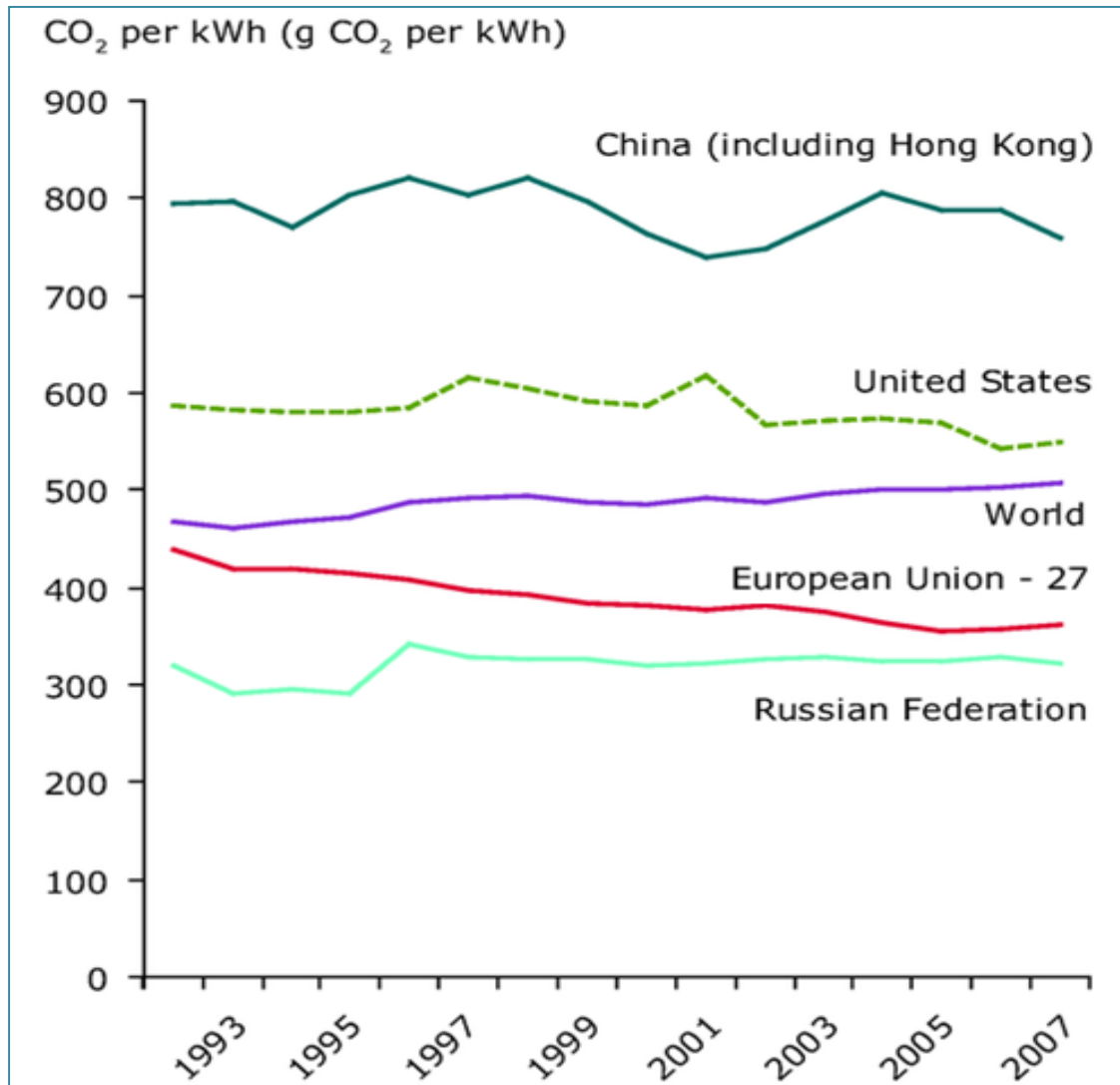
(z wykorzystania paliw kopalnych i produkcji cementu)



Emisja CO₂ w Polsce wg sektorów



Emisyjność sektora energetycznego w ujęciu globalnym





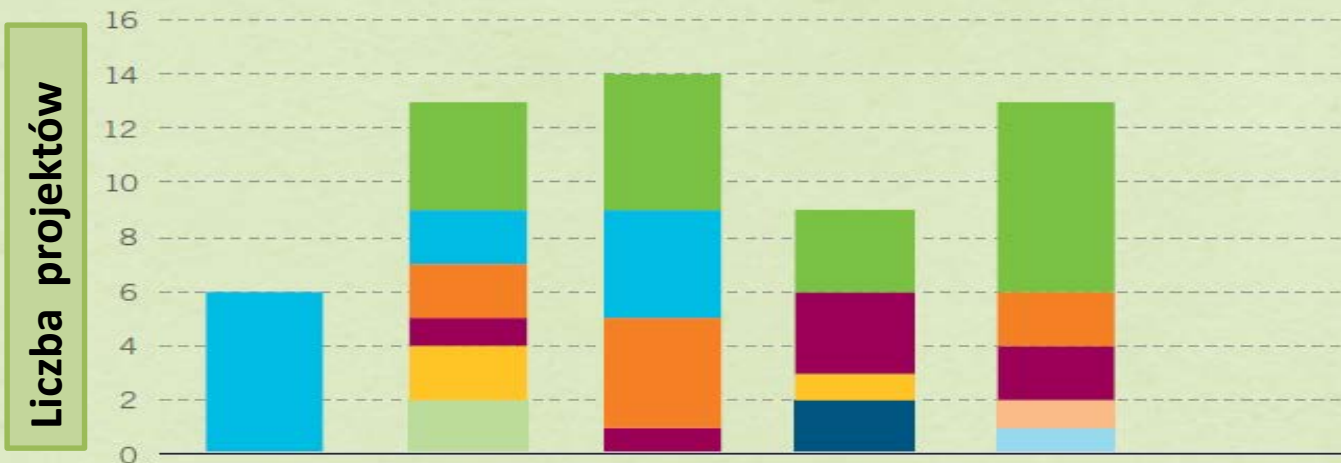
Technologia CCS jest związana głównie z sektorem wytwarzania energii elektrycznej

Duże projekty CCS wg etapów cyklu życia oraz regionów i krajów



2014 rok

Figure 2 Large-scale CCS projects by lifecycle and region/country



	Identify	Evaluate	Define	Execute	Operate	Total
United States	0	4	5	3	7	19
China	6	2	4	0	0	12
Europe	0	2	4	0	2	8
Canada	0	1	1	3	2	7
Australia	0	2	0	1	0	3
Middle East	0	0	0	2	0	2
Other Asia	0	2	0	0	0	2
South America	0	0	0	0	1	1
Africa	0	0	0	0	1	1
Total	6	13	14	9	13	55

Duże projekty CCS : - co najmniej 800 Kt CO₂ rocznie dla elektrowni węglowej, lub co najmniej 400 Kt rocznie dla innych dużych emitentów przemysłowych

Duże projekty na etapie działania i wykonywania



2010

EUROPA	EOR	
	NON-EOR	🔥 🔥
AM. PÓŁNOCNA	EOR	🔥 🔥 ● ● 🔥 🔌 ●
	NON-EOR	
RESZTA ŚWIATA	EOR	
	NON-EOR	🔥 🔥

Całkowity potencjał 22 projektów w 2014 r. wynosi ok. 40 Mt na rok – co jest równoważne rocznej emisji CO₂ takich krajów jak Dania (40,6 Mt) cz też Szwajcaria (39,3 Mt)

2014

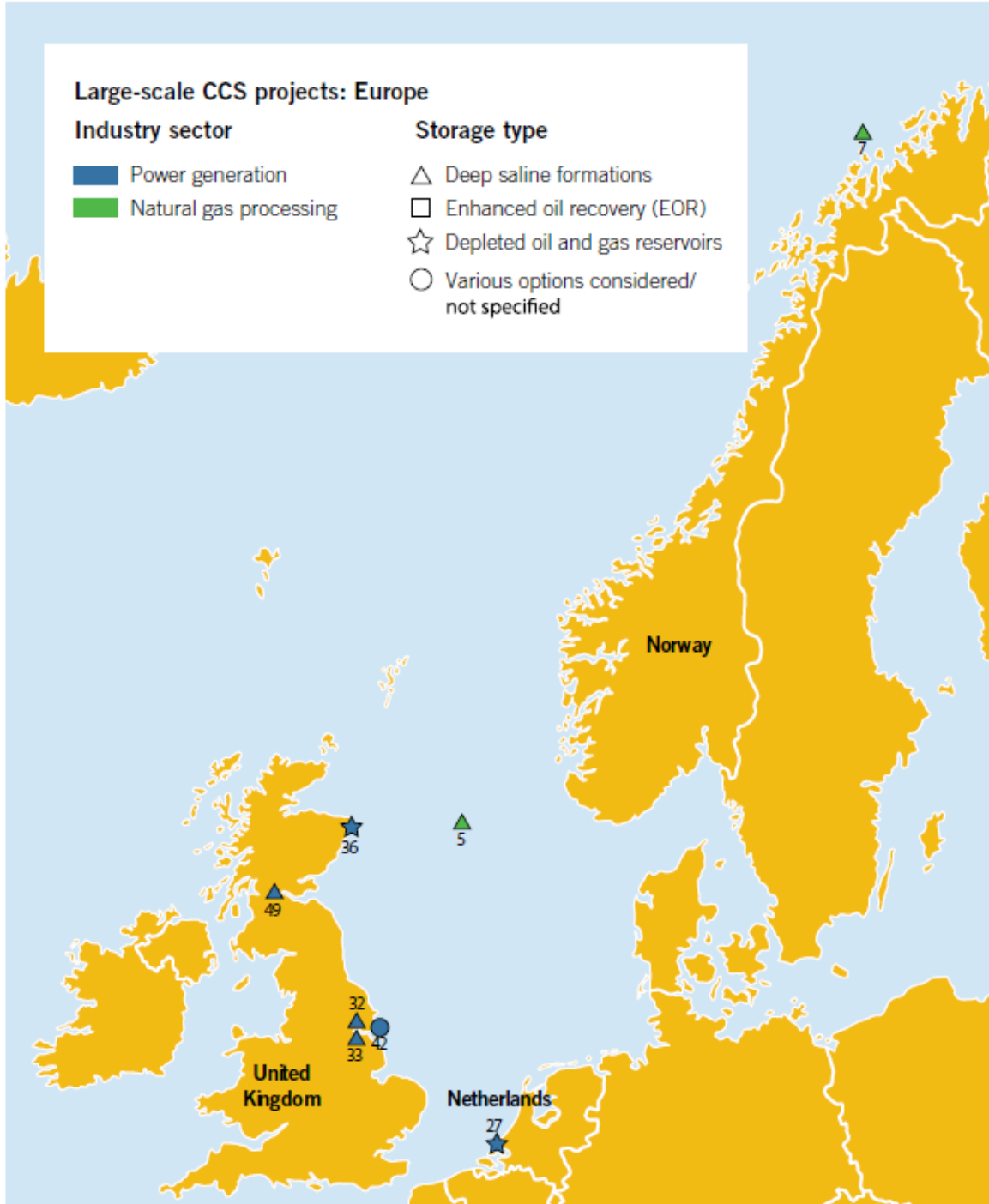
EUROPA	EOR	
	NON-EOR	🔥 🔥
AM. PÓŁNOCNA	EOR	🔥 🔥 🔥 🔥 ● ● ● ● 🔌 🔌 🔌 ● ●
	NON-EOR	● ●
RESZTA ŚWIATA	EOR	🔥 🔥 🔧
	NON-EOR	🔥 🔥

🟡 Działające 🟣 W budowie

-  Przetwarzanie gazu ziemnego
-  Wytwarzanie energii
-  Inny przemysł
-  Produkcja żelaza i stali

Mapa dużych projektów CCS w Europie

Duże projekty CCS rozwijane w Europie są aktualnie całkowicie koncentrowane na Morzu Północnym. Jest ich teraz 8.



	W ocenie	Zdefiniowane	Budowane	Działające
Norwegia				2
Wlk. Brytania	2	3		
Holandia		1		

Możliwości wykorzystania CCS w Polsce



Uwarunkowania podstawowe

- Odpowiednie struktury geologiczne,
- Odpowiednia pojemność składowania (liczona w setkach milionów ton CO₂),
- Chłonność pozwalająca na codzienne składowanie kilkudziesięciu tysięcy ton CO₂,
- Bezpieczeństwo składowania:
 - brak możliwości ucieczek (migracji) CO₂ w kierunku powierzchni,
 - brak negatywnego oddziaływania na środowisko geologiczne i naturalne,
 - brak negatywnego oddziaływania na zdrowie ludzkie,
- Położenie w niezbyt dużej odległości od elektrowni, a więc od miejsca wychwytywania CO₂ (maksymalnie 40 ÷ 60 km),
- Konieczność rozwoju technologii do etapu komercyjnego.

Możliwości wykorzystania CCS w Polsce



Uwarunkowania prawne

- W dniu 17 października 2013r. ustawę o podziemnym składowaniu CO₂, wdrażającą unijną dyrektywę CCS, w ramach nowelizacji ustawy Prawo geologiczne i górnicze, podpisał Prezydent RP Bronisław Komorowski.
- Trwają prace nad 23 rozporządzeniami niezbędnymi dla wdrożenia przedmiotowej ustawy.
- W ocenie byłego Głównego geologa kraju – Piotra Woźniaka *„Mamy chyba najbardziej restrykcyjną ustawę o przechowywaniu i składowaniu dwutlenku węgla pod ziemią. Wskazujemy praktycznie tylko jedną strukturę geologiczną, w której pozwalamy na składowanie, ale tylko jeśli spełnione są dwa główne warunki : jest to projekt demonstracyjny i wymieniony w jednej decyzji KE”*
- Zgodnie z przepisami na miejsce składowania został wyznaczony Bałtyk.

Możliwości wykorzystania CCS w Polsce



Uwarunkowania prawne

- Składowanie CO₂ w strukturach geologicznych będzie wymagać uzyskania koncesji od Ministra Środowiska.
- Będzie to działalność wyłącznie na wniosek przedsiębiorcy, który by móc ją prowadzić, oprócz spełnienia standardowych warunków koncesyjnych, musi złożyć cały szereg zabezpieczeń, w tym finansowych, a mianowicie:
 - musi się zobowiązać do 20-letniego monitorowania składowiska na własny koszt,
 - przekazać po tym okresie monitoringu do specjalnie powołanej jednostki administracyjnej, Krajowego Administratora Podziemnych Składowisk CO₂ (KAPS), który będzie nadal monitorować składowisko przez następne 50 lat, również na koszt przedsiębiorcy, później zadania te zostaną przejęte przez Państwo.

Możliwości wykorzystania CCS w Polsce



Uwarunkowania ekonomiczne

- Koszty składowania, zgodne z powyższą koncesją będą wysokie i niewielu przedsiębiorców będzie je w stanie ponieść.
- Przedsiębiorca musi być mocną firmą z bardzo pewnymi fundamentami finansowania.
- Zdaniem wielu ekspertów i przedstawicieli energetyki węglowej technologia CCS jest zbyt droga, a co więcej istotnie obniża rentowność produkcji energii elektrycznej.
- Ocenia się, że tylko koszty odpowiedniego przygotowania składowiska CO₂ - obejmujące:
 - dokładne rozpoznanie budowy geologicznej i parametrów struktury zbiornikowej,
 - wykonanie od kilku do kilkunastu otworów iniekcyjnych i kontrolnych oraz niezbędnej infrastruktury technicznej,
 - zainstalowanie systemu monitorowania
 - będą wynosić co najmniej kilkadziesiąt (50 i więcej) mln zł.

CCS – wady i zalety



ZALETY

- ✓ **Możliwość wychwytu prawie całego CO₂ powstającego w procesie spalania;**
 - ✓ **Spełnienie wymagań polityki klimatycznej**
- CO₂ składowany = niewyemitowany**

WADY

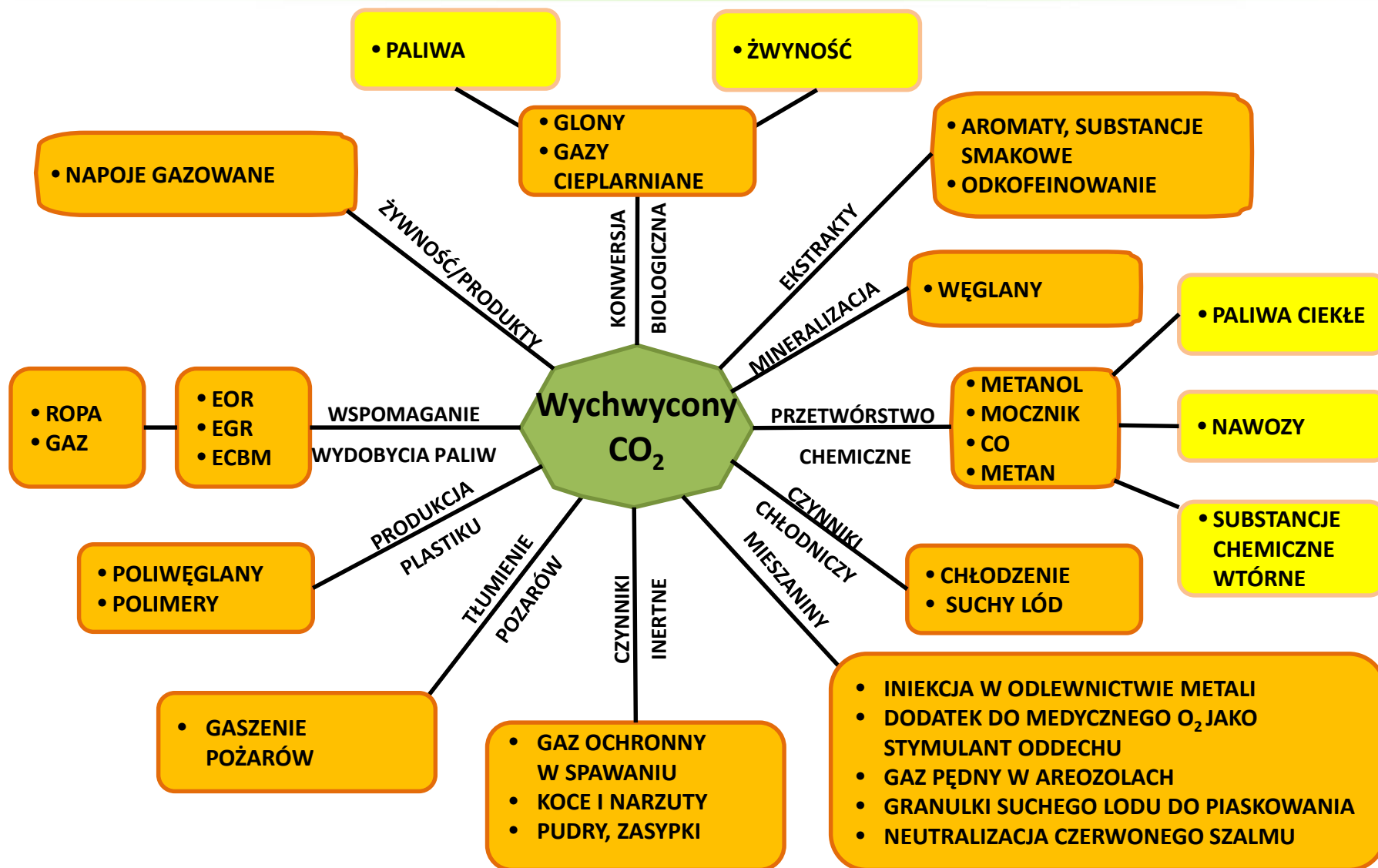
- ✓ **Zastosowanie technologii CCS wymaga bardzo dobrego rozpoznania budowy geologicznej struktury, która musi spełniać ostre kryteria jakościowe, a każda lokalizacja składowiska wymaga przeprowadzenia rzetelnej oceny ryzyka związanego z bezpieczeństwem procesu składowaniem CO₂**
- ✓ **Koszty transportu i składowania**
- ✓ **Ograniczenia lokalizacyjne – lokalizacja vs. Emitent**
- ✓ **Brak potwierdzenia przemysłowej przydatności technologii CCS – wpływ na efektywność i bezpieczeństwo;**
- ✓ **Większe koszty produkcji energii i obniżenie sprawność procesu wytwarzania.**

Pozycja technologii CCS dzisiaj



- ❖ Technologie CCS nie wpłyną istotnie na zmniejszenie emisji CO₂ do atmosfery przed 2030 rokiem.
- ❖ Technologie CCS wymagają znacznej ilości energii i z tego powodu przy obecnych technologiach energetycznych istotnemu zmniejszeniu ulegnie sprawność wytwarzania, a co za tym idzie zwiększenie zapotrzebowania na paliwa pierwotne, w tym na węgiel.
- ❖ Technologie CCS są drogie i zwiększają istotnie koszty wytwarzania energii elektrycznej.

Technologie wykorzystania wychwyconego CO₂ - CCU





**Polityka UE wobec klimatu i zobowiązania Polski
w tym zakresie powinny stać się impulsem dla modernizacji
energetyki, tak aby stała się ona bardziej efektywna,
innowacyjna i przyjazna środowisku**

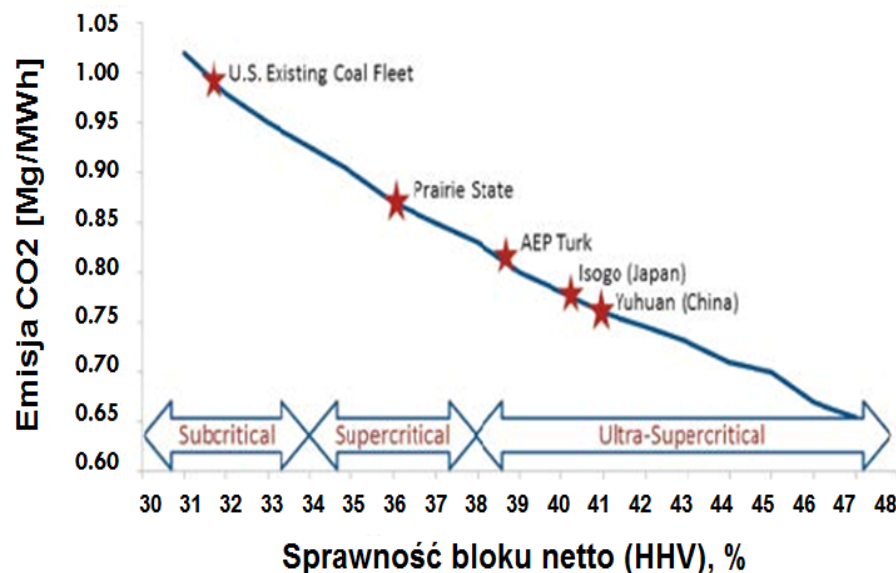
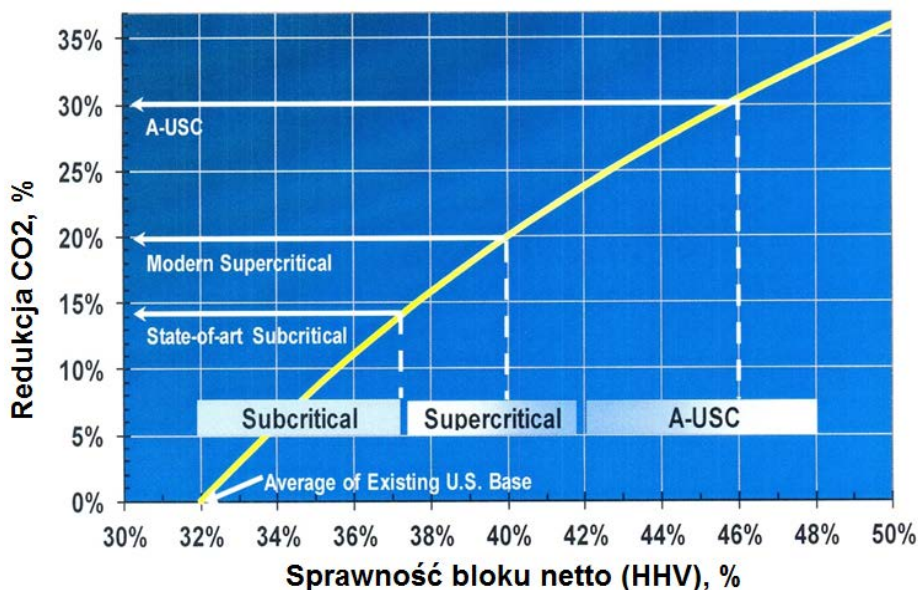
Inne sposoby ograniczania emisji CO₂



Energetyka węglowa

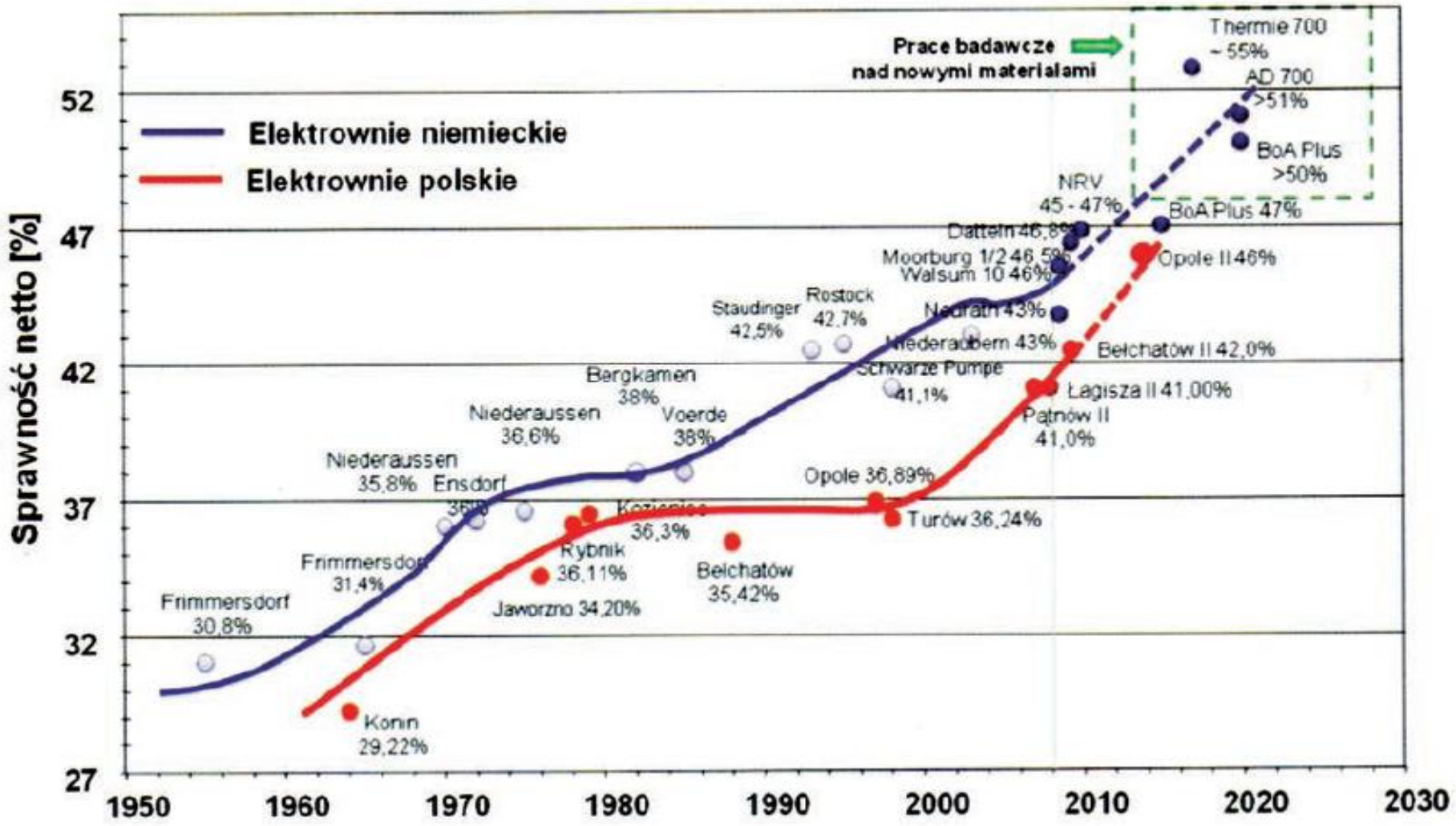


❖ Uzyskanie wyższej sprawności wytwarzania energii elektrycznej

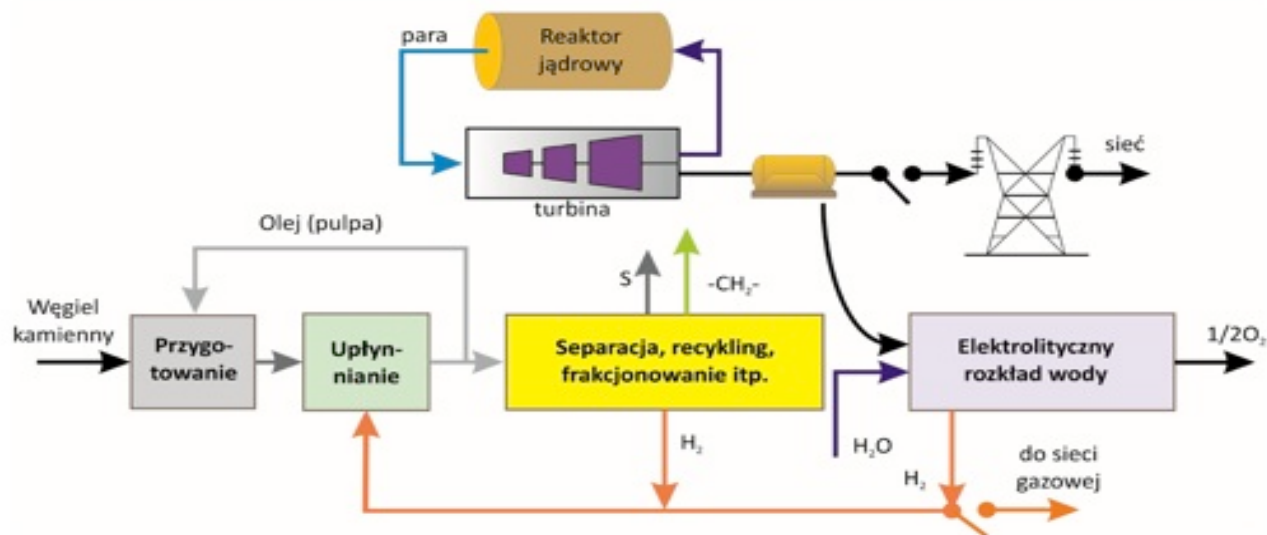


- spalanie w kotłach pyłowych przy parametrach nadkrytycznych i ultranadkrytycznych,
- zaawansowane spalanie, tzw. oxy-spalanie, z zastosowaniem czystego tlenu,
- spalanie w fluidalnych kotłach cyrkulacyjnych przy parametrach nadkrytycznych,
- zgazowanie węgla w zintegrowanych układach parowo – gazowych (IGCC) połączonych z wytwarzaniem energii elektrycznej i ciepła,
- technologie pozyskiwania ultra czystego węgla.

Polska energetyka węglowa vs. niemiecka



Synergia jądrowo-węglowa



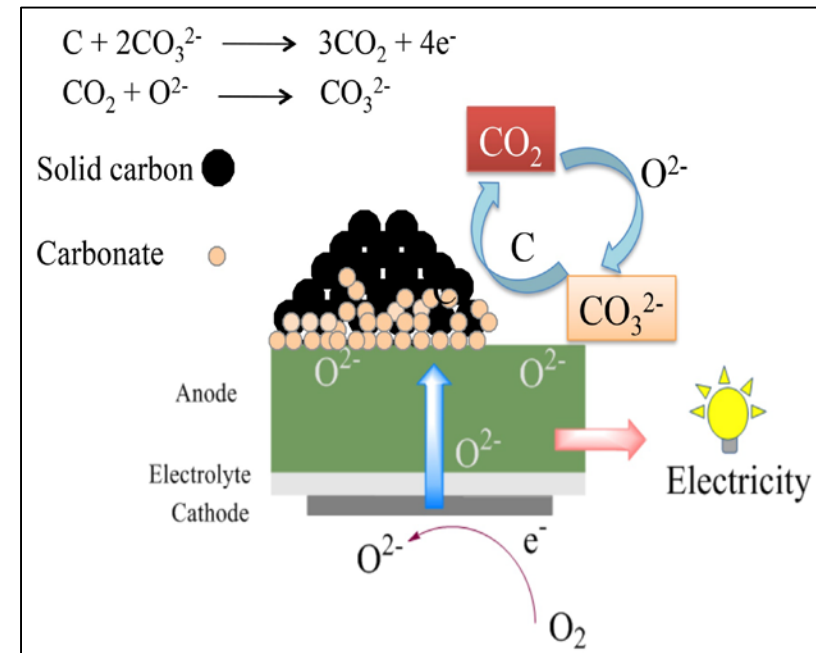
Czysta energia z węgla = synergia jądrowo – węglowa.

Polega ona na wykorzystaniu ciepła z reaktora jądrowego typu HTR, o temperaturze powyżej 600°C, do przeprowadzania reakcji termolizy, czyli rozkładu wody na wodór i tlen w procesach pośrednich.

Tlen umożliwia wydajniejsze i bardziej ekologiczne procesy spalania węgla (oxy-spalanie), natomiast wodór jest potrzebny dla stosowania technologii uwodornienia węgla oraz recyklingu CO₂ w gaz syntezowy, który posiada liczne zastosowania w przemyśle chemicznym

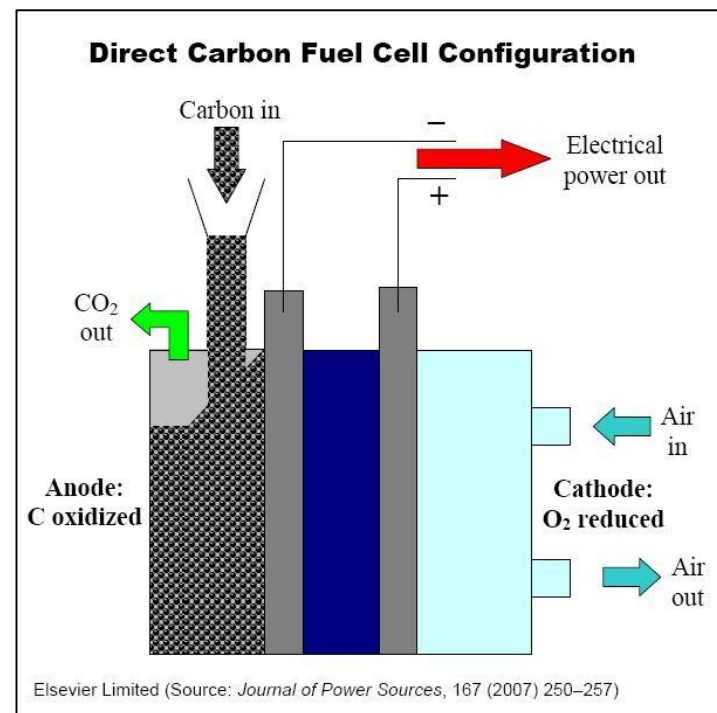
Węglowe ogniwa paliwowe

- ❖ **Węglowe ogniwo paliwowe (Direct Carbon Fuel Cell – DCFC)** jako jedyne z ogniw paliwowych jest zdolne do bezpośredniej konwersji energii chemicznej paliw węglowych w energię elektryczną.
- ❖ Paliwem mogą być wszelkie substancje bogate w węgiel, natomiast utleniaczem jest tlen dostarczany do urządzenia w czystej postaci lub wraz z powietrzem atmosferycznym.
- ❖ **Zalety węglowych ogniw paliwowych:**
 - zdecydowanie wyższa sprawność - nawet 80%
 - brak konieczności stosowania drogich katalizatorów,
 - możliwość zastosowania paliwa stałego węglowego,
 - stosunkowo prosta konstrukcja (stabilność, żywotność i niezawodność urządzenia),
 - konkurencyjne ceny wytwarzania energii elektrycznej,
 - prawie dwukrotnie mniejsze zużycie paliwa,
 - wyraźnie mniejszy strumień spalin i łatwość wychwytu niemal czystego CO₂.



Główne ośrodki rozwijające technologię węglowych ogniw paliwowych

1. [Scientific Applications and Research Associates - SARA,](#)
2. [Lawrence Livermore National Laboratory - LLNL,](#)
3. [National Energy Technology Laboratory - NETL,](#)
4. [CellTech Power,](#)
5. [Electric Power Research Institute - EPRI,](#)
6. [Contained Energy, Inc.,](#)
7. [Brookhaven National Laboratory,](#)
8. [Stanford Research Institute - SRI International,](#)
9. [American Electric Power - AEP,](#)
10. [University of Akron,](#)
11. [West Virginia University,](#)
12. [Hawaii University,](#)
13. [Munich University,](#)
14. [Harbin University of Science and Technology,](#)
15. [Delft University of Technology](#)



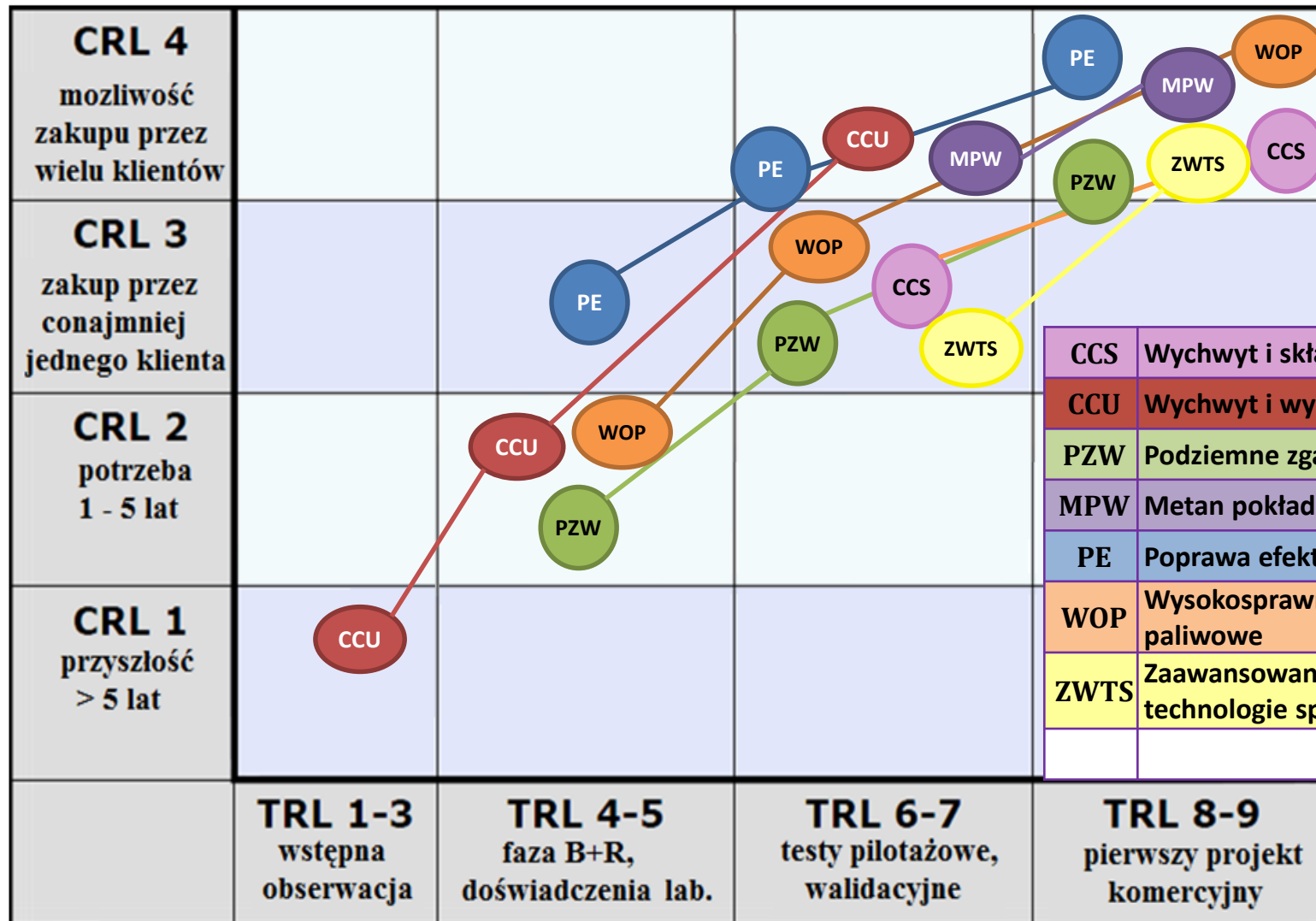
W Polsce w 2010 roku powstało konsorcjum „Węglowe Ogniwa Paliwowe”.

Skład konsorcjum : Instytut Energetyki, Wydz. Energii i Paliw AGH, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN.

Czyste Technologie Węglowe



POZIOMY GOTOWOŚCI KLIENTÓW



CCS	Wychwyt i składowanie CO2
CCU	Wychwyt i wykorzystanie CO2
PZW	Podziemne zgazowanie węgla
MPW	Metan pokładów węgla
PE	Poprawa efektywności
WOP	Wysokosprawne ogniwa paliwowe
ZWTS	Zaawansowane wysokowydajne technologie spalania

POZIOMY GOTOWOŚCI TECHNOLOGII

WNIOSKI



1. Polska posiada bogate zasoby węgla kamiennego i brunatnego, które nadal powinny być racjonalnie wykorzystywane przez polską elektroenergetykę i inne sektor gospodarcze.
2. Konieczny są działania w sferze nauk i przemysłu dla dalszego wielokierunkowego rozwoju technologii czystego stosowania węgla, które zapewnią dostęp do czystej energii jak i bardziej efektywne wykorzystanie tego unikalnego surowca.
3. Kluczowym kierunkiem w obszarze CTW jest poprawa sprawności pozyskiwania energii z paliwa węglowego. Postęp prac w tym zakresie jest ogromny i Polska winna ten kierunkiem rozwijać jako priorytetowy.
4. Węgiel posiada ogromy potencjał energo-chemiczny, a kluczem dla jego uruchomienia jest wdrożenie technologii zgazowania węgla jako podstawy dalszych procesów karbochemicznych. W odniesieniu do naziemnego zgazowania węgla świat dysponuje bogatą ofertą komercyjną.
5. Podziemne zgazowanie węgla nie jest na obecnym etapie technologią komercyjną i wymaga dalszych badań.
6. Technologia CCS w polskich uwarunkowaniach geologicznych i prawnych nie posiada racjonalnych szans na powszechne jej wdrożenie.
7. Natomiast powinny być rozwijane prace w zakresie bogatego spektrum technologii utylizacji dwutlenku węgla.
8. Jako wysoce innowacyjne i perspektywiczne należy ocenić prace prowadzone w obszarze węglowych ogniw paliwowych oraz synergii jądrowo-węglowej.



**„Ziemi nie odziedziczyliśmy po naszych
przodkach,
my ją tylko pożyczaliśmy od naszych
dzieci”**

Antoin de Saint Exupery

Dziękuję za uwagę !

**Konferencja
„Węgiel – Tania energia i miejsca pracy”
8 września 2015r.**