



Główny Instytut Górnictwa
Central Mining Institute
Katowice, POLAND

Otrzymywanie paliw płynnych z węgla

J. Dubiński, K. Czaplicka, K. Stańczyk, J. Świądrowski



Prezentowane zagadnienia

- **Metody upływniania węgla**
- **Historia rozwoju technologii bezpośredniego i pośredniego upływniania węgla**
- **Badania polskie**
- **Stan obecny i perspektywy**



Metody upływniania węgla

- **Bezpośrednie upływnianie węgla (BUW)**
 - BERGIUS, H-COAL, SYNTHOIL
 - metody ekstrakcyjne - CONSOL, SRC
 - piroliza i uwodornienie produktów ciekłych – COED, SEACOCKE
- **Pośrednie upływnianie węgla (PUW) – zgazowanie i synteza produktów ciekłych z gazu syntezowego**
 - Fischer-Tropsch
- **Proces hybrydowy zintegrowany – BUW+PUW**



Historia rozwoju technologii pośredniego upłynniania węgla -1

- 1925 – proces Fischera – Tropscha I-
zgazowanie + II-synteza produktów ciekłych
- 1930 – instalacja przemysłowa, Niemcy
- II wojna światowa – 12 zakładów, Niemcy
- I – zgazowanie węgla
- 1970 – powstają instalacje w Europie, Ameryce Płn., Azji, Afryce
- 1980-2000 – rozwój zgazowania węgla: LURGI, TEXACO, SHELL, DESTEC - 128 zakładów (366 generatorów gazu)
- Obecnie - instalacje przemysłowe: SASOL, RPA (96 generatorów LURGI), Great Plains, USA

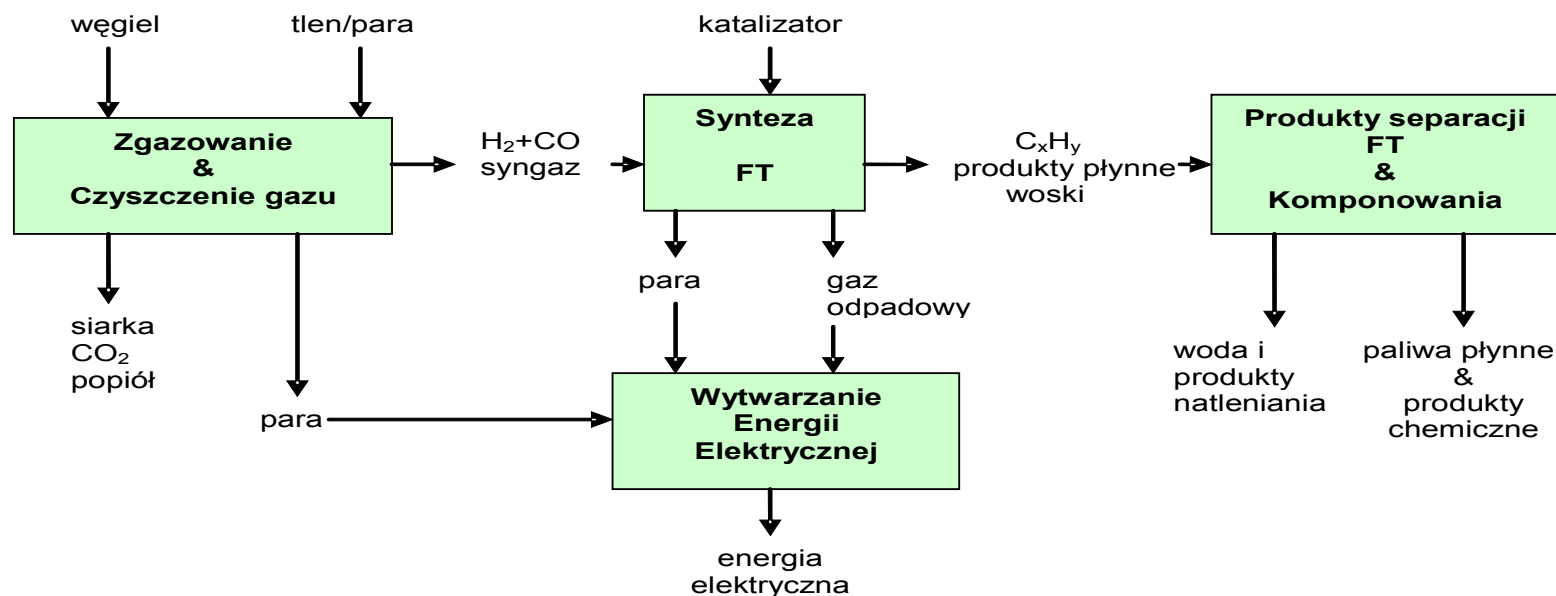


Historia rozwoju technologii pośredniego upłynniania węgla -2

II – synteza produktów ciekłych

- 1952, 1980, 1982 – powstają zakłady SASOL-I, SASOL-II, SASOL III, RPA, Afryka Płd.
- obecnie kombinat SASOL
 - zdolność przerobowa: 40 mln ton węgla/rok
 - produkcja: 5 mln ton paliw silnikowych/rok

Pośrednie upłynnianie węgla



● I Zgazowanie: 1250°C, 2 – 5 MPa

● II Synteza FT: 220-340°C, 2,3 - 2,5 MPa

SASOL

- **H₂:CO=2:1, 5 reaktorów ARGE, temp. 220-250°C, ciśnienie 2,3 – 2,5 MPa, katalizator Fe**
- **H₂:CO=6:1, 3 reaktory KELLOG, temp. 320-340°C, ciśnienie 2,5, katalizator Fe**

Produkty	ARGE	KELLOG
Gaz płynny (C3-C4)	5-6%	7-8%
Benzyny (C5 –C11)	33-35%	72-74%
Oleje	ok.17%	3-4%
Gacz	29-30%	-
Parafiny	ok. 4%	12-13%
Alkohole lekkie	-	ok. 1%



Pośrednie upłynniane węgla - SASOL – instalacja w Secunda, Afryka Płd.





Historia rozwoju technologii bezpośredniego upłynniania węgla -1

- **1913 – Bergius – bezpośrednie upłynnianie węgla proces IG Farben – 1920 instalacja przemysłowa, Leuna, Niemcy**
- **1935 – Bergius - Billingham – produkcja benzyny, 150 tys. ton/rok**
- **1936 – Bergius – Włochy – 2 zakłady, produkcja benzyny, 240 tys. ton/rok**
- **1939 – Niemcy, 12 zakładów w tym 2-3 (węgiel kamienny)**
- **1943-1944 produkcja benzyny i paliw lotniczych – 4,5 mln ton (m.in. Police, Blachownia k/Kędzierzyna)**

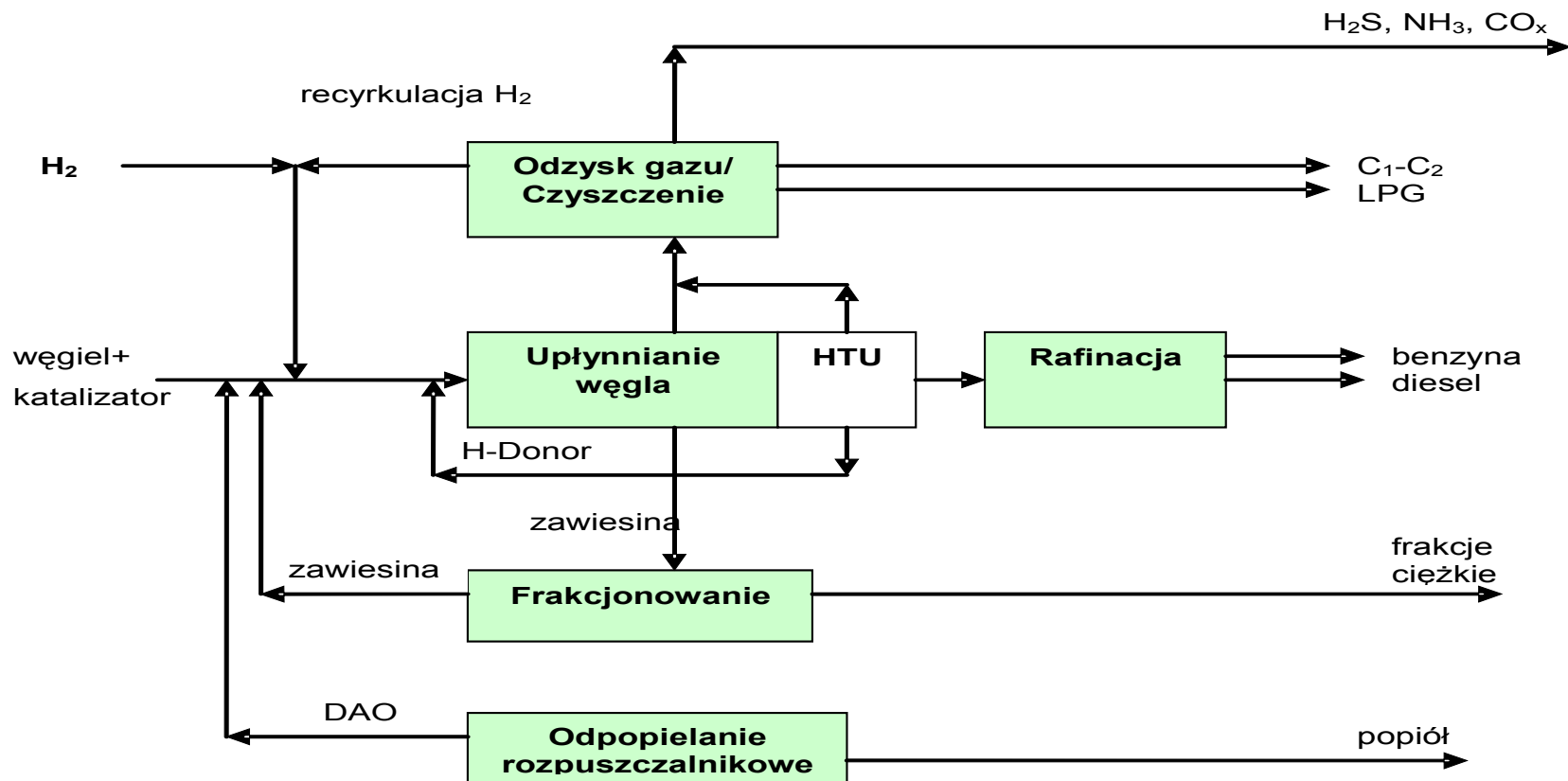


Historia rozwoju technologii bezpośredniego upłynniania węgla -2

- od 1973 – rozwój technologii w USA, W. Brytanii, Japonii, Niemczech
- od 1976 – rozwój technologii, instalacje pilotowe USA – Consol, H-Coal, SRC-I-II, EDS, Conoco, CTSL
- 1978-1998 – NEDOL, NEDO, Japonia, 150t/dobę
- lata 70-80-te - rozwój technologii 2 stopniowych – CSTL w USA, BCL w Australii,
- 1981-1987 - Kohleoel, Ruhrkohle AG. –instalacja pilotowa Bottrop, Niemcy, 200t/dobę
- 2002 – Chiny, CSTL + Kohleoel + NEDOL, Shenhua Group, projekt instalacji Mongolia W. o produkcji 5 tys. ton paliw/dobę,
- 2007 – 2010 Shenhua, budowa kolejnych ciągów produkcyjnych paliw płynnych



Bezpośrednie upłynnianie węgla – technologia H-Coal



Uwodornienie : temp. 450°C, 20 MPa, katalizatory



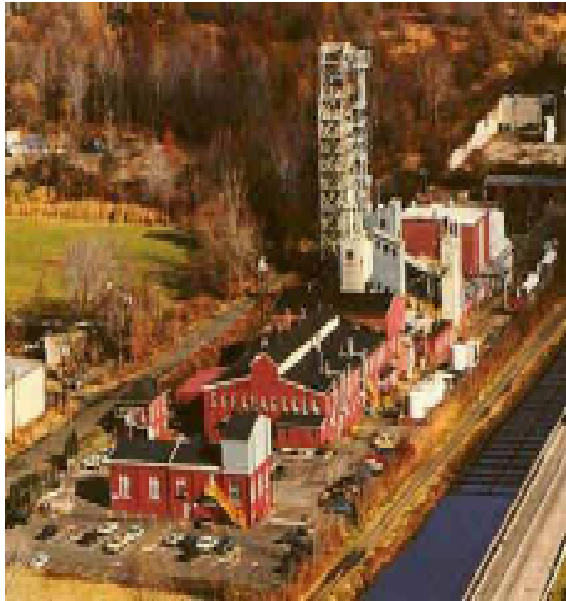
Bezpośrednie upłynnianie węgla

- **BERGIUS:** temp. 430°C, ciśnienie 30 – 70 MPa, katalizatory
- **INNE:** temp. 430-450°C, ciśnienie 15-30 MPa, katalizatory (lub bez)

Produkty/Surowce	BERGIUS	GIG	Kohleoel	CTSL	LSE	NEDOL
Produkty gazowe [%]	29,4	6,5	19,0	14,4	15,4	20,4
Produkty ciekłe [%]	59,8	53,4	57,9	68,8	62,3	55,6
Produkty ciężkie [%]	6,7	40,1	22,1	16,8	24,7	18,8
Zużycie wodoru	9,9	4,7	10,5	6,7		4,8
Zużycie węgla [kg/kg produktów ciekłych]	2,1	2,4		2,7		2,5



Instalacje bezpośredniego upłynniania węgla



Lawrenceville, NJ
30 bpd



Catlettsburg, KY
1800 bpd



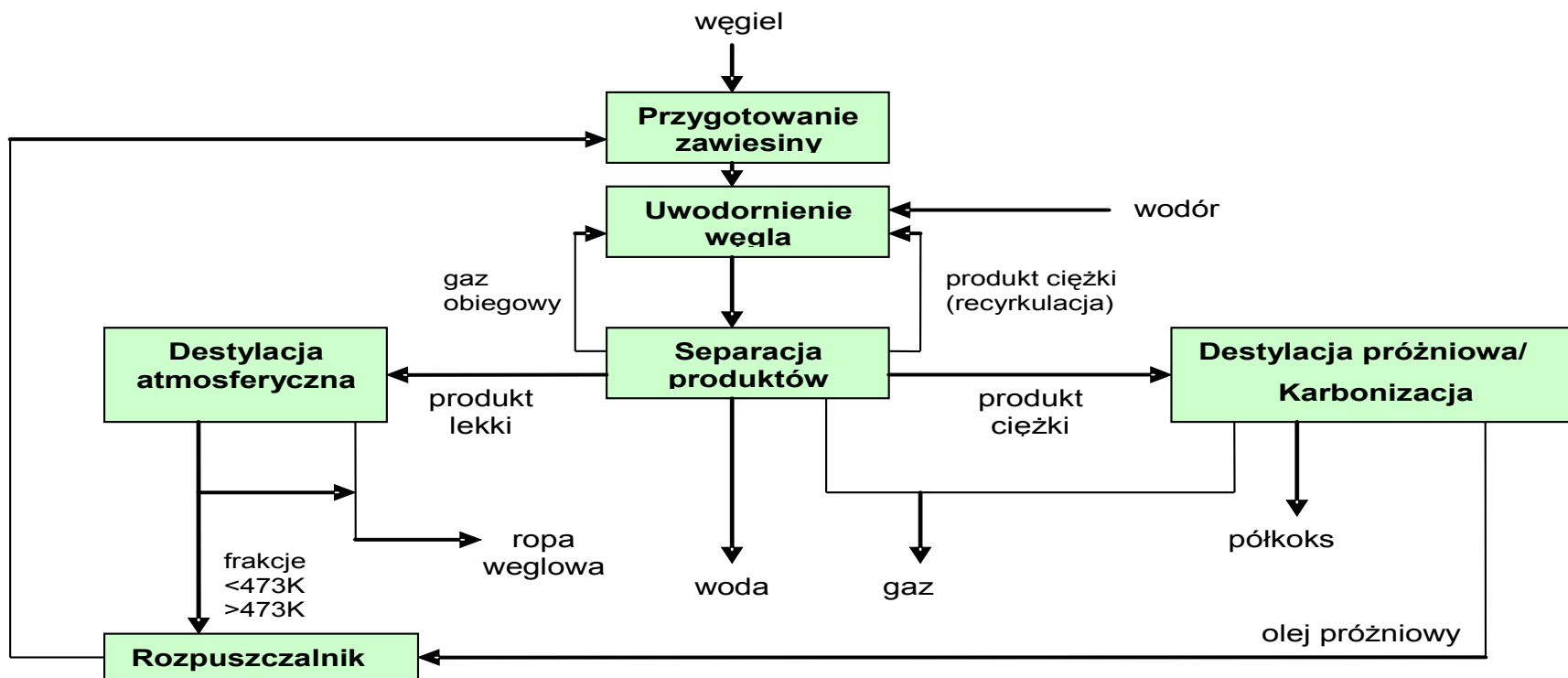
Inner Mongolia, China
17,000 bpd



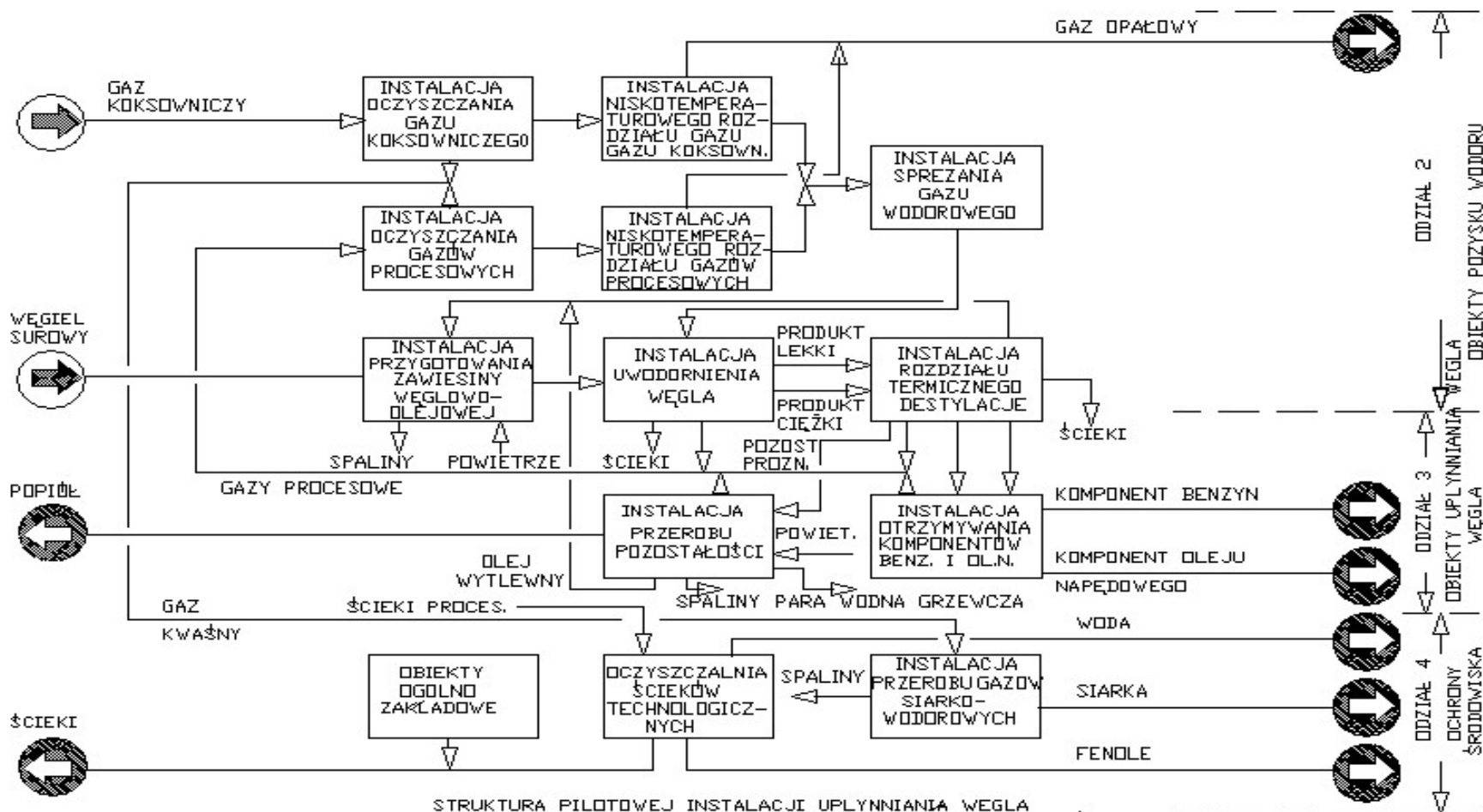
Badania polskie – GIG (1957-1990)

- GIG, Wyry – bezpośrednie uwodornienie węgla**
 - od 1973 – badania procesów jednostkowych w skali laboratoryjnej (ekstrakcji, uwodornienia, destylacji, wylewania, itd.)**
 - instalacja wielkolaboratoryjna – 120 kg węgla/dobę – metoda CONSOL, H-COAL**
 - od 1977 instalacja ¼ techniczna – 1,2 tony węgla/dobę,**
 - od 1986 – zmodernizowana instalacja – 2 tony/dobę – opracowanie technologii GIG**
 - projekt zakładu pilotowego wg technologii GIG o przerobie 200 ton/dobę – dokumentacja projektowa GBSIPPW Separator na bazie założeń GIG**

Bezpośrednie uwodornienie węgla – technologia GIG



Pilotowa instalacja upłynniania węgla – projekt wg technologii GIG



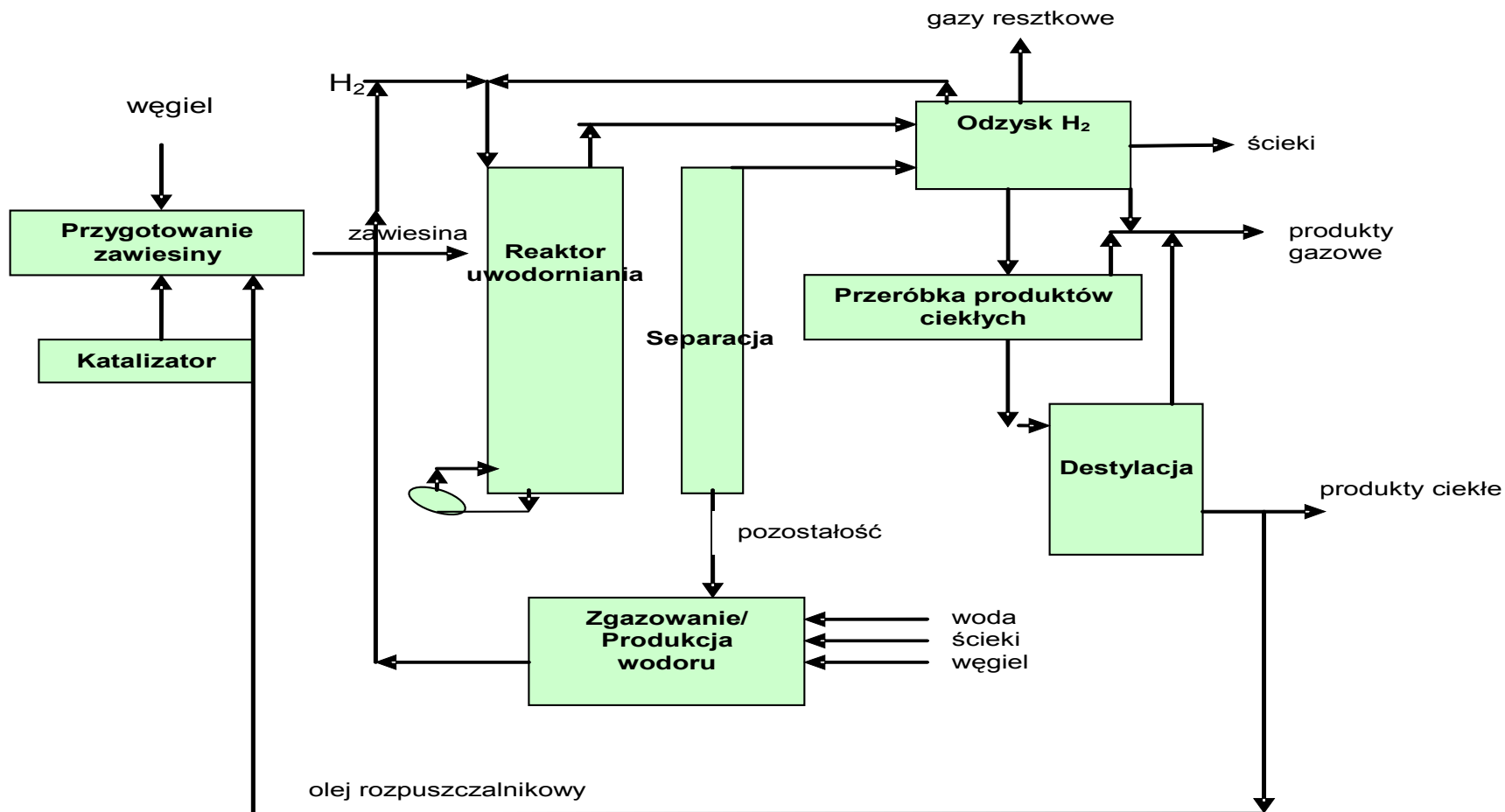


Stan obecny

- **BUW – największe szanse na komercjalizację mają technologie:**
 - Kohleoel – Niemcy,
 - NEDOL - Japonia
 - CTSL - USA
 - LSE – W. Brytania
- **Budowa instalacji przemysłowej – Shenhua Group, Chiny**
technologie: CSTL + Kohleoel + NEDOL
 - 2007 - budowa I - ciągu produkcyjnego (850 mln USD), 830 tys.ton oleju napędowego i benzyny
 - do 2010 – kolejne ciągi (5 mld USD), 5 mln ton paliw płynnych



Bezpośrednie upłynnianie węgla – technologia SH-I -SHENHUA





Bezpośrednie upłynnianie węgla – technologia SH-I – SHENHUA

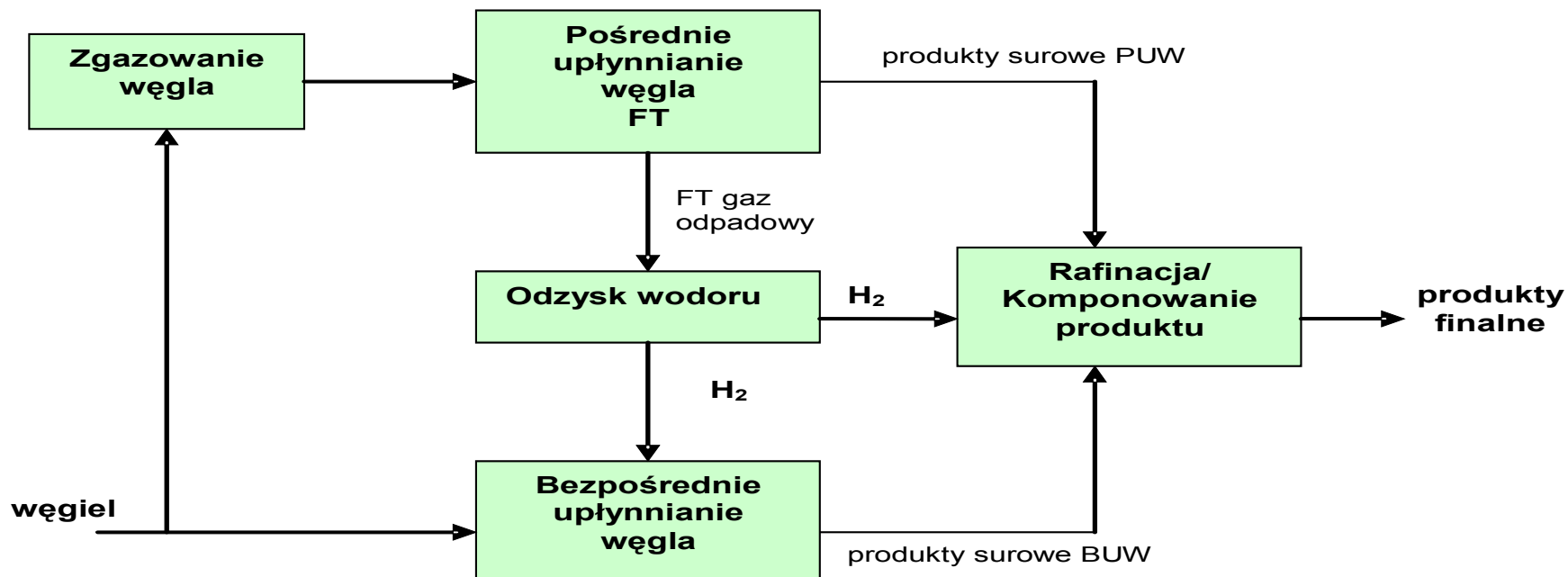




Perspektywy

- **Rozwój technologii zmierza w kierunku procesu hybrydowego, który integruje procesy:**
 - **bezpośredniego upłynniania węgla**
 - **pośredniego upłynniania węgla**

Hybrydowy proces upłynniania węgla





Podsumowanie

- **Technologie upłynniania węgla (PUW i BUW) osiągnęły stan rozwoju pozwalający na ich 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**