



## Rolnicze Elektrociepłownie Biogazowe

---

Andrzej Myczko  
Zygmunt Janas  
ITP



## OZE i paliwa konwencjonalne dwa różne problemy

---

*(wg. International Energy Agency)*

***Ropa miała się skończyć już setki razy.  
Uparcie powtarzany frazes o "skończeniu się" ropy  
jest błędny i kto go powieła, nie ma pojęcia  
o rzeczywistej dynamice ekstrakcji surowca. Nic  
dziwnego, że ropa jeszcze się nie "skończyła", skoro  
ekstrakcja ropy w 100% jest fizycznie niemożliwa.  
Ludzie ostrzegali nas natomiast o skończoności  
ropy odkąd w ogóle została odkryta, ponieważ ropa  
zaczęła się kończyć wraz z wydobyciem pierwszej  
baryłki.***



## Energochłonność skumulowana Rachunek ciągiony

---

- Pamiętajmy też, że produkcja infrastruktury dla OZE wymaga ropy - ludzie często wierzą, że alternatywne źródła energii są w jakiś niewytłumaczony sposób niezależne od ropy naftowej. Słońce i wiatr są odnawialne, ale energia i materiał potrzebny do produkcji wiatraków czy paneli - nie.



## Problemy z zieloną energią

---

- Ochrona środowiska
- Nieumiejętne stosowanie prawa UE
- Energetyka
- Rola orzeczeń trybunału UE (np. Sprawa hiszpańskiego obornika)

(c-416/02 i c-121/03)



## Metan – Definicja podstawowa

- **Metan, gaz błotny, gaz kopalniany, CH<sub>4</sub>**, najprostszy weglowodór nasycony (z grupy alkanów, czyli parafin), gaz o temperaturze skraplania -164 C, bezbarwny, bez zapachu, palny (pali się niebieskim płomieniem, ciepło spalania 1 kg metanu - 55600 kJ; z powietrzem tworzy mieszanki wybuchowe).

Główny składnik gazu ziemnego, gazów występujących w kopalniach i gazów powstających przy beztlenowym rozkładzie szczątków organicznych (ogień błędne).

Powszechnie stosowany jako paliwo, a także w syntezie organicznej. Metan powstaje w wyniku fermentacji celulozy pod wpływem bakterii metanowych. W laboratoriach metan najczęściej otrzymuje się przez ogrzewanie mieszaniny wodorotlenku sodu z octanem sodu:  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ . Jest jednym z gazów powodujących efekt cieplarniany.



## Biogaz

- Produkt fermentacji związków pochodzenia organicznego
  - Ścieki i osady ściekowe
  - odpady komunalne
  - odchody zwierzęce i zużyte ściółki
  - pozostałości z przemysłu rolno-spożywczego
  - biomasa rolnicza



## Biogaz - cd

- 52 - 85% metan (65)
- 14 - 48% dwutlenek węgla (35)
- 0,08 – 5,5% siarkowodór (0,2)
- 0 – 5% wodór (ślady)
- 0 – 2,1% tlenek węgla (ślady)
- 0,6 – 7,5% azot (ślady)
- 0 – 1% tlen (ślady)
- 0 – 10% para wodna (3,9)
- Średnia wartość opałowa biogazu przemysłowego – 25,4 MJ/Nm sześcienny.
- Średnia wartość opałowa biogazu z instalacji rolniczych– 23,0 MJ/Nm sześcienny.



## Biogaz rolniczy

- Paliwo gazowe otrzymywane z surowców rolniczych, pozostałości poprodukcyjnych i produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego lub biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej.

## Czynniki decydujące o fermentacji

- Fizyczne (temperatura, mieszanie, rozdrobnienie)
- Chemiczne (odczyn pH, Potencjał redox – czyli potencjał utleniająco redukujący, Stosunek węgla do azotu – C;N)

## Historia – realizacja IBMER

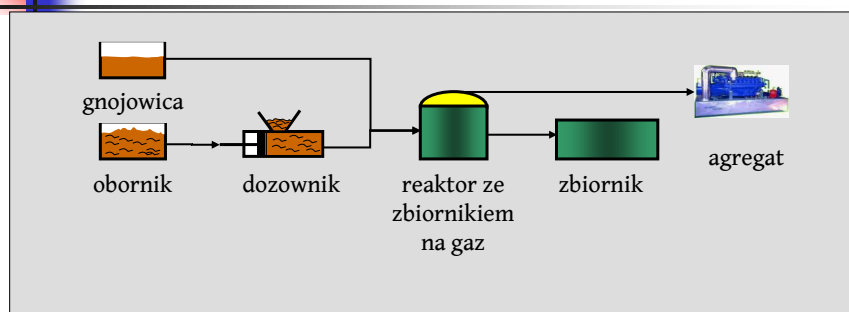
problemem była niska zawartość SM w gnojowicy



## Pierwsza w Polsce profesjonalna biogazownia rolnicza w Pawłóku (POLDANOR)

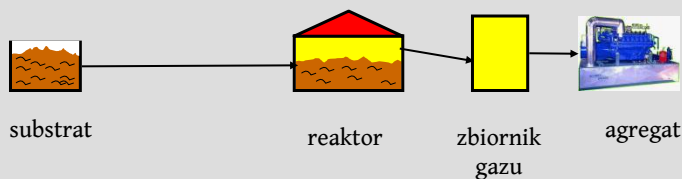


## Biogazownia z wysycaniem mokrym



2000 t/a		300m <sup>3</sup>	600m <sup>3</sup>	30 kW <sub>el</sub>
6000 t/a		700m <sup>3</sup>	2000m <sup>3</sup>	100 kW <sub>el</sub>

## Biogazownia z wysycaniem suchym



2000 t/a		2x145m <sup>3</sup>		30 kW <sub>el</sub>
6000 t/a		3x323m <sup>3</sup>		100 kW <sub>el</sub>

## Wielkość strat ?

	zakres	
■ Ciepło	39	- 45
■ Energia elektryczna	38	- 43
■ Straty	23	- 12
	-----	
	100 %	

## Produkty do biogazowania

- Gnojowica i obornik
- Celowe uprawy rolnicze (np. kukurydza)
- Osady ściekowe
- Mączki pochodzenia zwierzęcego
- Odpady poubojowe
- Wycofane produkty żywnościowe
- Wywar
- Brzeczka
- Gliceryna i woda glicerynowa
- Słoma i Słoma kukurydziana

## Eudiometry i fermentatory dla doboru komponentów





## Przyspieszanie procesu metanizacji w fermentatorach i eliminowanie substancji fermentującej w pofermencie



## Przydatność materiałów do fermentacji metanowej

lp	Materiał	SMo w %	NI/kg SM
1	Gnojowica bydlęca	8,00	270
2	Wywar ziemniaczany	3,50	511
3	Kiszonka z kukurydzy	32,00	650
4	Jw. z osadkami	32,00	550
5	Odpady warzyw /groszek, fasolka, marchew/	7,40	600
6	Warzywa Bonduel	7,05	668
7	Wycierka ziemniaczana	11,40	678
8	Sok marchwiowy	6,46	447-802
9	Odpady cebuli	13,00	350
10	Wywar gorzelniczy	2,56	550-700
11	Osady ściekowe	30,00	400
12	Biomasa ze śmieci	7,0	300-550

Istnieją obiekty w których można doskonalić sprawność energetyczną !



Czy istniejące wyposażenie może stanowić punkt wyjścia do doskonalenia technologii ?





## Problemy do rozwiązania

---

- Badanie procesów technologicznych dotyczących układów kogeneracyjnych zintegrowanych z procesami zgazowania i pirolizy
- Badania układów kogeneracyjnych zintegrowanych z procesami konwersji biologicznej, ukierunkowane na przygotowanie typoszeregów rozproszonych układów energetycznych



## Cd - 2

---

- Badanie i opracowanie zintegrowanego z biogazownią rolniczą systemu wykorzystania energii w technologii ORC
- Opracowanie i badania układu hybrydowego z ogniwami paliwowymi do generacji energii elektrycznej i ciepła, jako elementu rozproszonego systemu agroenergetycznego



## Cd - 3

---

- Analiza możliwości integracji opracowanych technologii przez powiązanie strumieni masy, ciepła i energii z uwzględnieniem oceny ryzyka
- Ocena opłacalności wdrożenia opracowanych technologii



## ORC – Organic Rankine Cycle

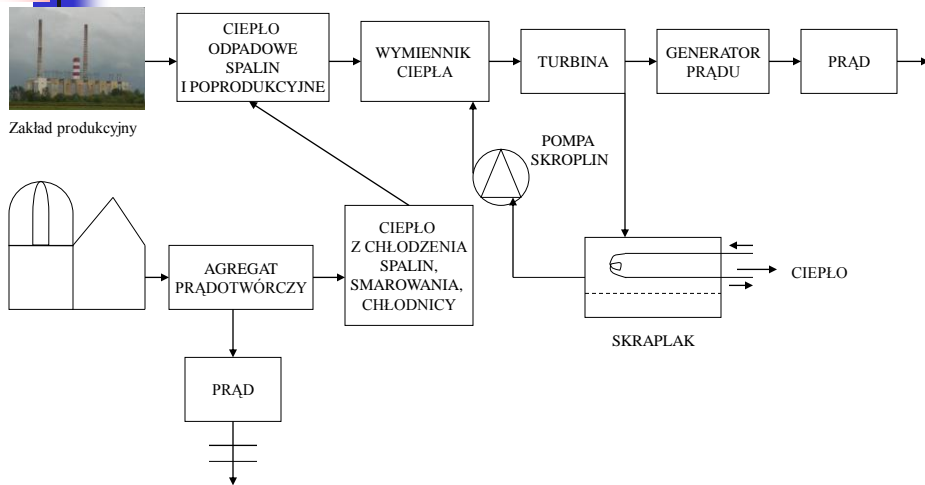
---

Podczas tego obiegu występują następujące przemiany:

- Izentropowe (adiabaticzne) rozprężanie pary w turbinie parowej
- Izobaryczne skroplenie rozprężonej pary (odprowadzenie ciepła w skraplaczu)
- Izochooryczne pompowanie kondensatu
- Izobaryczne podgrzewanie cieczy (wody), jej odparowanie oraz podgrzanie powstałej pary w kotle parowym lub wytwornicy pary

- Procesem wyjściowym dla ORC jest obieg Claususa Rankine`a w którym podobnie jak w agregatach chłodziarek lub siłowniach parowych następuje parowanie i skraplanie czynnika roboczego.
- Zastosowanie w obiegu Clausiusa Rankine`a jako czynnika roboczego węglowodorów zamiast wody pozwala na pracę w niższych temperaturach górnego źródła obiegu. Umożliwia to wykorzystanie np.. ciepła odpadowego z urządzeń chłodzących, spalin, geotermicznego itp..
- Jako czynnik roboczy może być wykorzystany izobutan, olej silnikowy, freony CFC, jak również czysty amoniak.

## Wykorzystanie ciepła odpadowego w obiegu ORC (Organic Rankin Cycle)



## proces Kalina podwyższający sprawność instalacji

Jest to technologia ORC oparta na obiegu Rankine'a w której podstawę stanowi siłownia parowa, a czynnikiem roboczym jest mieszanina amoniaku z wodą, zamiast klasycznie stosowanego w ORC izobutanu lub izopentanu.

Opary mieszaniny napędzają turbinę w temp. 105 – 110 stopni Celsjusza.

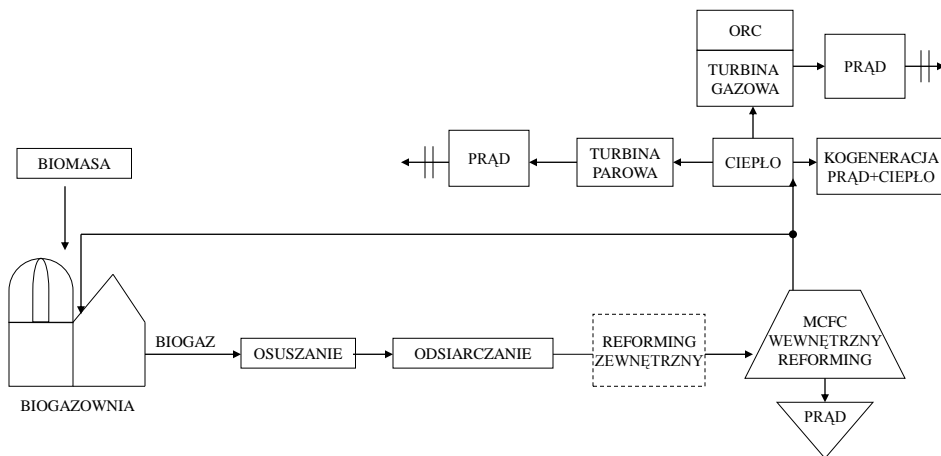
Stosunek amoniaku do wody nie jest stały. Zmienia się w czasie obiegu

Układ Kalina w obiegu Rankine'a jest rozszerzony o człon destylacyjny i adsorpcyjny.

## Ogniwo paliwowe

- Ogniwo generujące energię elektryczną z reakcji utleniania stale dostarczanego z zewnątrz paliwa. (wg.wikipedia)
- Ogniwo galwaniczne stanowiące chemiczne źródło prądu elektrycznego powstającego podczas elektrochemicznego utleniania (spalania) paliwa (np.. Wodoru, węglowodorów, alkoholi, tlenku węgla), doprowadzanego w sposób ciągły do elektrody ujemnej, w tlenie lub powietrzu doprowadzanym też w sposób ciągły do elektrody dodatniej. (wg. PWN)

## WYKORZYSTANIE BIOGAZU W OGNIWIE PALIWOWYM Z ELEKTROLITEM WĘGLANOWYM (MCFC)





## Ogniwo paliwowo - węglanowe

---

- Wysokotemperaturowe ogniwo pracujące w temp. powyżej 600 st. Celsjusza w której zachodzi zjawisko wewnętrznego reformingu. Umożliwia to wykorzystać wodór oraz niektóre węglowodory o niskiej czystości (metan, metanol, biogaz, LPG, gazy hydrokarbonowe itp.)



## Podział ze względu na rodzaj elektrolitu

---

- polimerowe
- alkaliczne
- kwasowe
- tlenkowe
- węglanowe
- fosforowe
- mikrobiologiczne



## Podział ogniw paliwowych

---

- Ze względu na sposób wykorzystania i rodzaj stosowanego paliwa:
  - bezpośrednie wykorzystanie paliwa (wodór i tlen)
  - pośrednie wykorzystanie paliwa tzn. wstępnie konwertowanie (reforming) przed doprowadzeniem do ogniwa (metan, gaz syntezowy, biogaz, oraz utleniacze)