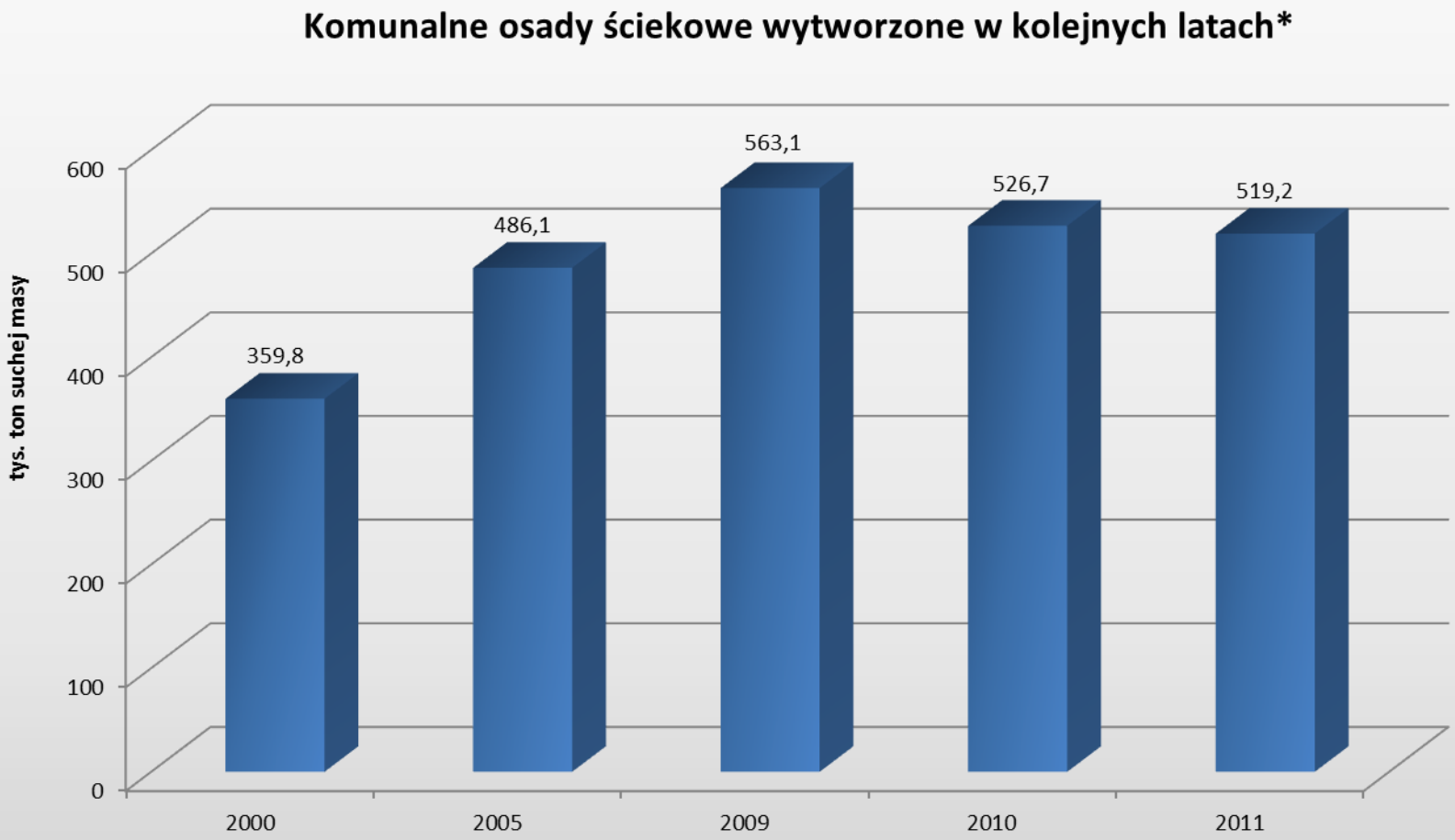
INSTYTUT CHEMICZNEJ PRZERÓBKI WĘGLA

Energetyczne zagospodarowanie osadów ściekowych w powiązaniu z produkcją energii elektrycznej

Maria Bałazińska, Sławomir Stelmach

Problem zagospodarowania osadów ściekowych



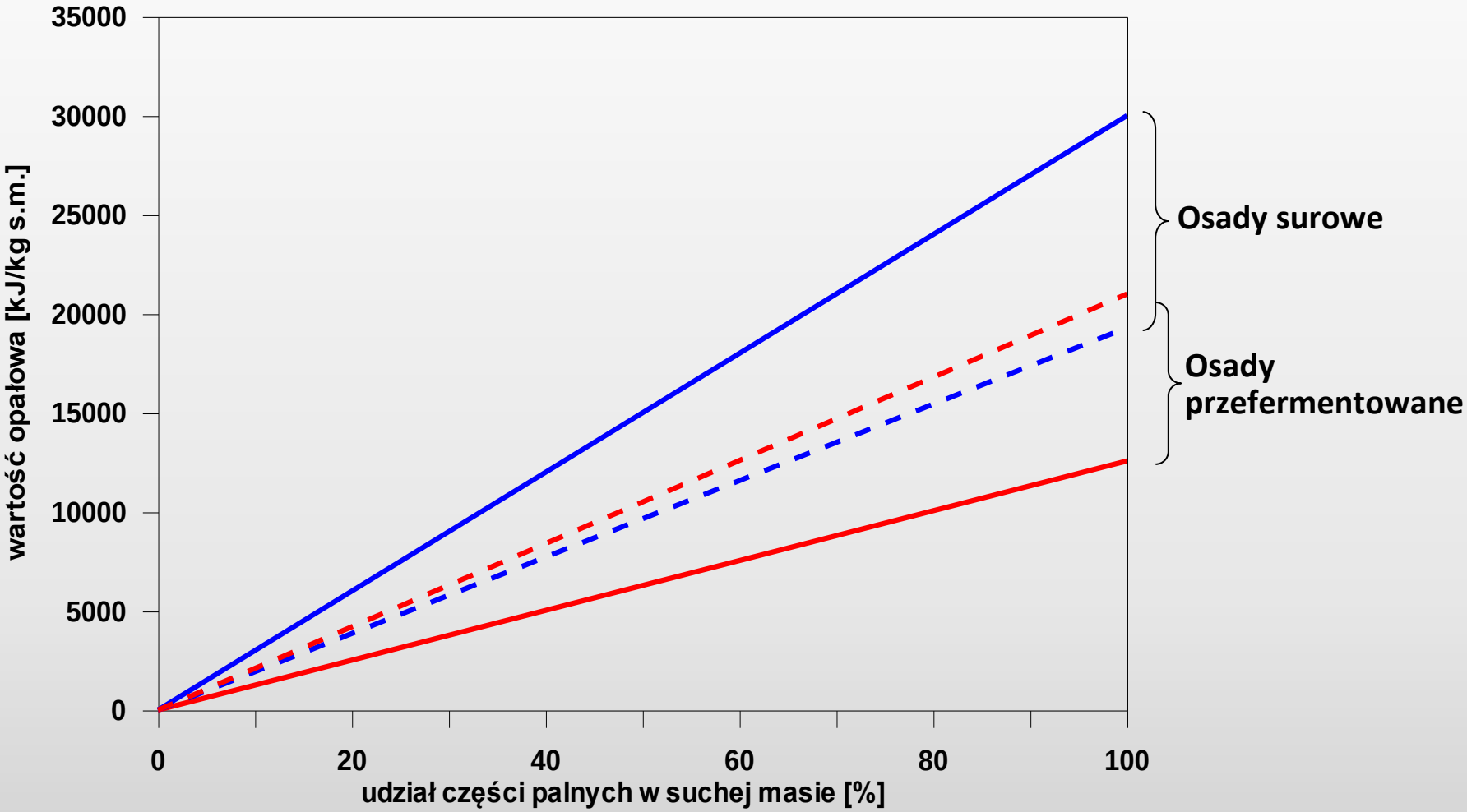
* wg GUS

Ogólna charakterystyka osadów ściekowych

<u>Najważniejsze cechy charakteryzujące osady ściekowe to:</u>

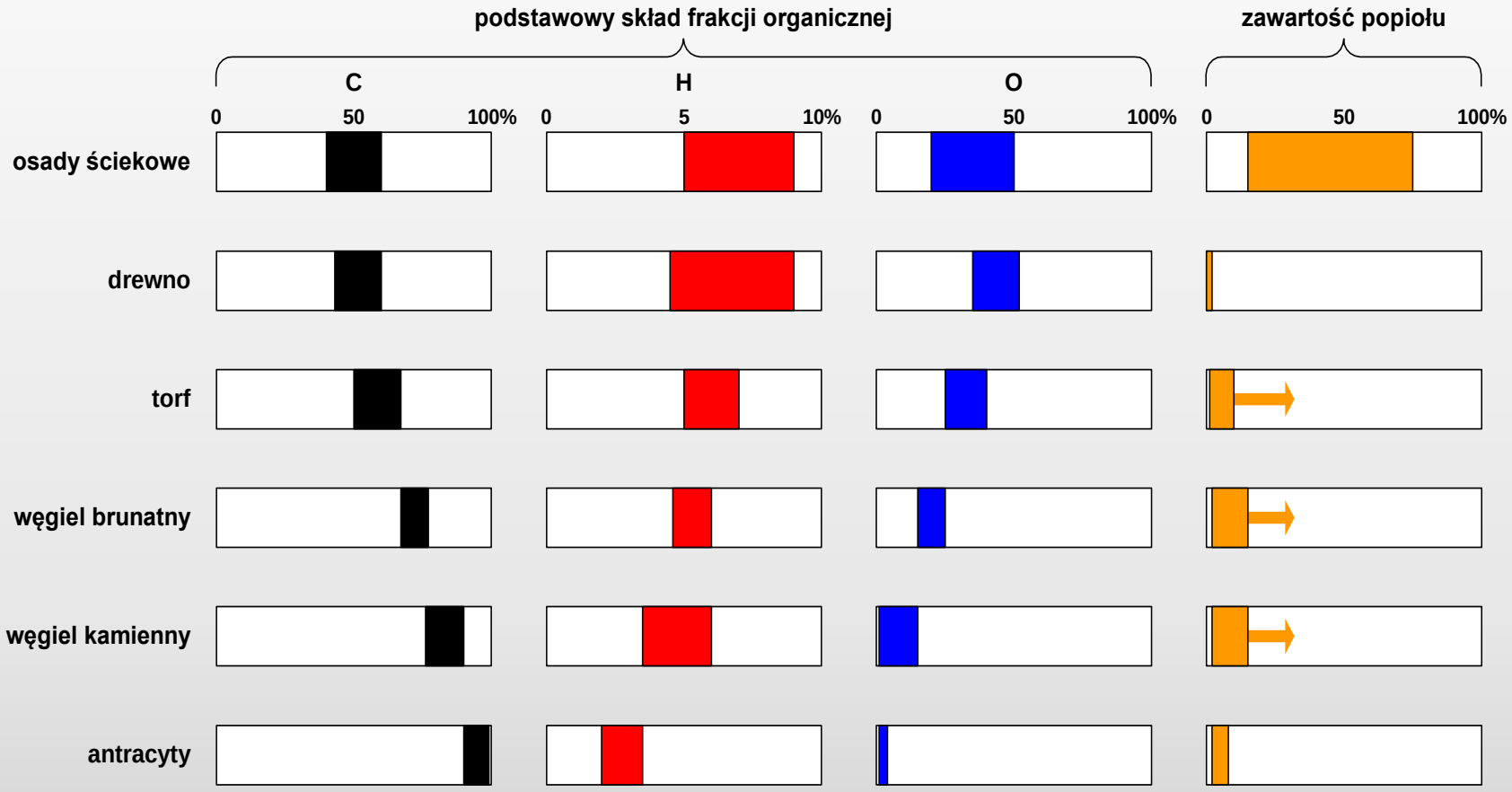
- uwodnienie, zmieniające się od ponad 99% dla osadów surowych, poprzez ~55÷80% w przypadku osadów odwodnionych, do mniejszego niż 10% dla osadów wysuszonych termicznie,
- wysoka zawartość związków organicznych podatnych na biodegradację (od ~75% s.m. dla osadów surowych do ~45÷55% s.m. dla osadów ustabilizowanych),
- wysoka zawartość związków azotu (~2÷7% s.m.) i fosforu (~1÷5% s.m.) przy niższej zawartości potasu (~0,1÷0,5% s.m.),
- zróżnicowana zawartość metali ciężkich (zależna od rodzaju oczyszczanych ścieków),
- zróżnicowany stopień zagrożenia sanitarnego (największy dla osadów surowych wstępnych, najmniejszy – dla osadów ustabilizowanych i higienizowanych).

Wartość opałowa komunalnych osadów ściekowych*



* wg Lurgi

Porównanie podstawowego składu frakcji organicznej i zawartości popiołu w osadach ściekowych ze składem naturalnych paliw stałych



Charakterystyka procesów termicznych

SPALANIE

Ogrzewanie bezpośrednie
poprzez bezpośrednie spalanie paliwa

PODSTAWOWY PRODUKT:
energia

ZGAZOWANIE

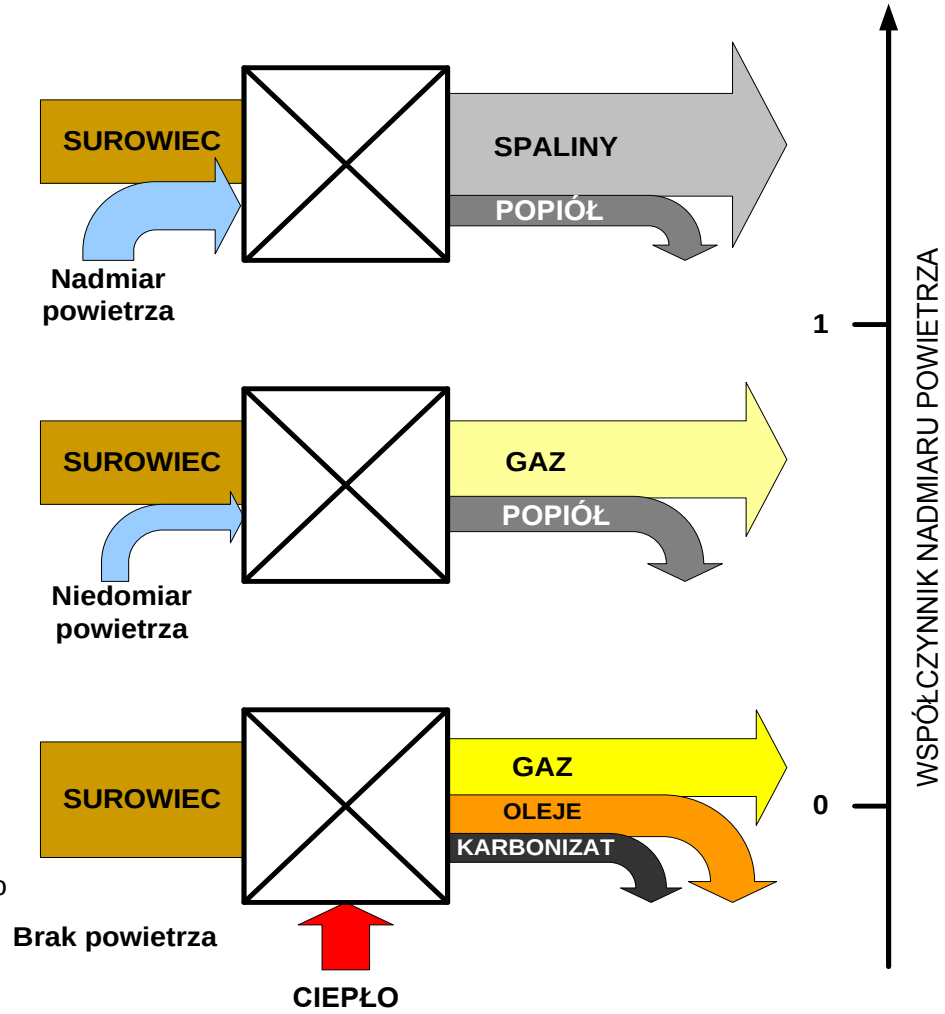
Ogrzewanie bezpośrednie
poprzez częściowe spalanie paliwa

PODSTAWOWY PRODUKT:
gaz średnio/niskokaloryczny

PIROLIZA

Ogrzewanie pośrednie
spalinami ze spalania paliwa - bezprzeponowo
spalinami lub energią elektryczną - przeponowo

PODSTAWOWY PRODUKT:
wysokokaloryczny gaz i karbonizat



Spalanie/współspalanie

Jedną z najważniejszych barier dla zagospodarowania osadów ściekowych poprzez ich współspalanie w istniejących elektrowniach i elektrociepłowniach jest ich formalny status – są one odpadem, a nie paliwem

Proces spalania i współspalania komunalnych osadów ściekowych jest procesem termicznego przekształcania odpadów

Instalacja w której prowadzony jest proces współspalania komunalnych osadów ściekowych musi spełniać wymagania dla współspalarni odpadów

Spalanie/współspalanie

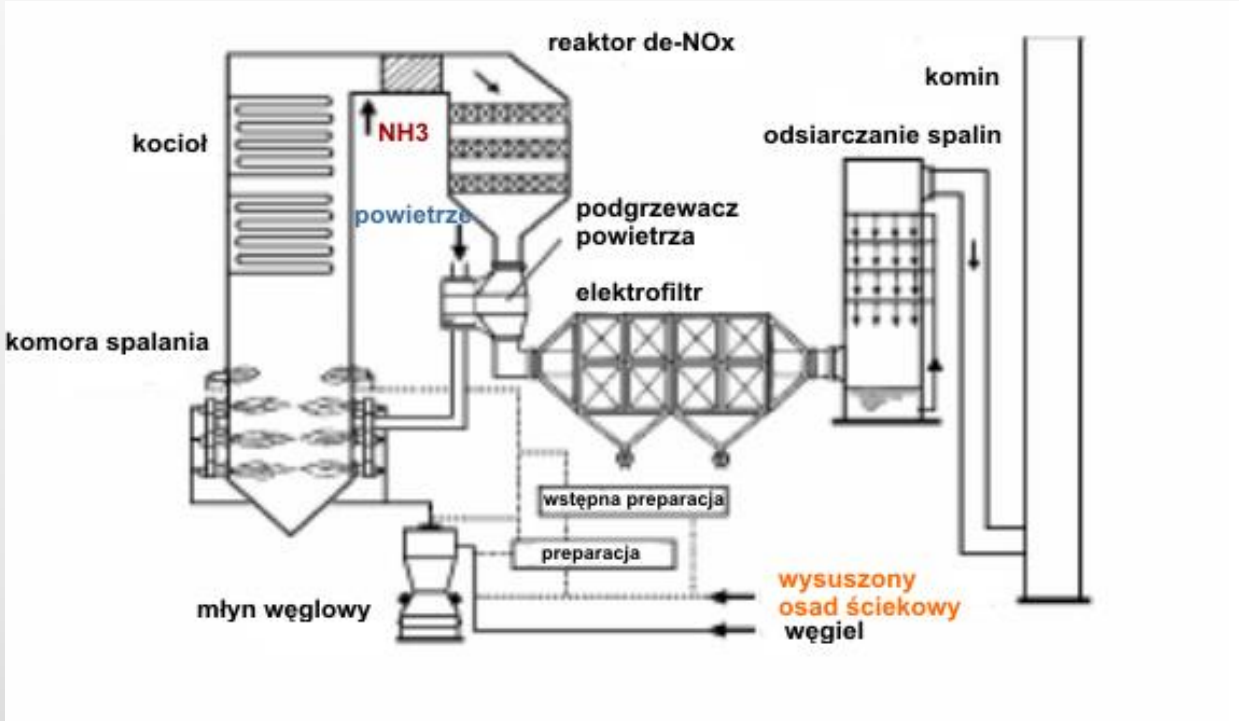
Zaletą zagospodarowania osadów ściekowych poprzez spalanie/współspalanie jest ich formalny status – są one biomasą w sensie rozliczeń energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł energii odnawialnej.

Osady ściekowe są czystą biomasą w sensie definicji zawartej w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnotowym systemem handlu uprawnianiami do emisji.

Powyższe fakty mogą zapewnić podmiotowi prowadzącemu spalanie/współspalanie osadów ściekowych dodatkowe korzyści ekonomiczne.

Współspalanie osadów ściekowych w kotłach pyłowych

Typowy układ dozowania wysuszonych osadów ściekowych w elektrowniach niemieckich



Współspalanie osadów ściekowych prowadzone jest w krajach Europy zachodniej – równolegle z innymi termicznymi sposobami utylizacji osadów – w wielu elektrowniach, przede wszystkim w Niemczech, Belgii i Holandii. Wśród niemieckich elektrowni spalających ponad 10 tys. Mg s.m. osadów ściekowych rocznie można wymienić elektrownie Duisburg H. Stadtwerke, Franken II Bayernwerke, Heilbronn EnBW, Weiher II SaarEnergie, czy Zolling Bayernwerke. Stosowane w tych elektrowniach dodatki osadów ściekowych nie przekraczają 10% masowych

Współspalanie osadów ściekowych - potencjalne problemy

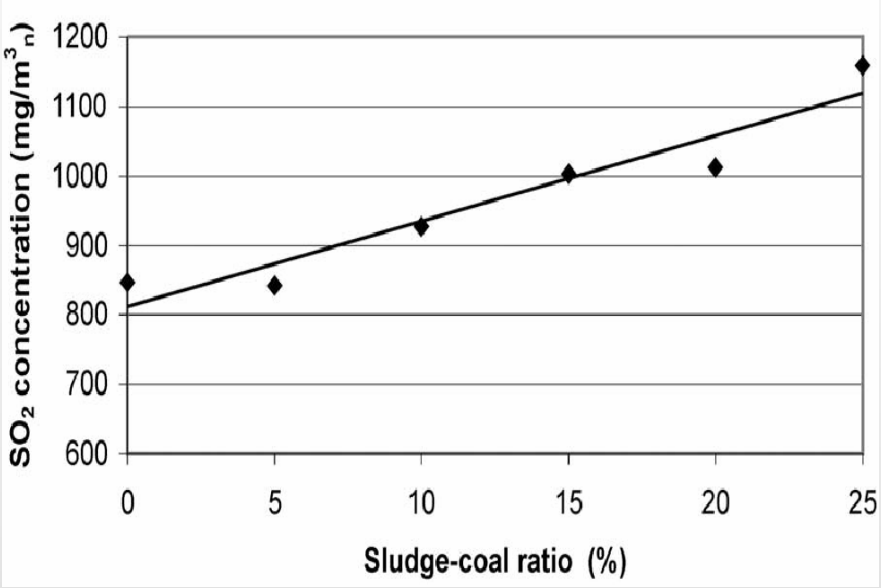
Wzrost ilości popiołu

Lp.	Udział energetyczny węgiel/osad	Osad, kg/h	Węgiel kamienny, kg/h	Popiół wejście, kg/h	Popiół w cyklonie, kg/h	Popiół w filtrze, kg/h	Suma (popiół wyjście), kg/h
1	100/0	0	27,6	0,8	0,7	0,05	0,75
2	85/15	10,5	18,9	6,0	4,6	0,3	4,9
3	75/25	18,3	16,5	9,5	5,8	0,4	6,2

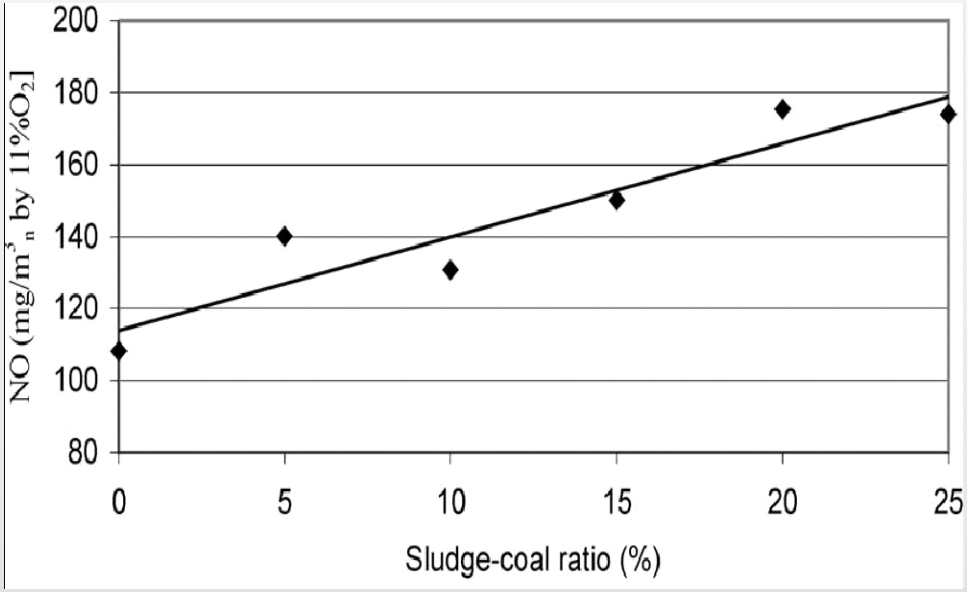
J.Werther, T.Ogada: Sewage sludge combustion. Progress in Energy and Combustion Science 25 (1999) 55÷116.

Współspalanie osadów ściekowych - potencjalne problemy

Wzrost emisji SO_2



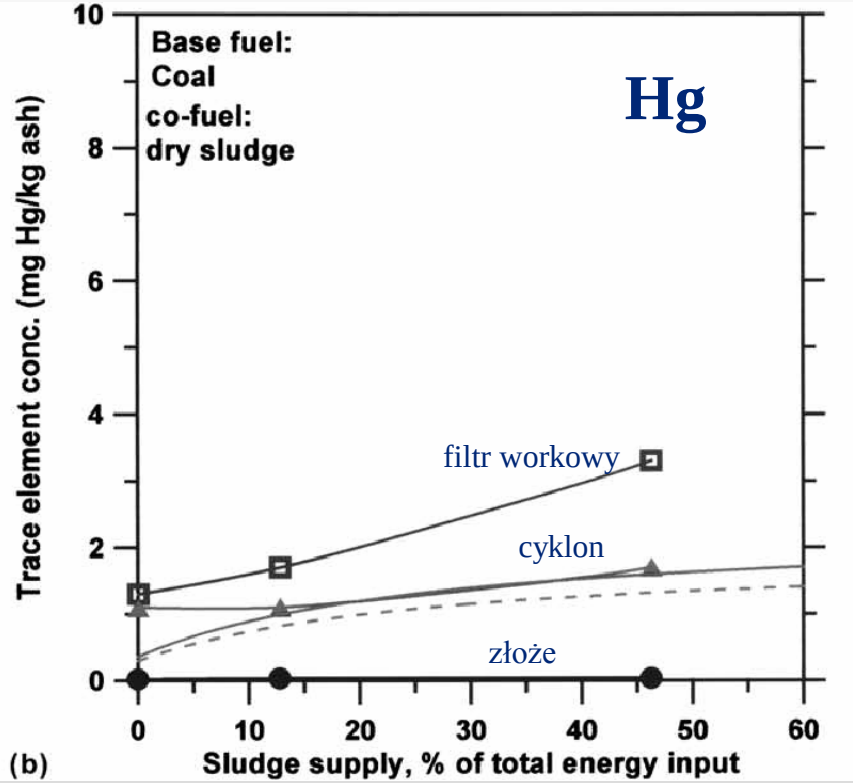
Wzrost emisji NO

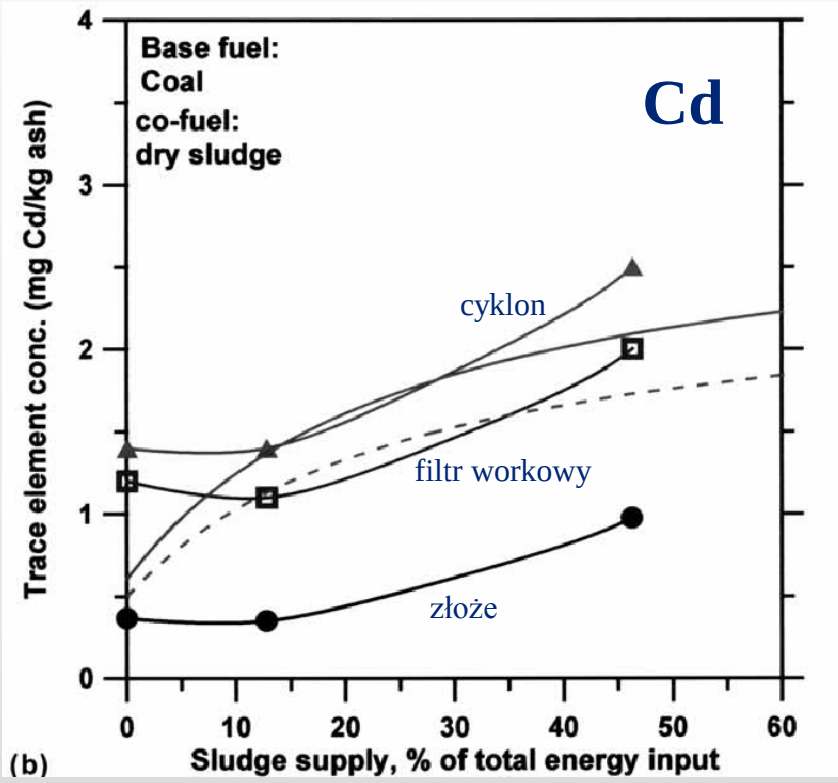


J.Nadziakiewicz, M.Kozioł: Co-ombustion of sludge with coal. Applied Energy 75 (2003) 239-248.

Współspalanie osadów ściekowych - potencjalne problemy

Wzrost emisji metali ciężkich





L.-E.Amand, B.Leckner: Metal emissions from co-combustion of sewage sludge and coal/wood in fluidized bed. Fuel 83 (2004) 1803–1821

Współspalanie osadów ściekowych - potencjalne problemy

Żużlowanie i zanieczyszczanie powierzchni ogrzewalnych kotła

Pokład rusztowy kotła OR-32 po sezonie eksploatacji przy współspalaniu osadów ściekowych (widoczne miejsca przepalenia)

Narosty w części ściany bocznej kotła po miesięcznej eksploatacji kotła rusztowego OR-32 przy współspalaniu osadów ściekowych

Zgazowanie

Proces termochemicznej, utleniającej przemiany paliwa stałego (rzadziej ciekłego) w gazowy nośnik energii (gaz palny)

Proces zgazowania może być w uproszczony sposób przedstawiony za pomocą następujących równań chemicznych:

$C + O_2 = CO_2$ + ciepło (reakcja egzotermiczna)

$C + H_2O$(para) $= CO + H_2$ (reakcja endotermiczna)

$C + CO_2 = 2CO$ (reakcja endotermiczna)

$C + 2H_2 = CH_4$ (reakcja endotermiczna)

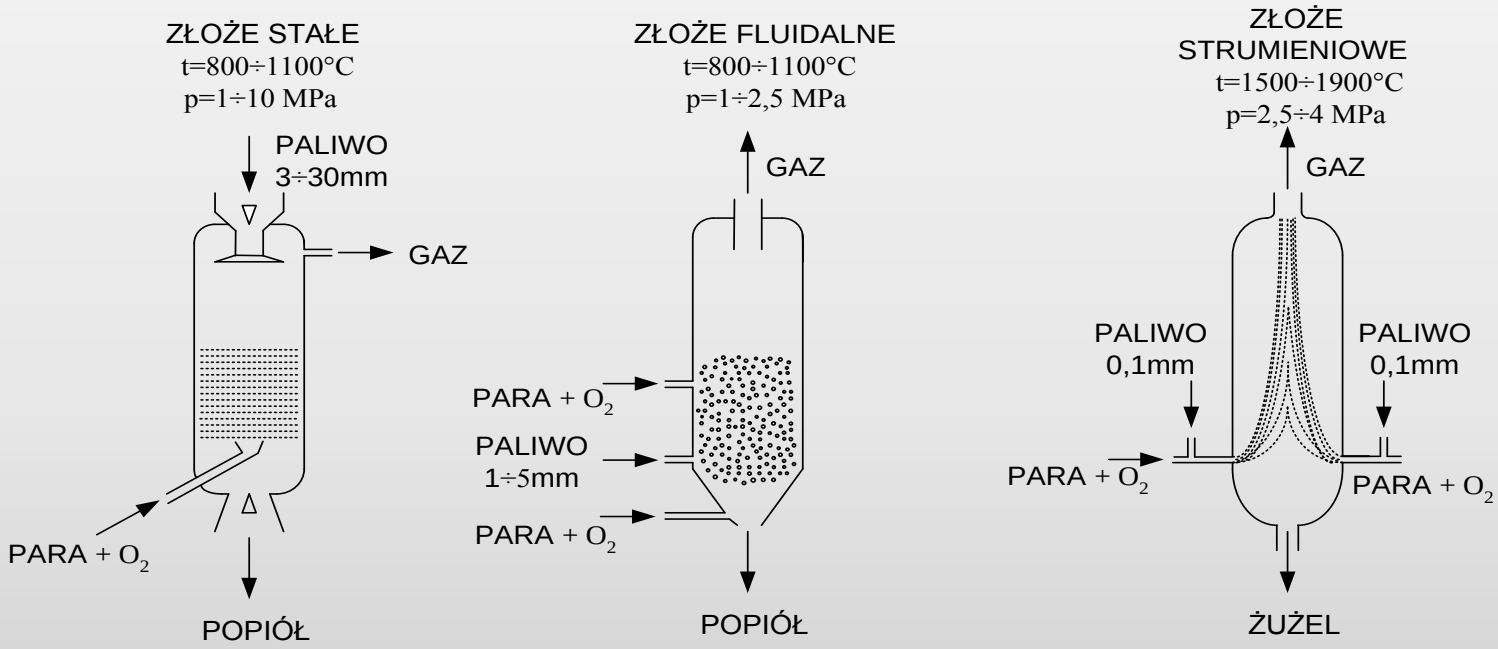
$CO + H_2O = CO_2 + H_2$ (reakcja egzotermiczna)

$CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O$ (reakcja egzotermiczna)

Główne typy reaktorów

Proces zgazowania prowadzony jest w ***generatorach gazu***. Urządzenia te ze względu na rodzaj złoża można podzielić na:

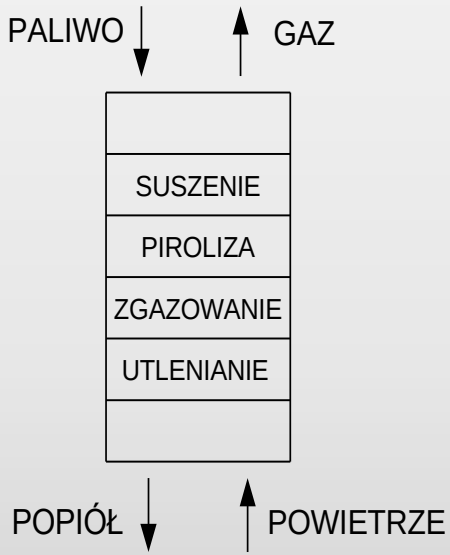
- ***reaktory ze złożem stałym*** (ang. fixed bed gasifiers),
- ***reaktory ze złożem fluidalnym*** (ang. fluidised bed gasifiers),
- ***reaktory strumieniowe*** (ang. entrained bed gasifiers).



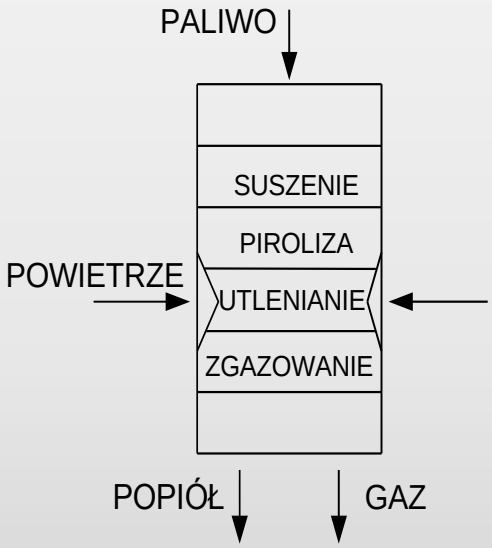
Podział reaktorów ze złożem stałym

Reaktory ze złożem stałym (rozwinięte dla zgazowania biomasy), w zależności od kierunku przepływu paliwa i czynnika procesowego, można podzielić na:

- ***przeciwprądowe*** (górnociągowe),
- ***współprądowe*** (dolnociągowe),
- ***współprądowe z otwartym rdzeniem***,
- ***krzyżowo-prądowe***.



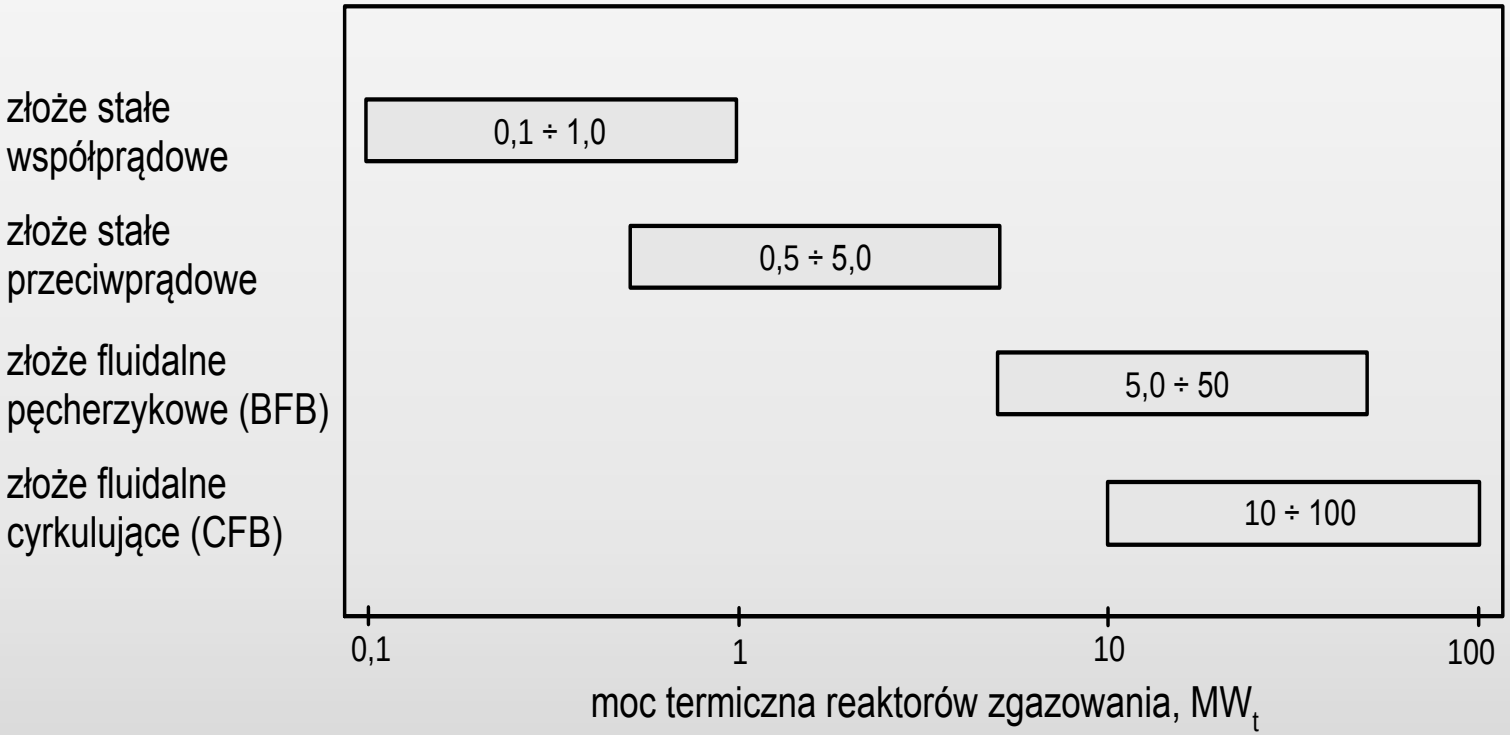
reaktor przeciwprądowy



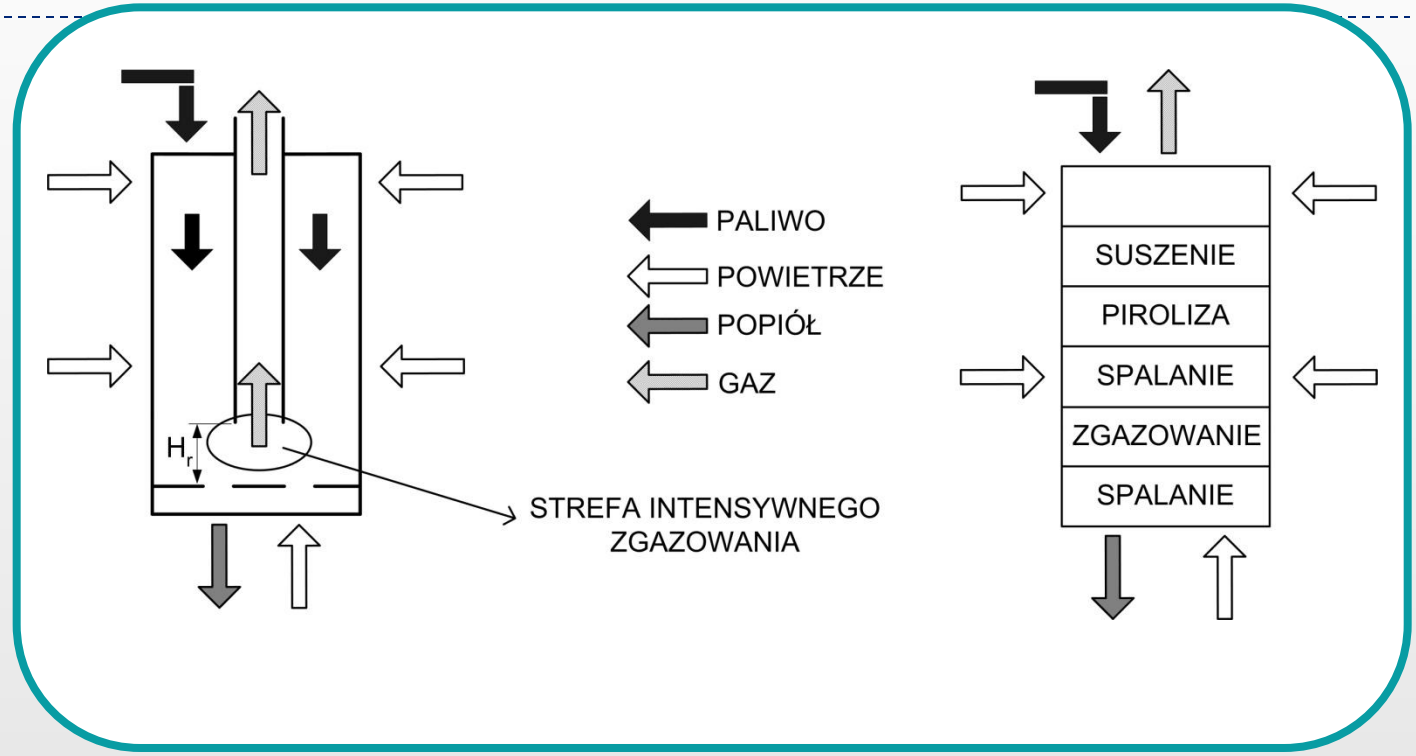
reaktor współprądowy

Zakresy mocy cieplnych reaktorów zgazowania

Typy reaktorów stosowane w procesie zgazowania biomasy



Generator gazu – GazEla (60kW$_t$)



Typ:	**innowacyjny generator gazu ze złożem stałym (GazEla)**
Lokalizacja:	**IChPW –** Centrum Czystych Technologii Węglowych, Zabrze
Skala:	**pilotowa** (moc w paliwie: **60 kW$_t$**)
Status:	**zakończona faza badań technologicznych**

Gaz ze zgazowania biomasy vs inne gazy

Rodzaj gazu	Wartość opałowa (zależna od rodzaju paliwa, typu reaktora…), MJ/Nm^3
Wodór	10,78
Metan	35,89
Propan	93,60
Gaz ze zgazowania biomasy:	
• Powietrzem	3 – 9
• Parą wodną	12 – 18
• Tlenem	10 – 15
Gaz koksowniczy	16,49 - 19,21
Biogaz	20 – 32
Gaz wysypiskowy	17 – 20

Turbina a silnik gazowy

	Silnik gazowy	Turbina gazowa
Moc elektryczna	30-1000kW	500-4000kW
Zalety	- szeroki zakres mocy elektrycznej, - wysoka sprawność wytw. en.el., - możliwość stosowania różnych paliw.	- małe rozmiary, - elastyczność pracy, czas rozruchu, - wysoka niezawodność i dyspozycyjność, - brak konieczności chłodzenia zewn.
Wady	- duży strumień ciepła niskotemperaturowego, - duże gabaryty, mały stosunek mocy do masy, - konieczność chłodzenia, - hałas wymagający osłon ak.	- zależność mocy i sprawności od temp. otoczenia, - niska sprawność wytw. en. el., - znaczny wpływ obciążenia na sprawność, - konieczne osłony akustyczne.

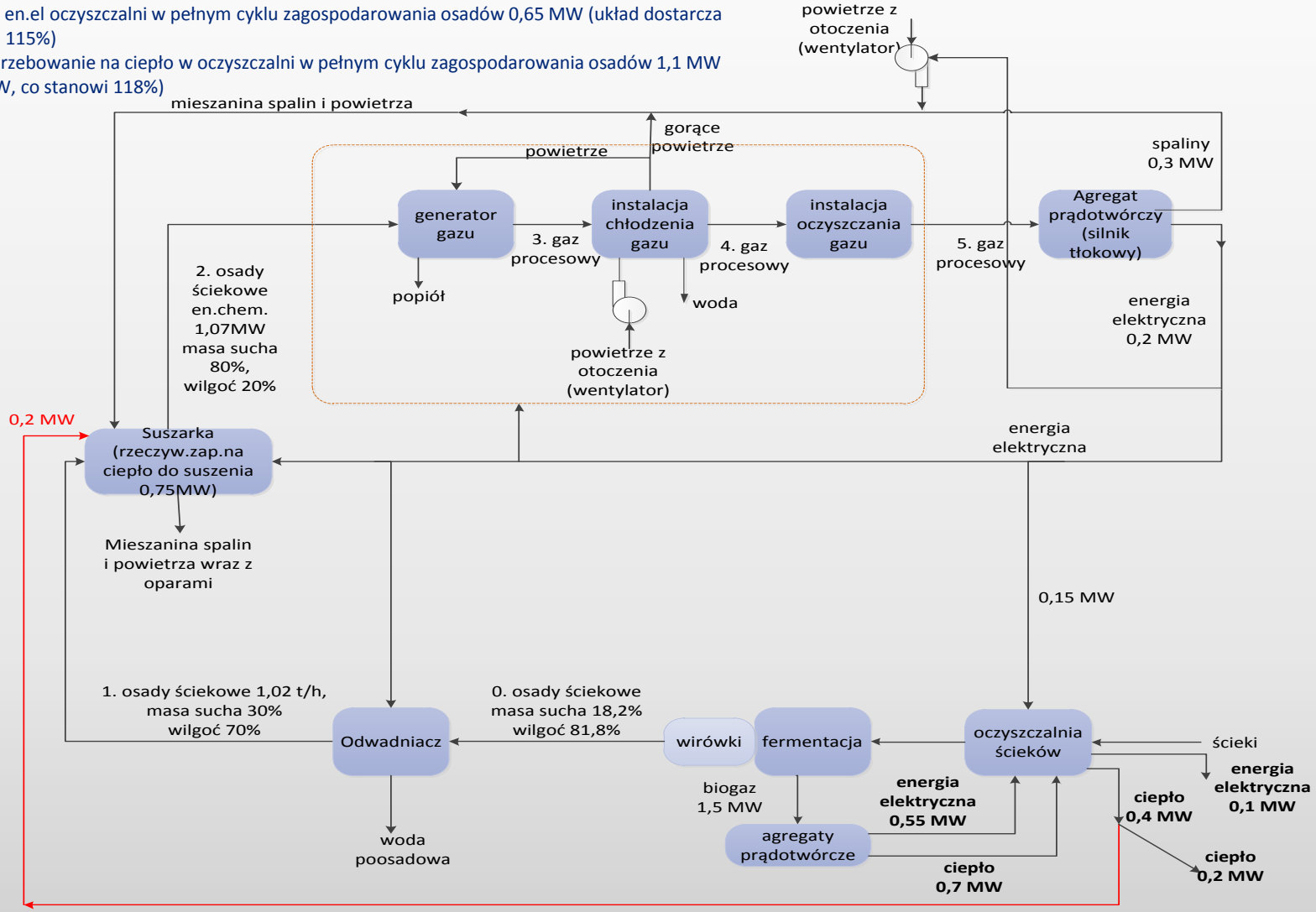
Koncepcja produkcji energii elektrycznej oraz ciepła z wykorzystaniem procesu zgazowania osadów ściekowych

Główne zalety technologii zgazowania osadów ściekowych :

- **rozwój energetyki rozproszonej: lokalny wytwórca – lokalny odbiorca,**
- **zwiększenie udziału OZE w bilansie energetycznym kraju,**
- **wykorzystanie lokalnych zasobów.**

Koncepcja zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych z wykorzystaniem zgazowania

Zapotrzebowanie na en.el oczyszczalni w pełnym cyklu zagospodarowania osadów 0,65 MW (układ dostarcza 0,75MW, co stanowi 115%)
Średnioroczne zapotrzebowanie na ciepło w oczyszczalni w pełnym cyklu zagospodarowania osadów 1,1 MW (zapewniamy 1,3 MW, co stanowi 118%)



Podsumowanie

- **Koncepcja zagospodarowania osadów ściekowych z wykorzystaniem układu zgazowania pokrywa energetyczne zapotrzebowanie oczyszczalni ścieków.**
- **Przeszkodą w energetycznym wykorzystaniu osadów ściekowych może być fakt, iż proces ten jest procesem przekształcania termicznego odpadów.**
- **Zaletą natomiast jest status osadów ściekowych klasyfikowanych jako biomasa o zerowym współczynniku emisji CO_2 oraz w sensie rozliczeń energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł energii odnawialnej.**

Dziękuję za uwagę

dr inż. Sławomir Stelmach
sstel@ichpw.zabrze.pl

mgr inż. Maria Bałazińska
mbalazinska@ichpw.zabrze.pl