

BIAŁYSTOK
24-25 marca 2010

KONFERENCJA:
Ochrona Środowiska. Woda i ścieki w przemyśle spożywczym.
Oczyszczanie ścieków mleczarskich
– mity i rzeczywistość

Dr inż. Bogusław Buczak



Charakterystyka ścieków mleczarskich

Oczyszczanie ścieków mleczarskich – mity i rzeczywistość

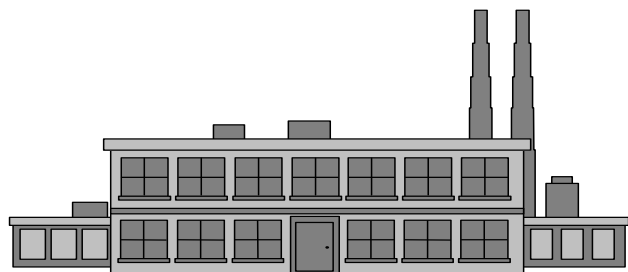
Główne cechy ścieków mleczarskich:

- ❖ Wysoki ładunek ChZT (tłuszcze, cukry, białka)
- ❖ Duża zawartość tłuszczu
- ❖ Konieczność usuwania azotu i fosforu
- ❖ Duża zmienność w ilości i jakości ścieków (fazy mycia linii produkcyjnych)
- ❖ Obecność tzw. odpadu serwatkowego
- ❖ Skład ścieków zależny w dużej mierze od typu produkcji (sery, masło, joghurt, mleko itp.)
- ❖ Temperatura 20-30°C

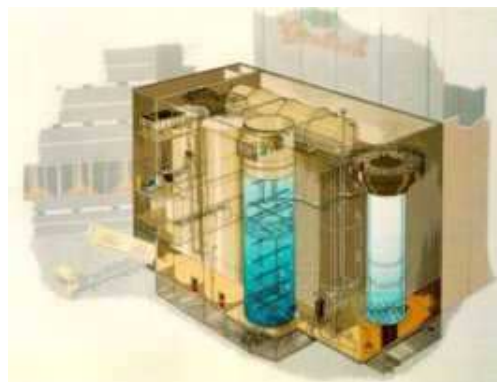
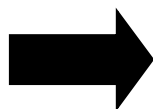
Istotne parametry ścieków surowych do wymiarowania instalacji

- Przepływy (dobowe, godzinowe)
- ChZT (frakcje – białka, cukry, tłuszcze)
- ChZT filtrowane
- BZT5
- Zawiesina
- Formy N i P (NNO_3 , NNH_4 , TKN, Nogólny)
- Tłuszcze – Ekstrakt Eterowy
- Temperatura
- Ca
- SO_4
- Cl
- pH

Optymalny wybór technologii oczyszczania



Wejście = Charakterystyka ścieków



Instalacja technologiczna - oczyszczalnia



Wyjście = Ścieki oczyszczone

Optymalny wybór technologii oczyszczania

- Faza wstępna projektu: zależności i uwarunkowania

1. Charakterystyka jakości i ilości ścieków w zakresie wskazanych parametrów w oparciu o pomiary średnio dobowe wprost proporcjonalne do przepływu – w celu uniknięcia niedowymiarowania lub przewymiarowania instalacji. Ładunki przyjęte do obliczeń procesowych muszą uwzględniać plany zwiększenia produkcji w najbliższym horyzoncie czasowym.

UWAGA: próbki chwilowe nie odzwierciedlają faktycznego zrzuconego ładunku zanieczyszczeń i często są niekorzystne dla producenta ścieków z punktu widzenia kar i opłat.

2. Określenie parametrów zrzutu (zgodnie z ustawą) lub określenie ewentualnej jakości ścieków oczyszczonych w przypadku częściowego recyklingu.

Oczyszczanie ścieków mleczarskich – mity i rzeczywistość

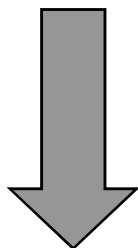
Przykładowa charakterystyka ścieków mleczarskich: model A i model B

Parametr	Mleczarnia A		Mleczarnia B	
Przepływ	5000 (m ³ /d)		3000 (m ³ /d)	
ChZT	6000 mg/l	30000 kg/d	3500 mg/l	10500 kg/d
Zaw.og.	500 mg/l	2500 kg/d	500 mg/l	1500 kg/d
Ekstr.et.	400 mg/l	2000 kg/d	400 mg/l	1200 kg/d
Nog.	150 mg/l	750 kg/d	150 mg/l	450 kg/d
N-NO ₃	60 mg/l	300 kg/d	60 mg/l	180 kg/d
N-NH ₃	3 mg/l	15 kg/d	3 mg/l	9 kg/d
Ca	100 mg/l	500 kg/d	100 mg/l	300 kg/d

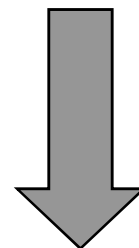
Technologia

Metody oczyszczania ścieków

Podstawowe metody oczyszczania ścieków:

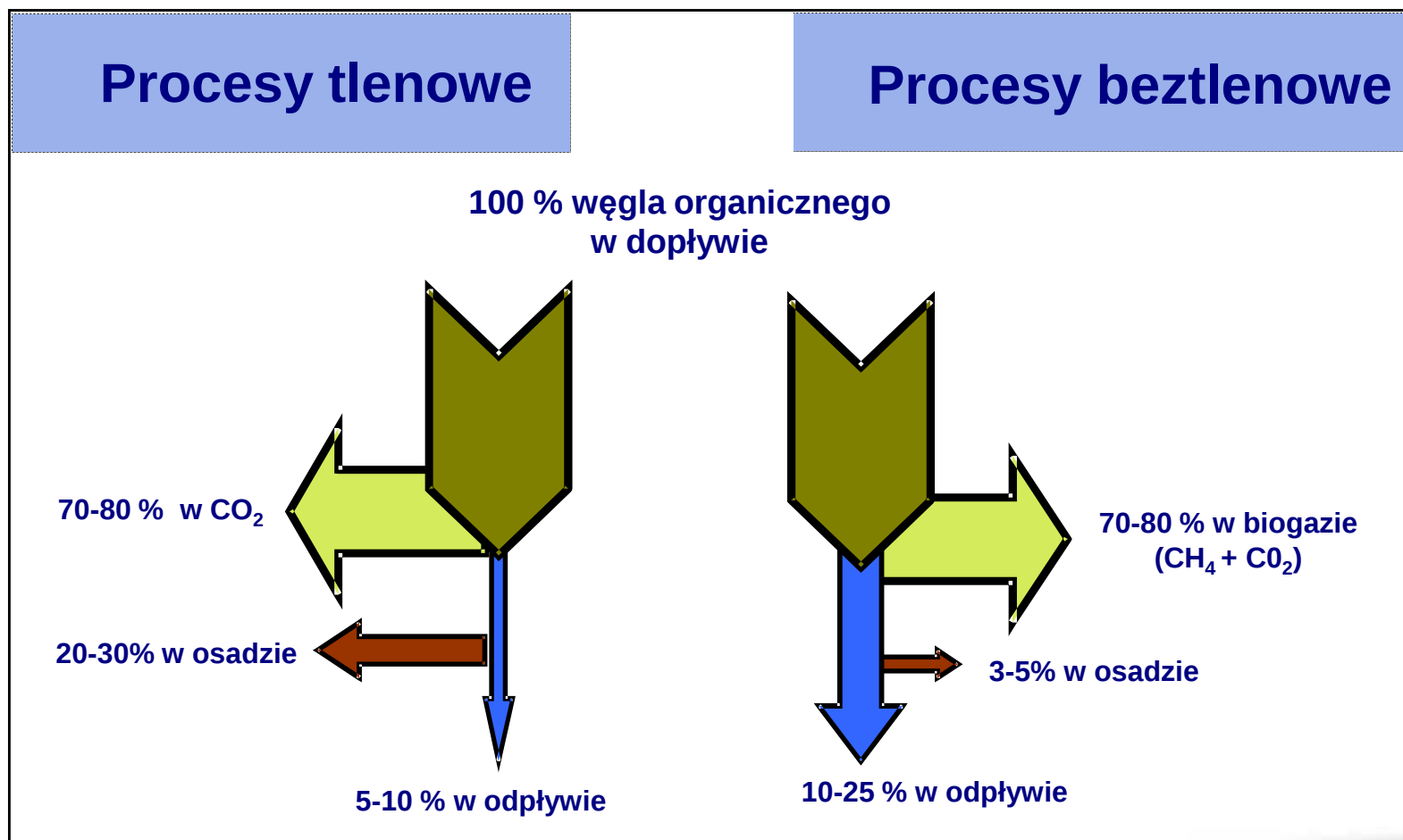


Tlenowe



Beztlenowe

Biologiczne metody oczyszczania ścieków – porównanie procesowe



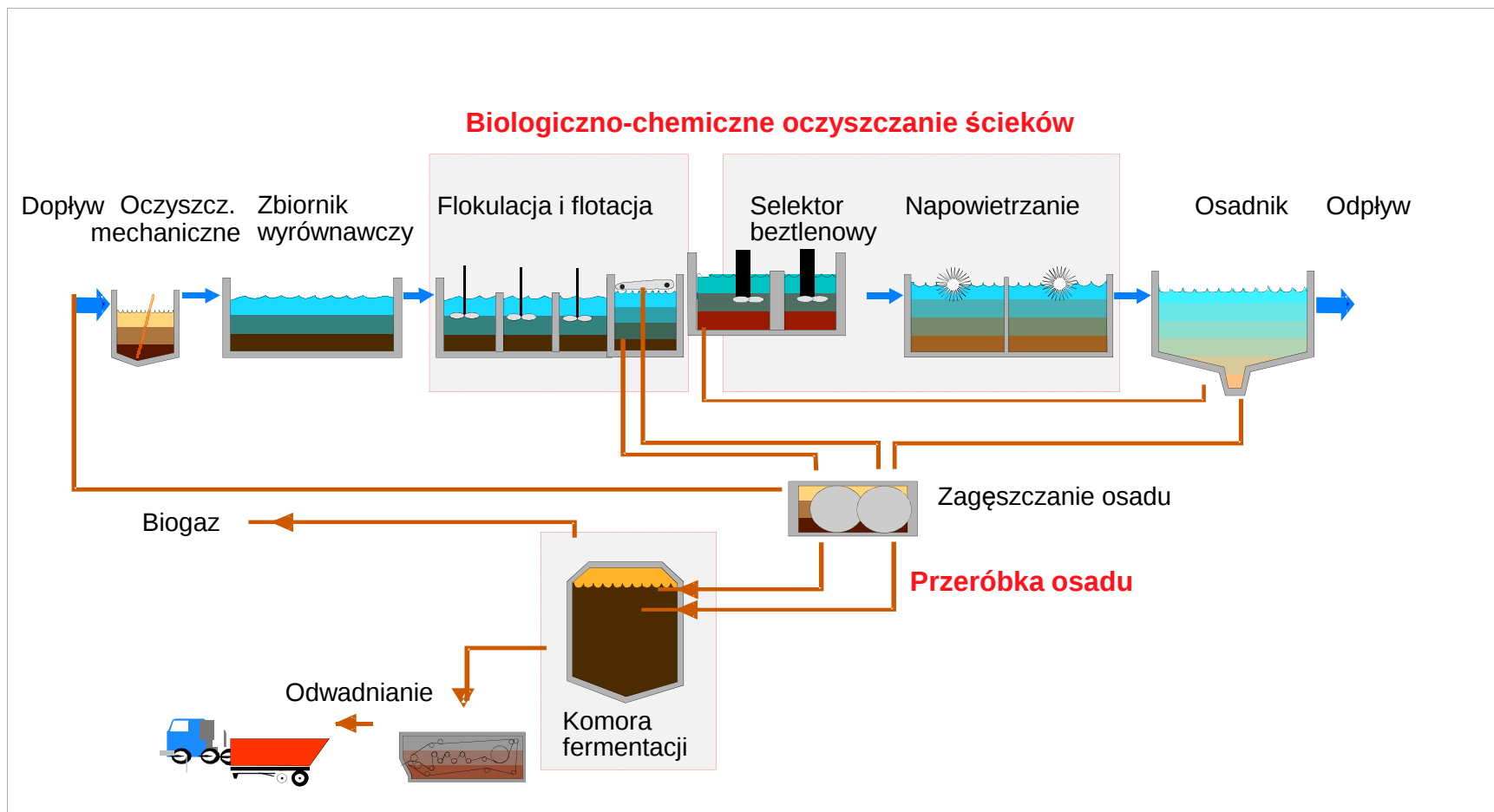
Oczyszczanie ścieków mleczarskich – metoda klasyczna

Przeszłość? oczyszczania ścieków mleczarskich

Klasyczny układ oczyszczalni ścieków mleczarskich (zakres pełny):

- ❖ Oczyszczanie mechaniczne
- ❖ Zbiornik buforowy / wyrównawczy
- ❖ DAF
- ❖ Klasyczny reaktor osadu czynnego
- ❖ Osadnik wtórny
- ❖ Fermenter osadu
- ❖ Linia odwadniania osadu

Klasyczny układ oczyszczalni ścieków mleczarskich



Mleczarnia „Mleko” w Lipsku i Arla Foods w Gościnie reaktor SBR $Q=300-500\text{m}^3/\text{d}$



Podczyszczalnia ścieków Mleczarnia Toska w Głubczycach – DAF, Q – 500m³/d



**Flotator DAF –
możliwa redukcja
ChZT 80%**

Danone Bierań – modernizacja istniejącego układu typu „Promlecz”, $Q=3000 \text{ m}^3/\text{d}$, $\text{ChZT}= 3333 \text{ mg/l}$



Document co

16

Leche Pascual, Aranda, Hiszpania.



$Q=3200\text{m}^3/\text{d}$, 7-12 t ChZT/d.

Technologia: DAF, Osad czynny, Reaktor Fermentacji osadu.

Generatory biogazu 2x275kW

Realizacja 1990-2003

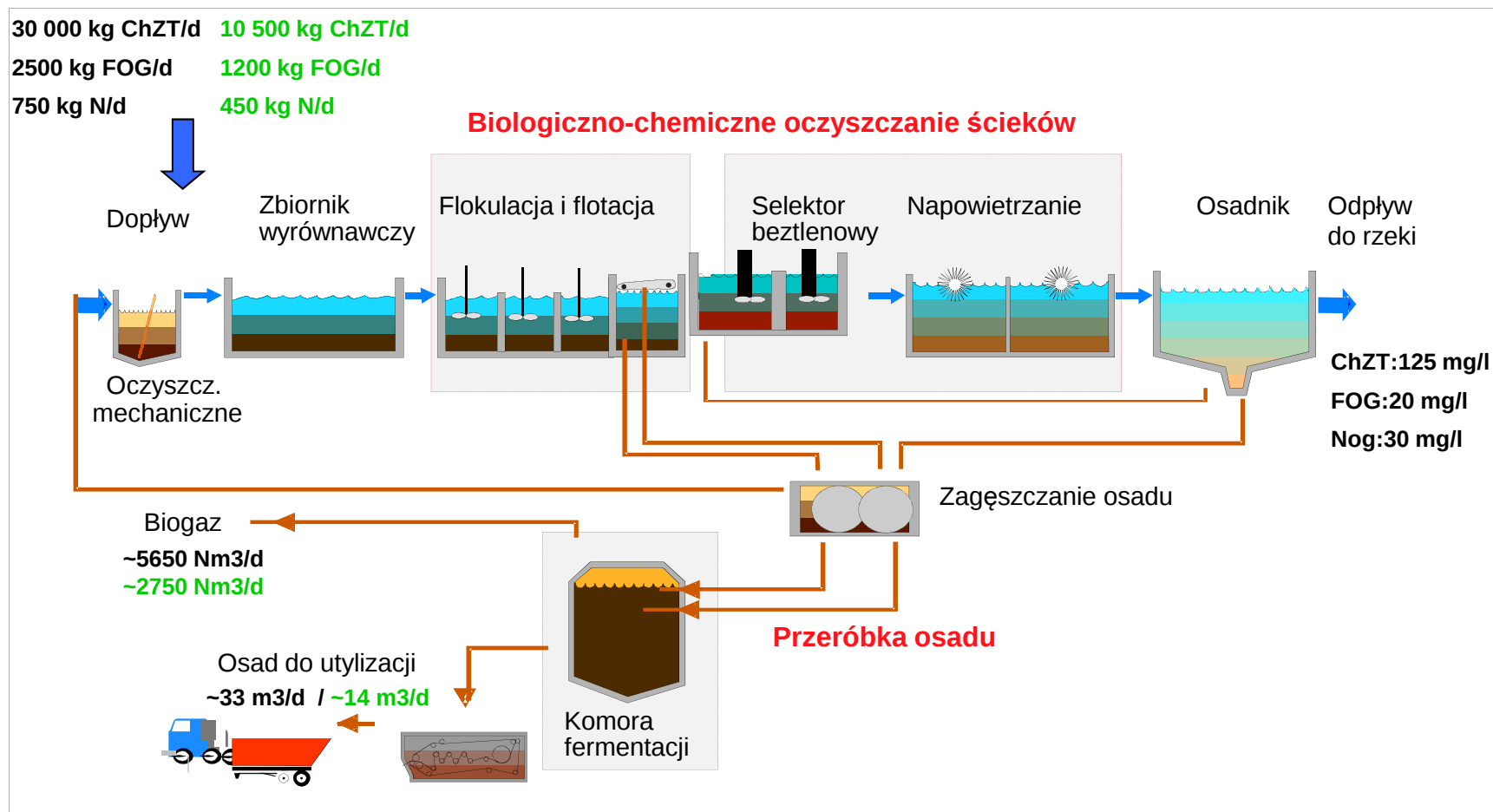
Leche Pascual, Aranda, Hiszpania. – Ścieki oczyszczone



18

Klasyczny układ oczyszczalni ścieków mleczarskich

Mleczarnia A / Mleczarnia B



Klasyczny układ oczyszczalni ścieków mleczarskich

Analiza ekonomiczna

Parametr	Mleczarnia A	Mleczarnia B
Przepływ	5000 (m ³ /d)	3000 (m ³ /d)
Koszt inwestycji [mln €]	5,9	4,3
Zysk z produkcji biogazu [€/rok] – 1kWh=0,25 PLN	+ 274 000	+ 134 000
Zysk z „zielonych certyfikatów” [€/rok] – 1 MWh=258 PLN	+ 283 000	+ 138 000
Koszty eksploatacji instalacji do kogeneracji [€/rok]	- 110 000	- 55 000
Bilans ogółem [€/rok]	+ 447 000	+ 217 000

Nie ujęto kosztów zużycia chemikaliów i kosztów energii elektrycznej

Nie ujęto zysku z produkcji energii cieplnej

Przeszłość oczyszczania ścieków mleczarskich

Cechy układu „klasycznego”:

- + Układ sprawdzony stosowany od wielu lat
- + Poprawna eksploatacja zapewnia osiągnięcie wymaganych parametrów
- + Brak skomplikowanego sterowania
- + Produkcja biogazu = energia odnawialna
- Stosunkowo duża produkcja osadu
- Wysokie koszty energii (napowietrzania)

Dlaczego zmieniać system który się sprawdza ?

Modyfikacje układu „klasycznego”

Przyczyny modyfikacji układu „klasycznego”

- ❖ zwiększanie produkcji (więcej ścieków) = konieczność modernizacji oczyszczalni
- ❖ zły stan techniczny istniejących urządzeń / obiektów
- ❖ konieczność oczyszczania dodatkowych strumieni (np. serwatka)
- ❖ obniżenie kosztów eksploatacyjnych
- ❖ dążenie do stosowania bardziej nowoczesnych technologii
- ❖ produkcja biogazu (zielona energia)
- ❖ minimalizacja wykorzystanej przestrzeni (głównie nowe oczyszczalnie)
- ❖ minimalizacja OPEX (utyliczacja osadu, energia elektryczna, itd.)
- ❖ możliwość dofinansowania inwestycji

Tyskie Browary Książęce,)



Maspex, Tymbark Olsztynek



Maspex Tymbark S.A.



Maspex Ekoland (w budowie)



Anwil S.A. – PTA (kwas tereftalowy) w budowie



Modyfikacje układu „klasycznego”

Warianty modernizacji / budowy oczyszczalni:

Rozważamy 2 mleczarnie A i B:

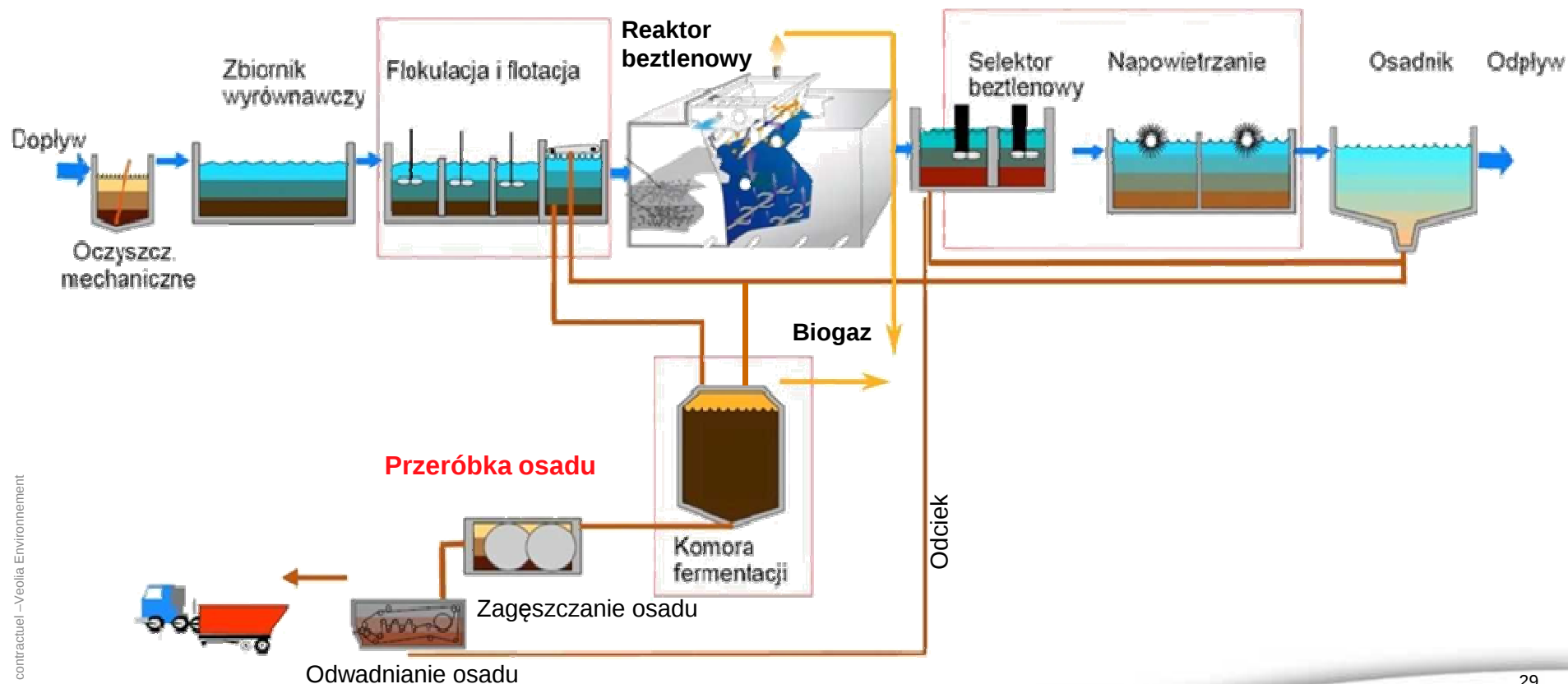
- ❖ Mleczarnia A – duża mleczarnia produkująca szeroką gamę produktów
- ❖ Mleczarnia B – średniej wielkości mleczarnia produkująca wybrane produkty

Modernizacja zakłada:

- ❖ Dodanie stopnia beztlenowego za flotatorem DAF ?
- ❖ Wykorzystanie biogazu w instalacji do kogeneracji
- ❖ Zakładamy podczyszczanie strumienia serwatki w odrębnej instalacji
- ❖ Odrębne oczyszczanie odcieków z odwadniania osadu

Zmodyfikowany układ technologiczny

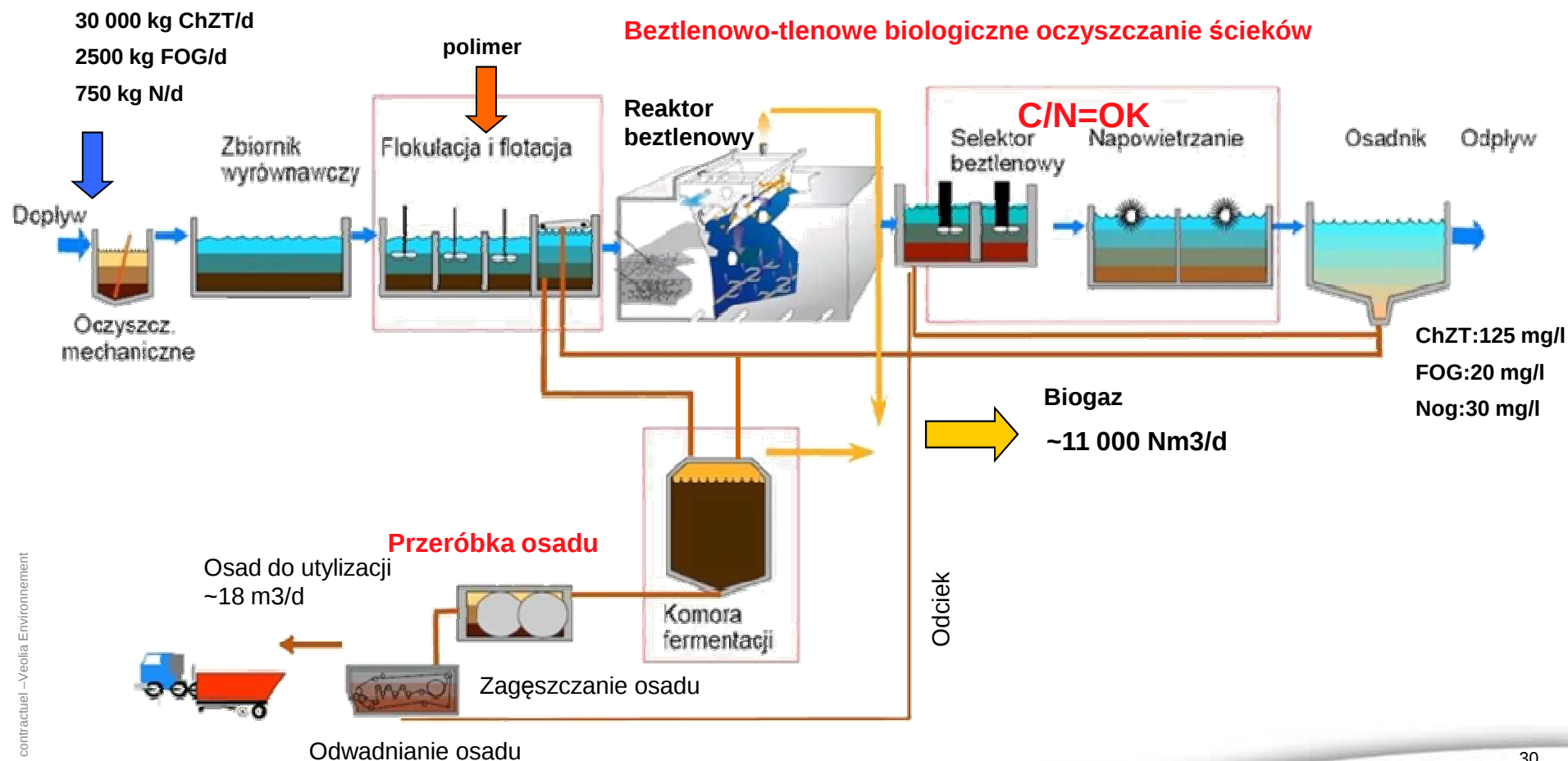
Beztlenowo-tlenowe biologiczne oczyszczanie ścieków



Zmodyfikowany układ technologiczny

Mleczarnia A

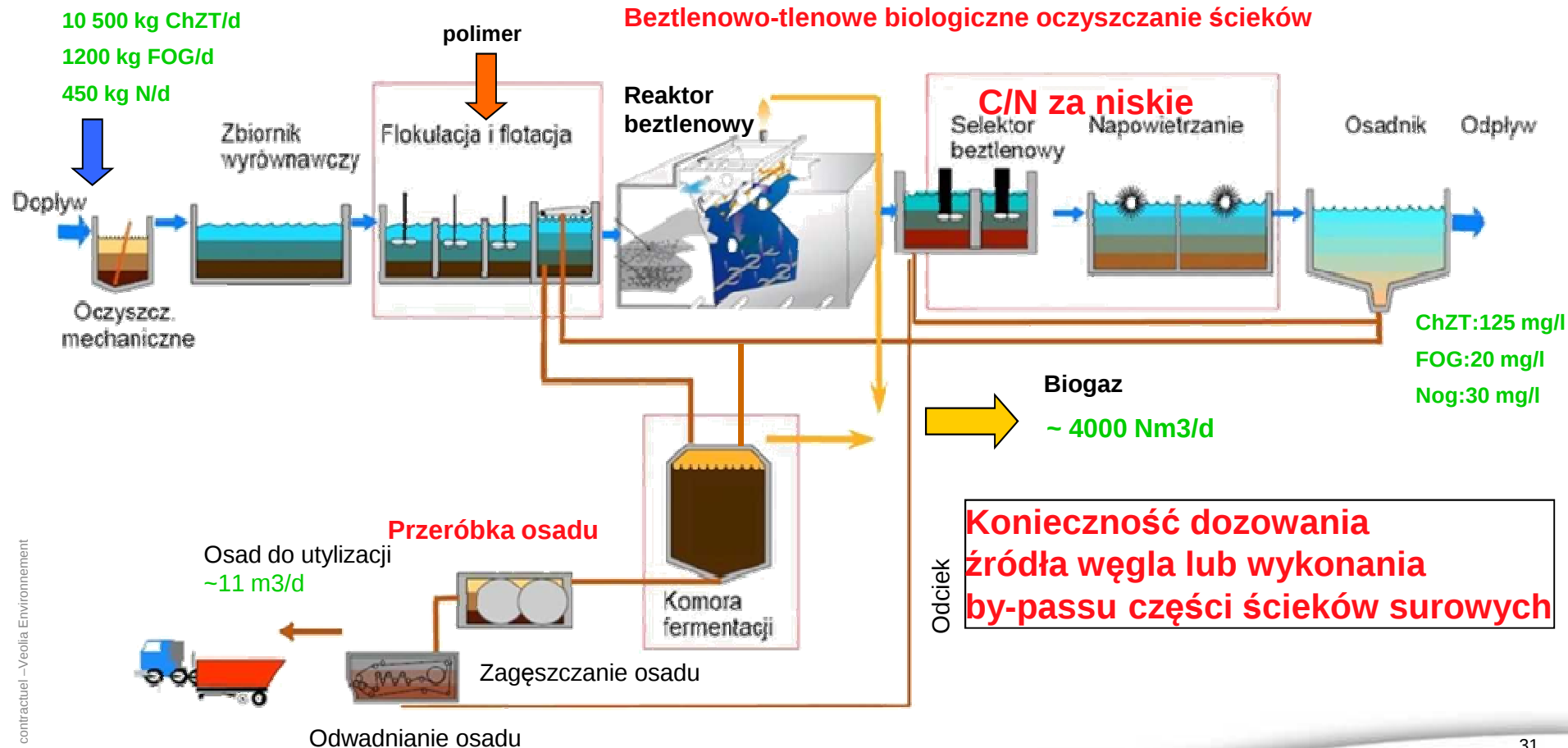
Beztlenowo-tlenowe biologiczne oczyszczanie ścieków



Zmodyfikowany układ technologiczny

Mleczarnia B

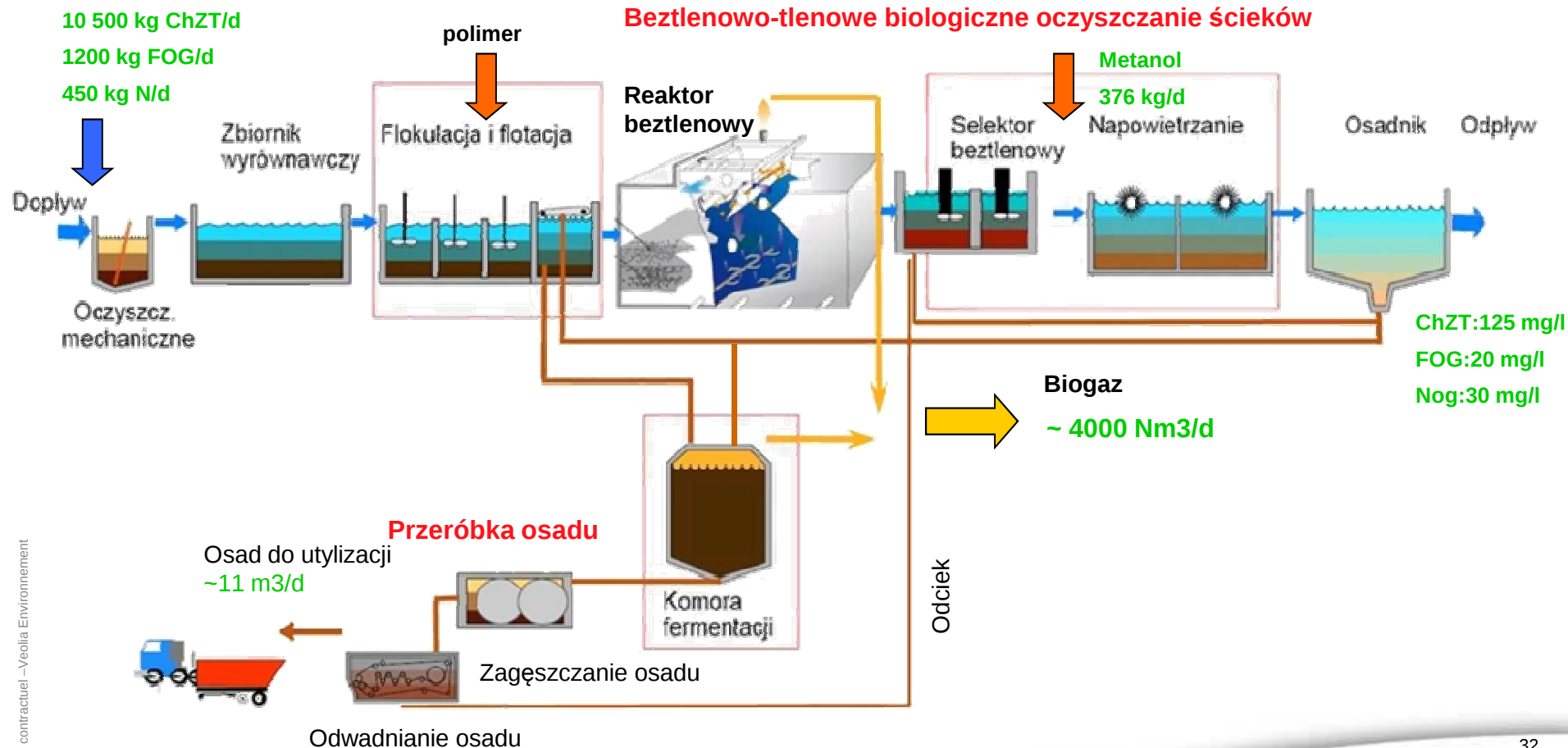
Beztlenowo-tlenowe biologiczne oczyszczanie ścieków



Zmodyfikowany układ technologiczny

Mleczarnia B

Beztlenowo-tlenowe biologiczne oczyszczanie ścieków



Zmodyfikowany układ technologiczny

Analiza ekonomiczna

Parametr	Oczyszczalnia A	Oczyszczalnia B
Przepływ	5000 (m ³ /d)	3000 (m ³ /d)
Koszt inwestycji [mln €]	7,0	5,5
Zysk z produkcji biogazu [€/rok] – 1kWh=0,25 PLN	+ 650 000	+ 224 000
Zysk z „zielonych certyfikatów” [€/rok] – 1 MWh=258 PLN	+ 670 000	+ <u>231</u> 000
Koszt matanolu [€/rok]	0	- 50 000
Koszty eksploatacji instalacji do kogeneracji [€/rok]	- 395 000	- 110 000
Bilans ogółem [€/rok]	+ 925 000	+ 295 000

Nie ujęto kosztów zużycia chemikaliów i kosztów energii elektrycznej

Nie ujęto zysku z produkcji energii cieplnej

33

Danone, Saint-Just Chaleyssin, Francja



- Technologia:
 - Oczyszczanie beztlenowe
 - Oczyszczanie tlenowe
 - Oczyszczanie III-ego stopnia: ACTIFLO®
- Biologiczne usuwanie tłuszczów BIOLIX® ,
- Przepustowość:
 $Q=2,250 \text{ m}^3/\text{d}$
CHZT 8,500 kg /d
- Realizacja:2002

Unilever, Niemcy



Kontenerowa stacja kogeneracji



Problematyka usuwania azotu

Konsekwencje wprowadzenia stopnia beztlenowego

Na przykładzie Mleczarni B stopień beztlenowy wywołał:

- ❖ Zwiększenie ogólnej ilości produkowanego biogazu – potencjalnie większy zysk z wykorzystania energii odnawialnej
- ❖ Zachwianie stosunku C/N w tlenowej części oczyszczalni = nie można usunąć azotu do stężenia wymaganego

Środki zaradcze:

- ❖ Wykonanie by-passu ścieków surowych = zmniejszamy ładunek dopływający do części beztlenowej a tym samym ilość produkowanego biogazu
- ❖ Dozowanie metanolu = dodatkowa instalacja dozująca + koszty chemikaliów

ALTERNATYWA ?

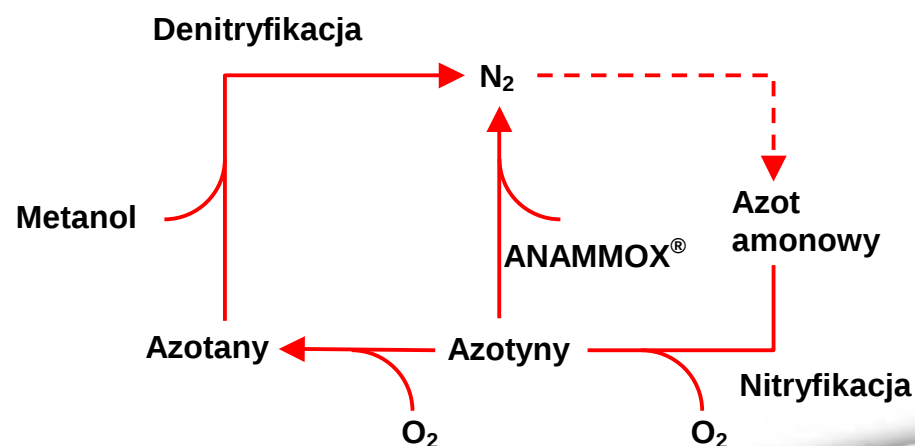
Problematyka usuwania azotu

Konsekwencje wprowadzenia stopnia beztlenowego

Alternatywnie można rozważyć wykonanie instalacji do odrębnego usuwania azotu, np. ze strumienia wód nadosadowych i odcieku z wirówki.

Rozwiązanie:

PROCES ANAMMOX



Problematyka usuwania azotu

ANAMMOX

Główne cechy:

- + usuwanie azotu na drodze beztlenowej
- + brak konieczności źródła węgla organicznego
- +/- niski przyrost biomasy
- bardzo długi rozruch w przypadku rozruchu od „zera” – możliwe zaszczepienie osadu z innych instalacji

Szacunkowy koszt inwestycji dla przykładowych parametrów: 600k €

Problem serwatki

Przykładowa charakterystyka strumienia serwatki

Parametr	Wartość wskaźnika	
Przepływ	300 (m ³ /d)	
pH	~4,0	
ChZT	50000 mg/l	15000 kg/d
Nog.	600 mg/l	180 kg/d
N-NO ₃	2,5 mg/l	0,75 kg/d
N-NH ₃	60 mg/l	18 kg/d
Pog.	500 mg/l	150 kg/d
Ca	1000 mg/l	300 kg/d
DS	~ 5%	

Problem serwatki

Typowe problemy z podczyszczaniem strumienia serwatki:

- ❖ mały strumień ścieków
- ❖ duży ładunek ChZT
- ❖ wysoka zawartość N i P
- ❖ wysoka zawartość Ca
- ❖ wysoka zawartość suchej masy

ROZWIĄZANIE ?

Problem serwatki

Beztlenowy reaktor „Serwatkowy” nowej generacji

Główne cechy:

- ❖ wysoka efektywność - > 99% usuwanego ChZT
- ❖ kompaktowa instalacja w porównaniu z klasycznym WKF wysoka zawartość Ca
- ❖ prostota instalacji
- ❖ maksymalna produkcja biogazu (długi czas zatrzymania)

Problem serwatki

Beztlenowy reaktor „Serwatkowy” nowej generacji

Dla podanej przykładowej charakterystyki serwatki otrzymamy:

- ❖ dodatkowo około 8600 Nm³/d biogazu
 - ❖ dodatkowy zysk z produkcji energii elektrycznej i ciepłej
 - ❖ dodatkowy zysk ze sprzedaży „zielonych certyfikatów”
- } **200 000 €/rok ***

*** Z uwzględnieniem kosztów eksploatacji instalacji kogeneracji**

Reaktor „Serwatkowy” nowej generacji w pełnej skali technicznej



- 190 m³/day
- 11 ton ChZT/d
- Redukcja ChZT > 99%

Podsumowanie

Analiza ekonomiczna / zysk z kogeneracji

Parametr	Mleczarnia A		Mleczarnia B	
Przepływ	5000 (m ³ /d)		3000 (m ³ /d)	
Schemat technologiczny	„klasyczny”	Zmodyfikowany	„klasyczny”	Zmodyfikowany
Koszt inwestycji [mln €]	5,9	7,0	4,3	5,5
Bilans ogółem [€/rok]	+ 447 000	+ 925 000	+ 217 000	+ 295 000

Podsumowanie

Analiza ekonomiczna / zysk z kogeneracji

Parametr	Mleczarnia A		Mleczarnia B	
Przepływ	5000 (m ³ /d)		3000 (m ³ /d)	
Schemat technologiczny	„klasyczny”	Zmodyfikowany	„klasyczny”	Zmodyfikowany
Koszt inwestycji [mln €]	5,9	7,0	4,3	5,5
Bilans ogółem [€/rok]	+ 447 000	+ 925 000	+ 217 000	+ 295 000
„Amortyzacja” zwiększonego kosztu inwestycji dzięki zwiększeniu produkcji biogazu	$1\ 100/478 = 2,3$ roku		$1\ 200/78 = 15,4$ roku	