

CZESŁAW OLCZAK  
Zakłady Koksownicze „Zdzieszowice” Sp. z o. o.  
w Zdzieszowicach

BIOLOGICZNO – CHEMICZNE OCZYSZCZALNIE  
ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH O PODWYŻSZONEJ  
ZAWARTOŚCI ZWIĄZKÓW AZOTOWYCH  
I SIARKOWYCH

## 1. WSTĘP

Współczesne rozwiązania technologiczne oczyszczania ścieków komunalnych są hybrydą metod chemicznych i biologicznych [1]. Optymalna technologia oczyszczania ścieków komunalnych jest ustalana w zależności od ilości i składu ścieków oraz niezbędnego stopnia ich oczyszczania [2]. Duży problem technologiczno – ekonomiczny stanowi oczyszczanie ścieków komunalnych z podwyższoną zawartością związków azotowych i siarkowych [3]. Dla rozwiązania tego problemu stosuje się w pierwszej fazie oczyszczania ścieków komunalnych chemiczne strącanie inhibitorów biodegradacyjnych (siarczki, cyjanki), a następnie w kolejnych fazach rozbudowany układ reaktorów denitryfikacji oraz biodegradacji i nitryfikacji. Pojawia się tu bariera „deficytu” zasadowości wymuszająca dozowanie alkali do nitryfikatora [3].

Do ciekawych i efektywnych rozwiązań technologicznych oczyszczania ścieków komunalnych z podwyższoną zawartością związków azotowych i siarkowych zalicza się wykorzystanie własności buforujących i kompleksujących jonów żelaza w cyrkulującym osadzie biologiczno – chemicznym [4].

## 2. PROJEKTOWE ROZWIĄZANIA TECHNOLOGICZNE OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH

Według bazowego projektu technologicznego [5], biologiczno - chemiczna oczyszczalnia ścieków komunalnych przejmowała ścieki sanitarno – bytowe z trzech gmin oraz przemysłowe, w tym kondensaty gazowe i odcieki z wysypiska śmieci. Wydajność oczyszczalni wynosiła 5000m<sup>3</sup>/dobę i odpowiadała 25000RM. Zakładany skład ścieków komunalnych był następujący: BZT<sub>5</sub> – 250g/m<sup>3</sup>, zawiesina – 300g/m<sup>3</sup>, azot amonowy - 35g/m<sup>3</sup>, azot całkowity - 70g/m<sup>3</sup>, fosfor całkowity - 8g/m<sup>3</sup>, siarczki – 0,2g/m<sup>3</sup>, cyjanki wolne – 0,1g/m<sup>3</sup>. Ogólny schemat technologiczny oczyszczalni ścieków komunalnych przedstawiono na rys. nr 1, a jej część biologiczno - chemiczną na rys. nr 2. Parametry technologiczne i efekty oczyszczania ścieków komunalnych wg rozwiązań projektowych podano odpowiednio w tablicach 1 i 2.

W stosunku do założeń projektu technologicznego oczyszczalni wystąpiły zasadnicze zmiany:

- dopływające ścieki komunalne do oczyszczalni zawierają wysokie stężenia azotu amonowego i ogólnego, oraz siarczków i cyjanków,
- w procesie biologicznym następuje hamowanie nitryfikacji azotu amonowego poprzez inhibitory siarczkowe i cyjankowe, oraz „deficyt” zasadowości,
- nie ma możliwości podnoszenia dawki koagulantu w celu usunięcia inhibitorów, gdyż obniża się znacznie zasadowość ścieków przed nitryfikacją,
- odpływ ścieków po oczyszczalni posiada przekroczone wszystkie dopuszczalne wskaźniki.

Dla rozwiązania tego problemu wykonano badania technologiczne nad dynamiką biodegradacji, nitryfikacji i denitryfikacji zanieczyszczeń przy podwyższonej zawartości żelaza w osadzie biologicznym. Przesłanką do takiego kierunku badań i rozwiązań problemu są własności buforujące i kompleksujące jonów żelaza [ 6 ].

### 3. OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH O PODWYŻSZONEJ ZAWARTOŚCI ZWIĄZKÓW AZOTOWYCH I SIARKOWYCH Z WYKORZYSTANIEM BUFORUJĄCYCH I KOMPLEKSUJĄCYCH WŁASNOŚCI JONÓW ŻELAZA.

Technologia biologiczno – chemicznego oczyszczania ścieków komunalnych o podwyższonej zawartości związków azotowych i siarkowych oparta jest na następujących procesach:

- odsiarczowanie i odcyjanowanie ścieków jonami żelaza zawartymi w recykulowanym osadzie w warunkach beztlenowych,
- cykliczno – równoległych procesach denitryfikacji oraz biodegradacji i nityfikacji,
- denitryfikacji i sedymentacji osadu.

Ścieki komunalne po mechanicznym oczyszczeniu – rys. 1, przepływają do reaktora odsiarczowania i odcyjanowania, do którego dodaje się 50% recykulatu osadu biologiczno – chemicznego o zawartości  $2,5 \pm 0,5\%$  żelaza w suchej masie osadu. W tym reaktorze w warunkach beztlenowych następuje usunięcie siarczków i cyjanków ze sprawnością co najmniej 95%.

Następnie do odsiarczowanych i odcyjanowanych ścieków dodaje się pozostałe 50% recykulatu osadu biologiczno – chemicznego i dzieli na trzy równe strumienie poddawane przemiennie w cyklu ośmiogodzinnym denitryfikacji oraz biodegradacji i nityfikacji.

Do strumienia mieszaniny ścieków i osadów kierowanego do reaktora denitryfikacji dodaje się  $350 \pm 150\text{g PIX} / 100\text{m}^3$  (chlorek żelazawy), a następnie miesza się zawartość reaktora przez 8 godzin pracy i czasie zatrzymania mieszaniny w reaktorze 32 godziny.

Dwa pozostałe strumienie mieszaniny ścieków i osadów kieruje się do dwóch równoległych reaktorów tlenowych przez 8 godzin pracy i czasie zatrzymania mieszaniny w każdym reaktorze 32 godziny.

W cyklu ośmiogodzinnym następuje zmiana funkcji reaktorów tj. z denitryfikatora na reaktor tlenowy, a jednego z reaktorów tlenowych na denitryfikator.

Mieszaniny poreakcyjne ścieków i osadów z denitryfikatora i reaktorów tlenowych łączą się ponownie w jeden strumień i kierowane są do osadnika wtórnego o czasie zatrzymania  $3,5 \pm 0,5$  h. Z osadnika wtórnego recykuluje się osady biologiczno –

chemiczne do ścieków nieoczyszczonych w wielkości  $100 \pm 25\%$  w stosunku do ilości dopływających ścieków.

Schemat technologiczny biologiczno – chemicznego oczyszczania ścieków komunalnych po zmianach procesowych przedstawiono na rys. 3. Parametry technologiczne i efekty oczyszczania ścieków komunalnych po zmianach procesowych zestawiono odpowiednio w tablicach 3 i 4.

#### 4. EFEKTYWNOŚĆ EKOLOGICZNO – EKONOMICZNA WDROŻONYCH ZMIAN TECHNOLOGICZNYCH W OCZYSZCZANIU ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH.

Wdrożone rozwiązania technologiczne oczyszczania ścieków komunalnych o podwyższonej zawartości związków azotowych i siarczkowych z wykorzystaniem buforujących i kompleksujących własności jonów żelaza zapewniają uzyskanie następujących efektów ekologicznych:

- oczyszczenie ścieków komunalnych poniżej dopuszczalnych wskaźników zanieczyszczeń [7],
- wyeliminowanie alkalizacji ścieków np. zużycia ługu sodowego,
- obniżenie zużycia energii elektrycznej na aerację reaktorów, o conajmniej 15% w przeliczeniu na  $1\text{m}^3$  oczyszczonych ścieków,
- zmniejszenie stopnia recyrkulacji osadów biologiczno – chemicznych o 33%,
- poprawa o 10% zdolności odwadniania osadów nadmiernych,
- obniżka zużycia polielektrolitu o 70%.

Technologia ta wymaga stosowania większych dawek koagulanta PIX-100 tj. wzrost dawki ze  $100\text{g}/\text{m}^3$  do  $350\text{g}/\text{m}^3$  ścieków.

Koszt oczyszczenia ścieków komunalnych w warunkach porównywalnych przed i po zastosowaniu zmian technologicznych obniżył się z  $1,73 \text{ zł}/\text{m}^3$  do  $1,27 \text{ zł}/\text{m}^3$  [8]. Koszt ten nie zawiera obniżki opłat i kar za ponadnormatywne zanieczyszczenie ścieków.

## 5. PODSUMOWANIE.

- 5.1. Wykorzystanie buforujących i kompleksujących własności jonów żelaza w biologiczno – chemicznym oczyszczaniu ścieków komunalnych pozwala uzyskać wymagany stopień zmniejszenia stężeń zanieczyszczeń, a w szczególności związków azotowych i siarczkowych.
- 5.2. Wprowadzenie przedstawionych tym artykule rozwiązań technologicznych biologiczno – chemicznego oczyszczania ścieków komunalnych pozwala obniżyć koszt oczyszczania z 1,73 zł/m<sup>3</sup> do 1,27 zł/m<sup>3</sup> tj. o 26%.

## 6. LITERATURA.

- [1] HEIDRICH Z.: Oczyszczanie ścieków na przestrzeni ostatnich 10 lat. Przegląd Komunalny 2001, 3, 114, s. 58 ÷ 59.
- [2] KŁOSS–TRĘBACZKIEWICZ H., OSUCH–PAJDZINSKA E., ROMAN M.: Koszty komunalnych oczyszczalni ścieków w świetle danych krajowych i zagranicznych. PZITS, Warszawa, 1998r.
- [3] ŁOMOTOWSKI J., SZPINDOR A.: Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków. Arkady, Warszawa 2002r.
- [4] BURMISTRZ P., KARZ A., OLCZAK Cz.: Usuwanie inhibitorów biodegradacyjnych ze ścieków koksowniczych w warunkach ZK „Zdzieszowice” . Przemysł chemiczny 2003, 85, 5, s. 350 ÷ 355.
- [5] Projekt technologiczny oczyszczania ścieków komunalnych w Zdzieszowicach. Hölder Wassertechnik Sp. z o.o., Warszawa, 1999 r.
- [6] ZAPOLSKII A.K.: Koagulanty i flokulanty w procesach oczyszczania wody. Wyd. Chimija, Leningrad, 1987 r.
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 listopada 2002 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi. Dz. U. Nr 212, poz. 1799 z dnia 16 grudnia 2002 r.
- [8] OLCZAK Cz.: Koszty oczyszczania ścieków komunalnych z gmin Zdzieszowice, Leśnica, Walce w komunalno – przemysłowej oczyszczalni ścieków w Zdzieszowicach. Raport, Zdzieszowice 2001 r. Praca niepublikowana.

Tablica 1

Parametry technologiczne oczyszczania ścieków komunalnych wg rozwiązań projektowych oczyszczalni.

L.p	Nazwa	Jednostka	Wielkości
1	Dawka Koagulanta - PIX – 113	gFe/m <sup>3</sup>	10,2
2	Przepływ	m <sup>3</sup> /dobe	4860
3	Czasy zatrzymania;		
	– reaktor defosfotacji	h	0,8
	– reaktory biologiczne	h	32
	– osadniki wtórne	h	3,6
4	Osad biologiczny		
	– indeks osadu	ml/g	125
	– zawartości biomasy	% suchej masy	68
	– zawartości żelaza	% suchej masy	0,2
5	Recyrkulacja osadu	% dopływu	150

Stopień oczyszczenia ścieków komunalnych przed zmianami  
procesu technologicznego.

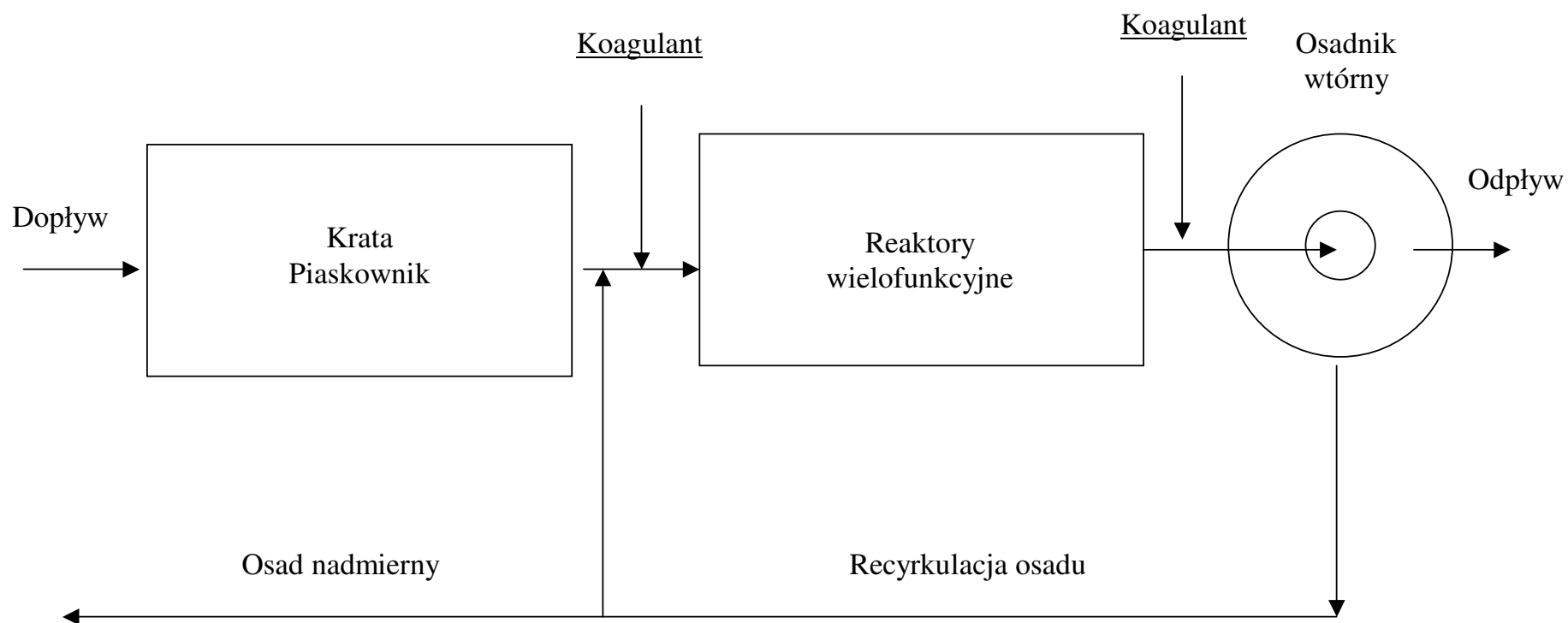
L.p	Nazwa	Jednostka	Wartości średniodobowe	
			Dopływ ścieków	Odpływ ścieków
2.1	BZT <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	245	28
2.2	N amonowy	g/m <sup>3</sup>	78	27
2.3	N ogólny	g/m <sup>3</sup>	137	81
2.4	Fosfor całkowity	g/m <sup>3</sup>	7,3	1,8
2.5	Siarczki	g/m <sup>3</sup>	8,4	0,4
2.6	Cyjanki wolne	g/m <sup>3</sup>	4,7	0,2
2.7	Zasadowość	val/m <sup>3</sup>	9,4	1,2
2.8	Odczyn	jednostka pH	8,1	6,4

Parametry technologiczne oczyszczania ścieków komunalnych z wykorzystaniem buforujących i kompleksujących własności żelaza.

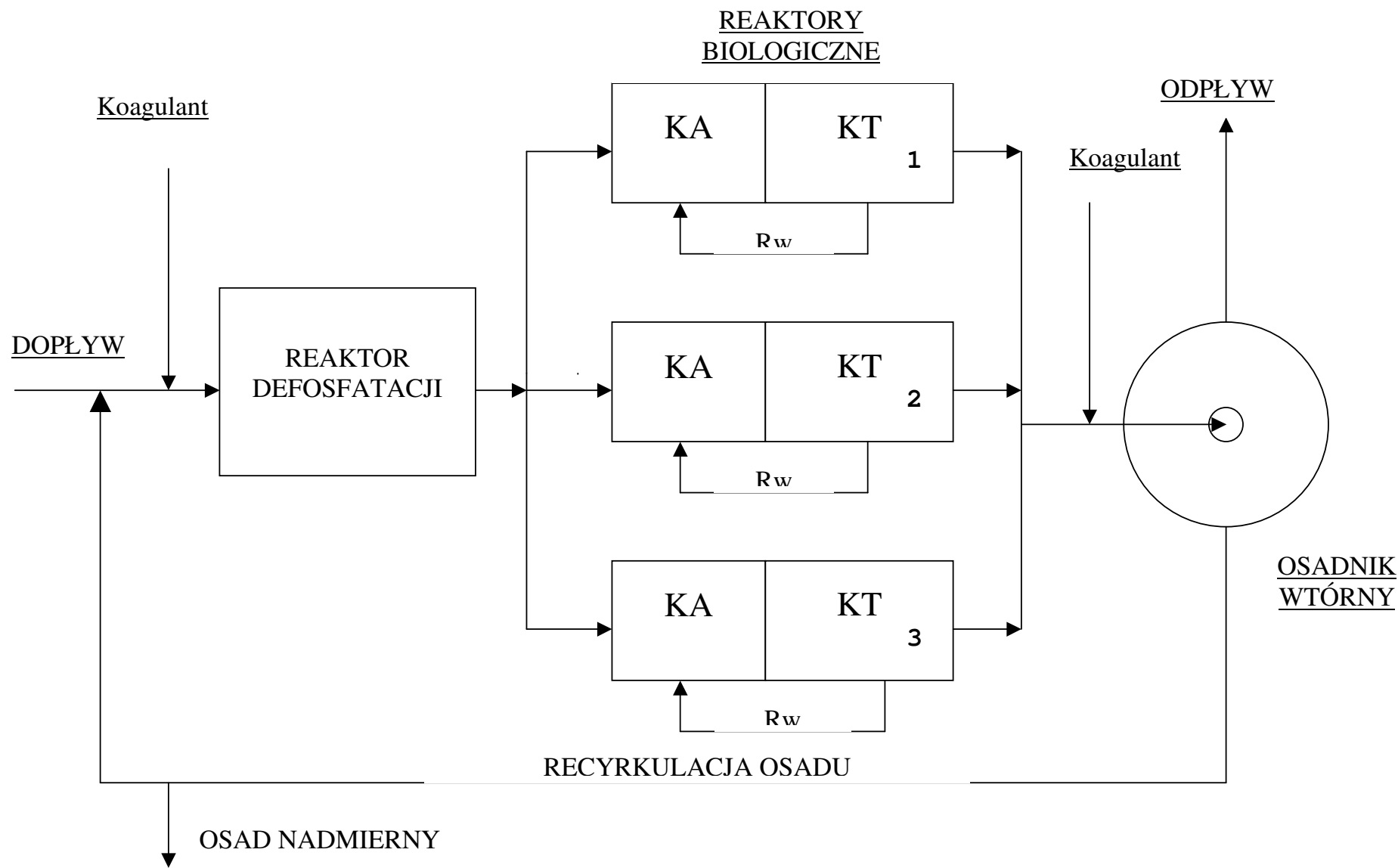
L.p	Nazwa	Jednostka	Wielkości średniodobowe
1.	Dopływ ścieków	m <sup>3</sup> /dobę	4860
2.	Czasy $\frac{\text{pracy}}{\text{zatrzymnia}}$	$\frac{\text{h/dobę}}{\text{h}}$	
	- reaktor odsiarczalnik	j.w.	$\frac{24}{1}$
	- reaktor denitryfikacji	j.w.	$\frac{8}{32}$
	- reaktor tlenowy	j.w.	$\frac{16}{32}$
	- osadniki wtórne	j.w.	$\frac{24}{3,6}$
3.	Osad biologiczno – chemiczny		
	- stężenie w reaktorach	g/m <sup>3</sup>	4000 ± 50
	- indeks	ml/g	75
	- zawartość biomasy	% suchej masy	57
	- zawartość żelaza	% suchej masy	2,5 ± 0,5
	- recyrkulacja	% dopływu ścieków	100
4.	Dawka koagulanta PIX – 100		
	- rozruchowa	g Fe/m <sup>3</sup>	90 ± 10
	- podtrzymująca	g Fe/m <sup>3</sup>	35 ± 15

Stopień oczyszczenia ścieków komunalnych z wykorzystaniem buforujących  
i kompleksujących własności żelaza.

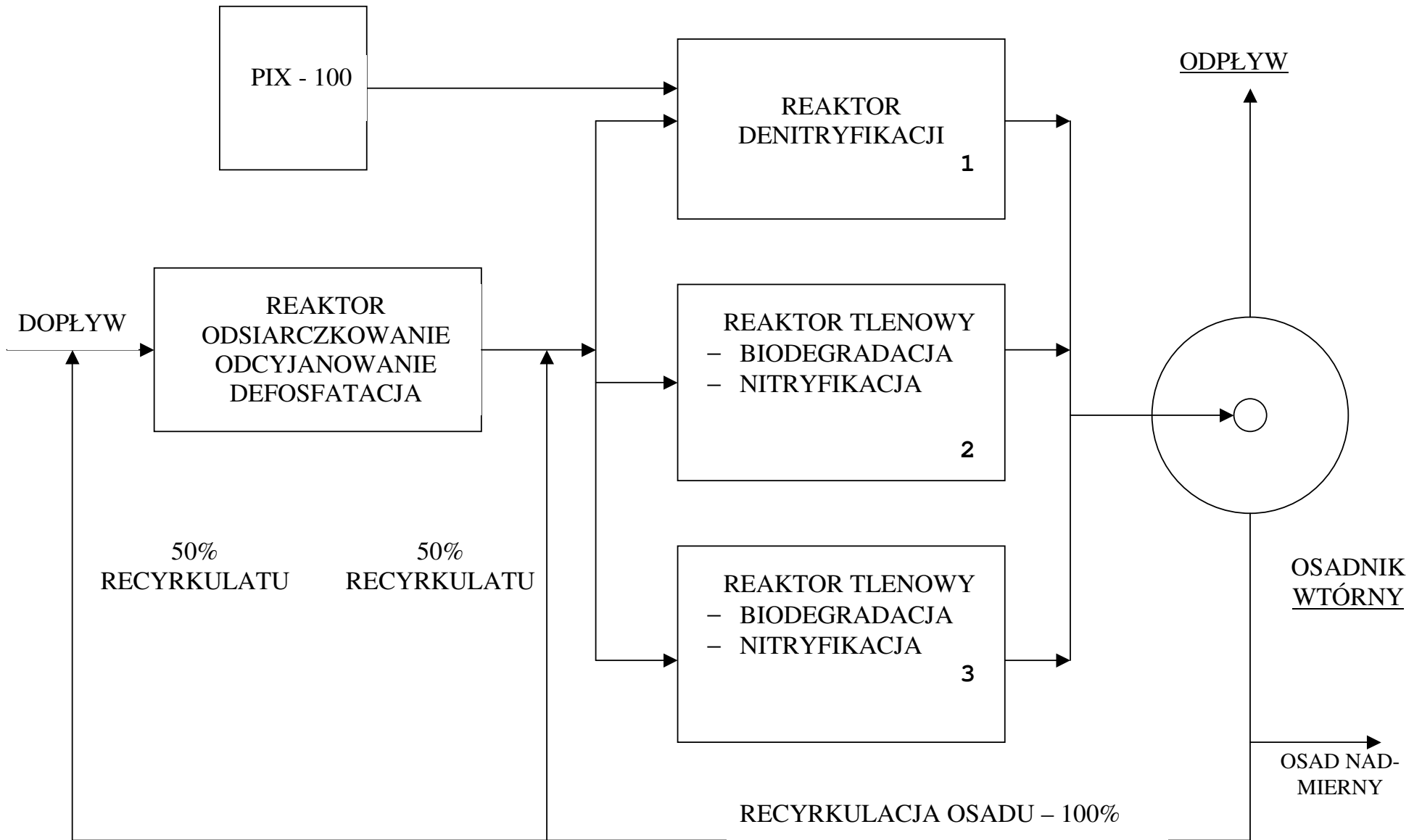
L.p	Nazwa	Jednostka	Wartości średniodobowe		Stopień oczyszczenia $\frac{4-5}{4} \cdot 100\%$
			Dopływ ścieków	Odpływ ścieków	
1		2	4	5	3
1.	BZT <sub>5</sub>	g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	245	24	90,2
2.	N - ogólny	g/m <sup>3</sup>	137	25	81,8
3.	Fosfor całkowity	g/m <sup>3</sup>	7,3	0,8	89,0
4.	Siarczki	g/m <sup>3</sup>	8,4	0,1	98,8
5.	Cyjanki wolne	g/m <sup>3</sup>	4,7	0,05	98,9
6.	Zasadowość	val/m <sup>3</sup>	9,4	2,8	-
7.	Odczyn	jednostka pH	8,1	7,2	-



Rys. 1 Ogólny schemat technologiczny oczyszczalni ścieków komunalnych



Rys. 2 Biologiczno - chemiczne oczyszczanie ścieków komunalnych wg bazowych rozwiązań.



Rys. 3 Schemat technologiczny biologiczno – chemicznego oczyszczania ścieków komunalnych po zmianach procesowych