



# Oczyszczanie ścieków

*Materiały do zajęć konwersatoryjnych  
poprzedzających wycieczkę techniczną do  
oczyszczalni ścieków „Hajdów”*

*Oprac: dr Bogusław Chmiel  
dr Adam Lesiuk*



***Ścieki to wody zużyte w wyniku działalności życiowej i gospodarczej człowieka oraz wody opadowe pochodzące z opadu deszczu i topnienia śniegu wprowadzane do odbiorników ścieków (wody powierzchniowe: płynące i stojące, a także gleba).***

Wg Prawo wodne (Dz. U. Nr 115/2001, poz. 1229, z późn. zm.)

### **Ścieki to:**

- a) wody zużyte, w szczególności na cele bytowe lub gospodarcze,**
- b) ciekłe odchody zwierzęce, z wyjątkiem gnojówki i gnojowicy (...),**
- c) wody opadowe lub roztopowe, ujęte w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych o trwałej nawierzchni, w szczególności z miast, portów, lotnisk, terenów przemysłowych, handlowych, usługowych i składowych, baz transportowych oraz dróg i parkingów,**
- d) wody odciekowe ze składowisk odpadów i miejsc ich magazynowania, wykorzystane solanki, wody lecznicze i termalne,**
- e) wody pochodzące z odwodnienia zakładów górniczych (...),**
- f) wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów chowu lub hodowli ryb łososiowatych,**
- g) wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów chowu lub hodowli ryb innych niż łososiowate albo innych organizmów wodnych (...).**

Wg Prawo wodne (Dz. U. Nr 115/2001, poz. 1229, z późn. zm.)

- **ścieki bytowe - to ścieki z budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego oraz użyteczności publicznej, powstające w wyniku ludzkiego metabolizmu lub funkcjonowania gospodarstw domowych oraz ścieki o zbliżonym składzie pochodzące z tych budynków,**
- **ścieki komunalne - to ścieki bytowe lub mieszanina ścieków bytowych ze ściekami przemysłowymi albo wodami opadowymi lub roztopowymi, odprowadzane urządzeniami służącymi do realizacji zadań własnych gminy w zakresie kanalizacji i oczyszczania ścieków komunalnych,**
- **ścieki przemysłowe - to ścieki, niebędące ściekami bytowymi albo wodami opadowymi lub roztopowymi, powstałe w związku z prowadzoną przez zakład działalnością handlową, przemysłową, składową, transportową lub usługową, a także będące ich mieszaniną ze ściekami innego podmiotu, odprowadzane urządzeniami kanalizacyjnymi tego zakładu,"**



## **Klasyfikacja zanieczyszczeń ścieków**

- **Zanieczyszczenia fizyczne** - zawiesina, temperatura, odczyn.
- **Zanieczyszczenia chemiczne:**
  - rozpuszczone substancje organiczne, głównie białka, węglowodany oraz oleje i tłuszcze.
  - rozpuszczone substancje mineralne, głównie siarczany, chlorki, węglany, azotany, fosforany, kwasy, zasady, rozpuszczone gazy (tlen, siarkowodór, dwutlenek węgla, azot).
- **Zanieczyszczenia biologiczne** to drobnoustroje (wirusy, bakterie, grzyby, a także jaja robaków pasożytniczych). Wśród nich są gatunki chorobotwórcze wywołujące: dur brzuszny, czerwonkę, cholere, zakażenie żołądkowo-jelitowe, żółtaczkę, gruźlicę, chorobę Heinego-Medina, schorzenia skóry i inne.

## **WSKAŹNIKI OCENY ZANIECZYSZCZEŃ ŚCIEKÓW**

*W technice sanitarnej do pełnego określenia zanieczyszczeń w ściekach stosowanych jest **59 oznaczeń**, tzw. wskaźników zanieczyszczeń.*

### **Zanieczyszczenia fizyczne:**

- temperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ],
- odczyn [pH],
- zawiesiny ogólne [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ],
- zawiesiny łatwoopadające [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ].

### **Zanieczyszczenia chemiczne**

- organiczne:
  - **BZT<sub>5</sub>** [ $\text{mgO}_2/\text{dm}^3$ ] - pięciodobowe biologiczne zapotrzebowanie tlenu,
  - **ChZT<sub>Cr</sub>**, **ChZT<sub>Mn</sub>** [ $\text{mgO}_2/\text{dm}^3$ ] – chemiczne zapotrzebowanie tlenu określane dwuchromianem potasu lub nadmanganianem potasu,
  - **OWO** [ $\text{mgC}/\text{dm}^3$ ] – ogólna zawartość węgla organicznego.
- refrakcyjne - mineralne i inne nierozkładalne przez mikroorganizmy (substancje powierzchniowo-czynne i związki chloroorganiczne):
  - stężenie w  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (azot ogólny, amonowy, azotanowy V i III, fosfor ogólny, chlorki, siarczany, sól, potas, żelazo, chrom, glin, fenole, i inne).

## **WSKAŹNIKI OCENY ZANIECZYSZCZEŃ ŚCIEKÓW**

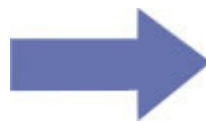
- **BZT<sub>5</sub>** - pięciodobowe biologiczne zapotrzebowanie tlenu określa ilość tlenu potrzebną bakteriom do utlenienia biologicznie rozkładalnych związków organicznych w warunkach tlenowych w ciągu 5 dób w temperaturze 20 stopni C.
- **ChZT** jest oznaczeniem ilości wszystkich związków organicznych (i niektórych nieorganicznych, np. amoniaku, siarczków) podatnych na utlenianie silnym związkiem utleniającym, np. dwuchromianem potasu lub nadmanganianem potasu (tzw. utlenialność)
- **OWO**, ogólna zawartość węgla organicznego, którą określa się poprzez spalenie (w strumieniu tlenu) próbki ścieków zmierzenie ilości wytworzonego dwutlenku węgla.

## Związki biogenne

**EUTROFIZACJA**

*Eutrofizacja polega na wzroście żyzności zbiorników i cieków wodnych wskutek dopływu wodnych wskutek dopływu związków azotu i fosforu, głównie ze ściekami co powoduje w tych wodach nadmierny rozwój roślinności. Wzrost taki prowadzi do wyczerpywania się zasobów tlenu zawartego w wodzie i w konsekwencji - do powstawania deficytu tlenowego i rozwoju procesów beztlenowych. Rośliny wodne wówczas obumierają i ulegają procesom gnilnym Eutrofizacja jest więc niekorzystnym procesem związanym z nadmiernym przeżyźnieniem wód.*





*Zamiast bujnych niegdyś łąk trawy morskiej, będących miejscem tarła wielu gatunków ryb, dno Zatoki Gdańskiej pokrywają glony nitkowate z rodziny Ectocarpaceae*

**Informacja zaczerpnięta ze strony**  
[www.naszbaityk.pl/zans.php](http://www.naszbaityk.pl/zans.php)



***Skutki eutrofizacji***

## Średni skład jakościowy ścieków komunalnych

<i>Wskaźniki</i>	<i>Wartość</i>
<b><i>Wskaźniki podstawowe</i></b>	
<i>Temperatura</i>	$5 \div 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
<i>Odczyn</i>	$6,5 \div 9 \text{ pH}$
<i>Zawiesina</i>	$\text{do } 300 \text{ mg/dm}^3$
$BZT_5$	$150 \div 700 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$
$ChZT_{Cr}$	$250 \div 1000 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$
<i>OWO</i>	$60 \div 275 \text{ mgC/dm}^3$
<b><i>Wskaźniki eutroficzne</i></b>	
<i>Azot ogólny</i>	$10 \div 100 \text{ mgN/dm}^3$
<i>Azot amonowy</i>	$7 \div 50 \text{ mg N/dm}^3$
<i>Azot azotanowy (III i V)</i>	$0 \div 0,5 \text{ mgNdm}^3$
<i>Fosforany</i>	$5 \div 20 \text{ mgPO}_4/\text{dm}^3$



**Przedziały zmienności składu ścieków komunalnych określone na podstawie badań przeprowadzonych w Polsce**

<i>Wskaźnik zanieczyszczenia</i>	<i>Jednostka</i>	<i>Przedział zmienności</i>
<i>BZT<sub>5</sub></i>	<i>gO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup></i>	<i>21 - 1480</i>
<i>Zawiesiny ogólne</i>	<i>g/m<sup>3</sup></i>	<i>4 - 1708</i>
<i>Azot ogólny</i>	<i>g N/m<sup>3</sup></i>	<i>5.4 - 127,9</i>
<i>Azot amonowy</i>	<i>g N/m<sup>3</sup></i>	<i>0.5 - 90</i>
<i>Fosfor ogólny</i>	<i>g P/m<sup>3</sup></i>	<i>0,9 - 19,7</i>



*Średnie jednostkowe dobowe zużycie wody w większości państw uprzemysłowionych wynosi:*

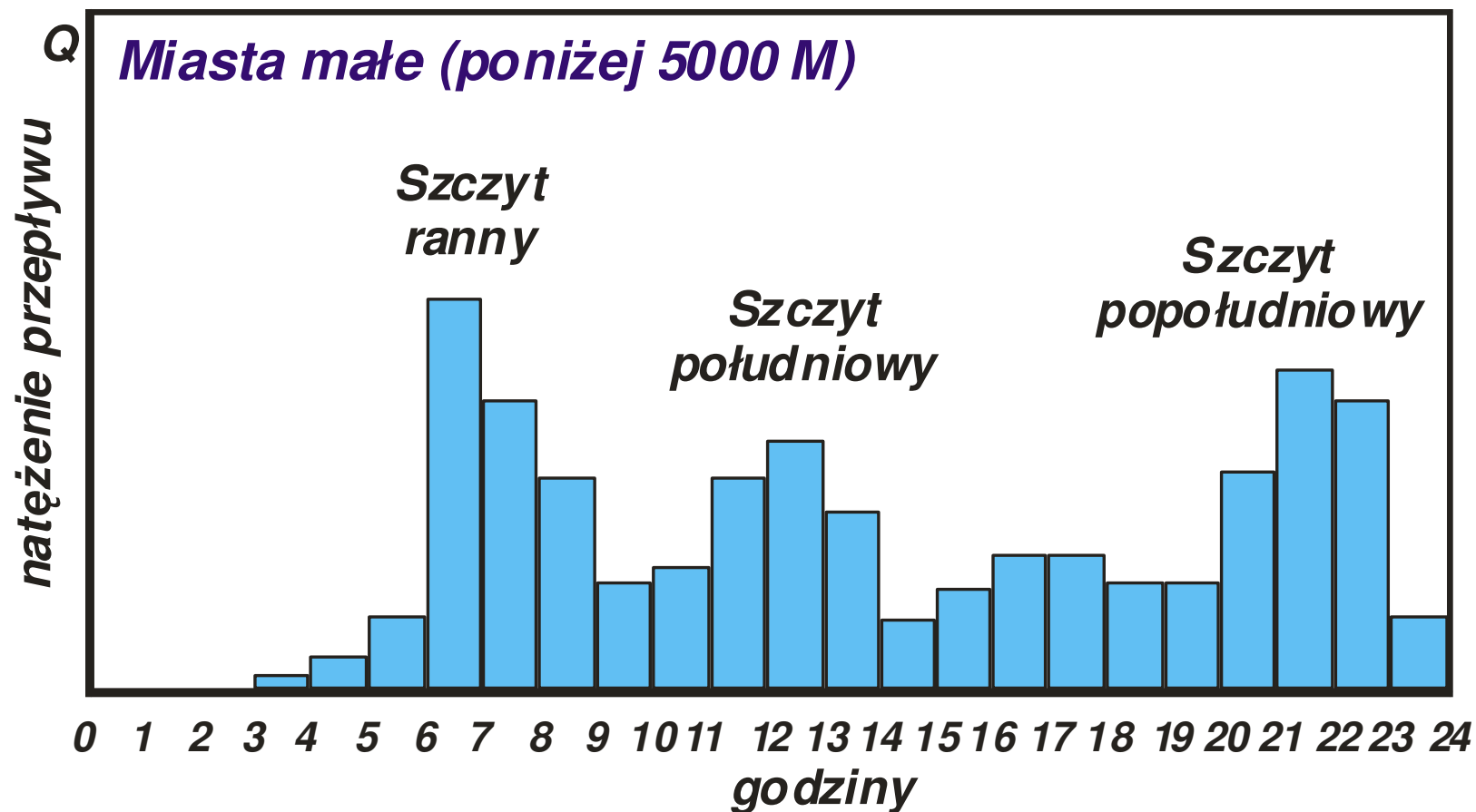
$$Q_j = 120 \div 175 \frac{\text{dm}^3}{\text{Mieszkańca} \cdot \text{dobę}}$$

*Dobowa ilość ścieków powstająca w gospodarstwie domowym podczas różnych czynności [dm<sup>3</sup>/mieszkańca]*

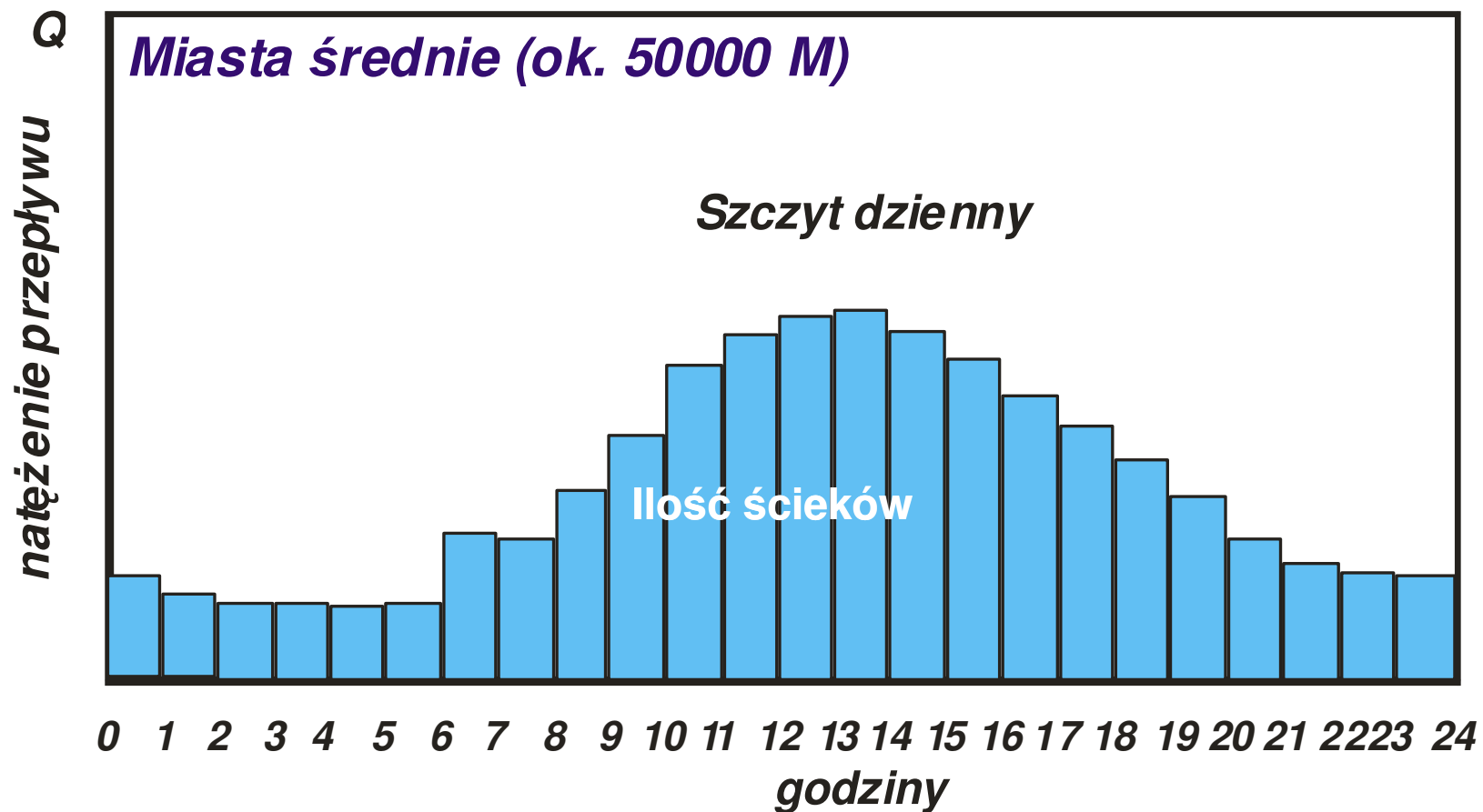
<b>Źródła ścieków</b>	<b>Ilość ścieków [dm<sup>3</sup> /M·d]</b>
<i>Gotowanie potraw oraz zmywanie naczyń</i>	<i>20</i>
<i>Utrzymanie higieny osobistej</i>	<i>54</i>
<i>Pranie</i>	<i>19</i>
<i>Splukiwanie w.c.</i>	<i>57</i>
<b>Razem</b>	<b>150</b>

## Zużycie wody przez przemysł

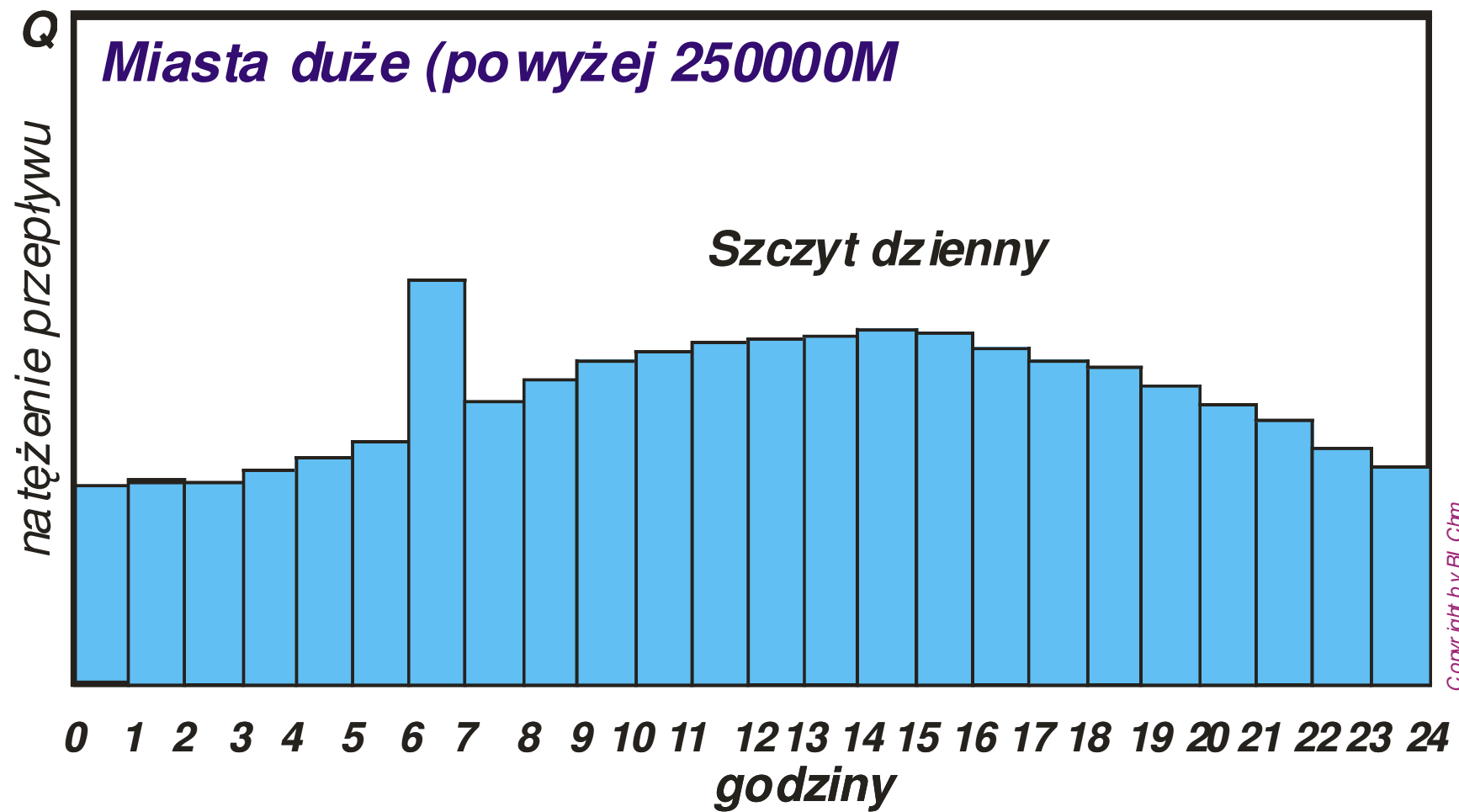
Produkt	Zużycie wody w dm <sup>3</sup>
1 litr mleka	2 ÷ 7
1 litr piwa	10 ÷ 25
1 litr benzyny	Ok. 20
1 kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ok. 100
1 kg krochmalu	24 ÷ 28
1 kg margaryny	40 ÷ 60
1 kg cukru	60 ÷ 120
1 kg węgla	1 ÷ 5
1 kg stali	Ok. 10
1 kg papieru	100 ÷ 1000
1 kg penicyliny	Ok. 200 000



***Wpływ wielkości miasta na dobową nierównomierność doływu ścieków do oczyszczalni***



***Wpływ wielkości miasta na dobową nierównomierność  
dopływu ścieków do oczyszczalni***



**Wpływ wielkości miasta na dobową nierównomierność  
dopływu ścieków do oczyszczalni**

Głębokość oczyszczania ścieków określa **ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA** z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dziennik Ustaw z 2006 r. Nr 137 poz. 984)

Rozporządzenie określa:

- 1) substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego, powodujące zanieczyszczenie wód, **które powinny być eliminowane**, oraz substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego, powodujące zanieczyszczenie wód, **które powinny być ograniczane**;
- 2) miejsce i minimalną częstotliwość pobierania próbek ścieków, metodyki referencyjne analizy i sposób oceny, czy ścieki odpowiadają wymaganym warunkom;
- 3) warunki, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, w tym najwyższe dopuszczalne wartości zanieczyszczeń, oraz warunki, jakie należy spełnić w celu rolniczego wykorzystania ścieków.

**Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń lub minimalne procenty redukcji zanieczyszczeń dla oczyszczonych ścieków bytowych i komunalnych wprowadzanych do wód i do ziemi**

<b>L p</b>	<b>Nazwa wskaźnika</b>	<b>Jedno- stka</b>	<b>Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników lub minimalny % redukcji zanieczyszczeń przy RLM:</b>				
			<b>poniżej 2.000</b>	<b>od 2.000 do 9.999</b>	<b>od 10.000 do 14.999</b>	<b>od 15.000 do 99.999</b>	<b>100.000 i powyżej</b>
1.	Pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT <sub>5</sub> ), oznaczone z dodatkiem inhibitora nityfikacji	mg O <sub>2</sub> /l min. % redukcji	40 -	25 lub 70 - 90	25 lub 70 - 90	15 lub 90	15 lub 90
2.	Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT <sub>Cr</sub> ), oznaczone metodą dwuchromianową	mg O <sub>2</sub> /l min. % redukcji	150 -	125 lub 75	125 lub 75	125 lub 75	125 lub 75
3.	Zawiesiny ogólne	mg/l min. % redukcji	50 -	35 lub 90	35 lub 90	35 lub 90	35 lub 90
4.	Azot ogólny (suma azotu Kjeldahla (N <sub>Norg</sub> + N <sub>NH4</sub> ),	mg N/l	30	15	15	15	10
	azotu azotynowego i azotu azotanowego)	min. % redukcji	-	-	35 <sup>5)</sup>	lub 80	lub 85
5.	Fosfor ogólny	mg P/l	5 <sup>4)</sup>	2 <sup>4)</sup>	2 <sup>4)</sup>	2	1
		min. % redukcji	-	-	40 <sup>5)</sup>	lub 85	lub 90

**Równoważna liczba mieszkańców [RLM] dla różnych ścieków z przemysłu  
(1 RLM = 60 g BZT<sub>5</sub>/dobę)**

<b>Rodzaj produkcji</b>	<b>RLM</b>
<i>Mleczarnia - 1000 litrów mleka</i>	<i>25 ÷ 70</i>
<i>Cukrownia - 1 tona buraków</i>	<i>45 ÷ 70</i>
<i>Browar – 1000 litrów piwa</i>	<i>150 ÷ 350</i>
<i>Drożdźownia – 1000 kg drożdży</i>	<i>5000 ÷ 7000</i>
<i>Rzeźnia – 1 tona żywej wagi</i>	<i>130 – 400</i>



## ***Klasyfikacja technologiczna zanieczyszczeń ścieków***

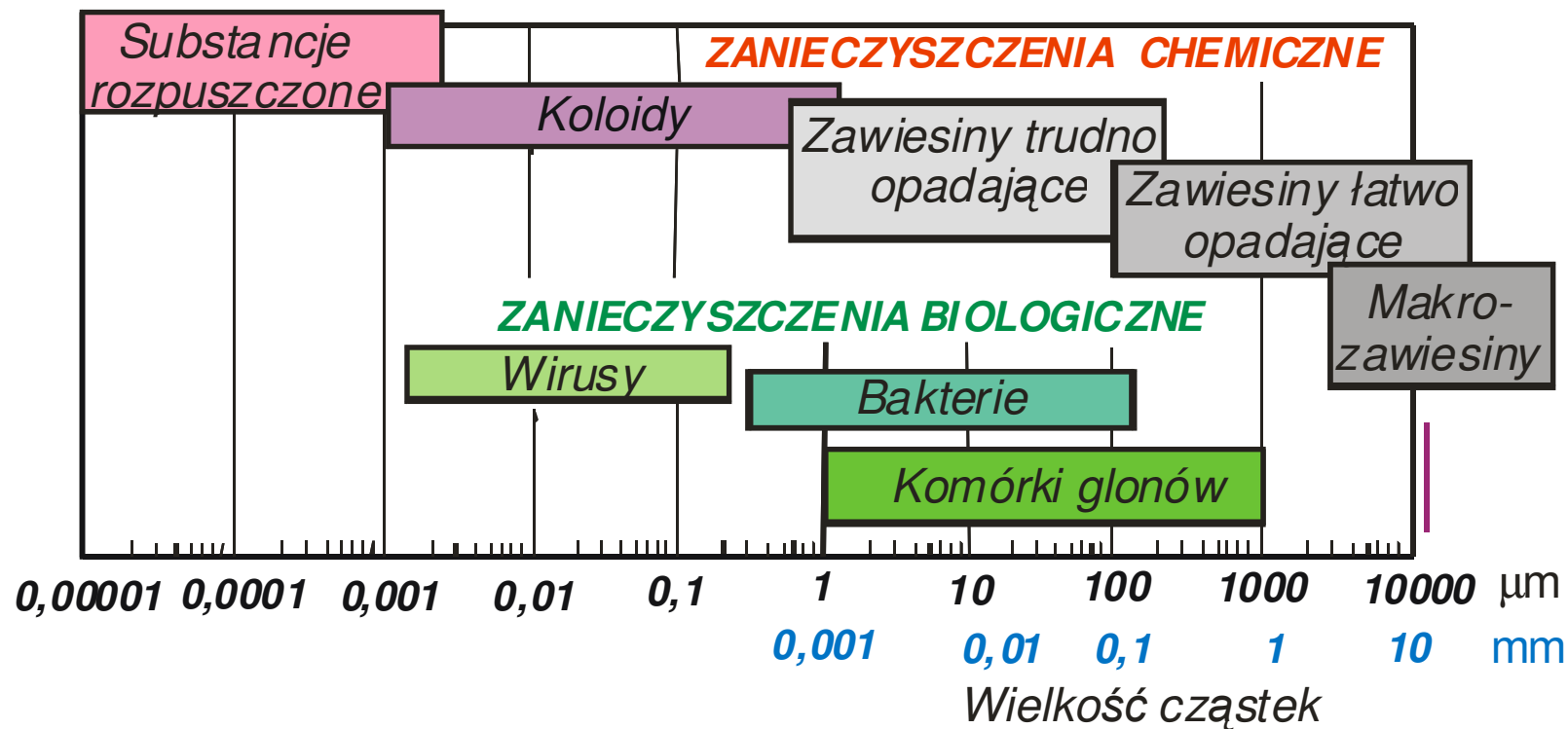
- *zanieczyszczenia mechaniczne (płynące, zawieszone i wleczone),*
- *zanieczyszczenia biologicznie rozkładalne,*
- *substancje biogenne.*

***W procesach oczyszczania ścieków komunalnych stosuje się zazwyczaj następujące metody:***

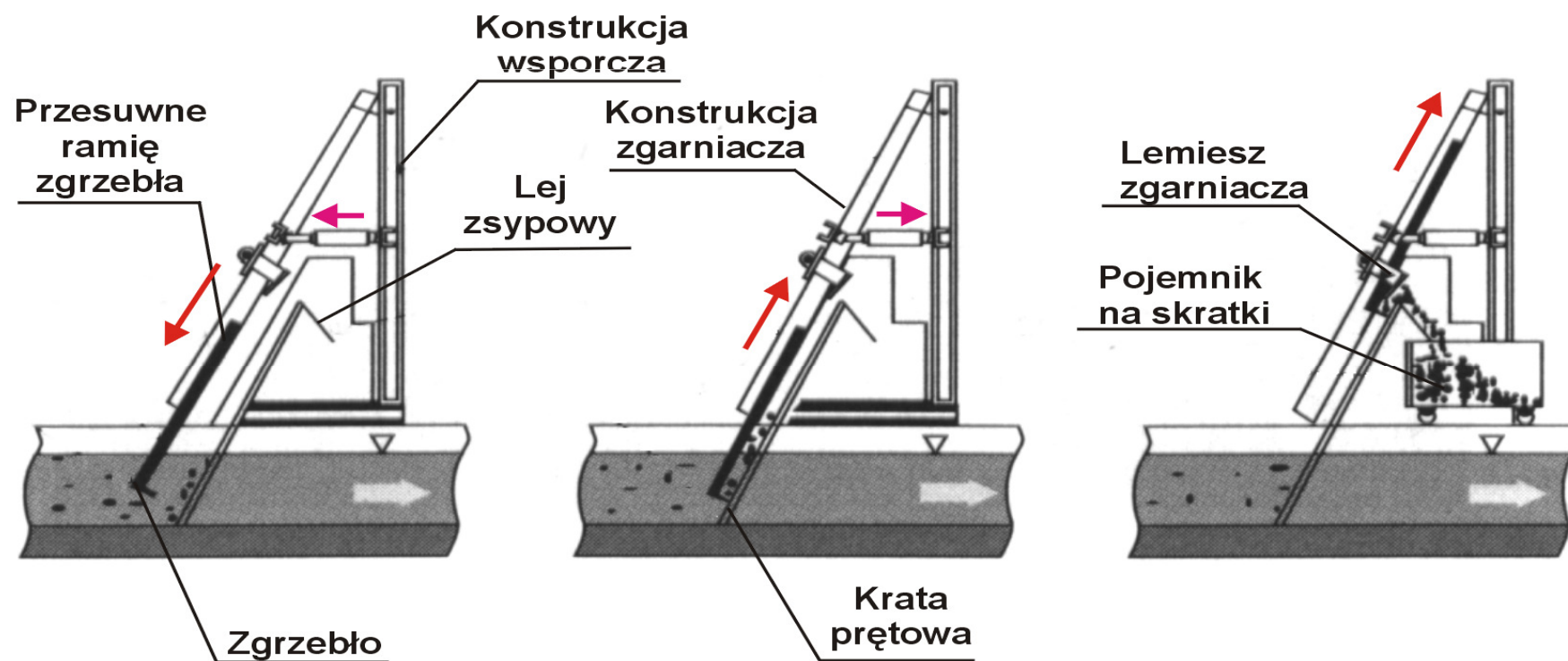
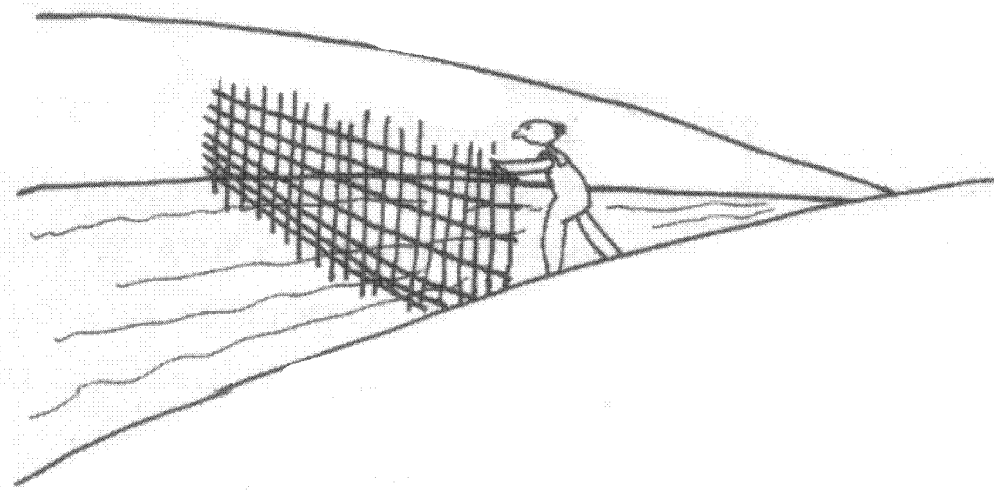
- *mechaniczne,*
- *chemiczne,*
- *biologiczne,*
- *mieszane,*
- *dezynfekcję.*

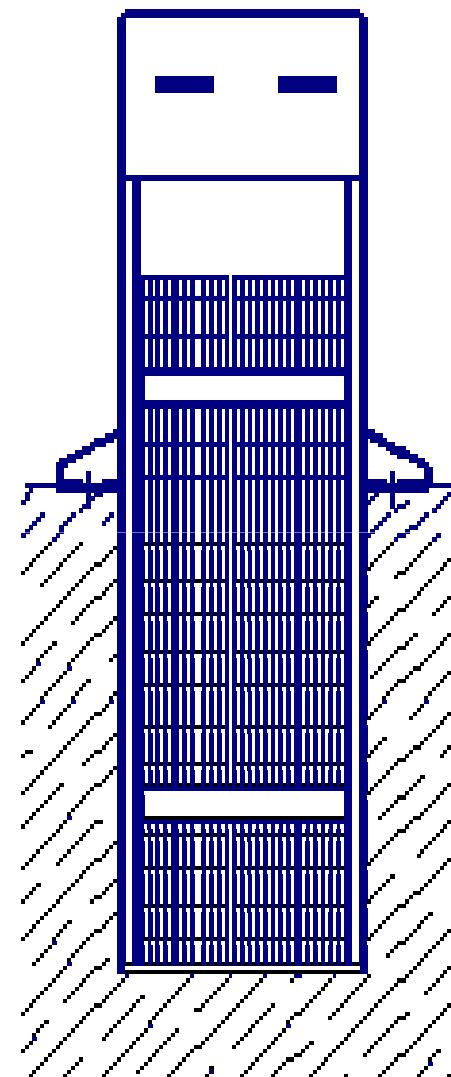
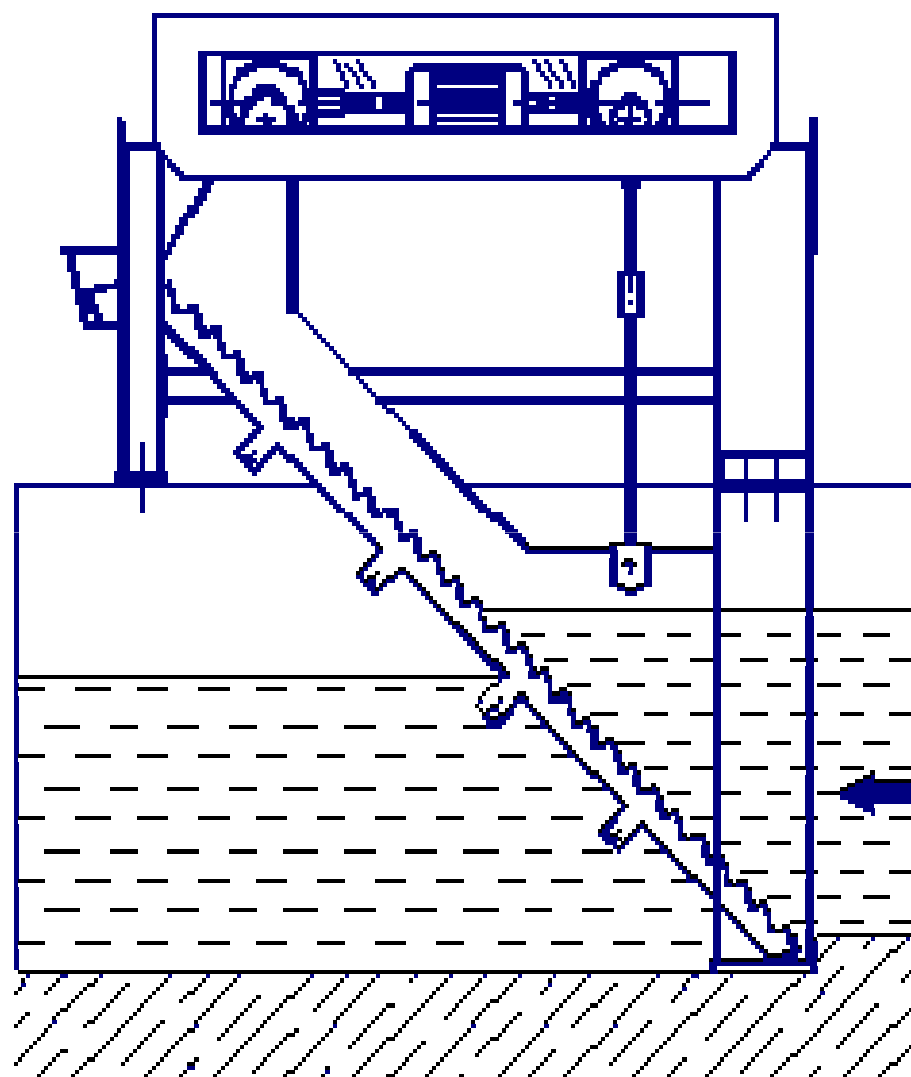
**Metody mechaniczne oczyszczania ścieków polegają na usunięciu**

- 1. grubszych zawiesin pływających i wleczonych (organicznych i mineralnych) za pomocą krat lub sit,**
- 2. cząstek ziarnistych (>0.1 mm) za pomocą piaskowników,**
- 3. zawiesin łatwo opadających za pomocą osadników,**
- 4. olejów i tłuszczów podatnych na wydzielenie za pomocą separatorów tłuszczu.**

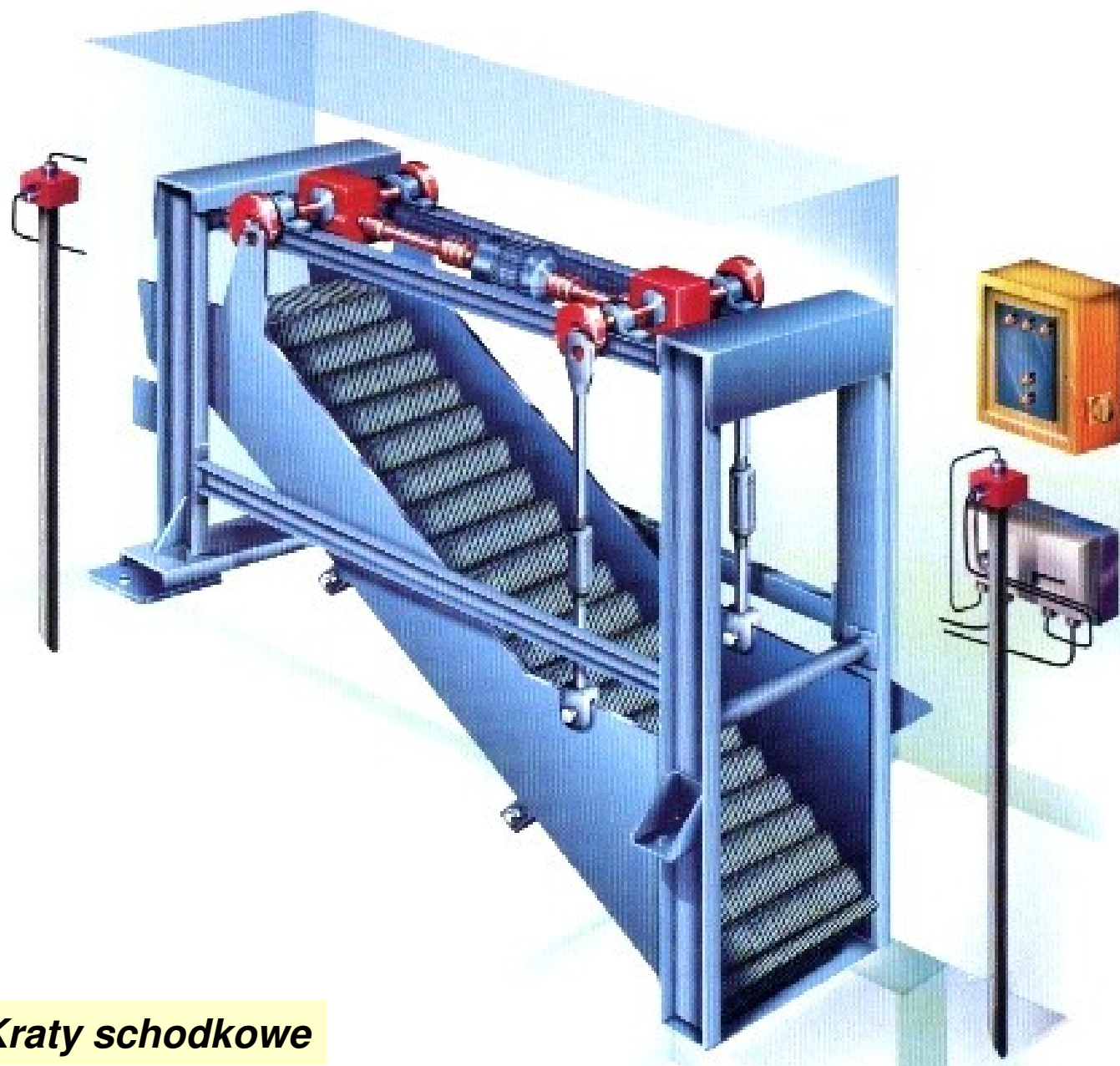


**Wielkość cząstek i forma w jakiej występują w ściekach**

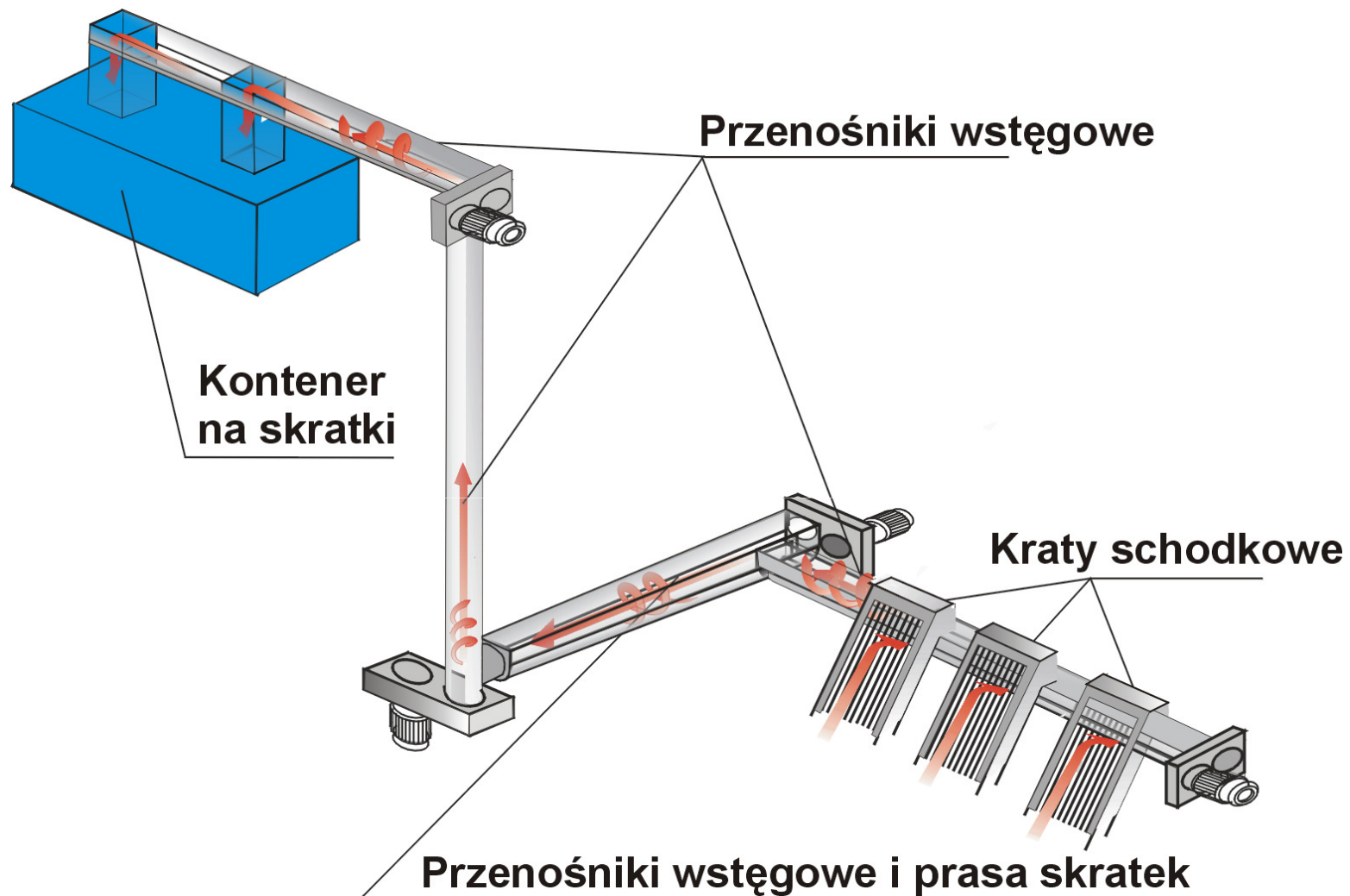




***Kraty schodkowe***



***Kraty schodkowe***



**System usuwania skratek**



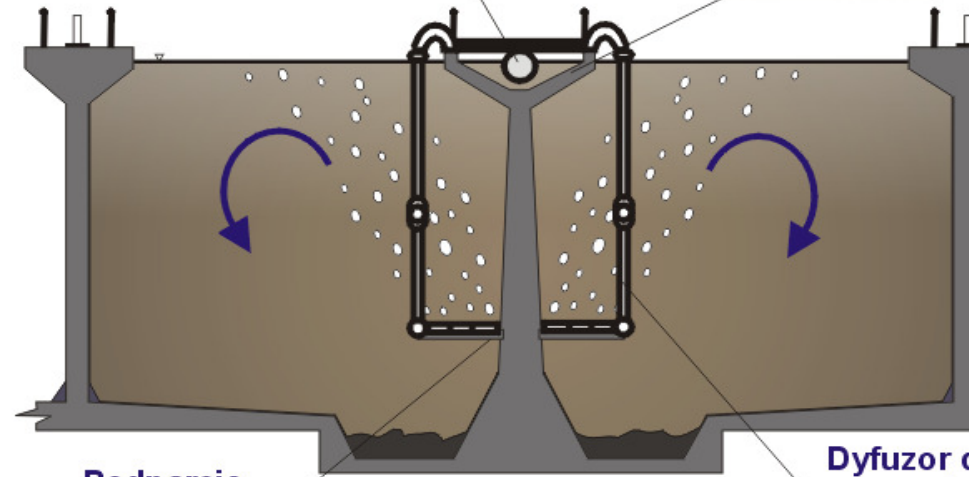


*Kraty w oczyszczalni „Hajdów” – pełna hermetyzacja*

**Zadaniem piaskownika jest usunięcie ze ścieków zawiesin mineralnych i piachu.**

Rurociąg doprowadzający powietrze

Podłoże betonowe

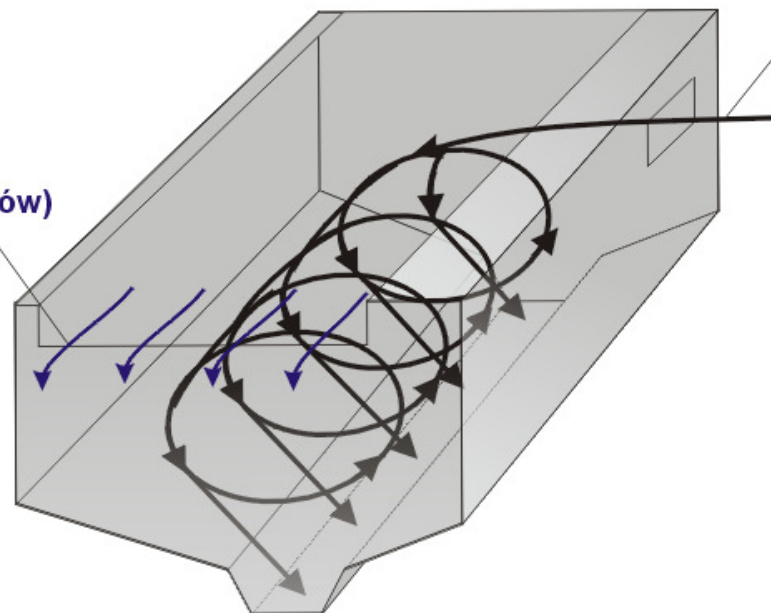


Dyfuzor do napowietrzania

Podparcie dyfuzora

Dopływ ścieków

Przelew (odpływ ścieków)

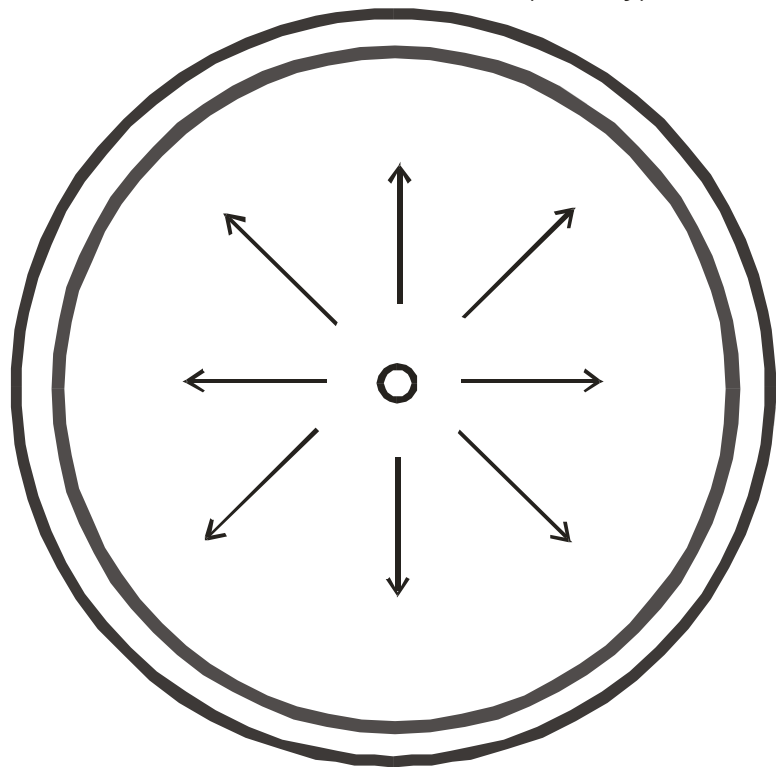
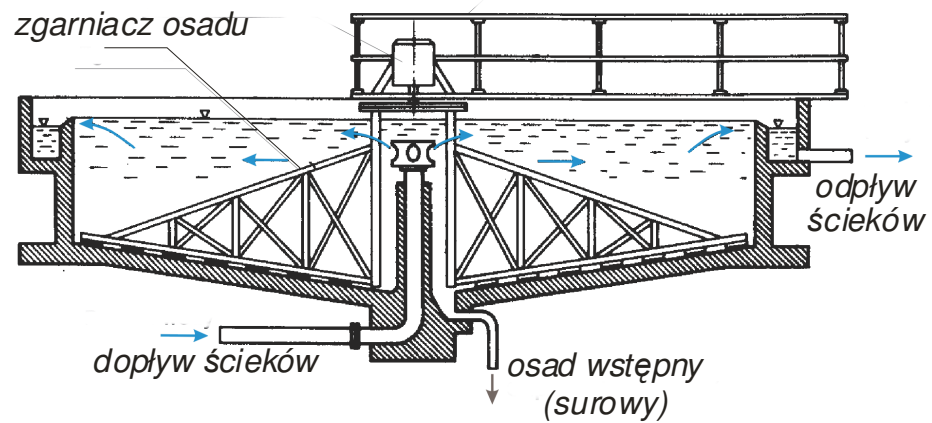






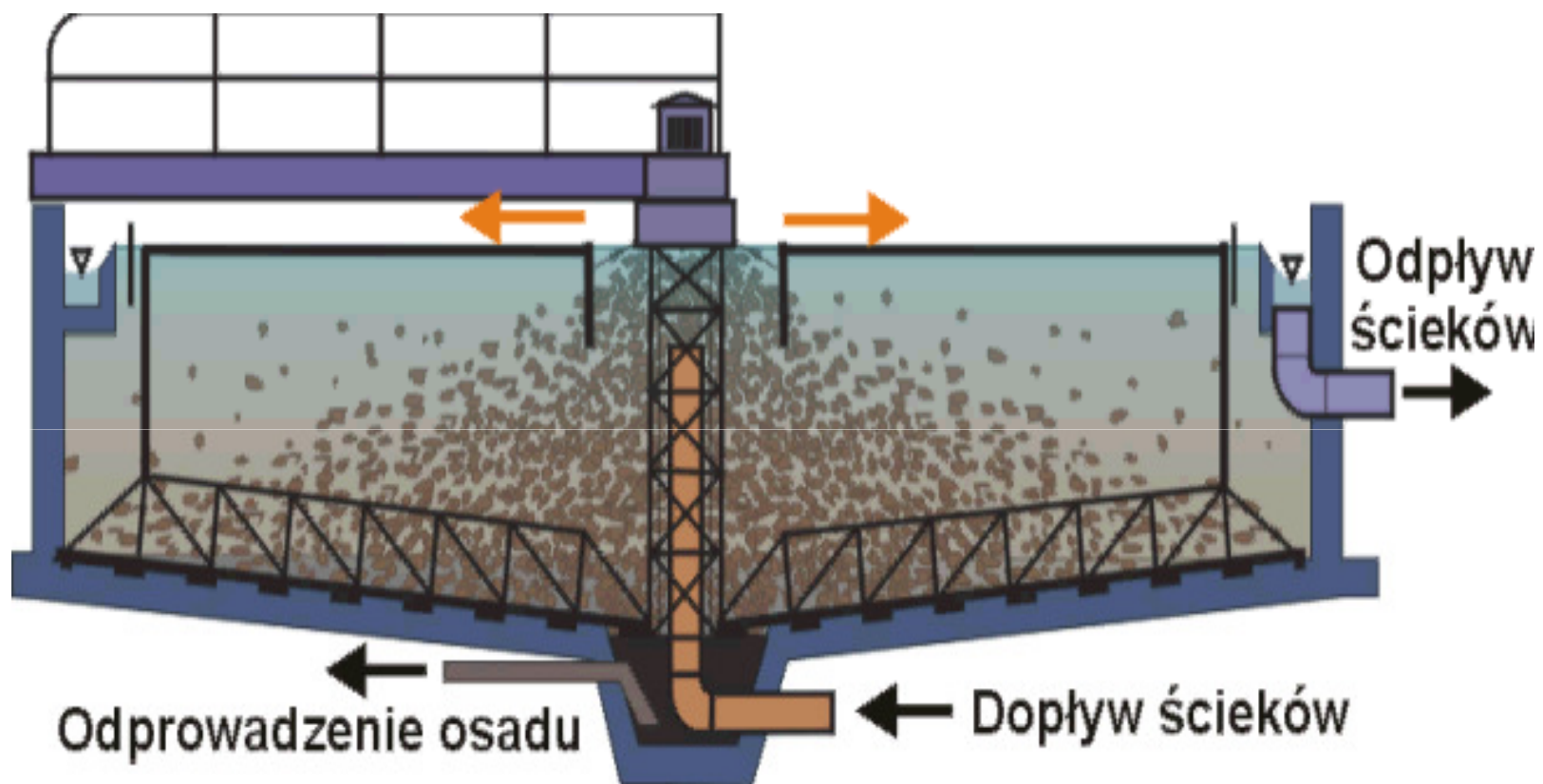


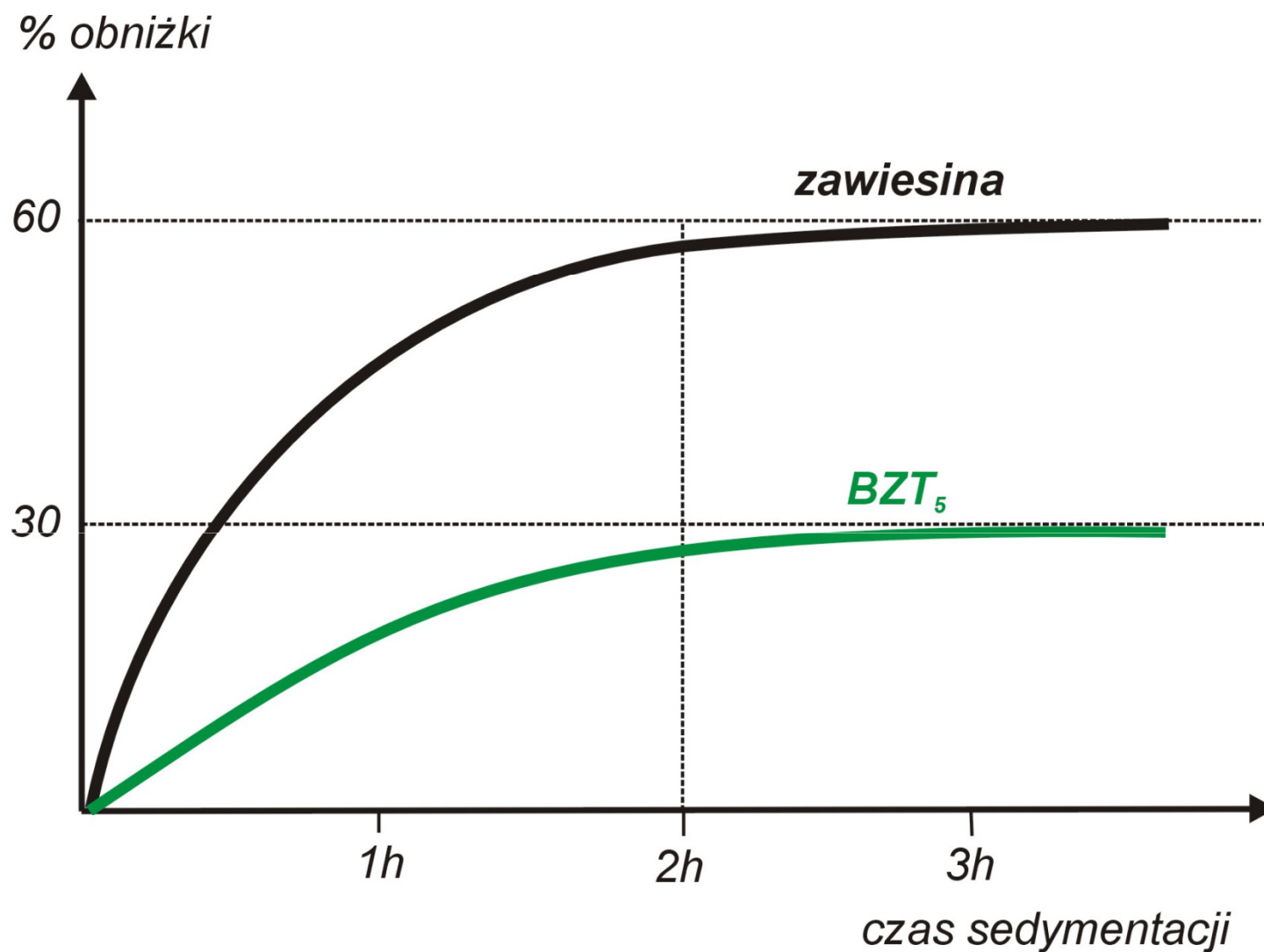
# osadniki



*Schemat funkcjonalny osadnika*

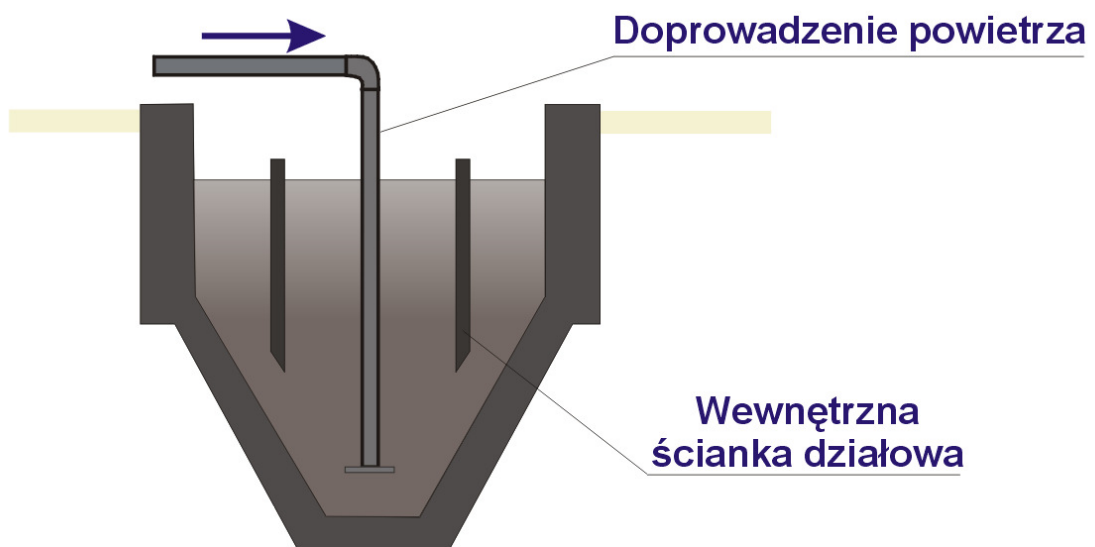
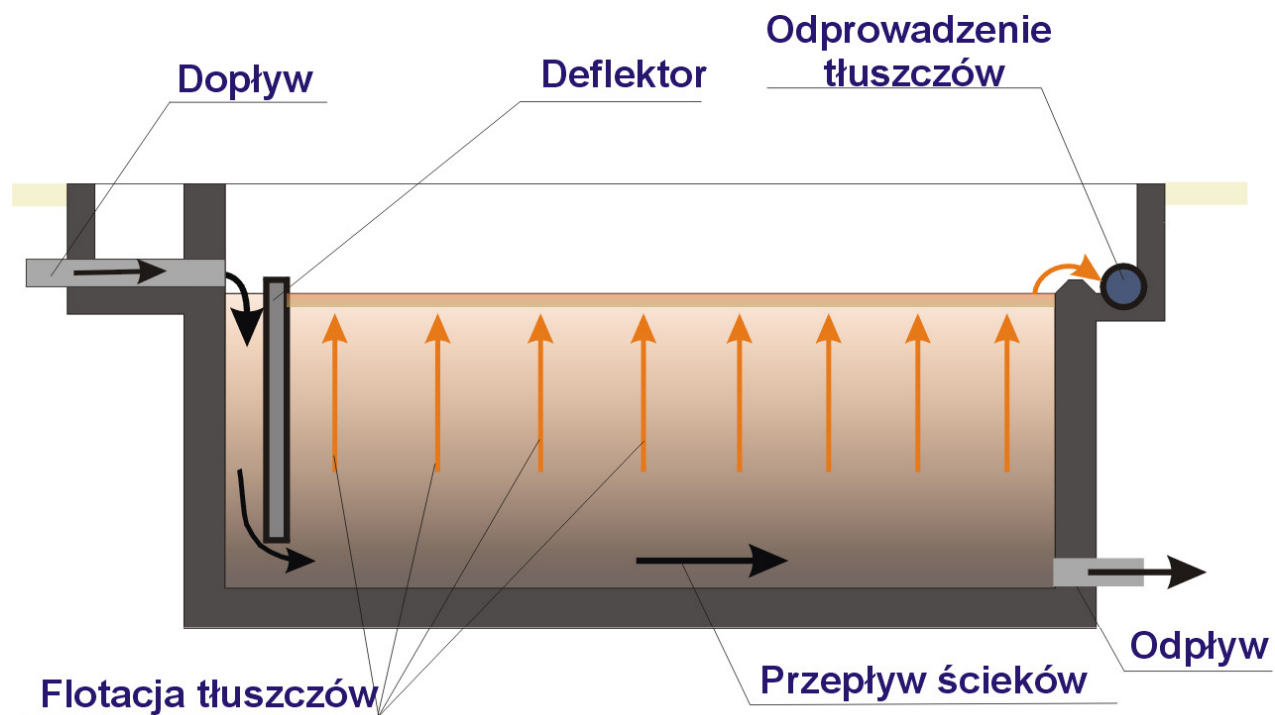






**Zależność stopnia usuwania zawiesiny i BZT<sub>5</sub> od czasu przebywania ścieków w osadniku**

## Separatory tłuszczu

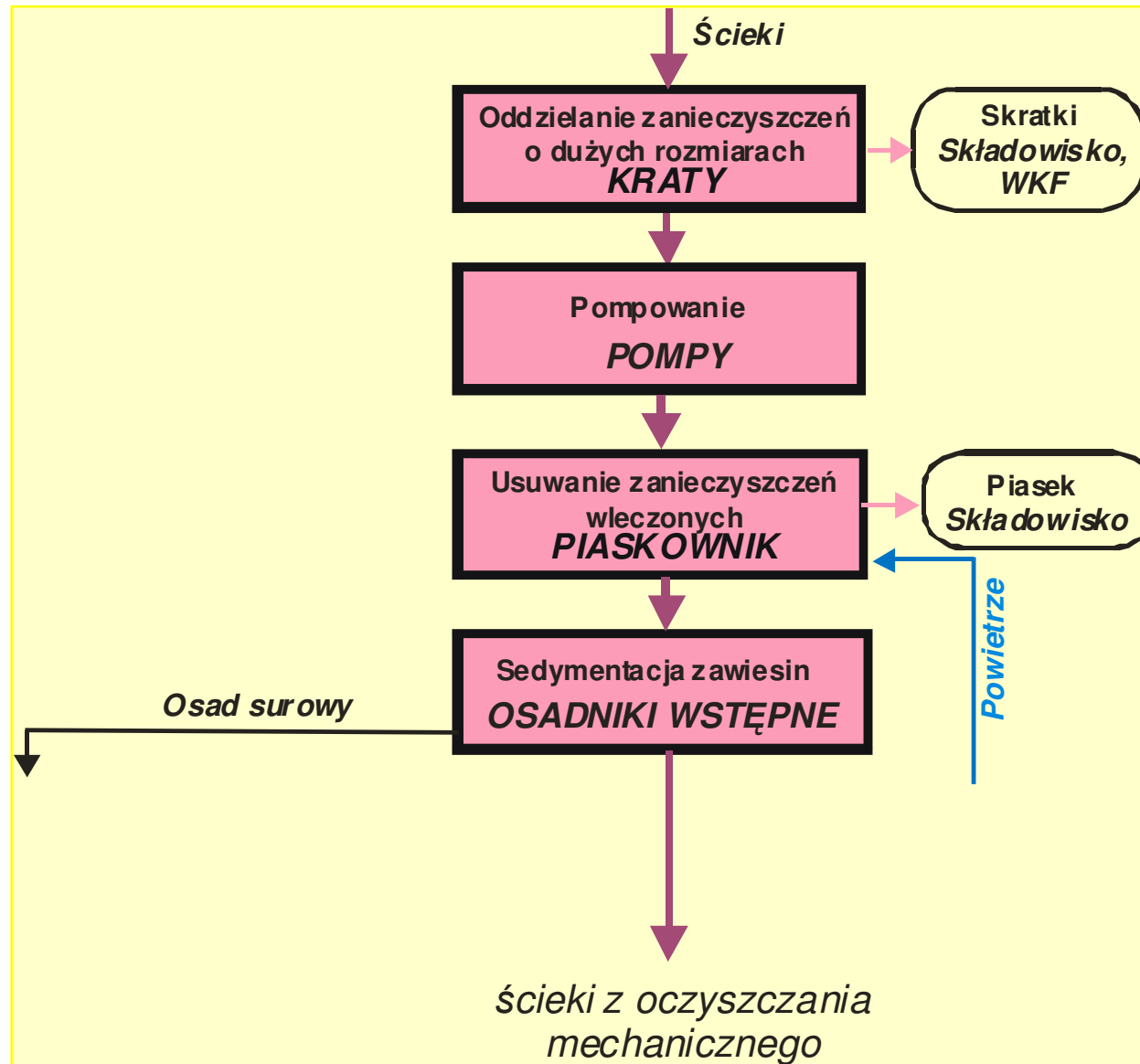


**Separatory tłuszczu – są to przelewowe osadniki (baseny flotacyjne) służące do oddzielania zanieczyszczeń o gęstości mniejszej od wody.**

***Efektywność oczyszczania ścieków na poszczególnych etapach procesu .***

<b><i>Etap oczyszczania</i></b>	<b><i>Zmniejszenie zawartości zanieczyszczeń dla poszczególnych wskaźników</i></b>					
	<b><i>Zawiesiny</i></b>	<b><i>BZT<sub>5</sub></i></b>	<b><i>ChZT</i></b>	<b><i>fosfor</i></b>	<b><i>azot</i></b>	<b><i>bakterie</i></b>
<b><i>I – wstępny (mechaniczny)</i></b>	<b><i>40-70%</i></b>	<b><i>25-40%</i></b>	<b><i>20%</i></b>	<b><i>15%</i></b>	<b><i>10%</i></b>	<b><i>25-75%</i></b>
<b><i>II - biologiczny</i></b>	<b><i>70-90%</i></b>	<b><i>85-95%</i></b>	<b><i>70-98%</i></b>	<b><i>30%</i></b>	<b><i>20-30%</i></b>	<b><i>70-98%</i></b>
<b><i>III - usuwanie związków biogennych</i></b>	<b><i>98-99%</i></b>	<b><i>98-99%</i></b>	<b><i>98-99%</i></b>	<b><i>80-90%</i></b>	<b><i>80%</i></b>	<b><i>98-99%</i></b>

# Schemat ideowy mechanicznego oczyszczania ścieków w oczyszczalni „HAJDÓW”



**Metody biologiczne wykorzystujące mikroorganizmy (złoże biologiczne lub osad czynny) służą usunięciu ze ścieków:**

- 1. substancji organicznych,**
- 2. substancji biogennych (związków azotu i fosforu).**

## **PROCESY OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW METODAMI BIOLOGICZNYMI**

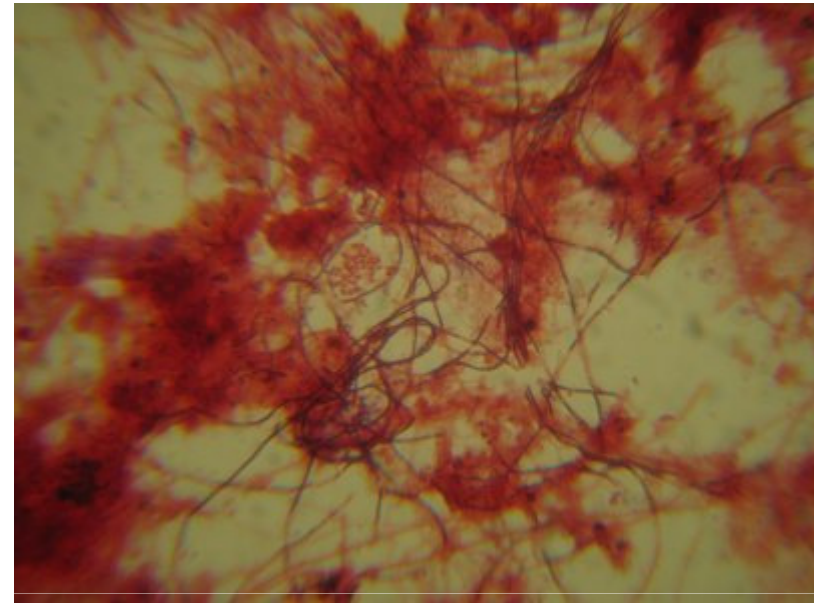
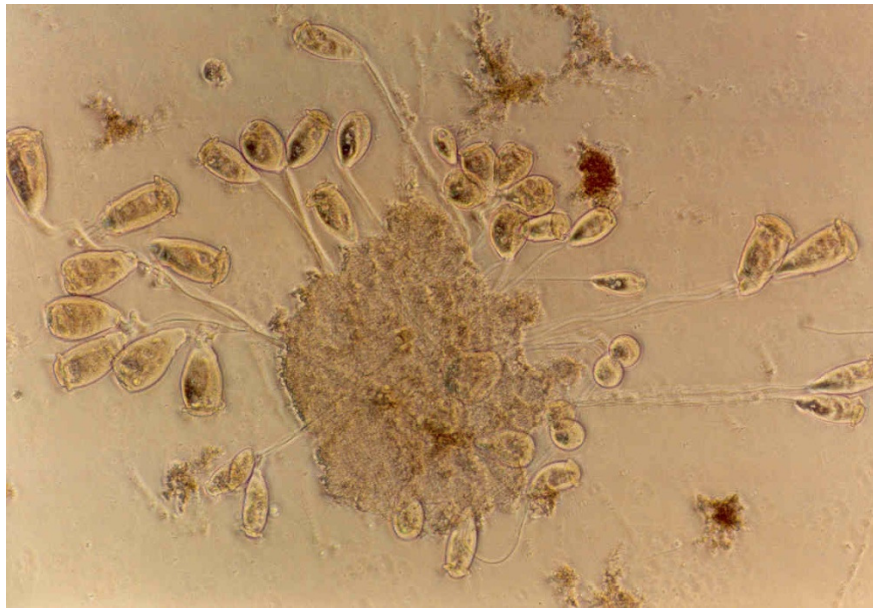
- *rozkład substancji organicznych do  $CO_2$ ,  $H_2O$  i  $NH_3$  (zazwyczaj metodą osadu czynnego)*
- *nitryfikacja, czyli utlenienie  $NH_3$  za pomocą bakterii *Nitrosomonas* do azotynów, a następnie za pomocą bakterii *Nitrobacter* do azotanów,*
- *denitryfikacja, czyli przemiana azotanów do postaci azotu gazowego –  $N_2$*



## OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW ZA POMOCĄ METODY OSADU CZYNNEGO

1. Proces oczyszczania metodą osadu czynnego prowadzony jest **w komorach napowietrzanych** zapewniających równomierne unoszenie kłaczków (osad czynny to zawieszona kolonia mikroorganizmów zgrupowane w tzw. kłaczkach) w masie przepływającego ścieku i doprowadzenie odpowiednich ilości tlenu jako substratu bioutleniania zanieczyszczeń organicznych.
2. Po zakończeniu procesu napowietrzania ścieki kierowane są do osadnika wtórnego, gdzie następuje oddzielenie osadu czynnego od cieczy. Nadmiarowy osad poddawany jest odwodnieniu i suszeniu.





### ***Kolonie mikroorganizmów w osadzie czynnym***

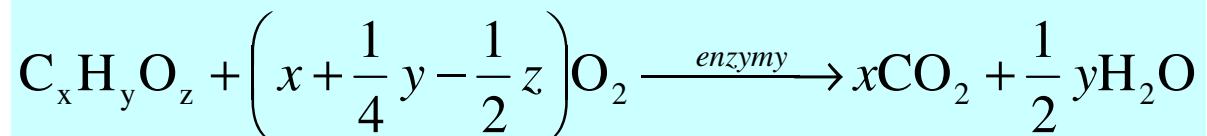
*Osad czynny – żywa, kłaczkowata zawiesina, złożona głównie z heterotroficznych bakterii, tworzących zooglealne skupiska makroskopowych rozmiarów (kłaczkę), o dużej powierzchni czynnej, zdolnej do sorbowania substancji organicznych znajdujących się w ściekach w formie rozpuszczonej i koloidalnej. Zróżnicowana mikroflora osadu czynnego wykazuje zdolność wykorzystywania różnych substratów (i tym samym usuwania ich ze ścieków) oraz przystosowywania się do zmieniających się warunków środowiskowych. W osadzie czynnym mogą występować także pierwotniaki (głównie orzęski) oraz zwierzęta wyższe np. wrotki.*

*(K. Barbusiński, [Leksykon biotechnologii środowiskowej](#), PWN, 1992).*

## Procesy zachodzące podczas biologicznego oczyszczania ścieków (1)

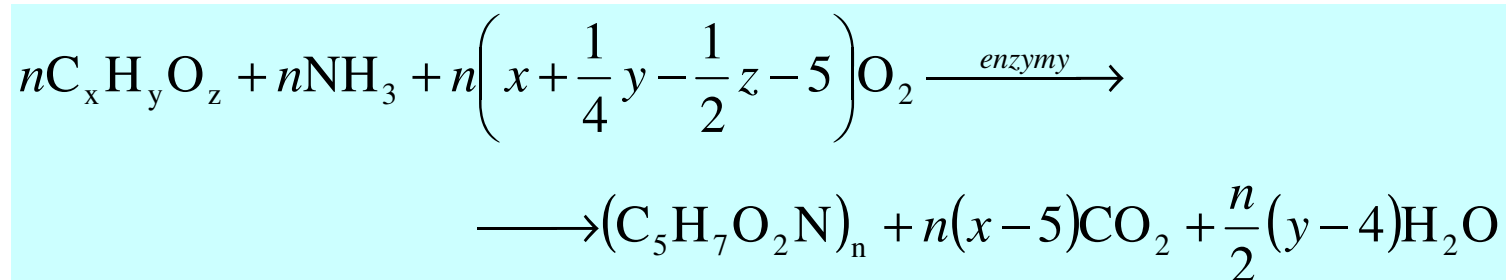
### 1. Utlenianie (rozkład) substancji organicznych do $CO_2$ , $H_2O$ i $NH_3$ ,

**Bezpośrednie utlenianie:**



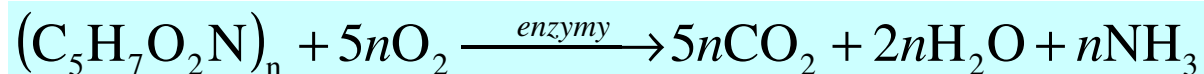
gdzie:  $C_xH_yO_z$  – uproszczony wzór określający skład substancji organicznych.

**Biosynteza komórek (asymilacja):**



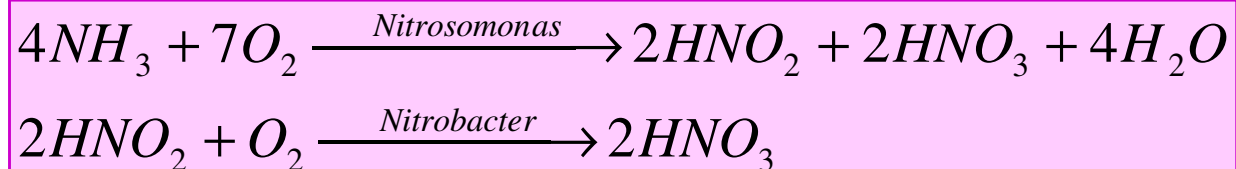
gdzie:  $(C_5H_7O_2N)_n$  - uproszczony wzór określający skład substancji komórkowej mikroorganizmów .

**Równanie oddychania podstawowego:**

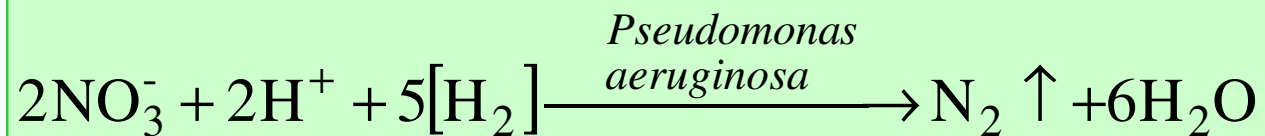


**Procesy zachodzące podczas biologicznego oczyszczania ścieków (2)**

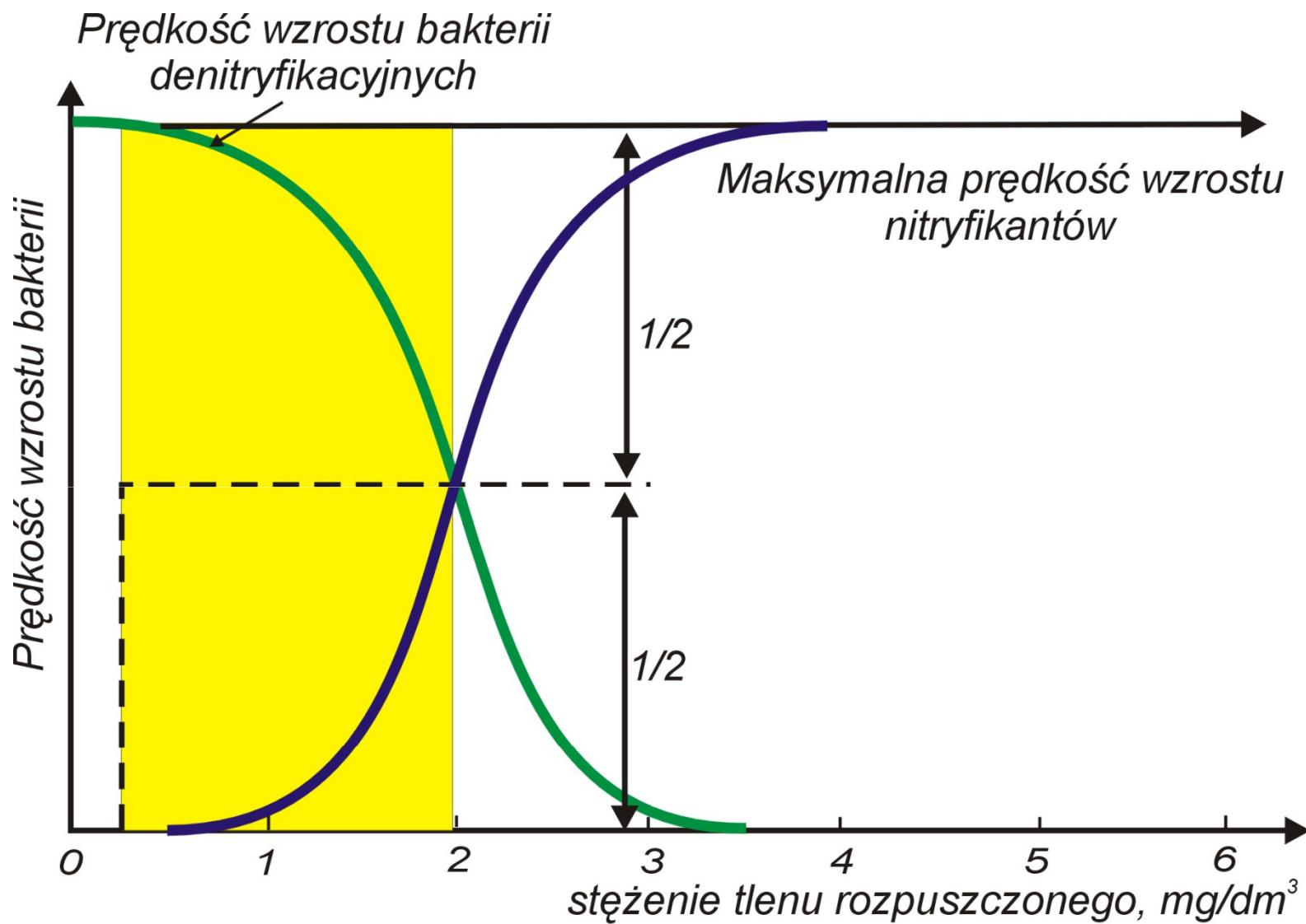
**2. nitryfikacja czyli utlenianie  $NH_3$  za pomocą bakterii *Nitrosomonas* do azotanów(III) a następnie za pomocą bakterii *Nitrobacter* do azotanów(V),**



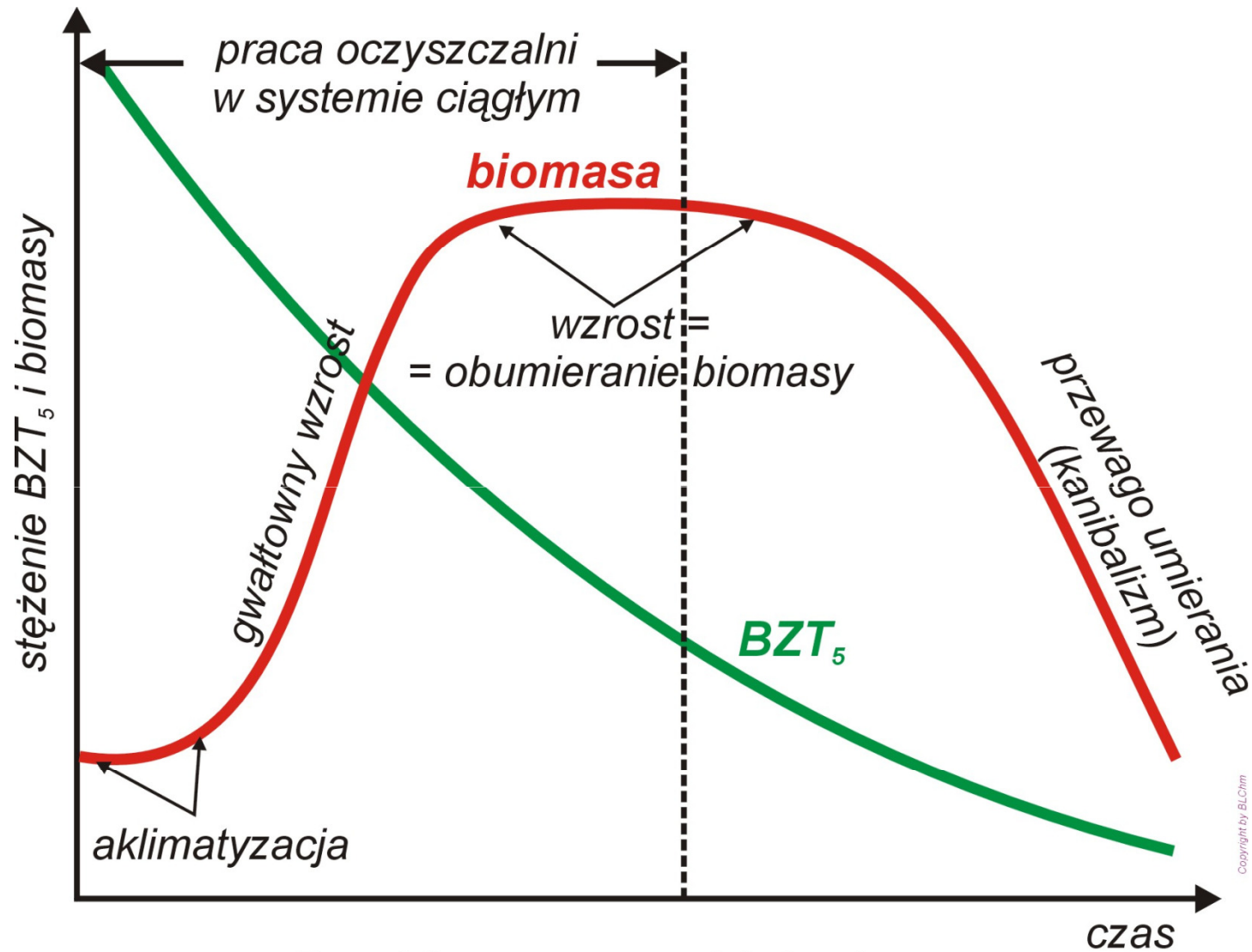
**3. denitryfikacja, czyli przemiana azotanów(V) do azotu  $N_2$ .**





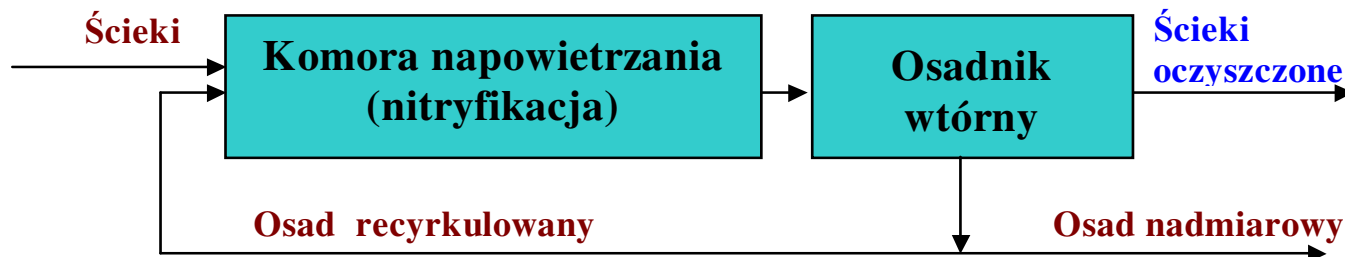


**Zasada biologicznego usuwania azotu**

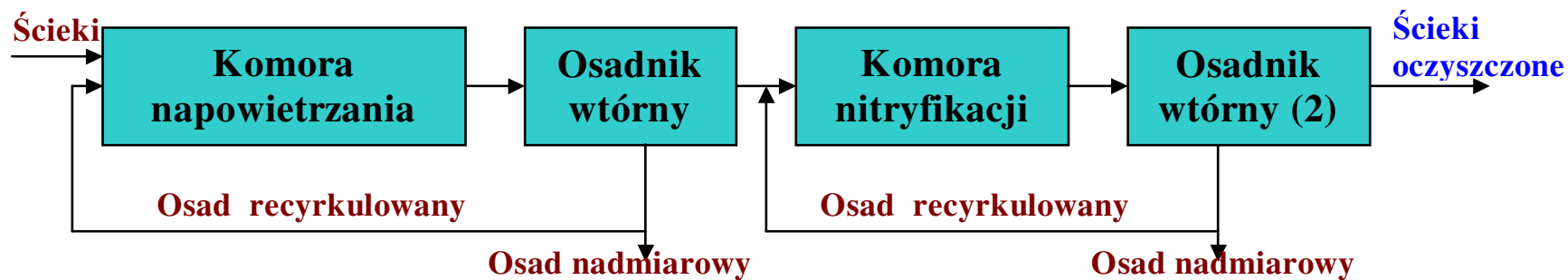


Przebieg procesu biologicznego oczyszczania ścieków

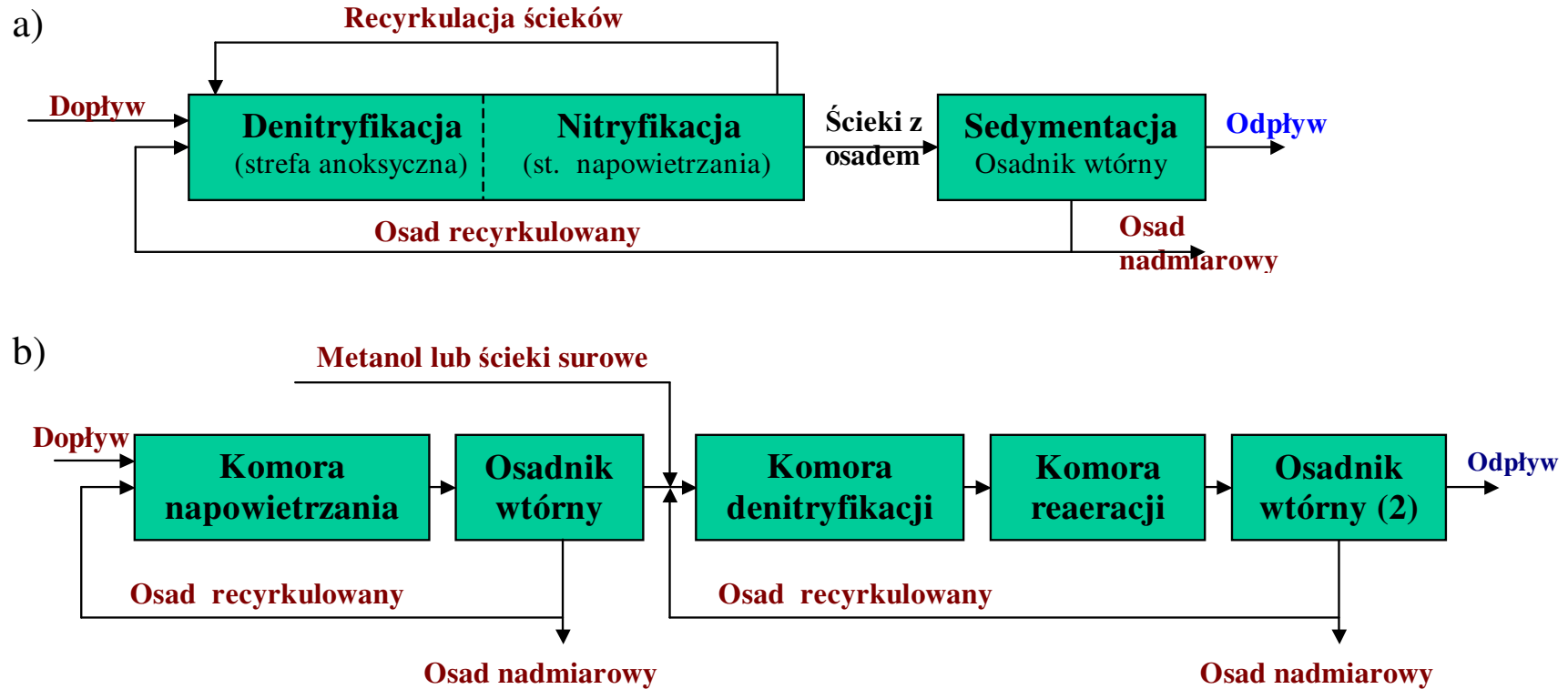
a)



b)



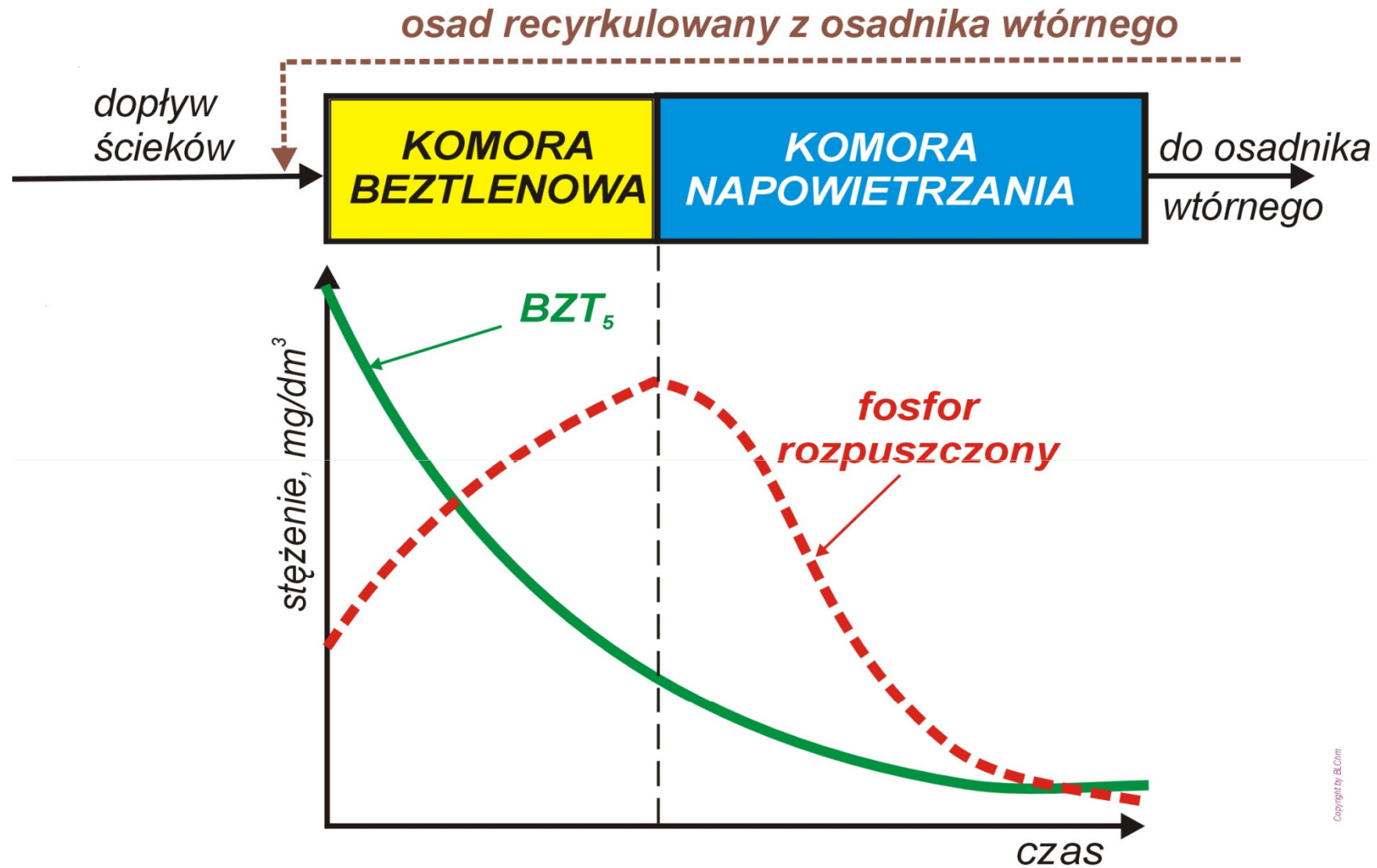
**Sposoby realizacji biologicznego oczyszczania ścieków (rozkład substancji organicznych i nityfikacja)**



## Sposoby realizacji biologicznego oczyszczania ścieków (rozkład substancji organicznych i usuwanie azotu)

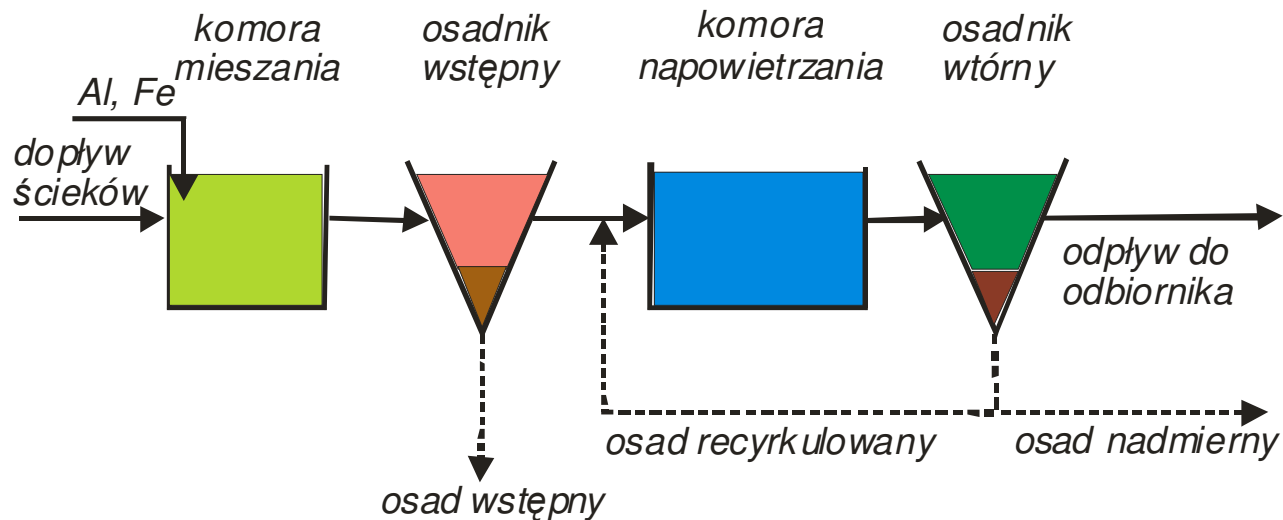
*komora denitryfikacyjna (strefa anoksydacyjna); nie występuje tam tlen rozpuszczony lub występuje w bardzo niewielkich ilościach (<0,5 mg/l), źródłem tlenu dla bakterii denitryfikacyjnych są azotany;*



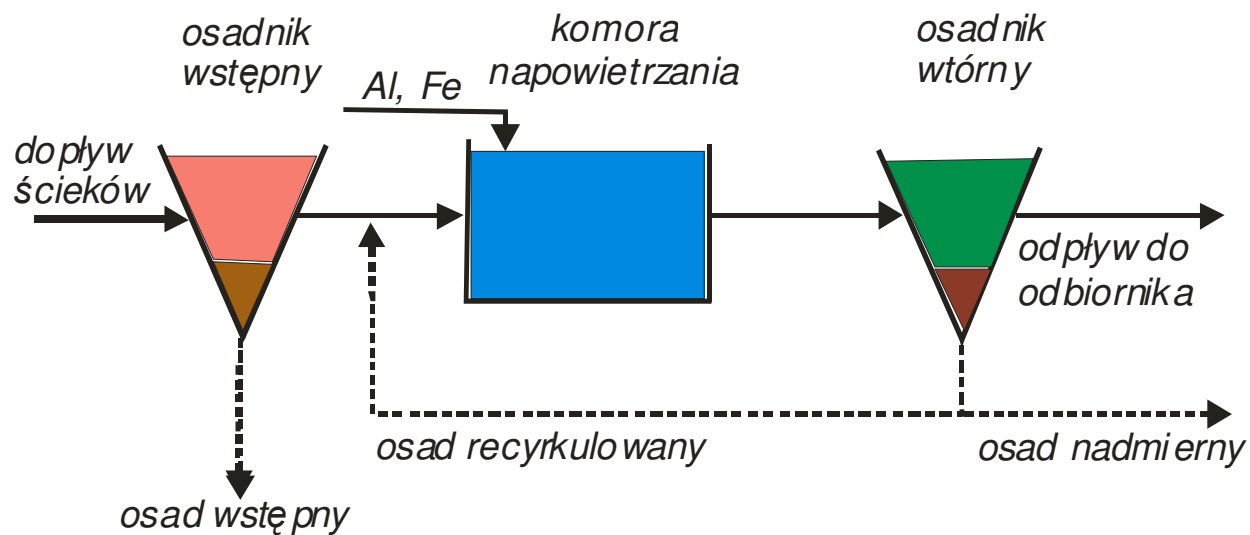


Zasada biologicznego usuwania fosforu

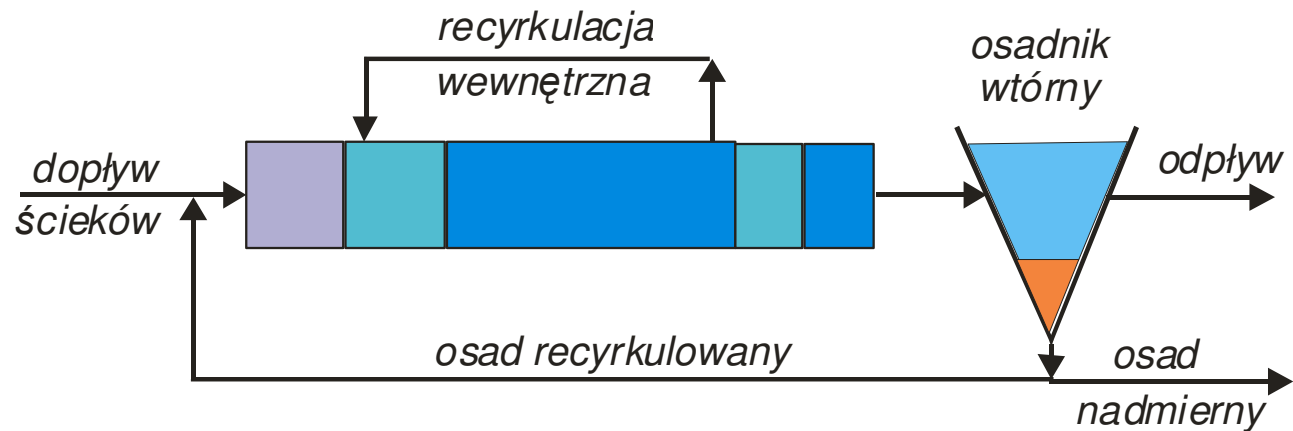
## Defosfatacja chemiczna



### Strącanie wstępne fosforanów (I)



### Strącanie symultaniczne fosforanów (II)



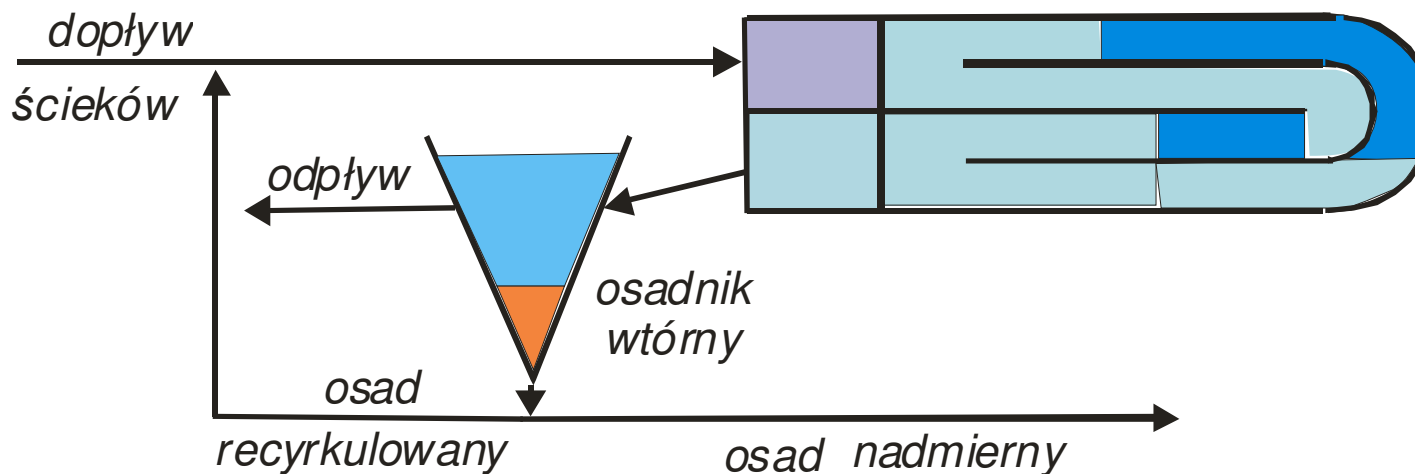
### proces 5-stopniowy

■ strefa beztlenowa   ■ strefa anoksydacyjna   ■ strefa tlenowa

**Komora (strefa) beztlenowa**, w której ścieki nie zawierają tlenu rozpuszczonego ani azotanów, wykorzystywana jest w procesach biologicznego usuwania fosforu jako komora, gdzie następuje uwalnianie fosforu do ścieków; inna nazwa to komora defosfatacji.

**Komora (strefa) anoksydacyjna (denitryfikacyjna)**; nie występuje tam tlen rozpuszczony lub występuje w bardzo niewielkich ilościach (<0,5 mg/l), źródłem tlenu dla bakterii denitryfikacyjnych są azotany.

**Sposoby realizacji biologicznego oczyszczania ścieków (rozkład substancji organicznych i usuwanie azotu i fosforu)**



### proces karuzelowy, wielostopniowy

■ strefa beztlenowa   ■ strefa anoksydacyjna   ■ strefa tlenowa

**Komora (strefa) beztlenowa**, w której ścieki nie zawierają tlenu rozpuszczonego ani azotanów, wykorzystywana jest w procesach biologicznego usuwania fosforu jako komora, gdzie następuje uwalnianie fosforu do ścieków; inna nazwa to komora defosfatacji.

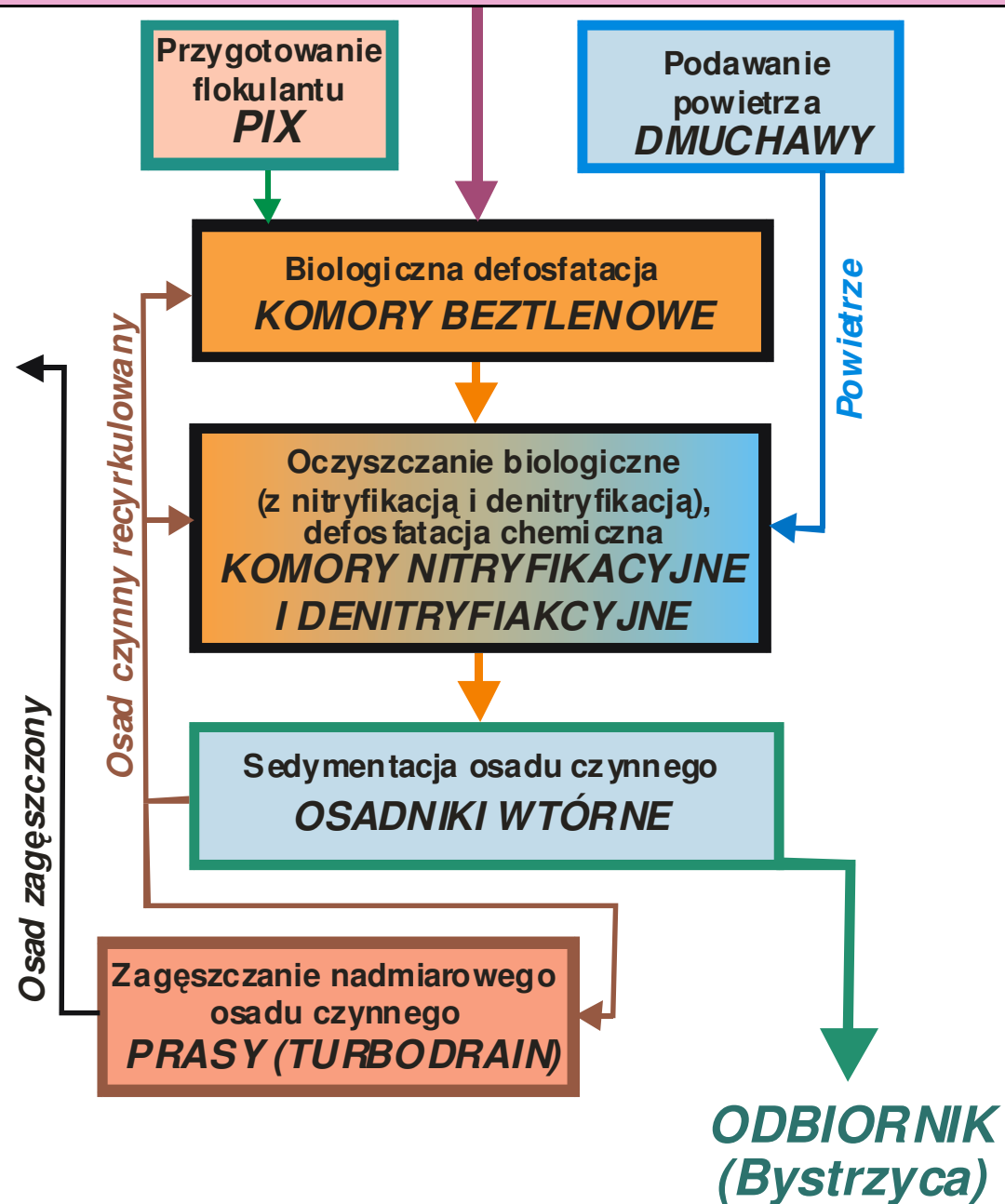
**Komora (strefa) anoksydacyjna (denitryfikacyjna)**; nie występuje tam tlen rozpuszczony lub występuje w bardzo niewielkich ilościach ( $<0,5$  mg/l), źródłem tlenu dla bakterii denitryfikacyjnych są azotany;

**Sposoby realizacji biologicznego oczyszczania ścieków (rozkład substancji organicznych i usuwanie azotu i fosforu)**

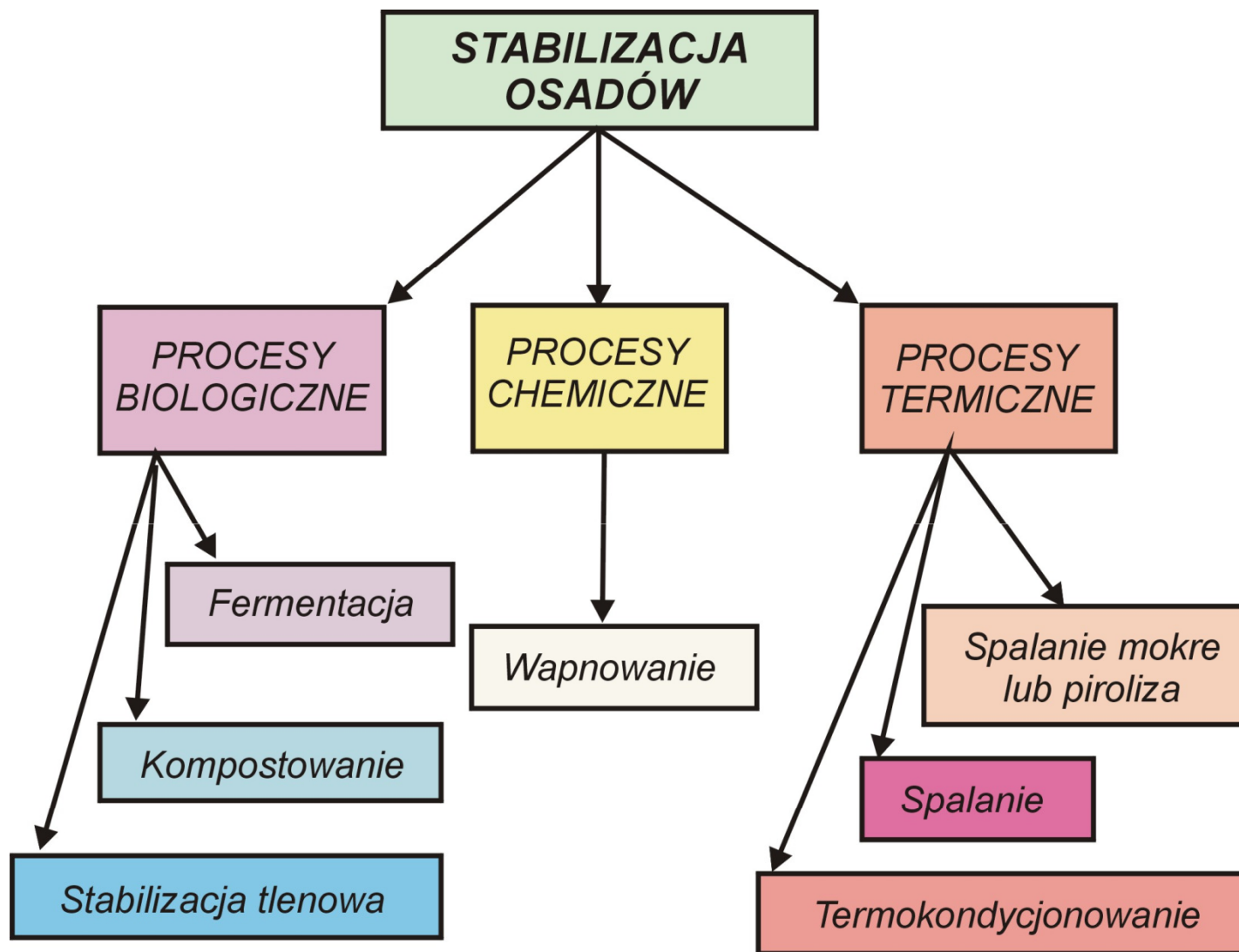
## ***Efektywność oczyszczania ścieków na poszczególnych etapach procesu .***

<b><i>Etap oczyszczania</i></b>	<b><i>Zmniejszenie zawartości zanieczyszczeń dla poszczególnych wskaźników</i></b>					
	<b><i>Zawiesiny</i></b>	<b><i>BZT<sub>5</sub></i></b>	<b><i>ChZT</i></b>	<b><i>fosfor</i></b>	<b><i>azot</i></b>	<b><i>bakterie</i></b>
<i>I – wstępny</i>	40 – 70%	25 – 40%	20%	15%	10%	25 – 75%
<i>II – biologiczny</i>	70 – 90%	85 – 95%	70 - 98%	30%	20-30%	70 - 98%
<i>III – usuwanie związków biogenych</i>	98 – 99%	98 – 99%	98 – 99%	80 – 90%	80%	98 – 99%

# Schemat ideowy biologicznego oczyszczania ścieków w oczyszczalni „HAJDÓW”



- *Skratki* - dezynfekcja i składowanie, rozdrabnianie i rozkład anaerobowy.
- *Piasek* – deponowanie na składowiskach.
- *Osad surowy* - zagęszczanie i fermentacja z uzyskaniem biogazu; odwadnianie osadu przefermentowanego, jego dezynfekcja i ewentualne gospodarcze wykorzystanie (kompostowanie skojarzone).

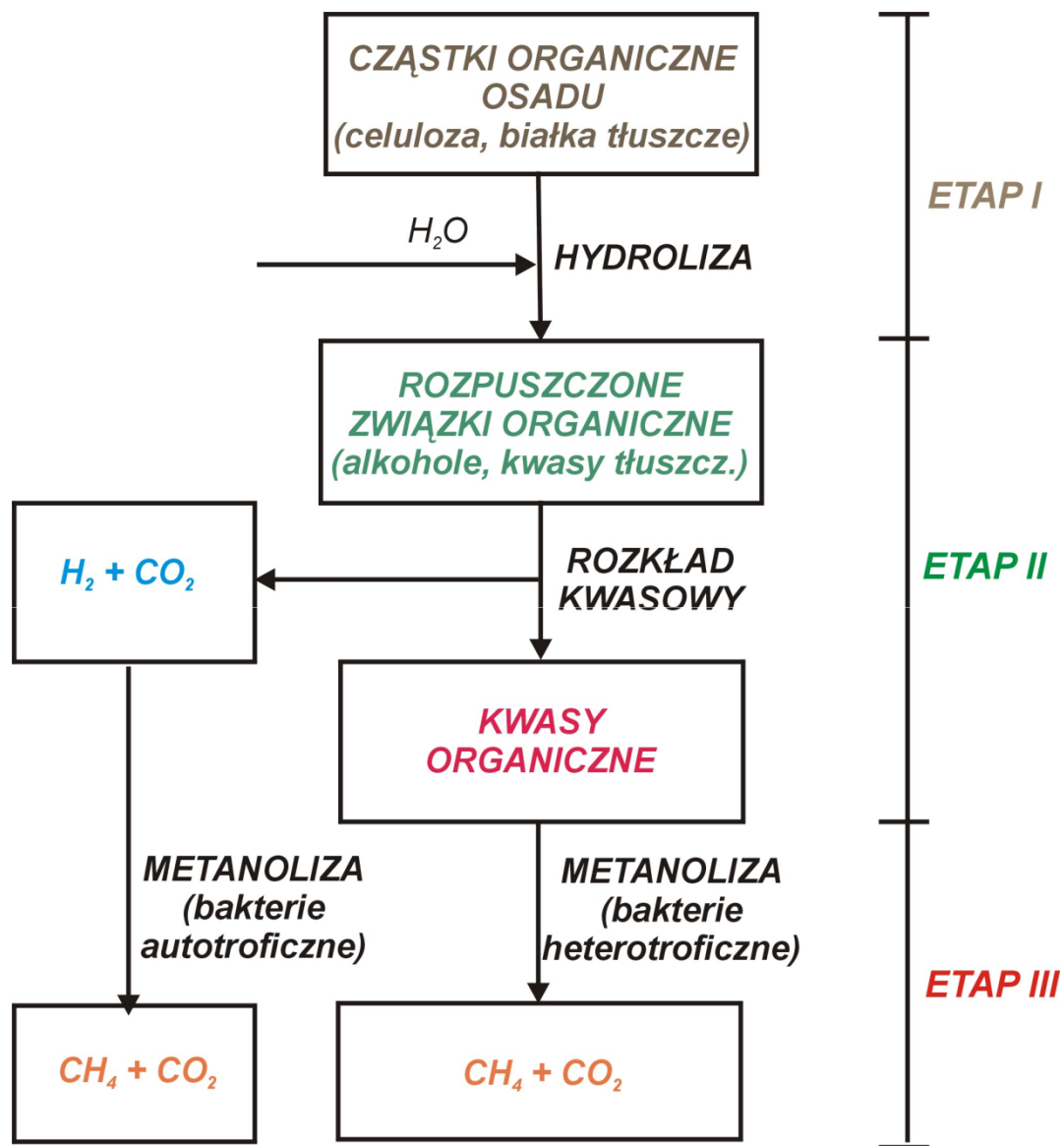


**Podstawowe sposoby stabilizacji osadów pościekowych**





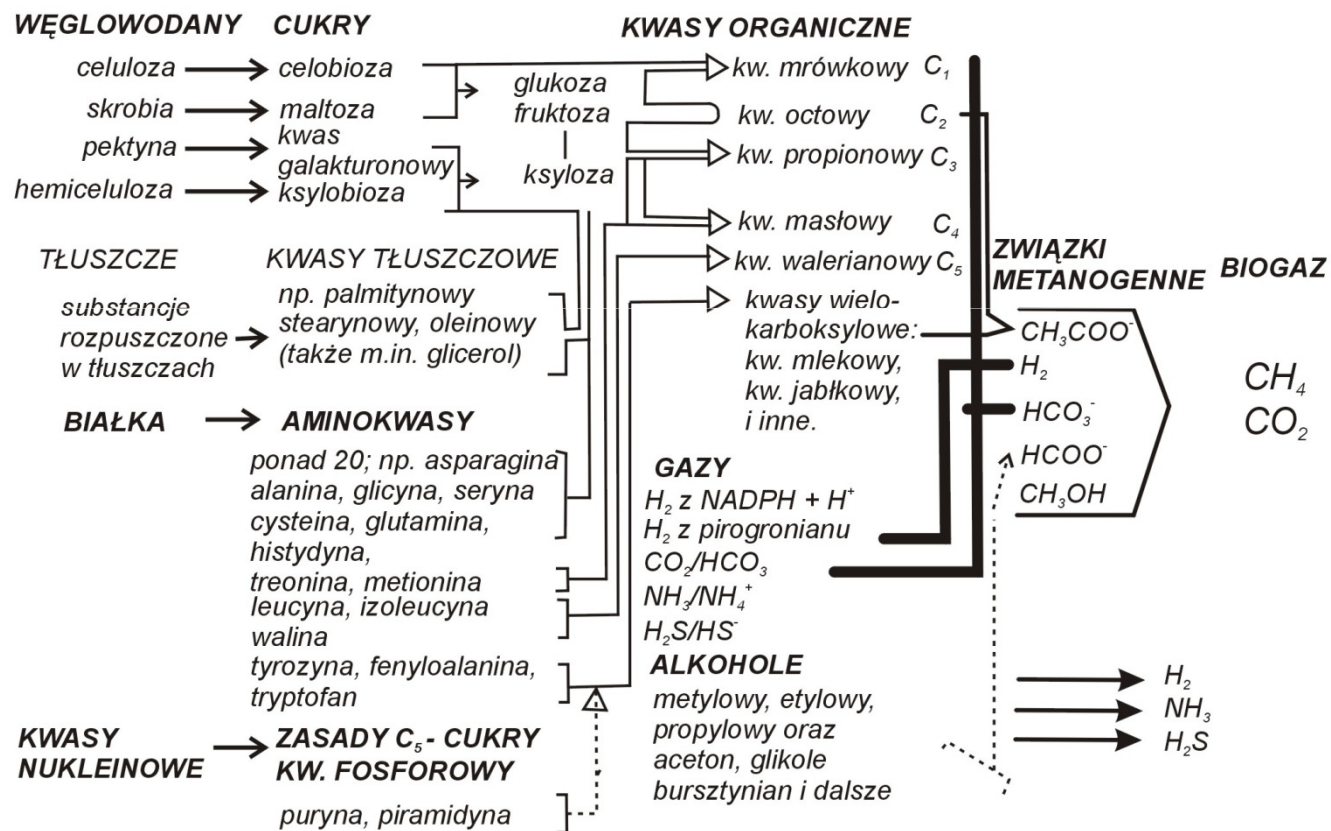
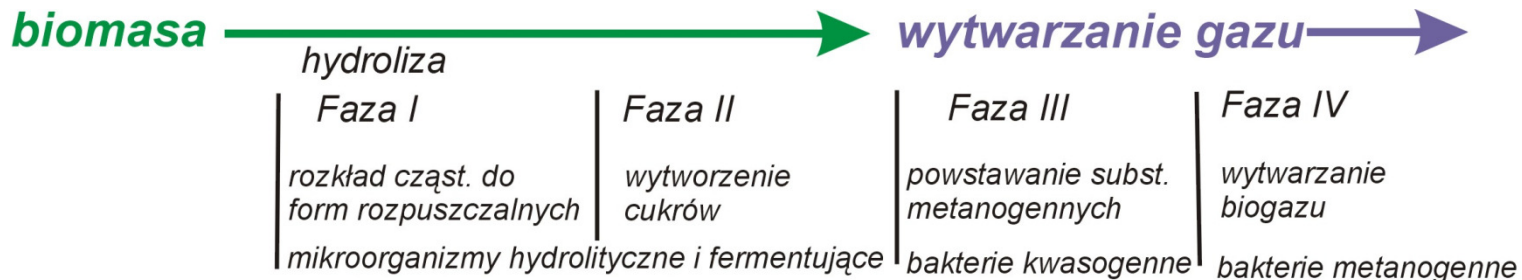
**Zagęszczanie osadu surowego (wstępnego)**  
**zmniejszenie uwodnienia osadów z 97,4% do 95%**



Uproszczony schemat fermentacji metanowej osadu

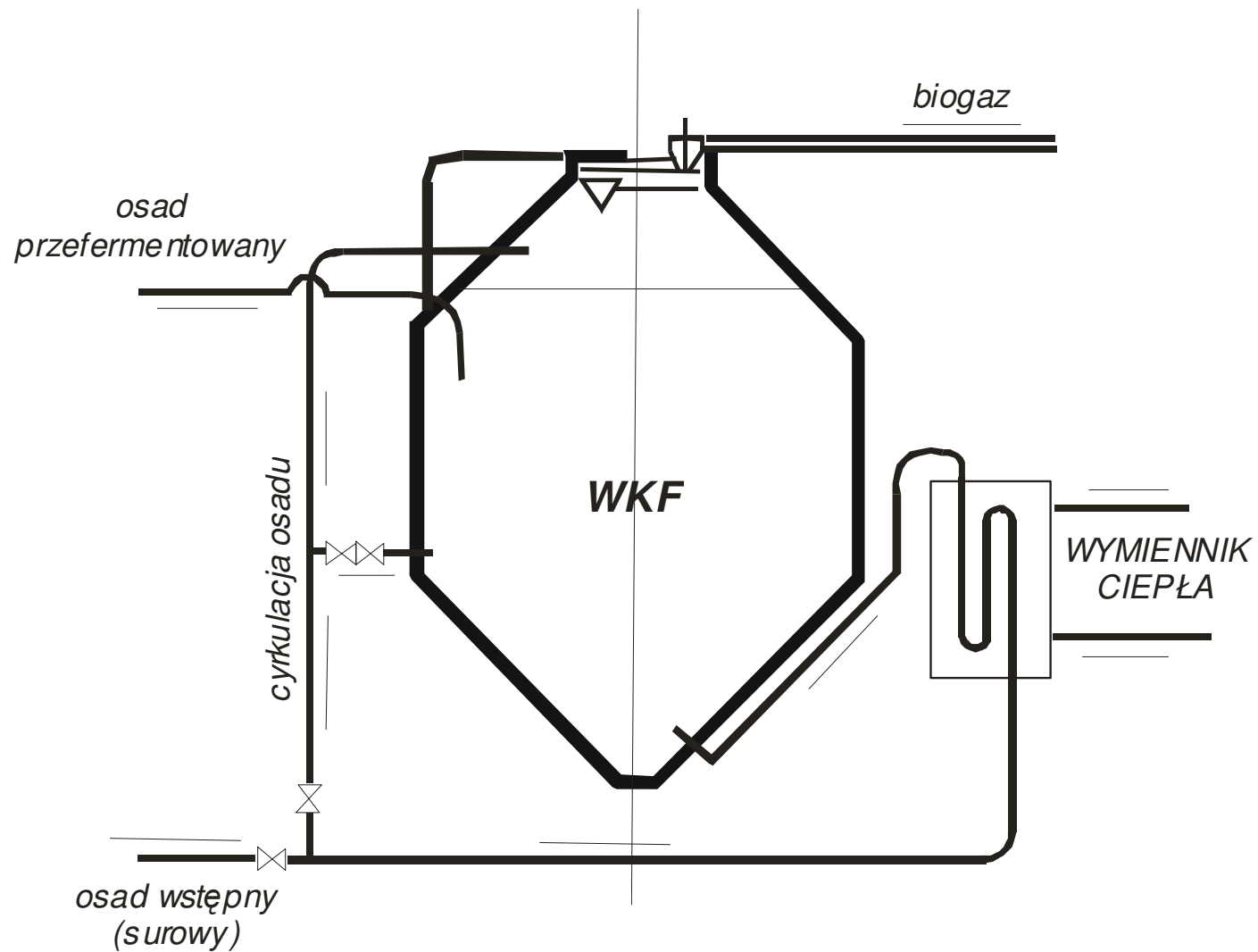


# Fermentacja osadów ściekowych



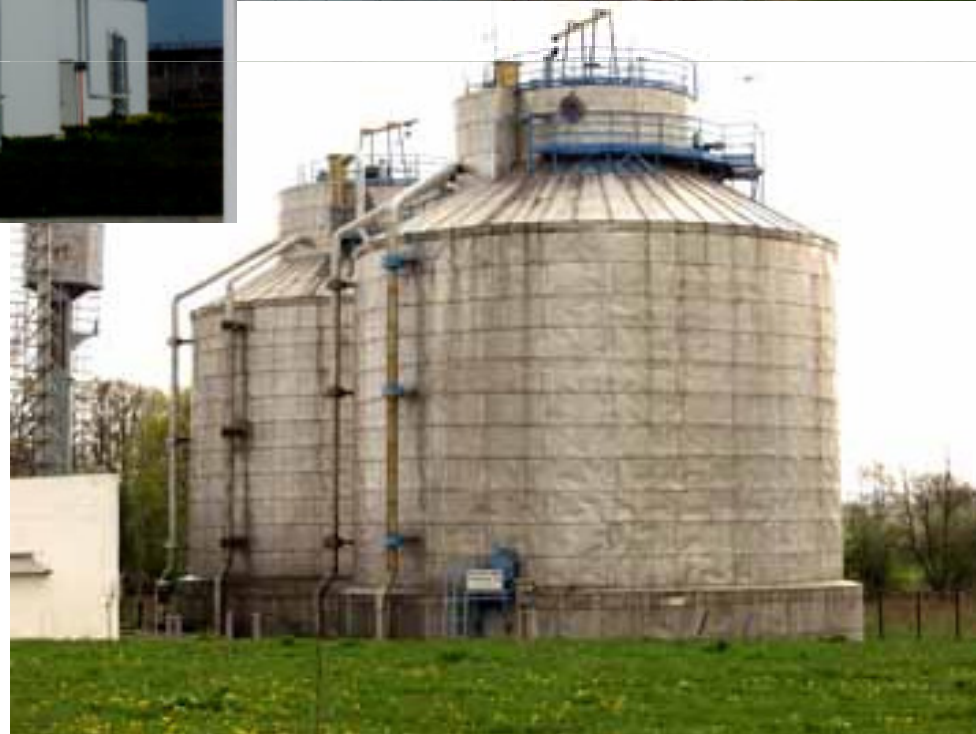
Copyright by BLChm

**Schemat przemian biomasy podczas fermentacji metanowej**

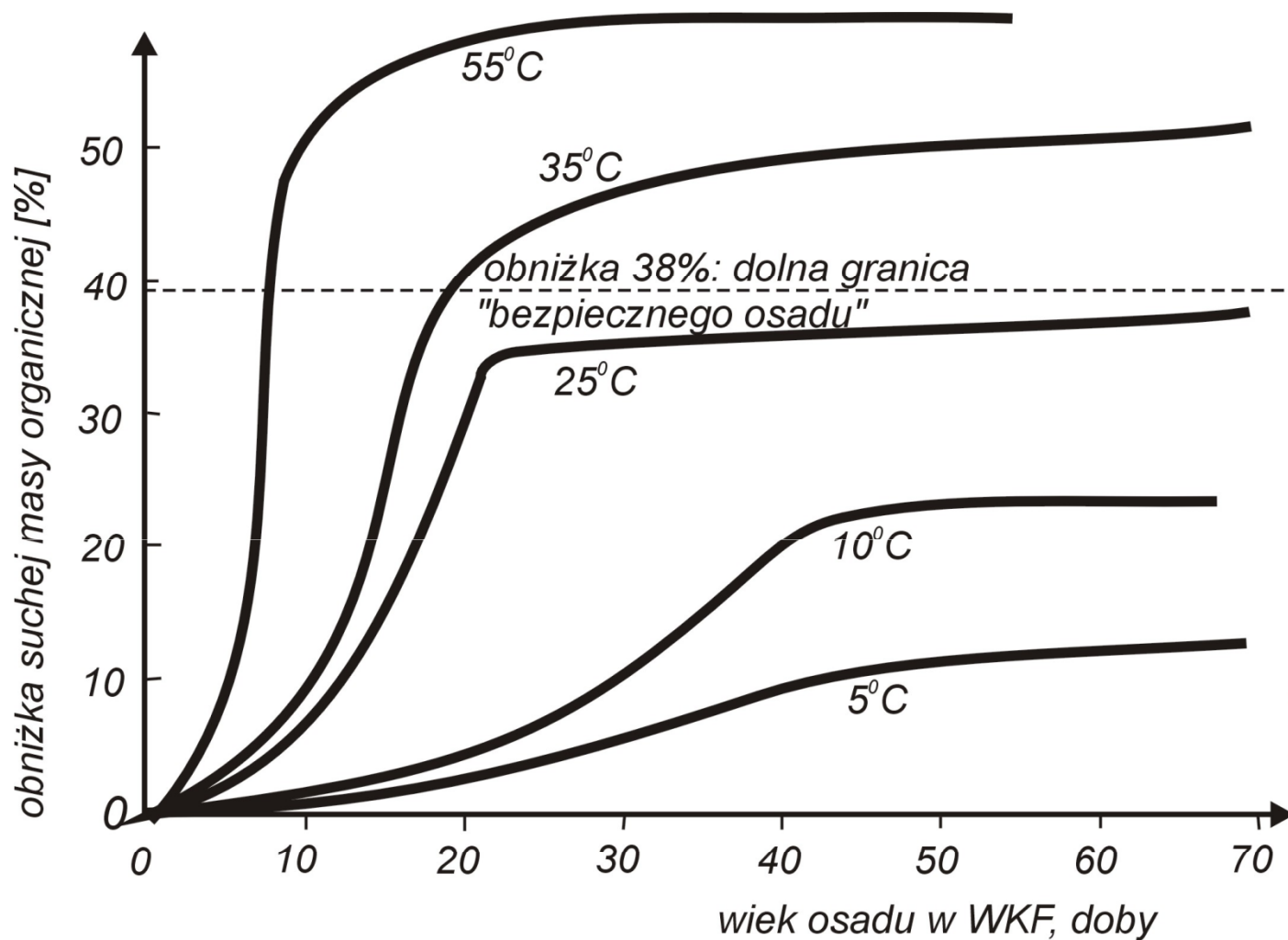


**Schemat funkcjonalny  
wydzielonej komory fermentacyjnej**

## Fermentacja osadów ściekowych

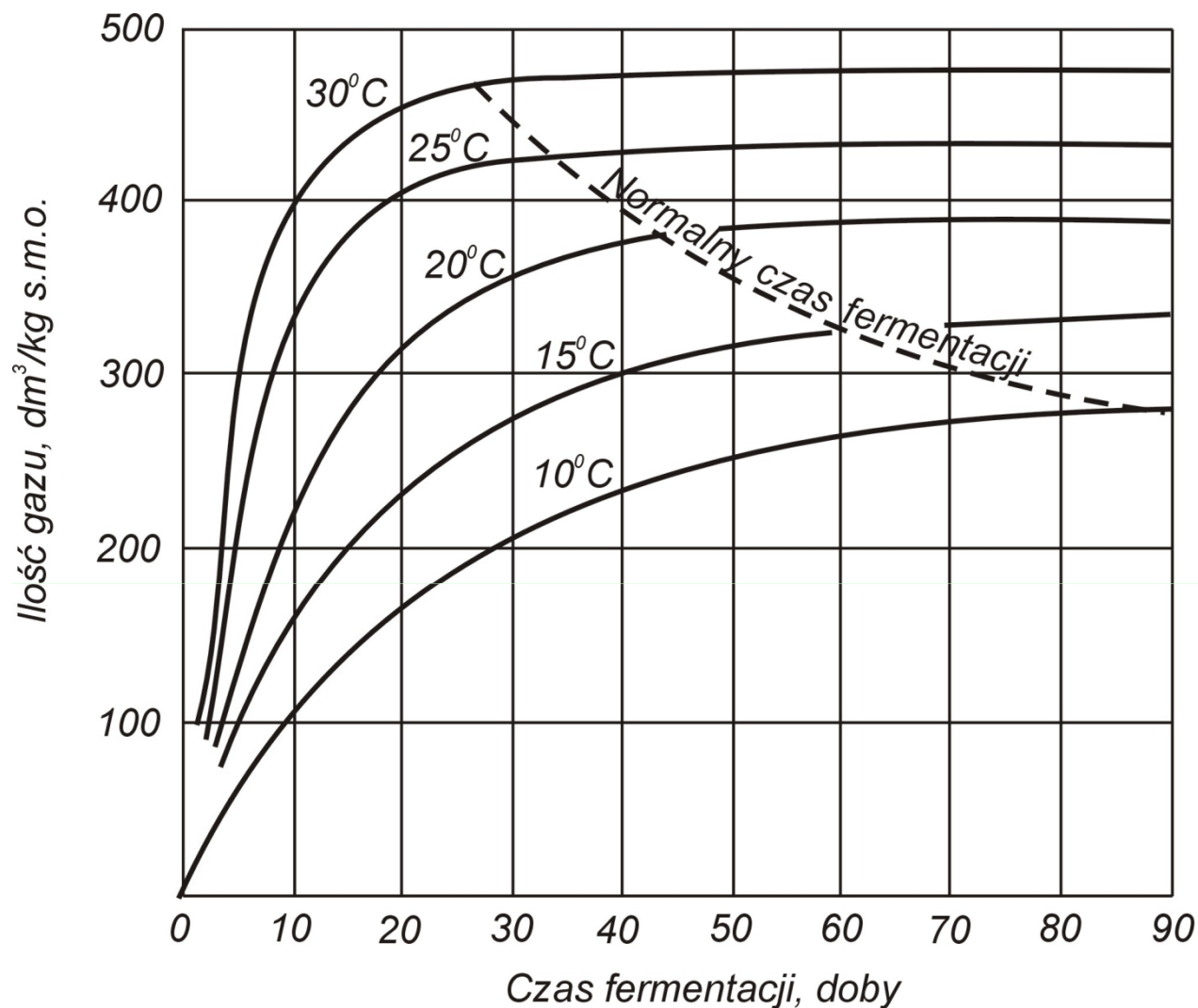


***Widok typowych komór fermentacyjnych (WKF)***



Copyright by BLChim

**Krzywe zależności obniżki zawartości związków organicznych w osadzie fermentowanym beztlenowo od czasu fermentacji i temperatury**



**Ilość gazu powstającego z 1 kg suchej masy organicznej osadu doprowadzonego do komory fermentacji (WKF) w zależności od temperatury i czasu fermentacji**

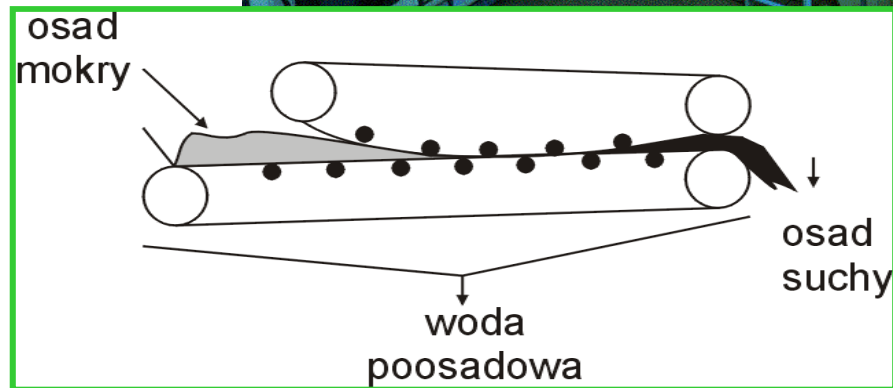
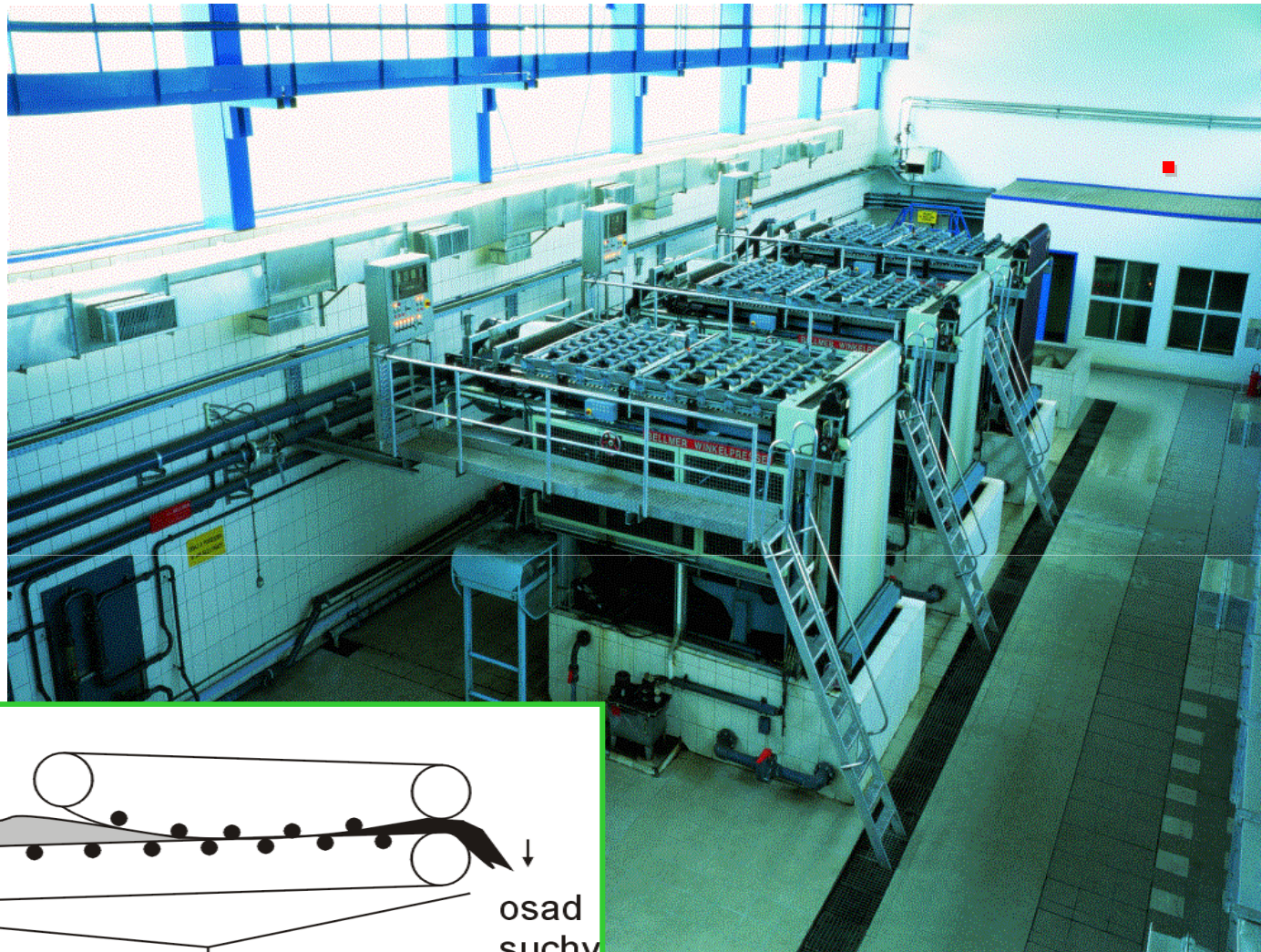


***Ilość i skład biogazu z 1 kg suchej masy substratu wyjściowego  
(wyniki laboratoryjne)***

<b><i>Rodzaj substratu</i></b>	<b><i>Ilość biogazu [dm<sup>3</sup>]</i></b>	<b><i>Skład biogazu [%]</i></b>	
<i>Skrobia, celuloza</i>	<i>825</i>	<i>50</i>	<i>50</i>
<i>Węglowodany</i>	<i>790</i>	<i>50</i>	<i>50</i>
<i>Tłuszcze</i>	<i>1250</i>	<i>68</i>	<i>32</i>
<i>Białka</i>	<i>704</i>	<i>71</i>	<i>29</i>
<b><i>Osad ściekowy</i></b>	<b><i>875÷1020</i></b>	<b><i>63,8÷66,7</i></b>	<b><i>33,3÷36,2</i></b>

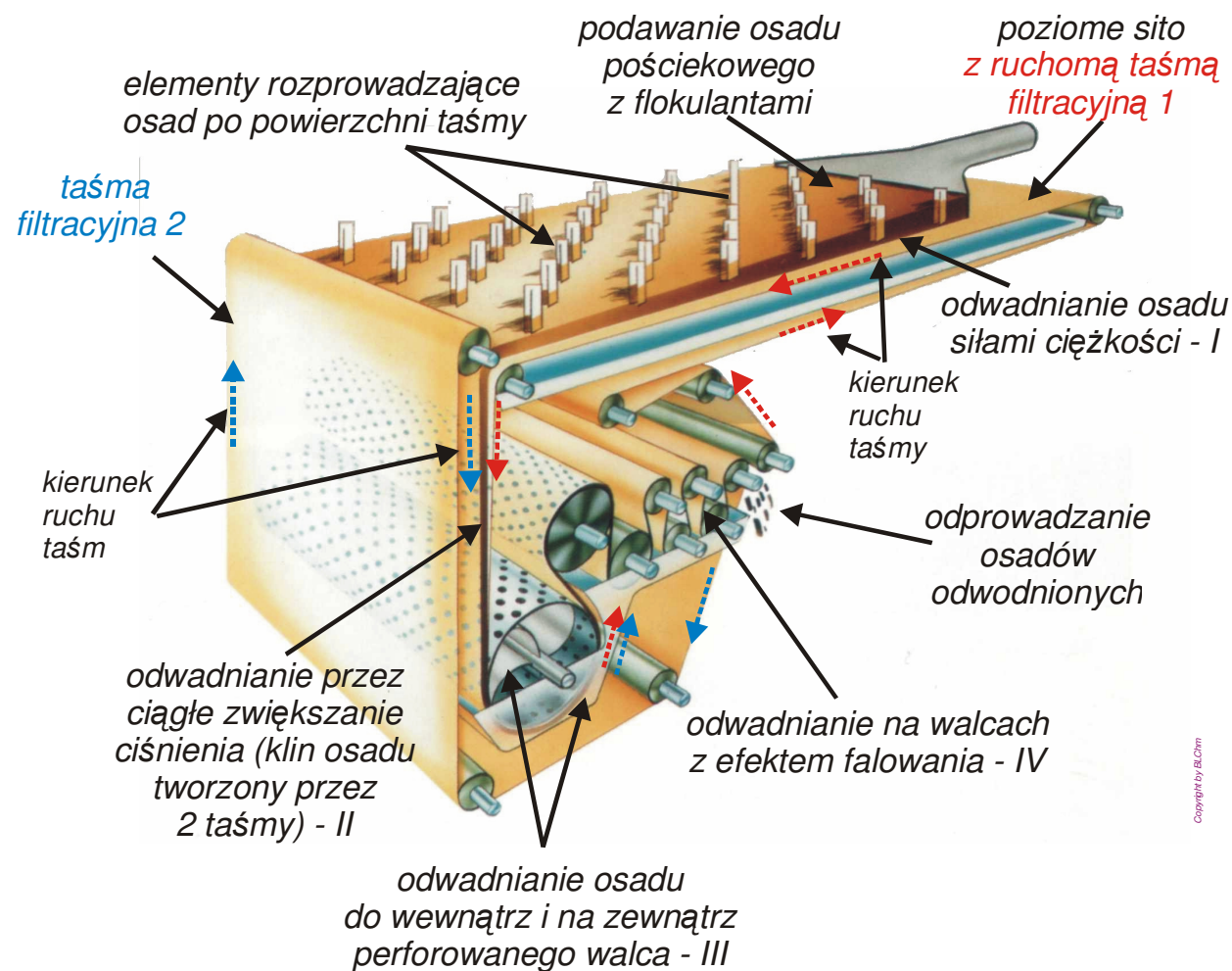


## Odwadnianie osadu pofermentacyjnego



*Widok ogólny i zasada działania pras osadu pofermentacyjnego*

## Odwadnianie osadu pofermentacyjnego



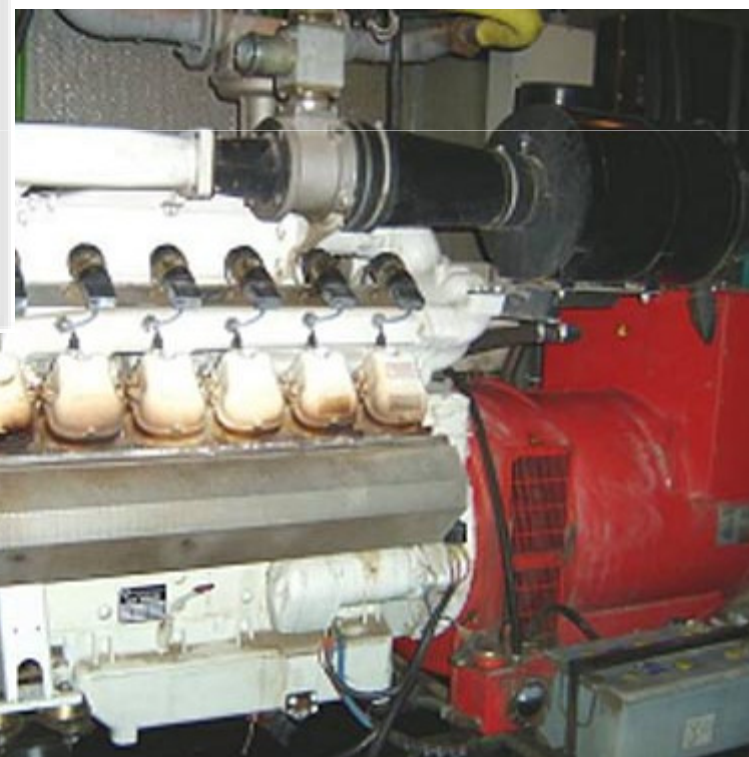
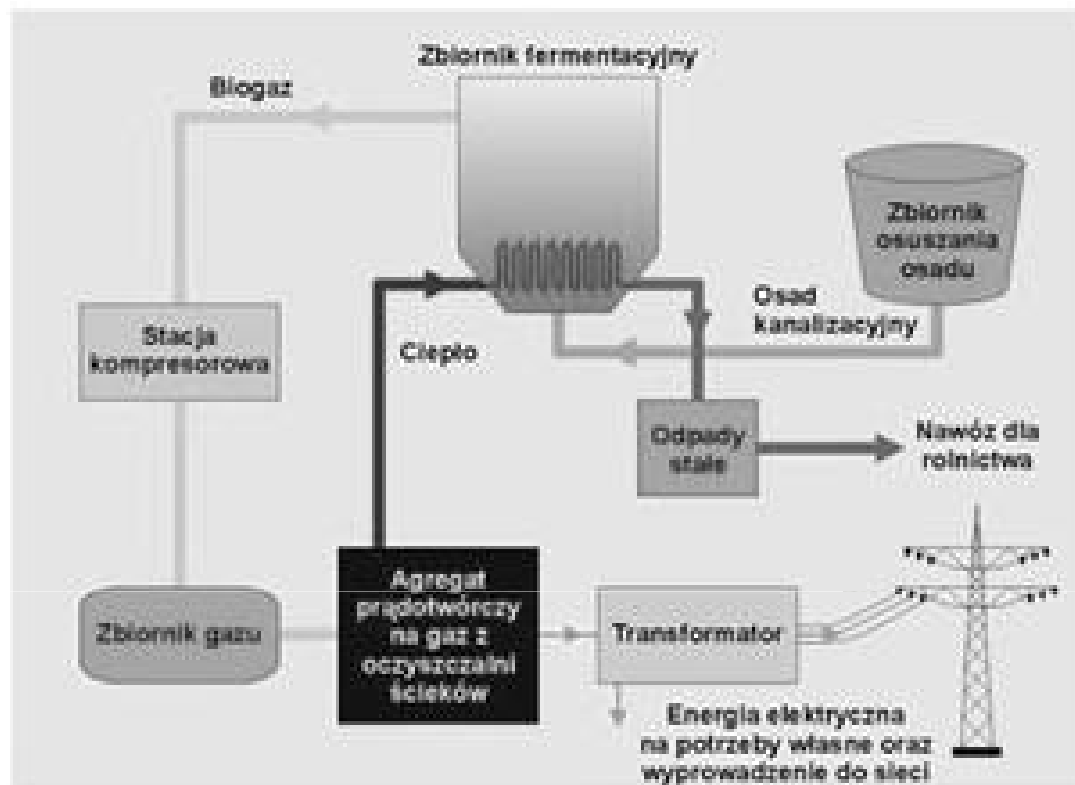
Copyright by BLChem

### **Schemat i zasada działania prasy taśmowej do odwadniania osadów pofermentacyjnych - 4 stopnie odwadniania**

(prod. Gebr. Bellmer GMBH)

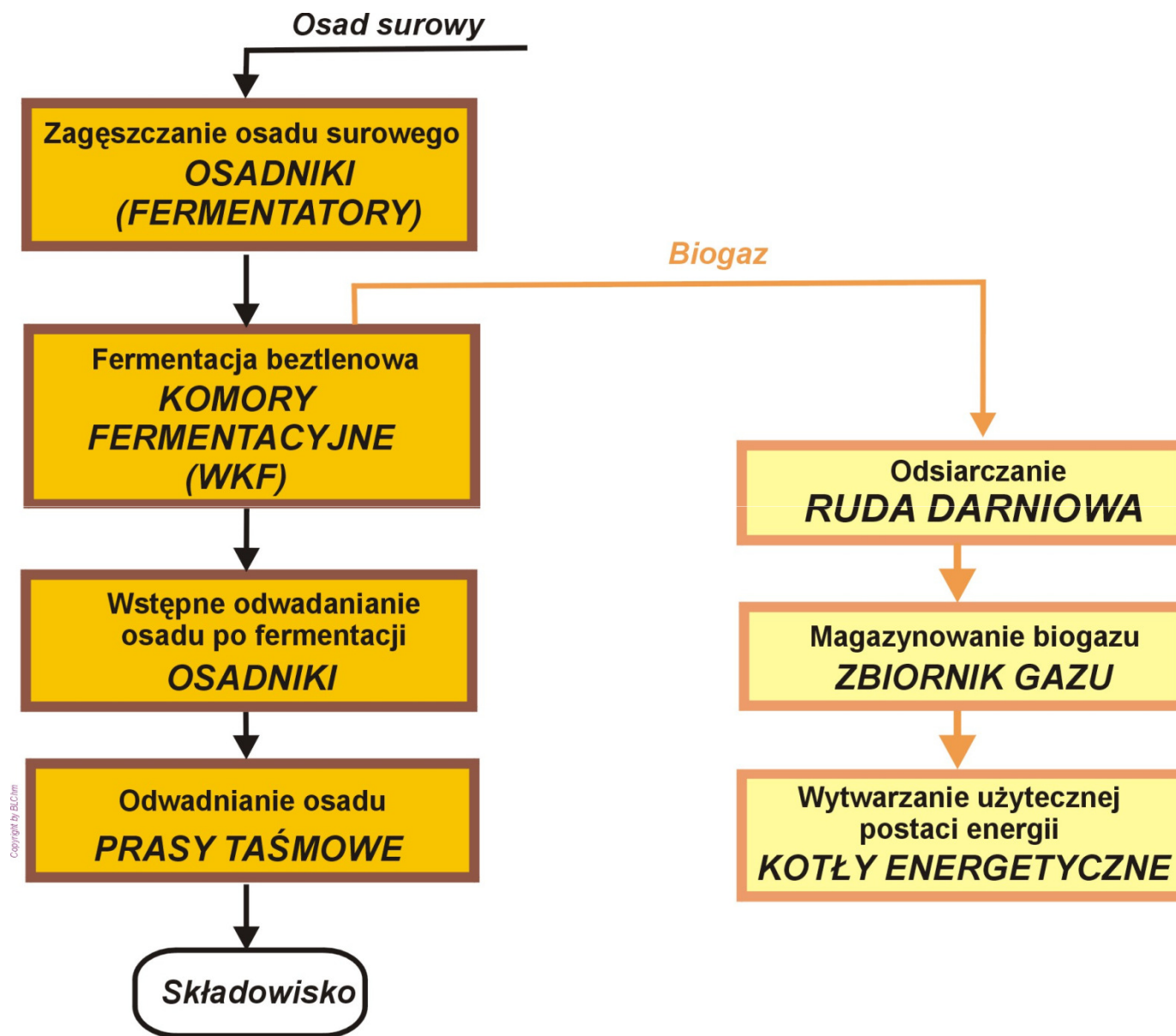


## Wykorzystanie biogazu

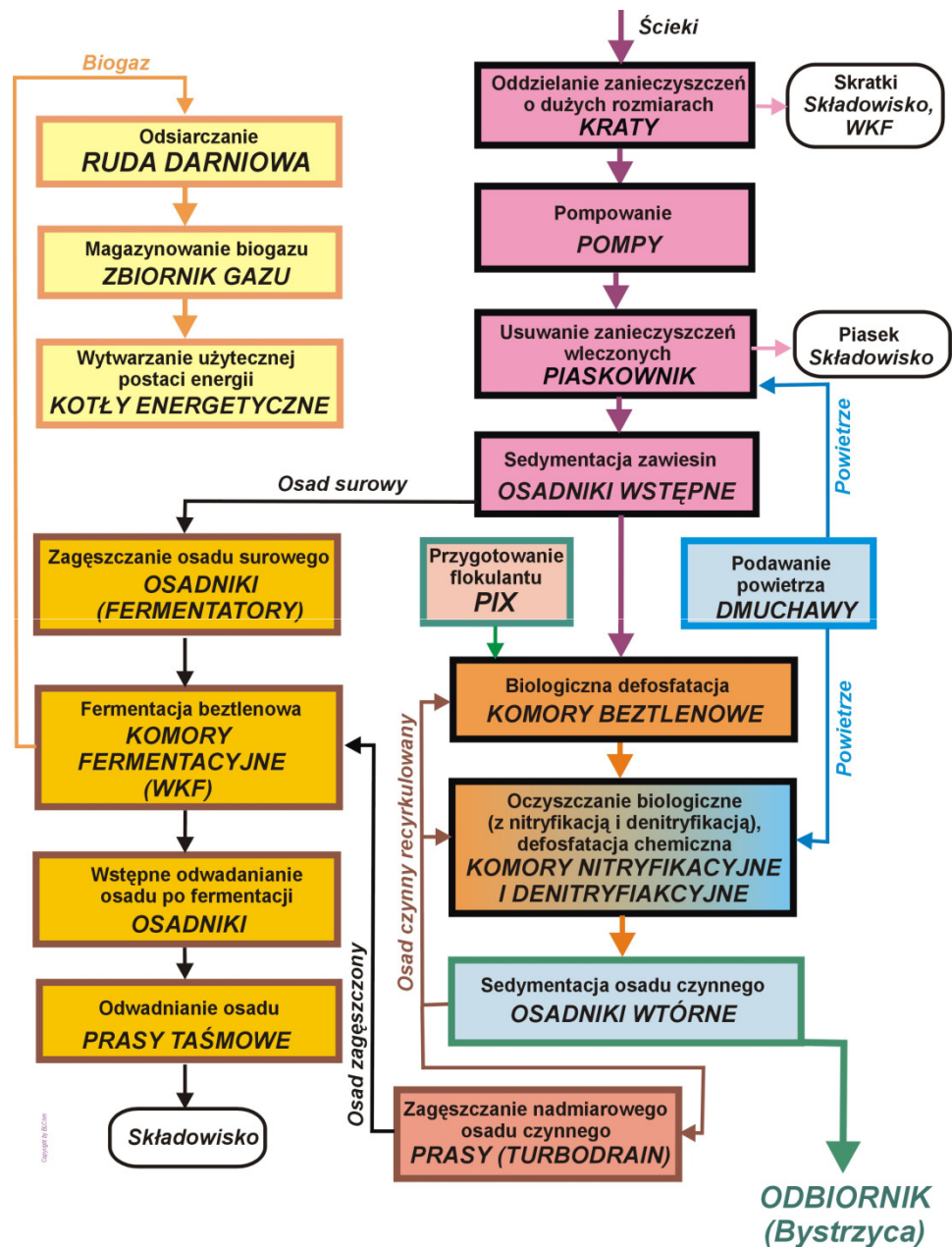


***Agregat prądowórczy  
napędzany silnikiem spalinowym  
zasilanym biogazem (z prawej)***

## Schemat ideowy części „osadowej” w oczyszczalni „HAJDÓW”



# Schemat ideowy oczyszczalni „HAJDÓW”



Schemat ideowy oczyszczalni Hajdów”

Oczyszczalnia „HAJDÓW” została zaprojektowana na usuwanie następujących ładunków zanieczyszczeń:

**BZT<sub>5</sub> – 35460 kg O<sub>2</sub>/dobę,**

**zawiesina ogólna - 34200 kg/dobę,**

**N<sub>og</sub> - 8450 kg/dobę,**

**P<sub>og</sub> - 1200 kg/dobę,**

**przy ilości ścieków dopływających do oczyszczalni:**

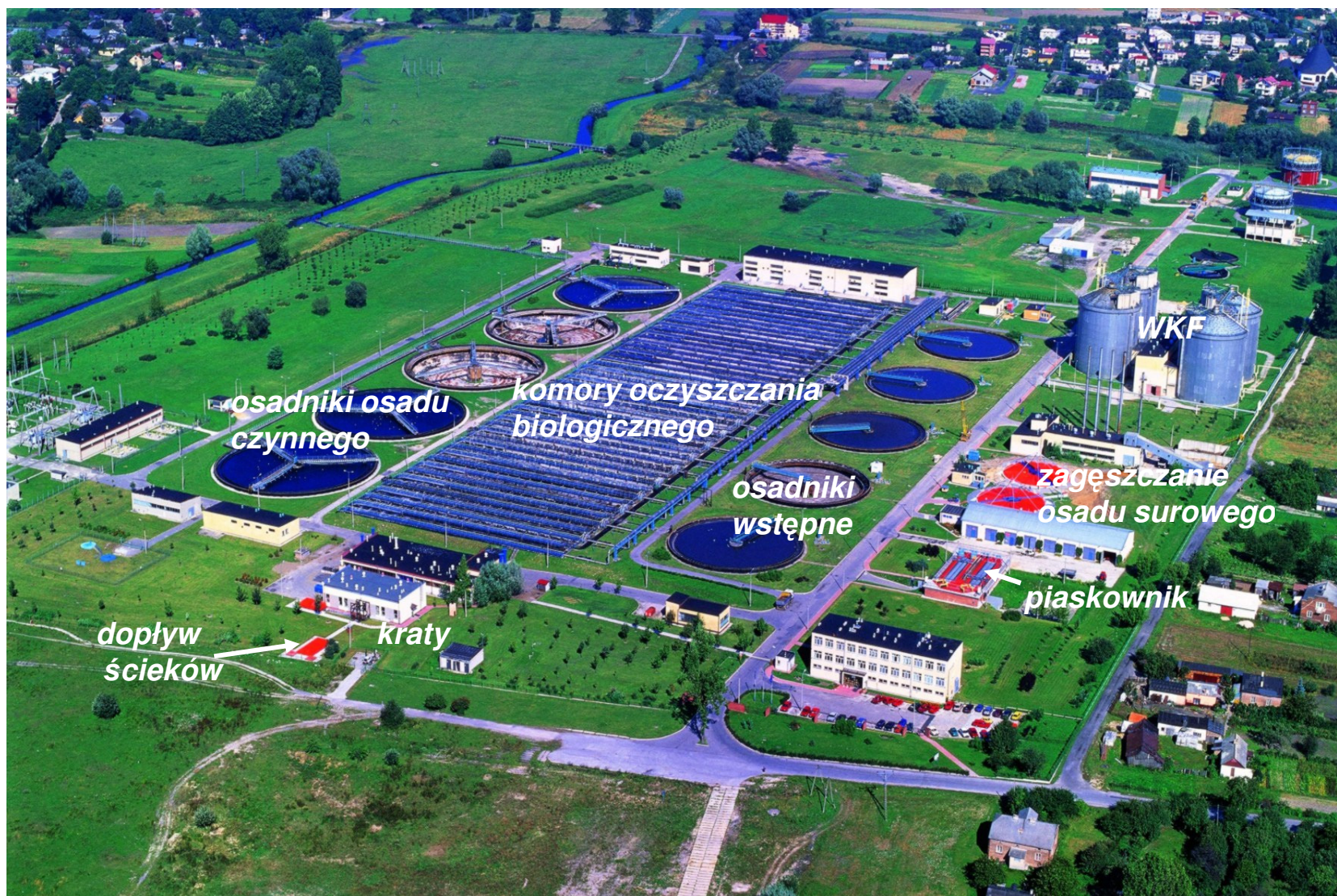
**maksymalna ilość na dobę - 135000 m<sup>3</sup>,**

**W 2006 r. ilość ścieków wyniosła 59 770 m<sup>3</sup>/dobę !!!**

*Rzeczywiste wielkości ładunków i stężeń zanieczyszczeń w ściekach surowych oraz oczyszczonych odprowadzanych do Bystrzycy z oczyszczalni „HAJDÓW”:*

Wskaźnik	Ścieki surowe		Ścieki oczyszczone		Stopień redukcji zanieczyszczeń %
	ładunek (kg/d)	stężenie (mg/ml)	ładunek (kg/d)	stężenie (mg/ml)	
BZT <sub>5</sub>	31 662	530	464	8	98,5
CHZT	66 573	1 114	4 153	69	93,8
Zawiesina ogólna	28 626	479	973	16	96
N <sub>og.</sub>	4 804	80,4	1 431	23,9	70,3
P <sub>og.</sub>	830	13,8	138	2,3	83,3

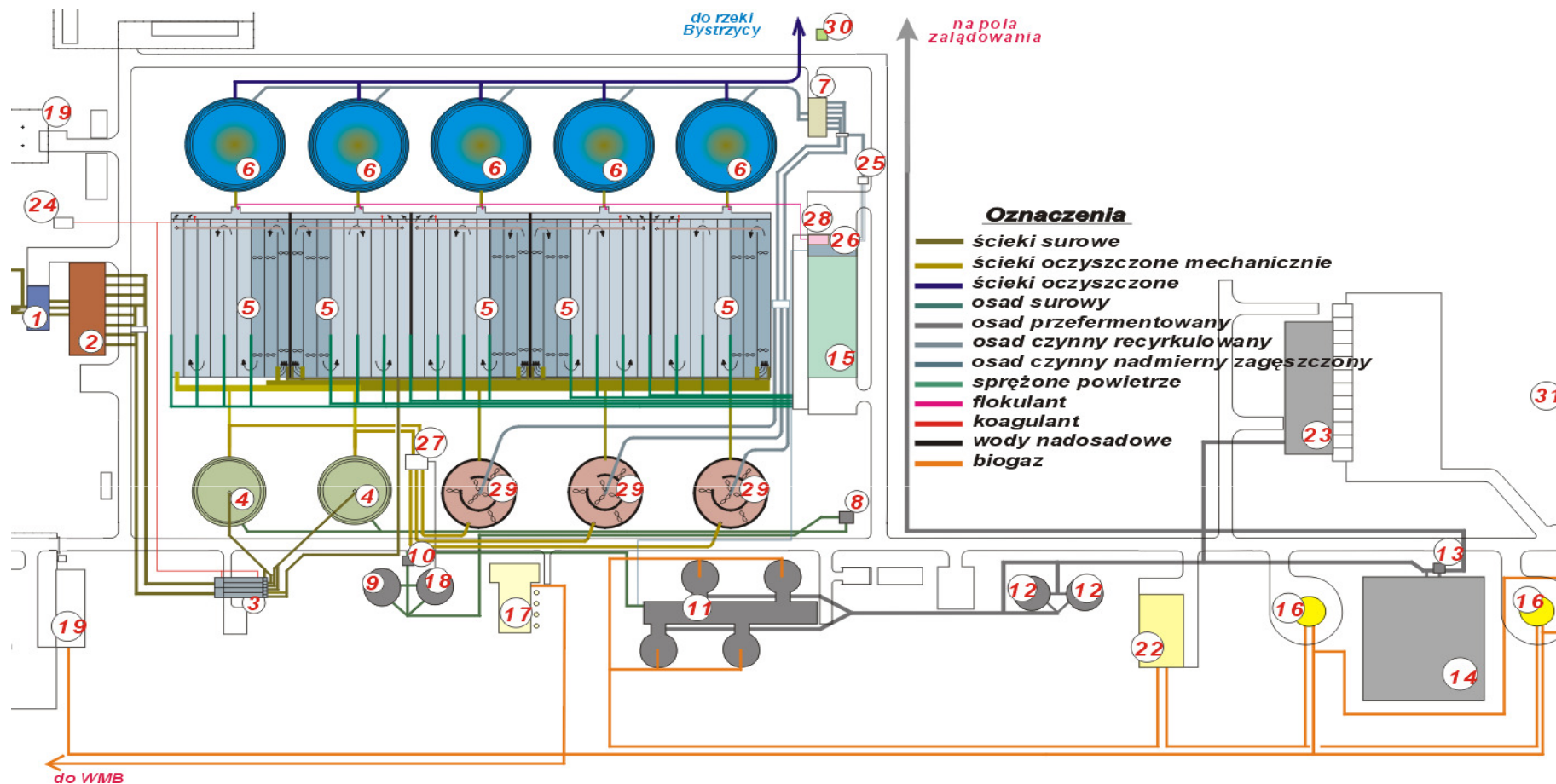




**Widok ogólny oczyszczalni „HAJDÓW”**



# Schemat sytuacyjny oczyszczalni ścieków „Hajdów”



- Oznaczenia**
- ścieki surowe
  - ścieki oczyszczone mechanicznie
  - ścieki oczyszczone
  - osad surowy
  - osad przefermentowany
  - osad czynny recykulowany
  - osad czynny nadmierny zagęszczony
  - sprężone powietrze
  - flokulant
  - koagulant
  - wody nadosadowe
  - biogaz

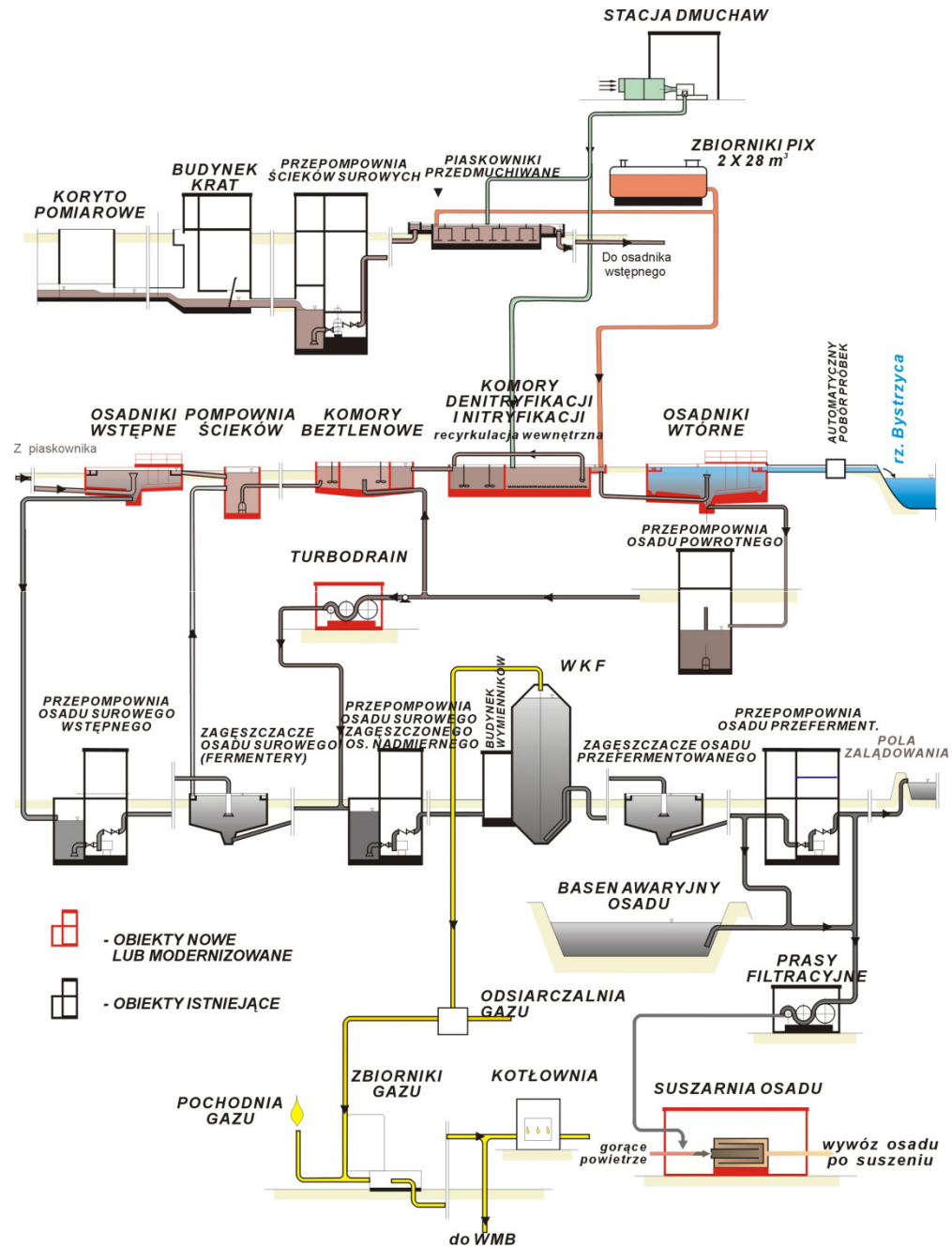
- 1 budynek krat
- 2 przepompownia główna
- 3 piaskownik
- 4 osadniki wstępne
- 5 komory nityfikacji i denityfikacji
- 6 osadniki wtórne
- 7 pompownia recykulatu
- 8 pompownia osadu surowego
- 9 zagęszczacz osadu surowego
- 10 pompownia osadu zagęszczonego
- 11 wydzielone komory fermentacyjne

- 12 zagęszczacze osadu przefermentowanego
- 13 pompownia osadu przefermentowanego
- 14 basen awaryjny
- 15 stacja dmuchaw
- 16 zbiorniki gazu
- 17 kotłownia
- 18 fermenter
- 19 ujęcie wody
- 20 główny punkt zasilania (R6kV)
- 21 budynek administracyjny
- 22 odsiarczalnica biogazu

- 23 stacja odwadniania osadu
- 24 zbiorniki koagulantu
- 25 pompownia osadu nadmiernego
- 26 stacja zagęszczania osadu nadmiernego
- 27 Przepompownia pośrednia ścieków
- 28 stacja przygotowania flokulantu
- 29 komory beztlenowe
- 30 pompownia wody Z2K
- 31 pochodnia gazu

Legenda

# Urządzenia oczyszczalni ścieków





## ***Klasyfikacja jakości wód powierzchniowych (struga, stumień, potok, rzeka) w Polsce***

***(Dziennik Ustaw z 2008 r. Nr 162 poz. 1008, Rozporządzenie w sprawie sposobu klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych)***

***W Polsce klasyfikuje się wody powierzchniowe w oparciu o:***

- ***elementy fizykochemiczne, biologiczne i hydromorfologiczne***
- ***stan ekologiczny;***
- ***potencjał ekologiczny;***
- ***stan chemiczny.***

***Wyróżnia się 5 klas czystości wód:***

***I – stan ekologiczny - bardzo dobry***

***II – stan ekologiczny - dobry***

***III – stan ekologiczny - umiarkowany***

***IV – stan ekologiczny - słaby***

***V – stan ekologiczny – zły***

**WARTOŚCI GRANICZNE WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI WÓD ODNOŚĄCE SIĘ DO JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH W CIEKACH NATURALNYCH JAK STRUGA, STRUMIEN, POTOK, RZEKA  
(ELEMENTY FIZYKOCHEMICZNE)**

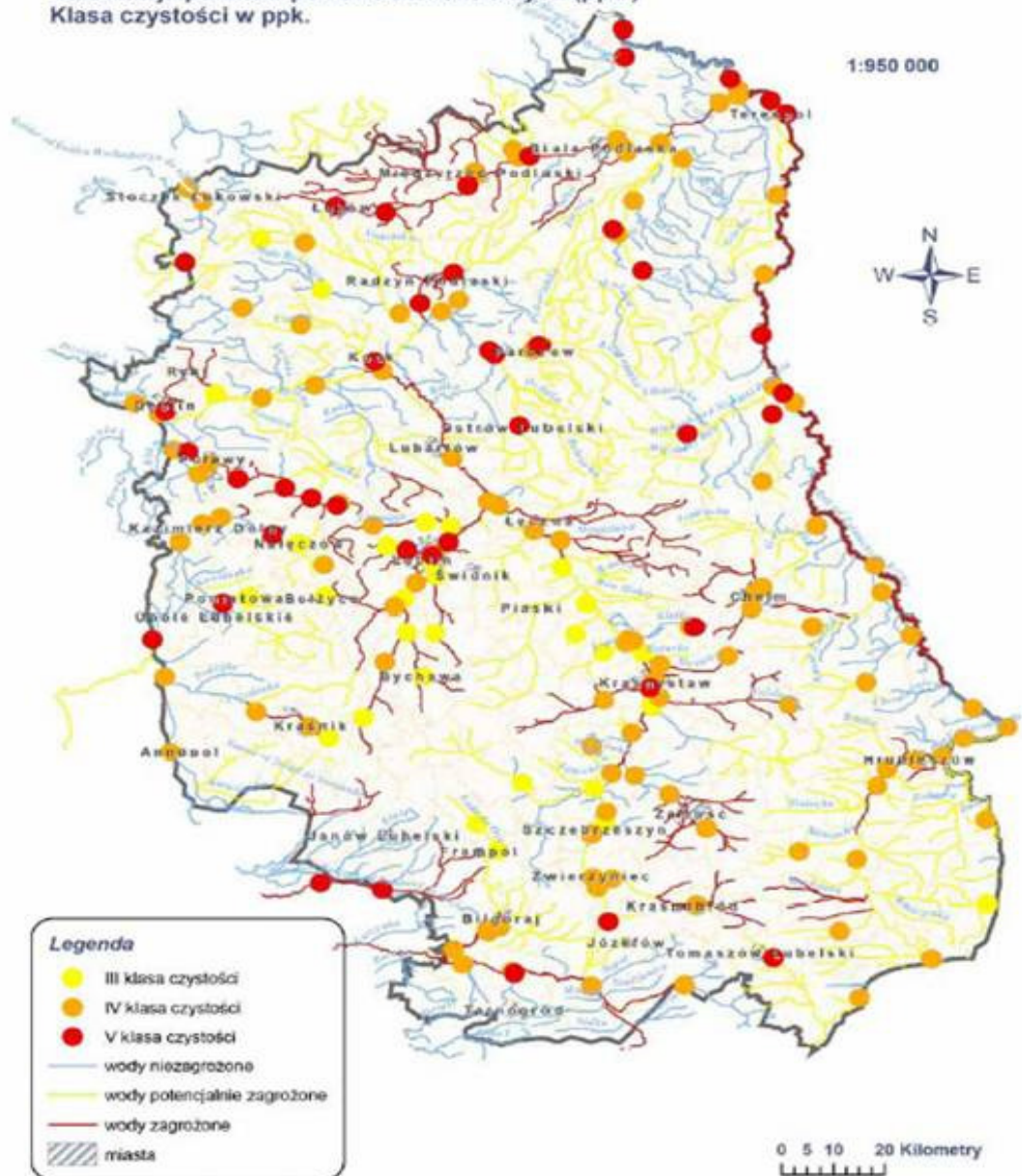
Lp	Wskaźnik jakości	Jednostka	Wartości graniczne właściwe dla klasy				
			I	II	III	IV	V
<b>Wody klasy</b>			<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>
<b>Wskaźniki charakteryzujące stan fizyczny</b>							
1	Temperatura wody	°C	<22	24	Wartości nie ustala się		
2	Zawiesina ogólna	mg/l	<25	<50	50	100	>100
<b>Wskaźniki charakteryzujące warunki tlenowe</b>							
6	Tlen rozpuszczony	mg O <sub>2</sub> /l	>7	>5	Wartości nie ustala się		
7	BZT <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	<3	6			
8	ChZT- Mn	mg O <sub>2</sub> /l	<6	12			
10	Ogólny węgiel organiczny	mg C/l	<10	15			
9	ChZT-Cr	mg O <sub>2</sub> /l	<10	<20			

## WARTOŚCI GRANICZNE WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI WÓD

Lp	Wskaźnik jakości	Jednostka	Wartości graniczne w klasach I-V				
			I	II	III	IV	V
<b>wody</b>							
<b>Wskaźniki zasolenia</b>							
18	Przewodność w 20 °C	μS/cm	<1000	1500	Wartości nie ustala się		
19	Substancje rozpuszczone	mg/l	<500	800			
21	Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /l	<150	250			
22	Chlorki	mg Cl/l	<200	300			
23	Wapń	mg Ca/l	<100	200			
24	Magnez	mg Mg/l	<50	100			
<b>Wskaźniki charakteryzujące zakwaszenie</b>							
	Odczyn pH	pH	6 – 8,5	6 - 9	Wartości nie ustala się		
<b>Wskaźniki charakteryzujące warunki biogenne</b>							
	Azot amonowy	mg N <sub>NH<sub>3</sub></sub> /l	<0,78	1,56	Wartości nie ustala się		
	Azot Kiejdahla	mg N/l	<1	2			
	Azot azotanowy	mg N <sub>NO<sub>3</sub></sub> /l	<2,2	5			
	Azot ogólny	mg N/l	<5	10			
25	Fosfor ogólny	mg P/l	<0,2	0,4			

# Klasy czystości wody w woj. lubelskim

Stan czystości rzek woj. lubelskiego w 2006 r.  
Lokalizacja punktów pomiarowo-kontrolnych (ppk.)  
Klasa czystości w ppk.



Mapa 1. Stan czystości rzek województwa lubelskiego w 2006 r. Lokalizacja punktów pomiarowo-kontrolnych (ppk). Klasa czystości w ppk.