

Gospodarka ściekowa w przedsiębiorstwie

Prof. dr hab. Wojciech Wolf

Wskaźniki określające poziom zanieczyszczeń obecnych w ściekach

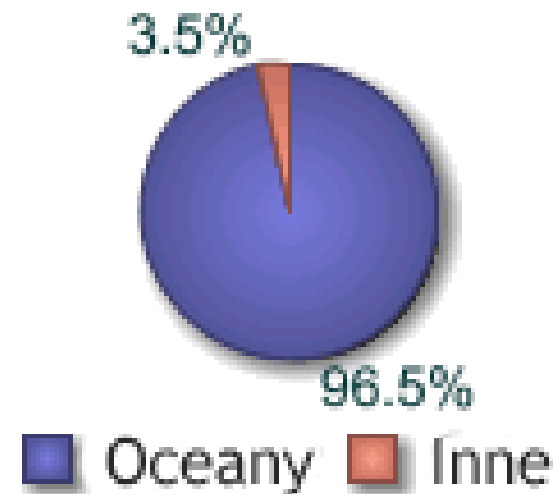
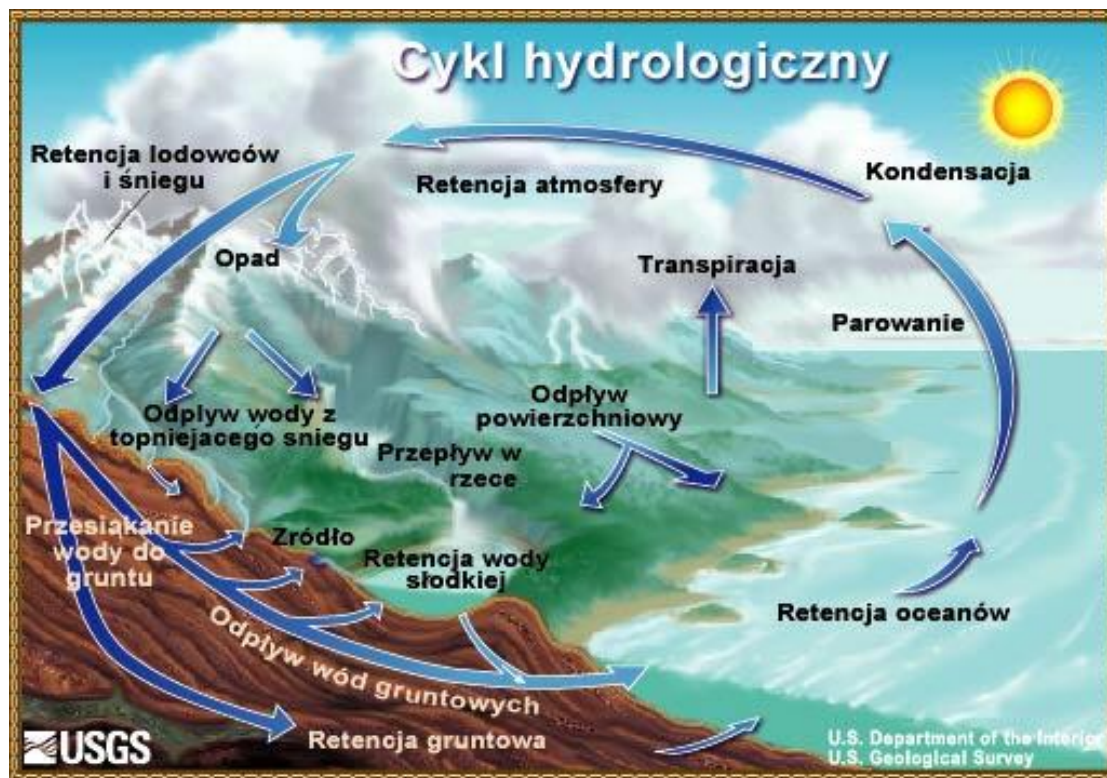
Charakterystyka systemów kanalizacyjnych i ich wpływ na pracę oczyszczalni ścieków

Metody zagospodarowania odpadów pochodzących z oczyszczalni

Samowystarczalność energetyczna oczyszczalni ścieków

KOORDYNATOR PROJEKTU

Woda na Ziemi

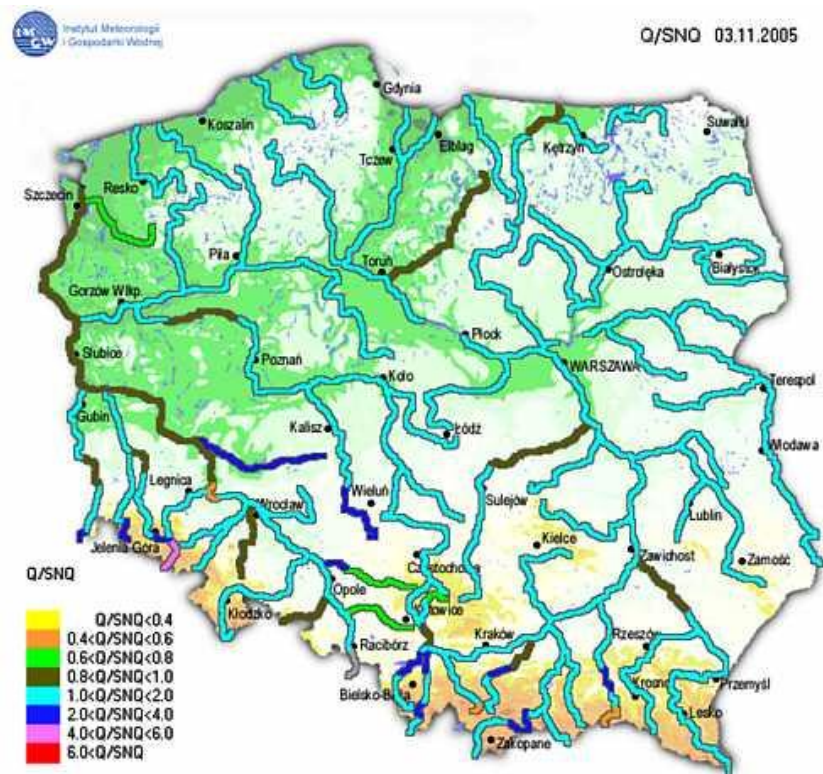


KOORDYNATOR PROJEKTU



Zasoby wodne w Polsce są bardzo ograniczone, wynoszą około **1600** m³/mieszk dla porównania w Niemczech przekraczają **2000** m³/mieszk, średnia europejska to ponad **4500** m³/mieszk, a średnia światowa **8600** m³/mieszk.

Na terenie województwa łódzkiego są zbliżone do średniej krajowej.

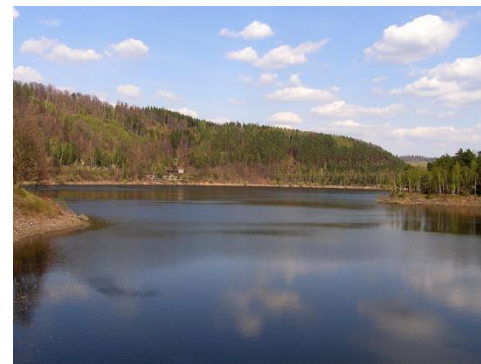


KOORDYNATOR PROJEKTU

Tabela 4. Czas wymiany wody w poszczególnych ogniwach hydrosfery

Element hydrosfery	Średni czas wymiany (przebywania pojedynczej cząsteczki wody)
Ocean Światowy	4 000 lat
Wody podziemne (do 2 km głębokości), w tym wody w strefie aktywnej wymiany	śr. 300 – 5 000 lat
Wody glebowe	od kilku do kilkudziesięciu lat
Lodowce	14 dni do 1 roku
Jeziora	śr. 8 000 lat
Bagna	śr. 3 – 5 lat
Rzeki	kilka lat
Para wodna w atmosferze	śr. 12 – 13 dni
Woda biologiczna	8 – 10 dni
	7 dni

Zapora
Pilichowicka



Jeziro
Pilichowickie

KOORDYNATOR PROJEKTU

Zlewnia jt. obszar, z którego wody spływają do jednego wspólnego odbiornika (rzeki, jeziora, bagna).

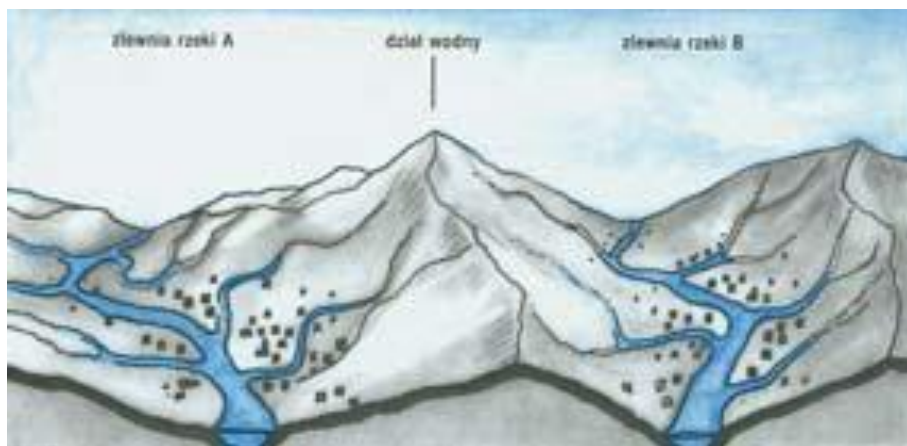
W zależności od formy odpływu rozróżnia się **zlewnie powierzchniową** i **zlewnię podziemną**.

Dorzecze jt. obszar, z którego wody spływają do jednego systemu rzecznego.

Zespół dorzeczy odprowadzający wody do wspólnego morza stanowi **zlewisko** tego morza.

Pojęcie zlewisko odnosi się także do zatok i zalewów przymorskich, np. zlewisko Zatoki Gdańskiej.

Granice zlewni stanowi **dział wodny**.



KOORDYNATOR PROJEKTU

Tab. 1.1. Przykłady zużycia wody przez przemysł.

Produkt	Zużycie wody litry
- 1 litr przerobionego mleka	2 + 7
- 1 litr piwa	10 + 25
- 1 kg krochmalu	24 + 28
- 1 kg margaryny	40 + 60
- 1 kg cukru	60 + 12
- 1 kg węgla	1 + 5
- 1 kg stali	około 10
- 1 kg papieru	100 + 1000

Podstawowe wskaźniki zanieczyszczeń:

Chemiczne zapotrzebowanie tlenu, **ChZT**, mgO_2/dm^3

Utlenialność, mgO_2/dm^3

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu, **BZT**, mgO_2/dm^3

Całkowity węgiel organiczny, **CWO**, OWO, TOC, mgC/dm^3

Chemiczne zapotrzebowanie tlenu, masa tlenu w przeliczeniu na dm^3 ścieków niezbędna do utlenienia zanieczyszczeń **organicznych(?)** zawartych w ściekach na drodze chemicznej.

Stosujemy **dichromian potasu** w środowisku kwaśnym z dodatkiem **jonów srebra jako katalizatora**. Najczęściej obecnie prowadzimy mineralizację mikrofalową. Powinniśmy uwzględnić korektę na obecność **chlorków** w wodzie, które również utleniają się w warunkach prowadzenia oznaczenia.



KOORDYNATOR PROJEKTU

TOCN-4110

Shimadzu On-line TOC/TN Analyzer



TOC-Vcs/TOC-VcP

Combustion catalytic oxidation/NDIR method



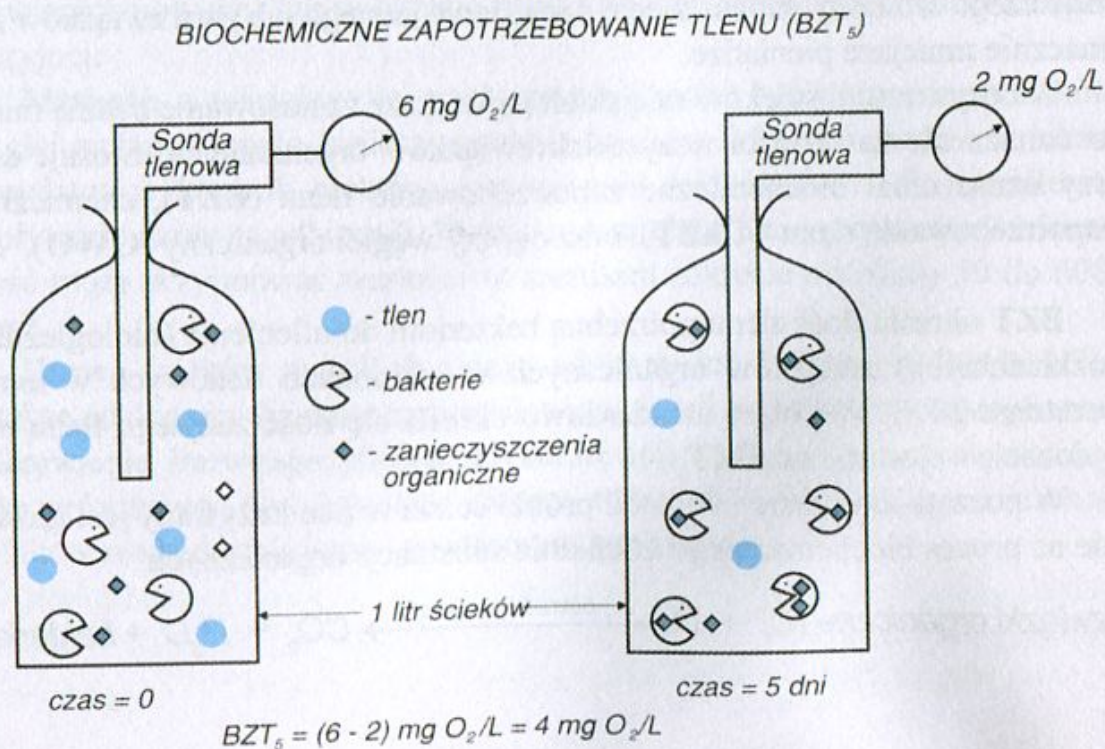
TNM-1
TN unit

KOORDYNATOR PROJEKTU

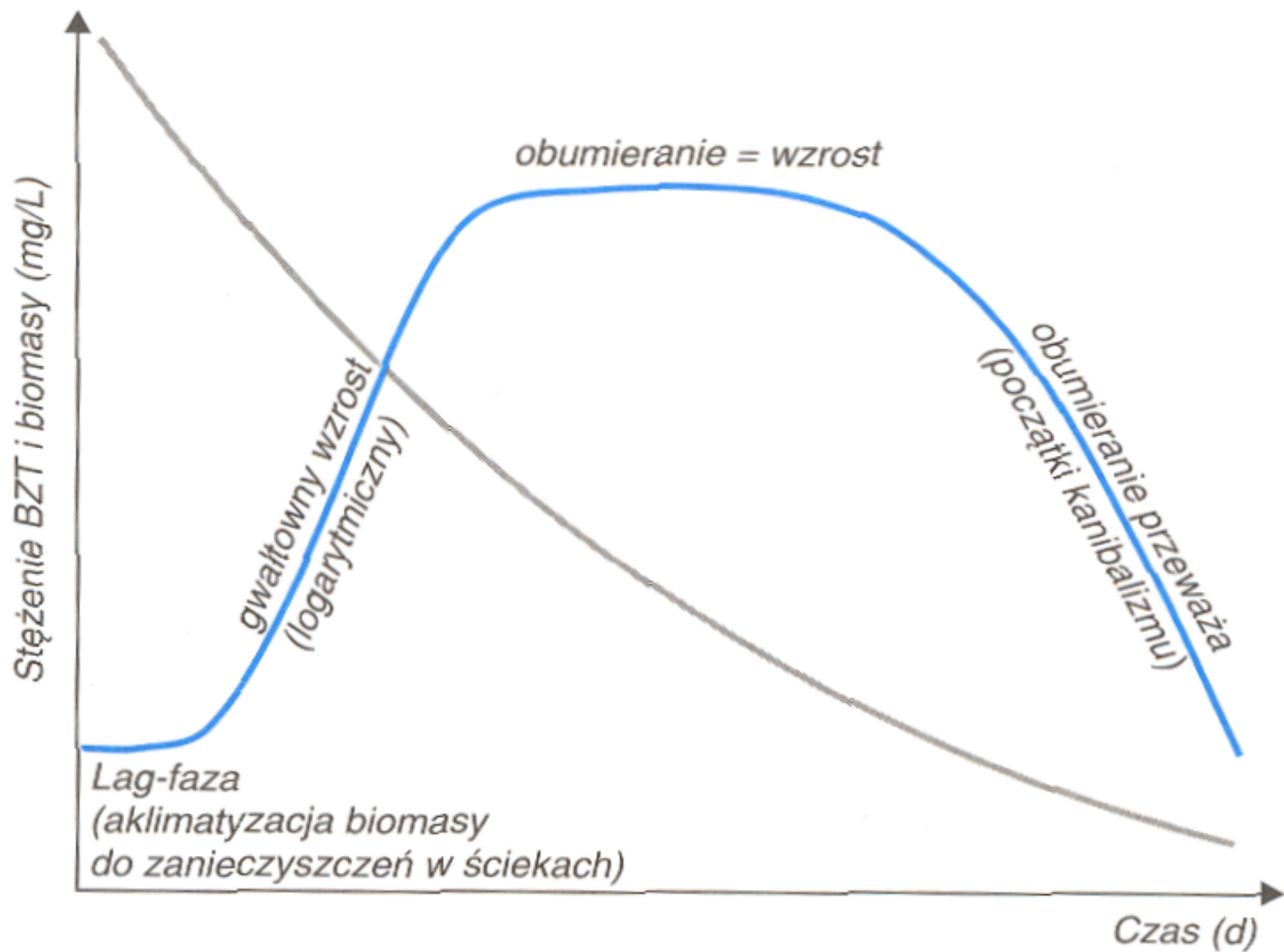
**Biochemiczne
zapotrzebowanie tlenu
BZT
Biological oxygen demand
BOD
Temp. 20 °C, *warunki
tlenowe***



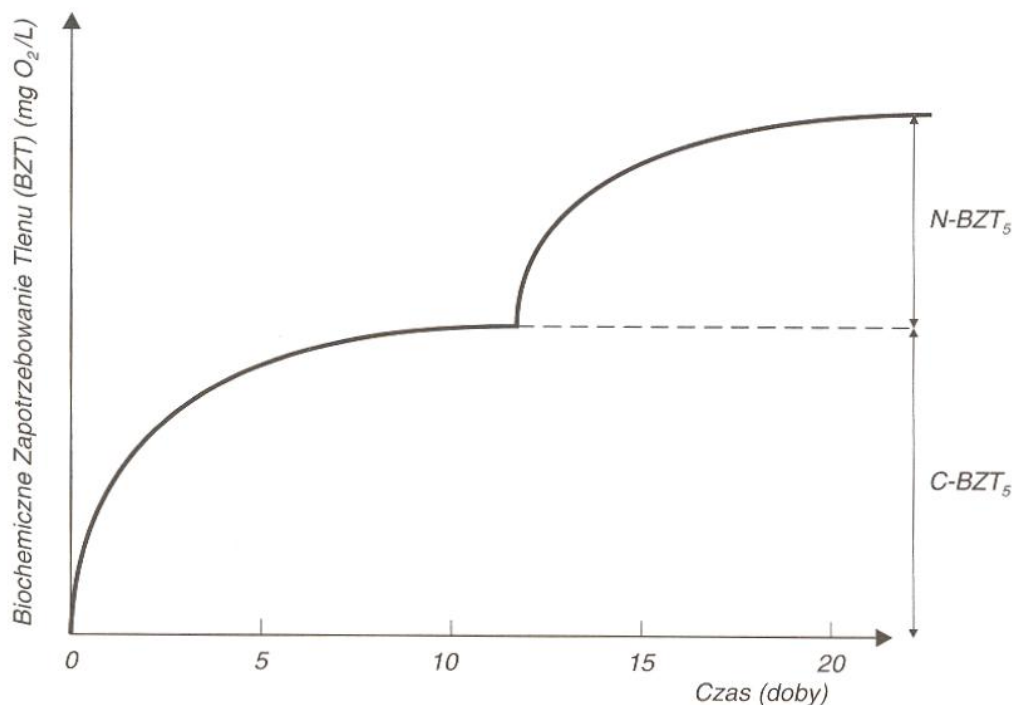
Rys. 1.10. Uproszczony schemat pomiaru biochemicznego zapotrzebowania tlenu. W butelce muszą się znajdować bakterie zaaklimatyzowane do ścieków badanych, azot i fosfor oraz natleniona woda rozcieńczająca próbkę badanych ścieków.



KOORDYNATOR PROJEKTU



Rys. 5.2. Biologiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT) pochodzi od dwóch składników: węglowego, czyli C-BZT oraz azotowego, czyli N-BZT. W ściekach z konwencjonalnej oczyszczalni biologicznej N-BZT może być wiele razy wyższe niż C-BZT₅ odpływu



$$BZT_5 = 0.7(BZT_c)$$

**Dobowa mineralizacja
zanieczyszczeń dla
ścieków komunalnych
wynosi około 20%**

KOORDYNATOR PROJEKTU

Barwa rzeczywista spowodowana jest wyłącznie rozpuszczonymi w wodzie substancjami lub związkami występującymi w postaci koloidów.

Barwa pozorna spowodowana jest mechanicznymi zawiesinami, które mogą być usunięte.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Metody oznaczania barwy wody

Spektrofotometryczna – pomiar transmitacji próbki przy różnych długościach fali 400-700 nm.



Wizualna – porównanie barwy badanej próbki wody w świetle białym ze skalą wzorców, najczęściej według skali platynowo-kobaltowej lub dichromianowo-kobaltowej i określenie jej intensywności w mg Pt/dm³.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Barwę rzeczywistą naturalnych wód określa się w stopniach, przy czym za jednostkę przyjęto takie zabarwienie, jakie wywoła w 1 dm³ wody destylowanej mg Pt, rozpuszczonej w postaci chloroplatynianu potasowego K₂PtCl₆ z dodatkiem 0,5 mg Co w postaci chlorku kobaltowego CoCl₂ · H₂O.

Wody spotykane w przyrodzie mają najczęściej zabarwienie w granicach 5 - 30 mg Pt/dm³.



KOORDYNATOR PROJEKTU

Przewodność elektryczna – jest miarą zawartości w niej elektrolitów, czyli wszelkich substancji chemicznych, ulegających w roztworze wodnym dysocjacji jonowej. Ponieważ jony są obdarzone ładunkiem elektrycznym, więc woda przewodzi prąd. Jednostką przewodności elektrycznej S/cm. Przewodność elektryczną należy podawać dla temperatury 20°C.

Norma: do 2500 mS/cm w 20°C

KOORDYNATOR PROJEKTU



Wskaźnik jakości wody określany organoleptycznie za pomocą powonienia na podstawie skali natężenia zapachu oznacza się na zimno lub na gorąco, podając natężenie zapachu wg 5-stopniowej skali:

- 0 – brak zapachu
- 1 – zapach bardzo słaby
- 2 – zapach słaby
- 3 – zapach wyraźny
- 4 – zapach silny
- 5 – zapach bardzo silny

Woda przy natężeniu 3 stopnia jest **niezdatna** do picia, przy **wyższych stopniach nie można** jej również stosować do celów gospodarczych.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Należy również wskazać grupę zapachu wg następującej klasyfikacji:

- R** – zapachy roślinne pochodzenia naturalnego, wywołane związkami organicznymi, które nie znajdują się w stanie rozkładu gnilnego (np. zapach ziemi, mchu, siana, torfu, kory drzewnej, zapach kwiatów itp.);
- G** – zapachy gnilne pochodzenia naturalnego, spowodowane obecnością w wodzie substancji organicznych znajdujących się w stanie rozkładu gnilnego (np. zapach stęchły, zbutwiały, zapach pleśni, zgniłych jaj);
- S** – zapachy pochodzenia nienaturalnego, specyficzne, wywołane obecnością związków nie spotykanych w wodzie, jak fenol, nafta, chlor itp.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Układ węglanowy

CO₂ gazowy = CO_{2(g)}

CO₂ rozpuszczony w wodzie = CO_{2(aq)}

kwask węglowy = H₂CO₃

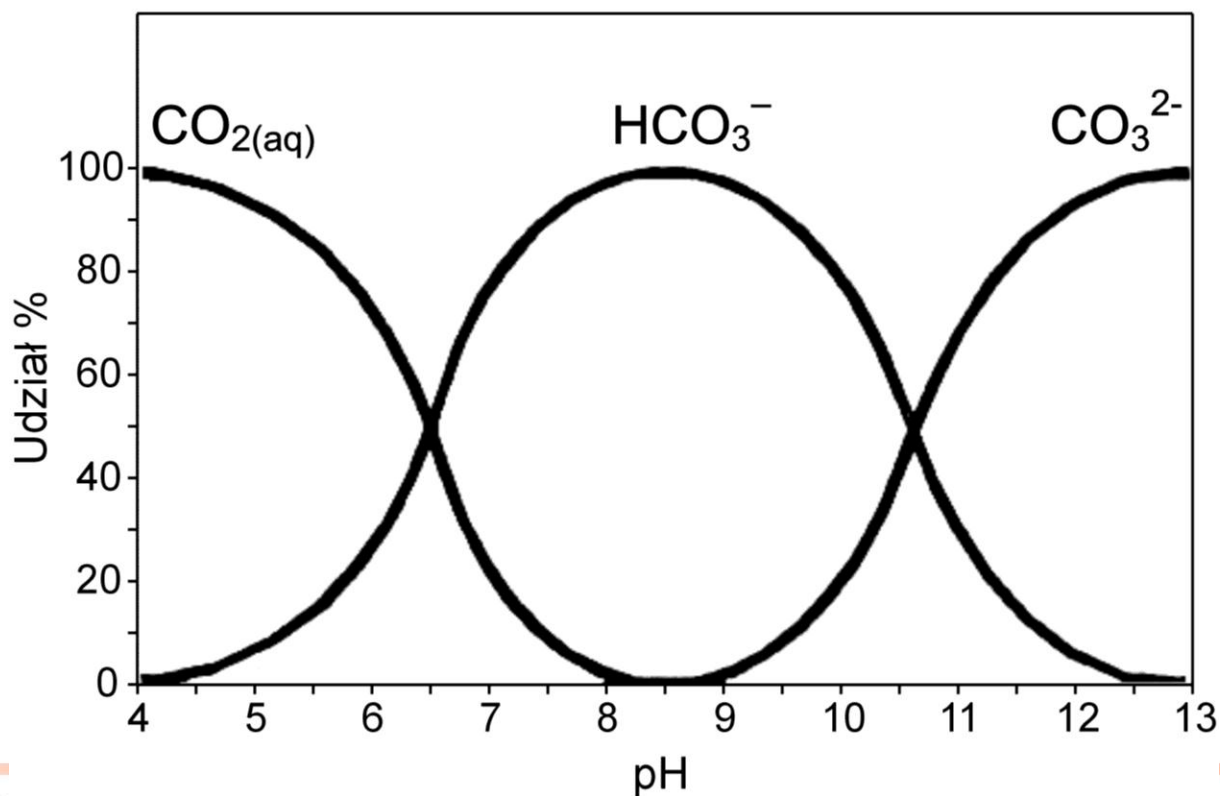
wodorowęglany = HCO₃⁻

węglany nierozpuszczalne w wodzie

Układ węglanowy ma ogromne znaczenie dla środowiska wodnego. Układ ten buforuje naturalne wody, wpływając na ich odczyn. Poszczególne formy uczestniczą w wielu reakcjach zachodzących w wodach oraz przemianach biologicznych. CO₂ jest pochłaniany przez wodę z atmosfery.

KOORDYNATOR PROJEKTU

Występowanie różnych form CO_2 w wodzie w zależności od pH



KOORDYNATOR PROJEKTU

Rozpuszczalność tlenu w wodzie

Rozpuszczony w wodzie naturalnej tlen pochodzi z dwóch źródeł: z atmosfery (drogą dyfuzji) oraz z procesu biologicznego – fotosyntezy.

Rozpuszczalność tlenu w wodzie zależy od temperatury, z jej wzrostem rozpuszczalność maleje.

Rozpuszczalność tlenu w wodzie zmniejsza się ze wzrostem zasolenia. Poprawki ΔC_s do obliczania rozpuszczalności tlenu w wodzie podane są w tabeli.

$$\text{Rozpuszczalność tlenu w wodzie zasolonej} = C_s - n \cdot \Delta C_s$$

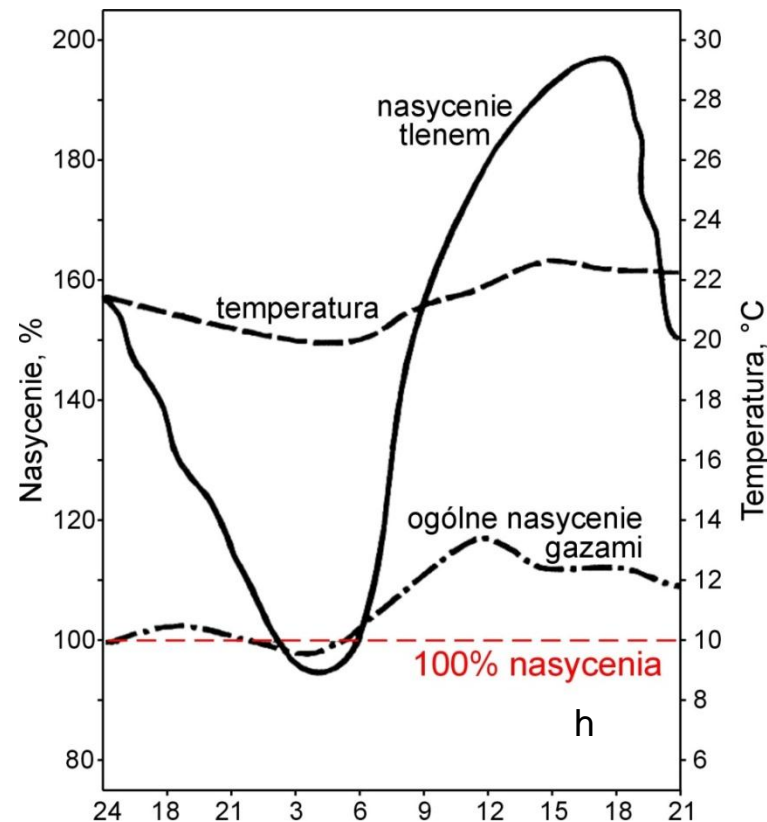
gdzie n – zawartość soli w wodzie [g/dm³]

Rozpuszczalność tlenu w wodzie w zależności od temperatury przy ciśnieniu 1 atm

Temp. °C	C_s mg/dm ³	ΔC_s mg/dm ³	Temp. °C	C_s mg/dm ³	ΔC_s mg/dm ³	Temp. °C	C_s mg/dm ³	ΔC_s mg/dm ³
0	14,64	0,0925	13	10,53	0,0595	26	8,11	0,0404
1	14,22	0,0890	14	10,30	0,0577	27	7,96	0,0393
2	13,82	0,0857	15	10,08	0,0559	28	7,82	0,0382
3	13,44	0,0827	16	9,86	0,0543	29	7,69	0,0372
4	13,09	0,0798	17	9,66	0,0527	30	7,56	0,0362
5	12,74	0,0771	18	9,46	0,0511	31	7,43	
6	12,42	0,0745	19	9,27	0,0496	32	7,30	
7	12,11	0,0720	20	9,08	0,0481	33	7,18	
8	11,81	0,0697	21	8,90	0,0467	34	7,07	
9	11,53	0,0675	22	8,73	0,0453	35	6,95	
10	11,26	0,0653	23	8,57	0,0440	36	6,84	
11	11,01	0,0633	24	8,41	0,0427	37	6,73	
12	10,07	0,0614	25	8,25	0,0415	38	6,63	

KOORDYNATOR PROJEKTU

Zjawisko **przesycenia** wody tlenem występuje, gdy stężenie tlenu w wodzie przekracza stężenie odpowiadające stanowi równowagi w danych warunkach fizycznych.



Dobowe zmiany nasylenia gazami wody Wisły w rejonie Koźienic

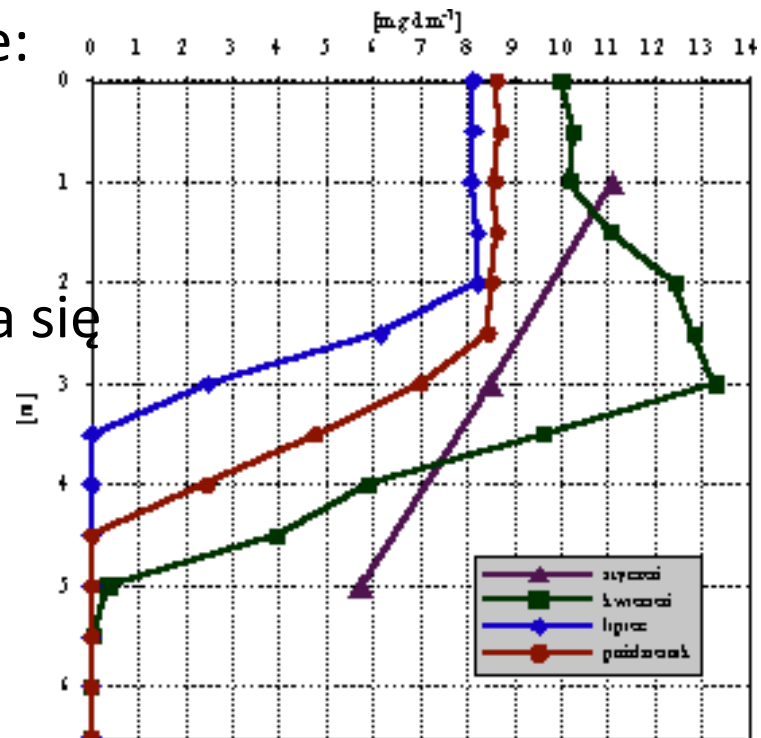
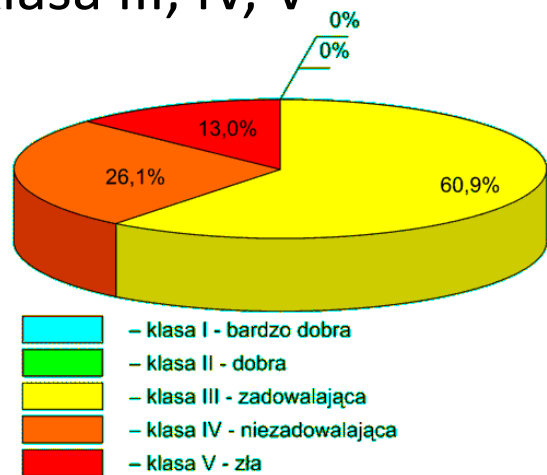
KOORDYNATOR PROJEKTU

Minimalne dopuszczalne stężenie tlenu rozpuszczonego w wodach powierzchniowych w Polsce:

klasa I 7 mg/dm³ O₂

klasa II 5 mg/dm³ O₂

klasa III, IV, V nie ustala się



Zawartość tlenu rozpuszczonego dla jeziora Czarnego, Storkowo w roku hydrologicznym 2000

KOORDYNATOR PROJEKTU

Metoda z zastosowaniem sondy tlenowej

Sonda tlenowa składa się z dwóch elektrod. Tlen rozpuszczony dyfunduje przez półprzepuszczalną membranę i redukuje się na katodzie. Mierzy się natężenie prądu proporcjonalnie do ilości tlenu zredukowanego na katodzie. Zawartość tlenu podaje się w mg/dm^3 lub w procentach nasycenia.

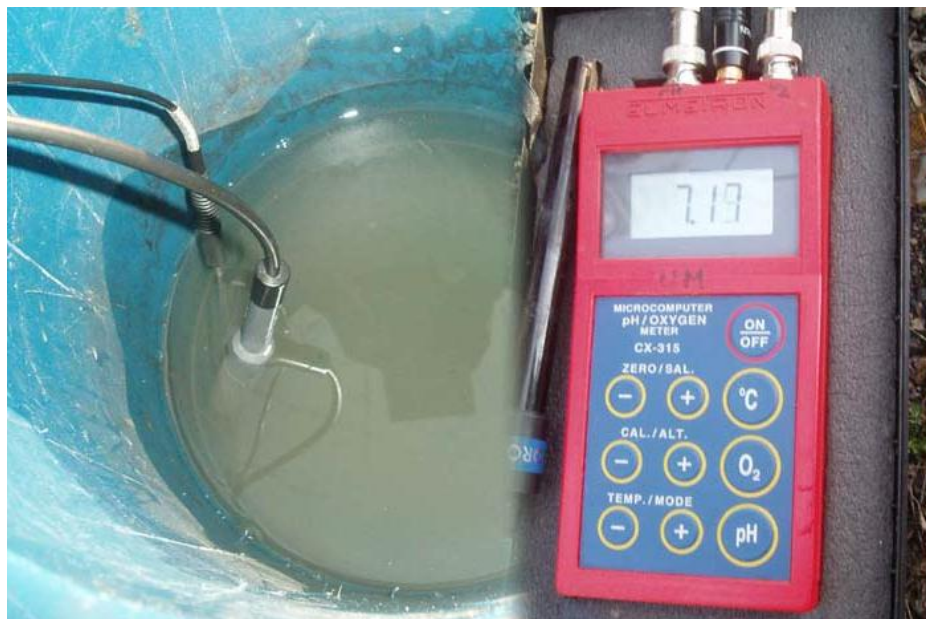
$$x = \frac{C}{C_s} \cdot 100 [\%]$$

C – zmierzona zawartość tlenu [$\text{mg}/\text{dm}^3 \text{O}_2$]

C_s – ilość tlenu potrzebna do nasycenia
1 dm^3 wody w kontakcie z powietrzem (tabela)



KOORDYNATOR PROJEKTU

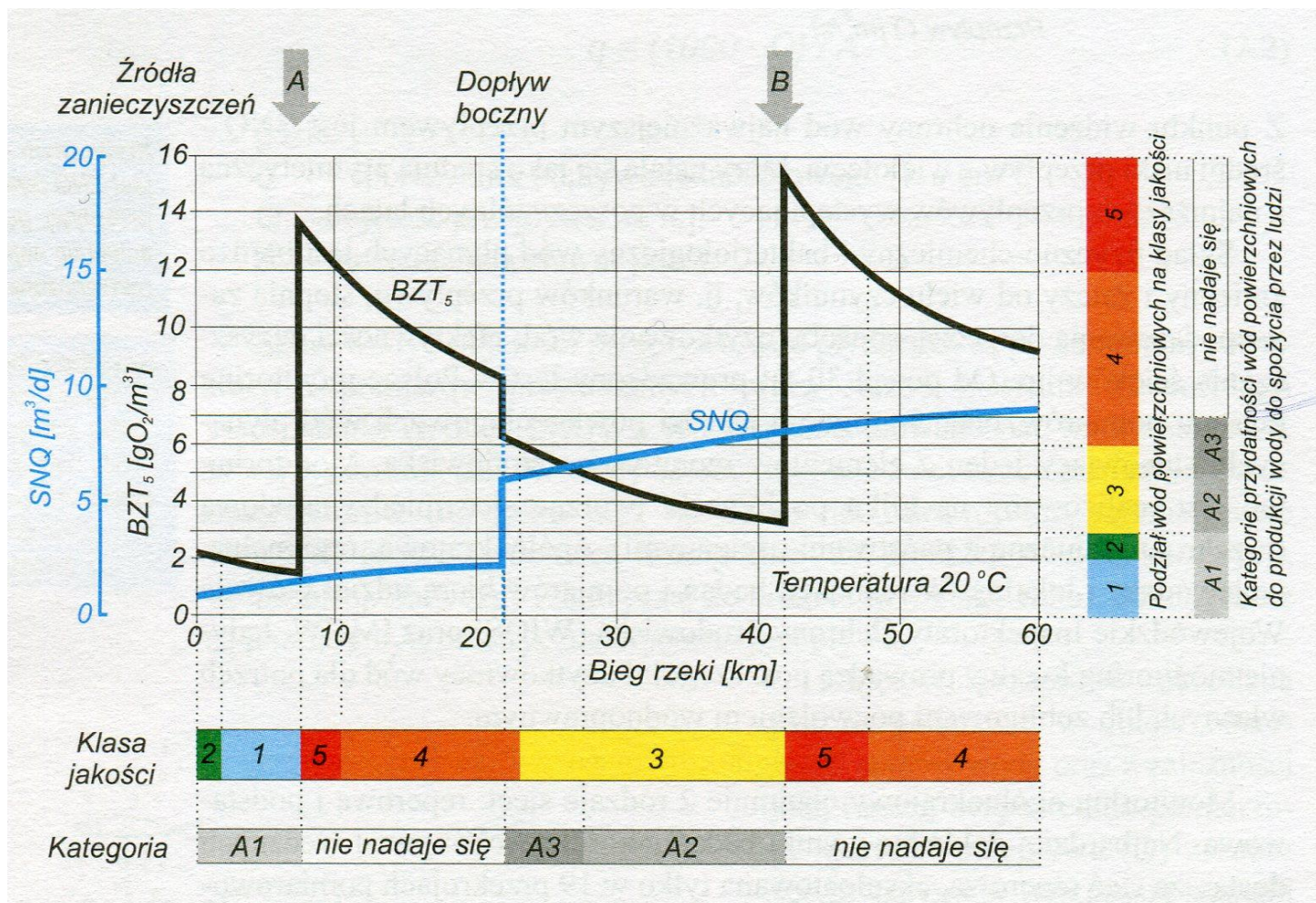


Przenośna sonda tlenowa Hanna

Wodoszczelny, mikroprocesorowy tlenomierz do częstego pomiaru zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie w terenie lub laboratorium.

Parametry: 4-metrowa sonda, wynik w % nasycenia lub mg/L (ppm) O₂, zakres temp. 0 - 50°C.

KOORDYNATOR PROJEKTU



KOORDYNATOR PROJEKTU

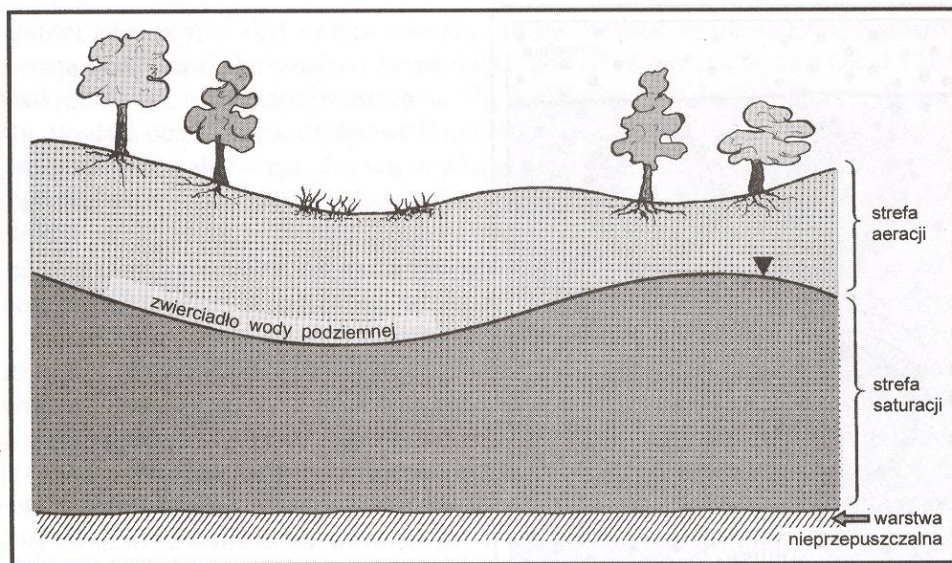
Tab. 1.5. Równoważna liczba mieszkańców dla różnych surowych ścieków przemysłowych (1 RLM odpowiada 60 gBZT₅ / d).

Rodzaj przemysłu lub produkt	Jednostka	RLM
Mleczarnia bez serowni	1000 L mleka	25 ÷ 70
Mleczarnia z serownią	1000 L mleka	45 ÷ 230
Rzeźnia	1 tona żywej wagi	130 ÷ 400
Cukrownia	1 tona buraków	45 ÷ 70
Browar	1000 L piwa	150 ÷ 350
Gorzelnia	1000 L zboża	2000 ÷ 3500
Fabryka drożdży	1 tona drożdży	5000 ÷ 7000
Wytwórnia win	1000 L wina	100 ÷ 140
Garbarnia	1 tona skór	1000 ÷ 3500
Pralnia wełny	1 tona wełny	2000 ÷ 4500
Papiernia	1 tona papieru	200 ÷ 900
Olej mineralny	1 tona oleju	11000

KOORDYNATOR PROJEKTU

Rodzaje ścieków:

- bytowe, komunalne
- przemysłowe
- wody opadowe
- wody infiltracyjne



Rys. 3. Strefy: aeracji (napowietrzenia) i saturacji (nasylenia wodą)



KOORDYNATOR PROJEKTU

PARAMETR	ŁÓDŹ	STRYKÓW	GŁOWNO	NAMYSŁÓW
Odczyn, pH	7,4 ÷ 7,9	7,2 ÷ 7,5	7,2 ÷ 7,4	7,2
BZT ₅ , mg/L	140	300	290	600
ChZT, mg/L	380	550	440	1200
ChZT/BZT ₅	2,7	1,8	1,5	2,0
Zawiesiny, mg/L	150	250	330	500
Azot og., mgN/L	32,2	65,7	55,2	30
Fosfor og. mgP/L	8,3	30,2	20,1	10

KOORDYNATOR PROJEKTU

Tab. 1.7. Orientacyjny skład ścieków z szamb (fekaliów).

Wskaźnik	Wartość
sucha pozostałość	do 40 000 mg/L
zawiesina ogólna	2500 ÷ 15 000 mg/L
BZT ₅	1000 ÷ 7000 mgO ₂ /L
ChZT	2500 ÷ 15 000 mgO ₂ /L
azot amonowy	80 ÷ 700 mgN/L
azot ogólny	140 ÷ 15 000 mgN/L
fosfor ogólny	40 ÷ 150 mgP/L

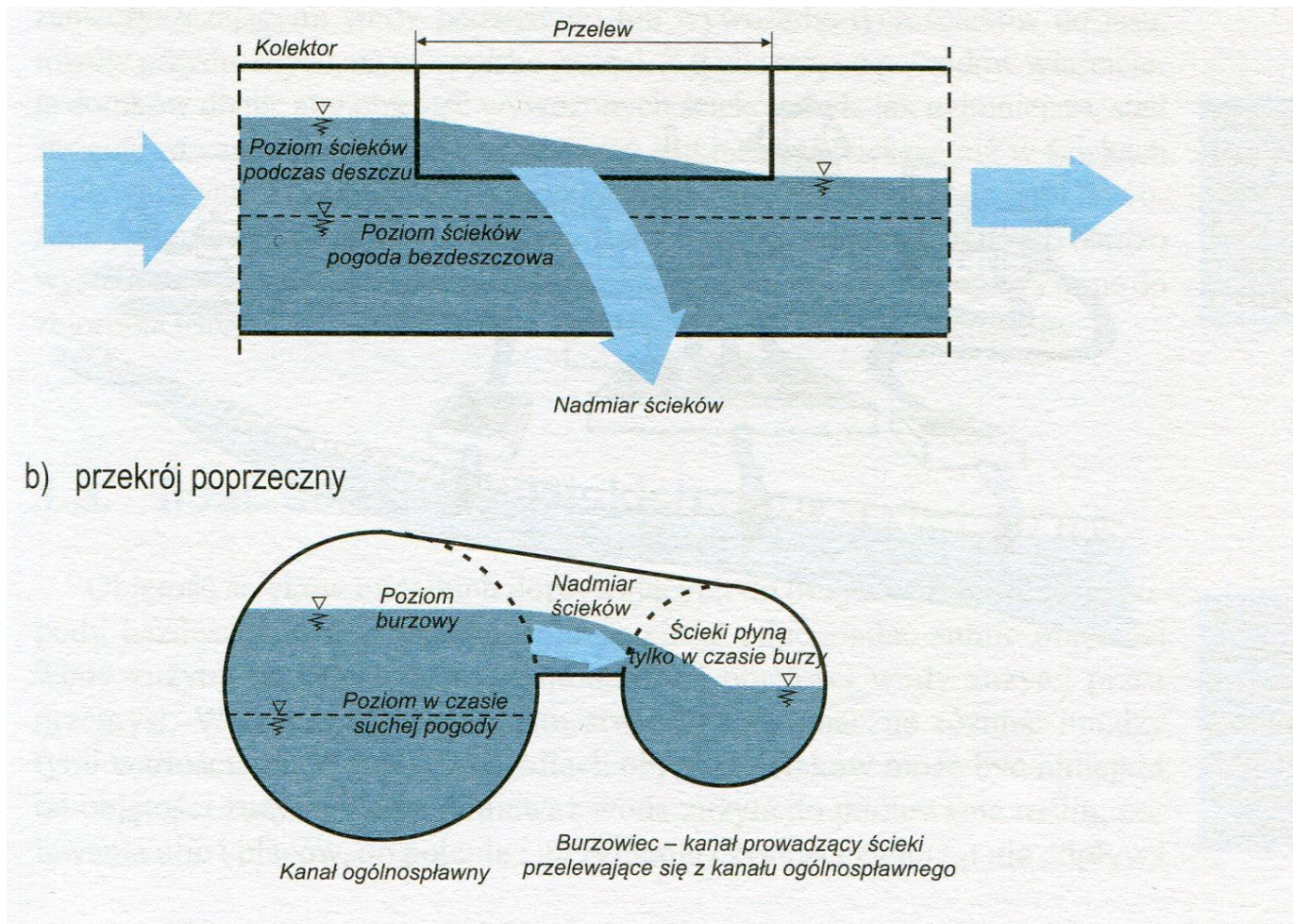
KOORDYNATOR PROJEKTU

Rodzaje sieci kanalizacyjnych:

- ogólnospławne
- rozdzielcze
- półrozdzielcze

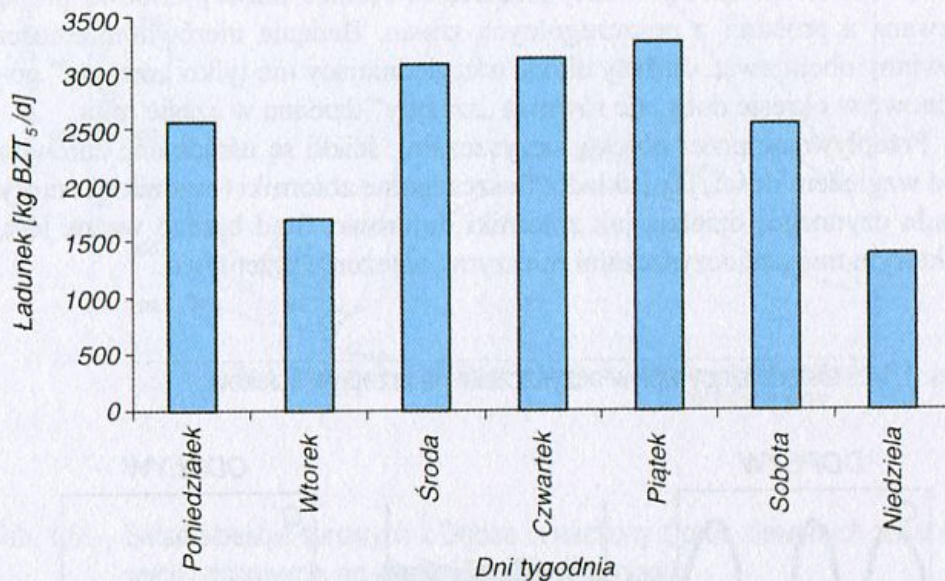


KOORDYNATOR PROJEKTU

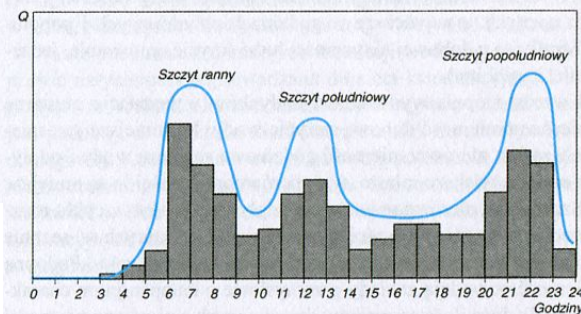


KOORDYNATOR PROJEKTU

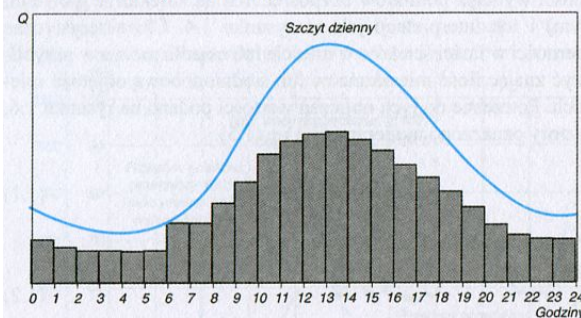
Rys. 1.15. Nierównomierność tygodniowa dopływu ścieków do oczyszczalni na przykładzie miasta Namysłowa (dane z trzeciego kwartału 1995 roku). Namysłów nie jest miastem „typowym”, gdyż ponad 30% ilości ścieków (ponad 60% ładunku) pochodzi od przemysłu.



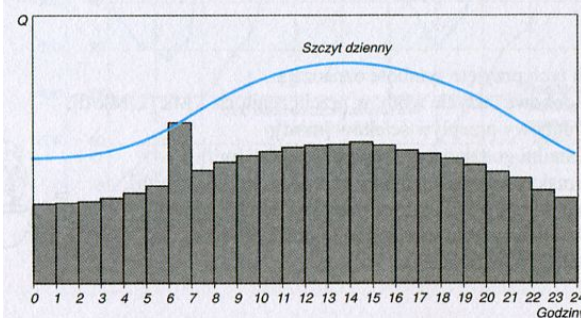
a) miasta małe (poniżej 5000 Mk)



b) miasta średnie (ok. 50000 Mk)



c) miasta duże (powyżej 250000 Mk)



KOORDYNATOR PROJEKTU

Tab. 1.8. Bilans średnich ładunków dobowych ścieków surowych dopływających do Namysłowa (wg LEM-Project, 1995).

Źródło	BZT ₅	ChZT	Q _{d śr}
	kgO ₂ /d	kgO ₂ /d	m ³ /d
Miasto	1173	1877	3681
Drobny przemysł	240	384	598
Browar	1151	2166	805
Fabryka lodów	877	1200	320
Razem	3441	5627	5404



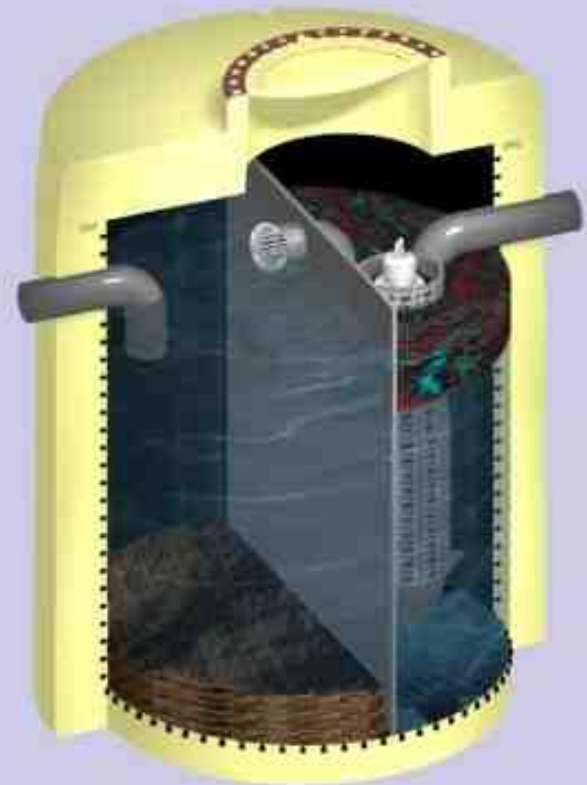
Technologie oczyszczania ścieków



Odtłuszczacz firmy Ekobudex



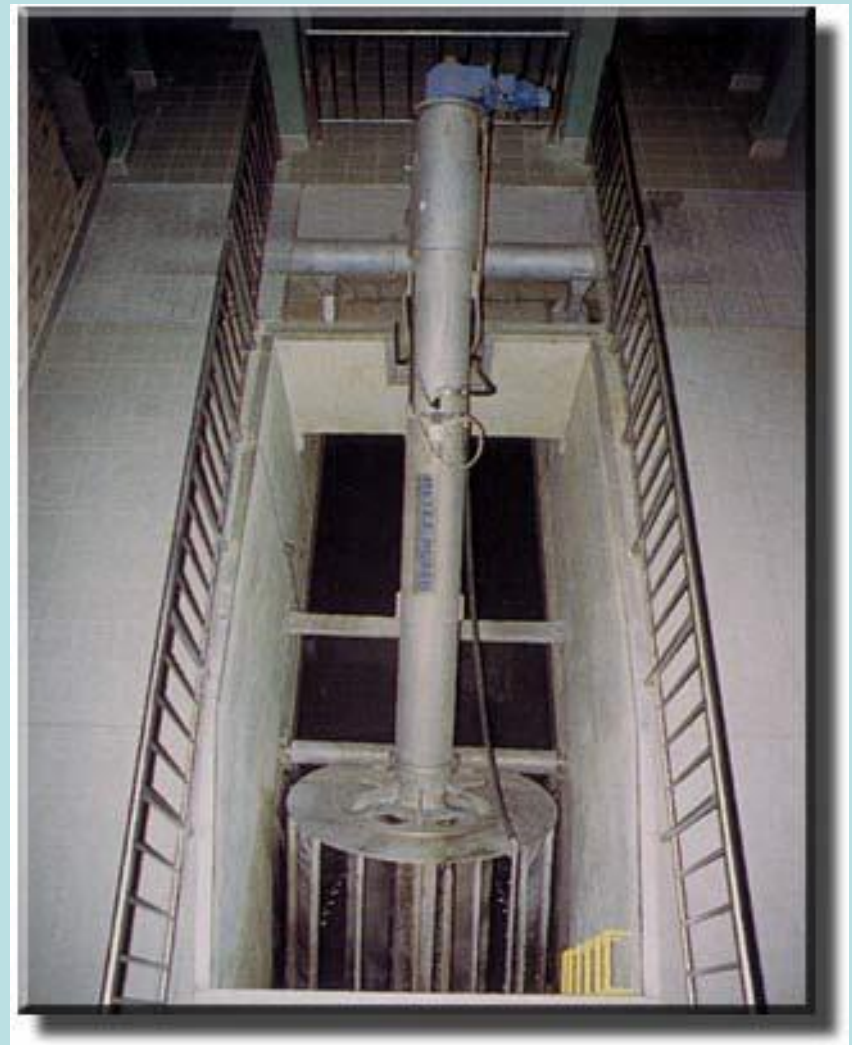
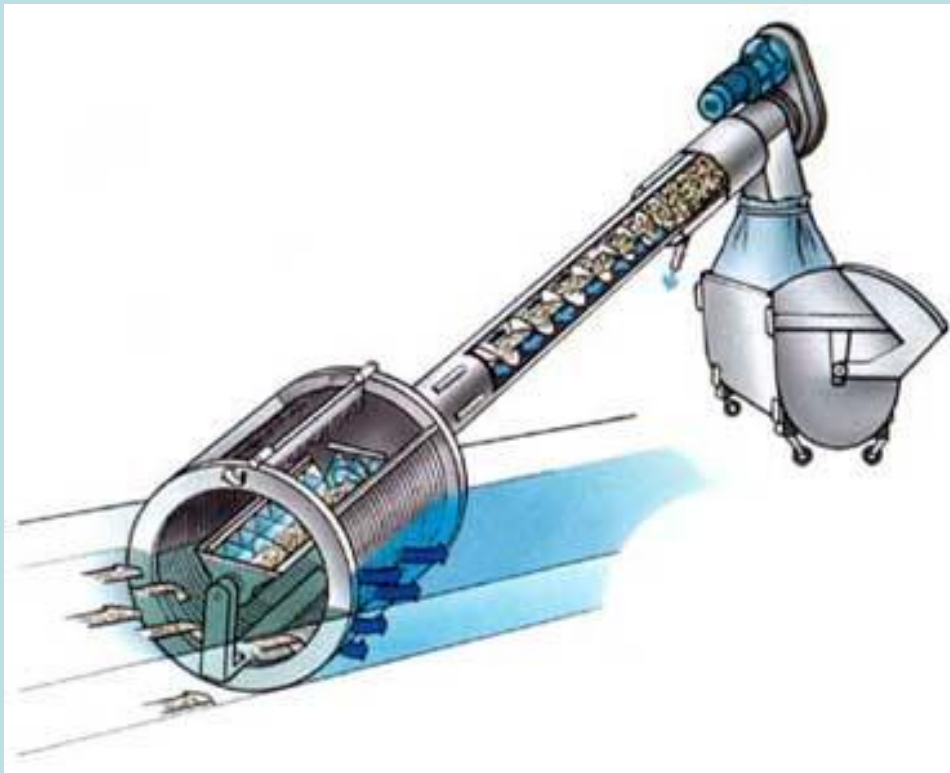
**Mały odtłuszczacz
(fat and oil separator)**





Kraty schodkowe firmy Biomet

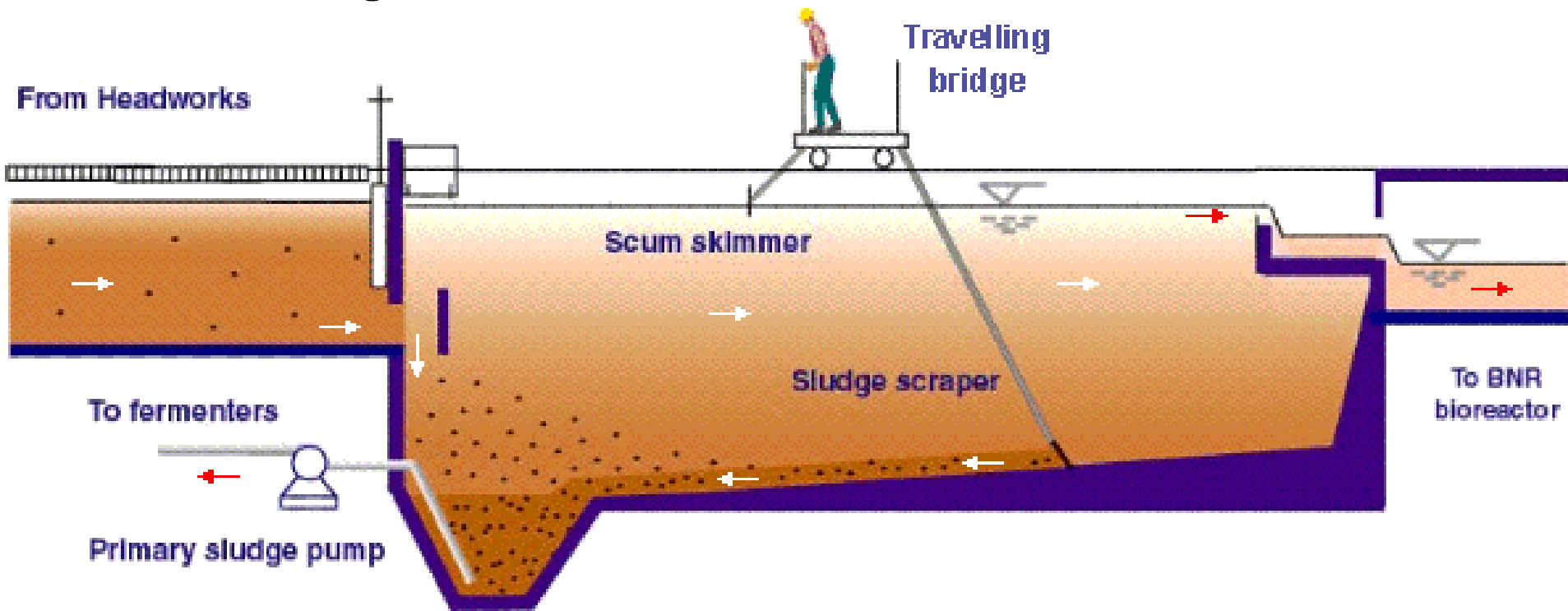




Rysunek 1

Krata bębnowa firmy Huber Technology

scum – piana, szumowiny
to skim – zbierać (śmietaną), lekko dotykać powierzchni
clarifier, grit chamber – osadnik



SCHMATIC OF PRIMARY CLARIFIER (Primary Sedimentation Tank)

Oczyszczalnia ścieków w Słupcy. Piaskownik



Oczyszczalnia ścieków w Słupcy. Piaskownik



Osadnik wstępny z łańcuchowym zgarniaczem osadu,
oczyszczalnia ścieków Szczecin - Zdroje



NOV 26 2007



NOV 26 2007



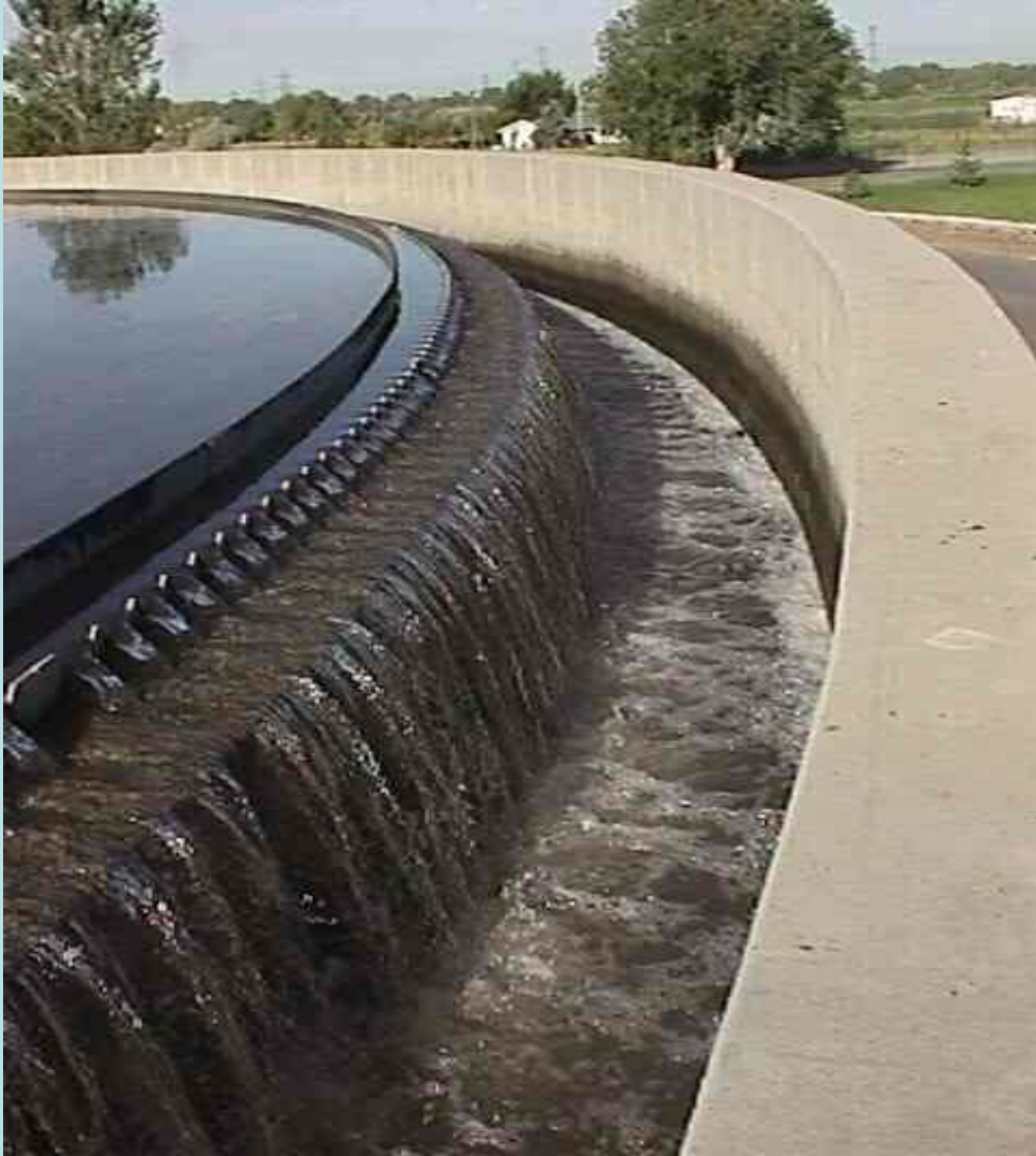
DEC 27 2007



Osadnik Dorra, Szennyv tisztító, Węgry









**Osadnik napowietrzany
(aerated grit chamber)**



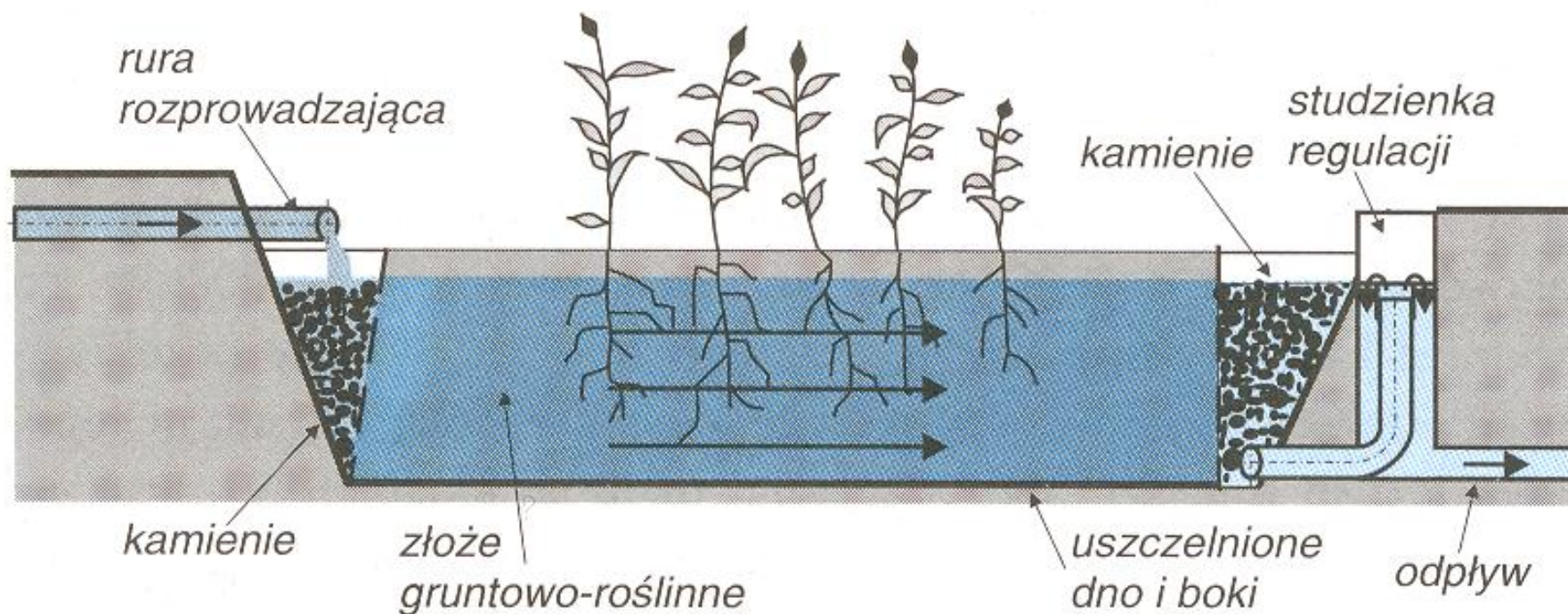
**Separator piasku
Oczyszczalnia ścieków w Słupcy.**



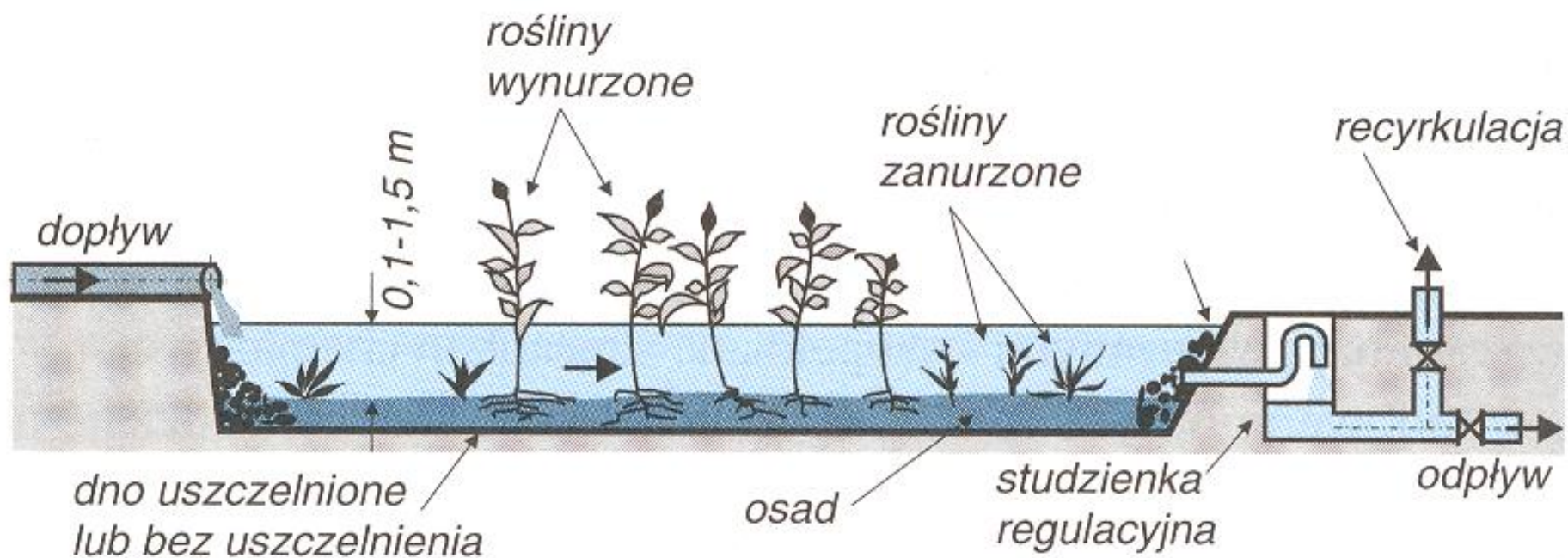
SEPARATOR
PIASKU

Oczyszczalnia ścieków w Słupcy

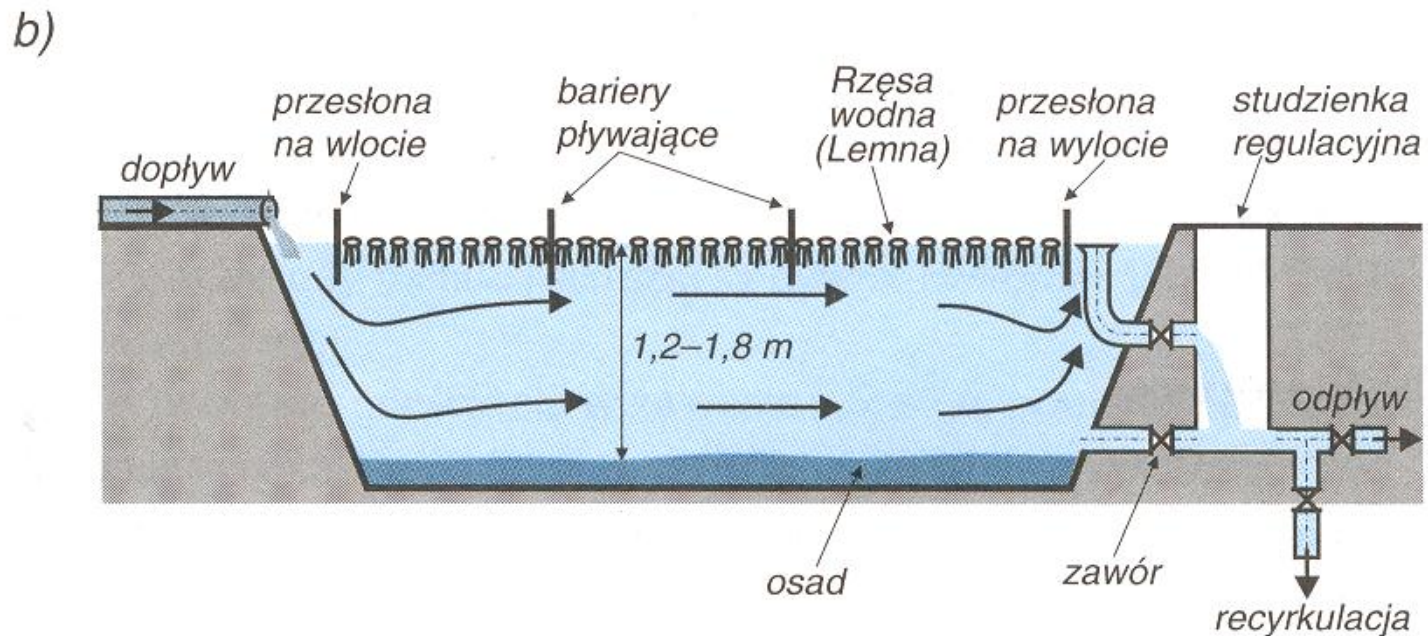
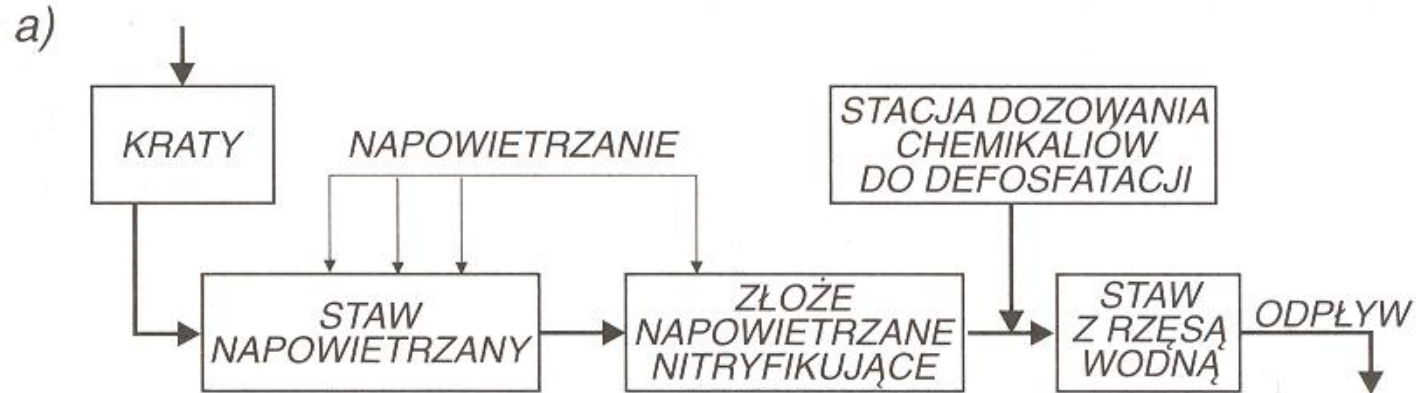
Rys. 4.30. Schemat filtru gruntowo-wodnego o przepływie poziomym (wg Osmólska-Mróż, 1994)



Rys. 4.31. Schemat zbiornika z zakorzenioną roślinnością (wg Osmólska-Mróż, 1994)



Rys. 4.32. Oczyszczalnia biologiczno-chemiczna z doczyszczaniem w stawach z rzęsą wodną. a) – schemat oczyszczalni, b) – staw z roślinnością pływającą (wg Osmólska-Mróz, 1994)



Rys. 4.27. Stawy napowietrzane (tzw. laguny napowietrzane)

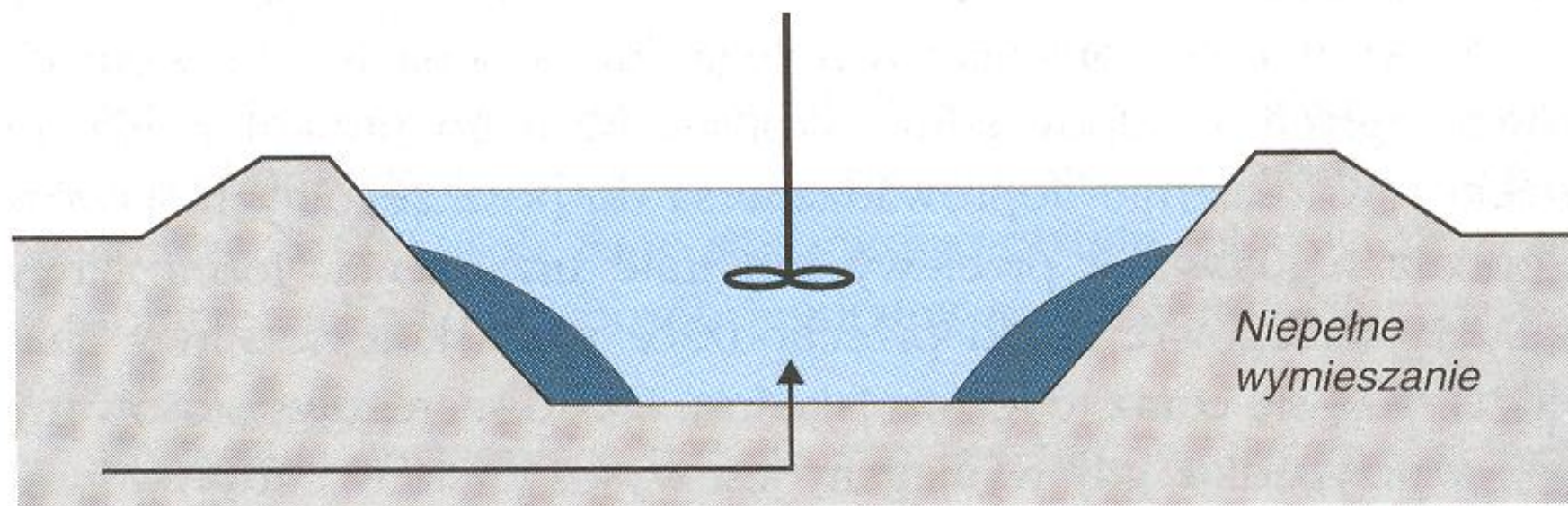
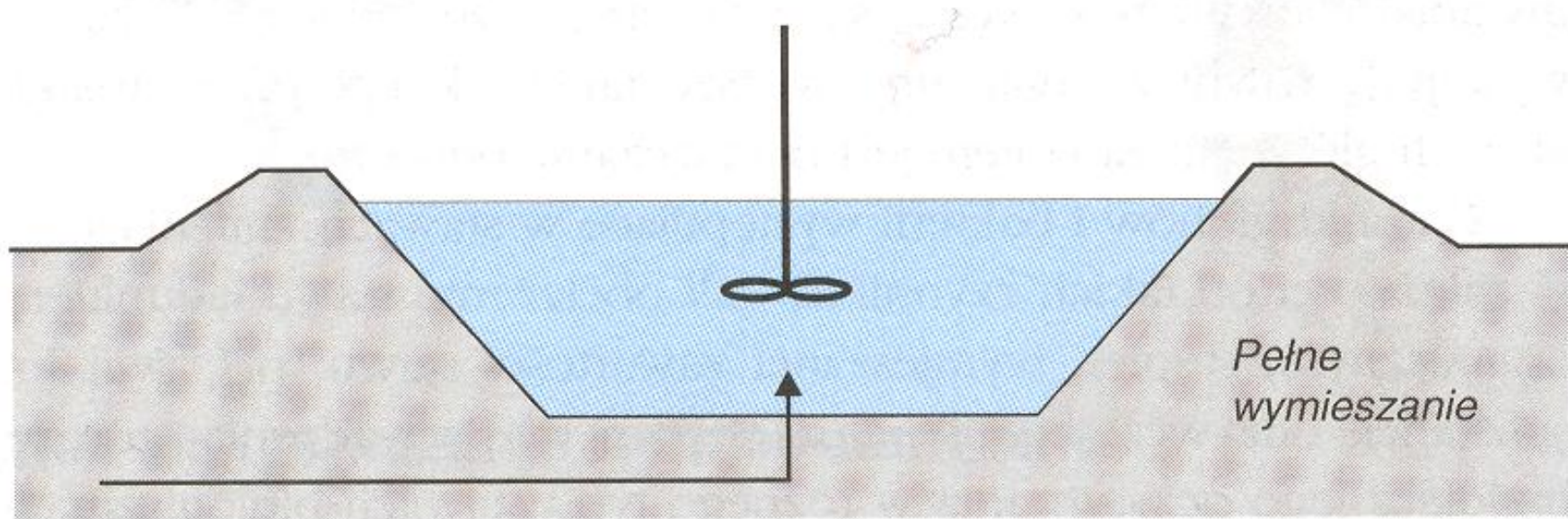


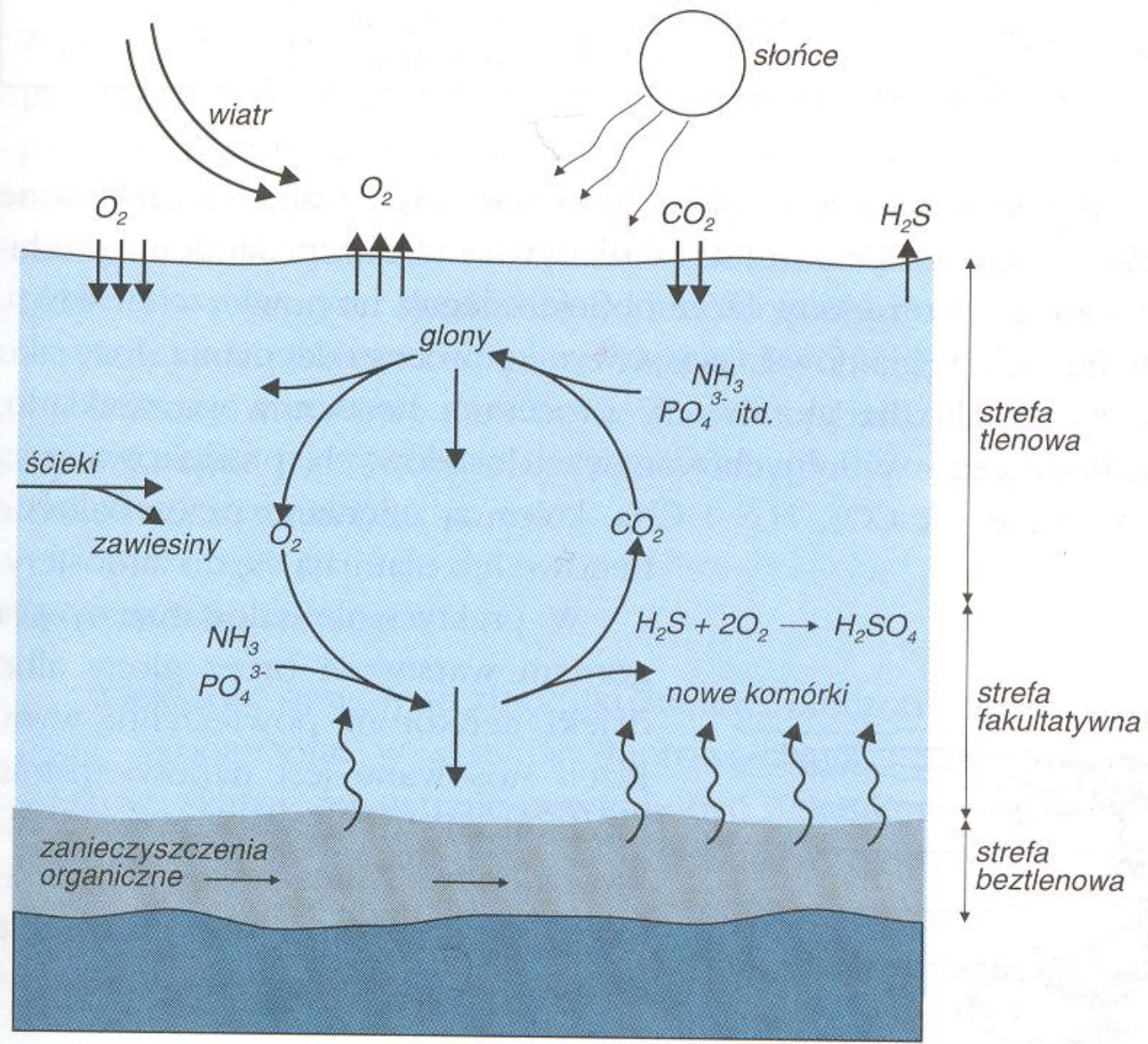
Tabela 4.9. Porównanie niezbędnych czasów przetrzymania w stawach stabilizacyjnych i napowietrzanych (wg danych K. Szczęsnego, IOŚ Wrocław, 1995)

Stawy stabilizacyjne		
H = 1,5 m	usuwanie BZT ₅ = 80%	t = 72 dni latem (15°C) t = 149 dni zimą (3°C)
Stawy napowietrzane		
H = 2,5 m	usuwanie BZT ₅ = 90%	t = 14 dni latem (15°C) t = 23 dni zimą (3°C)



**Stawy stabilizacyjne,
oczyszczalnia ścieków
w Chojnicach**

Rys. 4.29. Rozkład stref w stawie fakultatywnym



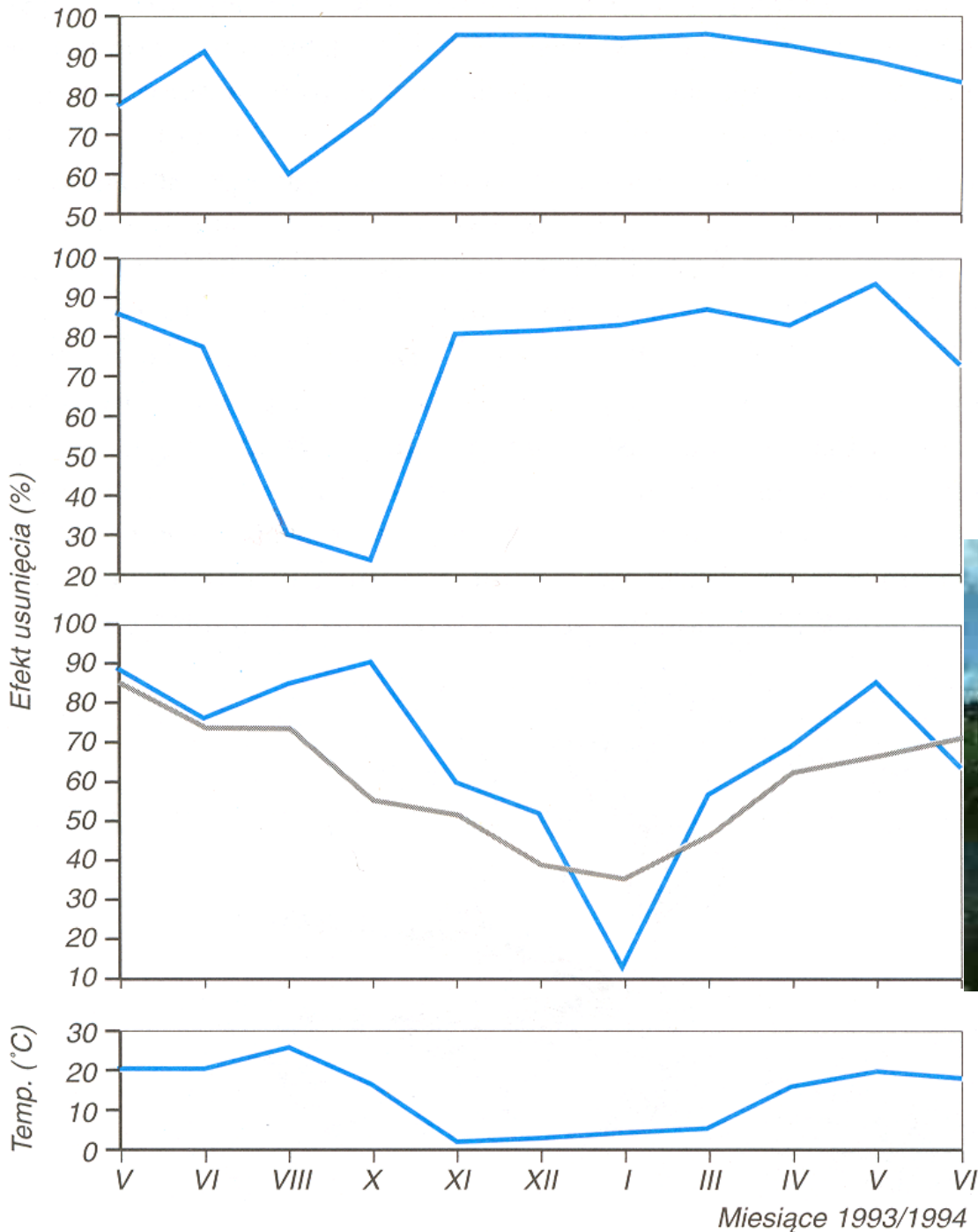


**Staw biologiczny
(Treatment Pond)**



**Napowietrzany staw biologiczny
(Aerated Treatment Pond)**

Porównanie niezbędnych czasów przetrzymania w stawach stabilizacyjnych i napowietrzanych



An instationary aerated wastewater pond for 80 residents

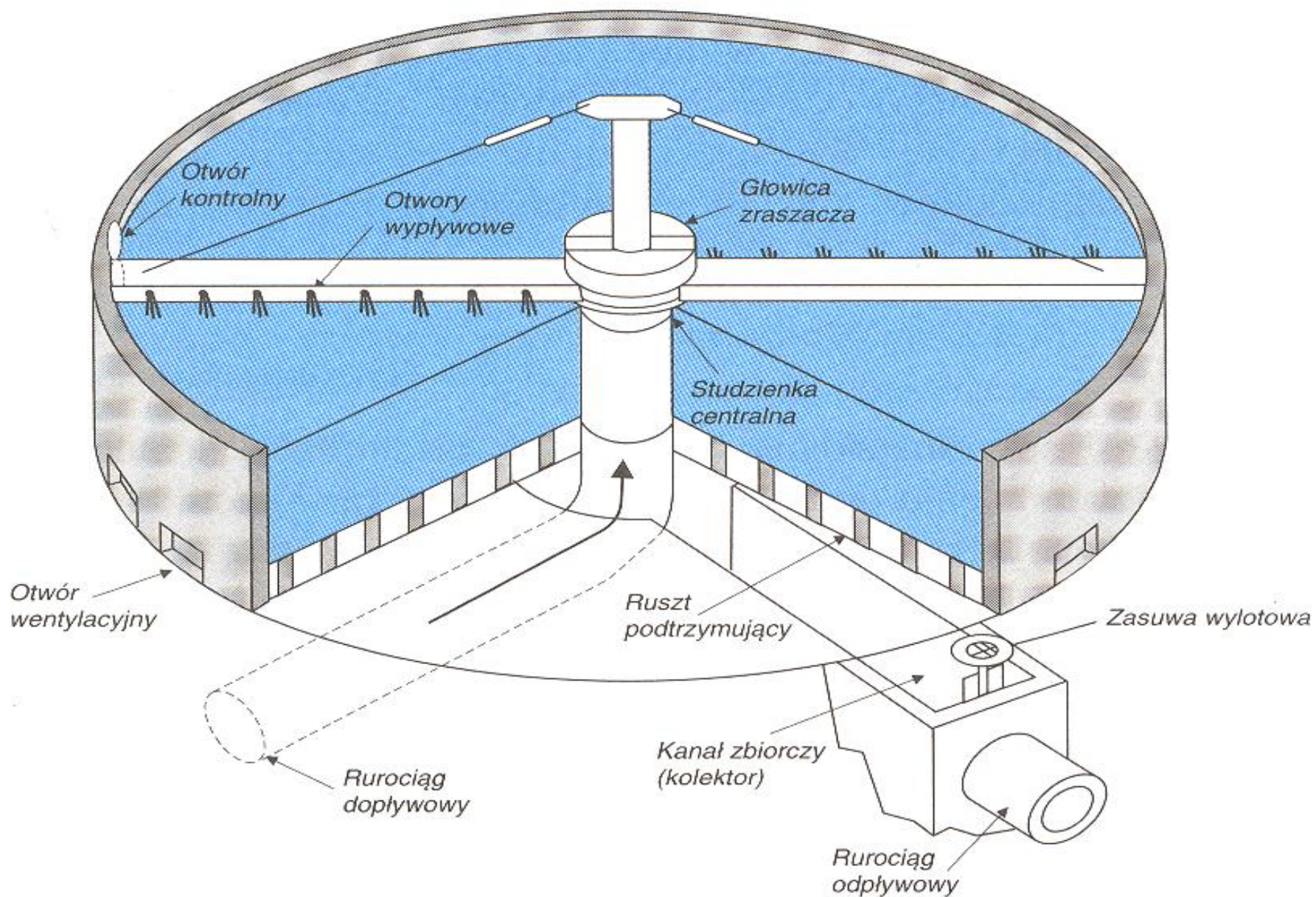
Tabela 4.10. Typowe parametry pracy układów stawów biologicznych (wg WEF, 1996)

parametr	stawy tlenowe	stawy napowietrzane	stawy fakultatywne	stawy beztlenowe
wymiar [ha]	<4	1÷4	1÷4	0,2÷1
czas przetrzymania, [dni]	10÷40	3÷10	7÷30	20÷50
głębokość [m]	0,3÷1,5	2÷6	1÷2	2,5÷5
pH	6,5÷10,5	6,5÷8	6,5÷9	6,8÷7,2
zakres temperatur, [°C]	0÷30	0÷30	0÷50	6÷50
temperatura optymalna, [°C]	20	20	20	30
obciążenie ładunkiem BZT ₅ [kg/ha·d]	40÷120	–	15÷80	200÷500
główne produkty rozkładu	glony, CO ₂ , nowe komórki bakterii	glony, CO ₂ , nowe komórki bakterii	glony, CO ₂ , CH ₄ , nowe komórki bakterii	CO ₂ , CH ₄ , nowe komórki bakterii
stężenie zawiesin w odpływie [mg/L]	80÷140	80÷250	40÷100	80÷160
procent usuwania BZT ₅ [%]	80÷95	80÷95	80÷95	50÷85
sposób eksploatacji	szeregowo lub równolegle	szeregowo	szeregowo lub równolegle	szeregowo

Tabela 4.14. Rodzaje złóż biologicznych

	Rodzaje złóż			
	nisko- obciążone	średnio- obciążone	wysoko- obciążone	wstępne
wypełnienie	naturalne lub syntetyczne	naturalno- -syntetyczne	naturalno- -syntetyczne	syntetyczne
nitryfikacja	tak	częściowa	mało prawdopodobna	nie
doczyszczanie po złożach	nie	często	powinno występować	zawsze
obciążenie powierzchni rzutu złoża $m^3/m^2 \cdot d$	<4	4 ÷ 6,5	6,5 ÷ 12	12 ÷ 40
obciążenie objętości ładunkiem $kg\ BZT_5/m^3 \cdot d$	<0,4	0,4 ÷ 0,65	0,65 ÷ 1,6	1,6 ÷ 5

Rys. 4.34. Główne elementy wchodzące w skład złoża biologicznego



Złoże biologiczne





Złoże biologiczne, zraszacz

Powierzchnia złoża biologicznego



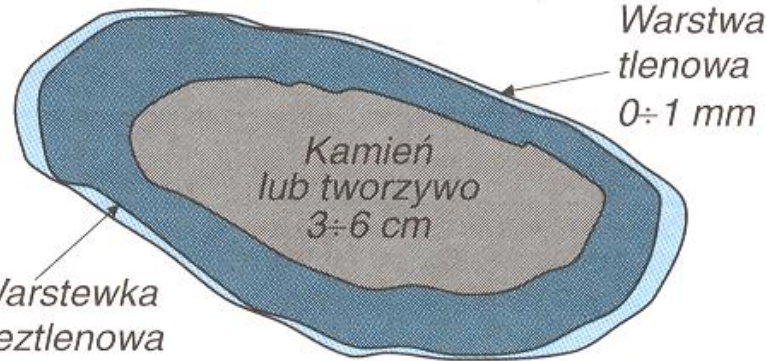
DOBRZE ZWILŻONE
DOBRZE NATLENIONE

Warstewka
beztlenowa
(czarna)
0,1÷1 mm



ZA MAŁO ZWILŻONE
ŹŁE PRZEWIETRZONE
Recyrkulacja powinna
być zwiększona
dla zerwania nadmiaru
błony biologicznej

Warstewka
beztlenowa
1÷5 mm



ŹŁE ZWILŻONE
Złoże zatkane
w górnej warstwie;
zwiększyć recyrkulację

Warstewka
beztlenowa
0,1÷1 mm



Błony biologiczne w złożach biologicznych. Eksploatacja polega na dostosowaniu wielkości recyrkulacji do obciążenia złoża. Należy usuwać przerośniętą błonę biologiczną. Najlepiej pracują złoża z cienką warstewką beztlenową i tlenową, dobrze zwilżone i przewietrzane.

Złóże biologiczne, USA

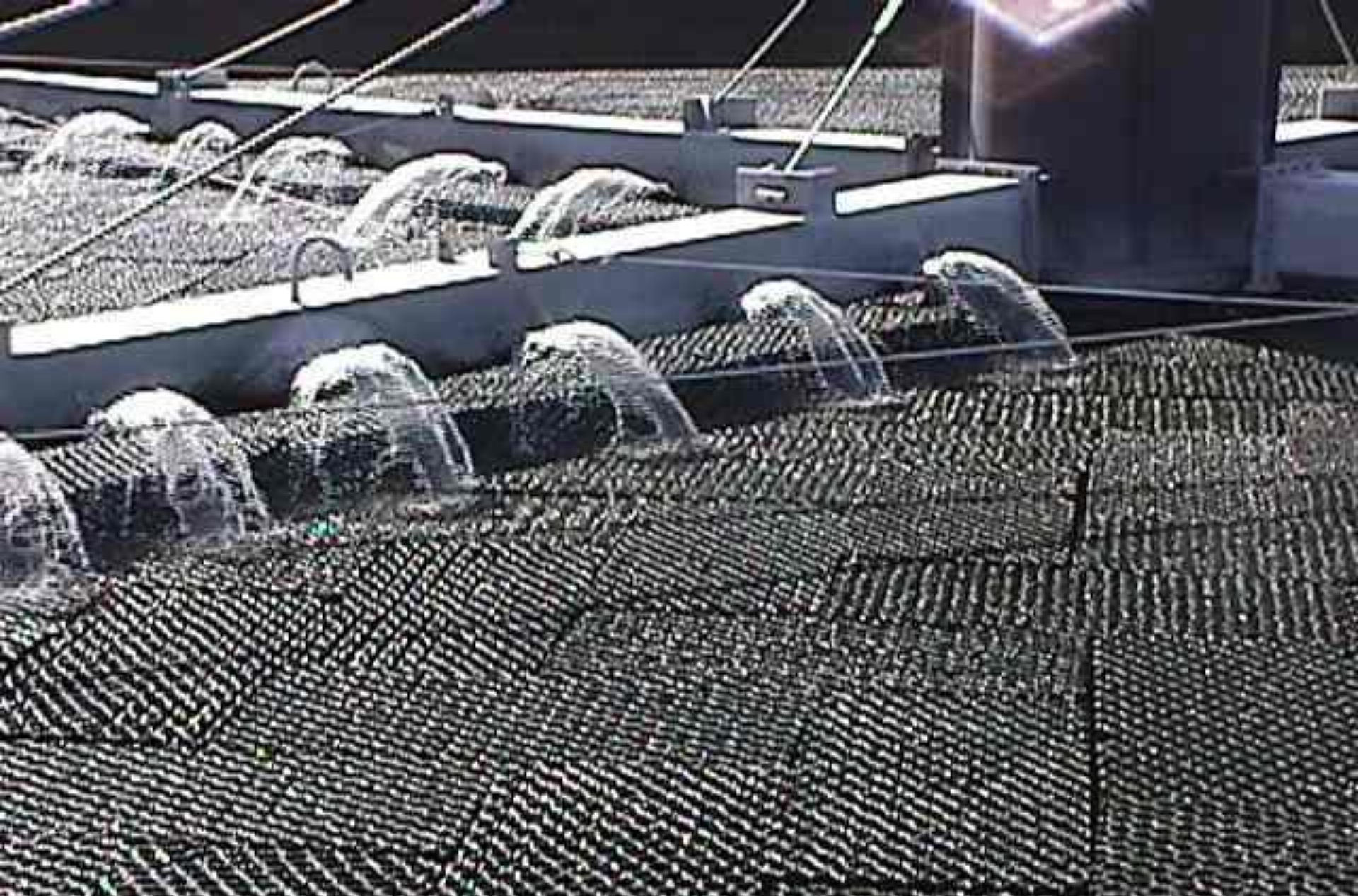




Radialny osadnik wtórny systemu Dorra



Osadnik wtórny



Polimerowe wypełnienie złoża biologicznego

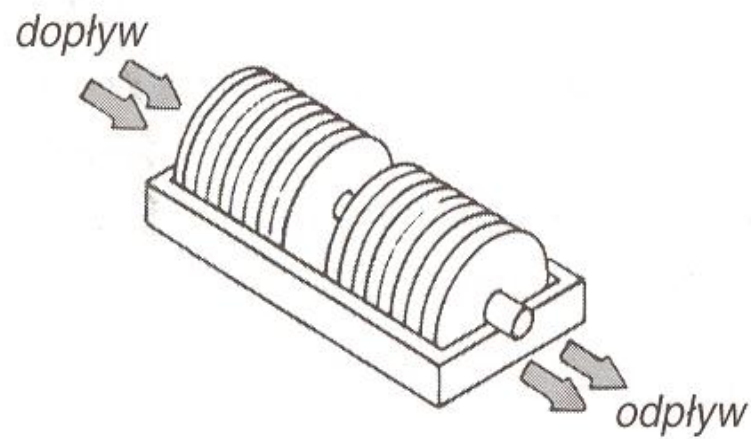


Polimerowe wypełnienie złoża biologicznego

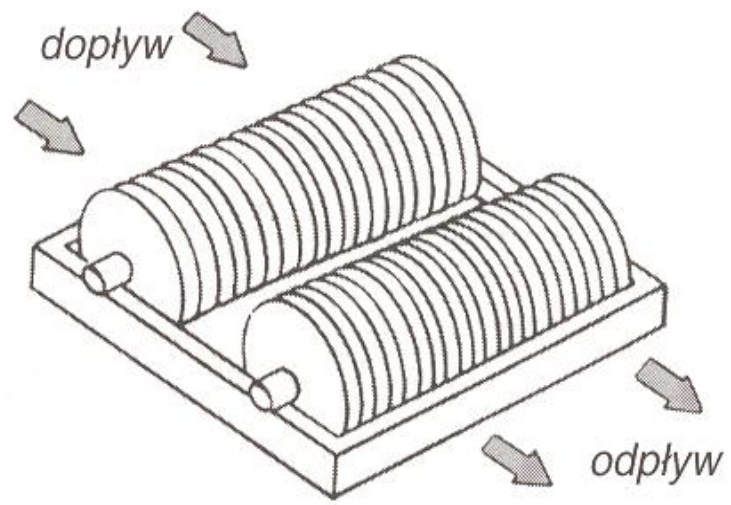
Składowisko osadu nadmiernego, USA



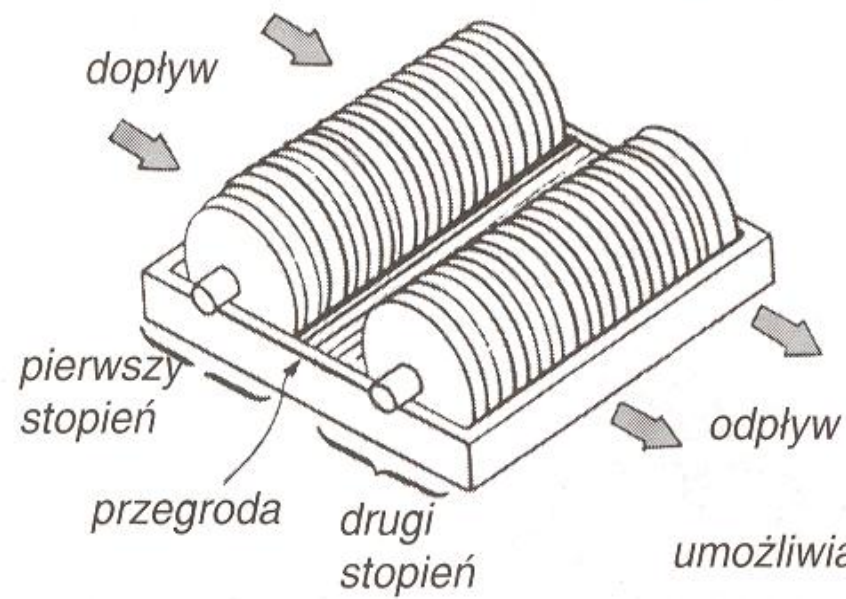
Rys. 4.37. Schemat układu złożeń tarczowych



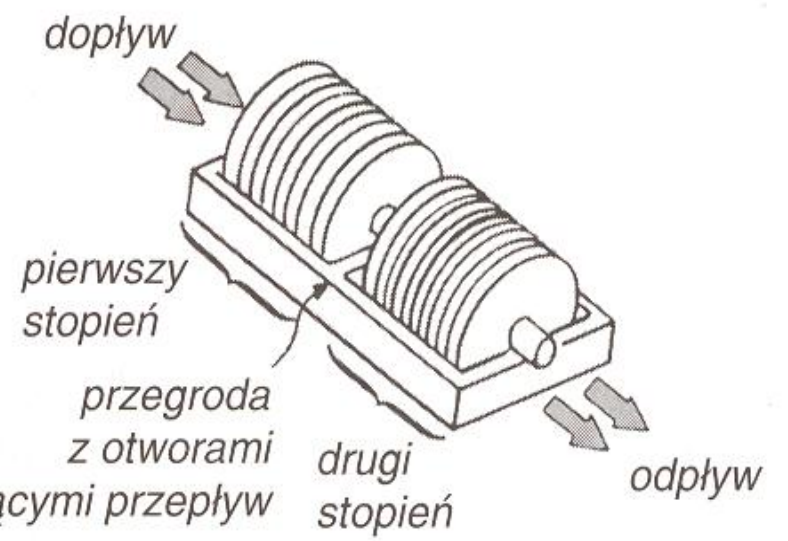
zamiana dwustopniowego złożeń na jedno-stopniowe poprzez usunięcie przegrody



dwa złożeń pracujące jako jeden stopień

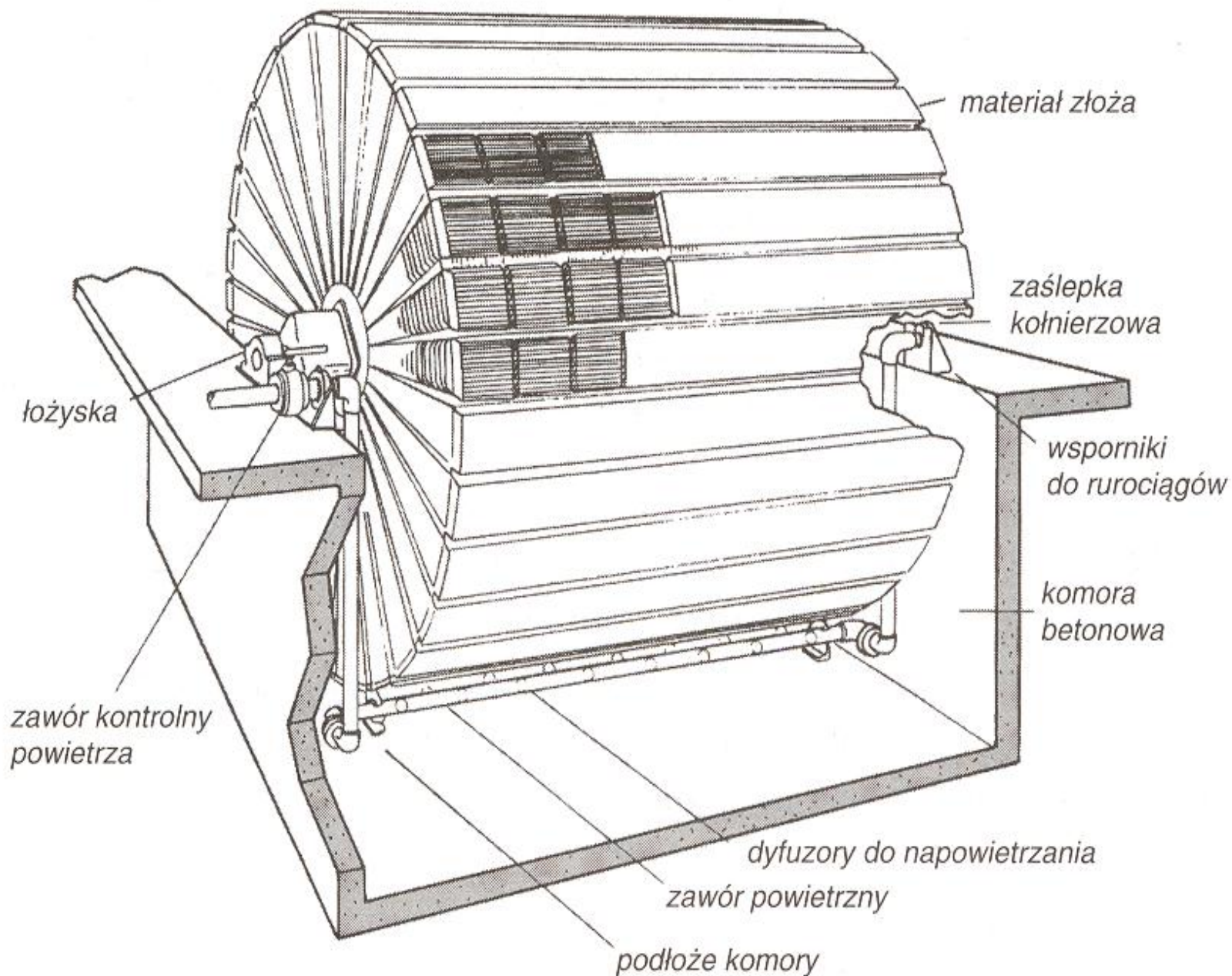


dwustopniowe złożeń utworzone poprzez zamontowanie przegrody

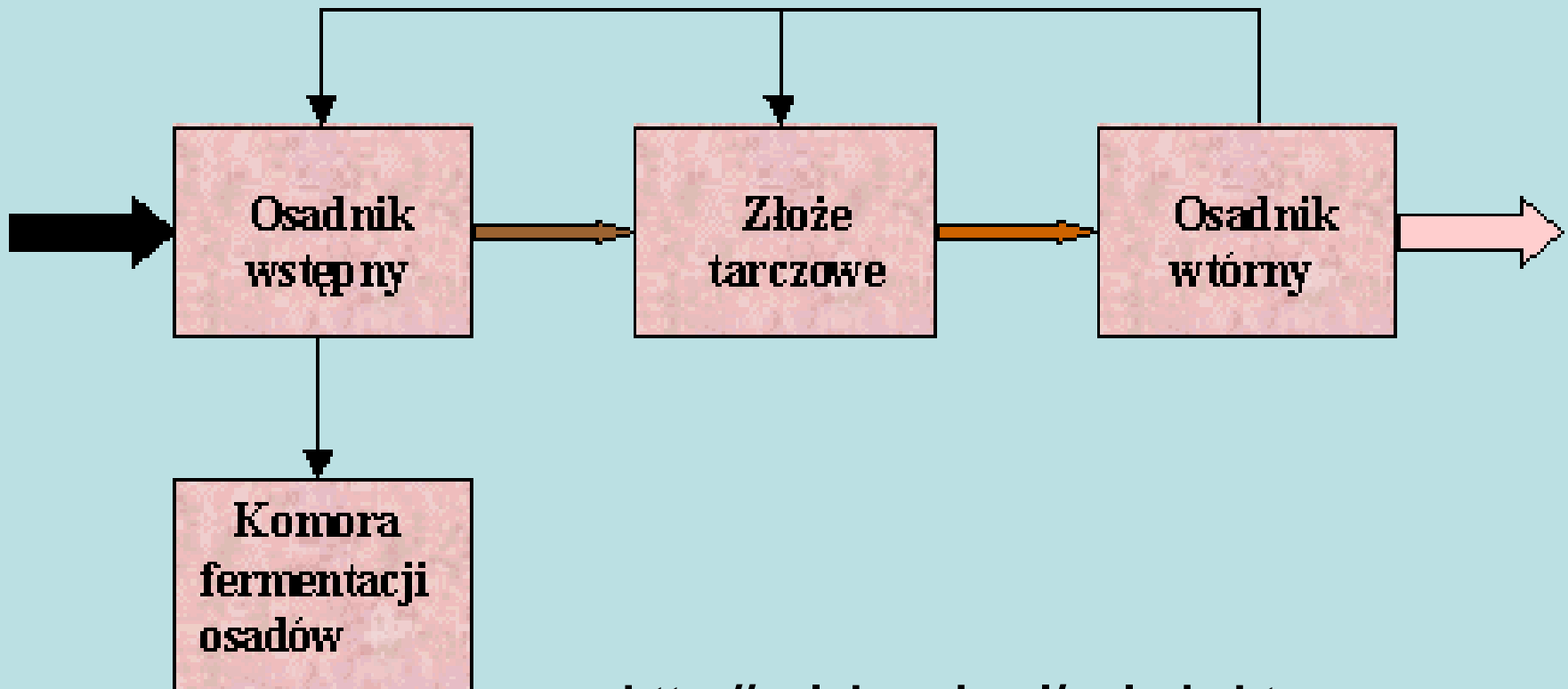


dwustopniowe złożeń w jednej komorze

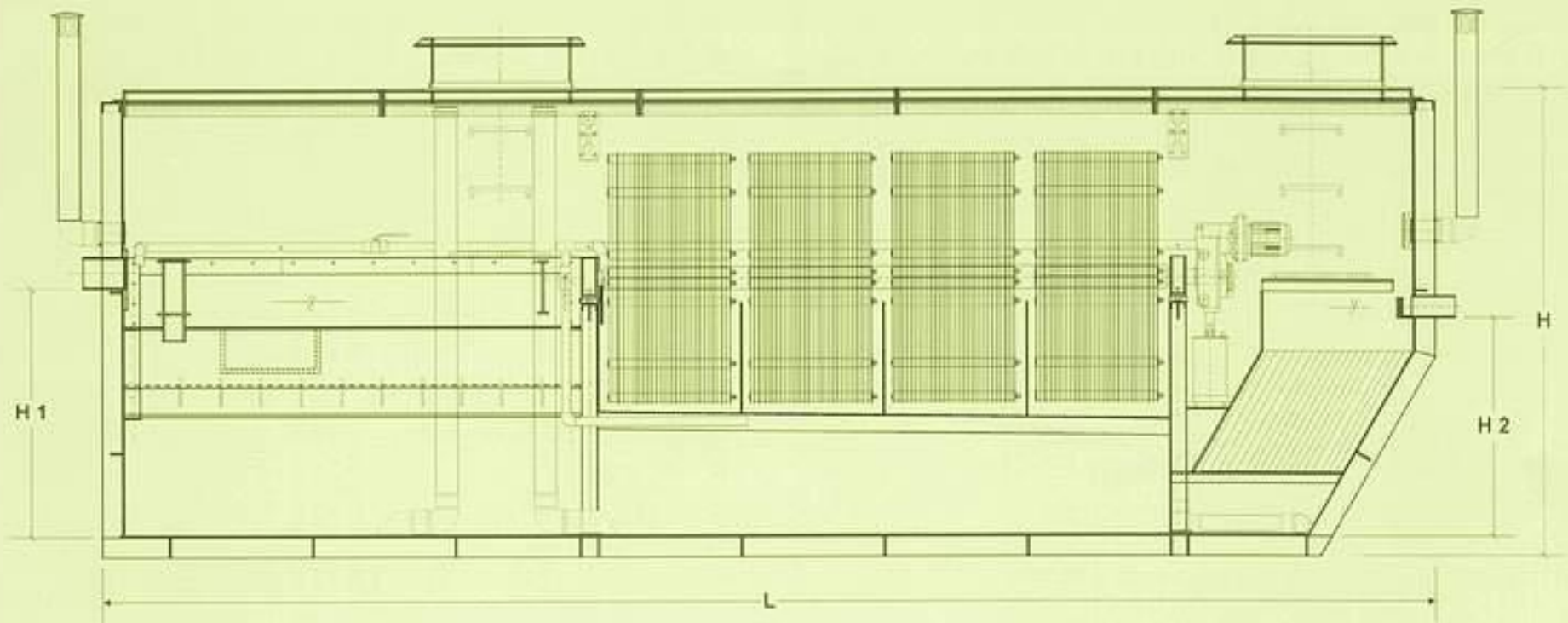
Rys. 4.38. Główne elementy budowy złoża tarczowego obrotowego



**Schemat blokowy oczyszczalni
kontenerowej BD-Polaris
wyposażonej w złoża
tarczowe**

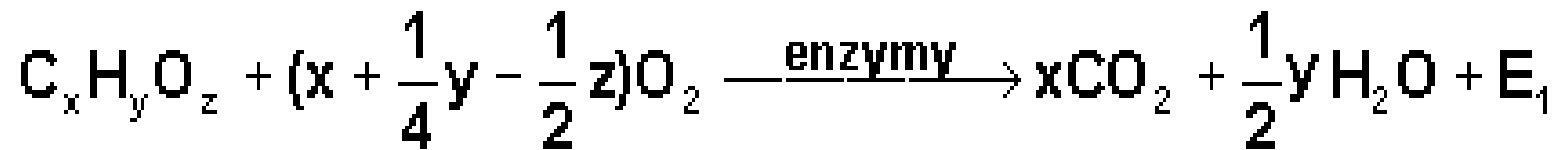


<http://galeko.win.pl/polaris.htm>

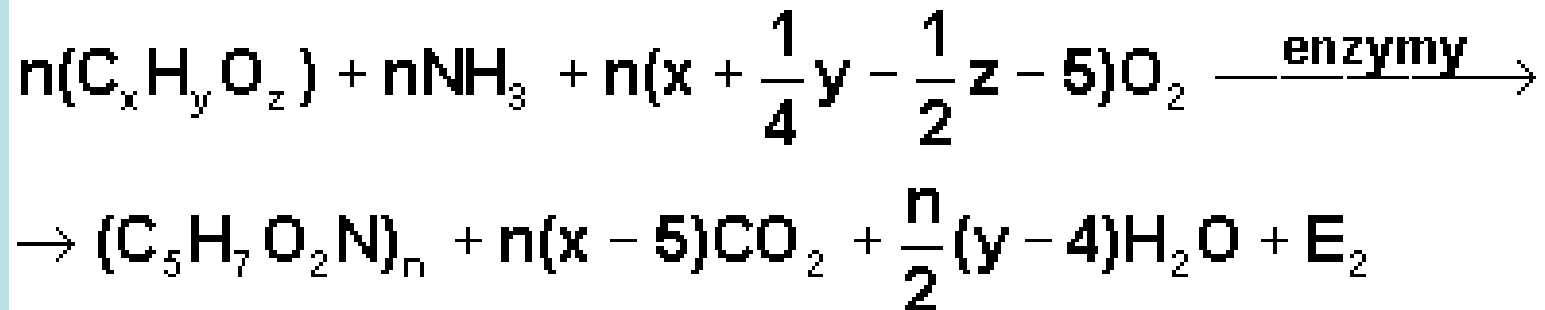


<i>Parametr ścieków</i>	<i>Uzyskana wartość poniżej:</i>
Zawiesina	15 g/m ³
BZT5	20 g/m ³
ChZT	120 g/m ³
Azot ogólny	30 g/m ³
Fosfor ogólny	5 g/m ³

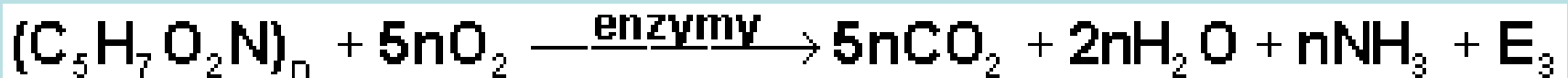
Utlenianie biochemiczne (bezpośrednie)

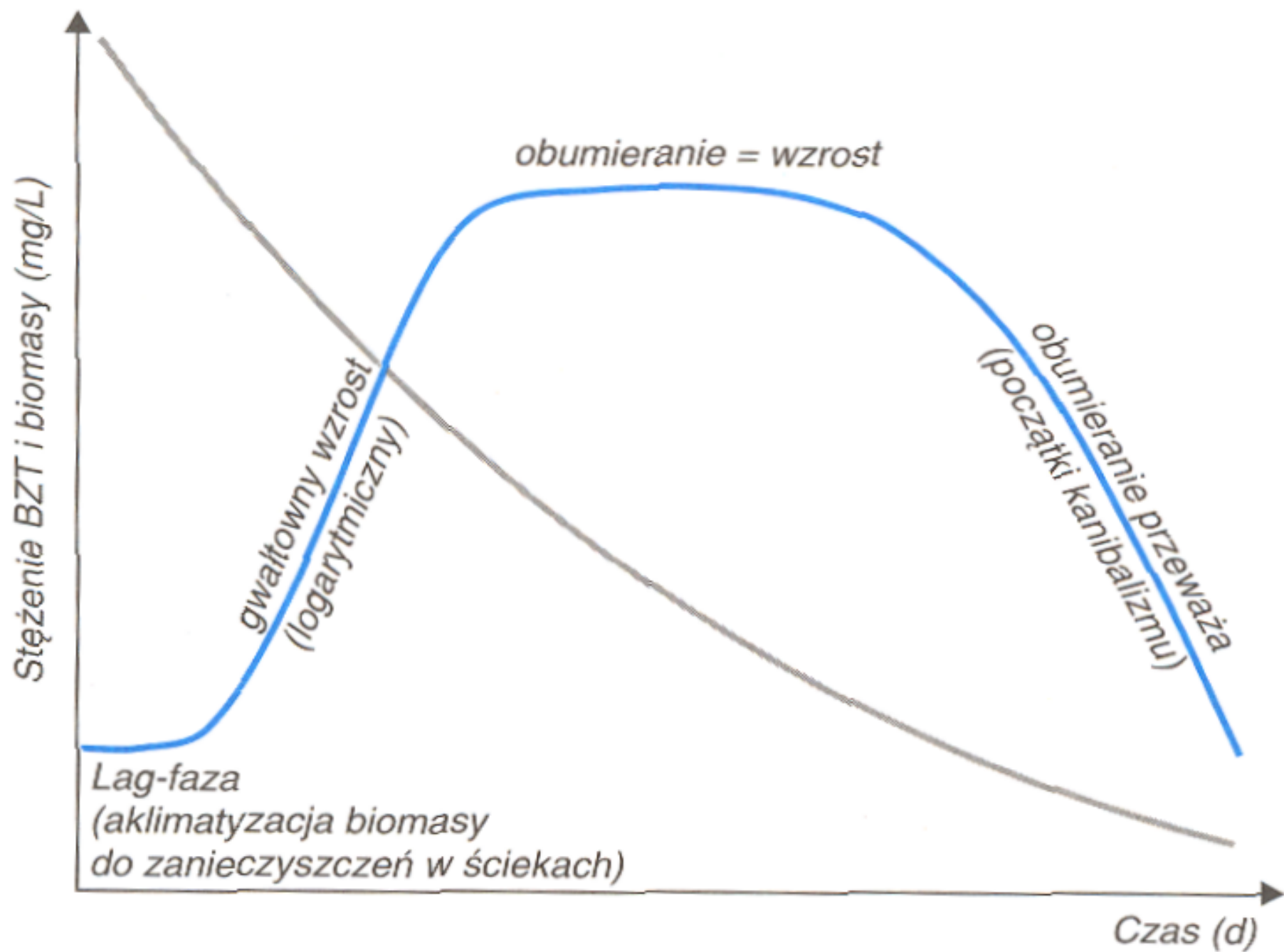


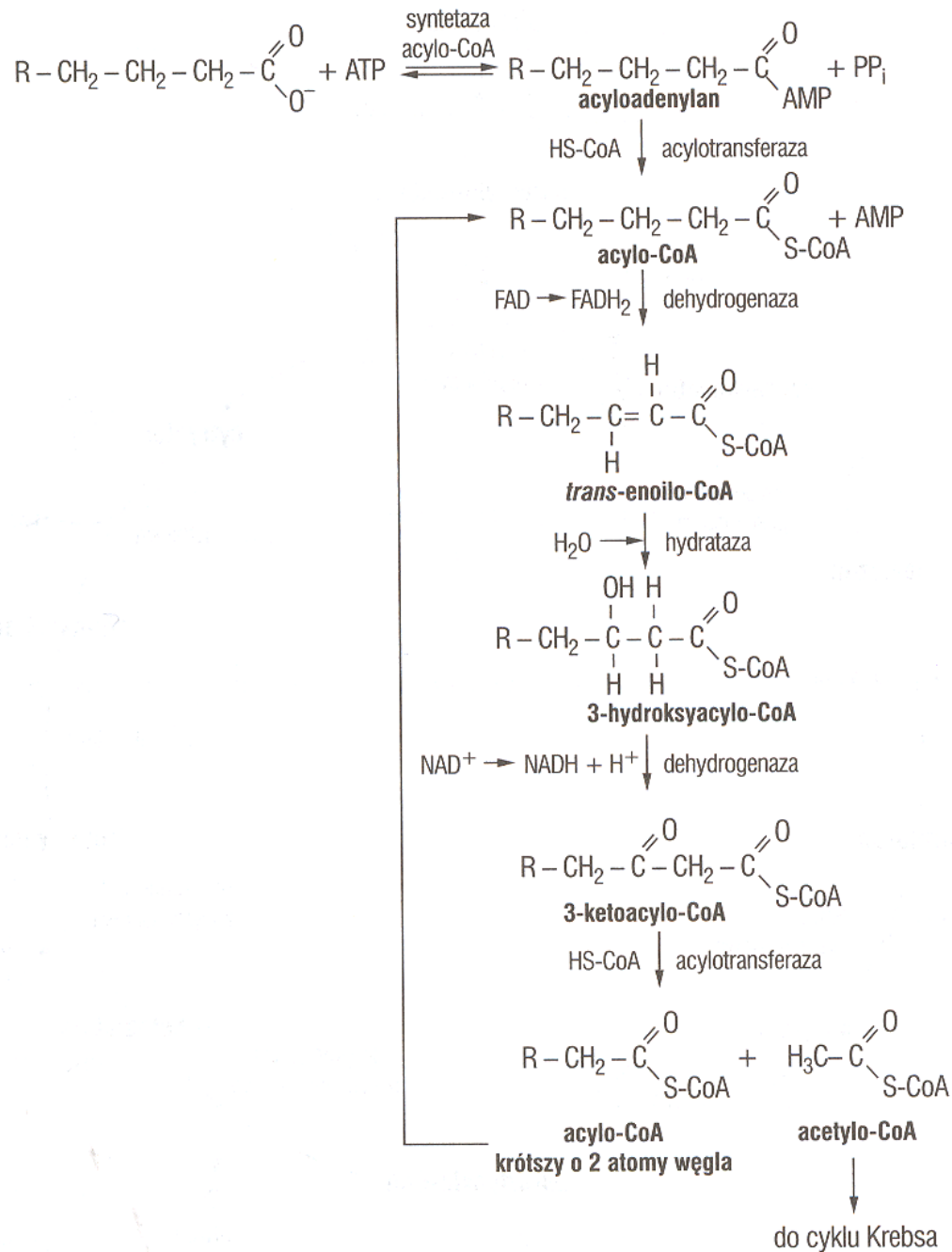
Reakcja asymilacji (synteza nowych komórek)



Utlenianie uprzednio zsyntezowanej substancji komórkowej (respiracja endogenna)

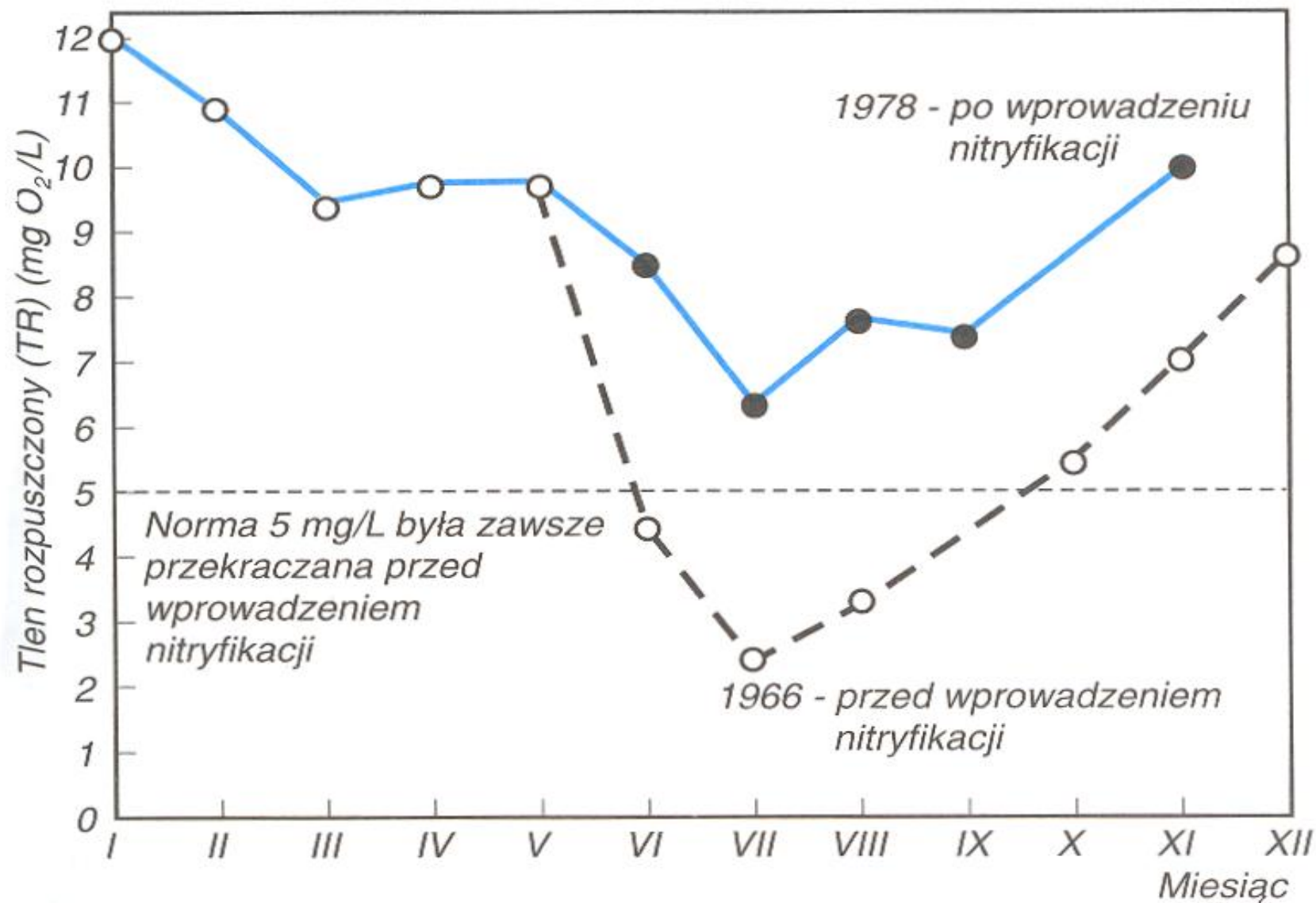




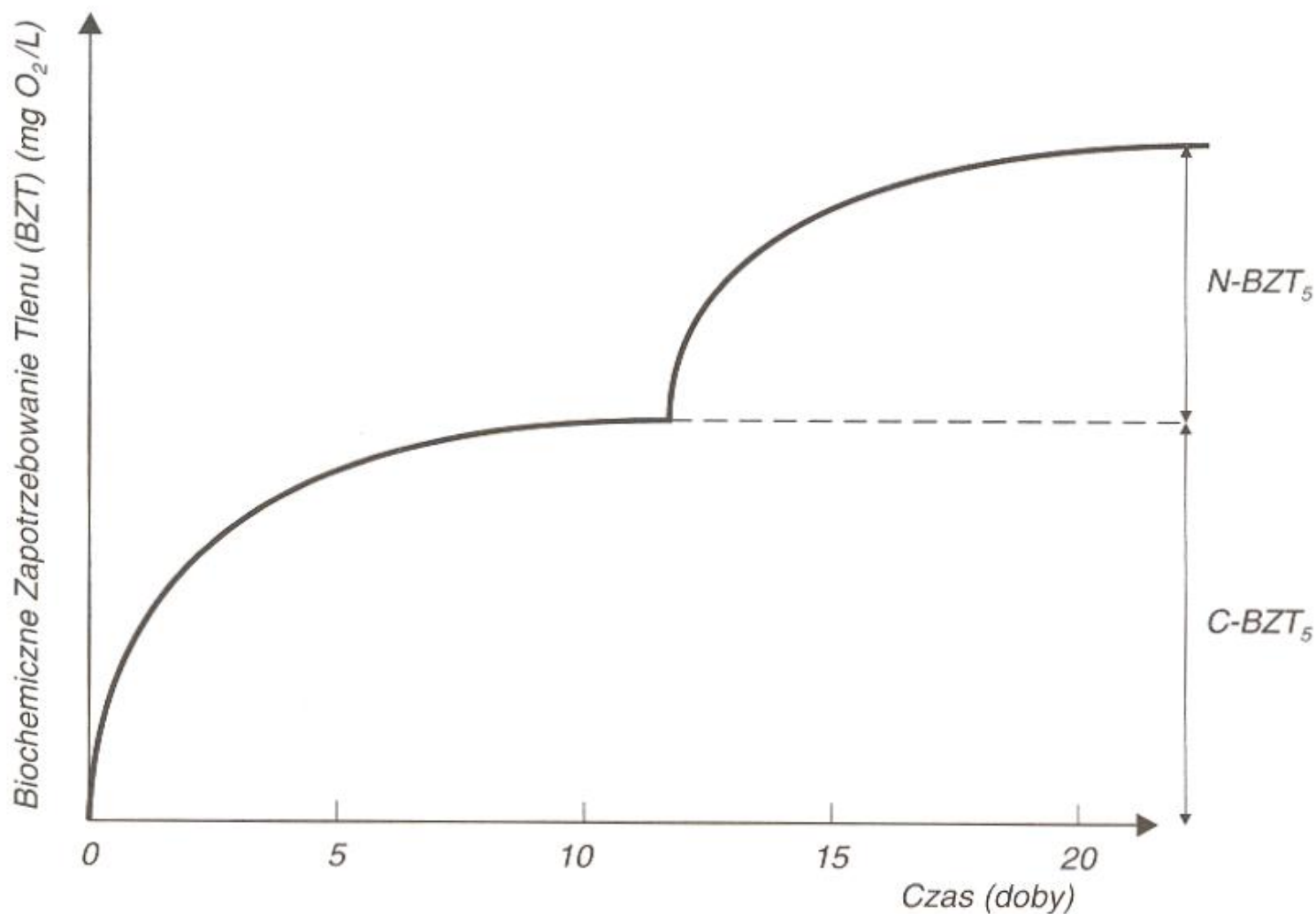


Rys. 2.7. Schemat β -oksydacji kwasu tłuszczowego

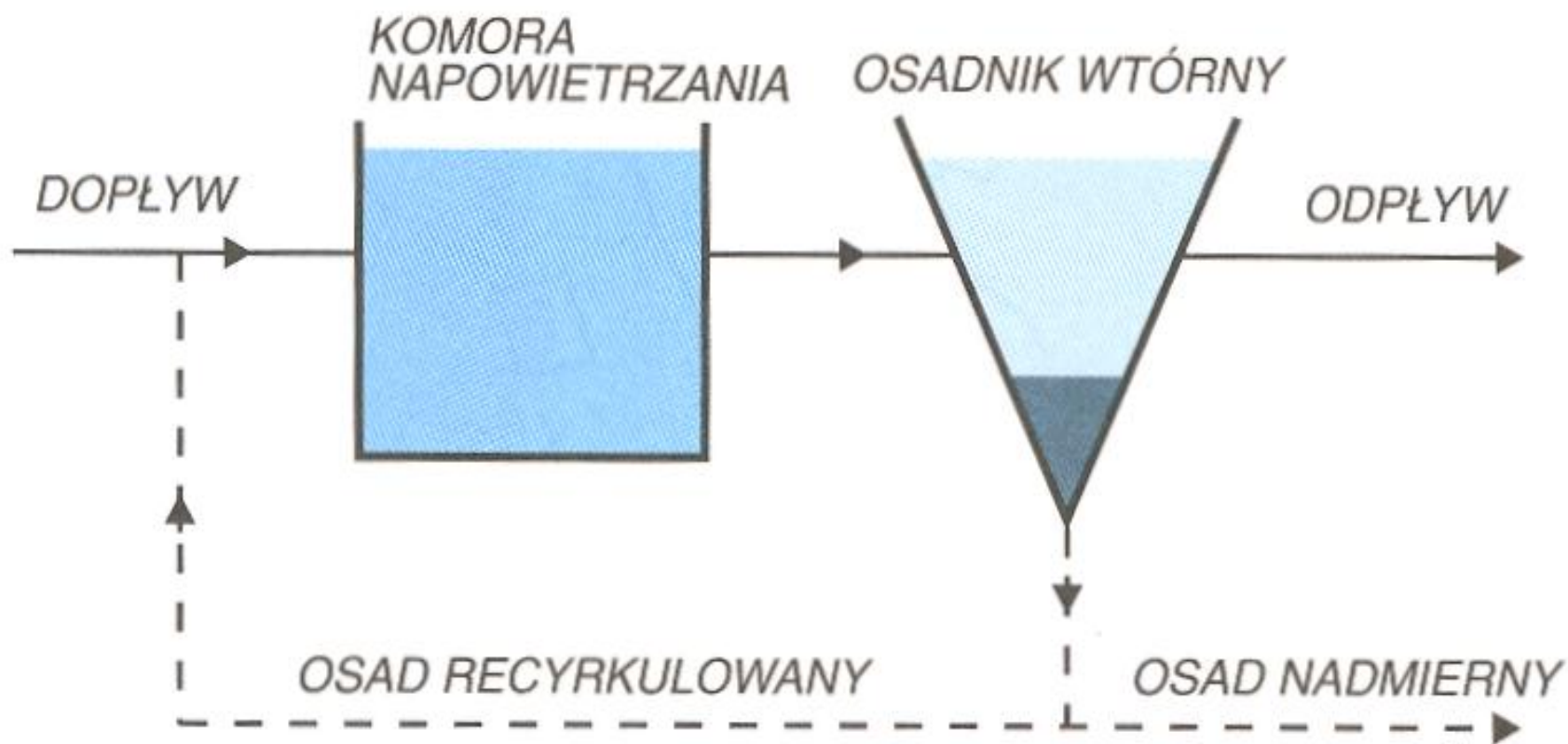
Rys. 5.1. Wpływ wprowadzenia w 1978 roku nityfikacji w oczyszczalni Laurel Parkway na stężenie tlenu w rzece Patuxent (wg US EPA, 1984)



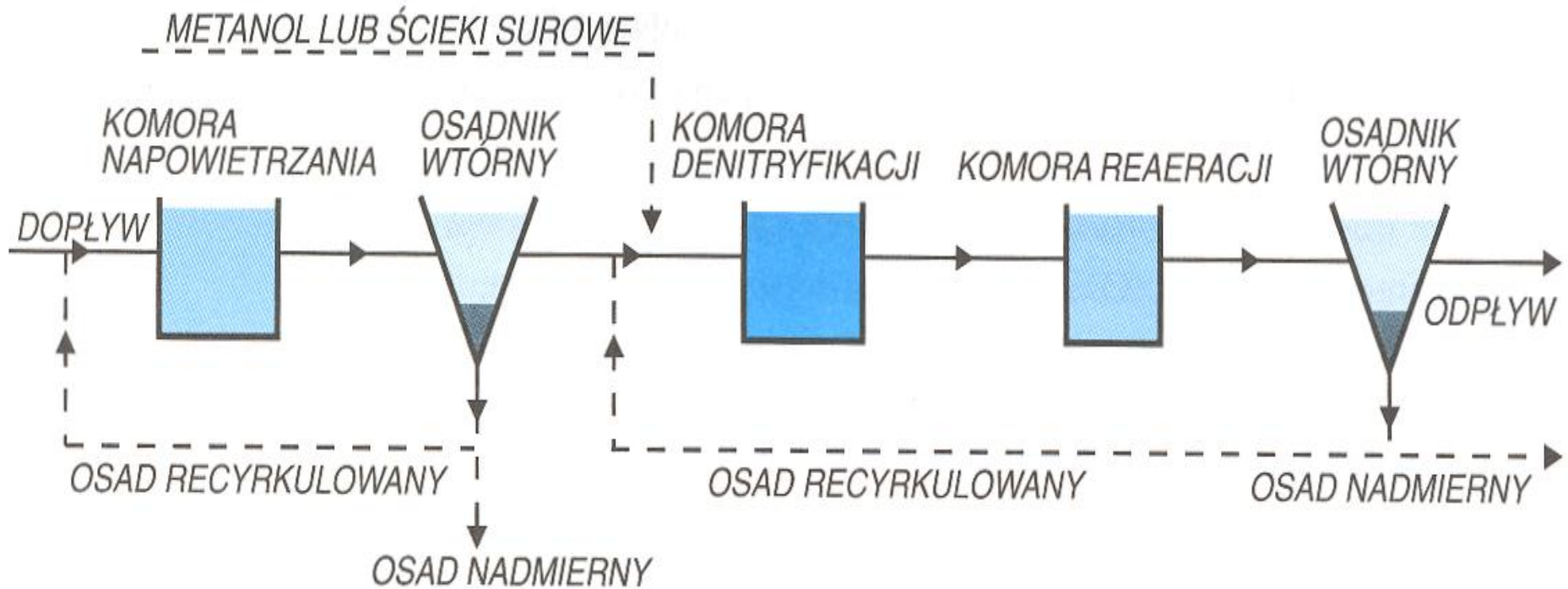
Rys. 5.2. Biologiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT) pochodzi od dwóch składników: węglowego, czyli C-BZT oraz azotowego, czyli N-BZT. W ściekach z konwencjonalnej oczyszczalni biologicznej N-BZT może być wiele razy wyższe niż C-BZT₅ odpływu



Rys. 5.5. *Klasyczny osad czynny niskoobciążony*

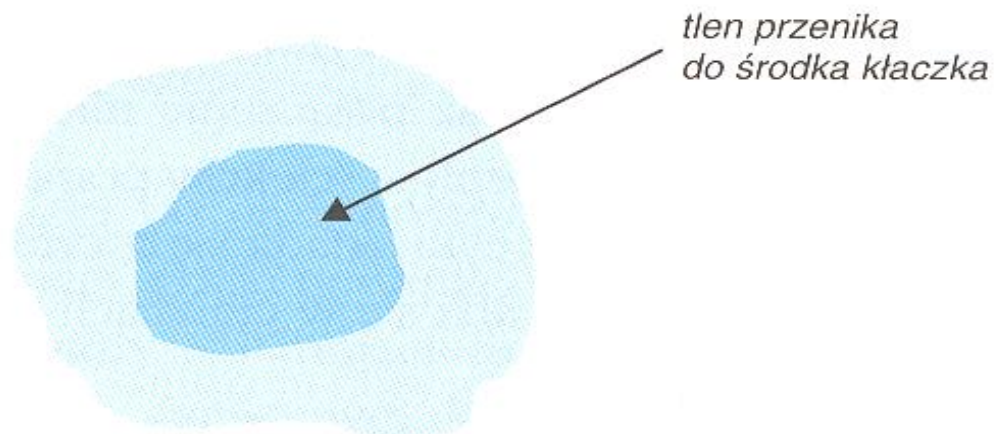


Rys. 5.7. Układ z wydzieloną denitryfikacją



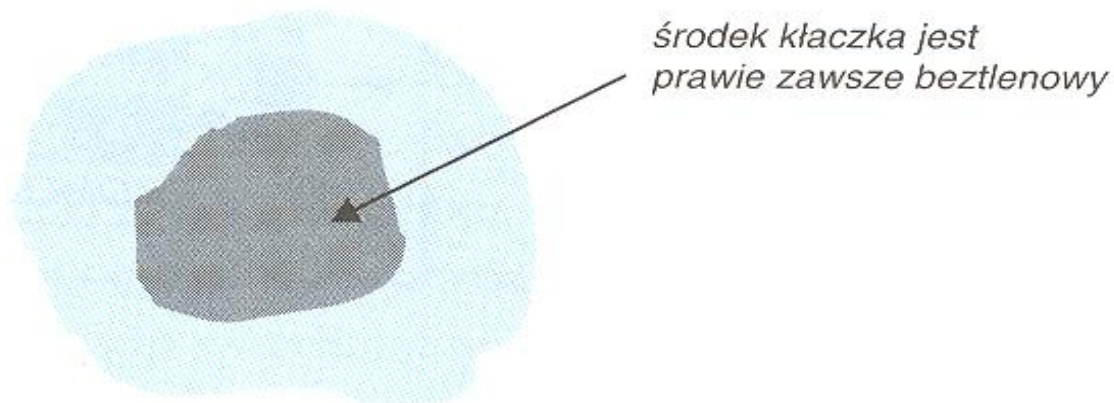
Rys. 5.9. Wpływ stężenia tlenu na procesy zachodzące w osadzie czynnym. Kłaczek osadu czynnego w powiększeniu

DUŻA ZAWARTOŚĆ TLENU W ŚCIEKACH



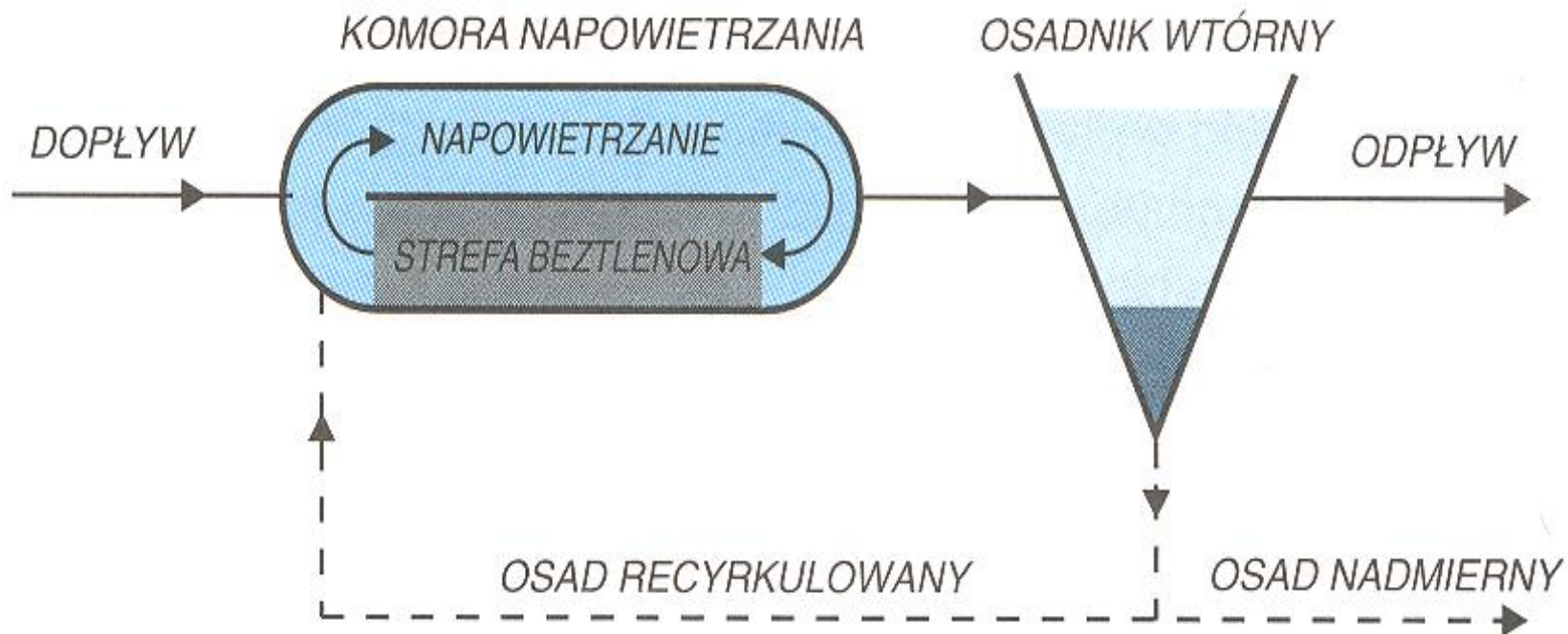
cały kłaczek jest natleniony

*MAŁA ZAWARTOŚĆ TLENU W ŚCIEKACH
LUB WARUNKI ZMIENNE TLENOWO*



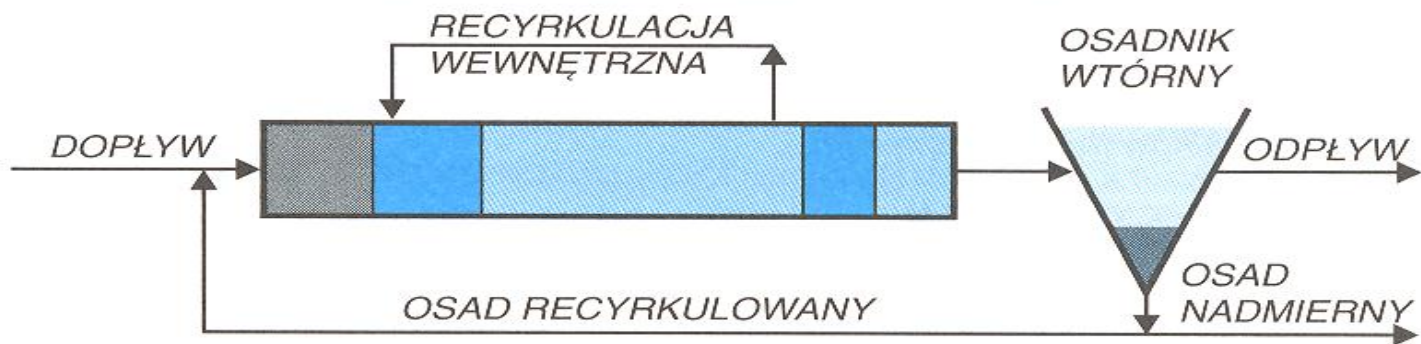
może zachodzić symultaniczna denitryfikacja

Rys. 5.10. Usuwanie azotu w rowie cyrkulacyjnym



Rys. 5.12. Różne rozwiązania procesu Bardenpho

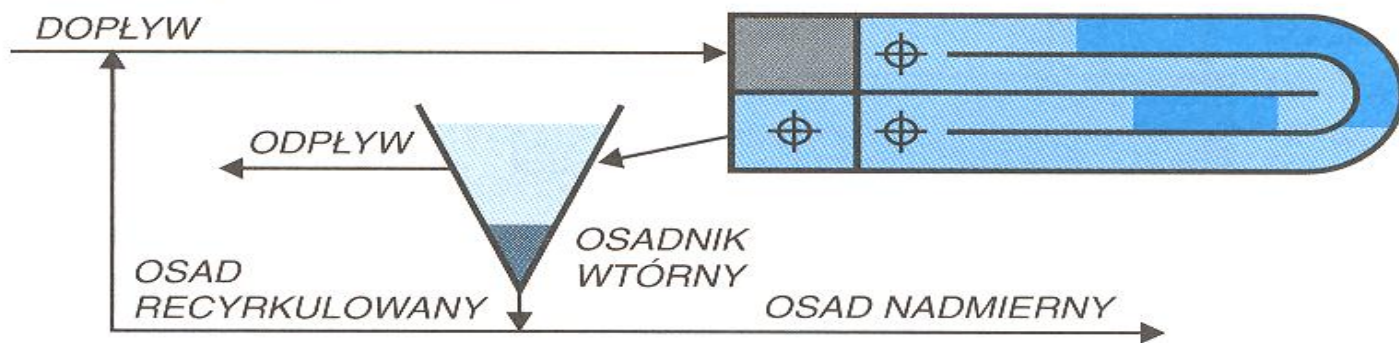
a) 5-stopniowy, dla uzyskania w odpływie azotu ogólnego poniżej 5 mg N/L



b) 3-stopniowy



c) karuzelowy, wielostopniowy



Strefa beztlenowa

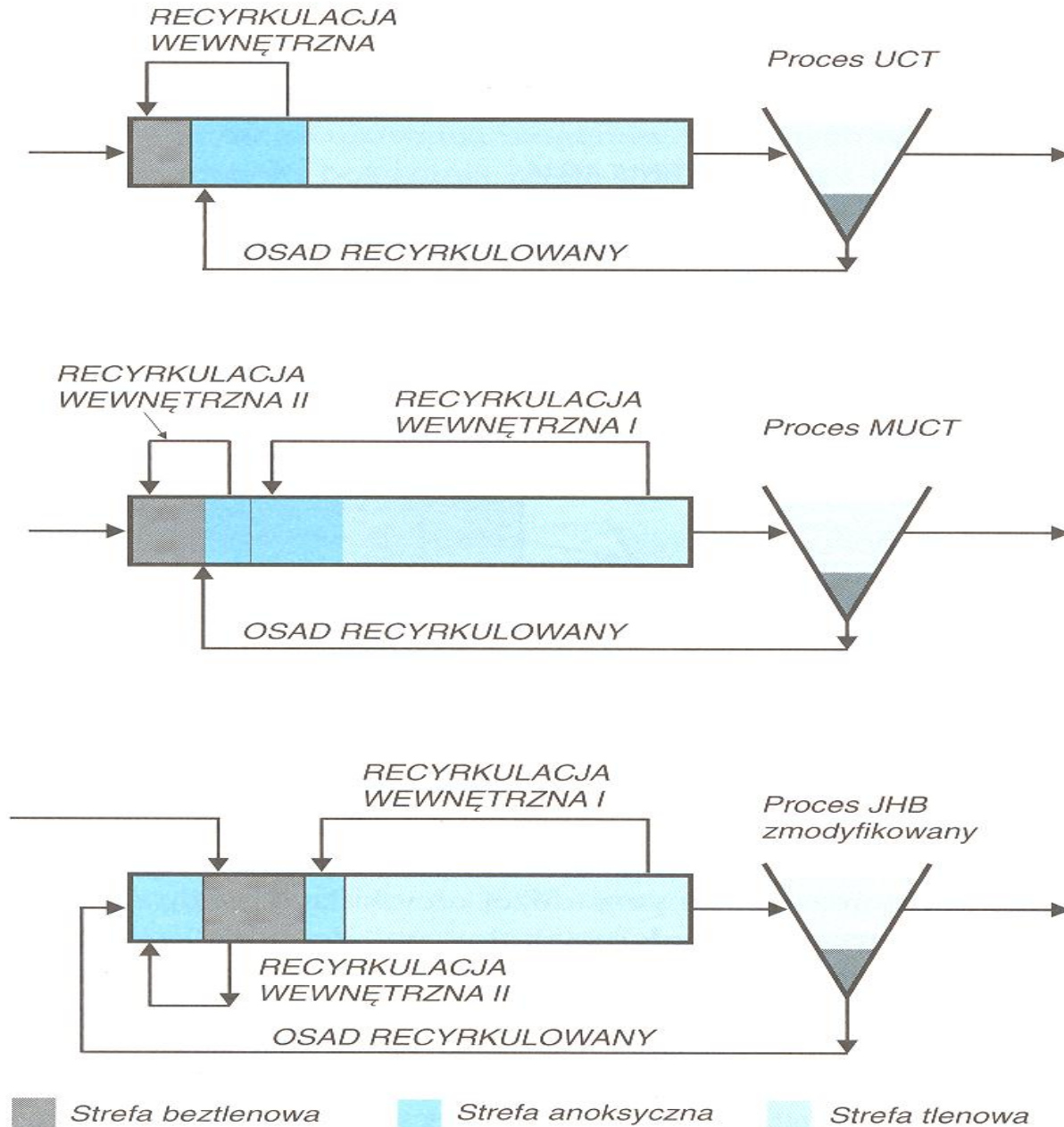


Strefa anoksyczna

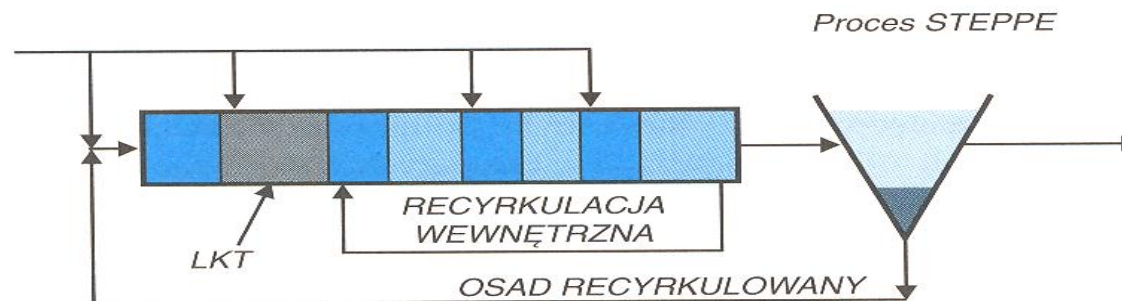
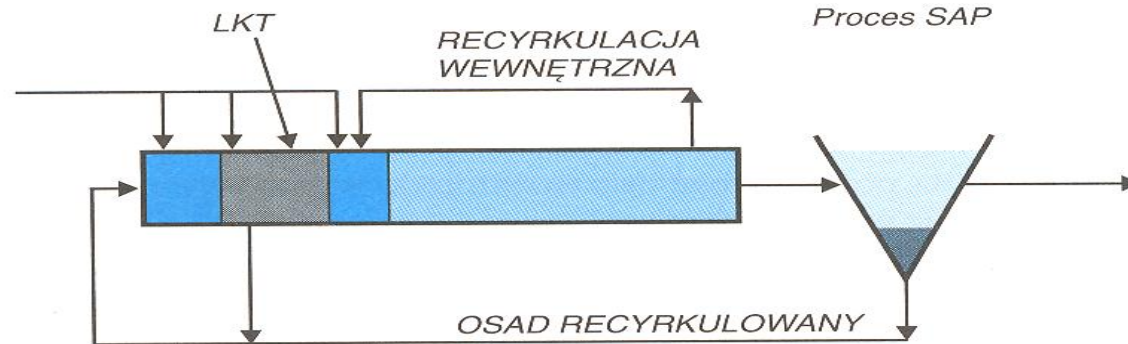
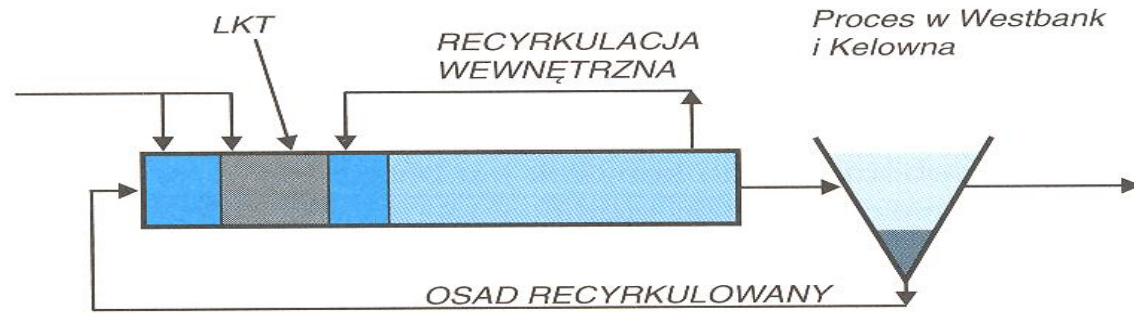


Strefa tlenowa

Rys. 5.13. Różne rozwiązania procesu ze wstępną denitryfikacją w celu poprawy usuwania azotanów z komory beztlenowej, jak i zmniejszenia azotu całkowitego w odpływie



Rys. 5.14. Trzy procesy wielofazowe z dodatkiem kwasów lotnych (LKT) wprost do komory defosfatacji. Proces STEPPE zapewnia utrzymanie większej masy osadu czynnego do nityfikacji w warunkach zimowych (wg Barnard, 1995)



Strefa beztlenowa
 Strefa anoksyczna
 Strefa tlenowa



Komory napowietrzania w oczyszczalni w Tarnobrzegu

Komory napowietrzania w oczyszczalni w Tarnobrzegu





Ruszt napowietrzający w oczyszczalni ścieków w Szubinie



Warriewood STP, Diffused Aeration System



Różne systemy napowietrzania

Lara Wastewater Treatment Plant, Turkey



Osadnik wtórny w oczyszczalni Mrocza





Osadnik wtórny w oczyszczalni Zatorze

**Kanał awaryjnego zrzutu ścieków,
oczyszczalnia Szczecin - Zdroje**

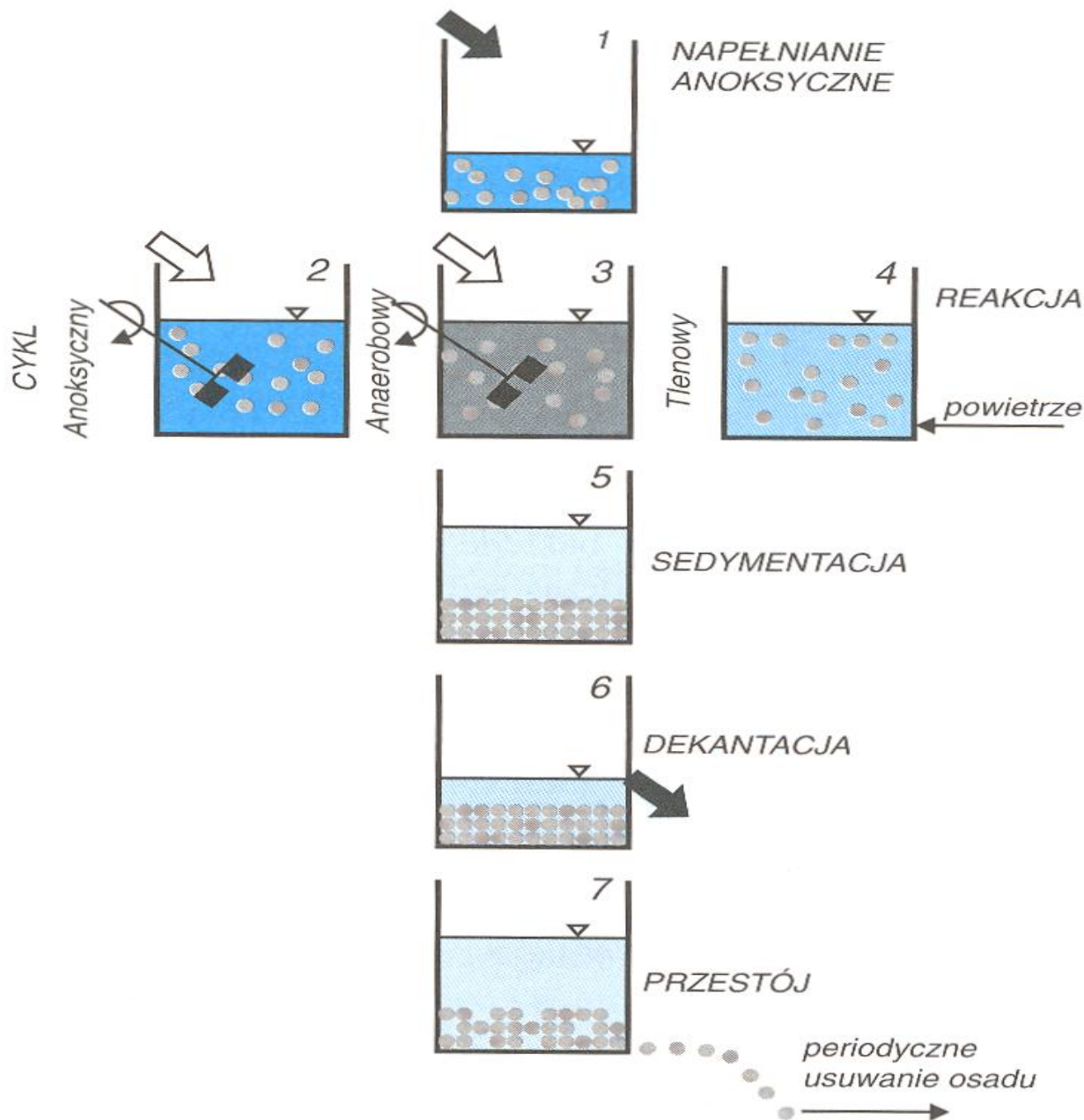


AUG 28 2007

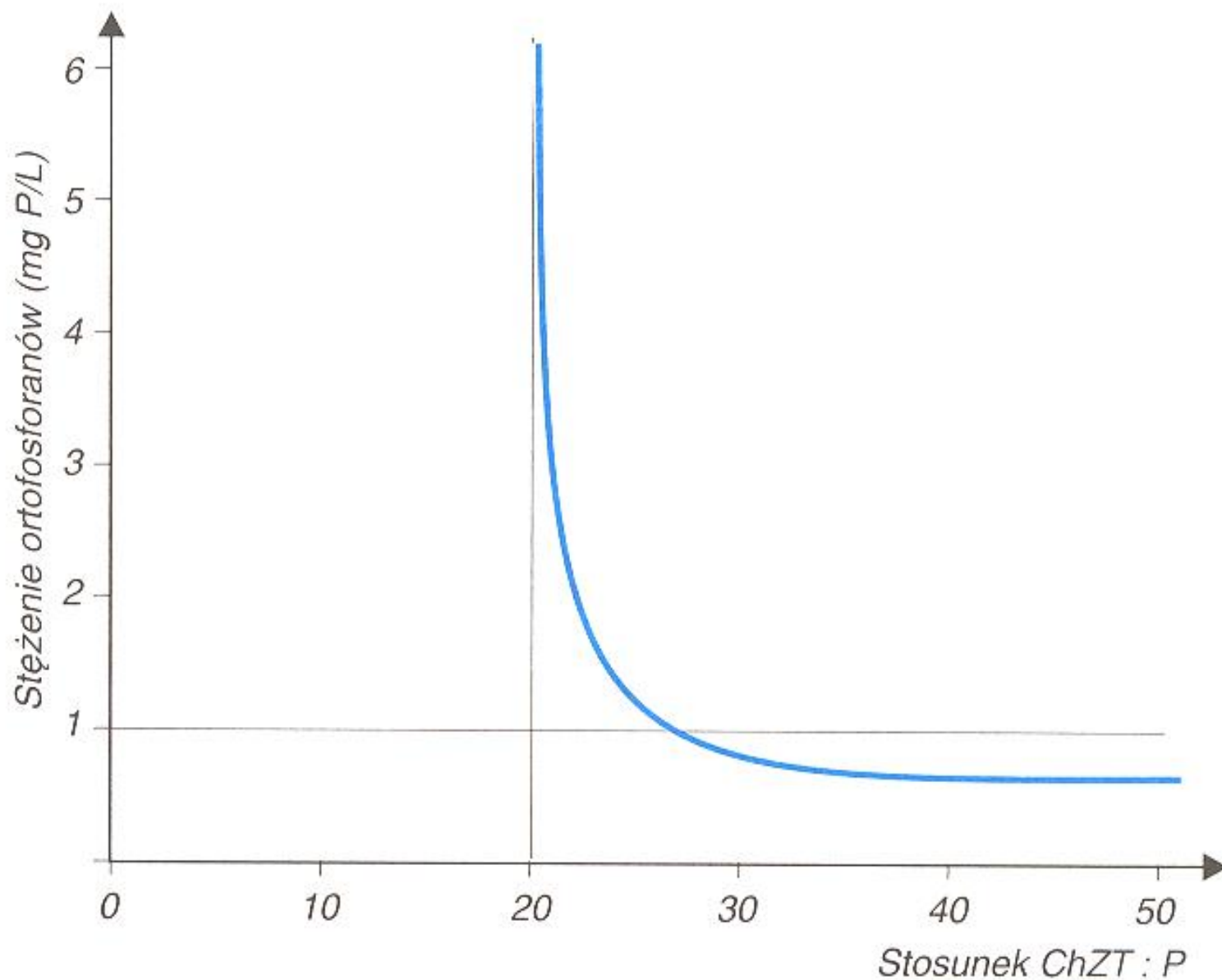
Zbiornik siarczanu żelaza (Pix) w oczyszczalni Mrocza



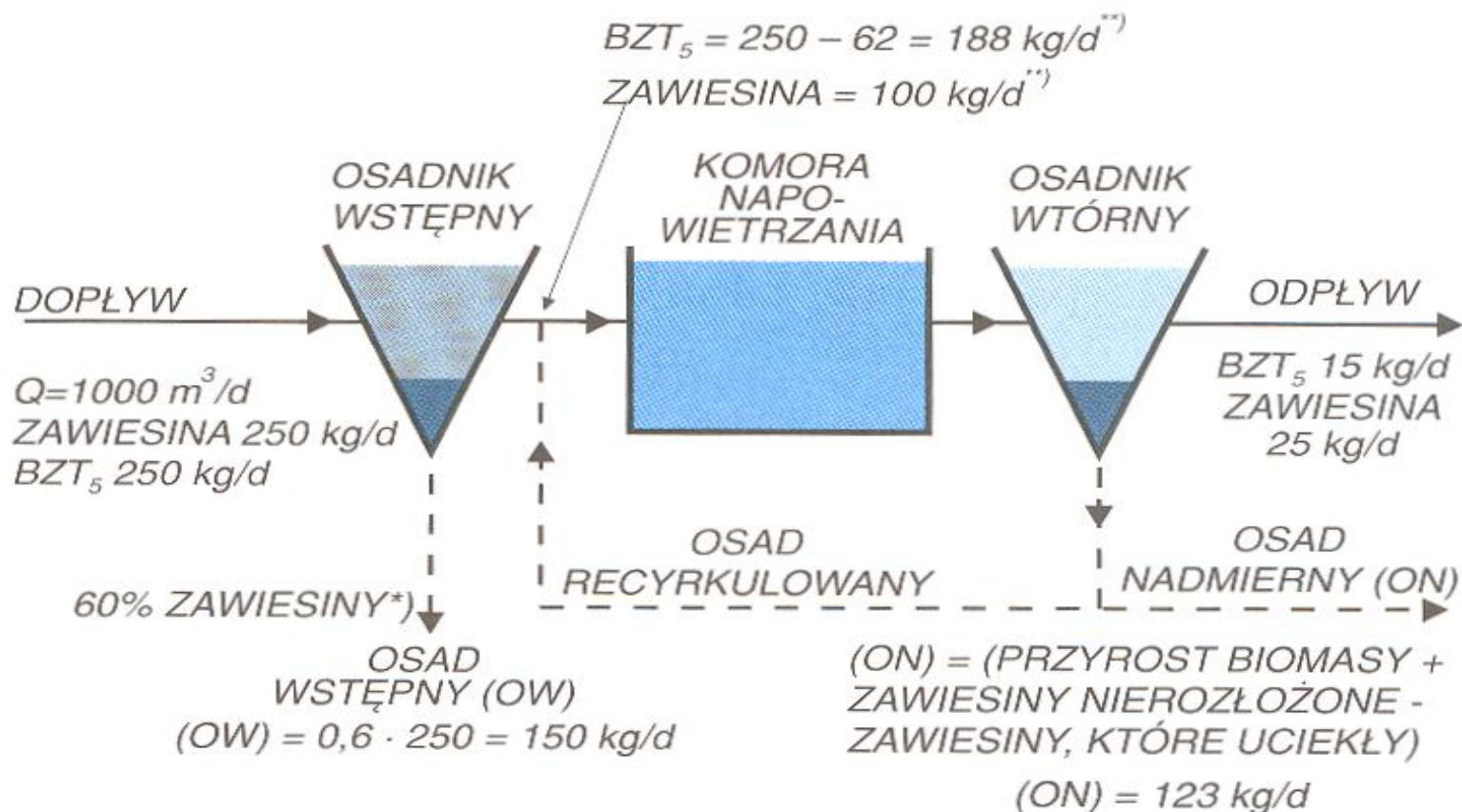
Rys. 5.15. Usuwanie związków biogenych w reaktorach sekwencyjnych (SBR)



Rys. 5.22. Przykład zależności usuwania fosforu od stosunku ChZT:P_c



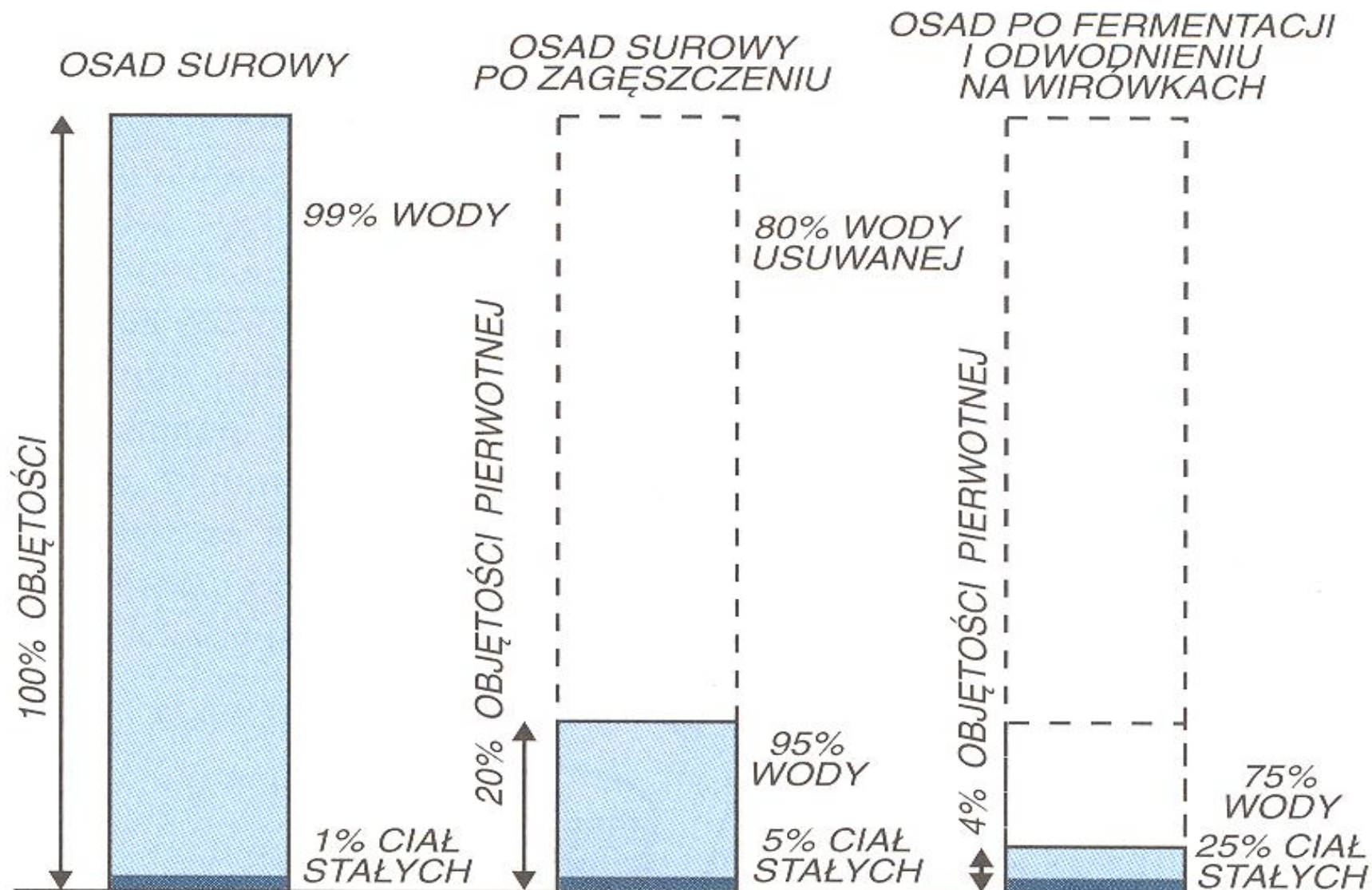
Rys. 6.1. Przykład bardzo szacunkowego bilansu masy osadu w oczyszczalni ścieków



*) W zawieszynie jest zawarte zwykle około 25% całkowitego BZT₅ ze ścieków surowych. Stąd z osadem wstępnym BZT₅ usuniemy 62 kg/d. Jest to część zawiesziny i adsorbowane na jej powierzchni związki.

***) Większa część rozkładalnej zawiesziny jest wyrażona w BZT₅. Do osadu nadmiernego należy więc włączyć tylko część mineralną i biologicznie nierozkładalną część organiczną.

Rys. 6.6. Zmiana masy, uwodnienia i objętości osadów w procesach stabilizacji



Rys. 6.2. Dwie możliwości przeróbki osadów ściekowych

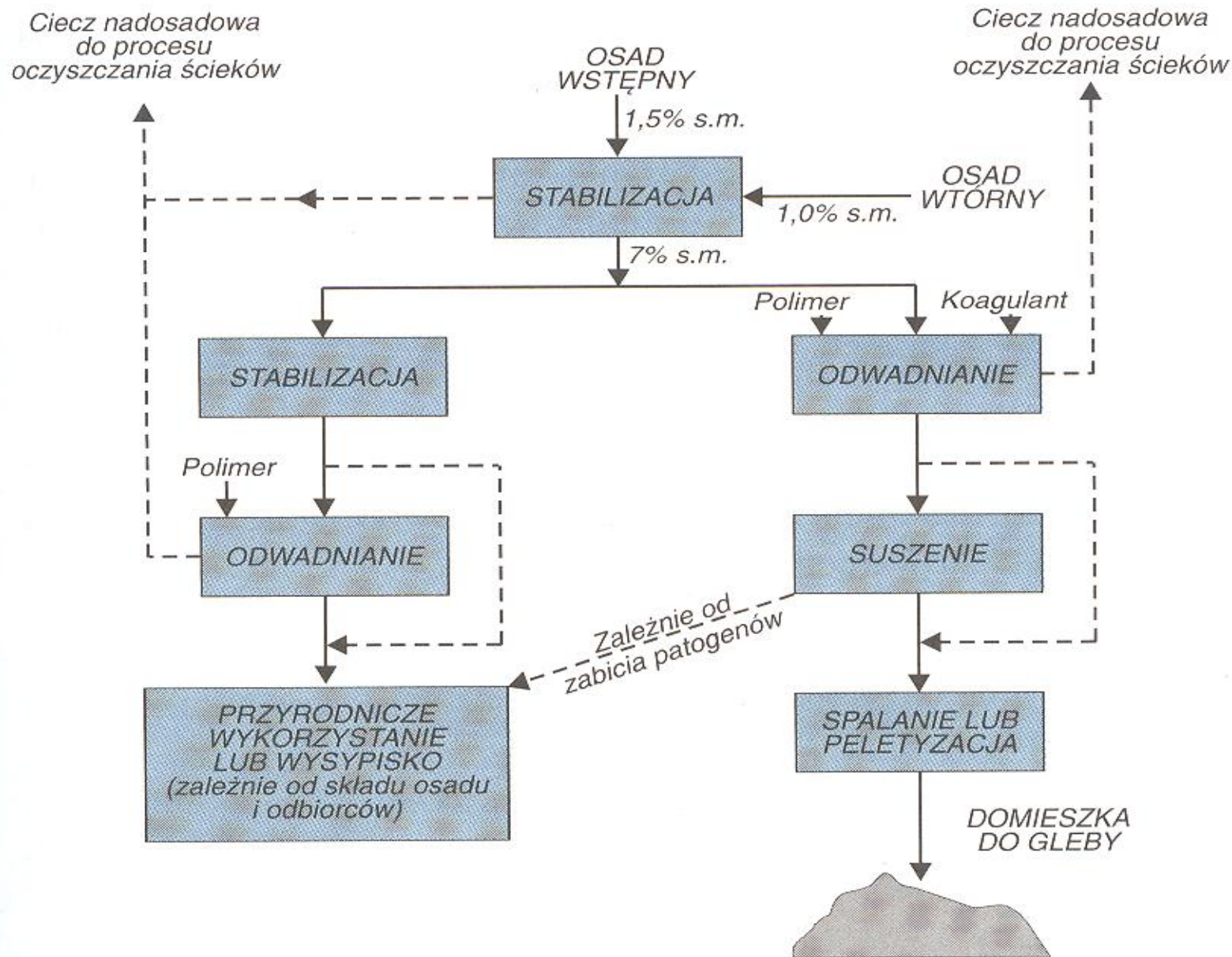


Tabela 6.2. Charakterystyka „typowych” *) osadów (dane wg Vesilind & Peirce, 1990; Metcalf & Eddy, 1990)

Rodzaj osadu	stężenie osadu		Zawartość zw. org. w suchej masie	Lepkość plastyczna	Zawartość		
	g/m ³	% s.m.			% smo	Azotu	Fosforu
			% N	% P ₂ O ₅		% K ₂ O	
woda	–	–	–	0,01	–	–	–
surowy wstępny	60 000	6	60	0,3	2,5	1,5	0,4
zmieszany (wstępny + biologiczny), przeferment.	80 000	8	40	0,9	4,0	1,4	0,2
nadmierny – czynny	15 000	1,5	70	0,06	4,0	3,0	0,5
po strącaniu glinem	20 000	40	–	–	2,0	2,0	–
po strącaniu wapnem	200 000	18	–	–	2,0	3,0	–

*) Naprawdę to nie ma „typowych” osadów – każdy osad jest inny – stąd dane w tabeli są przybliżone, podane dla orientacji.

Rys. 6.7. Schemat zagęszczacza nieprzeptywowego. Proces prowadzony jest porcjowo: dopływ osadu, jego zagęszczanie, spuszczenie wody nadosadowej i zagęszczonych osadów

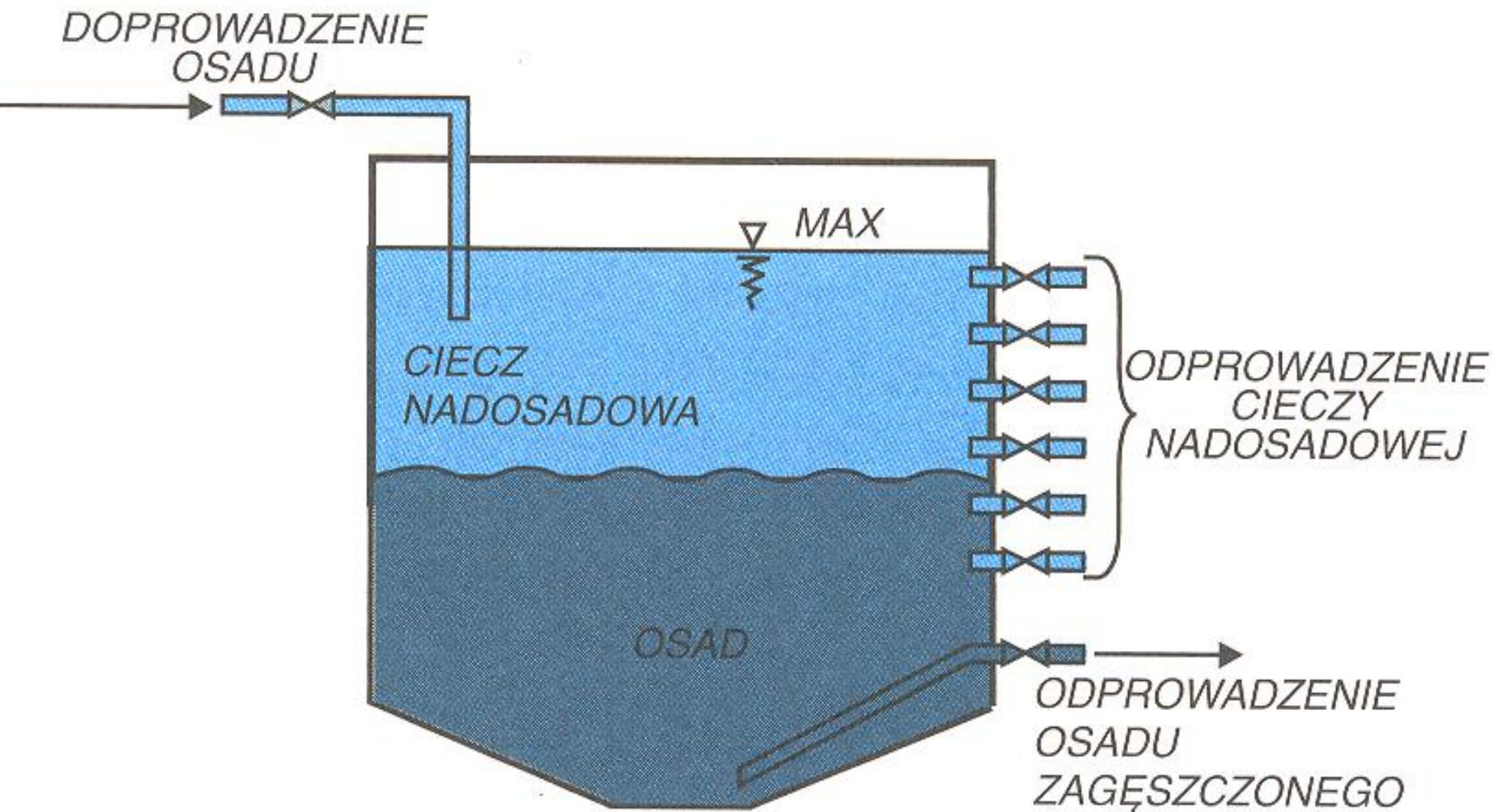


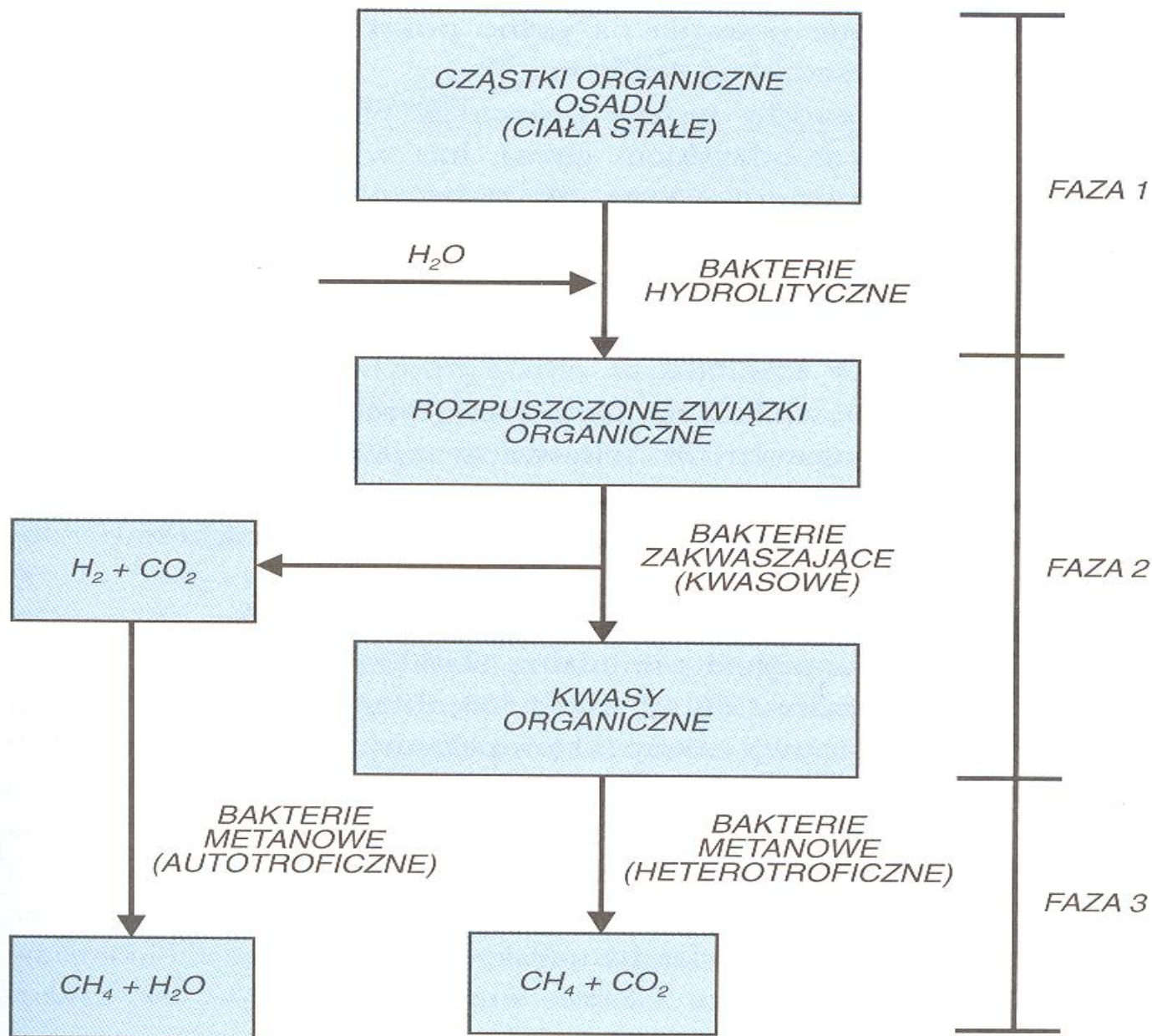
Tabela 6.7. Wyniki zagęszczania osadów w procesie flotacji ciśnieniowej.

Rodzaj osadu	Obciążenie powierzchni	Zawartość ciał stałych w osadzie zagęszczonym	Współczynnik* rozdziału	A/Zo **
	kg s.m./m ² · d	%	%	—
1. Wstępny + KOCZ	96	6,0 ÷ 8,0	88	0,013
2. Wstępny + KOCZ	58	5,0 ÷ 8,0	90 ÷ 95	0,013
3. Wstępny + KOCZ	78	4,8 ÷ 6,7	97	0,013
4. Wstępny + ZB	152	6,0 ÷ 8,0	85	0,013
5. Wstępny + KOCZ (O ₂)	112	6,0 ÷ 8,0	97	0,016
6. Wstępny + KOCZ	152	5,0 ÷ 6,0	85	0,016
7. KOCZ	46 ÷ 70	4,0	95	0,015
8. KOCZ	48	4,0 ÷ 5,0	98	0,030
9. KOCZ + chem.	93	4,5	99	0,018
10. KOCZ (O ₂)	65	5,8	91	0,010
11. KOCZ + chem.	61 ÷ 260	3,5 ÷ 6,5	98	0,030

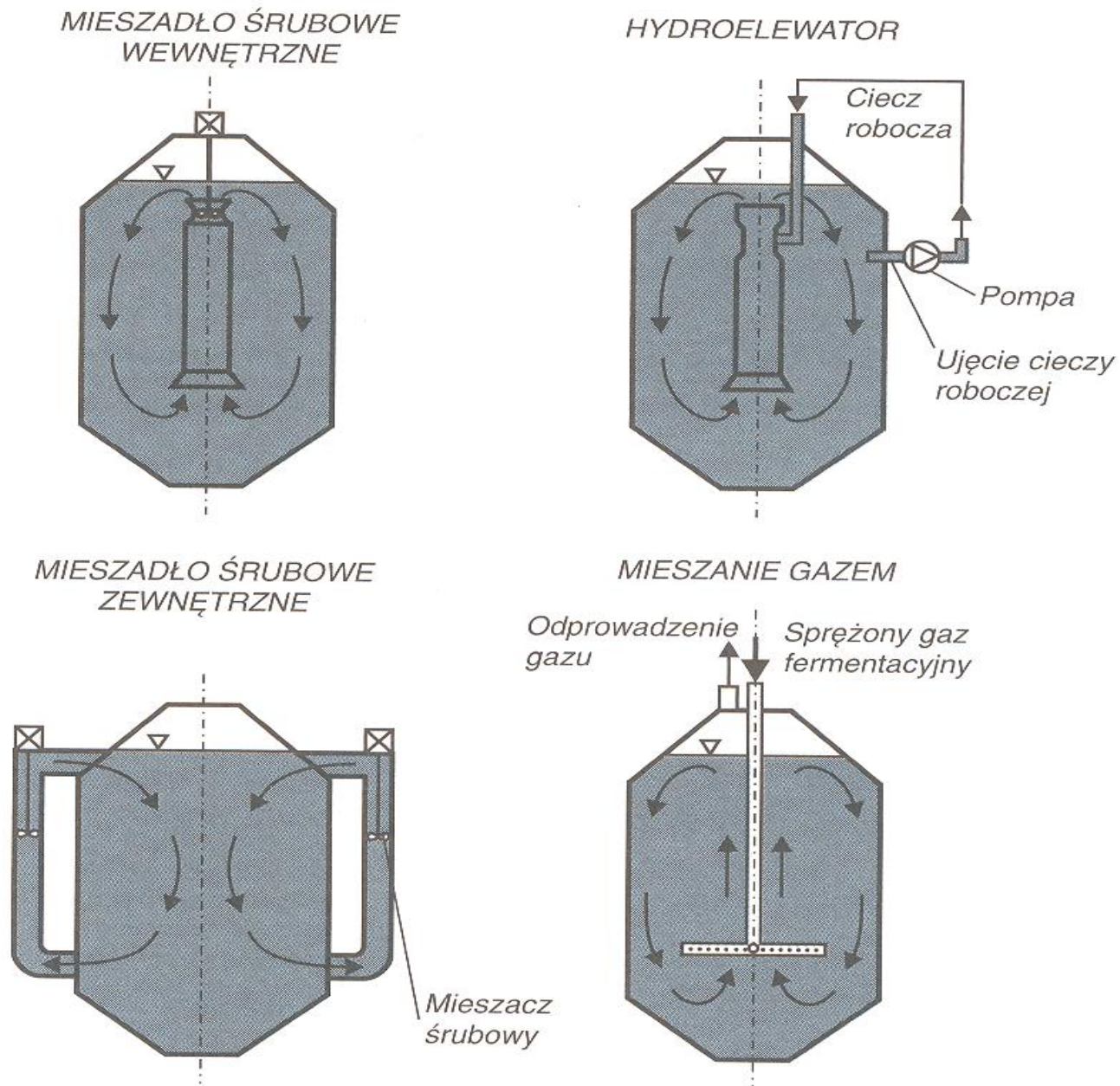
* stosunek masy osadu zagęszczonego do masy osadu doprowadzanego,

** stosunek masy wydzielanego powietrza do masy osadu doprowadzanego, bezwymiarowy.

Rys. 6.12. Uproszczony schemat fermentacji metanowej osadu

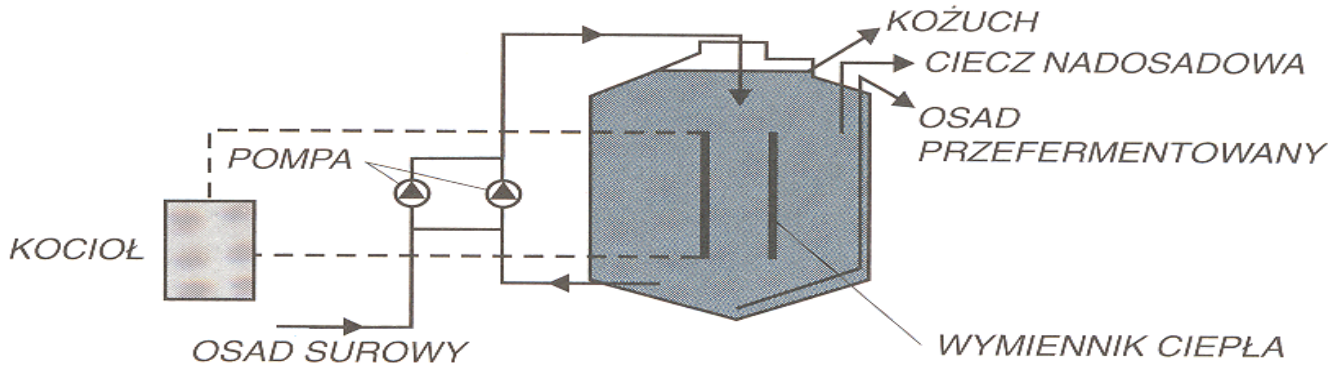


Rys. 6.14. Przykłady mieszania osadu w WKFz. Większość komór ma dodatkowo mieszadło do rozbijania kożucha

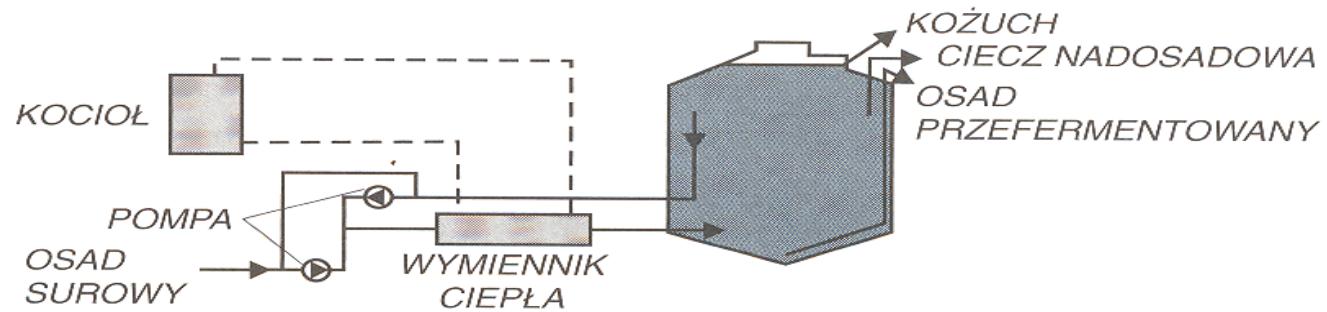


Rys. 6.20. Sposoby ogrzewania osadu w komorach fermentacyjnych

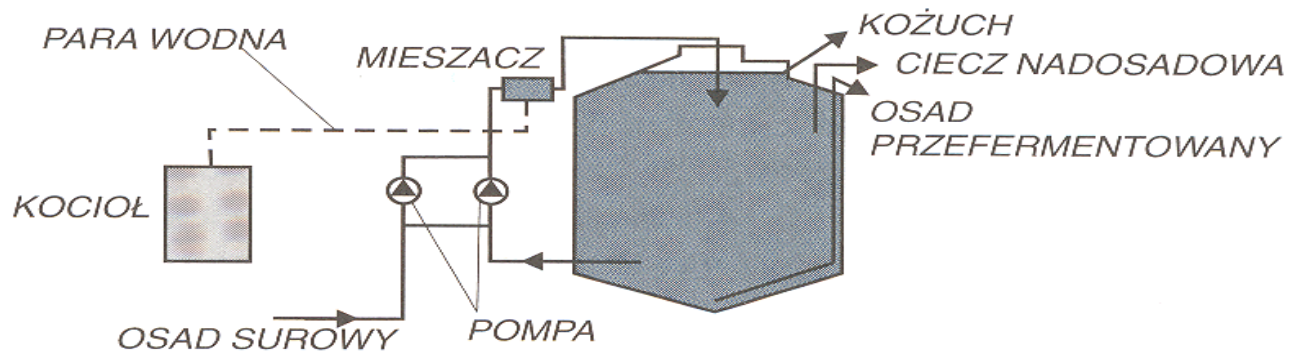
a) ogrzewanie wewnętrzne



b) ogrzewanie zewnętrzne

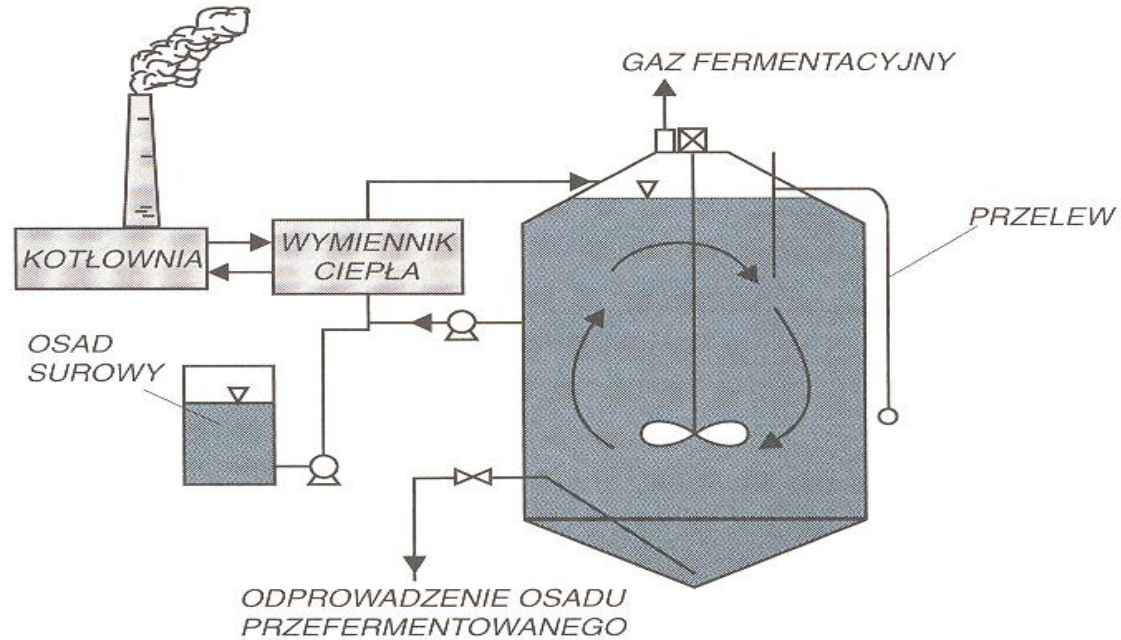


c) ogrzewanie żywą parą

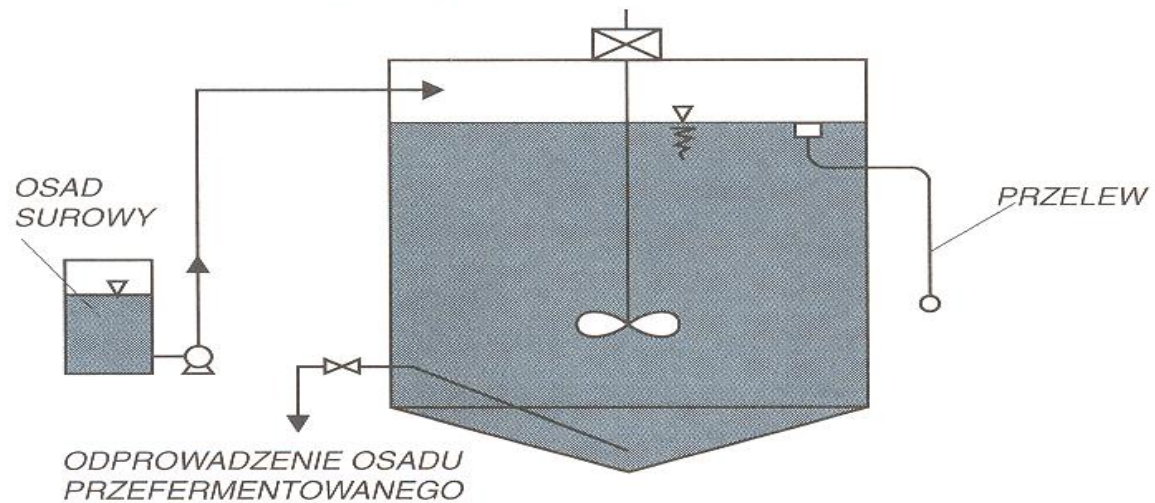


Rys. 6.19. Schematy instalacji komór fermentacyjnych

a) komora zamknięta z odzyskiem gazu



b) komora otwarta bez odzysku gazu





Zbiornik biogazu w oczyszczalni ścieków ZWiK Szczecin



DEC 22 2006

Zbiornik gazu – oczyszczalnia ścieków w ZWiK w Szczecinie



Pochodnia do spalania biogazu ZwiK Szczecin

**Wnętrze zbiornika biogazu, widoczne tworzywo,
z którego jest wykonany zbiornik wewnętrzny,
ZwiK w Szczecinie**



Zbiornik biogazu – pompa, ZWiK w Szczecinie



DEC 22 2006



NOV 26 2007



**Metalowy zbiornik biogazu, oczyszczalnia ścieków,
Szczecin - Zdroje**

FEB 28 2007



NOV 26 2007



**Osadnik wtórny w budowie,
na drugim planie jest widoczny metalowy zbiornik biogazu,
oczyszczalnia ścieków Szczecin - Zdroje**

MAR 26 2007

**Tymczasowa mobilna stacja odwadniania osadów
pracująca w czasie przebudowy oczyszczalni
ścieków Szczecin – Zdroje**





**Komory fermentacyjne połączone ze spalarnią osadu,
Avedore koło Kopenhagi**



**Komory fermentacyjne i zbiornik gazu,
oczyszczalnia w Andrychowie**

Komory fermentacyjne, oczyszczalnia Wrocław





**Komory fermentacyjne
i zbiornik biogazu,
oczyszczalnia ścieków w Zabrze**



Wirówki sedymentacyjne do odwadniania osadów firmy Hiller. Napęd elektryczny 18.5 kW, 3000 obr/min osad po odwodnieniu zawiera ok. 25% s.m.





Prasa Bellmera, ZWiK Kraków



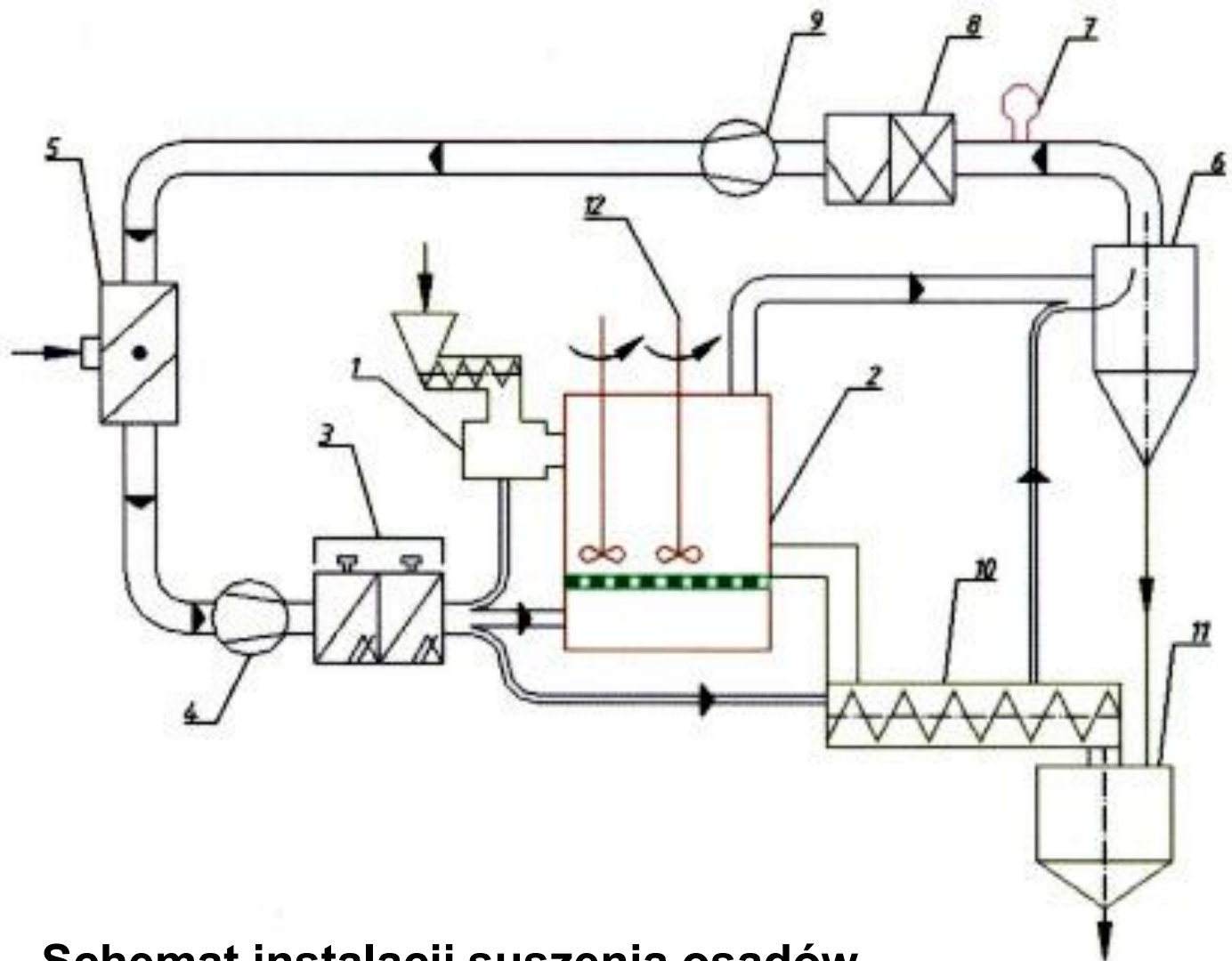
Prasa Bellmera, ZWiK Kraków



Prasa Bellmera, ZWiK Kraków

GOŚ Łódź, komory fermentacyjne, w głębi zbiornik biogazu





Schemat instalacji suszenia osadów.

1 – podajnik fluidalny, 2- suszarka fluidalna, 3 – nagrzewnica, 4 – wentylator nawiewny, 5 – sekcja wymiany i mieszania powietrza, 6 – odpylacz, 7 – zespół czujników, 8 –wymienniki ciepła, 9 – wentylator wywiewny, 10 – zespół osuszacza, 11 – zbiornik wysuszonego osadu, 12 – mieszadła przygarniające.



Suszarka fluidalna firmy Klimapol



Dozownik wapna i układ do higienizacji osadu

Linia odwadniania i zagęszczania osadów (Tyn nad Vltavou, ČR)





**Linia odwadniania i zagęszczania osadów
(Tyn nad Vltavou, ČR)**



Prasa taśmowa VX.

Dla prawidłowej pracy prasy taśmowej należy dostarczyć:
sprężone powietrze – ok.1m³/godz.
0,60 MPa,
wodę technologiczną do płukania siatek filtracyjnych w ilości ok. 6 m³/godz. (prasa VXGORO, 6, 6A, 8, 10), 10–12 m³/godz. (prasa VX-15, 20) – pod ciśnieniem 0,60–0,80 MPa,
energię elektryczną – 3/N/PE/AC, 400/230 V 50 Hz TN-S,
zainstalowany pobór mocy 0,5 kW (prasa VX-GORO), 0,75kW (prasa VX-6A, 6, 8 i 10), 1,75 kW (prasa VX-15 i 20) łącznie z flokulatorem dynamicznym VX-FZ,
roztwór polielektrolitu zwiększający skuteczność separacji



Strefa wysokociśnieniowa w prasie taśmowej typu VX-VT





Flokulator dynamiczny FX-FZ z mieszadłem



Stacja przygotowania polielektrolitu VX-CHH-DA przygotowuje odpowiedni roztwór fokulanta



**Zagęszczacz
taśmowy,
Dolny Kubin,
Słowacja**

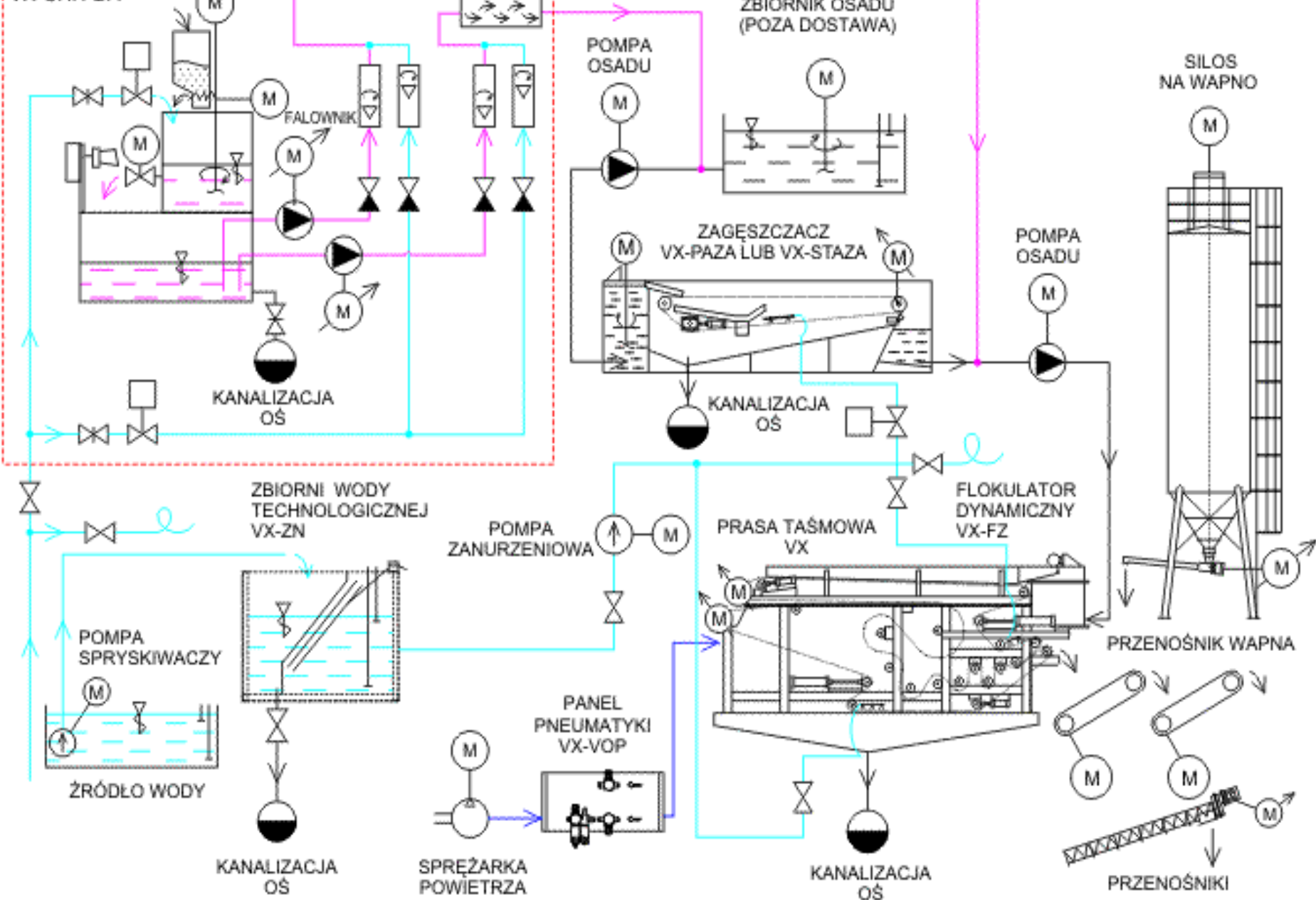
Transport odwodnionego osadu przenośnikami ślimakowym

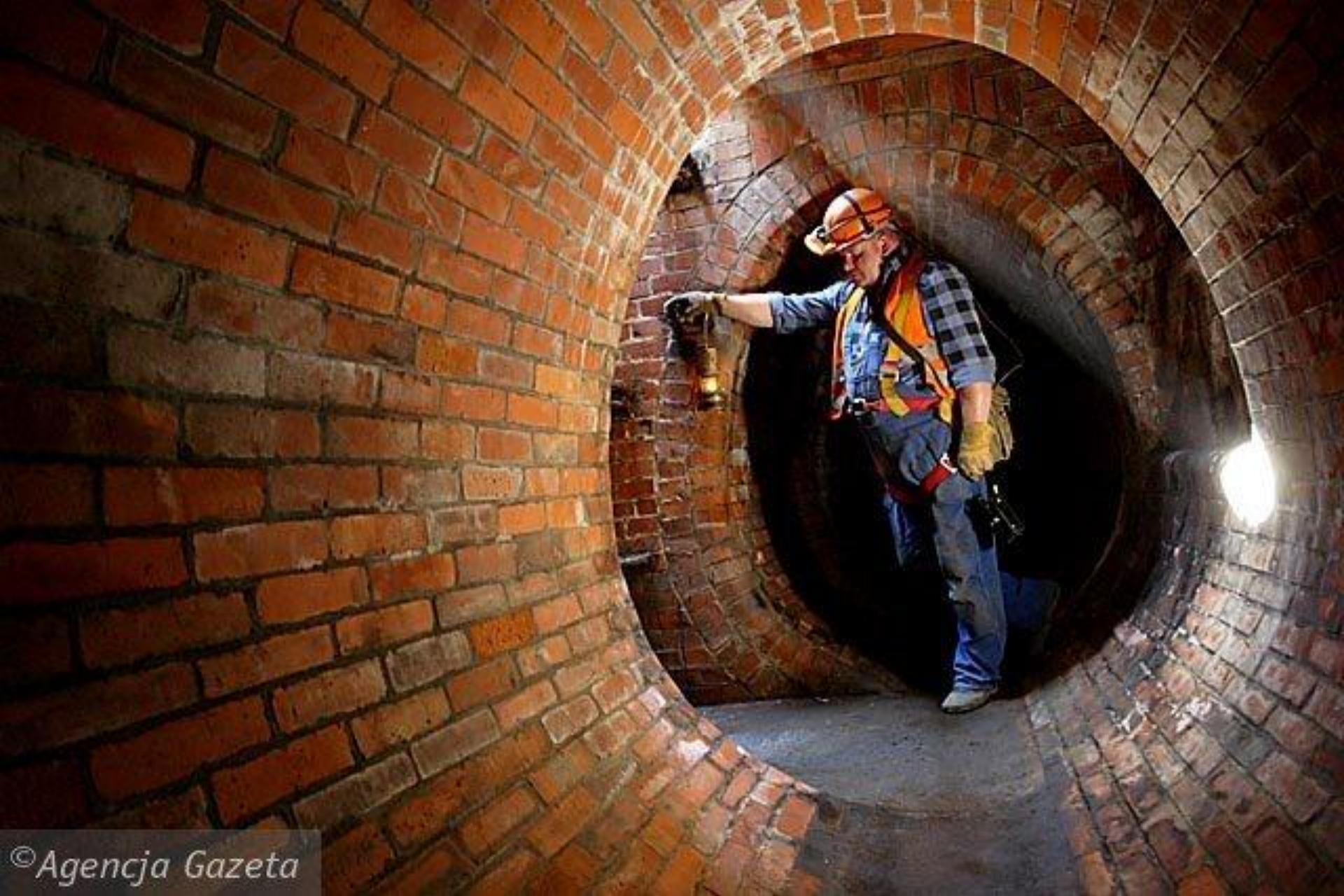




**Higienizacja osadu
wapnem.**

**STACJA PRZYGOTOWANIA I DOZOWANIA
POLIELEKTROLITU
VX-CHH-DA**





©Agencja Gazeta

Kanał pod placem Wolności w Łodzi (Zbiornik Dętka)



Akwedukt w Segowii (Hiszpania)

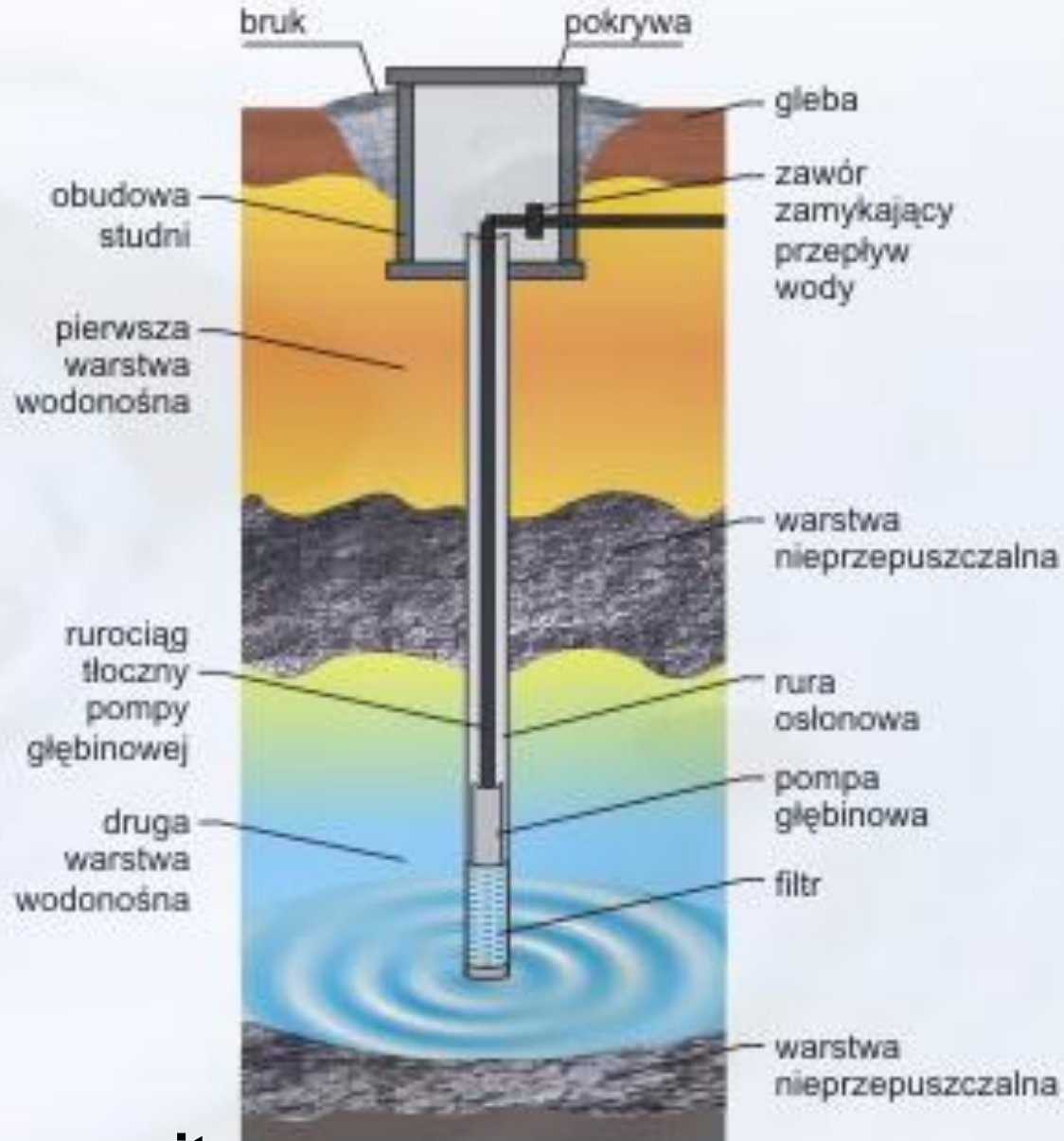


**Panorama zakład uzdatniania wody
„Na Grobli”, Wrocław**



**XV-wieczny rurociąg ceramiczny
z dzisiejszej ulicy Krawieckiej,
Wrocław**

Schemat studni głębinowej



Elektro-sanit

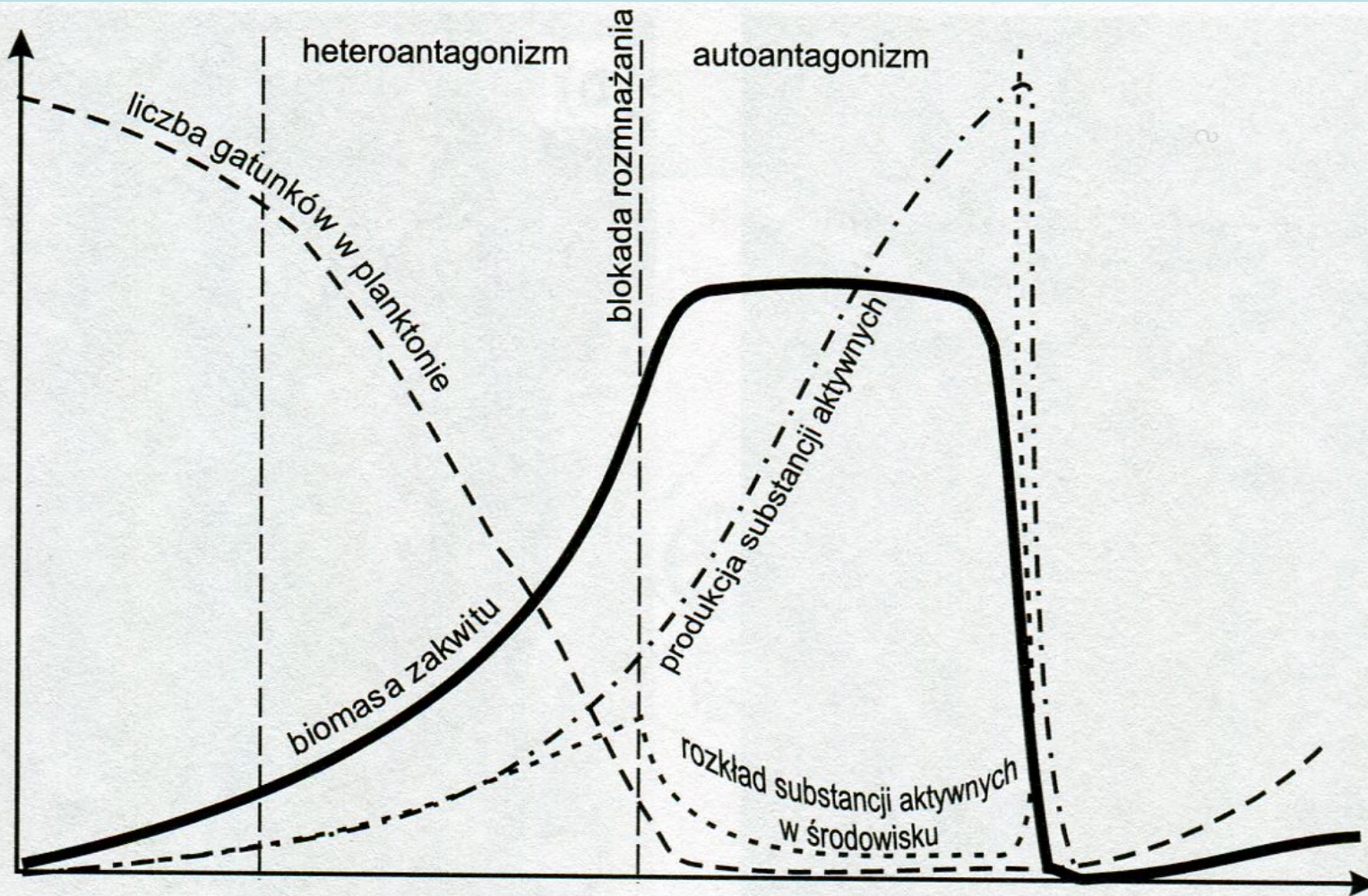
Zakwity glonów

Staw w Nałęczowie



Morze Chińskie





Rys. 9.5. Rozwój i zamieranie zakwitów [2]



Schemat systemu infiltracji wody na terenach wodonośnych, Mokry Dwór, Wrocław



Wodociąg Praski w Warszawie – ujęcie wód infiltracyjnych spod dna Wisły – Gruba Kaśka



Napowietrzalnia wód infiltracyjnych w Obornikach





Wodociągi warszawskie – filtry powolne



Wodociągi warszawskie – filtry powolne





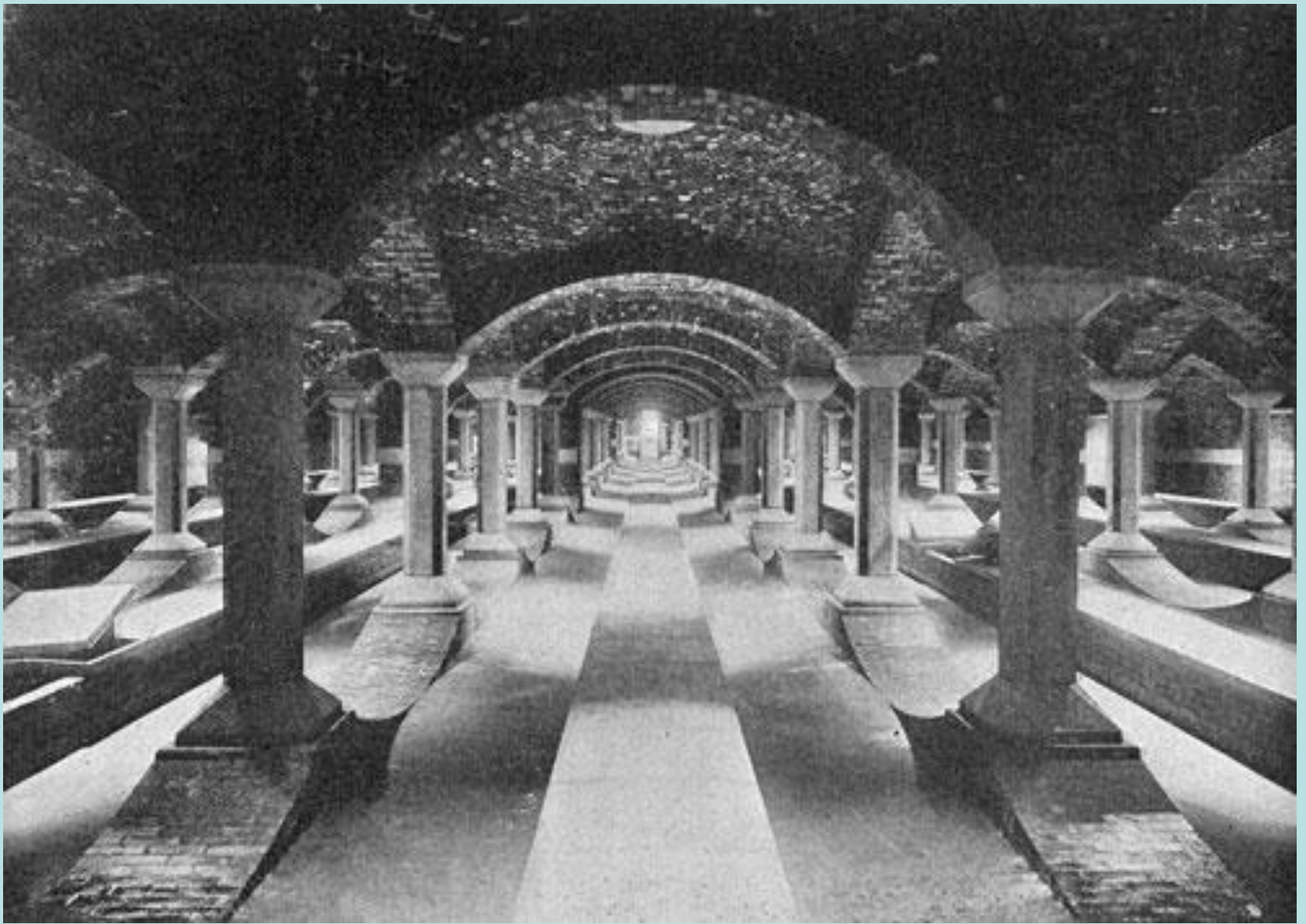
Budowa filtrów powolnych w Warszawie 1898-1900

Budowa filtrów powolnych w Warszawie (1898-1900).

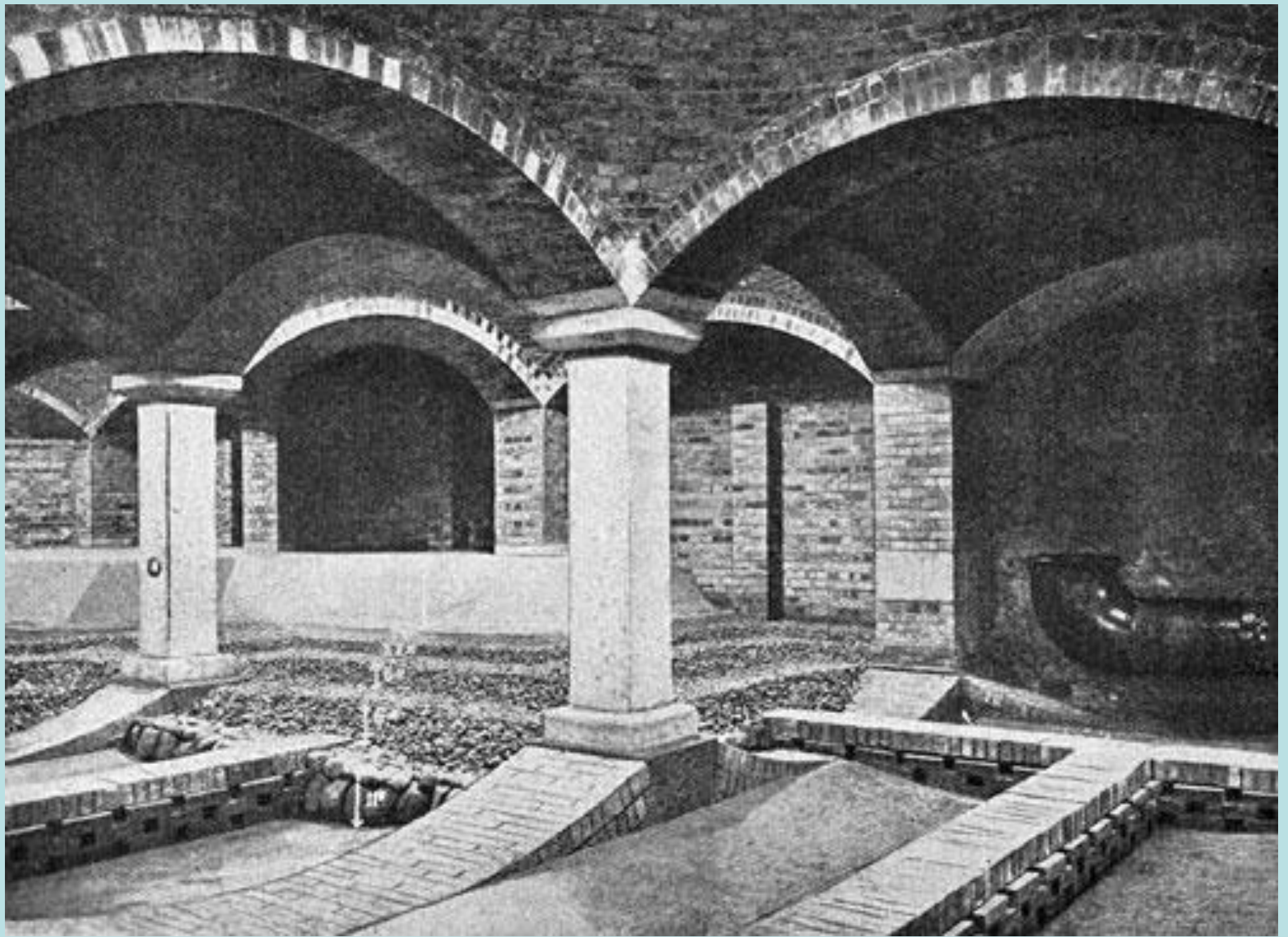


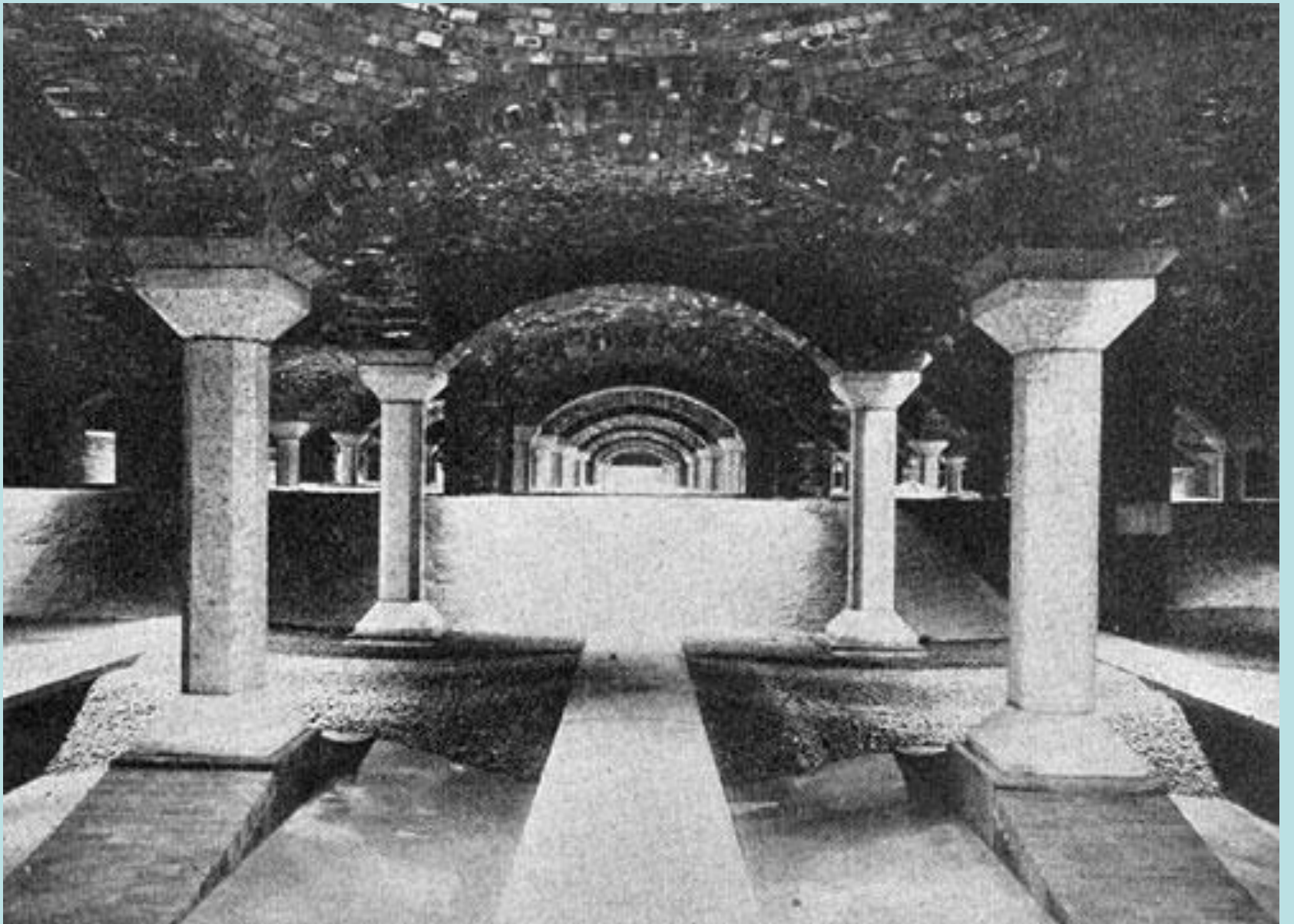


Wnętrze filtra, bez kanału zbierającego wodę i bez warstw filtracyjnych, wodociągi warszawskie.

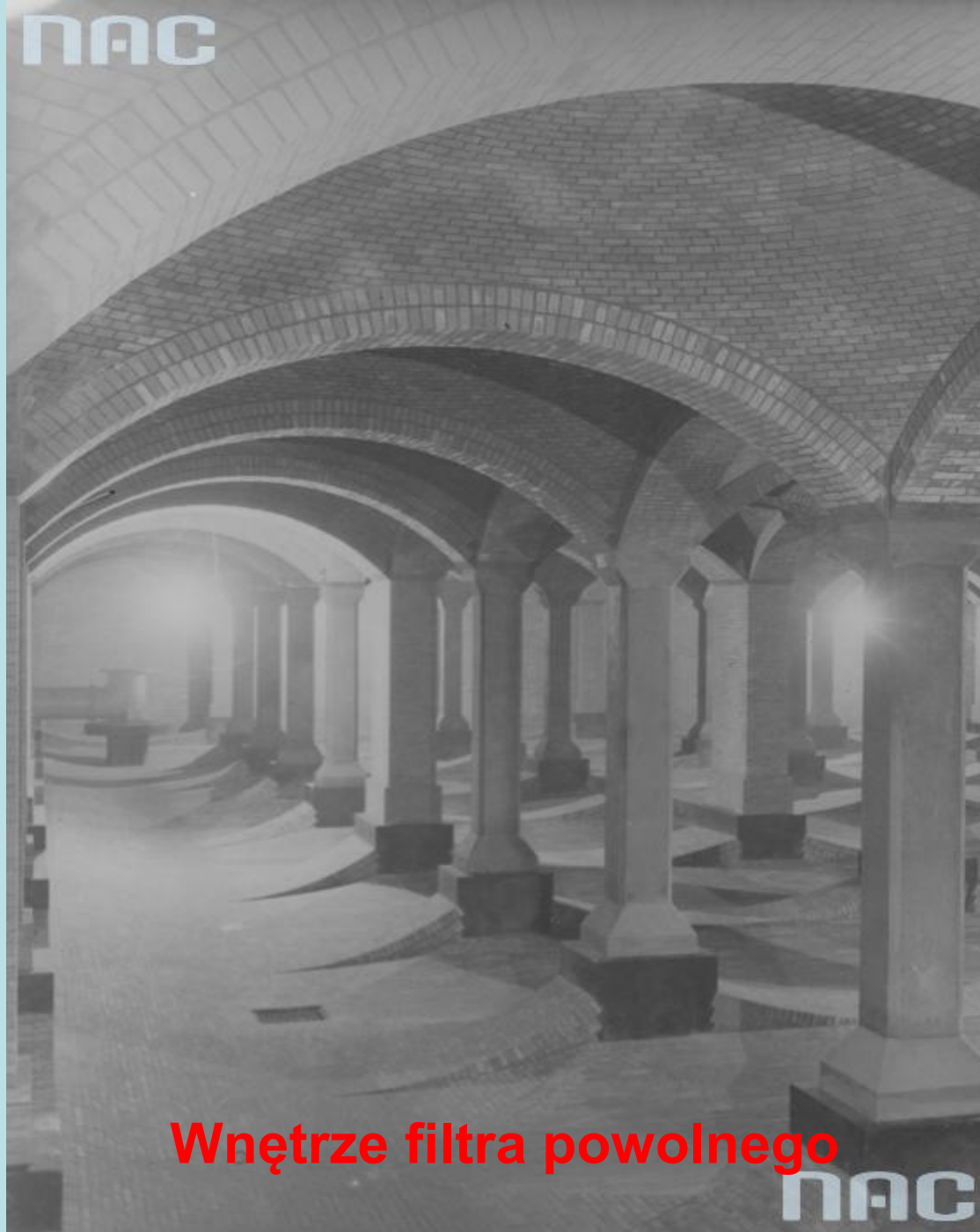


Wnętrze filtra, po ułożeniu kanału zbierającego wodę, bez warstw filtracyjnych, wodociągi warszawskie



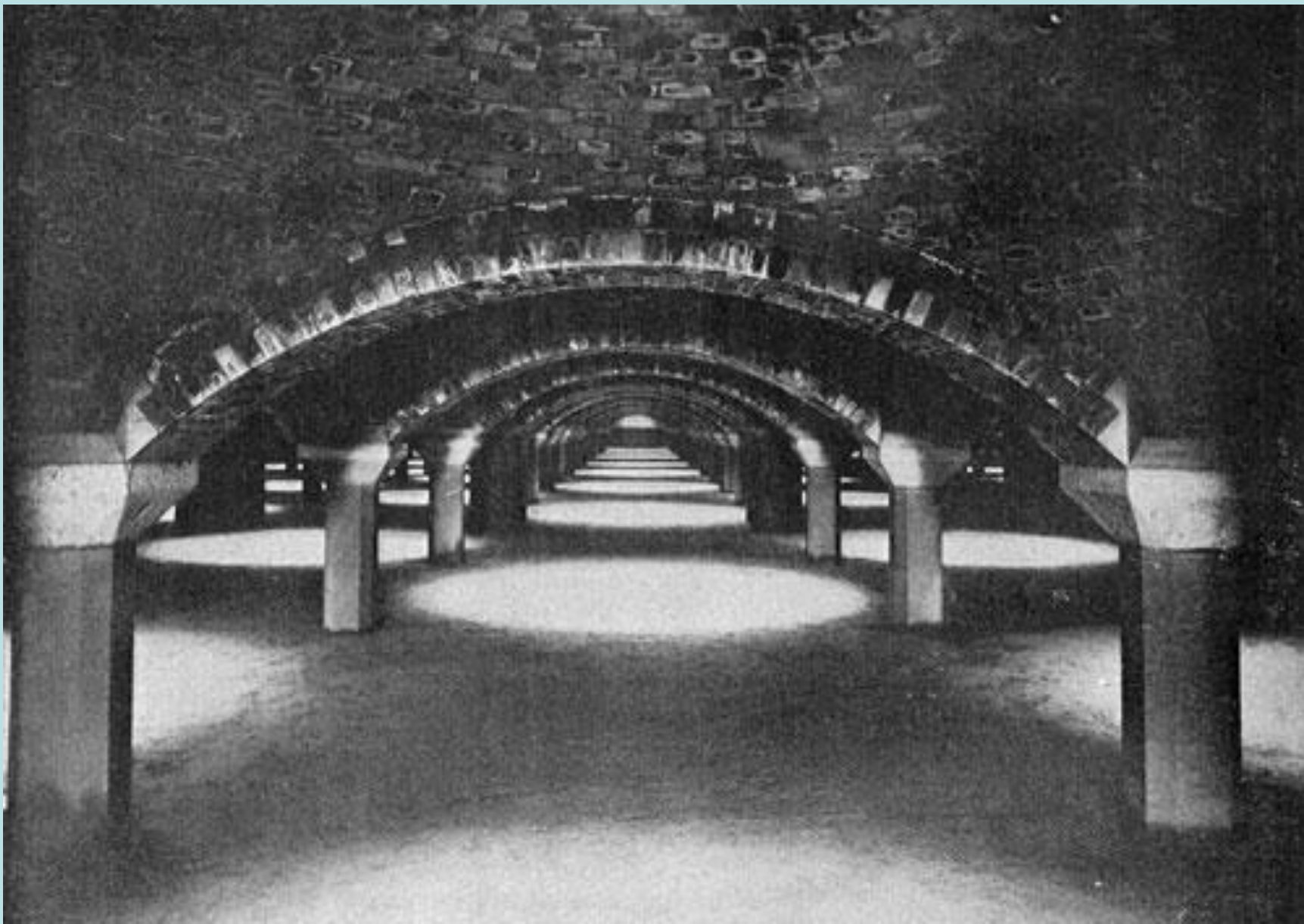


nac



Wnętrze filtra powolnego

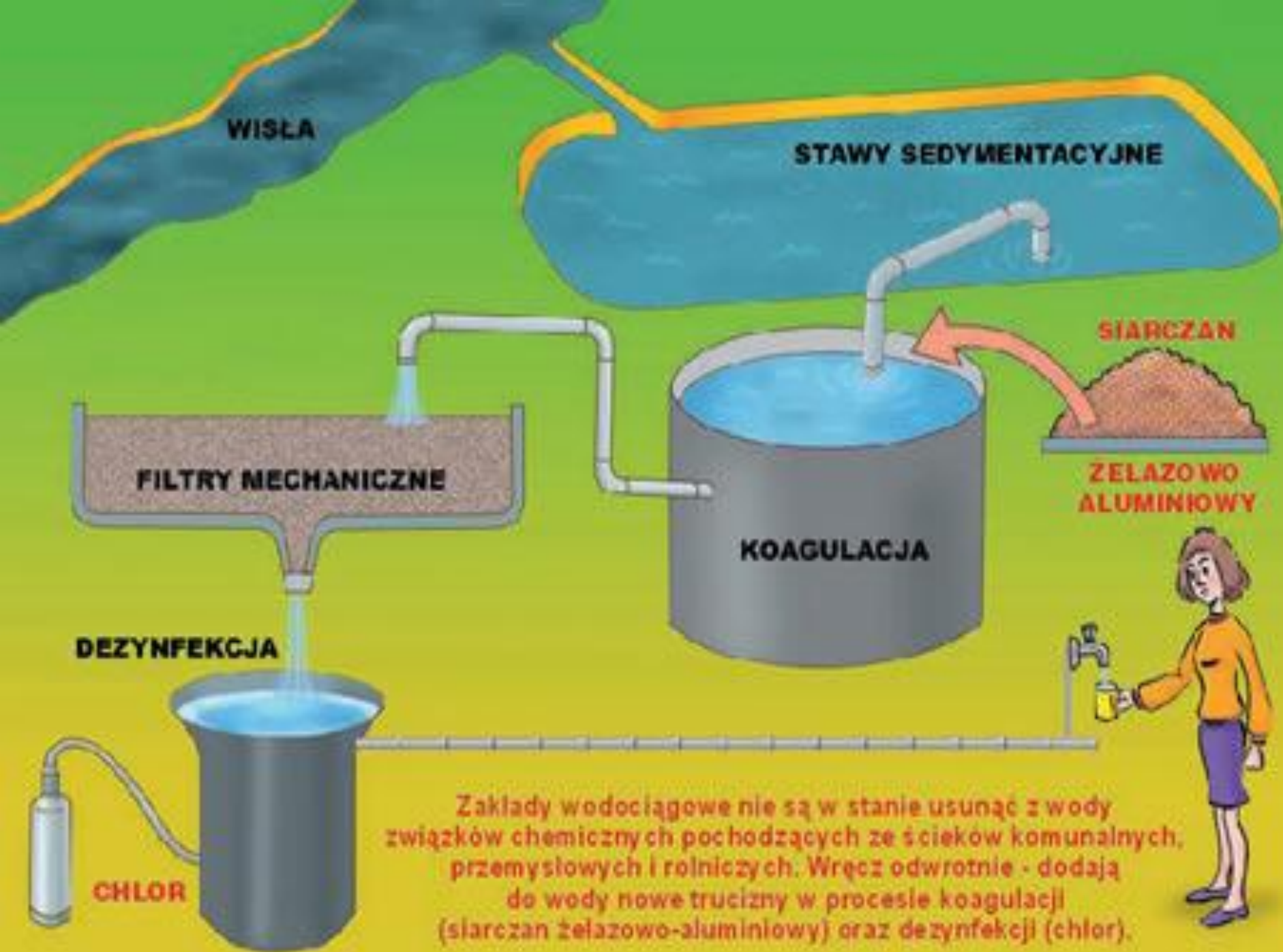
nac



Wnętrze filtra po napełnieniu materiałem filtrującym, wodociągi warszawskie

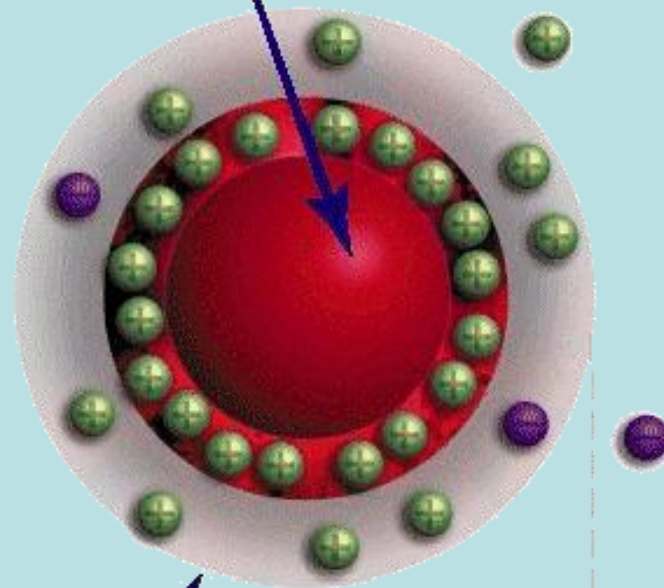


Dowozenie piasku do filtrów powolnych, Warszawa.



Zakłady wodociągowe nie są w stanie usunąć z wody związków chemicznych pochodzących ze ścieków komunalnych, przemysłowych i rolniczych. Wręcz odwrotnie - dodają do wody nowe trucizny w procesie koagulacji (siarczan żelazowo-aluminiowy) oraz dezynfekcji (chlor).

Ujemny ładunek cząstki



Płaszczyzna poślizgu





Hala filtrów pospiesznych - Warszawa



**Zbiorniki wody do płukania filtrów
pospiesznych, Kalinko k. Łodzi**



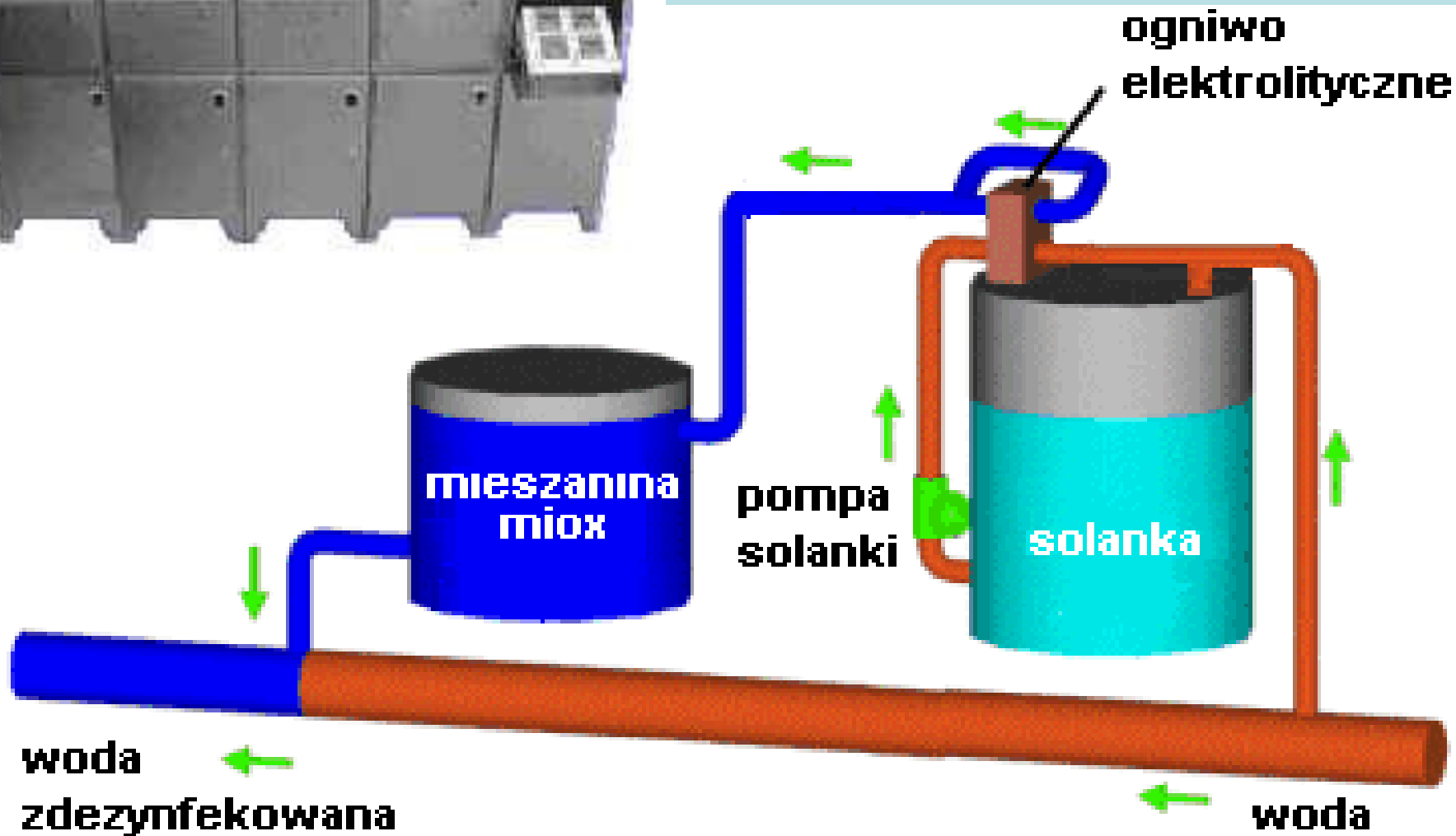
Wnętrze filtra pospiesznego otwartego



Filtry pospieszne zamknięte w układzie do odżelaziania wód podziemnych - Węgrów

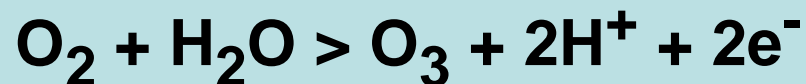
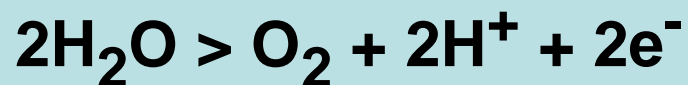
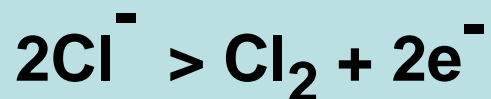


**Układ filtrów membranowych firmy PALL
32 jednostki, wydajność 130 m³/h**



Dezynfekcja wody metodą MIOX

Dzięki unikalnej konstrukcji ogniwa oraz rozdzieleniu produktów elektrolizy na dwa strumienie, w trakcie procesu powstaje mieszanina MIOX zawierająca silne utleniacze.

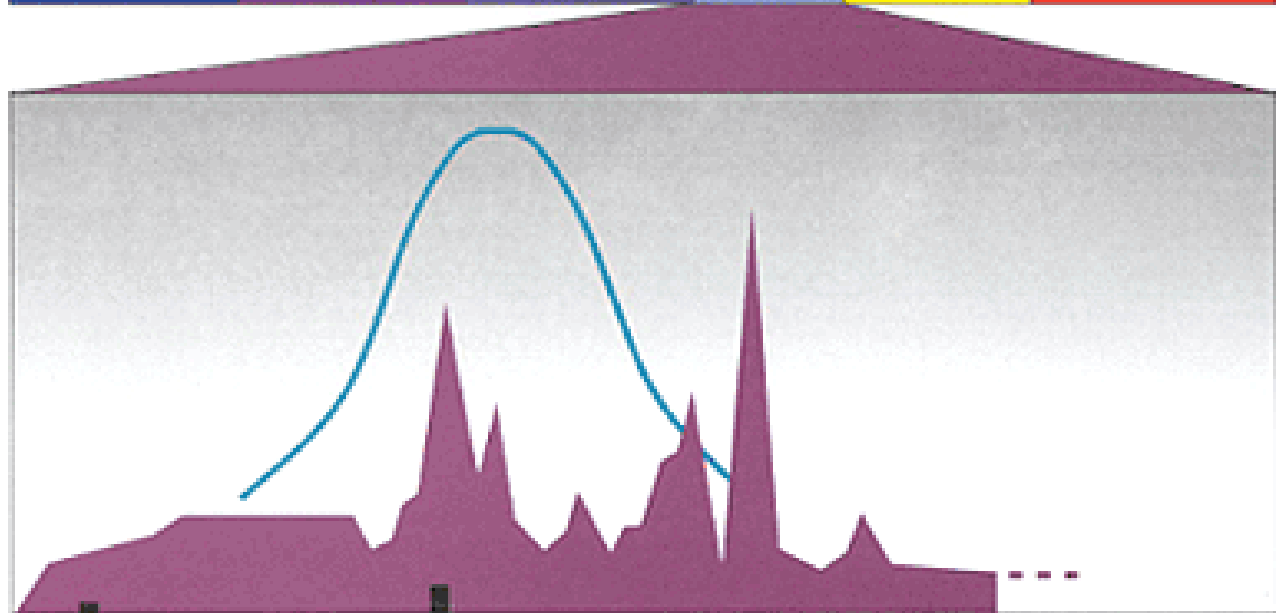
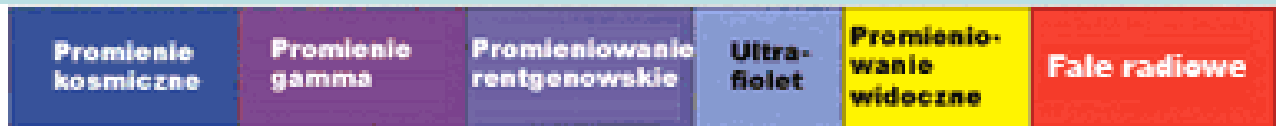




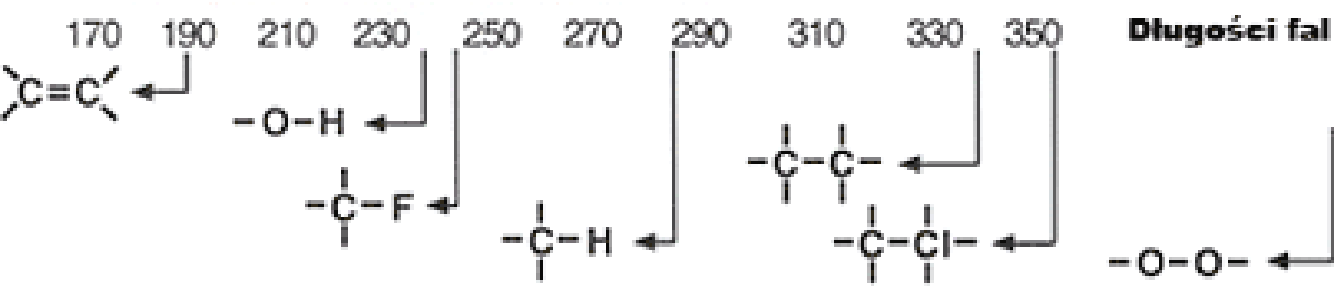
Hala ozonatorów, Kalinko, ZWiK Łódź



Ozonator, Kalinko, ZWiK Łódź



- Średnie ciśnienie
- Niskie ciśnienie
- Skuteczność bakteriobójcza
- Optymalna długość fali dla dysocjacji wiązania





**Układ do dezynfekcji wody za pomocą UV
firma: Hanovia (Anglia)**



Automatyczny system oczyszczania lamp UV, Hanovia

System do dezynfekcji wody za pomocą UV Firma: Hanovia (Anglia)





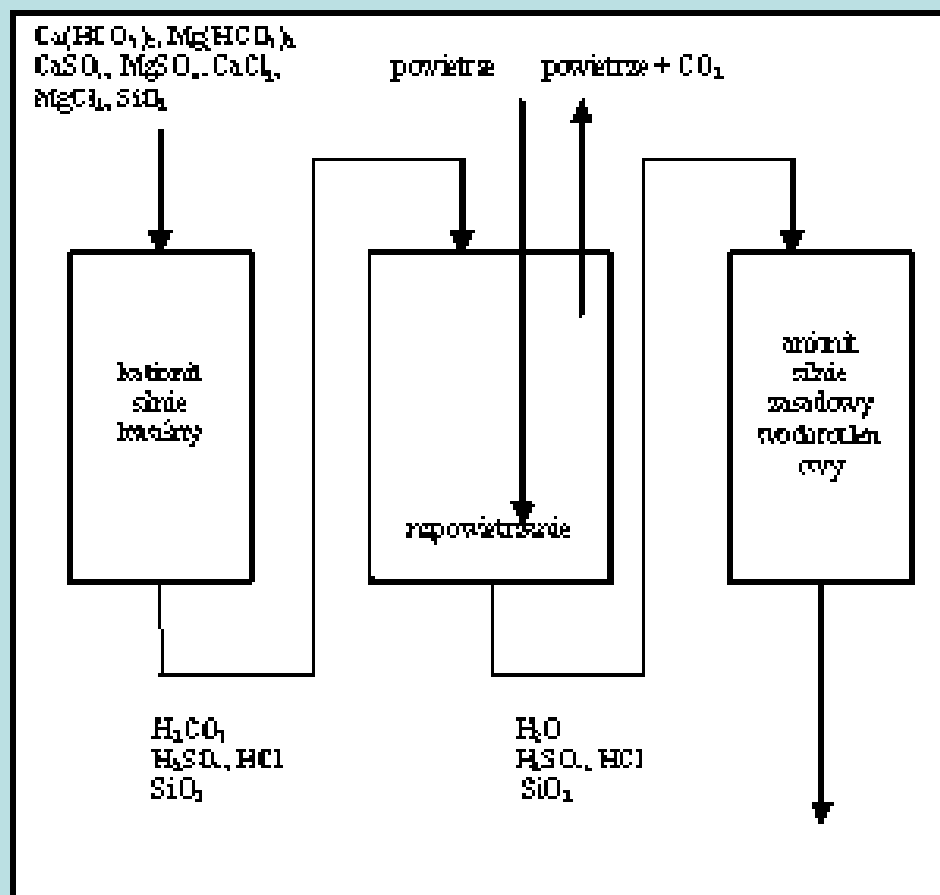
Drinking Water installation at the City of Henderson, Nevada

Jonit - wymienniacz jonowy - – substancja służąca do przeprowadzania selektywnego procesu wymiany jonowej stosowana w kolumnach jonitowych i filtrach jonitowych. Jonity to zwykle żele lub substancje porowate, które posiadają zdolność selektywnego uwalniania jednych jonów i pochłaniania innych. Ich działanie opiera się na fakcie występowania na ich powierzchni chemicznych **grup funkcyjnych, które wymieniają jony**. Są to zwykle grupy posiadające właściwości kwasowe lub zasadowe, które w kontakcie z rozpuszczalnikiem ulegają dysocjacji elektrolitycznej.

Każdy jonit posiada określoną pojemność jonową - tj. liczbę moli (vali) jonów, które może wymienić zaabsorbować w jednostce swojej masy (objętości). Po pełnym wykorzystaniu swojej pojemności jonity wymagają regeneracji. Regeneracja jonitów polega na przemywaniu złoża roztworem zawierającym jony, które uległy usunięciu z jonitu w trakcie procesu wymiany, np. HCl, NaOH, NaCl.

JONIT	Rodzaj	Grupa funkcyjna
Kationit	słabo kwasowy	—COOH
	silnie kwasowy	—SO ₃ H
Anionit	słabo zasadowy	—NH ₂
	silnie zasadowy	—N(CH ₃) ₃ OH —N(CH ₃) ₂ (C ₂ H ₄ OH)OH







Zbiornik wody pitnej Stoki – Wodociągi Łódzkie