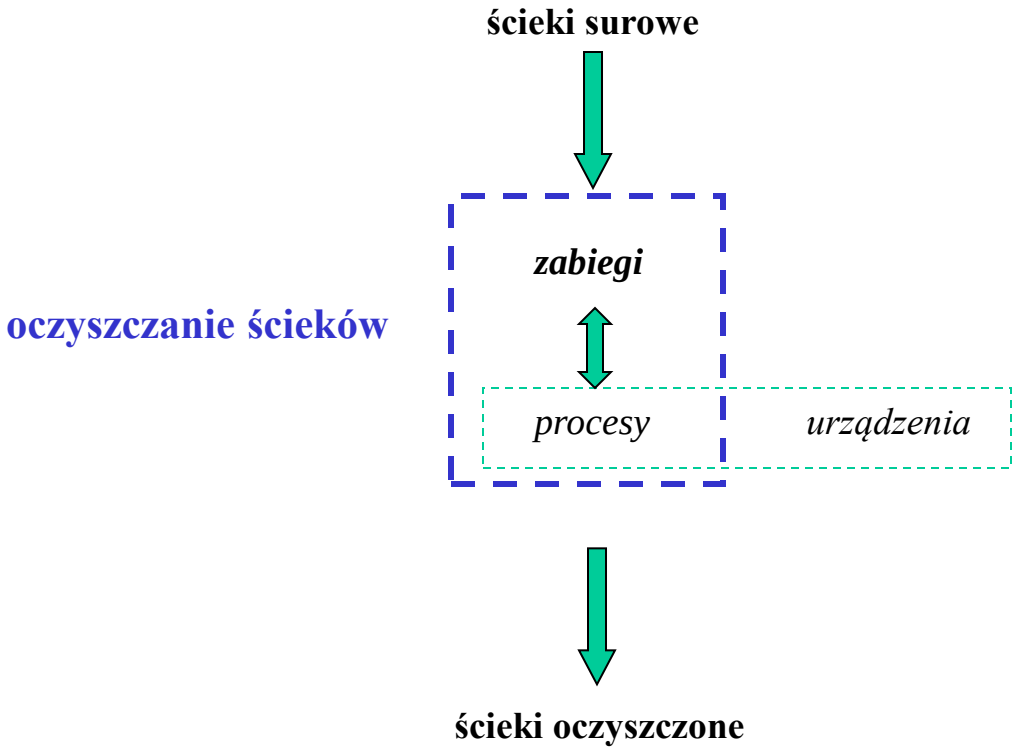
Oczyszczalnie ścieków – technologia i obiekty



Stosowane są procesy o charakterze fizykochemicznym, mechanicznym lub biologicznym, w części analogiczne do stosowanych w uzdatnianiu wody

Oczyszczalnie ścieków – wybrane informacje

Dopuszczalne parametry jakościowe i ilościowe ścieków oczyszczonych a także miejsce ich odprowadzania reguluje indywidualne (uzyskane dla danej oczyszczalni ścieków) pozwolenie wodno-prawne.

Przykład:
Obowiązujące pozwolenie na szczególne korzystanie z wód w zakresie wprowadzania oczyszczonych ścieków do rzeki Bóbr w kilometrze 142+008, udzielone przez Starostwo Powiatowe w Bolesławcu i obowiązujące do dnia 31.01.2015r.

Dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń lub minimalnej redukcji w odprowadzanych ściekach z oczyszczalni do rzeki wynoszą:

• BZT_5	15,0 mgO_2/dm^3	lub redukcji min. 90%
• ChZT	125,0 mgO_2/dm^3	lub redukcji min. 75%
• Zawiesina ogólna	35,0 mg / dm^3	lub redukcji min. 90%
• Azot ogólny	15,0 mgN /dm^3	lub redukcji min. 80%
• Fosfor ogólny	2,0 mgP /dm^3	lub redukcji min. 85%

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych
Dz.U. 2019 poz. 1311

BZT — biochemiczne zapotrzebowanie tlenu — wyraża się masą tlenu niezbędnego do utlenienia w ściśle określonych warunkach (m.in. przy temp. 20°C) zawartych w ściekach substancji, głównie organicznych, podlegających biochemicznemu rozkładowi — w mg O_2/l, g O_2/m^3 lub kg O_2/m^3. Ponieważ proces biochemicznego rozkładu substancji organicznych zawartych w ściekach trwa stosunkowo długo — blisko 20 dni, ze względów praktycznych oznacza się BZT_5 — pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu, które orientacyjnie wynosi ok. 70% całkowitego BZT.

CZT — chemiczne zapotrzebowanie tlenu — wyraża się masą tlenu pobranego z utleniacza (w określonych warunkach) na utlenienie substancji organicznych i niektórych nieorganicznych — w mg O_2/l, g O_2/m^3 lub kg O_2/m^3. Jako utleniacz stosowany jest najczęściej dwuchromian potasu (przy zastosowaniu innego utleniacza, np. jodanu potasowego uzyskuje się inne wartości CZT dla tych samych ścieków od wartości CZT oznaczanego za pomocą dwuchromianu potasu); wartości CZT na ogół są wyższe od wartości BZT i BZT_5 dla tych samych ścieków.

Wodociągi i kanalizacja, praca zbiorowa pod redakcją M. Romana, Arkady, Warszawa 1992

RLM (Równoważna Liczba Mieszkańców, ang. Population Equivalents) – liczba wyrażająca wielokrotność ładunku zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych z obiektów przemysłowych i usługowych w stosunku do jednostkowego ładunku zanieczyszczeń w ściekach z gospodarstw domowych, odprowadzanych od jednego mieszkańca w ciągu doby.

W Polsce przyjmuje się ładunek BZT_5 pochodzący od 1 mieszkańca równy 60 g O_2/dobę

$$RLM = \frac{BZT \ \left[\frac{kg}{dzien}\right]}{0.06 \ \left[\frac{kg}{os \cdot dzien}\right]}$$

Przykładowo, jeśli do sieci kanalizacyjnej przyłączony jest zakład, który produkuje ścieki biologiczne degradowalne o ładunku 4 kg BZT_5, jest to odpowiednik 66,66 RLM czyli 67 mieszkańców.

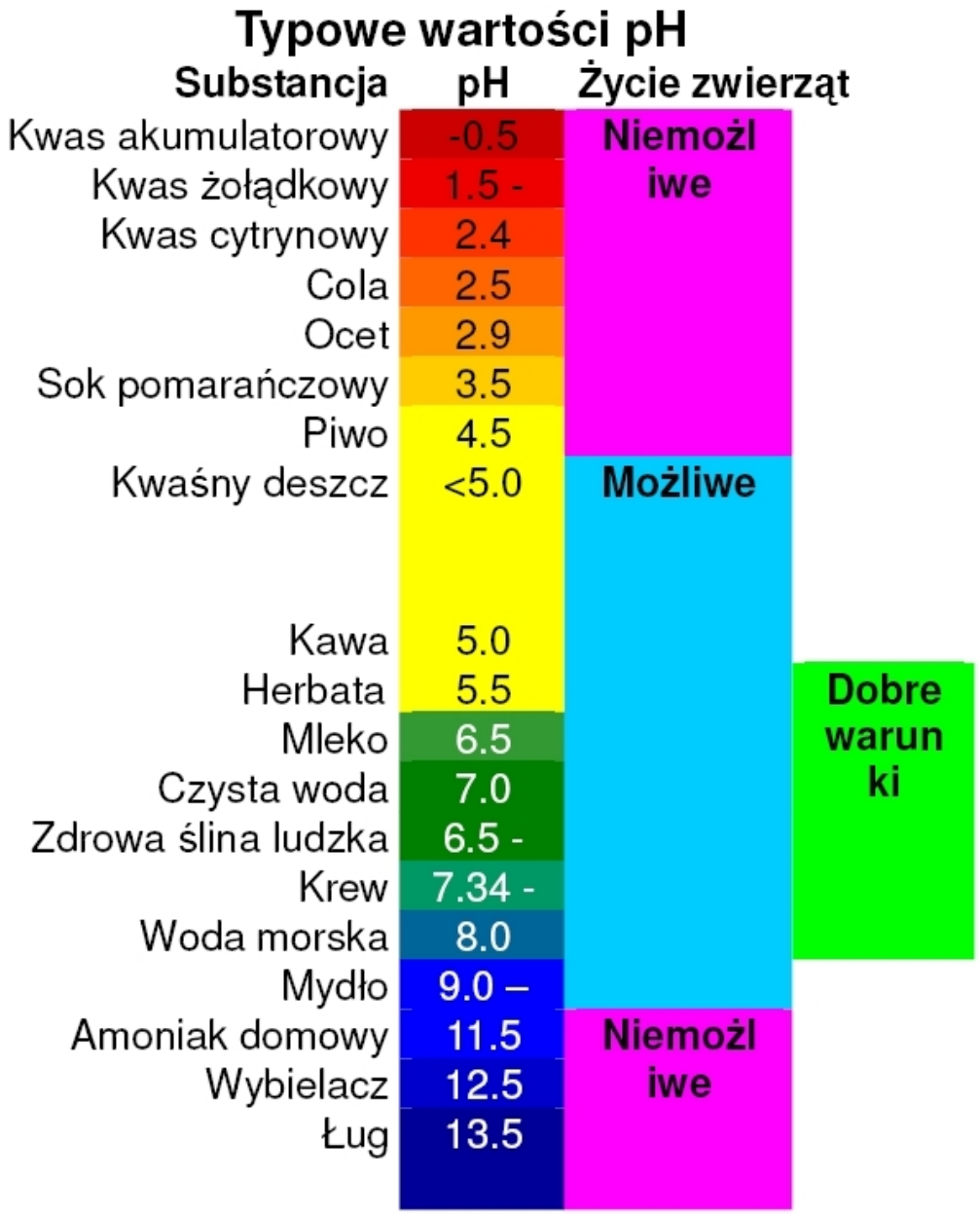
(za wikipedia. org)

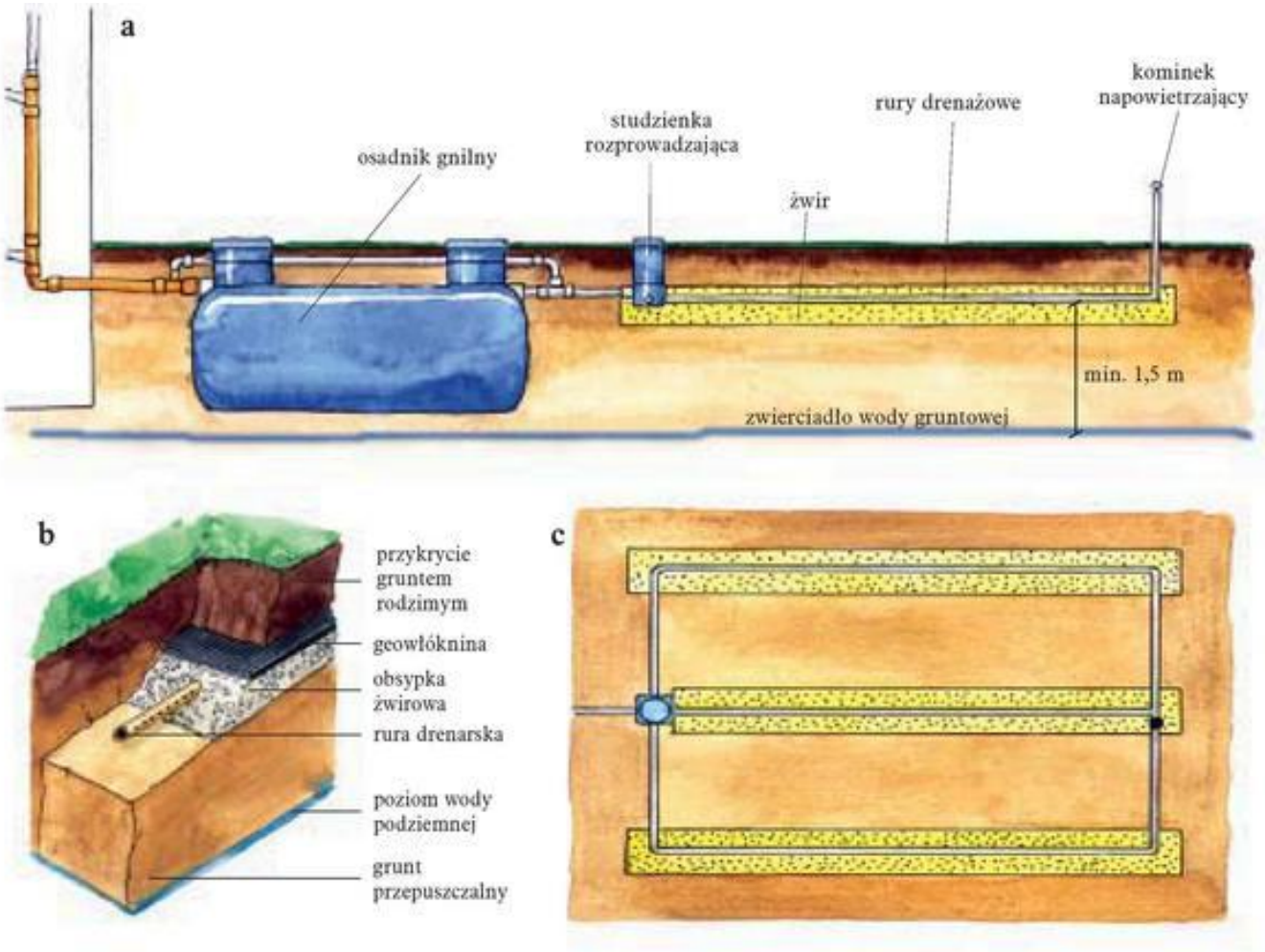
pH — odczyn ścieków zależny od stężenia jonów wodorowych; pH jest ujemnym logarytmem dziesiętnym ze stężenia jonów wodorowych (np. jeżeli stężenie jonów wodorowych wynosi 10^{-6} mg jonów/l, to pH = 6); wartość pH w ściekach występuje w przedziale od 0 do 14; ścieki są kwaśne, jeżeli pH < 7, obojętne, jeżeli pH = 7, a zasadowe, jeżeli pH > 7.

pH ścieków ??

czy ścieki są agresywne dla obiektów budowlanych w których są prowadzone ??

Wodociągi i kanalizacja, praca zbiorowa pod redakcją M. Romana, Arkady, Warszawa 1992


Typowe wartości pH
Substancja
pH
Życie zwierząt
Kwas akumulatorowy
-0.5
Niemożliwe
Kwas żołądkowy
1.5 -
Kwas cytrynowy
2.4
Cola
2.5
Ocet
2.9
Sok pomarańczowy
3.5
Piwo
4.5
Kwaśny deszcz
<5.0
Możliwe
Kawa
5.0
Herbata
5.5
Mleko
6.5
Czysta woda
7.0
Zdrowa ślina ludzka
6.5 -
Krew
7.34 -
Woda morska
8.0
Mydło
9.0 –
Amoniak domowy
11.5
Niemożliwe
Wybielacz
12.5
Ług
13.5
Dobre warunki



Schemat przydomowej oczyszczalni ścieków z osadnikiem gnilnym i drenażem rozłączającym (materiały firmy Thermo Vitae s.c.)



Oczyszczalnia ścieków „Czajka” (źródło: www.mpwik.com.pl/)



Oczyszczalnia ścieków „Czajka” (źródło: www.mpwik.com.pl/)

Obecnie oczyszczanie ścieków przeprowadza się 3 metodami: mechanicznymi, biologicznymi i fizykochemicznymi.

podział oczyszczalni ze względu na procesy realizowane w trakcie oczyszczania:

- mechaniczne;
- mechaniczno – biologiczne;
- mechaniczno – biologiczno – chemiczne;
- mechaniczno – chemiczne.

inne podziały np.:

(rodzaj obsługiwanej jednostki gospodarczej)
przydomowe (indywidualne),
komunalne (miejskie lub wiejskie),
przemysłowe (zakładowe),

(rodzaj ścieków)
oczyszczalnie ścieków bytowo – gospodarczych,
oczyszczalnie ścieków przemysłowych,
oczyszczalnie ścieków opadowych.

Oczyszczanie mechaniczne

wykorzystujące rozdrabnianie, cedzenie, filtrowanie, sedymentację (przy opadaniu zanieczyszczeń na dno), wirowanie, flotację (wypływanie zanieczyszczeń na powierzchnie wody).

Do tych celów służą zwykle takie urządzenia jak:

- **kraty i sita**, na których oddziela się wleczone ciała stałe;

- **piaskowniki**, w których opadają cząstki stałe o wymiarach do 0,2 mm, sedymentujące w krótkim czasie ok..1 minuty;

- **odtłuszczalniki** (odtłuszczacze – flotacja tłuszczy);

- **urządzenia rozdrabniające**;

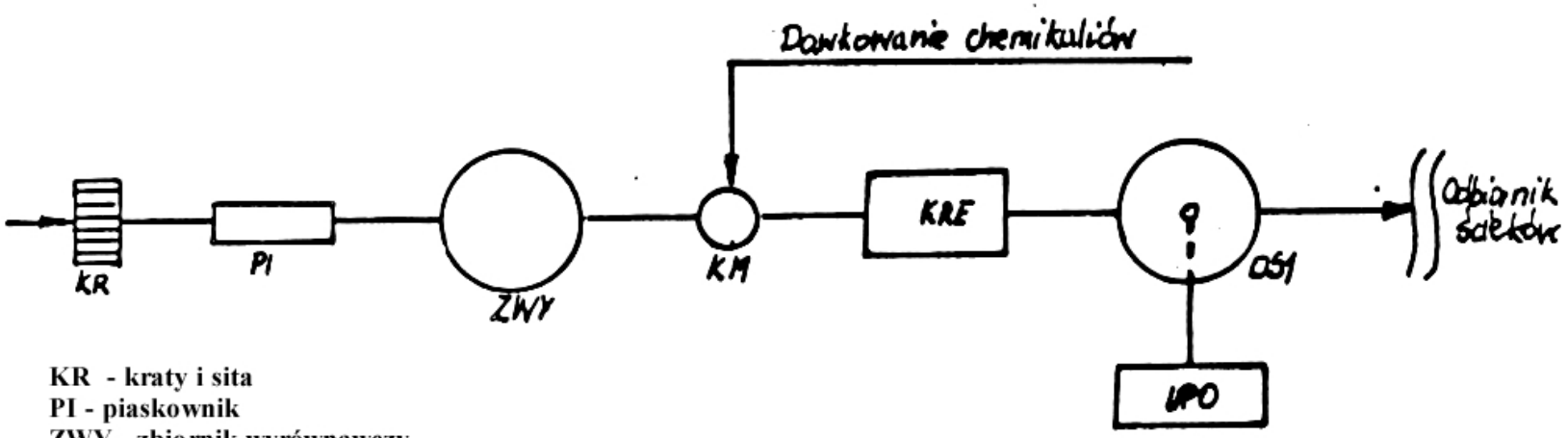
- **osadniki wstępne**, w których zatrzymywane są łatwo opadające zawiesiny. Sedymentacja następuje w czasie do ok.. 2 godzin. Pozostałe zanieczyszczenia poddawane są działaniom w drugim stopni oczyszczania.



Oczyszczalnia ścieków w Żywcu, prezentacja MPWiK Sp. z o.o. w Żywcu

Oczyszczanie fizykochemiczne

Występowanie w wodach zużytych coraz większej liczby trudno usuwalnych lub nierozkładalnych biologicznie zanieczyszczeń pochodzenia przemysłowego tzw. substancji refrakcyjnych oraz wzrost wymagań w zakresie oczyszczania ścieków przyczyniło się do stosowania metod fizykochemicznych przy oczyszczaniu ścieków. Przy oczyszczaniu wody metoda fizykochemiczną stopień oczyszczenia wody wynosi ponad 90%



KR - kraty i sita
PI - piaskownik
ZWY - zbiornik wyrównawczy
KM - komora mieszania
KRE - komora reakcji
OS1 - osadnik
UPO - urządzenia przeróbki osadów

schemat ideowy mechaniczno-chemicznej oczyszczalni ścieków

Wykorzystywane są następujące procesy fizykochemiczne:

1. Neutralizacja - jest procesem chemicznego zobojętnienia ścieków o odczynie kwaśnym lub zasadowym .W procesie neutralizacji biorą udział aktywne jony. Można ją prowadzić również przez wzajemne mieszanie ścieków kwaśnych i zasadowych oraz z udziałem dodawanego reagenta.
2. Utlenianie - może być do wykorzystane do utlenianie związków organicznych, nieorganicznych oraz do dezynfekcji ścieków . Najczęściej stosowanymi środkami utleniającymi są chlor i ozon.
3. Koagulacja i strącanie chemiczne
4. Redukcja
5. Wymiana jonowa
6. Ekstrakcja

zastosowanie mikrofiltracji

Oczyszczanie biologiczne
polegające na rozkładzie (zmineralizowaniu) zanieczyszczeń przez mikroorganizmy (głównie bakterie tlenowe) występujące w tzw. osadach czynnych (bakterie, pierwotniaki, wrotki i nicienie) lub błonach biologicznych (organizmy osiadłe na złożu biologicznym). Na tym etapie oczyszczania usuwa się rozpuszczone lub znajdujące się w postaci bardzo drobnej zawiesiny substancje organiczne, takie jak: tłuszcze, białka i węglowodany. Jednocześnie oddziela się resztki drobnej zawiesiny substancji mineralnych.
W ciągu kilku godzin oczyszczania uzyskuje się obniżenie zawartości zanieczyszczeń substancjami organicznymi o 85%.

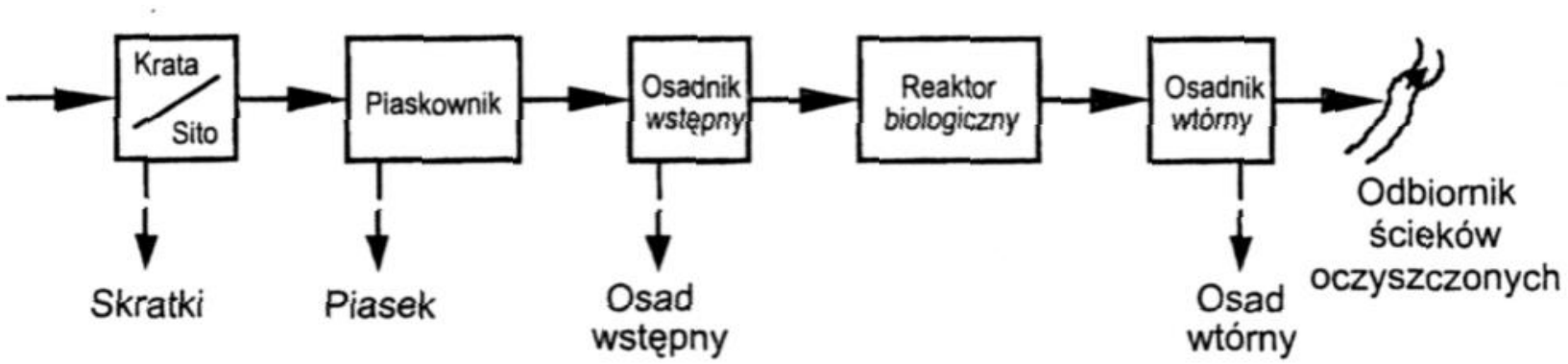
Głównymi urządzeniami technicznymi stosowanymi w tym procesie są:

– **złoża biologiczne**, (biomasa w postaci błony biologicznej porastającej złoże);

– **komory osadu czynnego**, (biomasa w postaci zawieszonego osadu czynnego), (dla mniejszych ilości ścieków również rowy cyrkulacyjne)

} bioreaktory

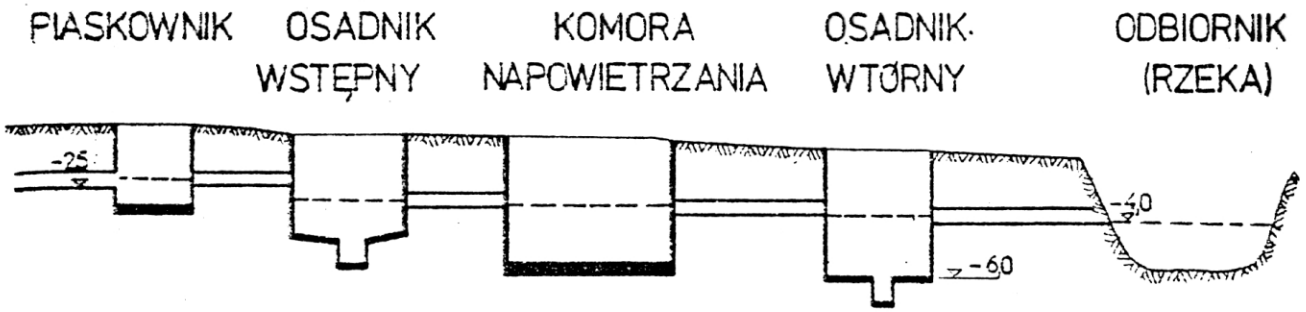
– **komory fermentacyjne**.



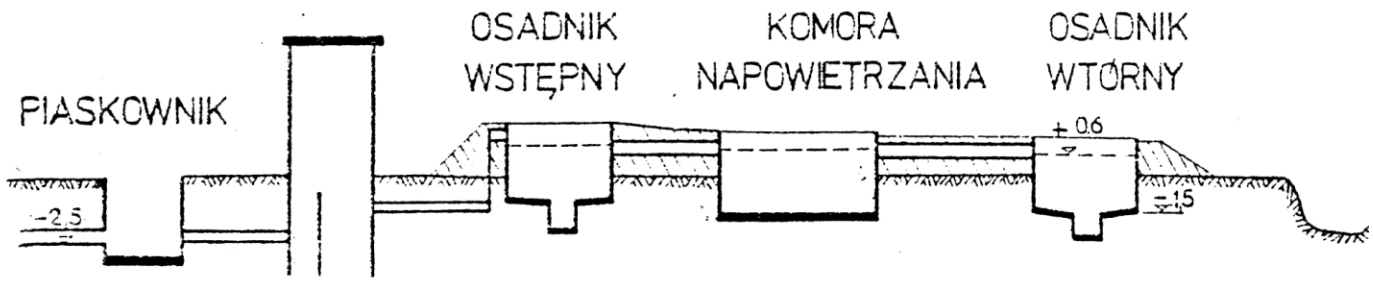
Schemat technologiczny oczyszczania ścieków w mechaniczno – biologicznej komunalnej oczyszczalni ścieków

J.Podedworna, ABC oczyszczania ścieków komunalnych, Materiały budowlane 12/2009

GRAWITACYJNY UKŁAD OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW



UKŁAD OCZYSZCZALNI Z POMPOWNIĄ ŚCIEKÓW NA POCZĄTKU

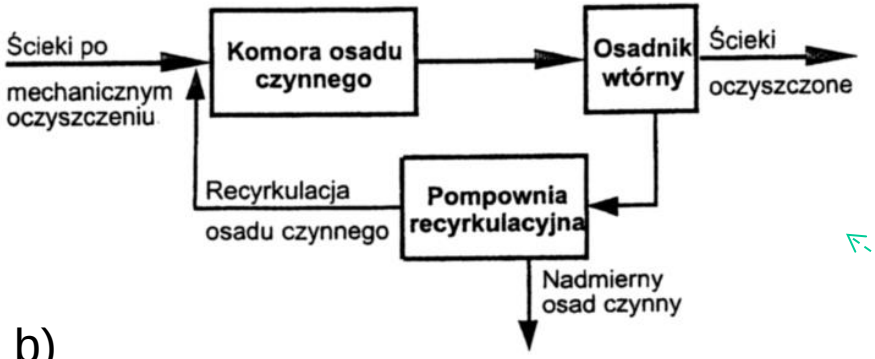




podnośnik mechaniczny ścieków (śruba archimedesa)

http://www.mpgk.wlodawa.pl/

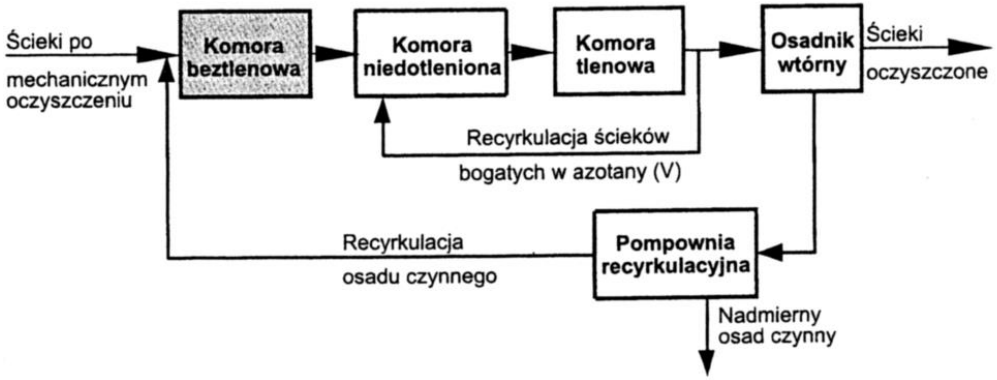
a)



Przykłady układów technologicznych biologicznego oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego, w systemie przepływowym:

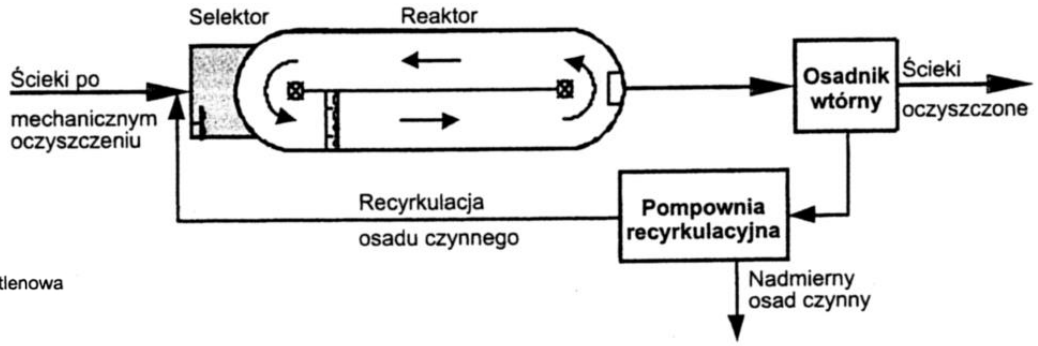
a) jednostopniowy reaktor biologiczny,
b) trzystopniowy reaktor biologiczny,
c) reaktor typu Carrousel.

b)



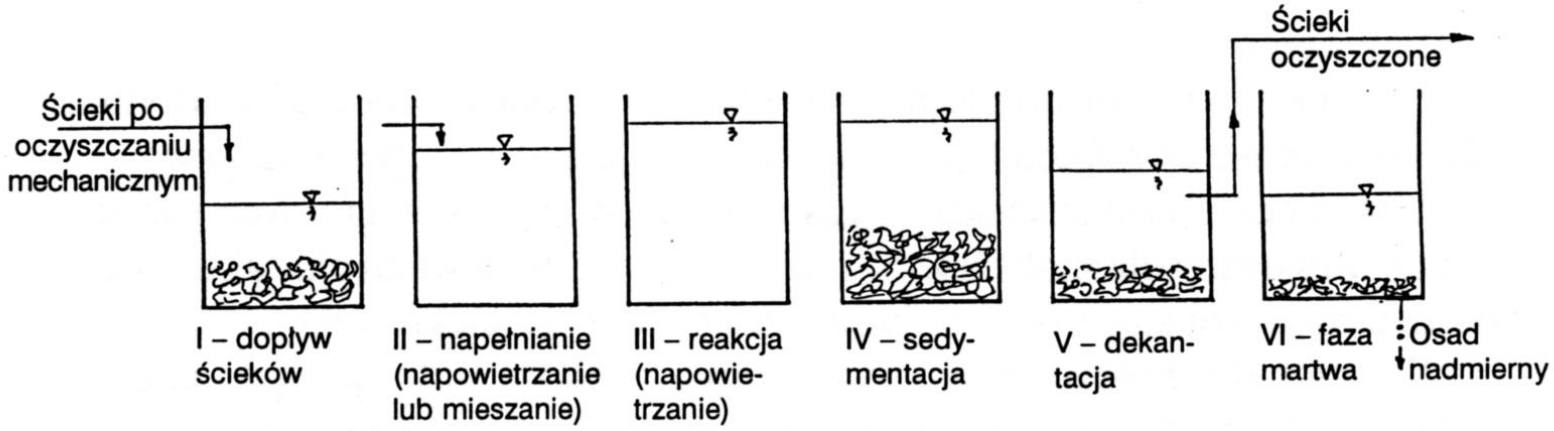
Warunki beztlenowe – anoksyczne – tlenowe
Anaerobic/Anoxic/Oxic (A_2O)

c)



J.Podedworna, ABC oczyszczania ścieków komunalnych, Materiały budowlane 12

Inne:
reaktory sekwencyjne SBR; reaktory membranowe MBR (*Membrane Biological Reactor*)



Układ technologiczny biologicznego oczyszczania ścieków w reaktorze sekwencyjnym typu SBR

jednokomorowy reaktor biologiczny SBR, o cyklicznym trybie pracy, z wydzieleniem faz w jednym cyklu pracy, zasilanie i odpływ ścieków odbywa się okresowo naprzemiennie, przy zastosowaniu co najmniej dwóch reaktorów

Warunki techniczne wykonania i odbioru zbiorników betonowych oczyszczalni wody i ścieków, praca zbiorowa, Instalator Polski, Warszawa 1998

postępowanie z osadem ściekowym powstającym w osadnikach wstępnych i wtórnych

wysokie koszty – powyżej 50 % wszystkich kosztów oczyszczania

Procesy przeróbki osadów ściekowych:

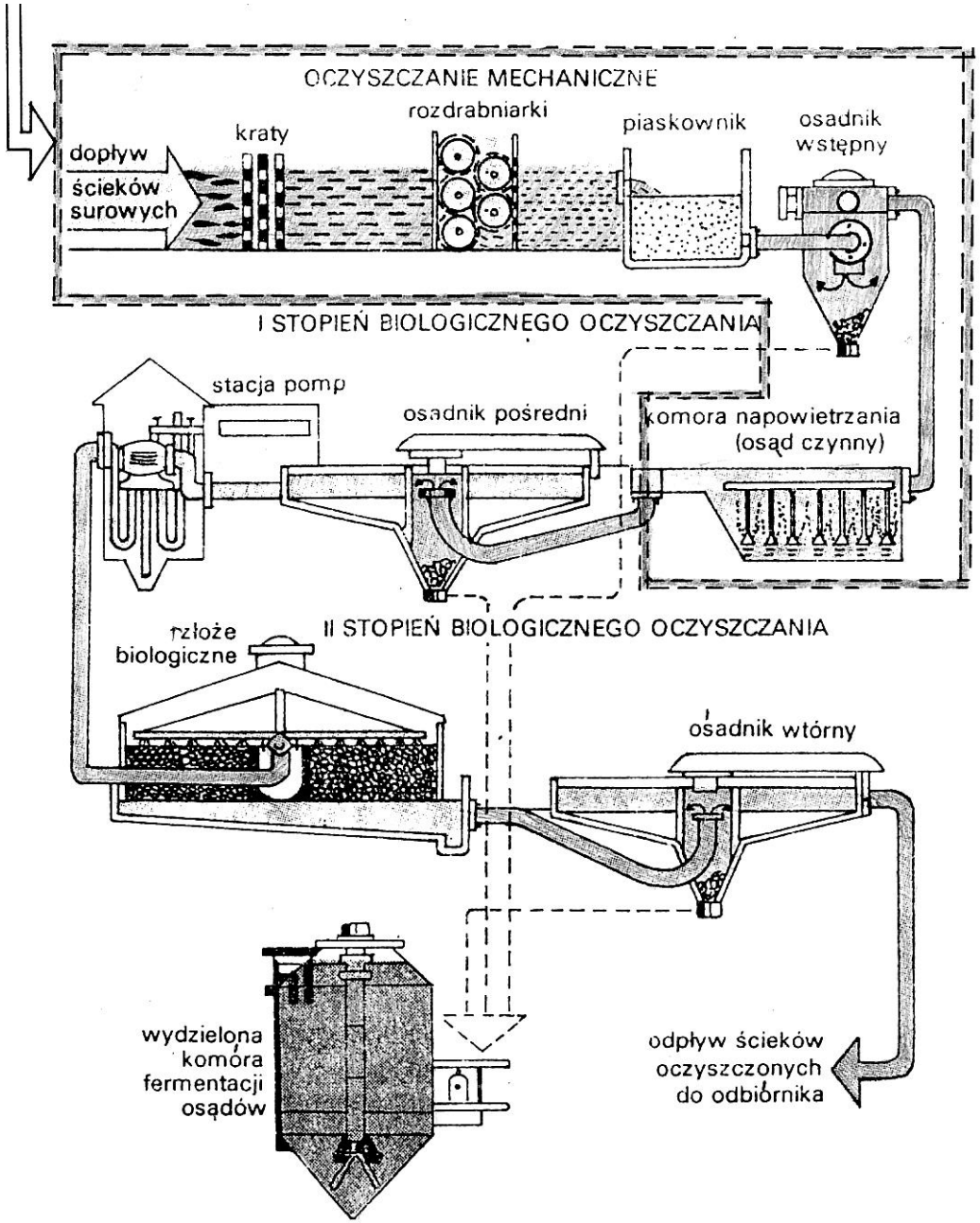
- **odwadnianie osadów** (procesy w kolejności):
zagęszczanie, odwadnianie, suszenie (naturalne lub wymuszone).

- **stabilizacja i higienizacja osadów** – ma na celu unieszkodliwienie osadów,
tak aby nie stanowiły zagrożenia dla środowiska i ludności, nie ulegały dalszemu rozkładowi,
nie wydzielały zapachów. Realizowane przez suszenie, mineralizację, dezynfekcję.

- **końcowa obróbka osadów** – kompostowanie, spalanie, składowanie (do 2013 r.)

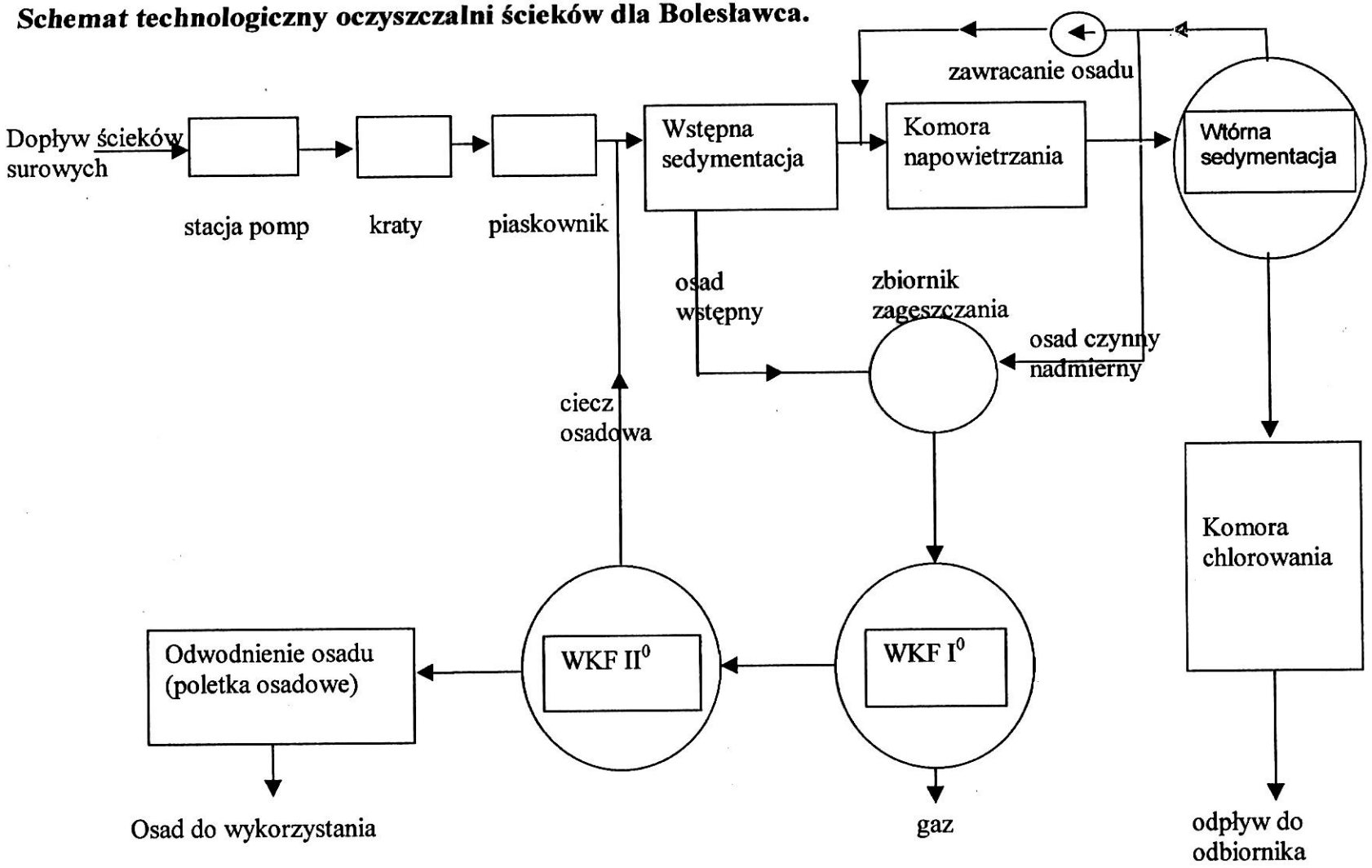
fermentacja osadów (f. metanowa) jako proces ich unieszkodliwiania.
(osadniki gnilne, osadniki Imhoffa, wydzielone komory fermentacyjne (WKF)

w wyniku fermentacji w warunkach beztlenowych substancje organiczne legają rozkładowi na wodę, gaz (metan 70 % i dwutlenek węgla 25 %, oraz powstaje bezwonna, nie zagniwająca i łatwo odwadniająca się masa.



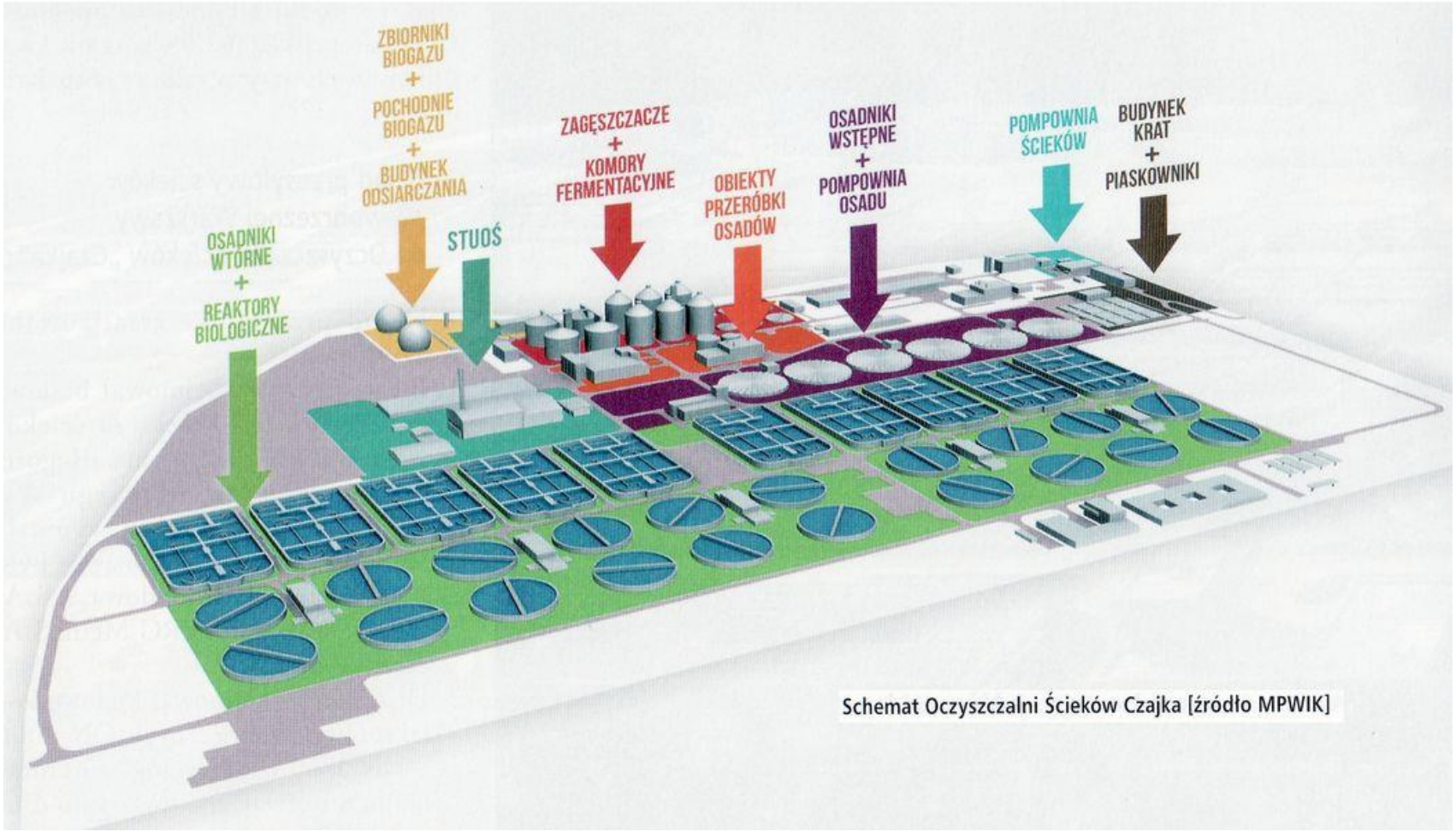
Schemat klasycznego układu oczyszczalni
(wg Głowiaka, Kempy, Winnickiego)

Schemat technologiczny oczyszczalni ścieków dla Bolesławca.





Oczyszczalnia ścieków „Czajka” (źródło: www.mpwik.com.pl/)



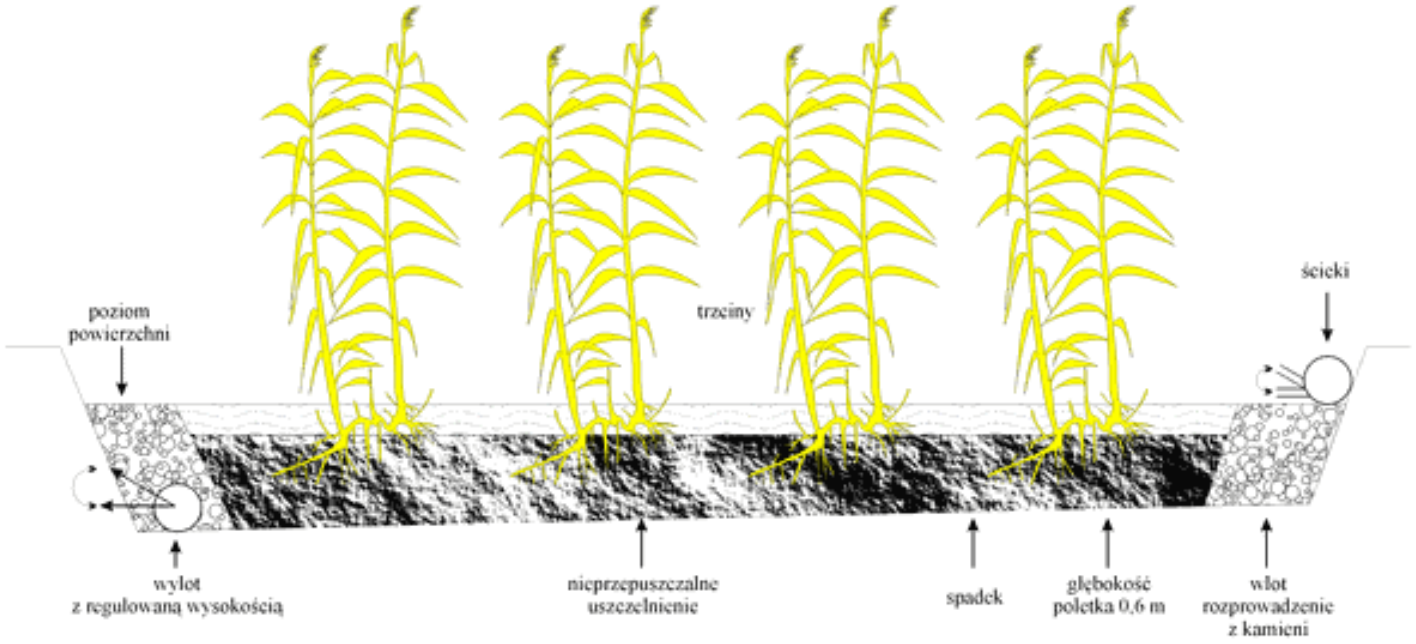
STUOŚ - Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych

oczyszczanie biologiczne – metody półnaturalne:

stawy ściekowe i rowy biologiczne (stawy/rowy tlenowe i fakultatywne);

oczyszczalnie hydrobotaniczne (inaczej filtry gruntowo-roślinne)
(np.: wierzbowe, trzcinowe, z roślinnością pływającą);

oczyszczalnie gruntowe (np.: pola irygacyjne)



poletko oczyszczalni trzcinowej

oczyszczalnie hydrobotaniczne (inaczej filtry gruntowo-roślinne)

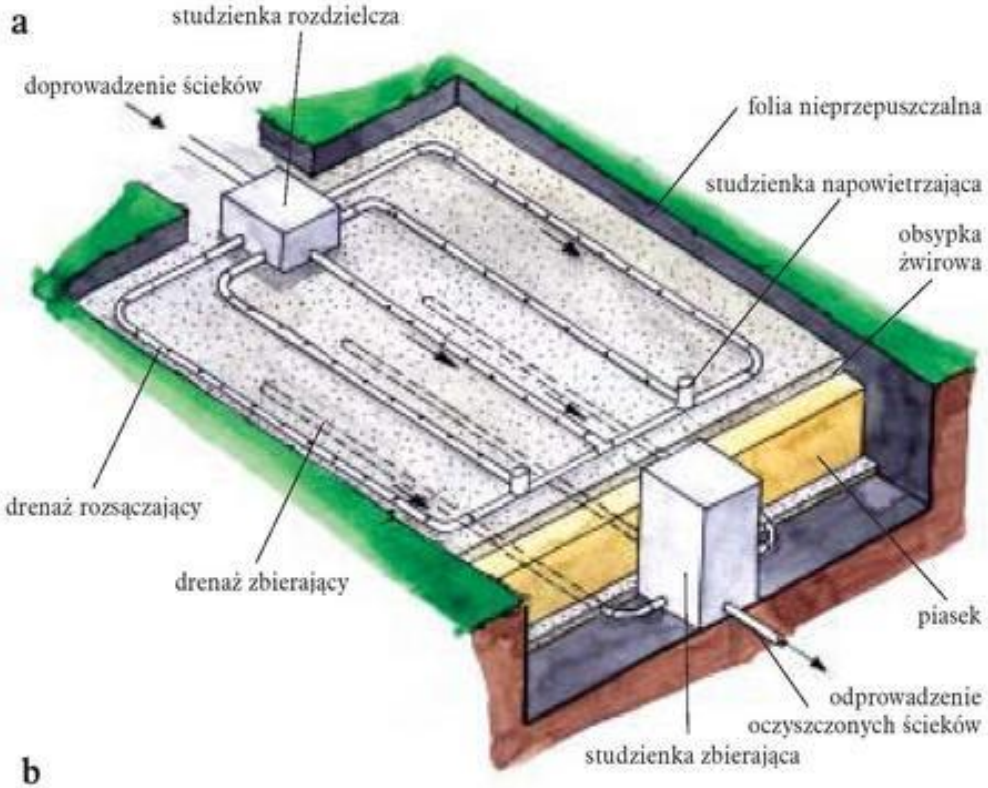
(np.: wierzbowe, trzcinowe, z roślinnością pływającą);

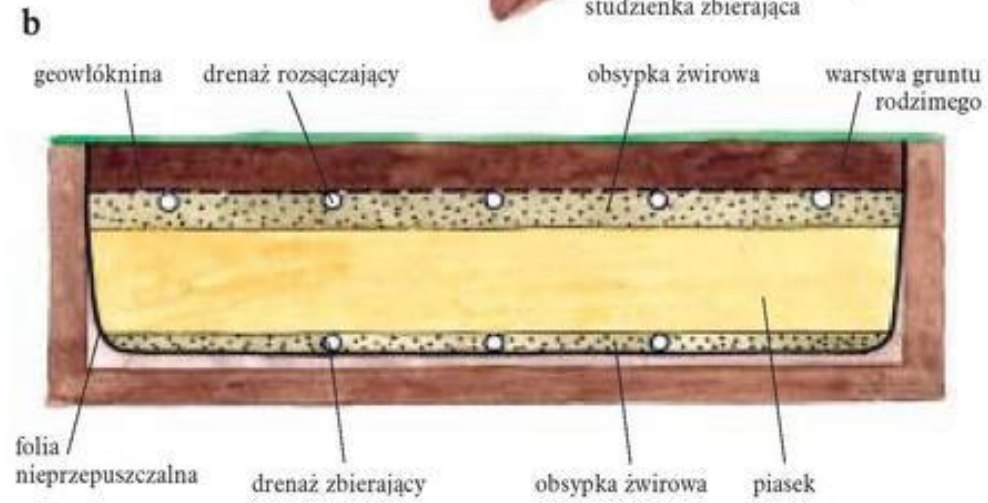
http://www.ekofil.gdynia.pl

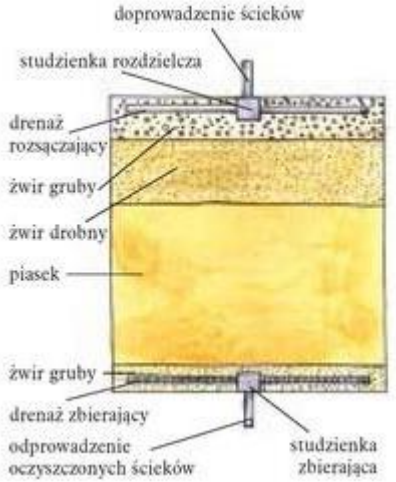
oczyszczalnie gruntowe (np.: pola irygacyjne)

filtr piaskowy o przepływie pionowym lub poziomym

(filtr powolny) (złoże biologiczne) (oczyszczalnia gruntowa)



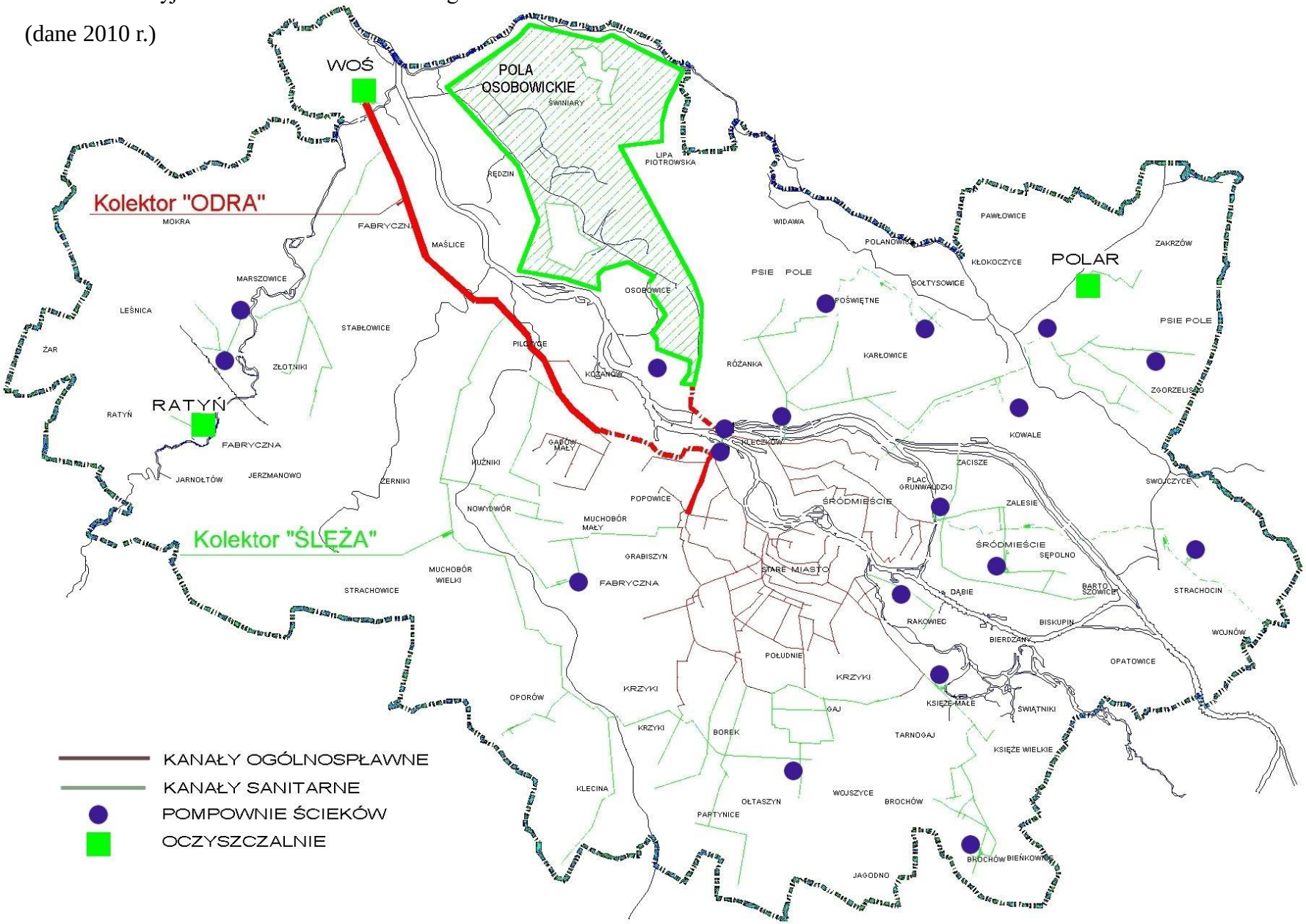




Sieć wodociągowa Wrocławia - 1884 km długości

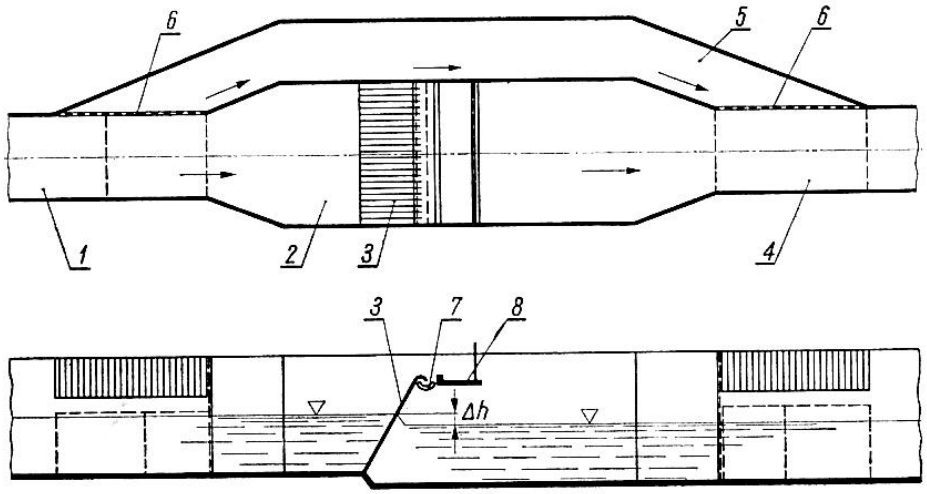
Sieć kanalizacyjna Wrocławia - 1171 km długości

(dane 2010 r.)



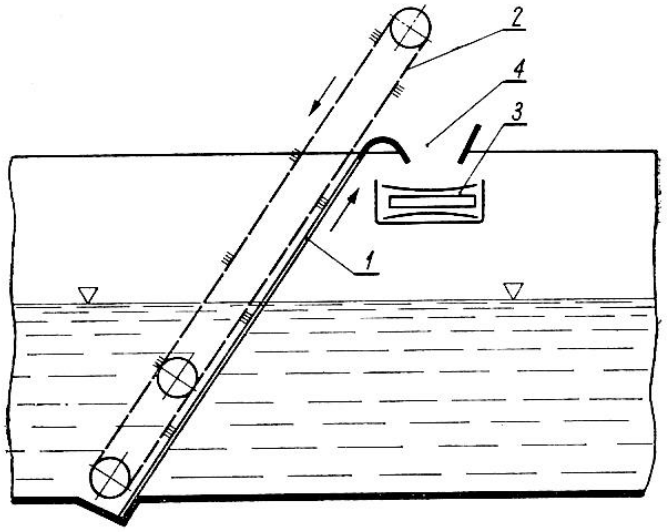
www.mpwik.com

Wybrane obiekty oczyszczalni ścieków



Komora krat oczyszczanych ręcznie

1 — kanał dopływowy, *2* — komora kraty, *3* — krata z prętów stalowych, *4* — kanał odpływowy, *5* — kanał obiegowy, *6* — krata palisadowa rzadka, *7* — koryto do zbierania i odwadniania skratek, *8* — pomost dla obsługi

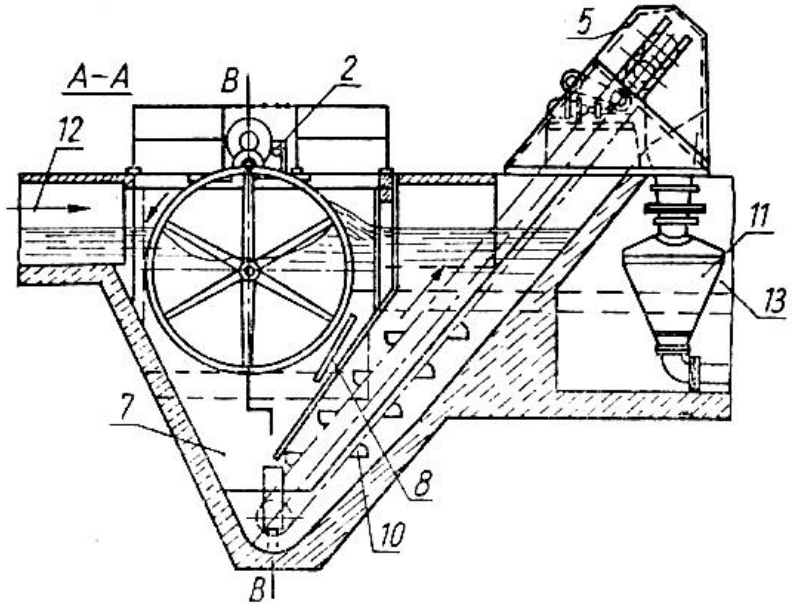


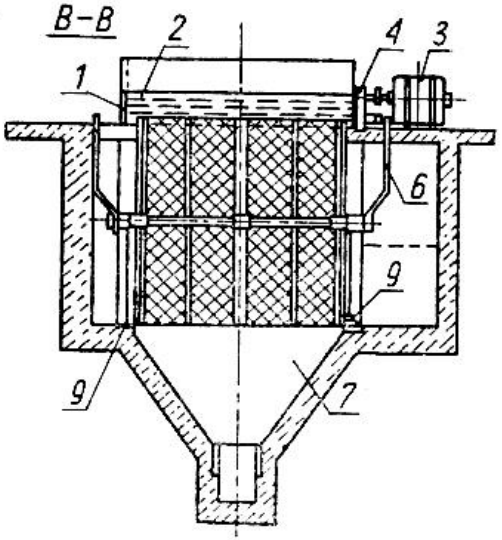
Krata stała oczyszczana mechanicznie

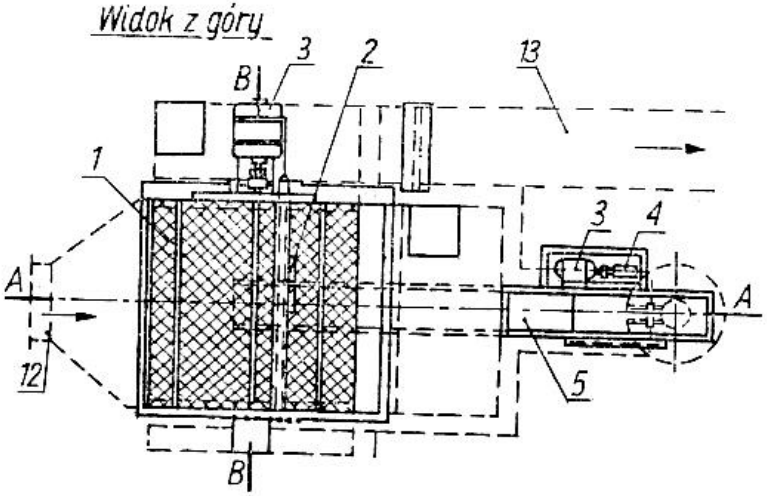
1 — krata, *2* — zgarniacz taśmowy, *3* — transporter skratek, *4* — zrzut skratek



http://www.dynamikfiltr.pl/







Sito bębnowe samopłuczące

1 — powłoka sita, *2* — szczotki, *3* — silnik, *4* — reduktor obrotów, *5* — elewator czerpakowy, *6* — układ smarowniczy, *7* — zbiornik na osady, *8* — deflektor, *9* — uszczelnienia, *10* — czerpaki dziurkowane, *11* — zbiornik do pneumatycznego usuwania osadów, *12* — kanał dopływowy, *13* — kanał odpływowy

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977

http://www.dynamikfiltr.pl/



sito skośne



Kraty gęste - O.Ś. Wrocław Janówek

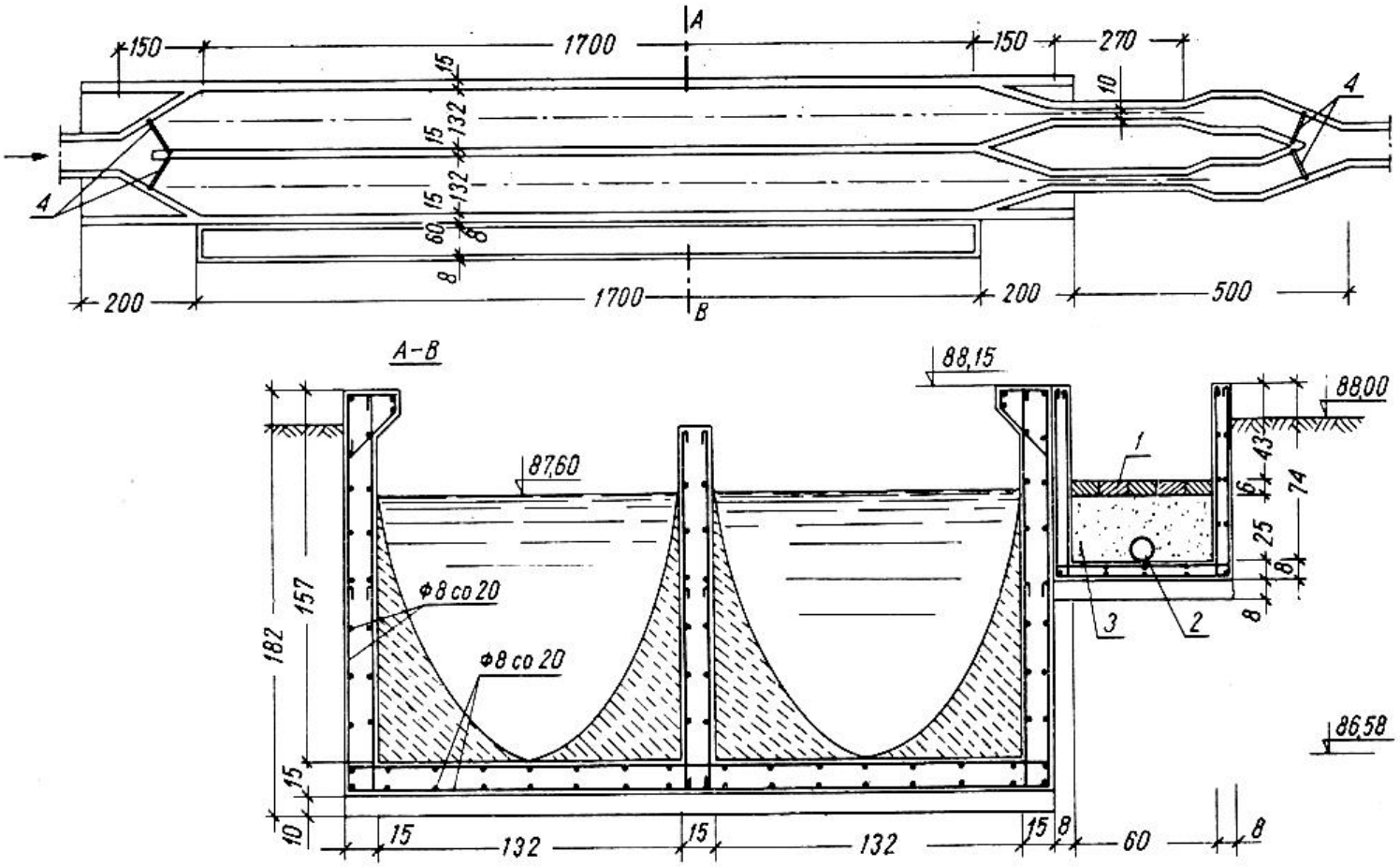
fot. B.Przybyła



Kraty rzadkie - O.Ś. Wrocław Janówek



Hala piaskownika - O.Ś. Wrocław Janówek

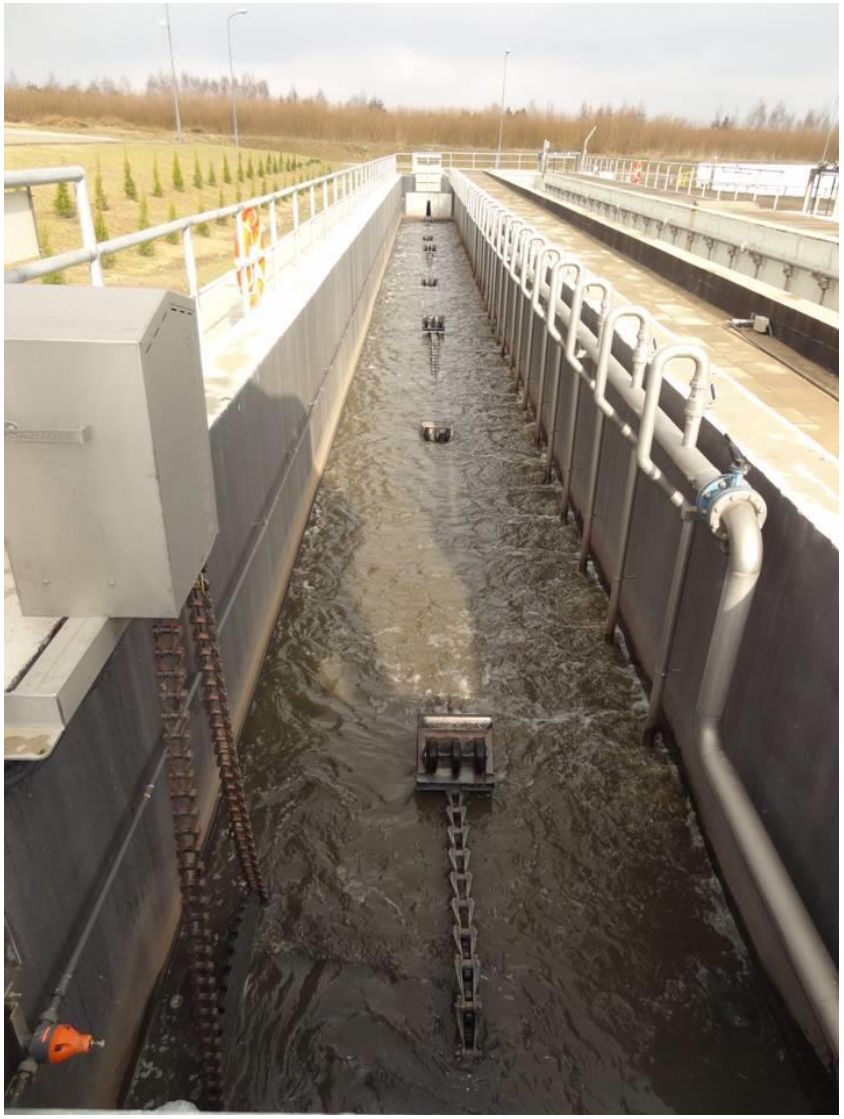


Piaskownik poziomy

1 — cegła, *2* — sączek drenarski, *3* — piasek, *4* — zastawki

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975





Budynek krat oraz piaskownik napowietrzany ze zgarniaczem mechanicznym

http://www.prosna.com.pl



https://pl.ekoton.com

zgarniacz dla piaskownika poziomego



Piaskownik dwukomorowy
http://www.mpgk.wlodawa.pl/

Parametry piaskownika:
szerokość górna kanału – 1,3 m
szerokość dolna kanału – 0,4 m
długość – 18 m
głębokość – 1,2 m
spadek dna – 0,2 %
napełnienie kanału max – 0,27 m
napełnienie kanału średnie – 0,21 m
napełnienie kanału max liczone z godzin dziennych – 0,38 m
przepływ maksymalny Qmax – 28,8 ÷ 356,4 m3/h
prędkość przepływu – v = 0,25 m/s

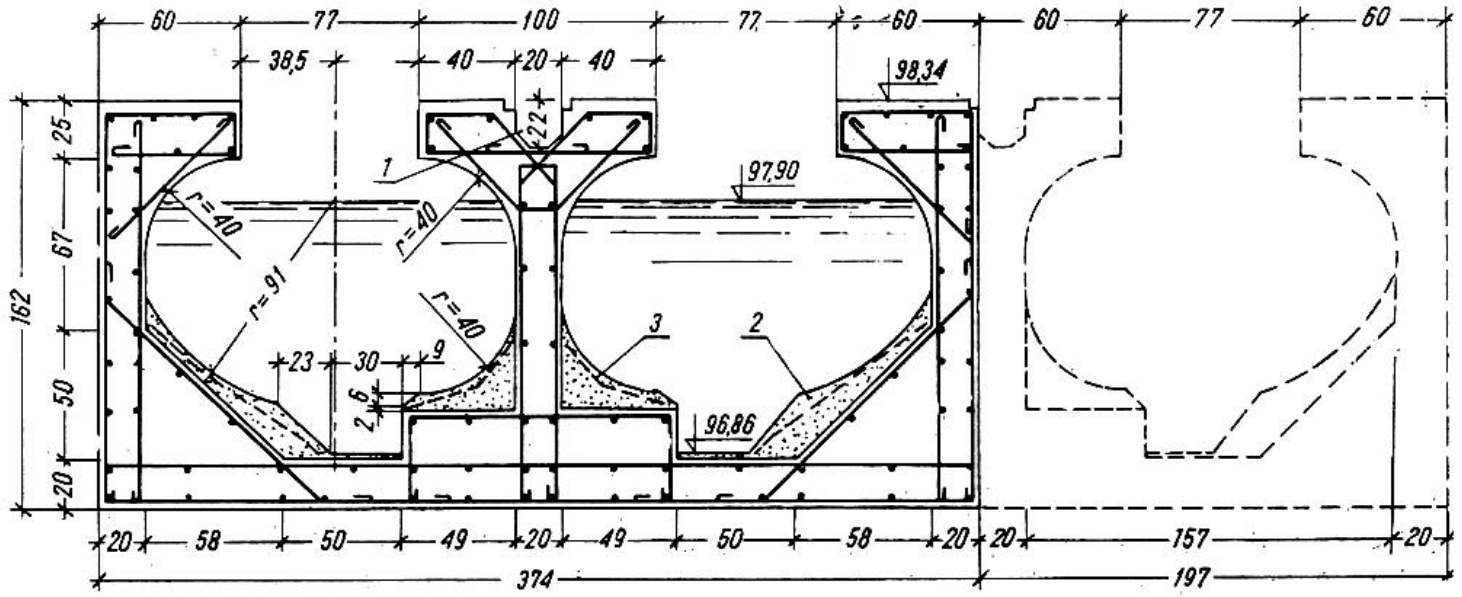
Piasek opadający w komorach piaskowych usuwany jest za pomocą pomp zatapialnych podwieszonych do pomostu jezdnego zgarniacza. Pracujący zgarniacz jest z pomostem jezdnym na kołach ogumionych produkcji Ośrodka Badawczo-Rozwojomego Aparatury i Urządzeń Komunalnych „Biowogaz" Sp. z o. o. w Poznaniu. Elementy zgarniacza są ze stali kwasoodpornej. Piasek pompy zatapialne (typ MS1-14L firmy Metalchem S.A.)pompują do przewodów tłocznych, skąd podawany jest do koryta powrotnego piasku umieszczonego wzdłuż piaskownika na konstrukcji wsporczej wzdłuż piaskownika. Koryto umieszczone jest na wysokości ok. 2,5 m nad górnym poziomem piaskownika ze spadkiem i = 1 % w kierunku budynku krat. Koryto powrotne wykonane jest ze stali kwasoodpornej o wymiarach szer. x wys. x dł. 25 x 40 x 2250 cm. Elementy zostały dostarczone przez firmę „Powogaz".



Przewody pomp zatapialnych pompujących pulpę piaskową
http://www.mpgk.wlodawa.pl/

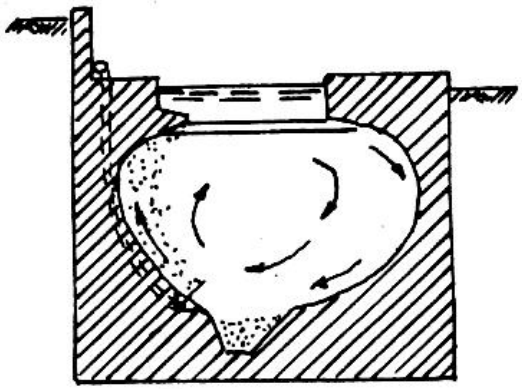


Widok na pomost jezdny zgarniacza piasku oraz koryto powrotne pulpy piaskowej
http://www.mpgk.wlodawa.pl/



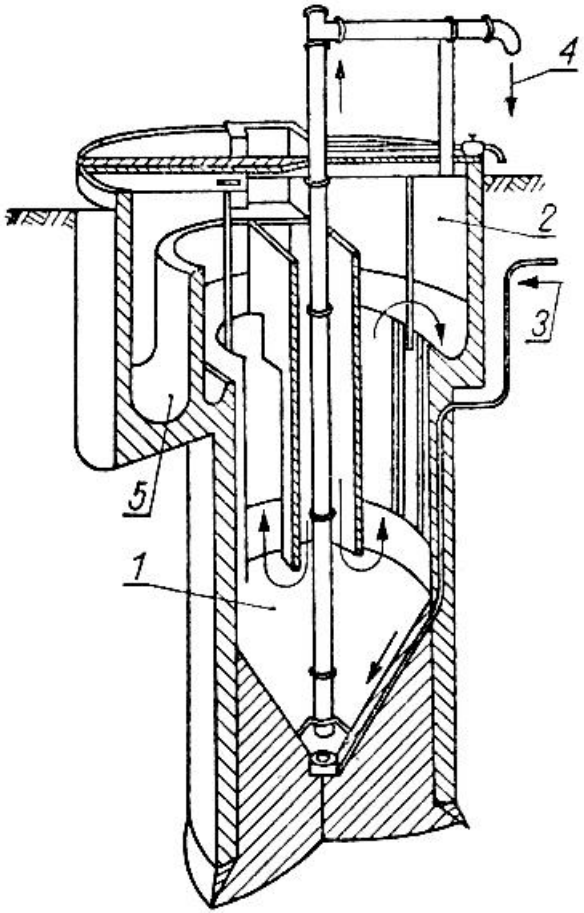
Piaskownik o przepływie poziomo-śrubowym

1 — kanał dla przewodów napowietrzających, *2* — warstwa betonu profilowana szablonem, *3* — siatka z drutu ⌀ 3

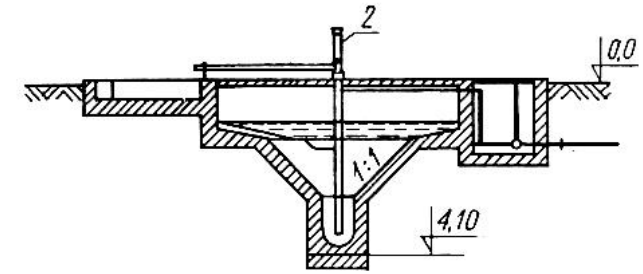


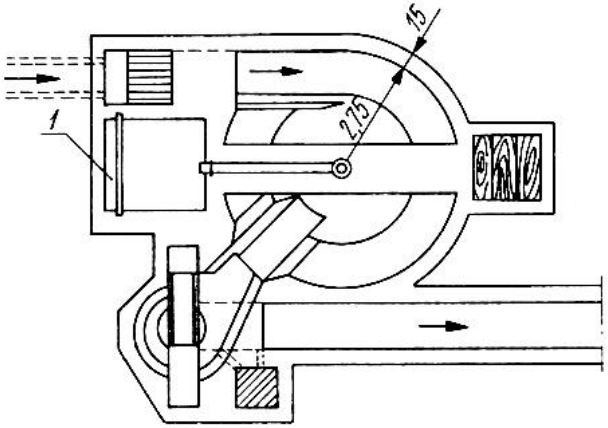
Rys. 5. Piaskownik napowietrzany (wg. konstrukcji F. PÖPELA)

abrazja dna



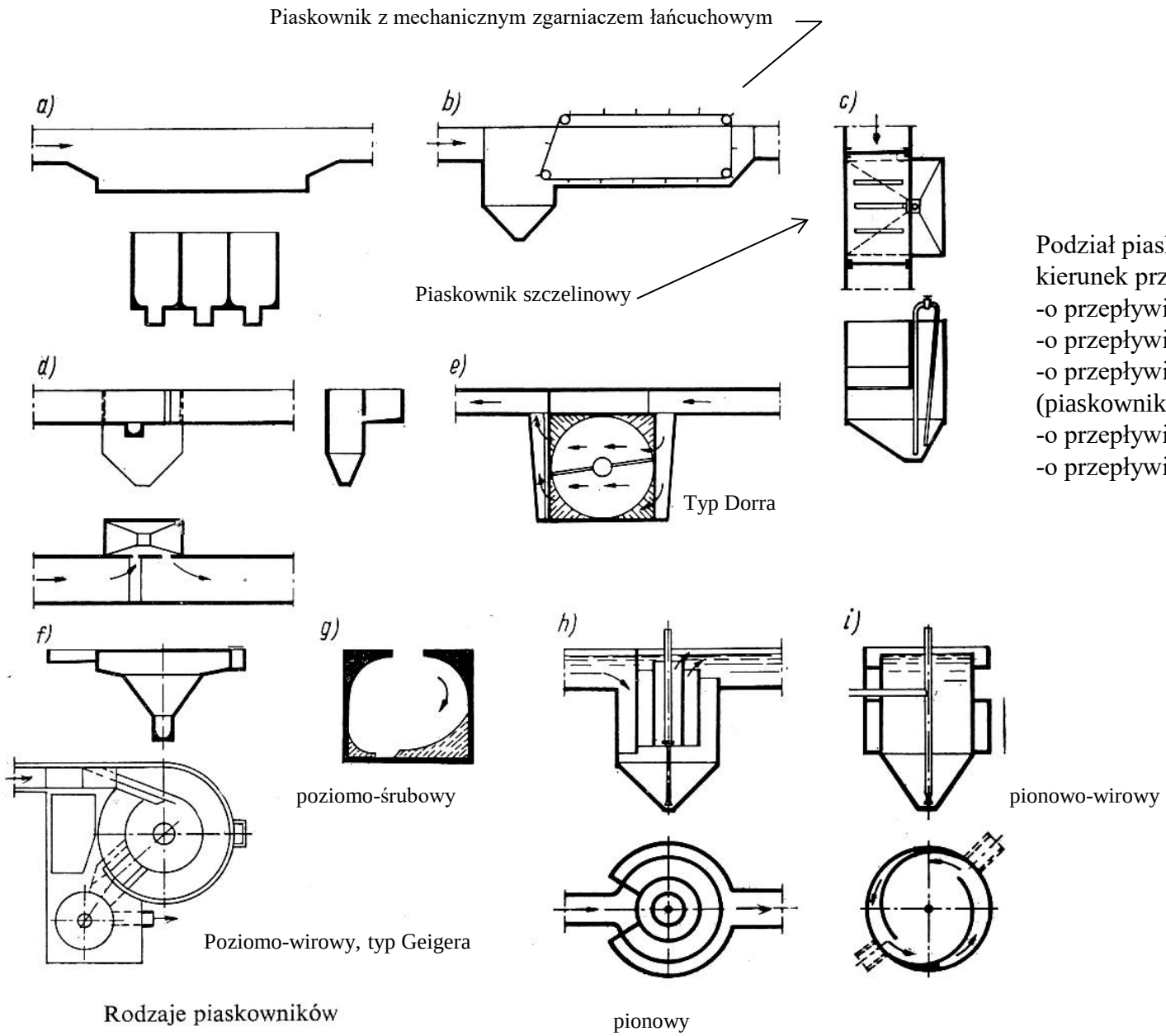
Piaskownik pionowy typu Blunka
1 — dopływ, *2* — odpływ, *3* — doprowadzenie powietrza, *4* — odprowadzenie piasku, *5* — ominięcie awaryjne





Piaskownik o przepływie poziomo-wirowym typu Geigera
1 — pojemnik na piasek, *2* — pompa pneumatyczna

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975



Rodzaje piaskowników

Podział piaskowników ze względu na kierunek przepływu:
-o przepływie poziomym,
-o przepływie poziomo-wirowym,
-o przepływie poziomo-śrubowym (piaskowniki napowietrzane),
-o przepływie pionowym
-o przepływie pionowo-wirowym

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975

Osadniki

ze względu na przeznaczenie związane z funkcją technologiczną w układzie oczyszczania ścieków osadniki dzieli się na:

Ze względu na przeznaczenie związane z technologiczną funkcją w układzie oczyszczalni ścieków osadniki można podzielić na:

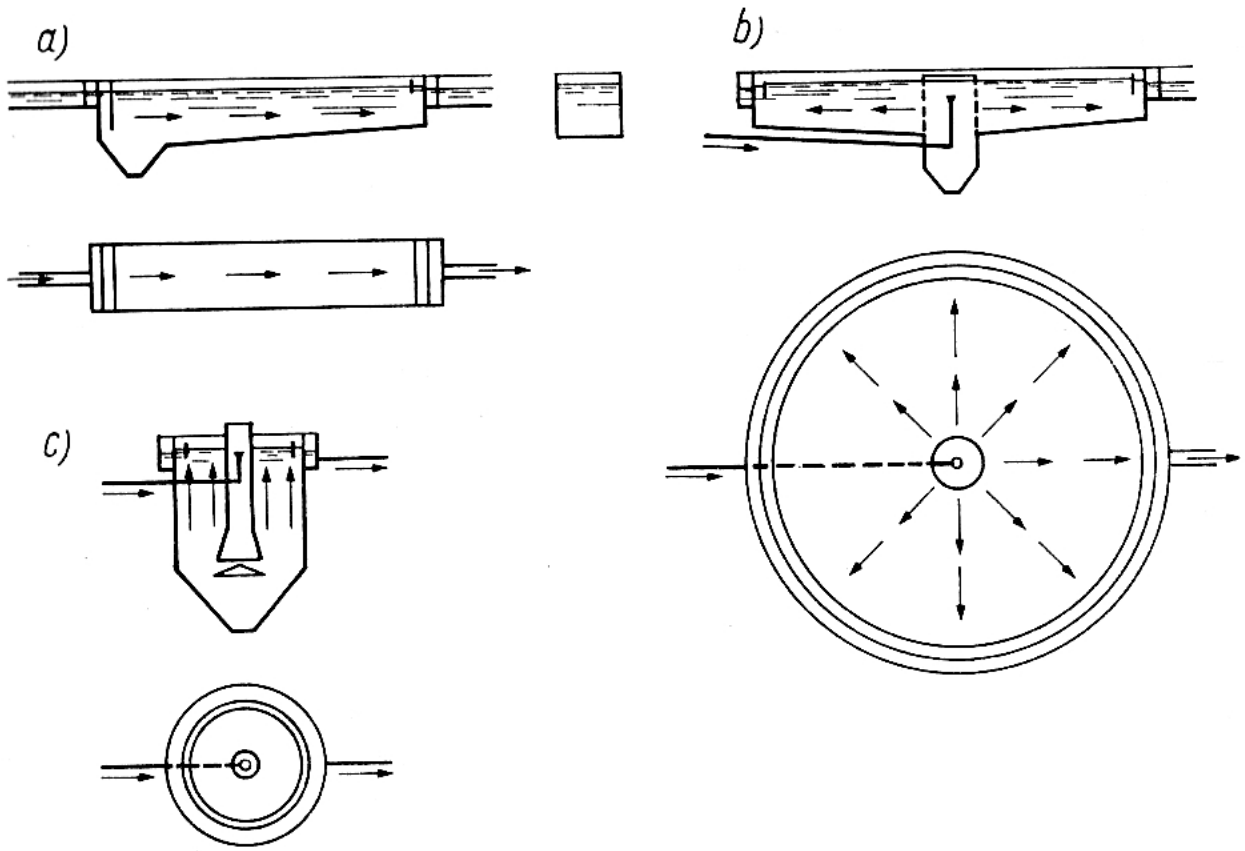
a) osadniki samodzielne — występujące jako zasadnicze urządzenia w danej oczyszczalni, przeznaczone do oczyszczania ścieków odprowadzanych następnie do odbiornika,

b) osadniki wstępne — przeznaczone do wstępnego oczyszczania ścieków przed następnymi procesami ich oczyszczania, przeważnie przed dalszym biologicznym ich oczyszczaniem,

c) osadniki pokoagulacyjne — przeznaczone do oczyszczania ścieków metodą koagulacji, poddawanych następnie dalszemu oczyszczaniu lub odprowadzanych do odbiornika (do tej grupy można by również zaliczyć osadniki stosowane przy innych zabiegach chemicznych związanych z wytrącaniem osadów),

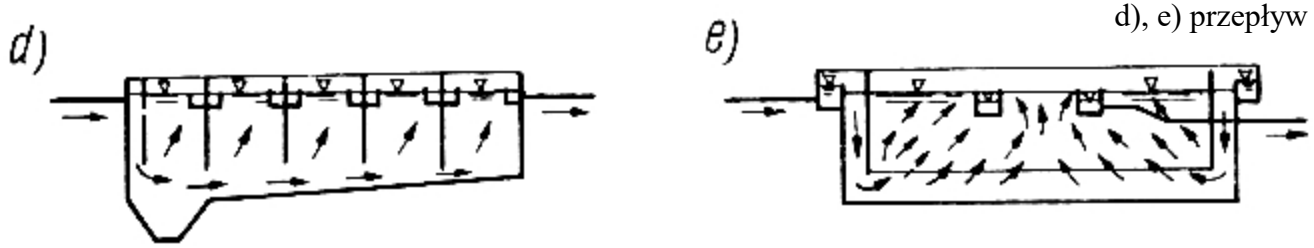
d) osadniki wtórne (końcowe lub pośrednie) — stosowane po biologicznym oczyszczaniu ścieków i stanowiące element składowy zespołu urządzeń służących do przeprowadzenia tego procesu; osadniki pośrednie — są to osadniki stosowane między dwoma stopniami biologicznego oczyszczania ścieków, a osadniki końcowe — są to bądź osadniki wtórne w systemie jednostopniowego oczyszczania, bądź osadniki wtórne po urządzeniach drugiego stopnia w systemie dwustopniowego oczyszczania.

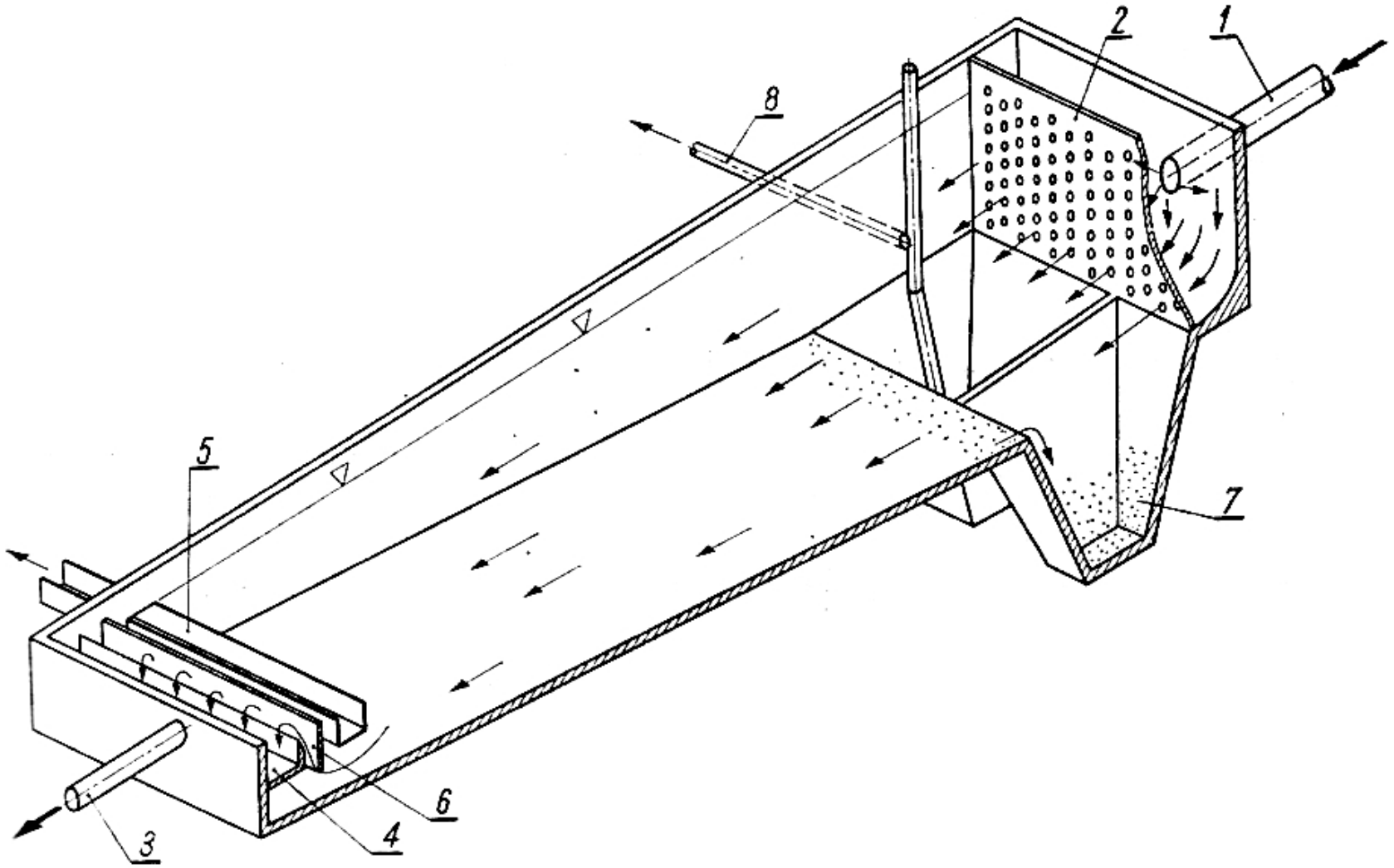
osadniki – podział ze względu na kierunek przepływu ścieków



Osadniki o różnym kierunku przepływu ścieków: a) poziomy zwykły (podłużny), b) poziomy odśrodkowy (radialny), c) pionowy

d), e) przepływ poziomo-pionowy

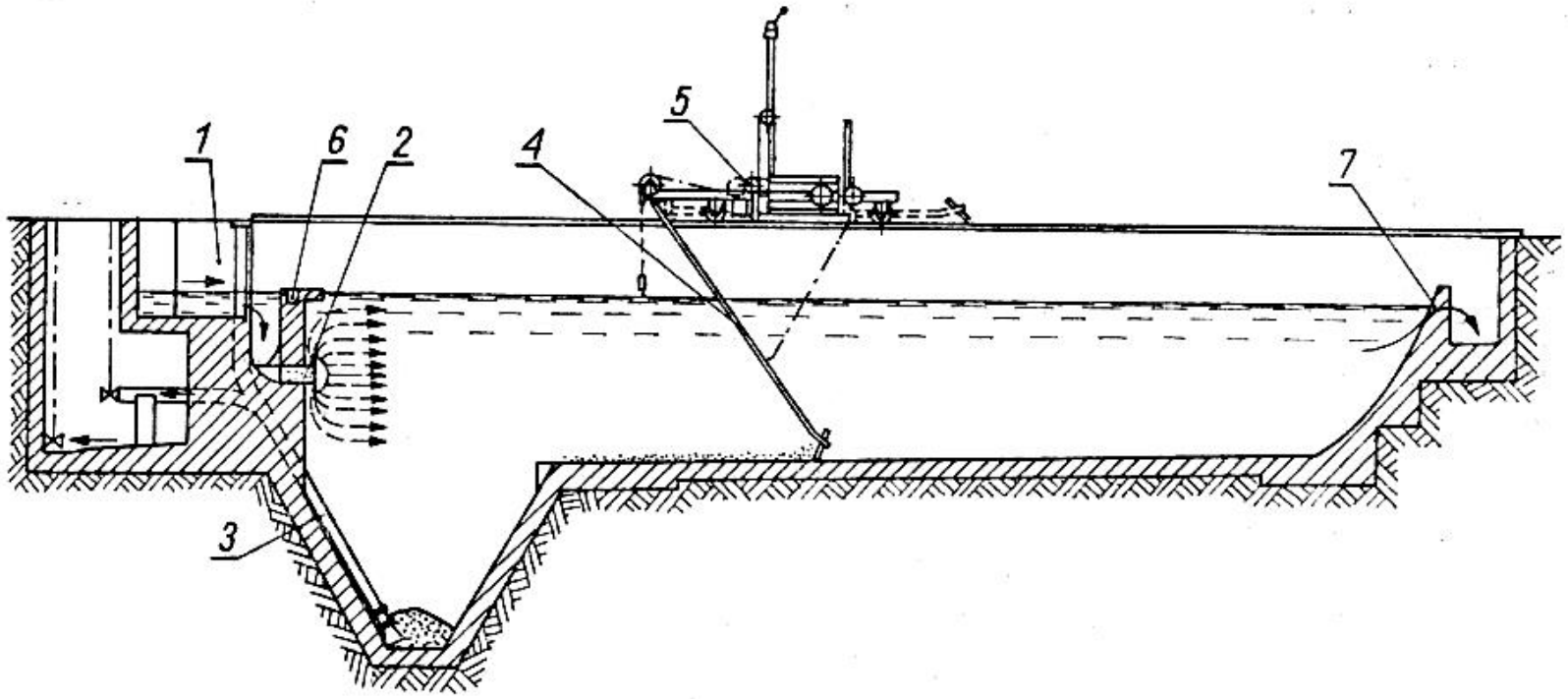




Osadnik poziomy

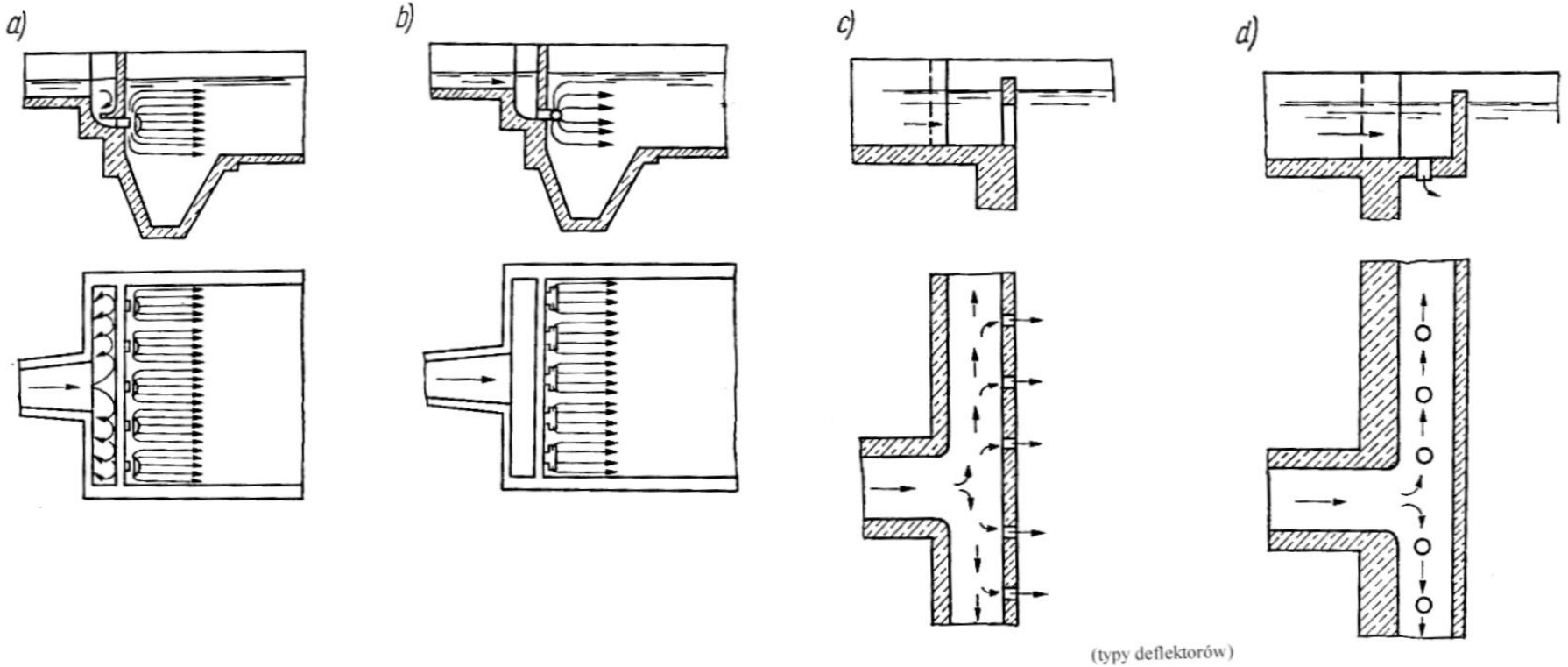
1 — doprowadzenie wody, *2* — ścianka perforowana, *3* — odprowadzenie wody, *4* — koryto zbiorcze, *5* — koryto do zbierania części pływających, *6* — deska do zatrzymywania części pływających, *7* — komora osadowa, *8* — odprowadzenie osadu

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977



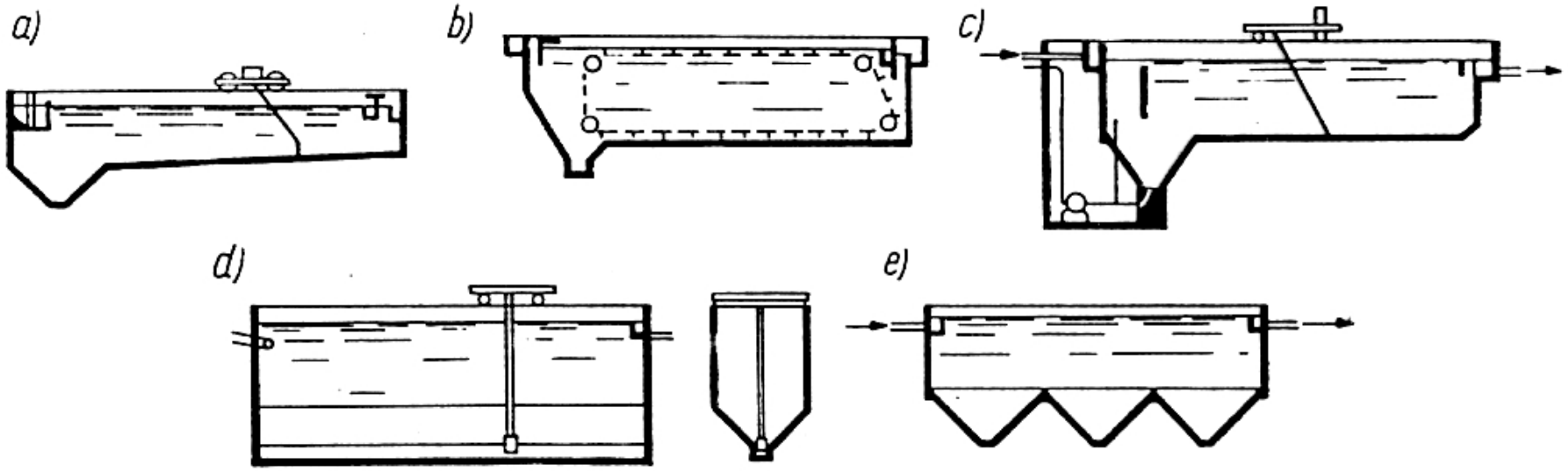
Osadnik poziomy podłużny ze zgarniaczem wózkowym

1 — dopływ ścieków, *2* — deflektor, *3* — spust osadu, *4* — zgarniacz osadu, *5* — napęd zgarniacza, *6* — spust części pływających, *7* — przelew odpływowy

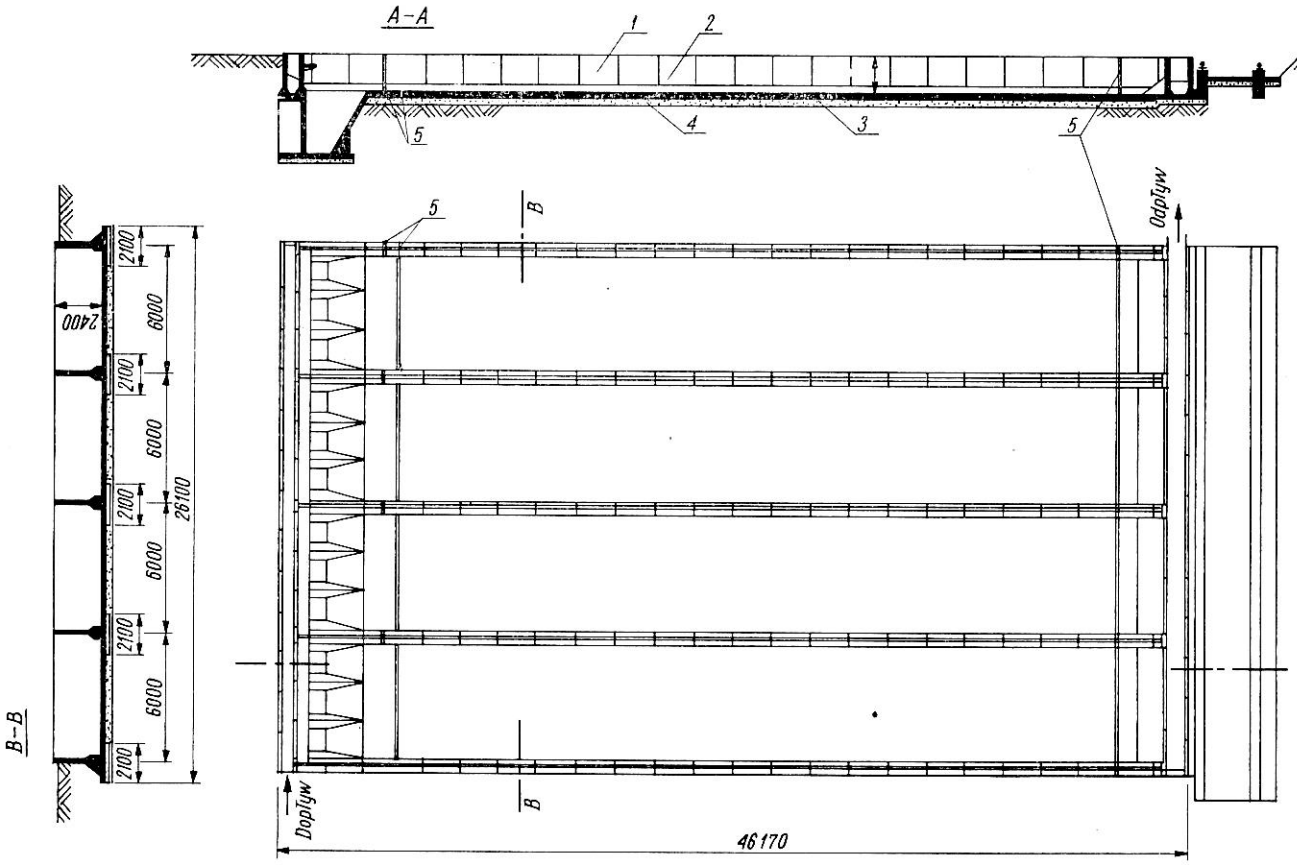


(typy deflektorów)

Przykłady rozwiązania wlotów do osadników poziomych podłużnych: *a*) wloty typu Stengel, *b*) wloty typu Geiger, *c*) koryto z otworami w ścianie pionowej, *d*) koryto z otworami w dnie



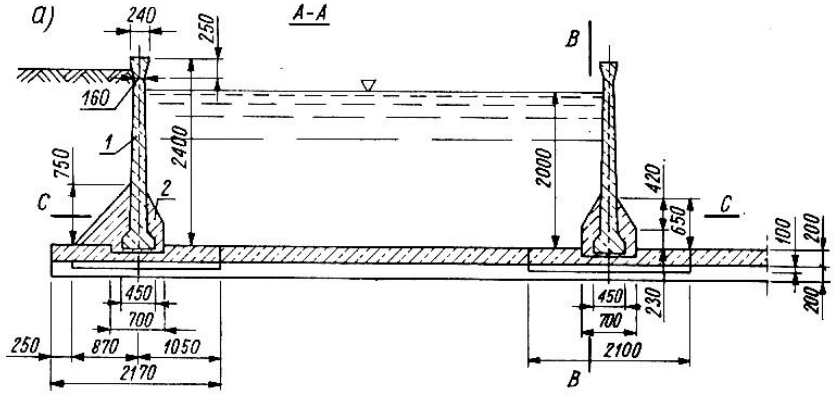
Schematy osadników poziomych: a) ze zgarniaczem poziomym, b) ze zgarniaczem łańcuchowym, c) zespolonego z pompownią osadu, d) z dnem o przekroju trapezowym, e) wielolejowego



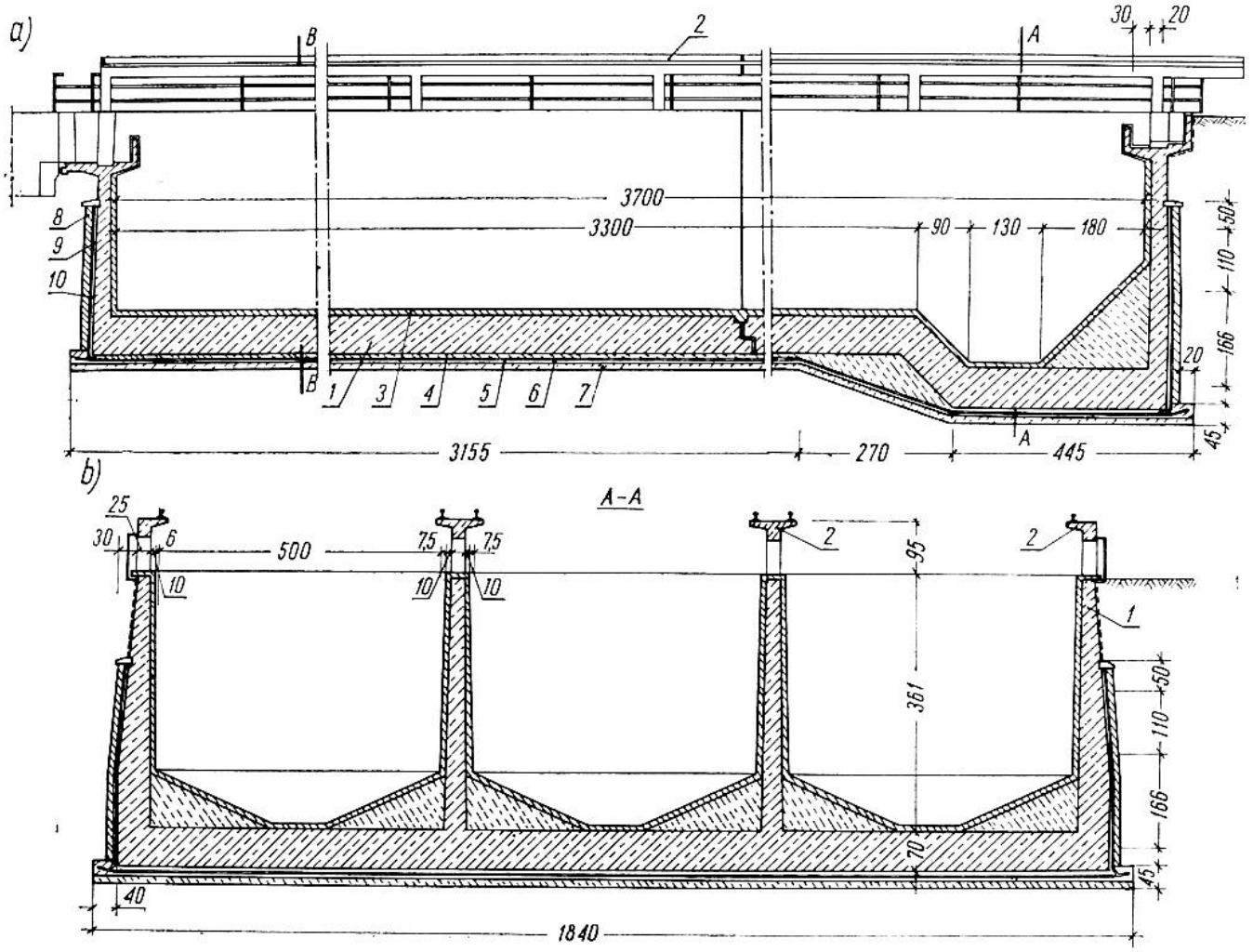
Schemat osadnika prefabrykowanego

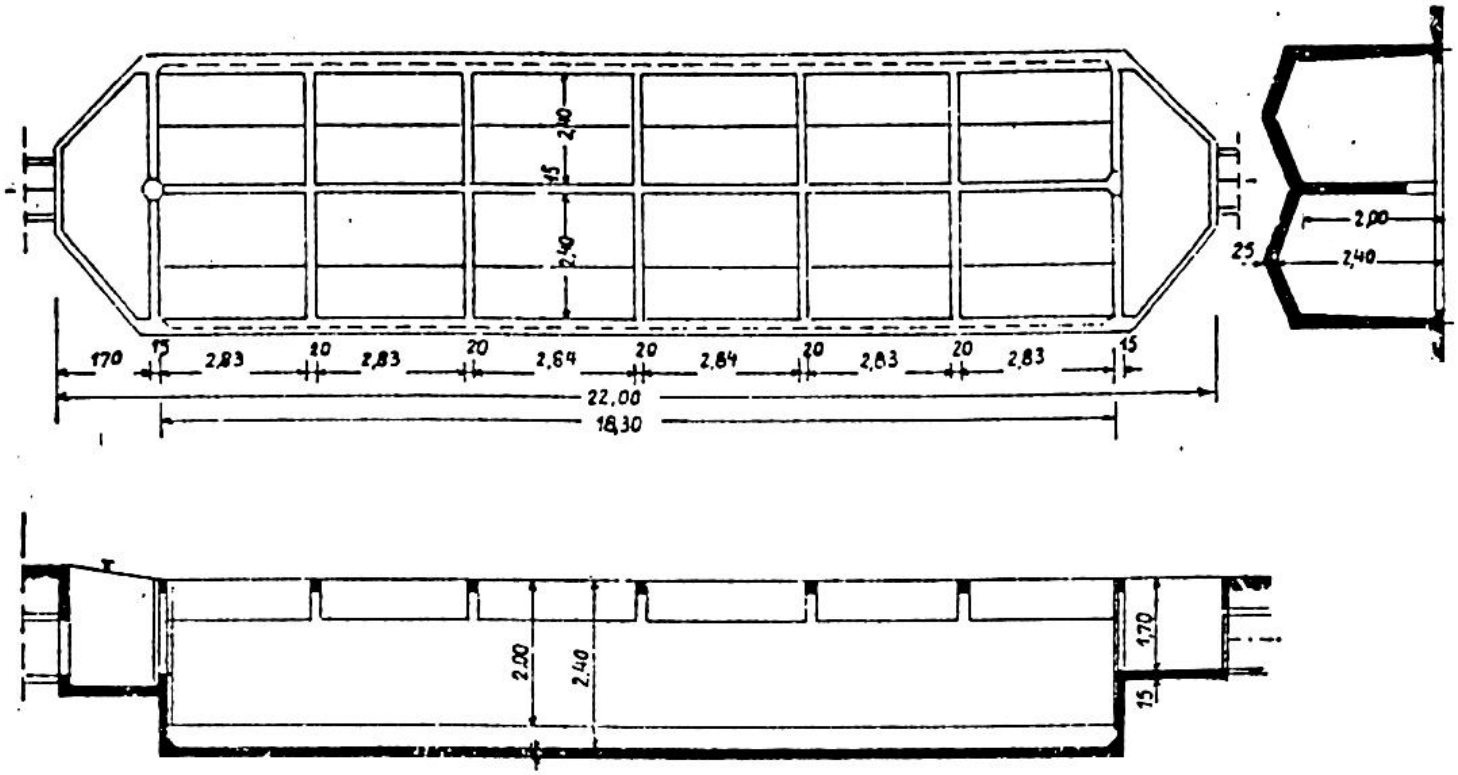
1 — płyty prefabrykowane ścienne, *2* — skosy z betonu wylewanego, *3* — monolityczna płyta denna, *4* — podłoże z piasku, *5* — szczelina dylatacyjna

Przewidując rozbudowę oczyszczalni, realizację rozbija się na etapy wykonując układ n osadników oddzielonych od realizowanych w późniejszym czasie dylatacją podłużną - (obiekty wykonane „na styk”)



Teren zakładu chemicznego – agresywny grunt
i ścieki





Konstrukcja dwukomorowego osadnika o ścianach monolitycznych wspartych na ramie wieńczącej



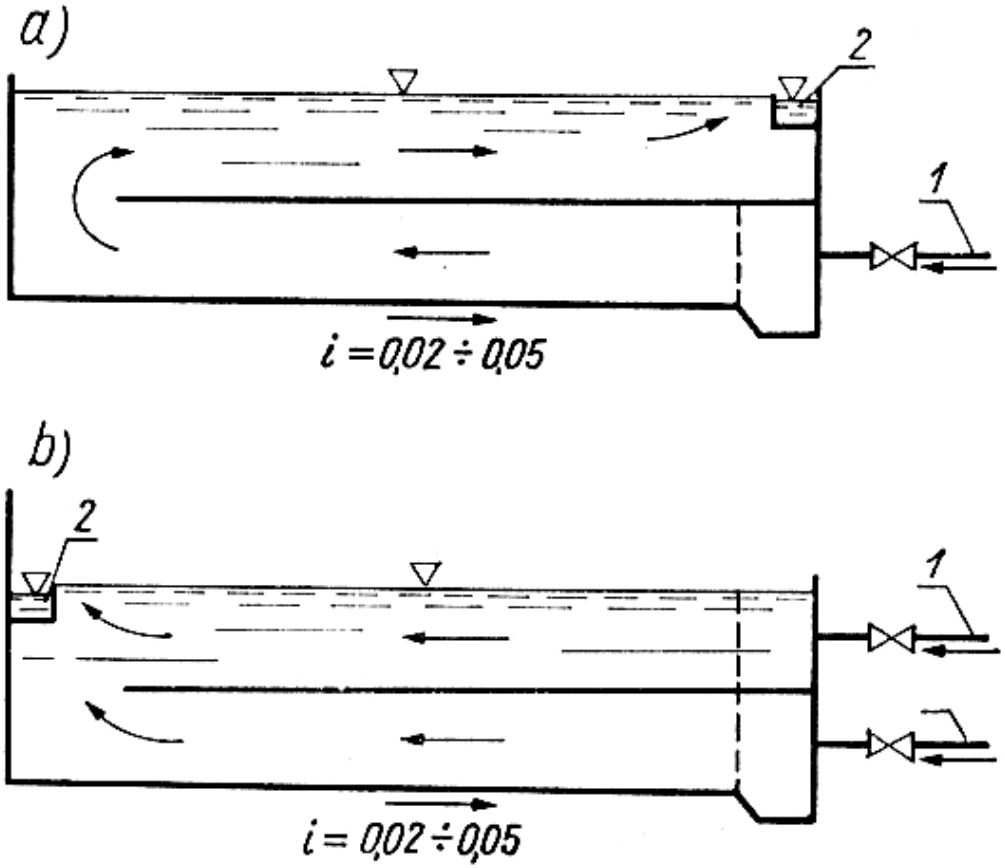
Osadnik prostokątny wstępny ze zgarniaczem dennym zgrzebłowym i powierzchniowym (http://kpwik.krasnik.pl/osadniki-wstepne)



Osadnik prostokątny wstępny ze zgarniaczem dennym zgrzebłowym i powierzchniowym (http://kpwik.krasnik.pl/osadniki-wstepne)



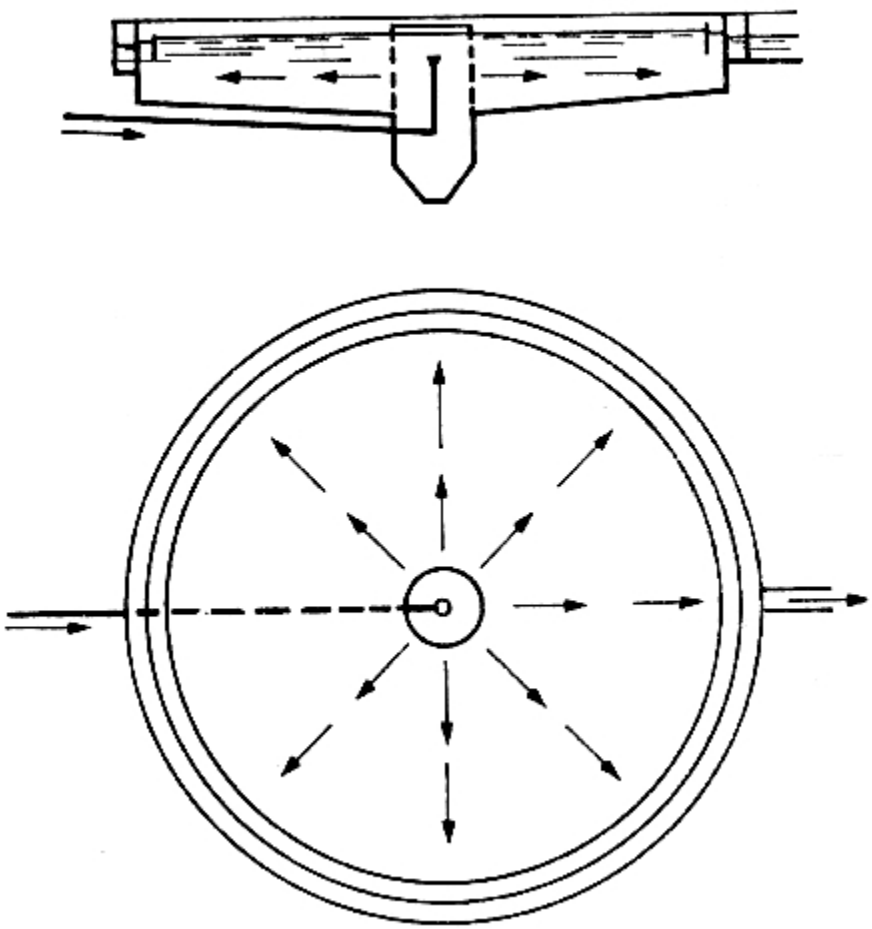
(http://kpwik.krasnik.pl/osadniki-wstepne)

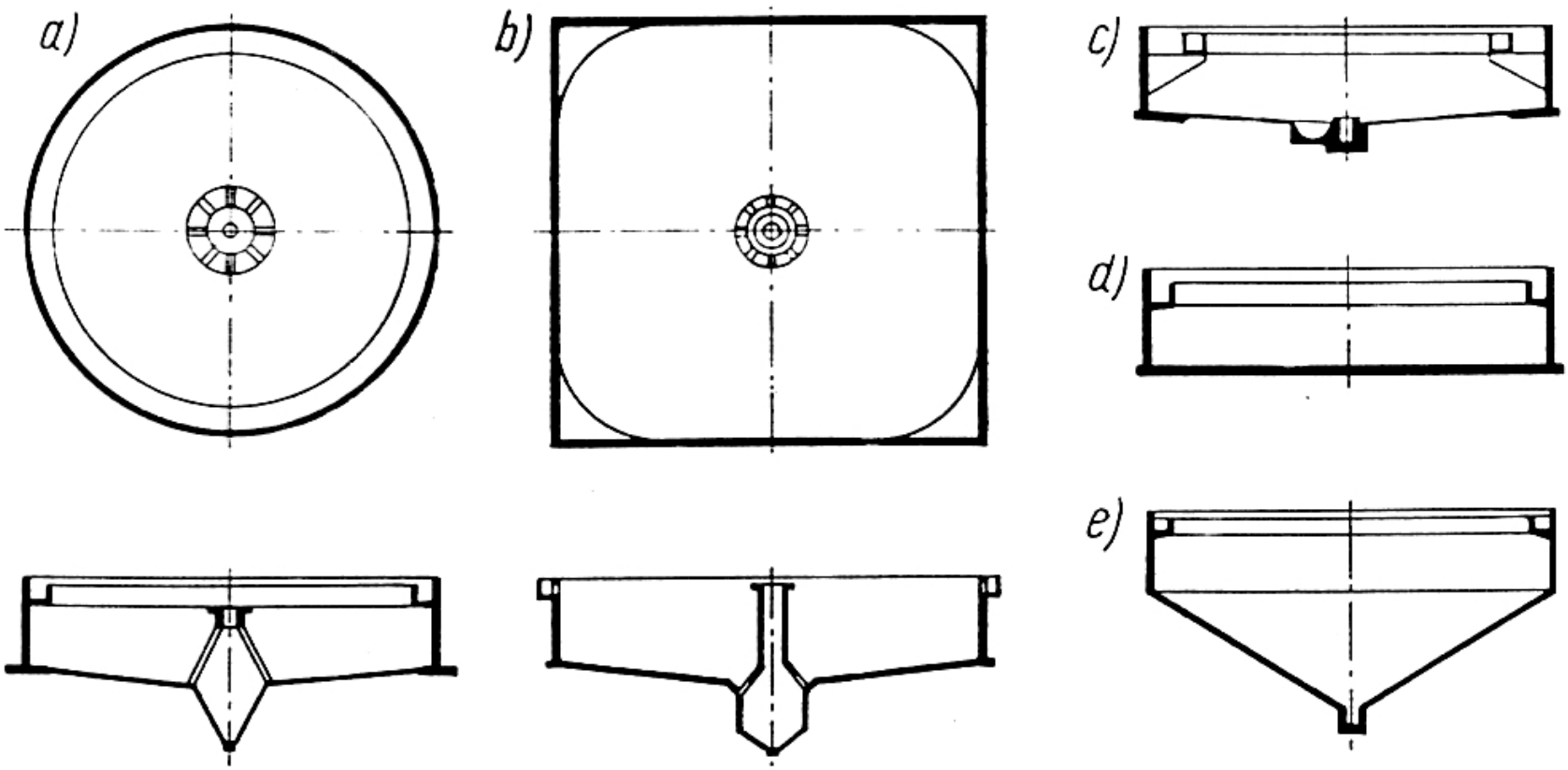


Osadniki piętrowe: a) o przepływie szeregowym, b) o przepływie równoległym

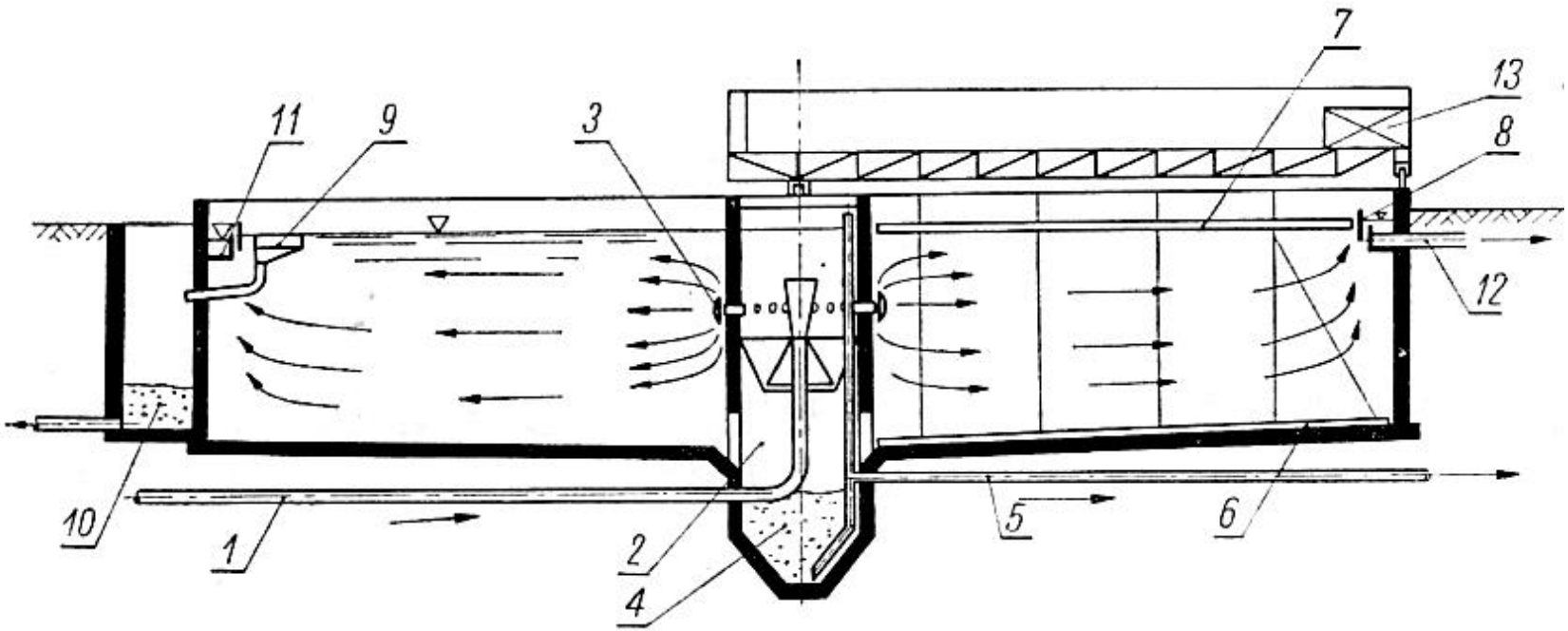
1 — dopływ wody uzdatnianej, 2 — koryto do odprowadzania wody

osadnik odśrodkowy – radialny





Schematy osadników odśrodkowych: a) kołowy, b) kwadratowy, c) z płytką komorą osadową, d) z płaskim dnem, e) z dnem o dużym spadku

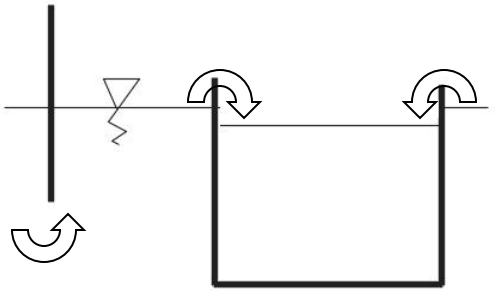


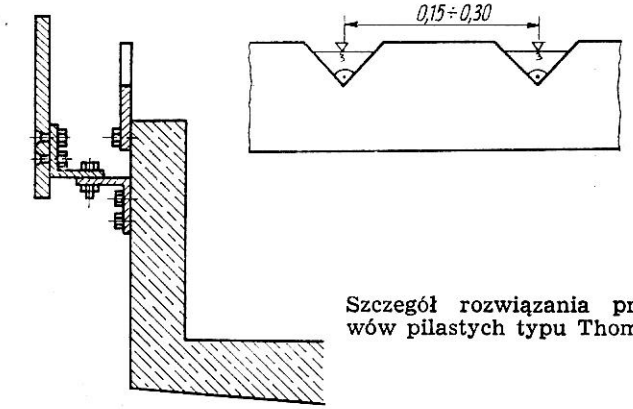
Osadnik poziomy radialny

1 — dopływ ścieków, *2* — komora wlotowa, *3* — wyloty typu Stengel, *4* — komora osadowa, *5* — odprowadzenie osadu, *6* — zgarniacz osadu, *7* — deska do zgarniania części pływających, *8* — deska do zatrzymywania części pływających, *9* — odprowadzenie części pływających, *10* — studzienka do gromadzenia części pływających, *11* — obwodowe koryto zbiorcze ścieków sklarowanych, *12* — odprowadzenie ścieków sklarowanych, *13* — zespół napędowy zgarniacza

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977







Szczegół rozwiązania przelewów pilastych typu Thomsona

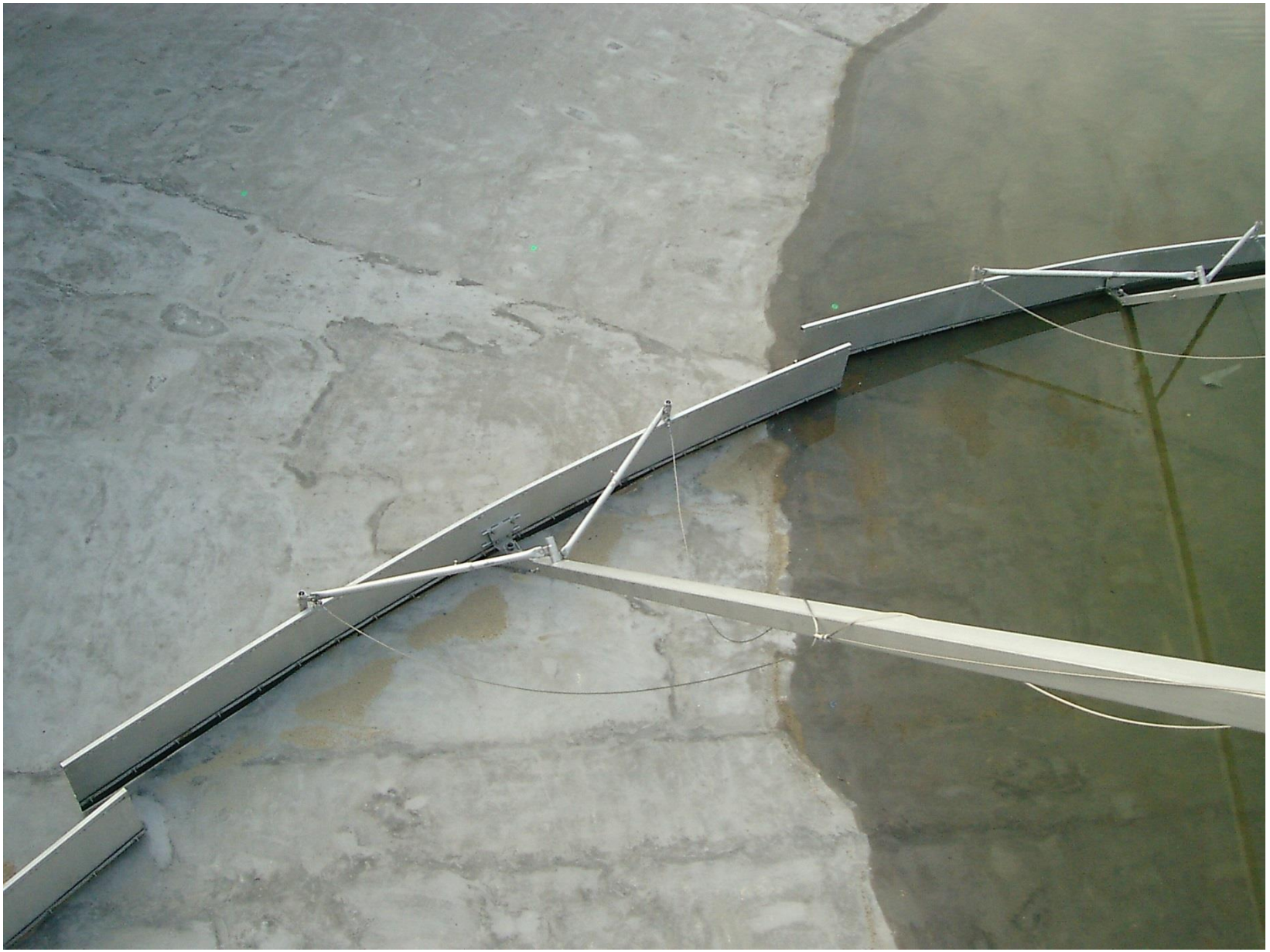


fot. B.Przybyła



fot. B.Przybyła

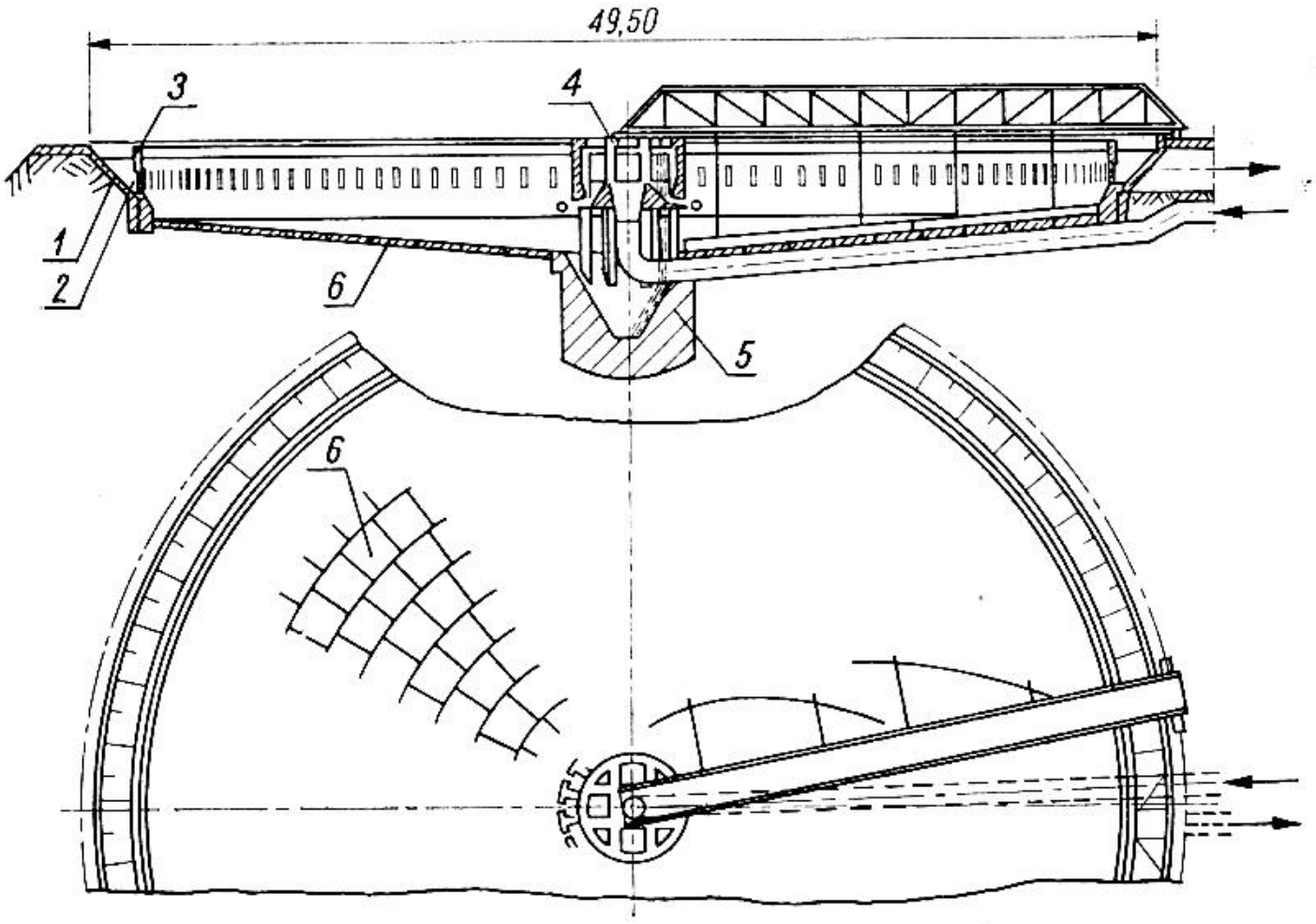




fot. B.Przybyła



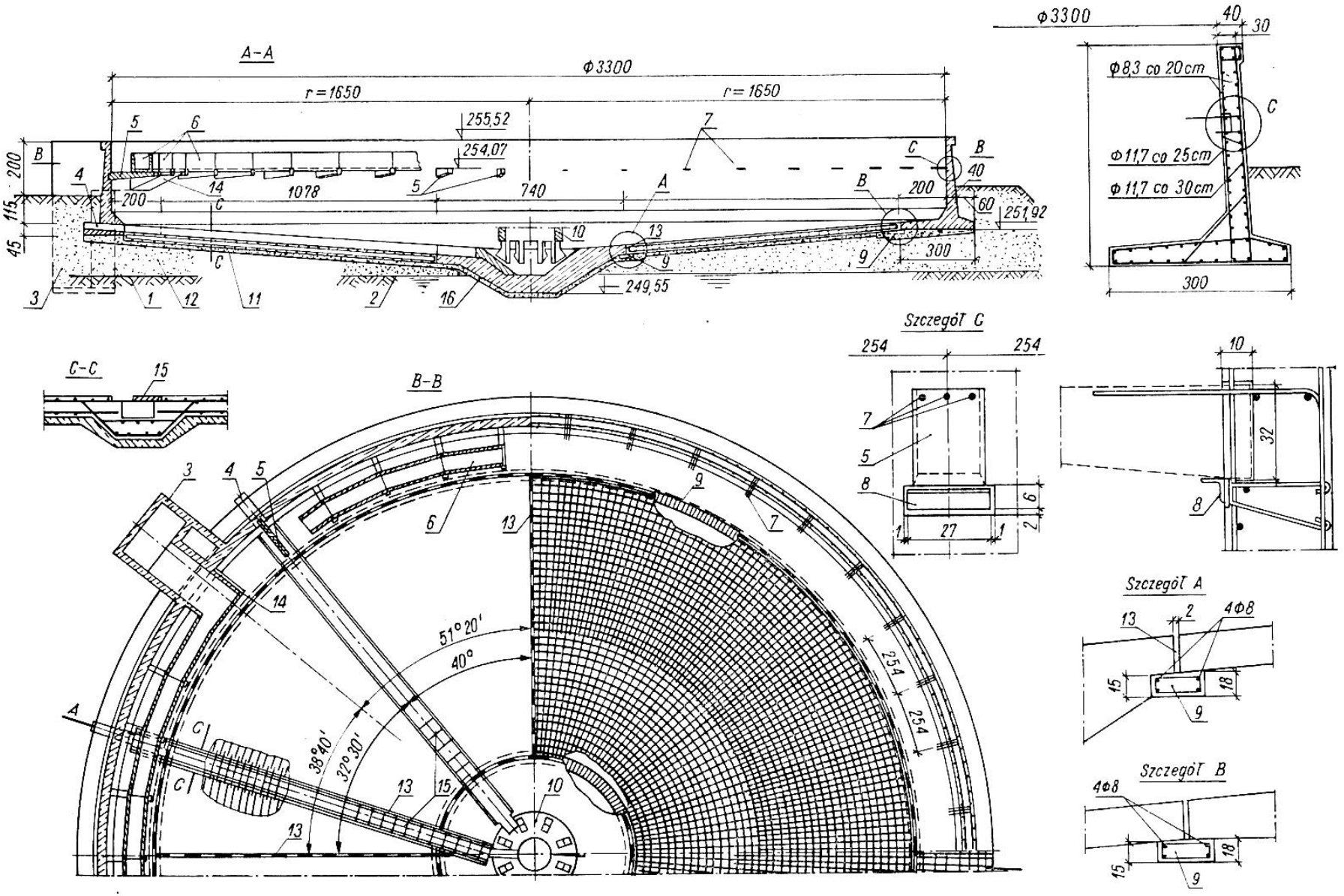
fot. B.Przybyła



Osadnik odśrodkowy ze ścianą zewnętrzną leżącą na gruncie

1 — ściana zewnętrzna, *2* — koryto odpływowe, *3* — ściana działowa, *4* — komora wlotowa z konstrukcją wsporczą zgarniacza, *5* — komora osadowa, *6* — płyty betonowe dna

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975



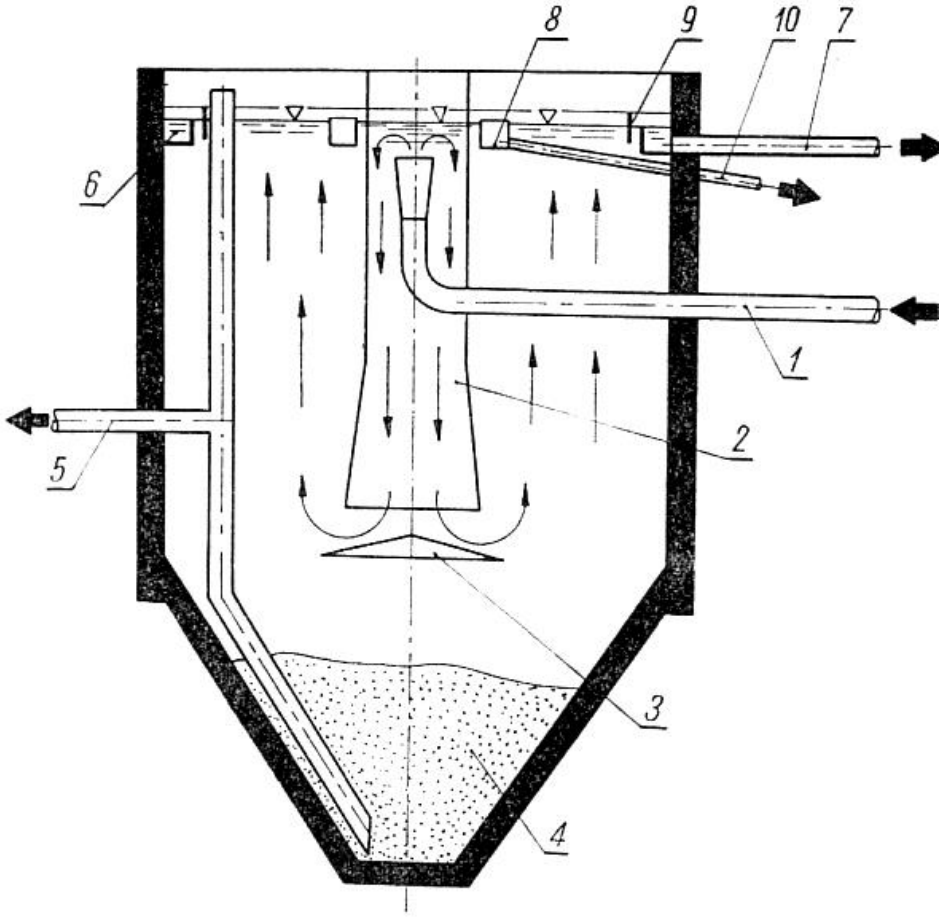
Osadnik odśrodkowy w Żywcu

1 — teren istniejący, *2* — poziom wody w rzece, *3* — studnia przelewowa, *4* — gilza ⌀ 500, *5* — wspornik prefabrykowany, *6* — prefabrykowane segmenty koryt przelewowych, *7* — 3 pręty ⌀ 13,3 wbetonowane we wspornik po jego wstawieniu, *8* — kątownik 50 × 50 × 6 przyspawany do blachy, *9* — pierścień dociskowy, *10* — część środkowa osadnika, *11* — tłuczeń zalany asfaltem, *12* — piasek ubijany warstwami, *13* — dylatacja 2 cm zalana asfaltem, *14* — część koryta wykonana na mokro, *15* — płytki prefabrykowane nad przewodem, *16* — warstwa papy

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975



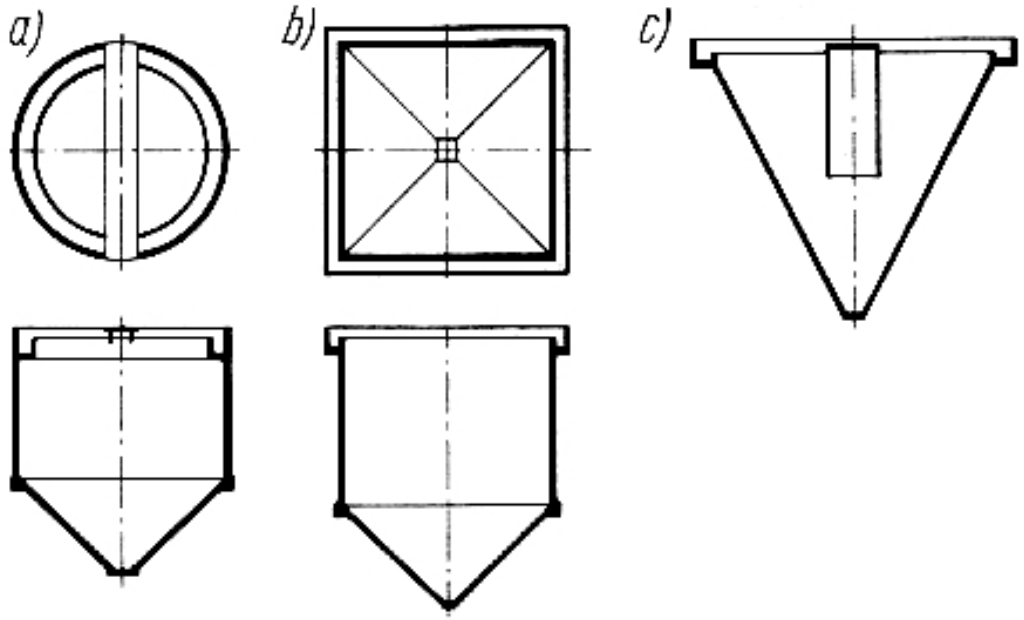
www.mpwik.com



Osadnik pionowy

1 — dopływ ścieków, *2* — rura środkowa, *3* — tarcza odbijająca, *4* — komora osadowa, *5* — odprowadzenie osadu, *6* — obwodowe koryto zbiorcze ścieków sklarowanych, *7* — odprowadzenie ścieków, *8* — koryto części pływających, *9* — deska do zatrzymywania części pływających, *10* — odprowadzenie części pływających

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977



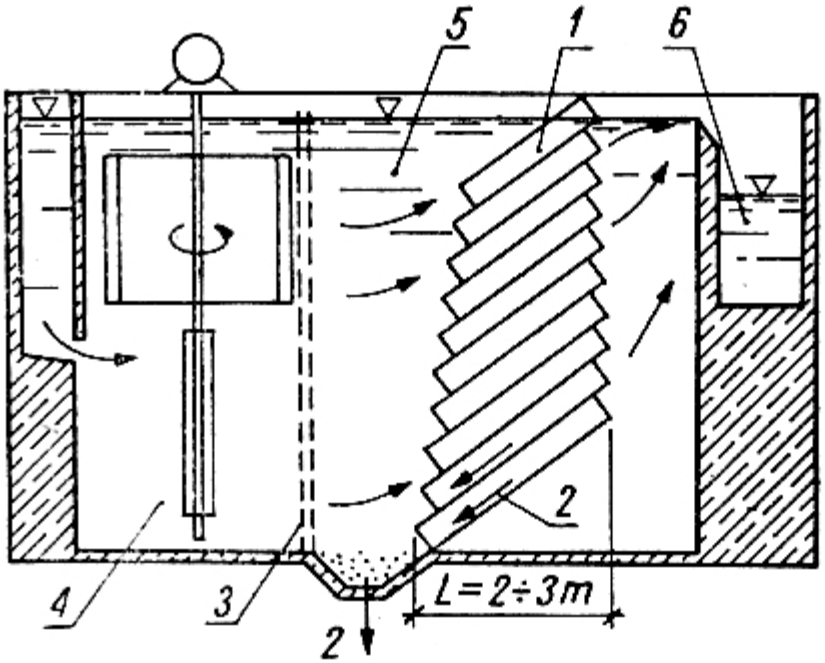
Schematy osadników pionowych:
a) kołowy, b) kwadratowy, c) stożkowy

Osadnik wtórny pionowy



Wymiary obiektu:
Średnica wewnętrzna osadnika D_w = 7,5 m
Powierzchnia czynna osadnika F_{cz} = 41,85 m^2
Głębokość całkowita osadnika Hc = 7,7 m
Nachylenie ścian leja osadowego 60^o
Średnica rury centralnej D_{RC} = 800 mm
Średnica rurociągu, doprowadzającego ścieki po KOCZ: DN 200 mm
Średnica rurociągu, odprowadzającego ścieki oczyszczone z osadnika: DN200 mm.
Średnica rurociągu, doprowadzającego osad z leja osadnika DN 200 mm.

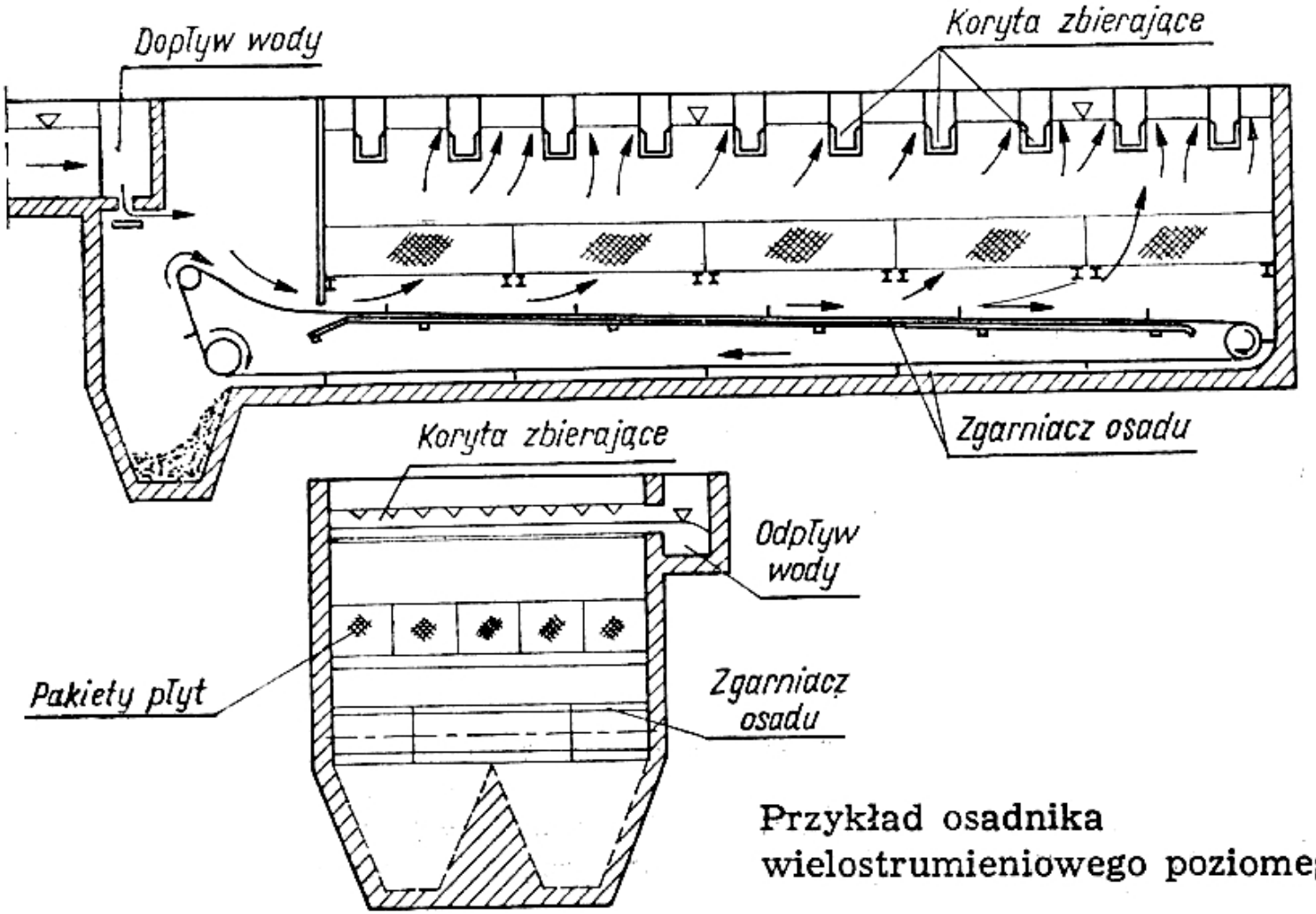
http://proekoprusice.pl/uslugi/oczyszczalnie-sciekow/



Osadnik wielostrumieniowy

1 — przewody osadnikowe z tworzywa sztucznego, *2* — usuwanie osadu, *3* — przegroda uspokajająca, *4* — komora flokulacji, *5* — dopływ wody z mieszalnika, *6* — odpływ wody z osadnika

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977



Przykład osadnika wielostrumieniowego poziomego

przepływ poziomo-pionowy

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977

Niezbędne założenia technologiczne do projektu budowlanego osadnika

[Pląskowski Z., Roman M.]

Podstawą do zaprojektowania konstrukcji budowlanej osadnika jest projekt technologiczny. Powinien on zawierać następujące dane:

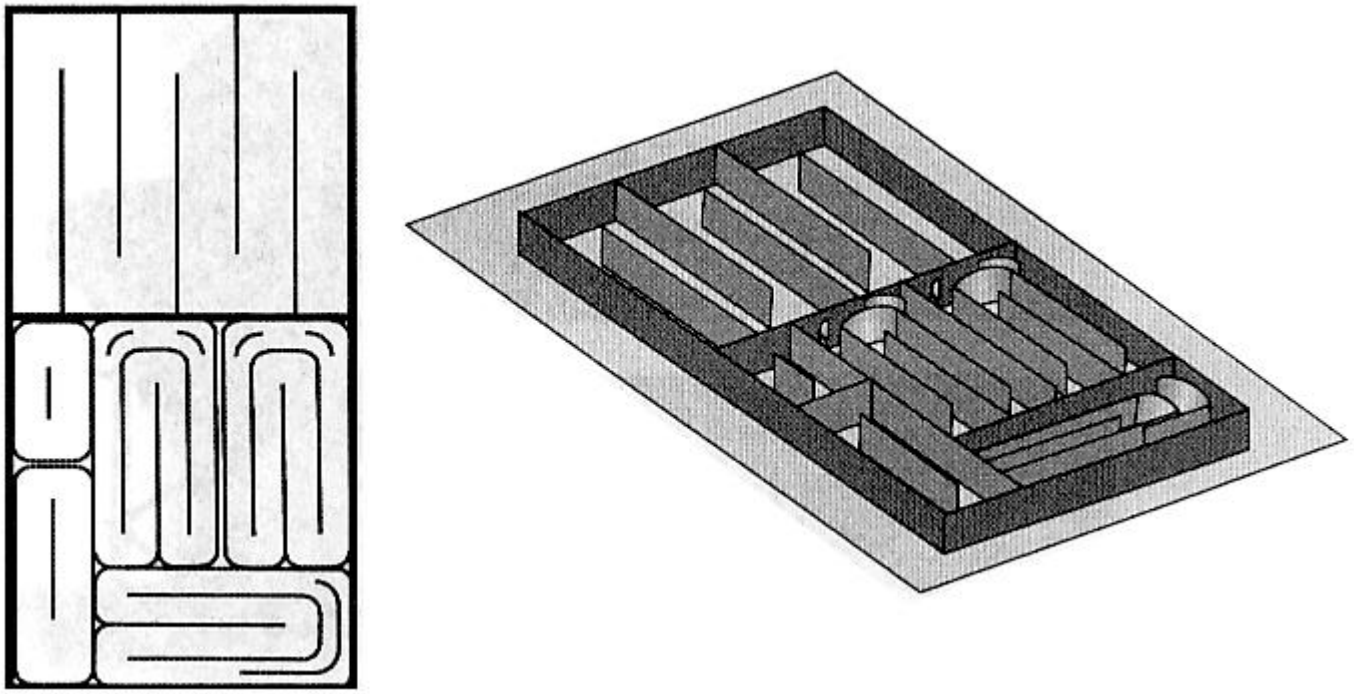
1. kształt i wymiary osadnika,
2. usytuowanie osadnika w terenie (w planie i wysokościowo),
3. poziomy ścieków (normalny, maksymalny),
4. rozmieszczenie i opis urządzeń do zgarniania osadu, przewodów technologicznych itp.,
5. rozmieszczenie, kształt, wymiary otworów technologicznych,
6. temperatury i właściwości korozyjne ścieków,
7. kierunki przewidywanej rozbudowy urządzeń w następnych etapach realizacji oczyszczalni.

komory osadu czynnego (bioreaktory) – jako podstawowe urządzenia techniczne w procesie oczyszczania ścieków (biomasa w postaci zawieszonego osadu czynnego), (dla mniejszych ilości ścieków również rowy cyrkulacyjne)



www.mpwik.com

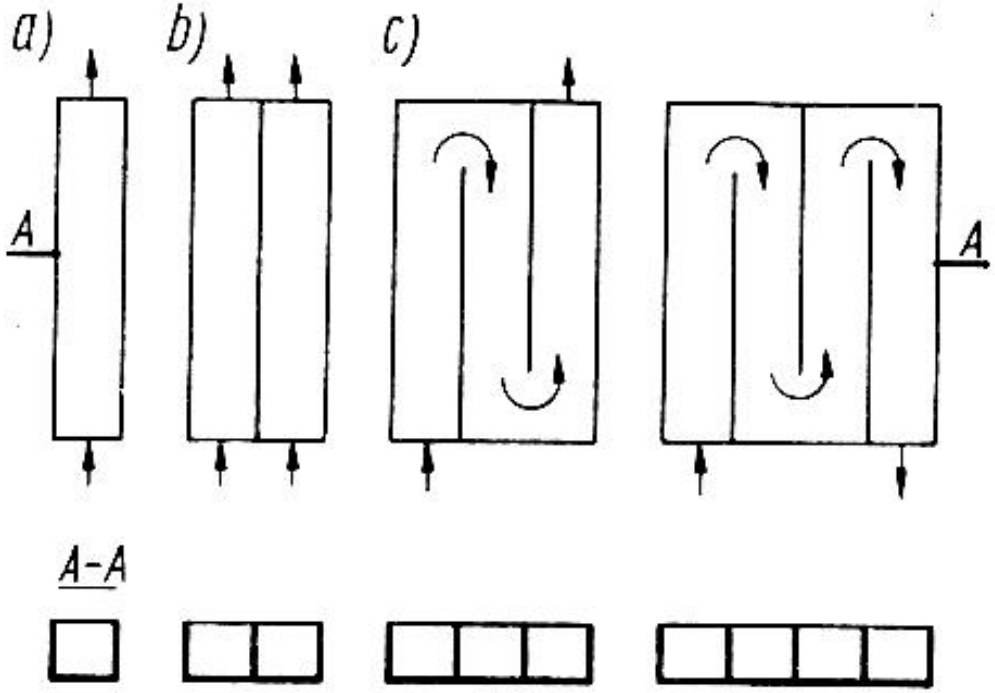
Bioreaktor jako zbiornik wielokomorowy o komorach dzielonych ścianami wewnętrznymi



Przykładowy układ ścian reaktora biologicznego
(Halicka A., Franczak D., *Projektowanie zbiorników żelbetowych. Zbiorniki na ciecze*, PWN, Warszawa, 2012)

Długości przekraczające 100 m, przy szerokości ok. połowy długości, wysokość ścian do 6 m.

W bioreaktorze wyróżnia się strefy beztlenowe (procesy bez udziału tlenu), strefy anoksyczne gdzie zachodzą procesy w warunkach niedoboru tlenu, lecz w obecności azotanów. Ponadto komory (strefy) tlenowe, intensywnie napowietrzane wgłębnie. W strefach anoksycznych stosowane jest mieszanie z użyciem mieszadeł podpowierzchniowych.



a) b) komory pojedyncze (zespolone)
c) komory o układzie labiryntowym

reaktory sekwencyjne



Max. przepustowość 1750 m^3/h
Max. objętość robocza 7000 m^3 x 4 (baseny) = 28000 m 3
Szerokość zbiornika 49,9 m
Długość zbiornika 94,4 m

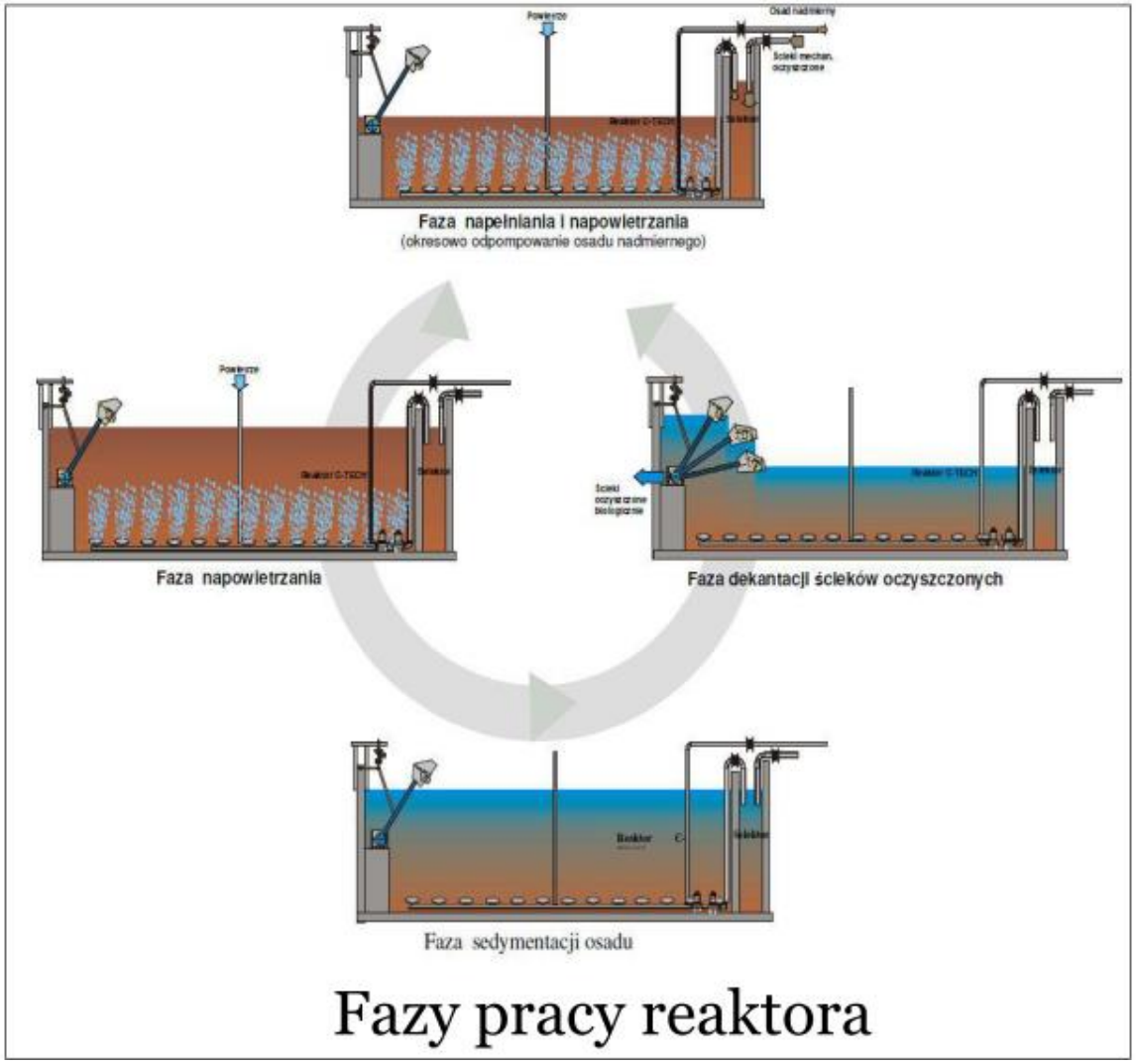
Oczyszczalnia ścieków w Żywcu, prezentacja MPWiK Sp. z o.o. w Żywcu

Każdy cykl pracy zbiornika reaktora w technologii sekwencyjnej składa się z nasypujących faz: napełnianie i napowietrzanie, sedymentacja osadu i opróżnianie zbiornika (dekantacja ścieków).

Czas trwania poszczególnych faz:
- Napełnianie i napowietrzanie 2h
- Sedymentacja
- Dekantacja

Razem

Max. przepustowość reaktora
1750 m 3 /h

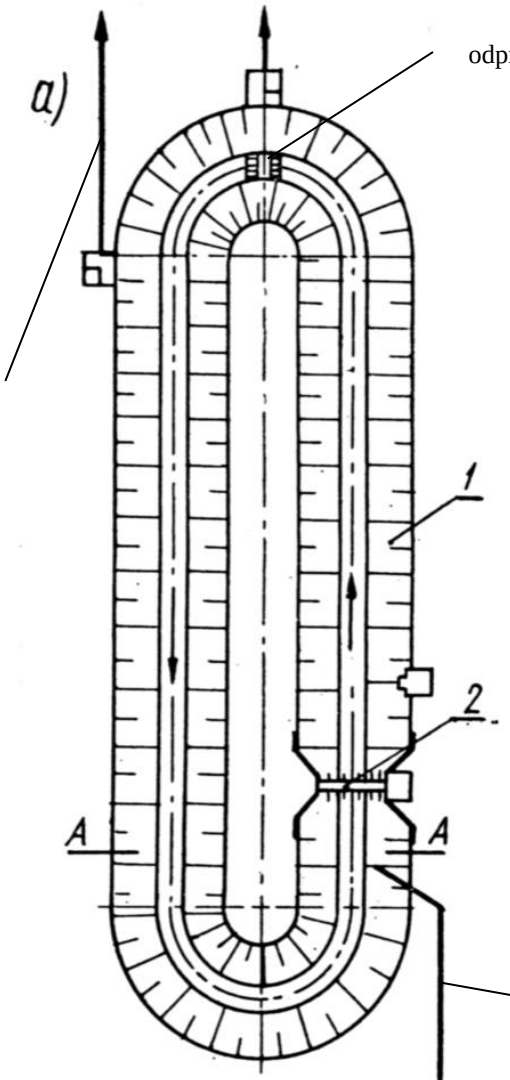


Oczyszczalnia ścieków w Żywcu, prezentacja MPWiK Sp. z o.o. w Żywcu



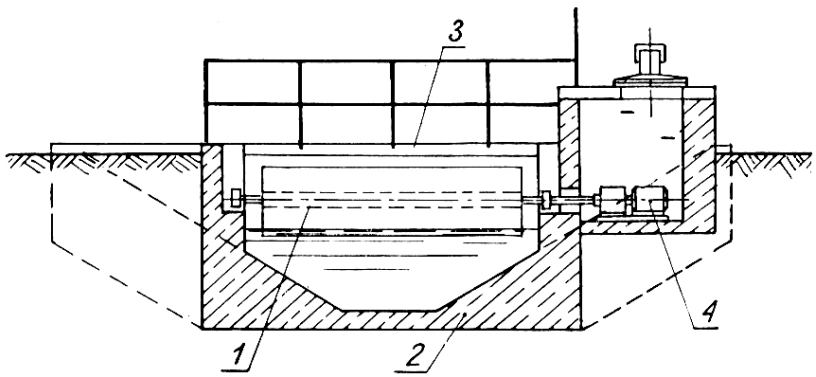
Oczyszczalnia ścieków w Żywcu, prezentacja MPWiK Sp. z o.o. w Żywcu

rowy cyrkulacyjne jako typ komór napowietrzania do oczyszczania ścieków metoda osadu czynnego



Schemat rowu cyrkulacyjnego

1 — rów ziemny o umocnionych skarpach, *2* — szczotka Kessenera

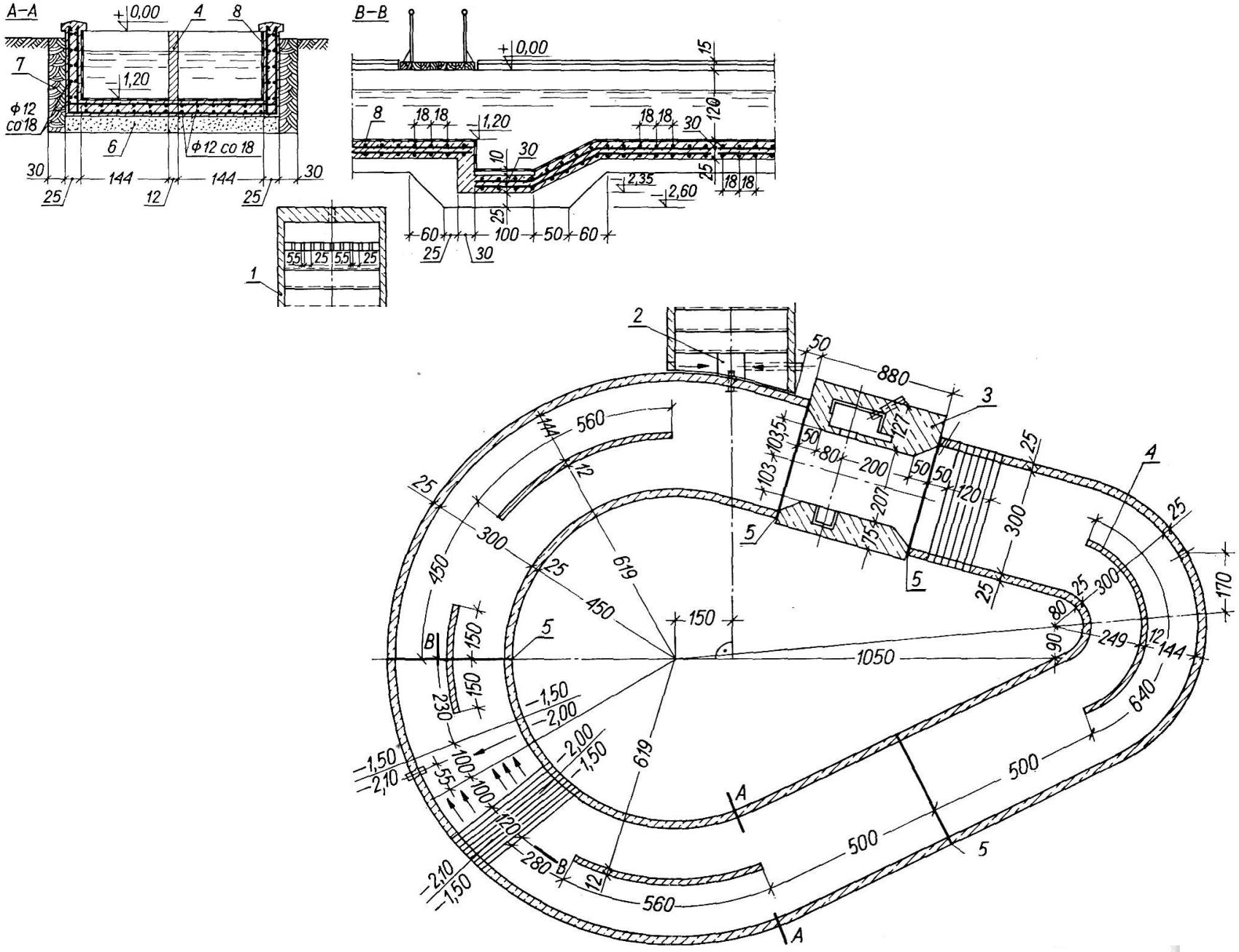


Schemat fundamentu szczotki w rowie cyrkulacyjnym

1 — szczotka Kessenera, *2* — konstrukcja żelbetowa, *3* — wkładka żelbetowa, *4* — silnik elektryczny

budowla ziemna o obudowanych ścianach,
nachylenie ścian 1:1,25 – 1:2, gł. użyteczna do 3 m.

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975



1 — urządzenie kaskadowe do napowietrzania ścieków, *2* — koryto zbiorcze, *3* — fundament szczotki Kessenera, *4* — ścianka kierująca z cegły klinkierowej, *5* — szczelina dylatacyjna, *6* — podsypka piaskowa, *7* — glina, *8* — izolacja bitumiczna

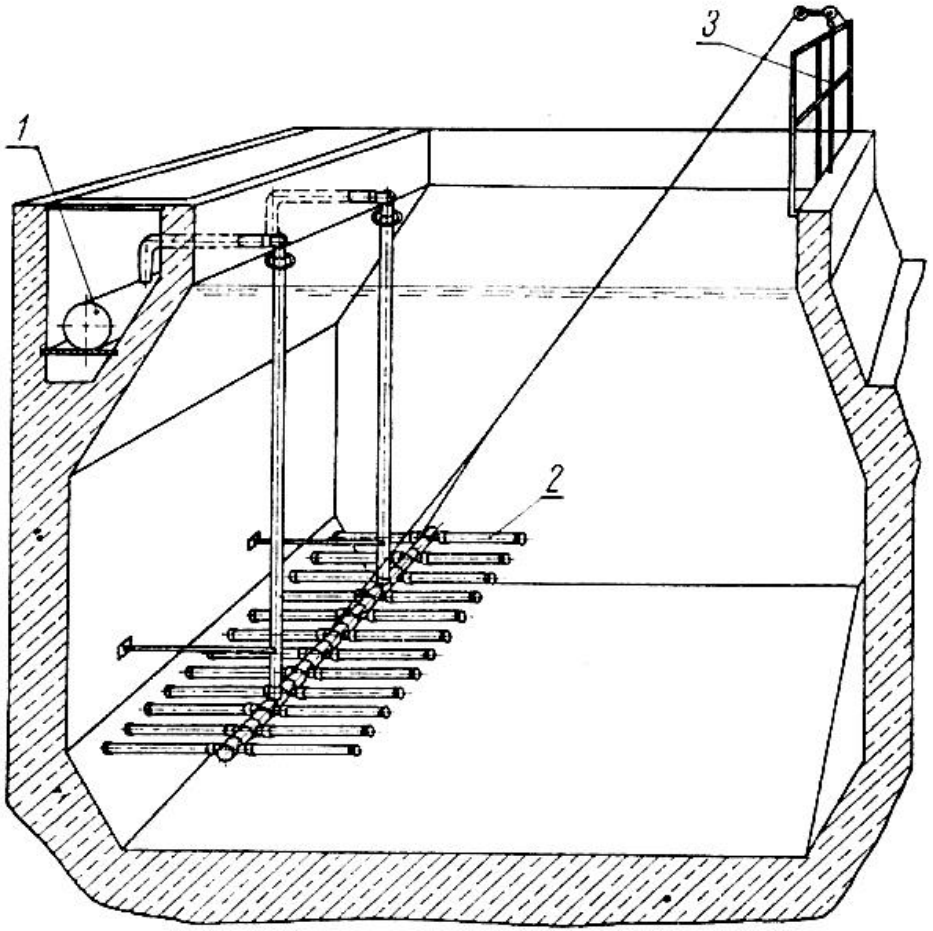






Komora napowietrzania z dyfuzorami rurowymi firmy Nokia 07 (Finlandia)

1 — korektor powietrza sprężonego, *2* — dyfuzory, *3* — wciągarka



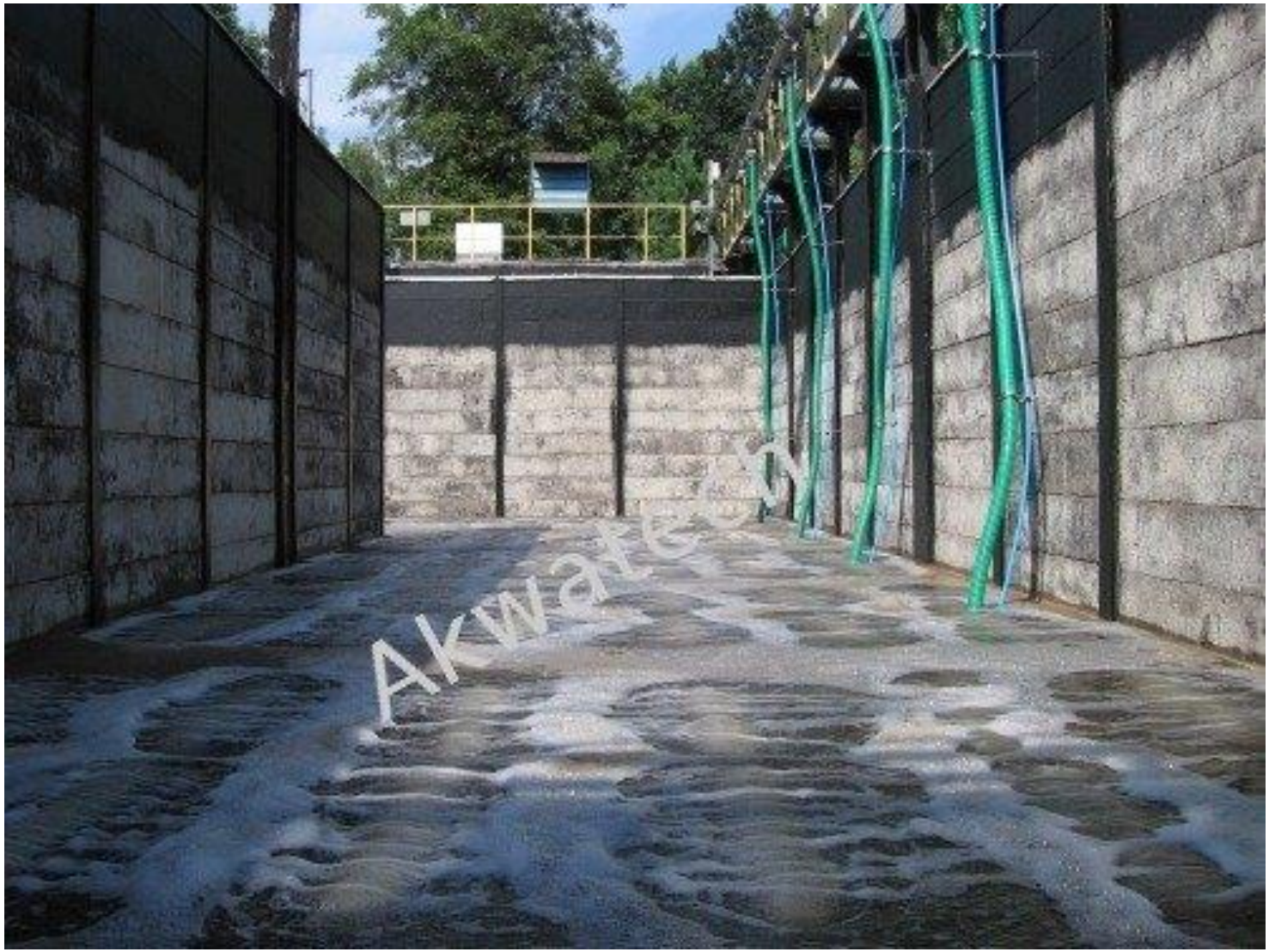
Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975

dyfuzory systemu napowietrzania



wirnik o osi poziomej

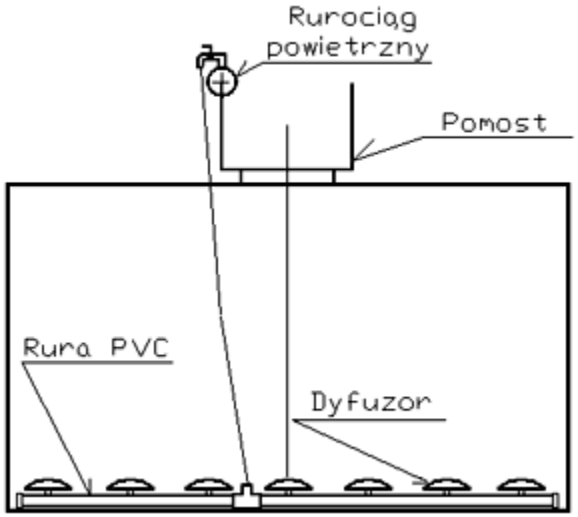




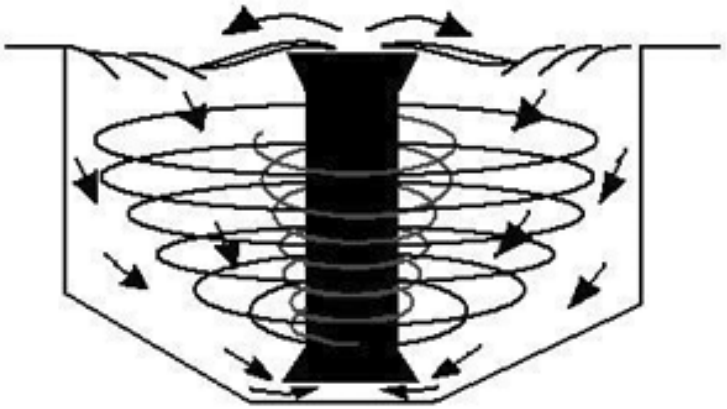
www.akwatech.pl

prefabrykowane ściany rozdzielające


Akwatech

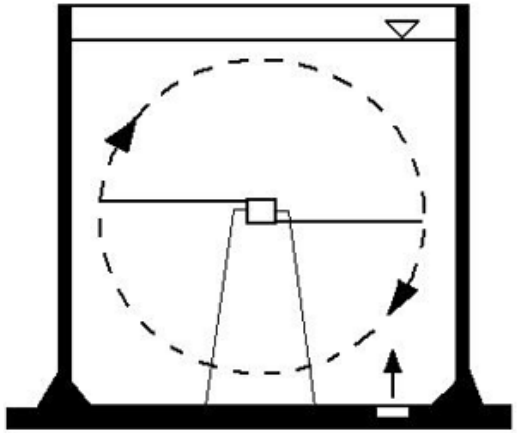


System napowietrzania sprężonym powietrzem za pomocą dyfuzorów dyskowych



wirnik o osi pionowej

Schemat ruchu ścieków w zbiorniku z osadem czynnym napowietrzanym wg systemu Simplex



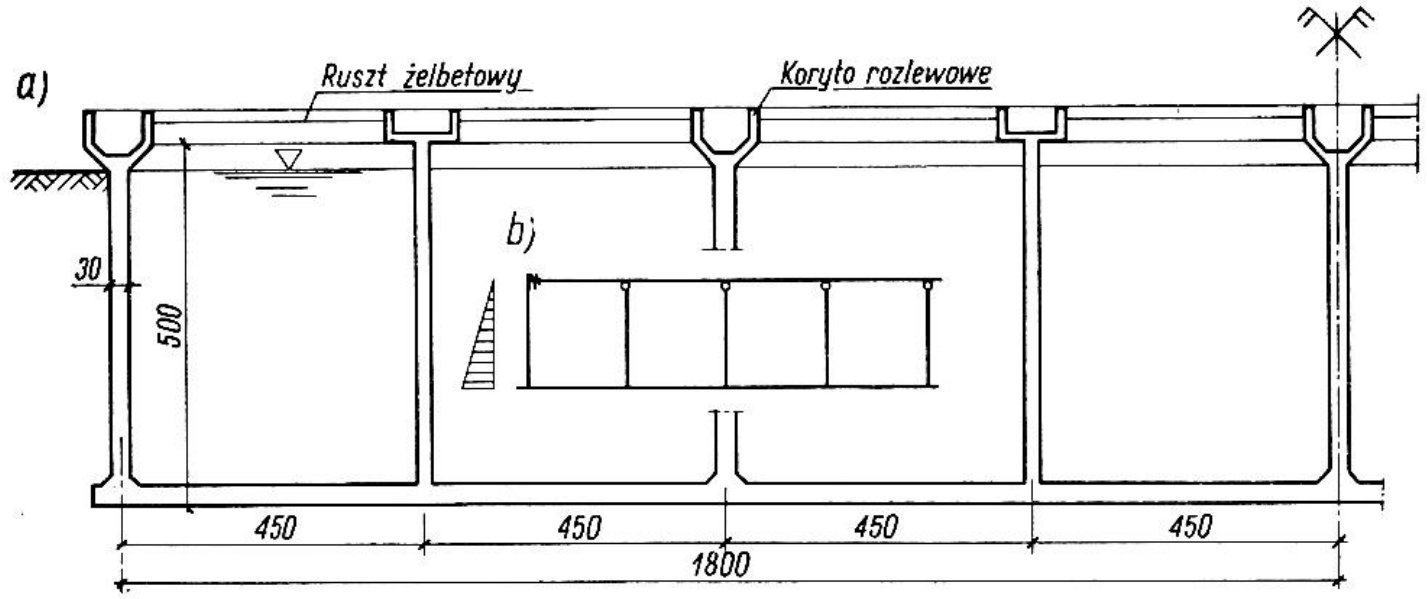
Komory z mieszadłem o osi poziomej i dodatkowym napowietrzaniem



fot. B.Przybyła



fot. B.Przybyła



Komora napowietrzania z rozporami: a) przekrój przez konstrukcje, b) schemat statyczny

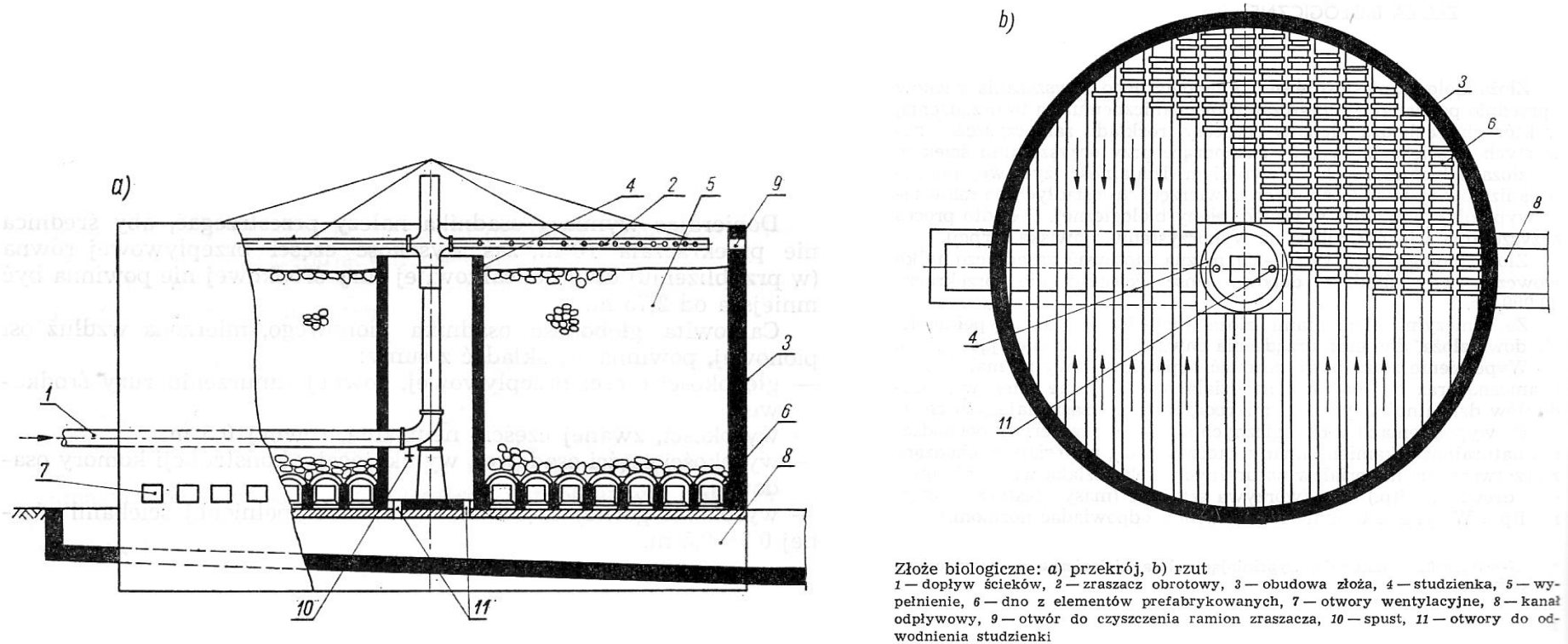
bioreaktory jako **złoża biologiczne**,
(biomasa w postaci błony biologicznej porastającej złoże);

Biomasa może występować w postaci osadu zawieszonego (komory osadu czynnego) lub jako **błona biologiczna porastająca złoże**.

Stosowane są złoża stałe (nieruchome – klasyczne) które są zraszane lub zanurzone w ściekach, złoża ruchome pływające (porastające pływające w ściekach nośniki).
Błona biologiczna może porastać także złoże obrotowe (tarczowe, o osi obrotu równoległej do kierunku przepływu ścieków)

odbywa się w cylindrycznym zbiorniku wypełnionym np. żużlem hutniczym, tłuczniem kamiennym, koksem, kostkami ceramicznymi lub z tworzywa sztucznego. Złoże jest równomiernie zraszane od góry ściekami za pomocą obrotowego zraszacza mechanicznego. Bakterie oraz inne organizmy żywe osadzają się na powierzchni wypełnienia, tworząc błonę biologiczną. Ścieki powoli przepływając przez złoże są oczyszczane przez te organizmy. Proces zachodzi przy odpowiedniej ilości doprowadzanego tlenu. Rozrośnięta i odrywająca się błona biologiczna jest następnie separowana w osadników wtórnym.

Średnice od kilku do 40 m, wysokość warstwy wypełniającej od 1,5 do 8 m)

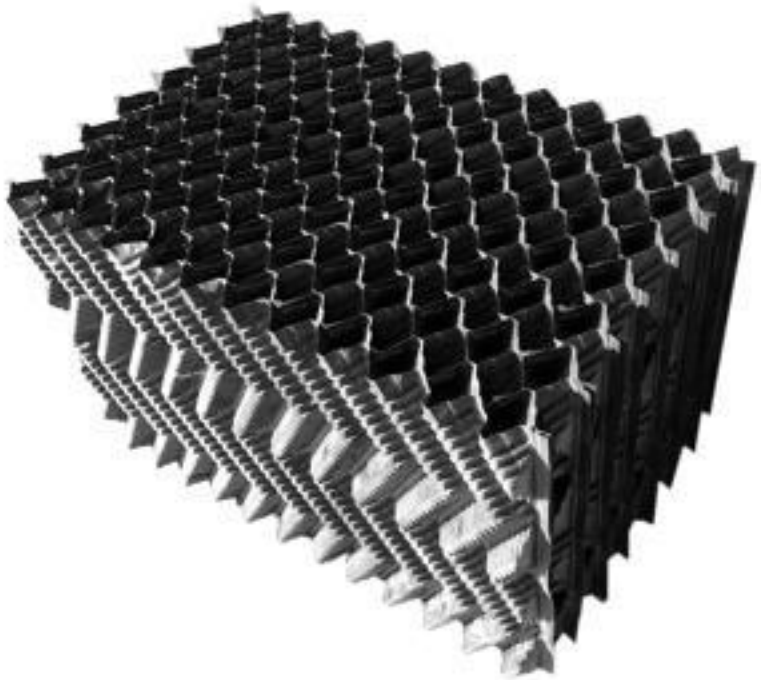


Złoże biologiczne: *a*) przekrój, *b*) rzut
1 — dopływ ścieków, *2* — zraszacz obrotowy, *3* — obudowa złoża, *4* — studzienka, *5* — wypełnienie, *6* — dno z elementów prefabrykowanych, *7* — otwory wentylacyjne, *8* — kanał odpływowy, *9* — otwór do czyszczenia ramion zraszacza, *10* — spust, *11* — otwory do odwodnienia studzienki

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977

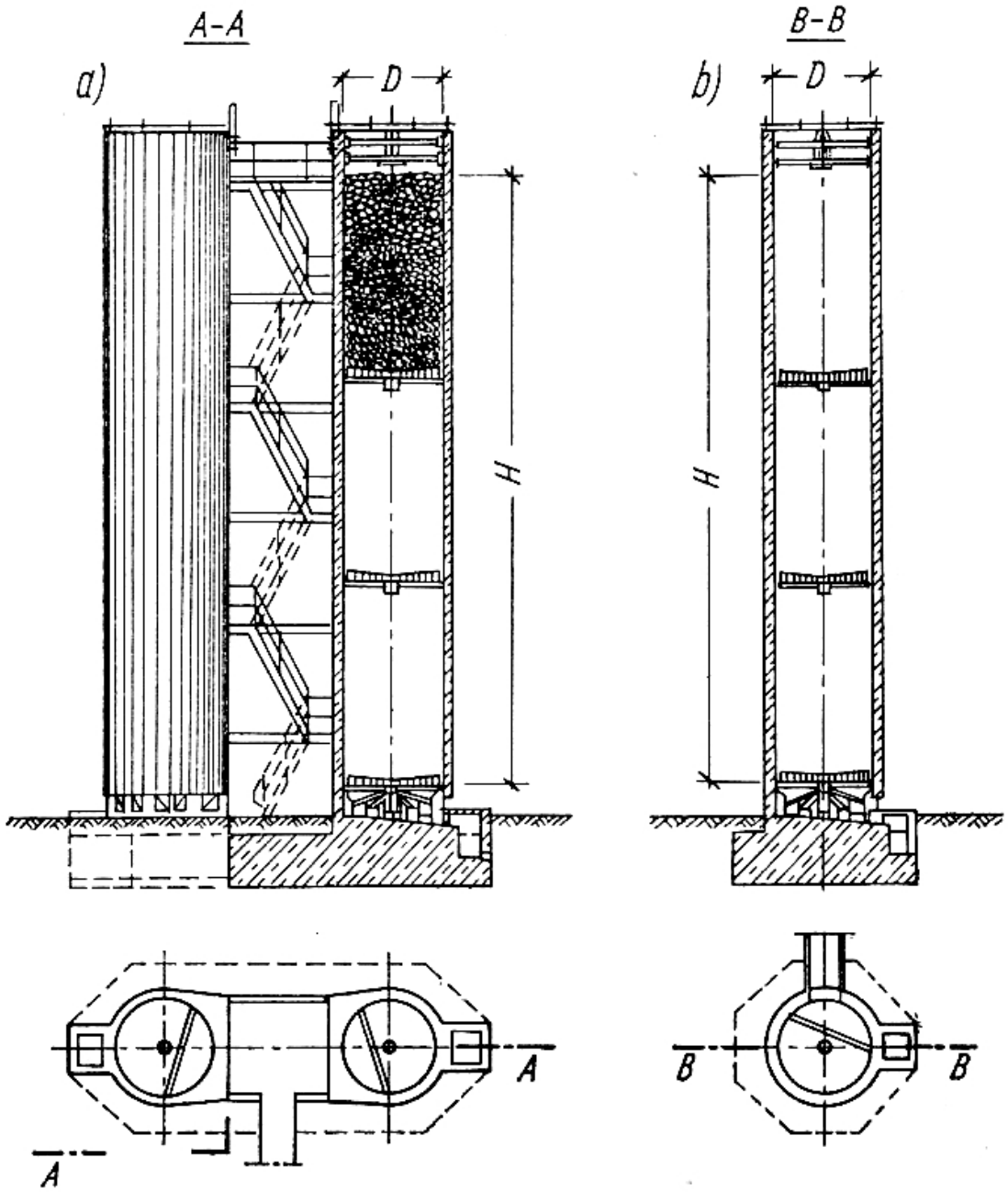







'00 9 7



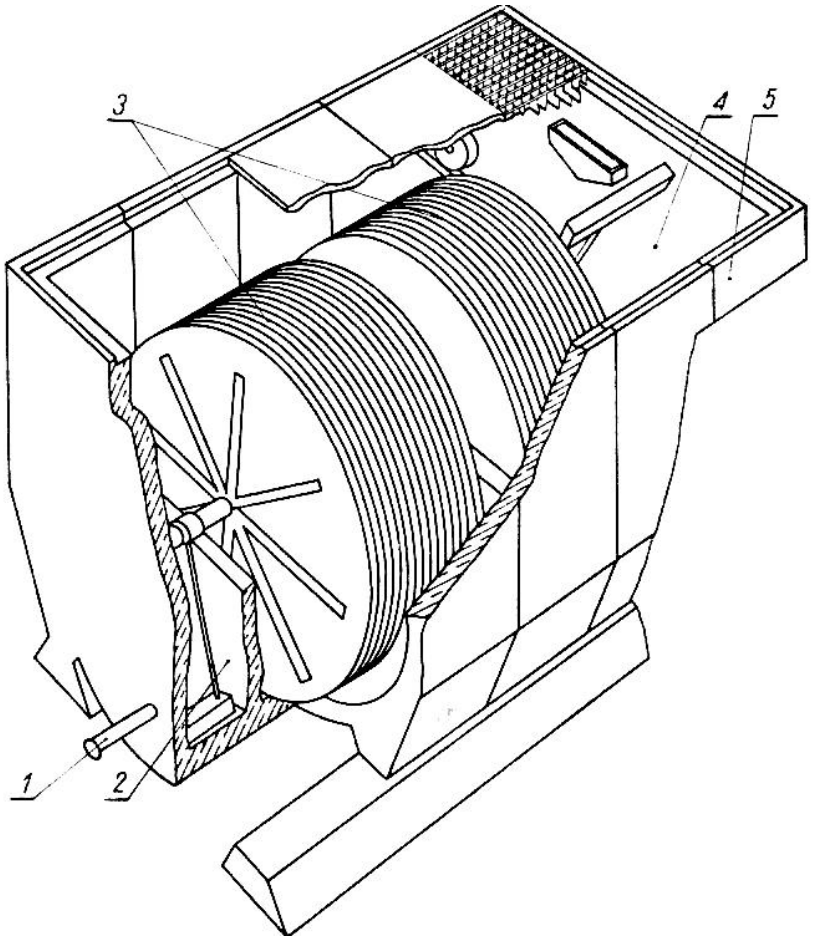


Wieżowe złoże biologiczne:

a) zespół dwóch złóż,
b) złoże pojedyncze.

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975





Tarczowe złoże biologiczne

1 — dopływ, 2 — osadnik wstępny, 3 — tarcza złoża, 4 — osadnik wtórny, 5 — koryto

- **fermentacja osadów** (f. metanowa) jako proces ich unieszkodliwiania. (osadniki gnilne, osadniki Imhoffa, wydzielone komory fermentacyjne (WKF)

w wyniku fermentacji w warunkach beztlenowych substancje organiczne ulegają rozkładowi na wodę, biogaz (metan 70 % i dwutlenek węgla 25 %) oraz powstaje bezwonna, nie zagniwająca i łatwo odwadniająca się masa.

WKFZ i WKFO

Dalsze procesy przeróbki osadów ściekowych:

- **odwadnianie osadów** - zagęszczanie, odwadnianie, suszenie (naturalne lub wymuszone).

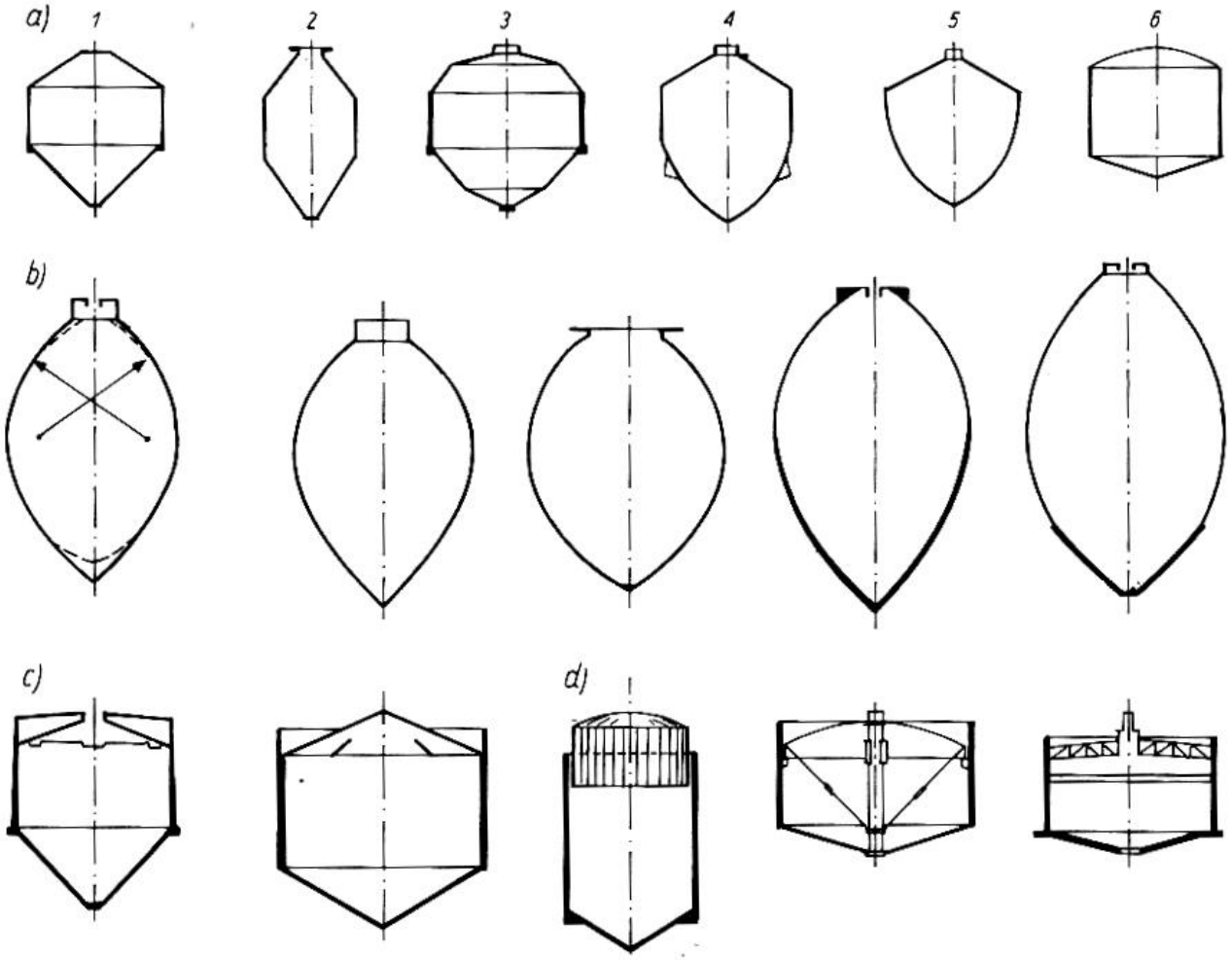
- **stabilizacja i higienizacja osadów** – ma na celu unieszkodliwienie osadów, tak aby nie stanowiły zagrożenia dla środowiska i ludności, nie ulegały dalszemu rozkładowi, nie wydzielały zapachów. Realizowane przez suszenie, mineralizację, dezynfekcję.

- **końcowa obróbka osadów** – kompostowanie, spalanie, składowanie



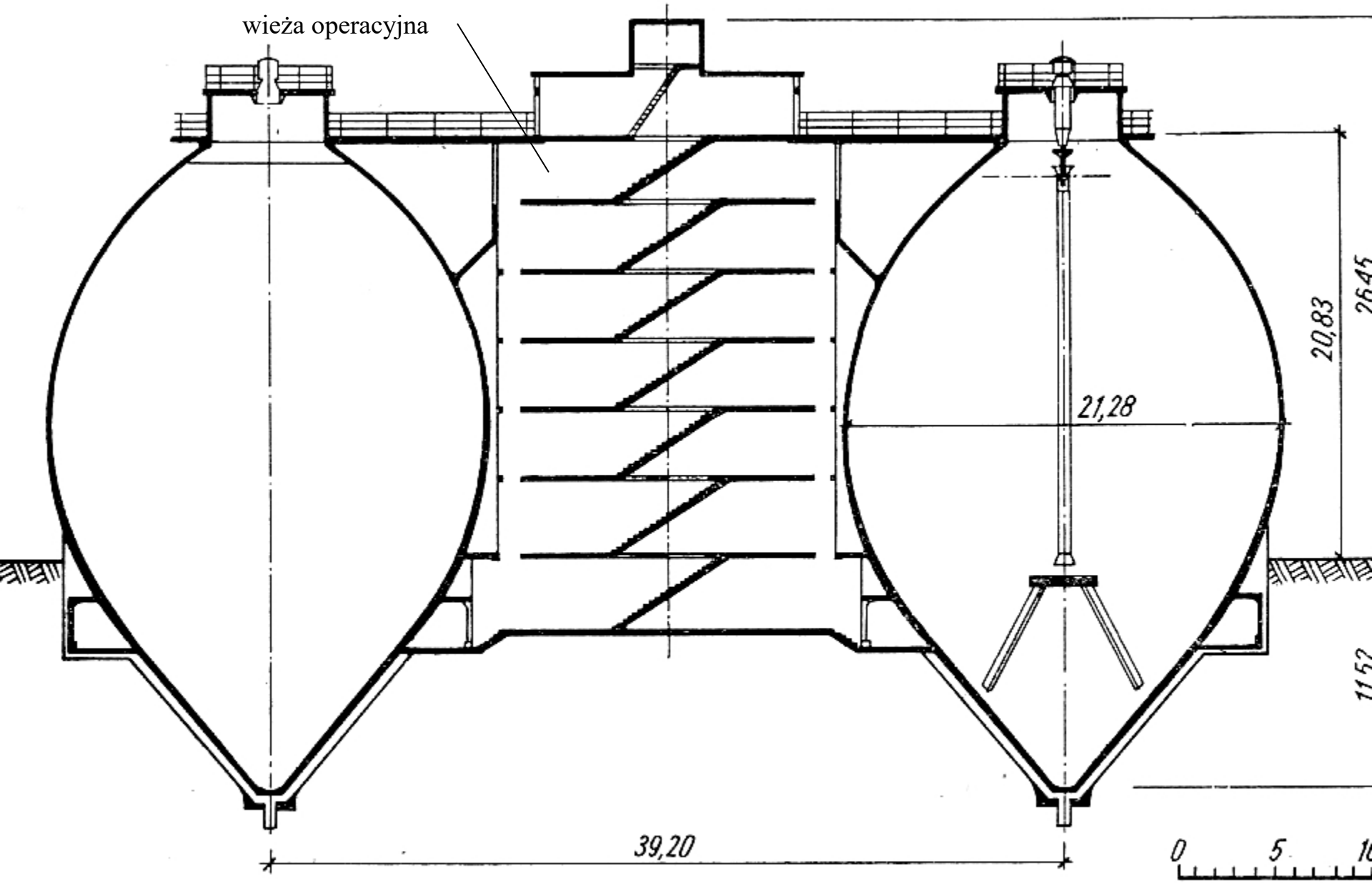
www.mpwik.com

wieża operacyjna, ochrona odgromowa, obudowa zewnętrzna chroniąca izolację termiczną, reduktory ciśnienia gazu, rurociągi instalacji różnego przeznaczenia



Stosowane kształty zamkniętych WKF [13]: a) komory ze szczelnym stałym stropem nie zatopionym — kształty tradycyjne (*1*, *2* — kształty komór często stosowane, zwłaszcza dla komór o niewielkiej i średniej objętości, *3* — kształt zbliżony do kuli, *4*, *5* — kształty zbliżone do jajowych, *6* — komora o stropie w kształcie kopuły kolistej i o dużej średnicy, b) komory w kształcie jajowym, c) komory ze stropem zatopionym, d) komory ze stropem pływającym

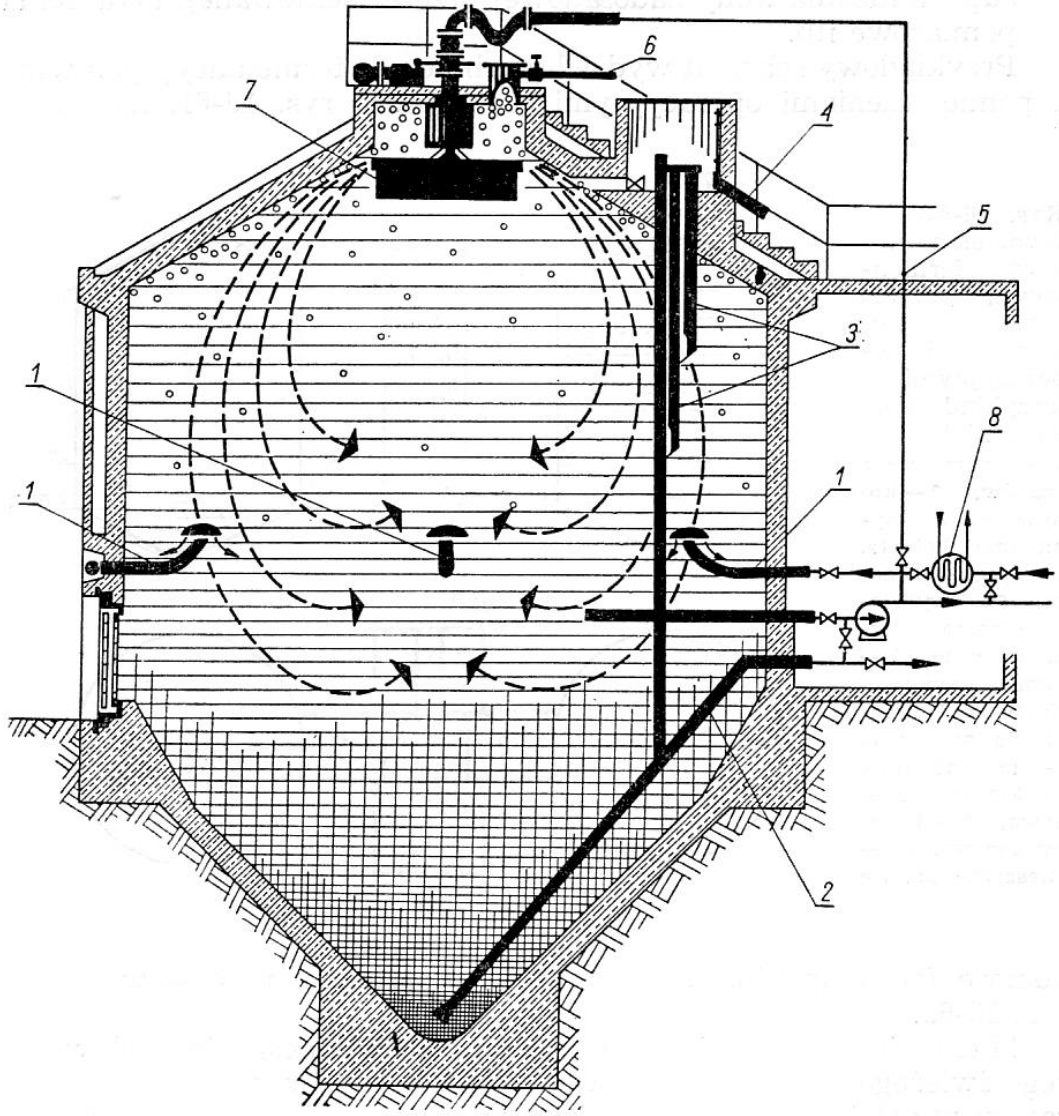
Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975



Komory o kształcie jajowym w Grosslappen k. Monachium — przekrój pionowy

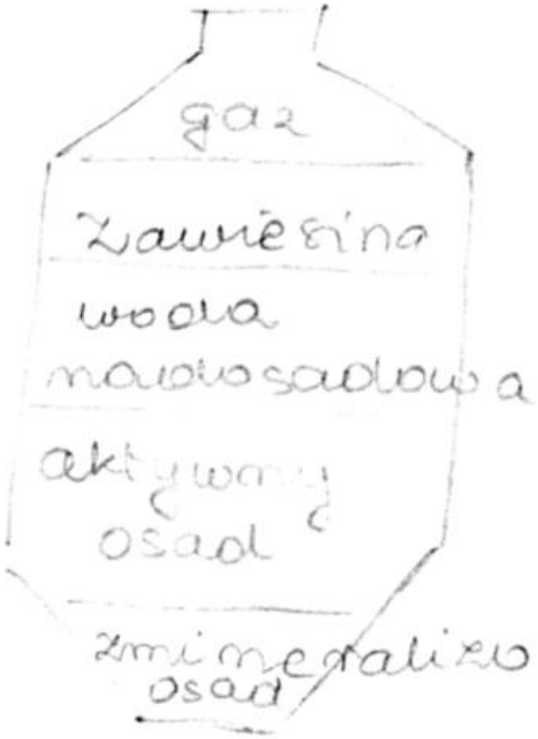
Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975

WKF – wydzielona komora fermentacji

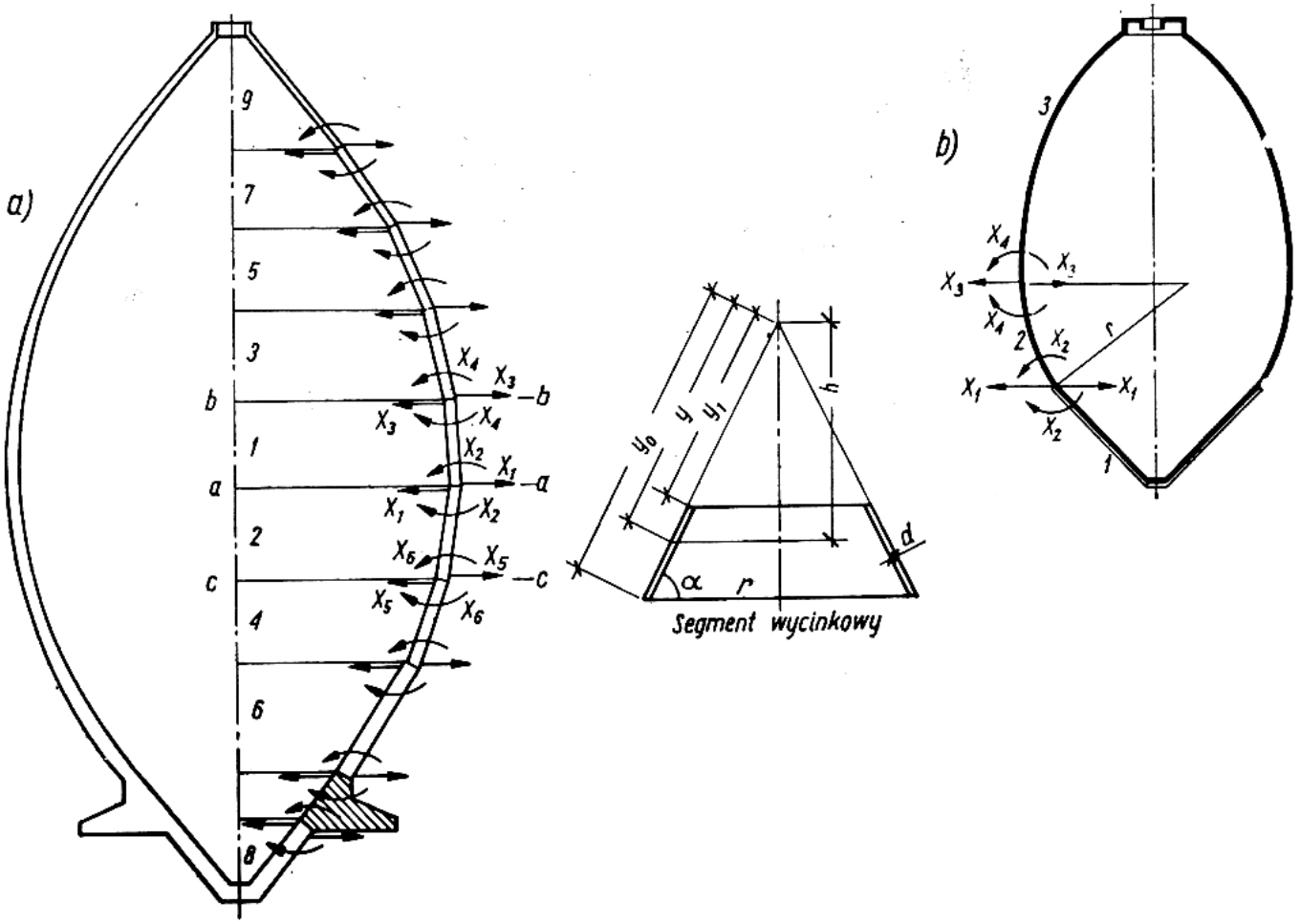


Wydzielona komora fermentacji z wyposażeniem

1 — doprowadzenie osadu surowego, *2* — odprowadzenie osadu przefermentowanego, *3* — przewody do usuwania wody nadosadowej, *4* — odprowadzenie wody nadosadowej, *5* — przewód do recyrkulacji osadu przefermentowanego, *6* — usuwanie gazu, *7* — mieszadło, *8* — podgrzewanie osadu

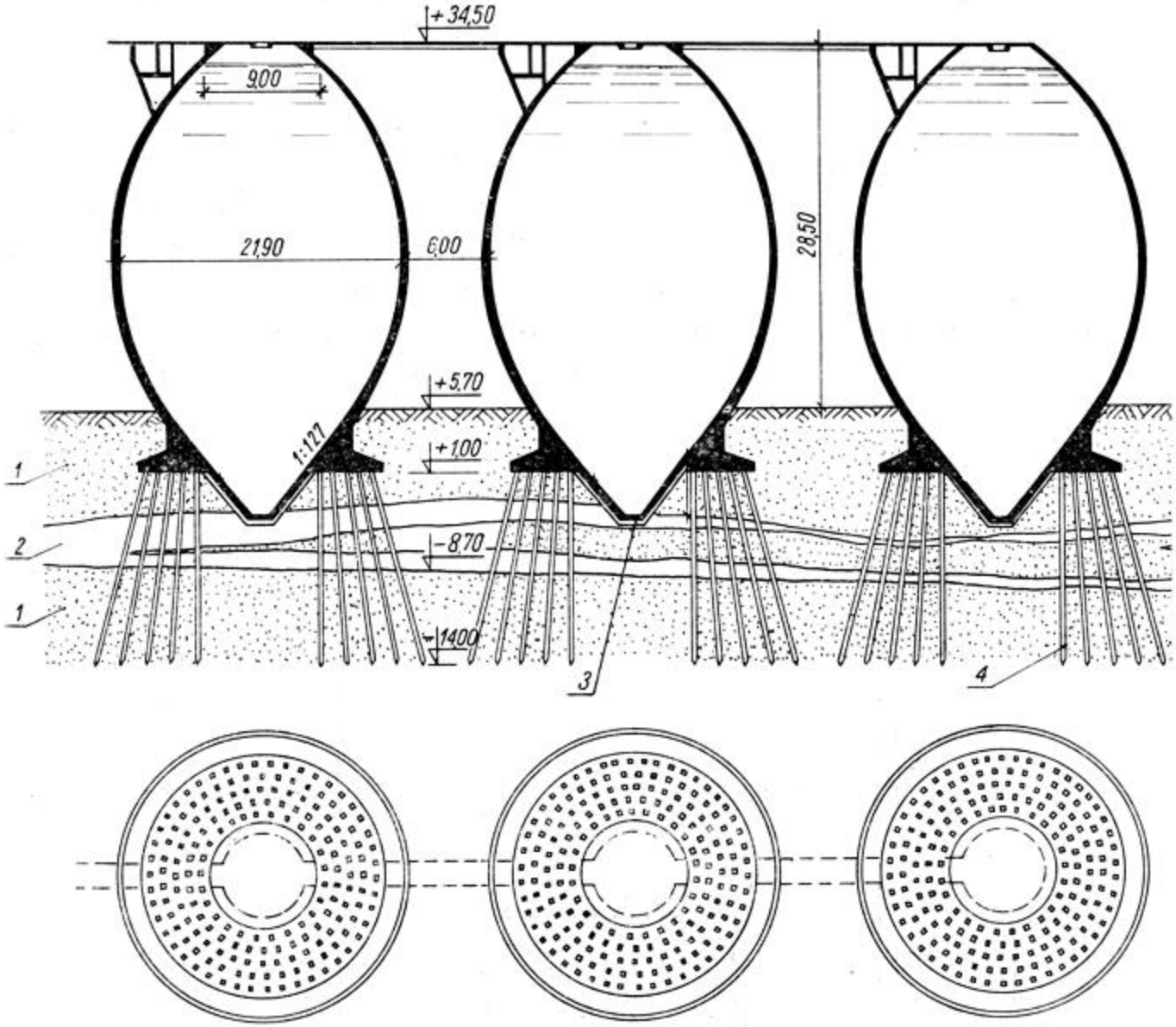


Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977



Schematy statyczne komory jajowej złożonej z kilku powłok: a) schemat komory jajowej o kształcie dowolnym, zmiennym w sposób ciągły, b) schemat komory jajowej złożonej z trzech powłok

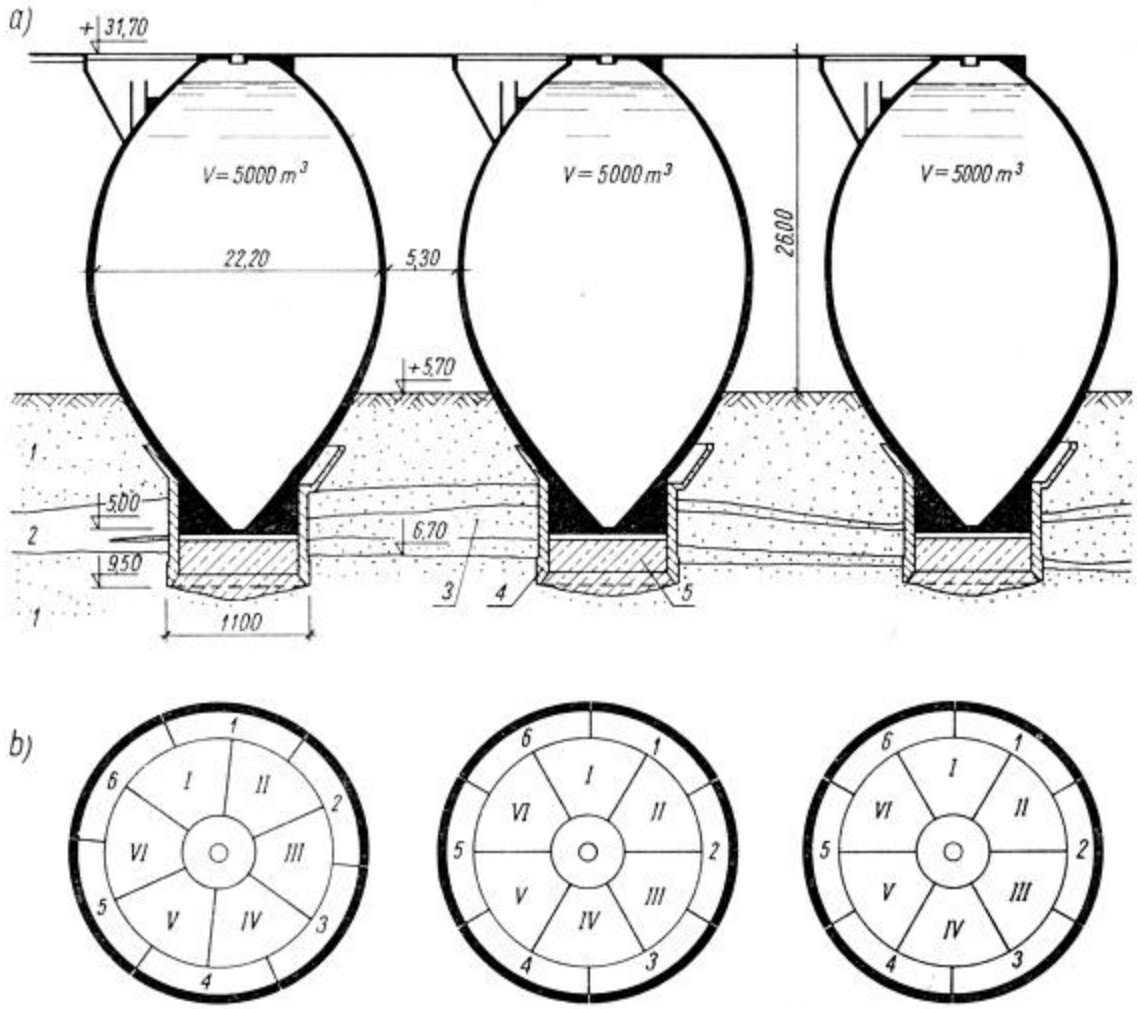
1 — powłoka stożkowa, *2* — powłoka kulista, *3* — powłoka paraboliczna



WKF – wariant posadowienia na palach

1 — piaski, *2* — ił w stanie plastycznym, *3* — namuły, *4* — pale żelbetowe nośności 60 T każdy

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975



WKF – wariant posadowienia na studniach: a)przekrój pionowy, b) kolejność betonowania

1 — piaski, *2* — ił w stanie plastycznym, *3* — namuły, *4* — płaszcz studni, *5* — korek wykonany pod wodą, *I* — *VI* kolejność betonowania części dolnej WKF, *1*—*6* — kolejność betonowania części górnej WKF

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975



WKF w Żywcu jako żelbetowy zbiornik sprężony, kablobetonowy.



Średnica D_w =18,0 m
Wysokość zbiornika – 21,44 m
Wysokość eksploatacyjna słupa cieczy – 18,5 m
Pojemność eksploatacyjna – 4700 m 3

materiały MPWiK Żywiec



Wrocław – budowa komór fermentacyjnych







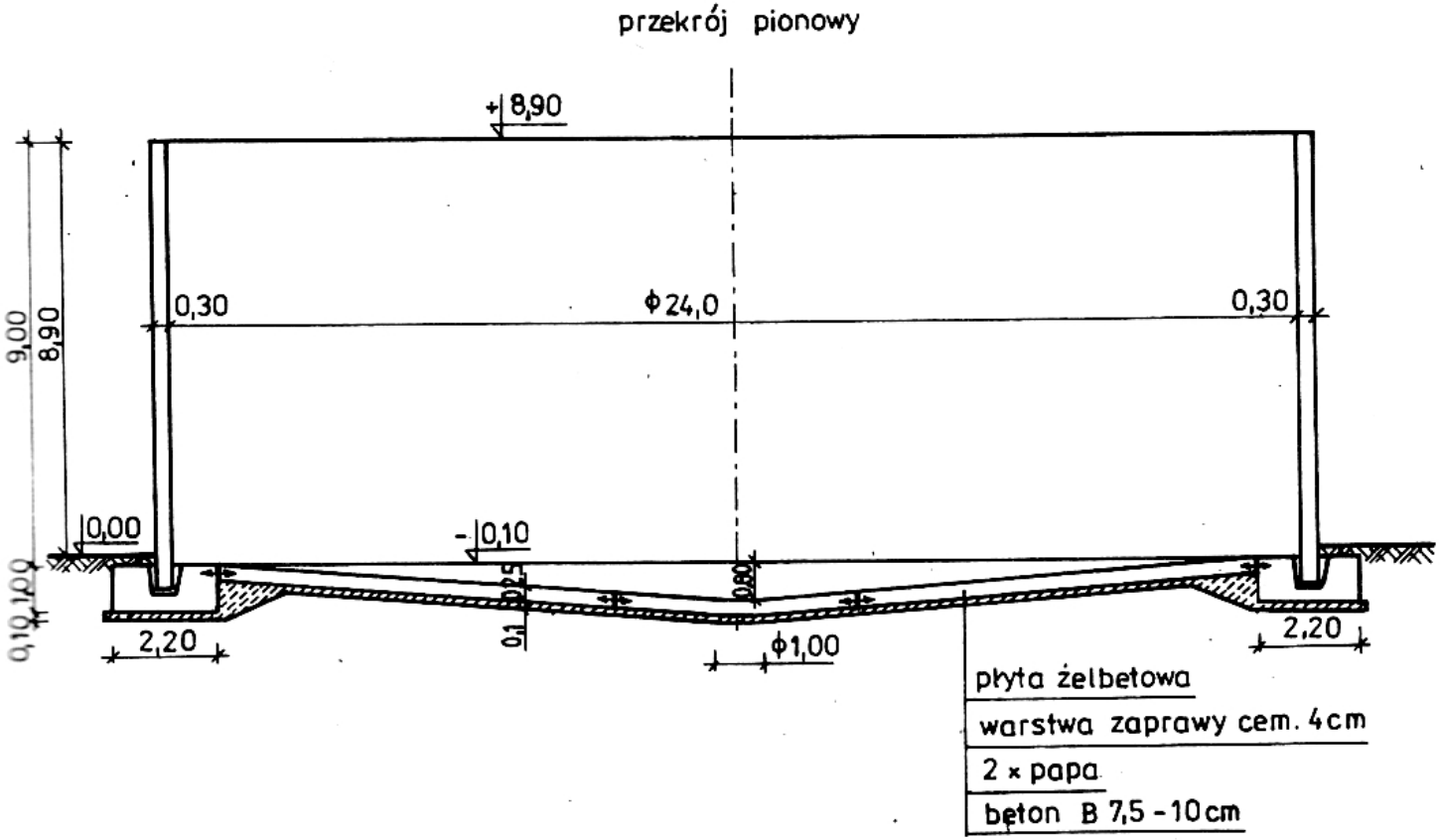
materiały MPWiK Żywiec

Biogaz jest gromadzony w zbiorniku gazu i wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej i cieplnej, na zainstalowanych agregatach kogeneracyjnych

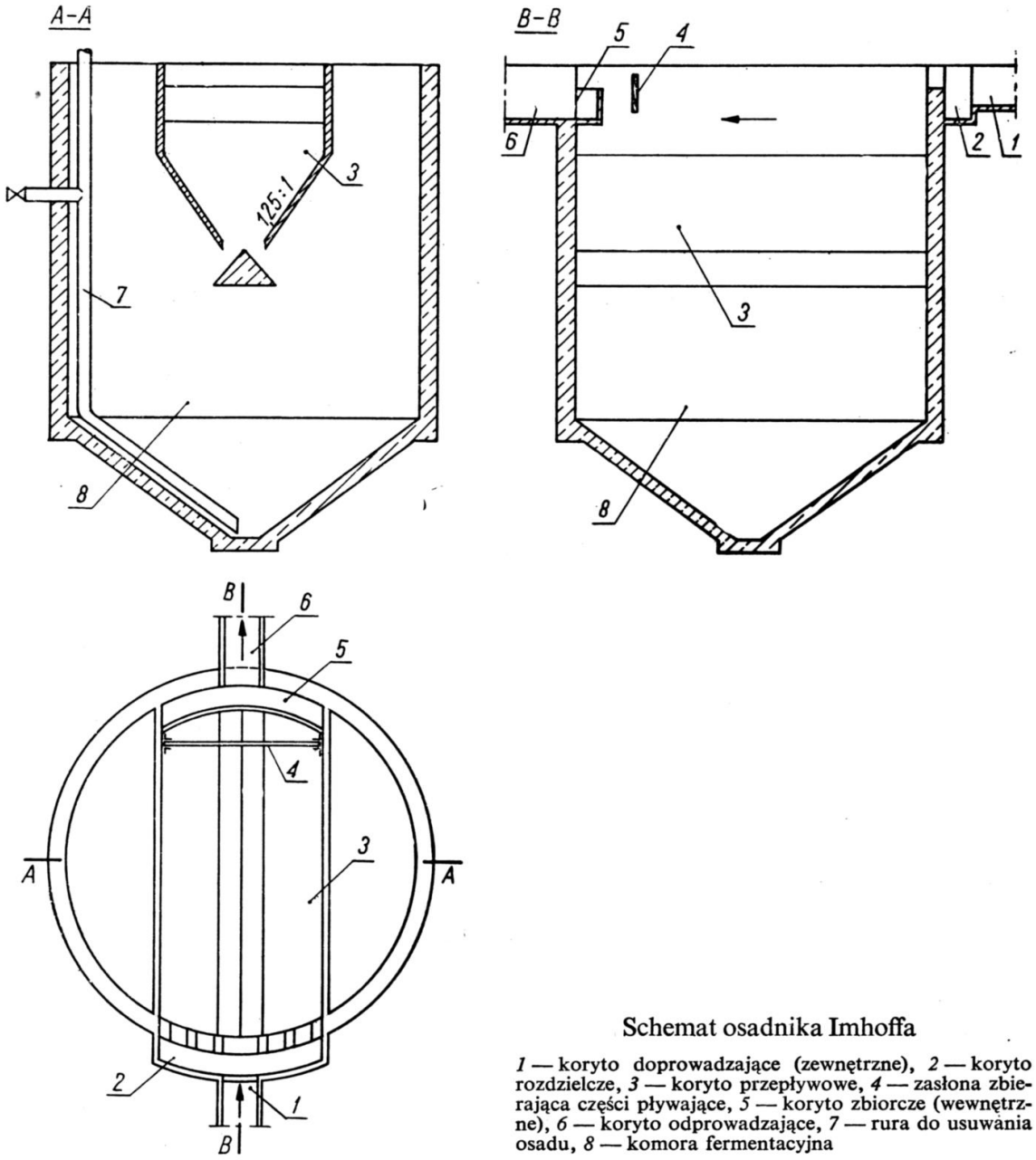
Moc elektryczna – 189 kW
Moc cieplna – 260 kWh



materiały MPWiK Żywiec



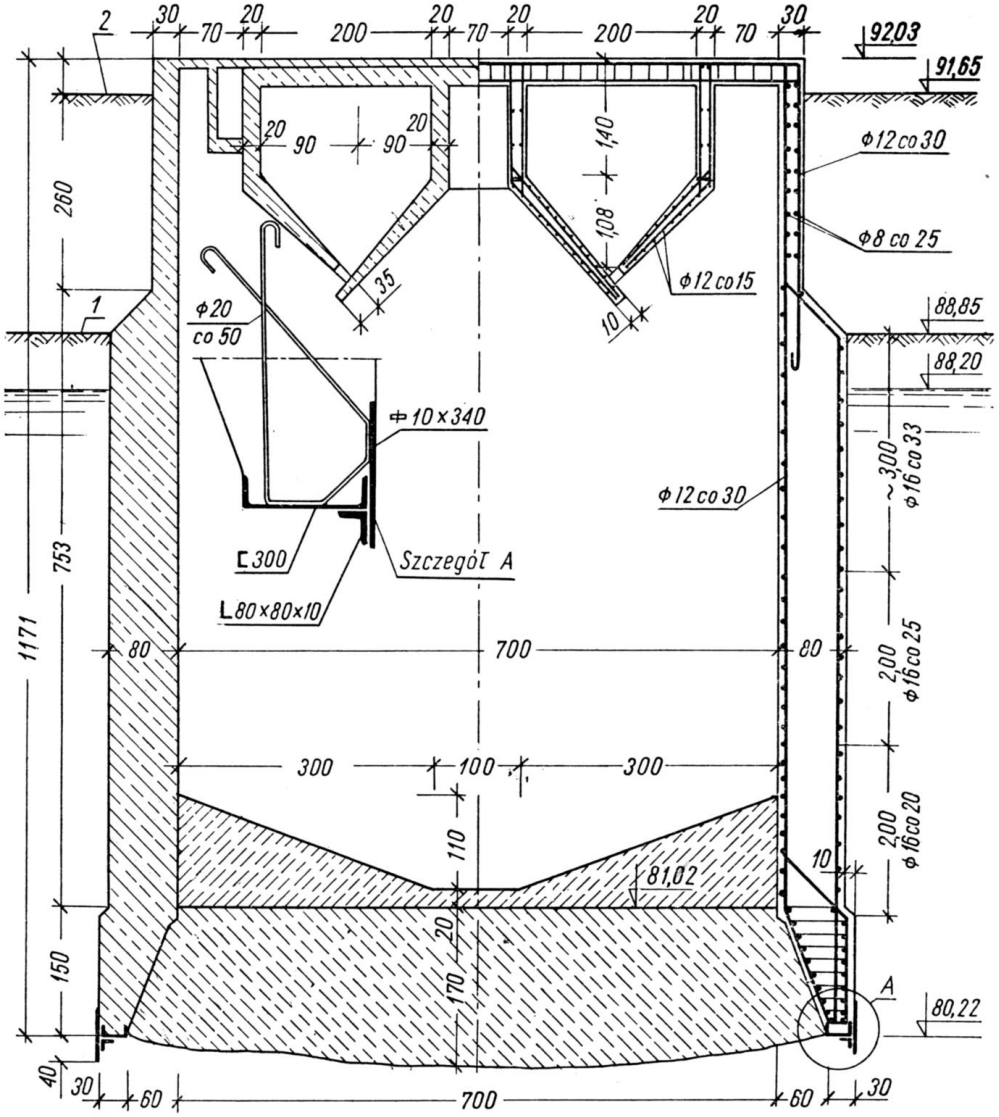
Wydzielona komora fermentacyjna otwarta (wymiary w metrach)

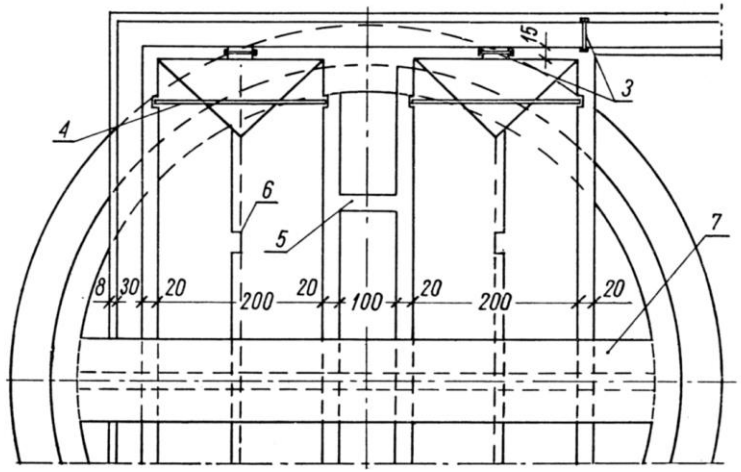


Schemat osadnika Imhoffa

1 — koryto doprowadzające (zewnętrzne), *2* — koryto rozdzielcze, *3* — koryto przepływowe, *4* — zasłona zbierająca części pływające, *5* — koryto zbiorcze (wewnętrzne), *6* — koryto odprowadzające, *7* — rura do usuwania osadu, *8* — komora fermentacyjna

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977

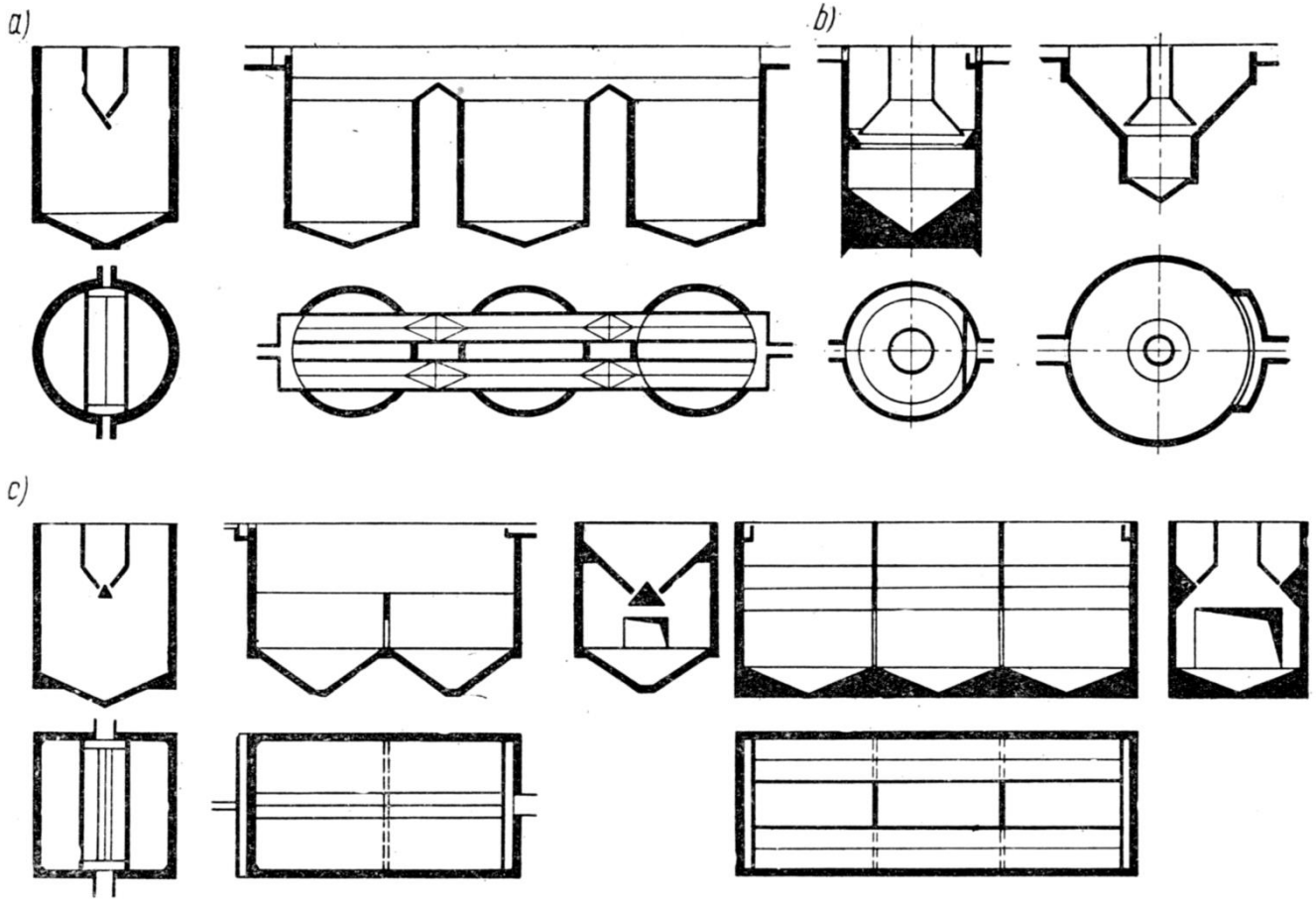




Osadnik Imhoffa w postaci opuszczanej studni

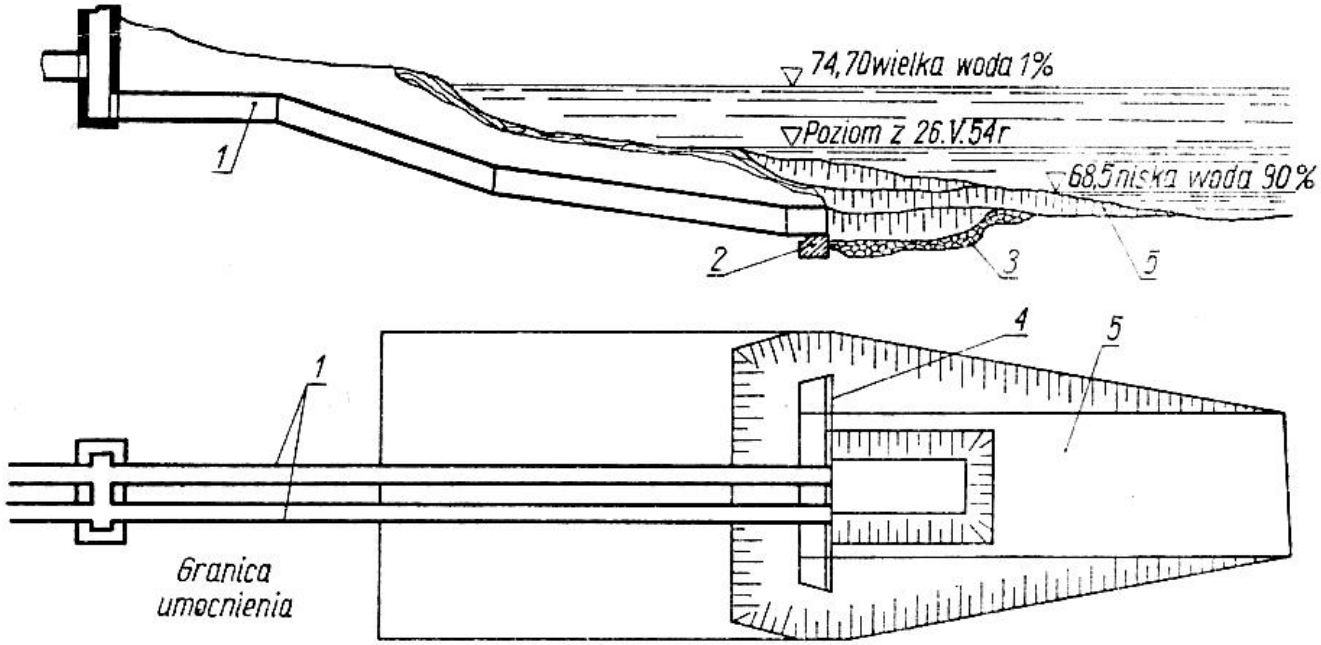
1 — poziom terenu, *2* — poziom nasypu, *3* — zastawki drewniane, *4* — zastawki żelbetowe, *5* — łącznik usztywniający, *6* — słupek, *7* — pomost

Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975



Rodzaje osadników Imhoffa: a) o przekroju poziomym kołowym, z korytem przepływowym prostoliniowym, b) o przekroju kołowym, z korytem przepływowym kołowym, c) o przekroju prostokątnym

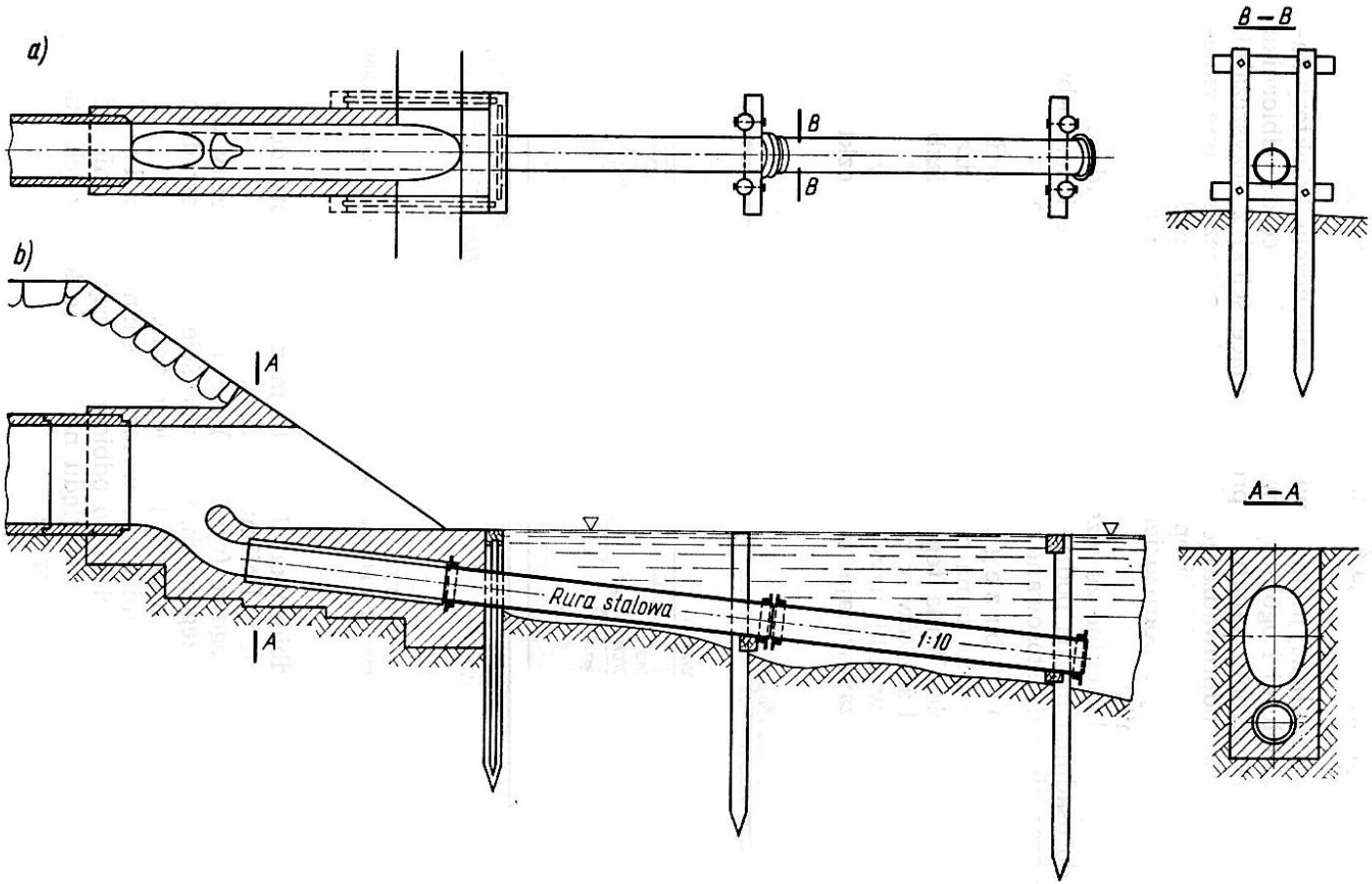
Pląsowski Z., Roman M., Konstrukcje budowlane w oczyszczalniach ścieków, Arkady, Warszawa 1975



Wylot brzegowy do rzeki nieuregulowanej

1 — przewód stalowy, 2 — blok betonowy, 3 — umocnienie kamieniem, 4 — ścianka, 5 — wyrobisko dla odpływu ścieków

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977



Wylot denno-brzegowy na rzece: *a*) rzut, *b*) przekrój

Z.Heidrich, M.Roman, J.Tabernacki: *Wodociągi i Kanalizacja*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1977



fot. B.Przybyła



materiały MPWiK Żywiec





http://www.mpgk.wlodawa.pl/

rów odprowadzający oczyszczone ścieki do Bugu