

VI. UTRZYMANIE KANAŁÓW.

Utrzymanie kanałów polega na czyszczeniu przewodów, w celu zapobiegania ich zatykaniu się, czyszczeniu wpu-
stów ulicznych oraz dokonywaniu nie-
zbędnych drobnych napraw. Dużo kło-
potów mogą sprawiać nieodpowiednio
wykonane przyłączenia domowe. Z tego
powodu miasta wydają przepisy wodo-
ciągowo-kanalizacyjne, obejmujące spo-
soby technicznego wykonania sieci do-
mowych i ich przyłączenia do sieci miej-
skiej.

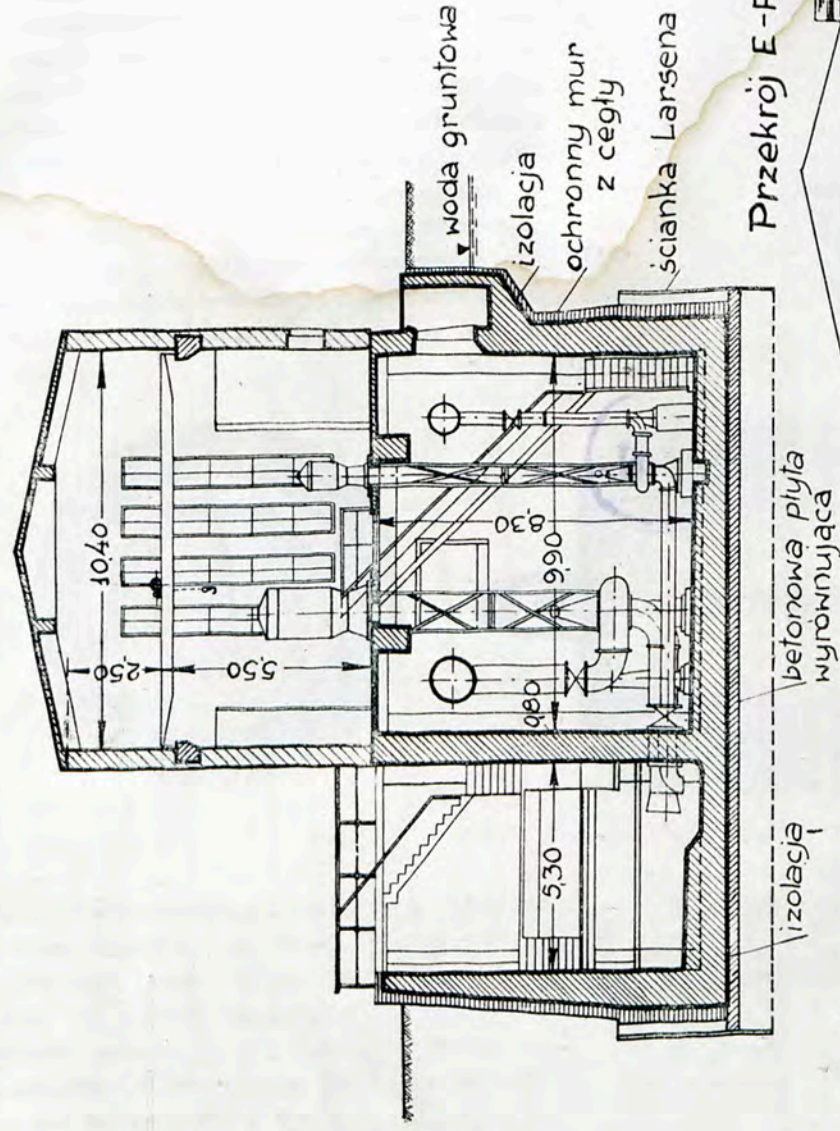
Koszty utrzymania sieci kanaliza-
cyjnej są bardzo zmniejszone, gdy jest
ona prawidłowo zaprojektowana i wy-
konana. Gdy sieć jest należycie zaprojektowana i starannie wybudowana, ścieki płyną
z domów kanałami do oczyszczalni lub wylotu w sposób ciągły, mało dający sposob-
ności do osadzania się zawiesin oraz gnicia i fermentacji. Ścieki odpowiednio ujęte powinny
być świeże. Obowiązek utrzymania sieci przewodów ulicznych spada na inspekcję sieci. Najwię-
cej kłopotów sprawia utrzymanie przewodów o przekrojach niewielkich 200 — 250 mm średnicy.
Przewody duże mogą być przejrane przez przejście wewnątrz nich ze światłem, przewody małe
ze studzienek żłazowych przez zejście na dół i prześwietlenie lub też z powierzchni przez zasto-
sowanie lampy oraz lustra.

Najpraktyczniejszym sposobem czyszczenia kanałów jest ich przepłukiwanie, nie zawsze
jednak ono skutkuje. Dla uniknięcia szeregu przykrości przepisy nie pozwalają na bezpośrednie
wprowadzanie do kanałów miejskich pewnego rodzaju ścieków. Muszą one być przed wprowa-
dzeniem do kanału ulicznego pozbawione szkodliwych domieszek. Więc wszelkie kwasy, ługi,
benzyna, smary i tłuszcze powinny być przedtem zneutralizowane lub wydzielone ze ścieków
i usunięte.

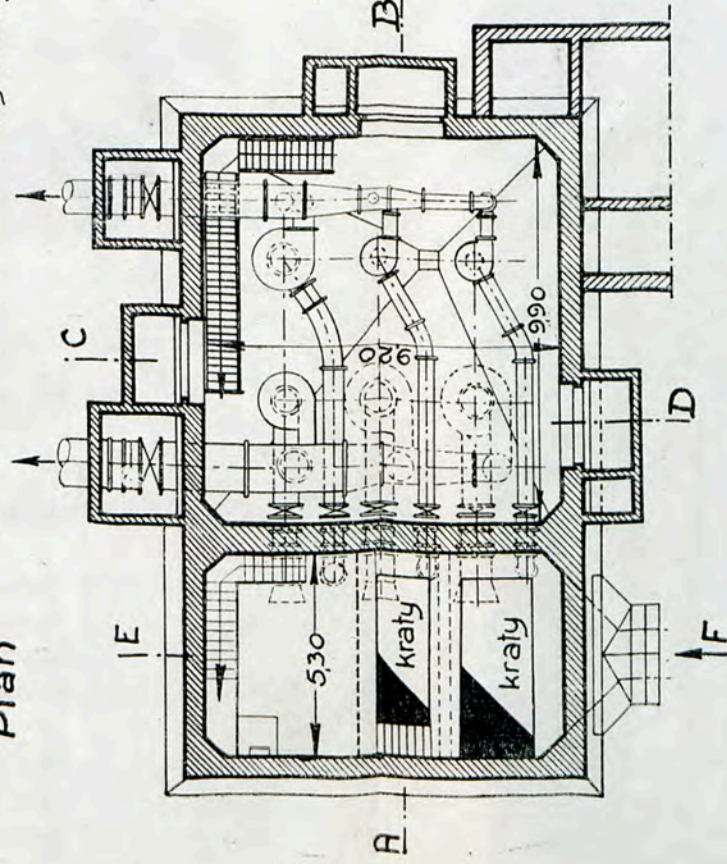
Działanie piuczek opisanych wyżej może być wspomóżone przez wprowadzenie do prze-
wodów silnych strumieni wody z węzów przyłączanych do hydrantów ulicznych. Kanały silnie
zanieczyszczone oczyszcza się przy pomocy całego szeregu przyrządów, które wprowadza się

Rys. 231. Stacja pomp kanałowych Gelsenkirchen Hessel.

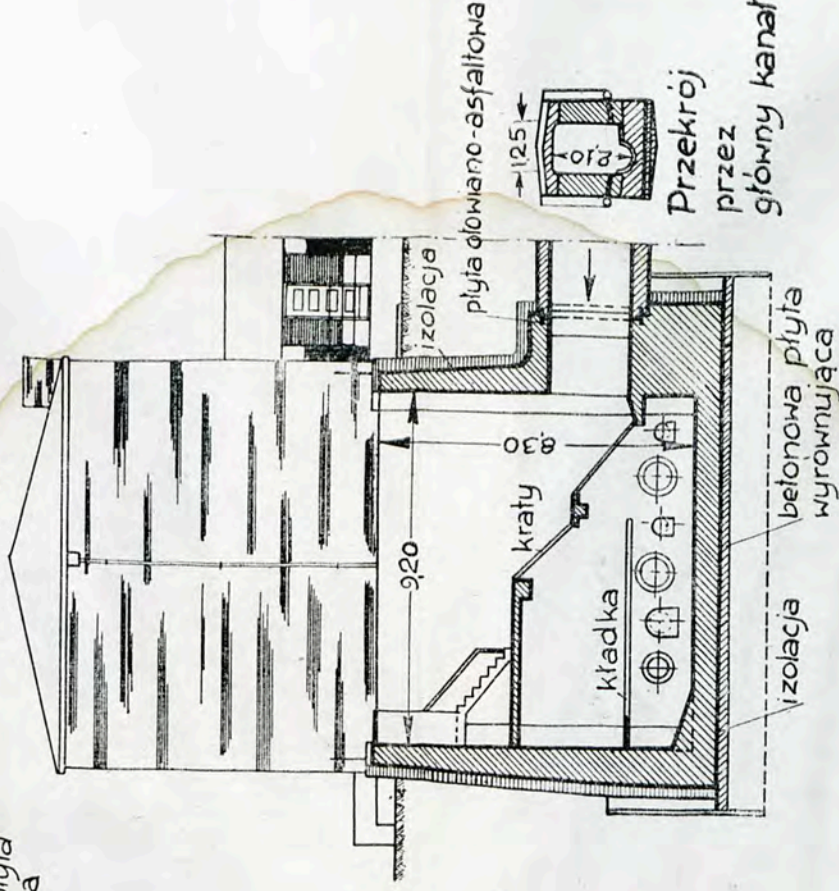
PRZĘKROJ A-B



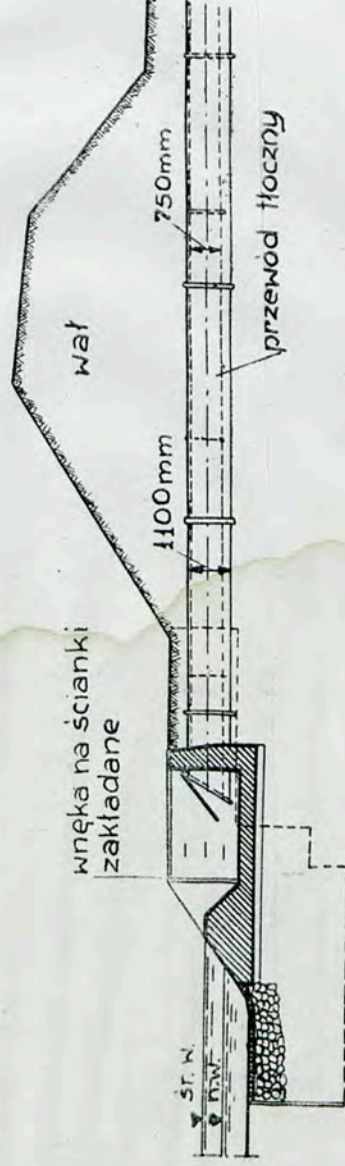
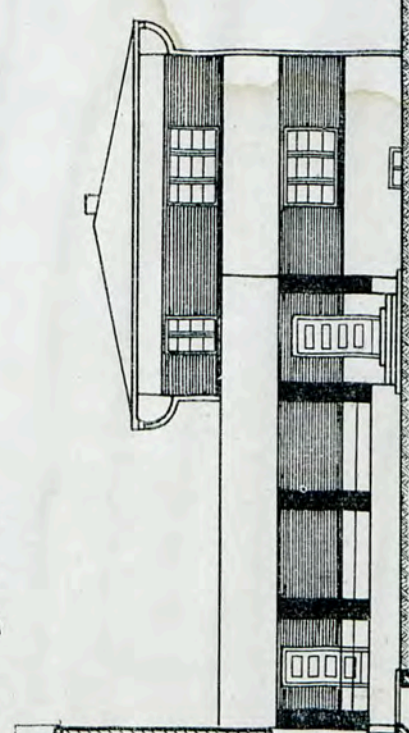
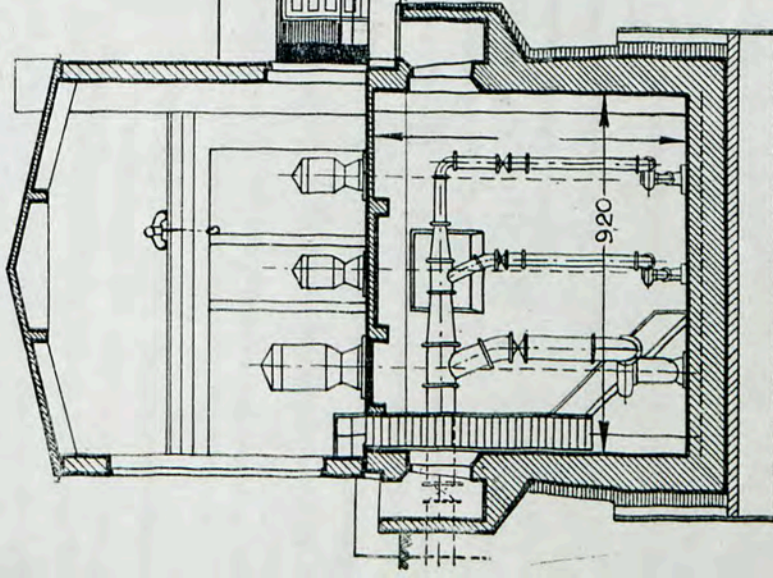
Plan



Przekrój E-F



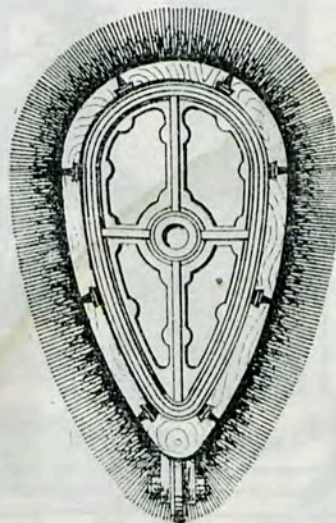
Przekrój C-D



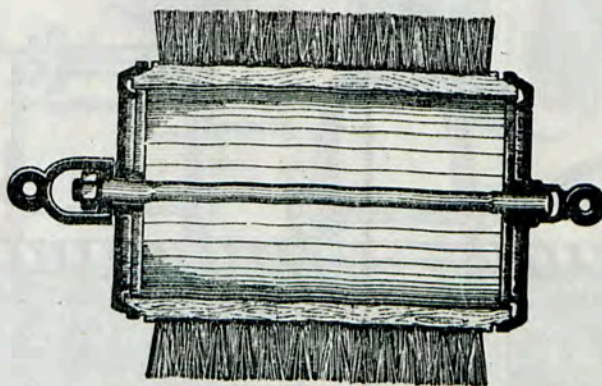
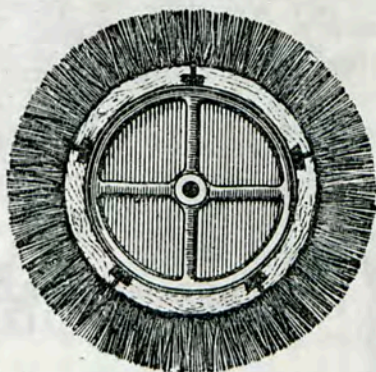
do kanału przez studzienki żłazowe. Oczyszczanie wykonuje się odcinkami między sąsiednimi studzienkami. W najgorszych wypadkach może zająć potrzeba odkopania kanału dla jego oczyszczenia.

Do oczyszczania przewodów mniejszych średnic stosuje się przystosowane do przekroju kształtem i wymiarem szczotki (rys. 232, 233), przeciągane na linie, kule drewniane drążone lub gumowe, wreszcie dla usunięcia mocno przywarłych osadów składane drągi drewniane (rys. 234), zaopatrywane często w metalowe skrobaczki (rys. 235).

Do oczyszczania przewodów o małych średnicach okazała się bardzo praktyczna gumowa piłka napompowywana powietrzem, przepuszczana na linie ze studzienki od góry odcinka przeznaczanego do oczyszczenia (rys. 236). W celu ochrony gumy od łatwego uszkodzenia ostrymi zanieczyszczeniami obszywa się ją w płótno żaglowe. Piłka taka powoduje spiętrzanie się wody powyżej i powstawanie silnego strumienia w dnie kanału, splukującego zanieczyszczenia. W razie napotkania większego oporu kilkakrotne poruszanie w tył i w przód powoduje usunięcie przeszkody.



Rys. 232. Szczotka do czyszczenia kanałów.

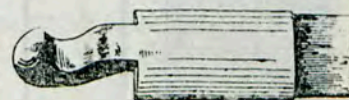


Rys. 233. Szczotka do czyszczenia kanałów.

Wszelkiego rodzaju szczotki przeciąga się również przy pomocy linek, przy czym dla ułatwienia pracy służą umieszczane u spodu studzienek przenośne rozpory z krążkami (rys. 237). Do nawijania linek służą specjalne samochody z silnikiem poruszającym bęben (rys. 238).

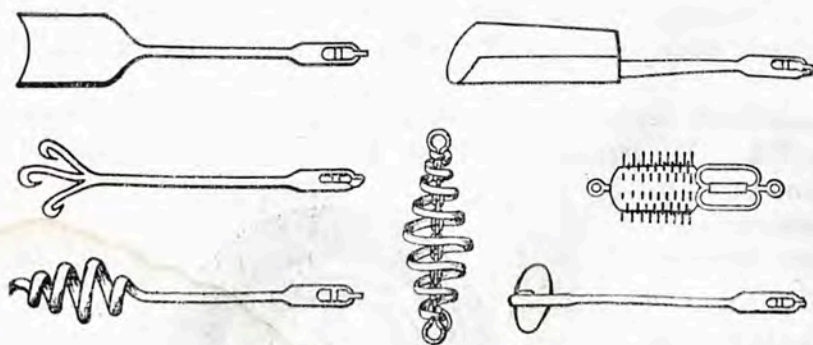


Rys. 234. Składane drągi drewniane do czyszczenia kanałów.



Do oczyszczania przekrojów większych stosuje się narzędzia w postaci łopat, szufli, wiader lub też podobnie do splawianych czy przeciąganych przvrządów opisanych poprzednio, tarcze połączone z wózkami (rys. 239), powodujące spiętrzanie ścieków, zaopatrzone w szczotki itp. W razie potrzeby przeciągania, gdy wózki takie same nie spływają, stosuje się linki nawijane na bębny, zwykle umieszczane na samochodach, z ulicy (wyciągarki).

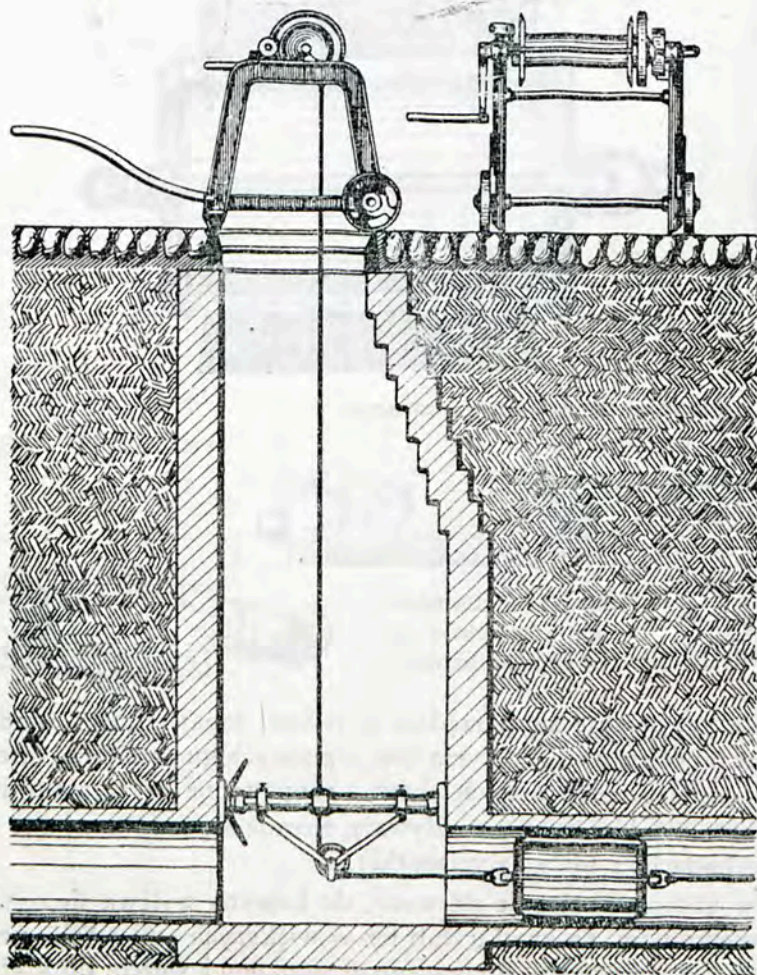
Do oczyszczania komór wpustów ulicznych stosuje się wozy, do których wylewa się osady wyciągane ręcznie wiaderkami podwieszonymi na krążku, lub też w większych miastach przy pomocy rozrzedzonego powietrza wyciąga się osady opuszczonym smokiem i węzem do szczelnego zbiornika umieszczonego na samochodzie ciężarowym (rys. 240). Odpowiednie urządzenie umieszczone na samochodzie rozrzedza powietrze wewnątrz zbiornika.



Rys. 235. Metalowe skrobaczki do czyszczenia kanałów.



Rys. 236. Oczyszczanie kanału piłką gumową.



Rys. 237. Urządzenie do przeciągania na linie szczotek oczyszczających kanał.

Utrzymywanie sieci kanalizacyjnej polega również na naprawie uszkodzonych miejsc i usunięciu szkód, jak np. zapadnięć, oraz konserwacji żelaza i innych materiałów budowy. Jeśli nawet prawidłowo założona i wybudowana sieć nie wymaga poważniejszych robót konserwacyjnych, to jednak może się zdarzyć, że również i w błędnie wybudowanych przewodach następują uszkodzenia na skutek szczególnie silnego zewnętrznego parcia lub z powodu ruchów gruntu, względnie powstają jakieś inne uszkodzenia kanałów. W wypadku kanałów nieprzełazowych dają się takie szkody naprawić tylko przez odkopanie odcinka i wymianę przewodu; w wypadku kanałów przełazowych mogą być naprawy wykonane bez przerywania pracy kanału. Odbывается to najlepiej w nocy, przy czym zwykle w tym czasie niewielką ilość ścieków odprowadza się przy pomocy rynien ponad odcinkiem odgrodzonym przetamowaniami.

VII. BUDOWA PRZEWODÓW KANALIZACYJNYCH.

VII. 1. WYKOPY.

Budowa kanałów polega na wytyczeniu i wykonaniu wykopów, ich rozparciu oraz osuszeniu, ułożeniu rur, wykonaniu uzbrojenia oraz osuszeniu, ułożeniu rur, wykonaniu uzbrojenia sieci, uszczelnieniu styków i sprawdzeniu szczelności oraz zasypce.

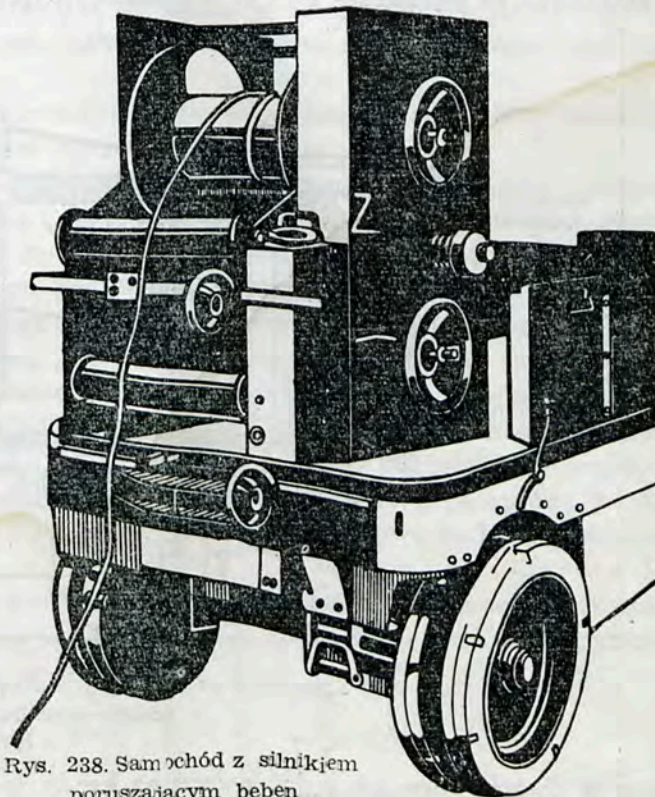
Przy budowie kanałów wykopy wykonuje się w sposób podobny, jak przy budowie przewodów wodociągowych, jednak są one z reguły głębsze i ich wykonanie wymaga większej ostrożności, szczególnie jeśli będą blisko zabudowań i sięgają głębiej niż fundamenty budowli.

Ciągi uliczne kanałów w dużych miastach umieszcza się tak, by nie uszkodzić budowli podziemnych. W miastach mniejszych oraz w rzadko zaludnionych dzielnicach willowych mniej jest z tym kłopotów, głównie należy zwrócić uwagę na przewody wodociągowe. W wypadku nowopowstałych osiedli nawierzchni ulic brak i wybiera się wówczas środek ulicy lub alei jako oś przewodu kanalizacyjnego tak, by połączenia domowe (tzw. przykanaliki) miały jednakową długość z obu stron ulicy.

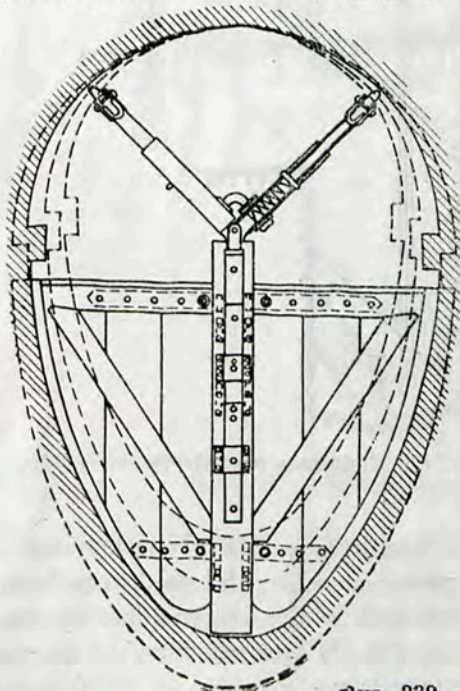
Wykonanie przewodów kanalizacyjnych w ulicach zabudowanych jest utrudnione częstokroć z tego powodu, że bardzo jest ograniczone miejsce na złożenie wydobytej z wykopu ziemi oraz na złożenie materiałów, niezbędnych do budowy; następnie, że istniejące przewody krzyżujące się z wykopem lub przebiegające w pobliżu wymagają starannego zabezpieczenia, wreszcie, że konieczne są specjalne środki ostrożności zabezpieczające od uszkodzenia domów, fundowanych w miastach starszych bardzo płytko. W wąskich ulicach, gdy kanał biegnie blisko zabudowań głębiej niż spód fundamentów, muszą być domy wzajemnie rozparte. Kanał biegnący blisko fundamentu narażony jest na działanie ciężaru budynku, należy więc go odpowiednio mocno wykonać.

Budowę rozpoczyna się od wytyczenia trasy przez zabicie kołków w osi studzienek żłazowych. Od kołków prostopadłe do linii kanału odmierza się połowę szerokości wykopu. Wzdłuż krawędzi wykopu naciąga się sznur i zaznacza się ją na gruncie.

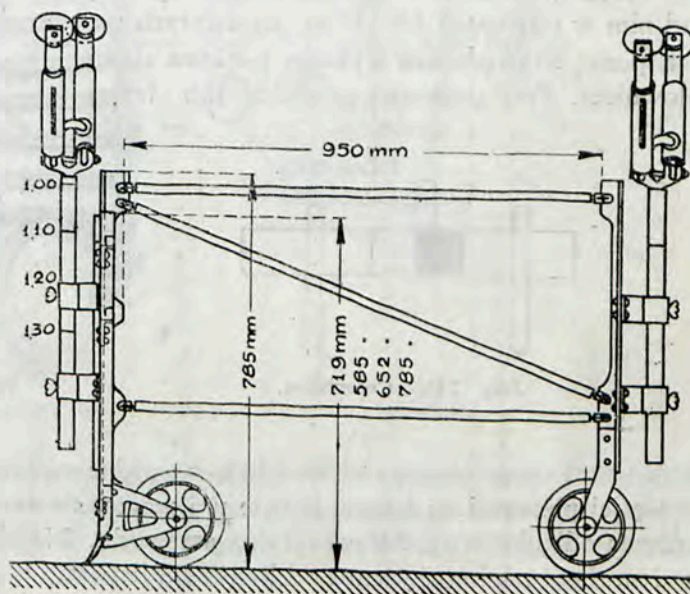
Szerokość wykopu w gruncie suchym określona jest zewnętrznymi rozmiarami kanału, do których dodaje się z każdej strony po 30—40 cm w celu umożliwienia postawienia obudowy wykopu, ułożenia kanału i uszczelnienia styków. W wypadku głębokich wykopów i małych wymia-



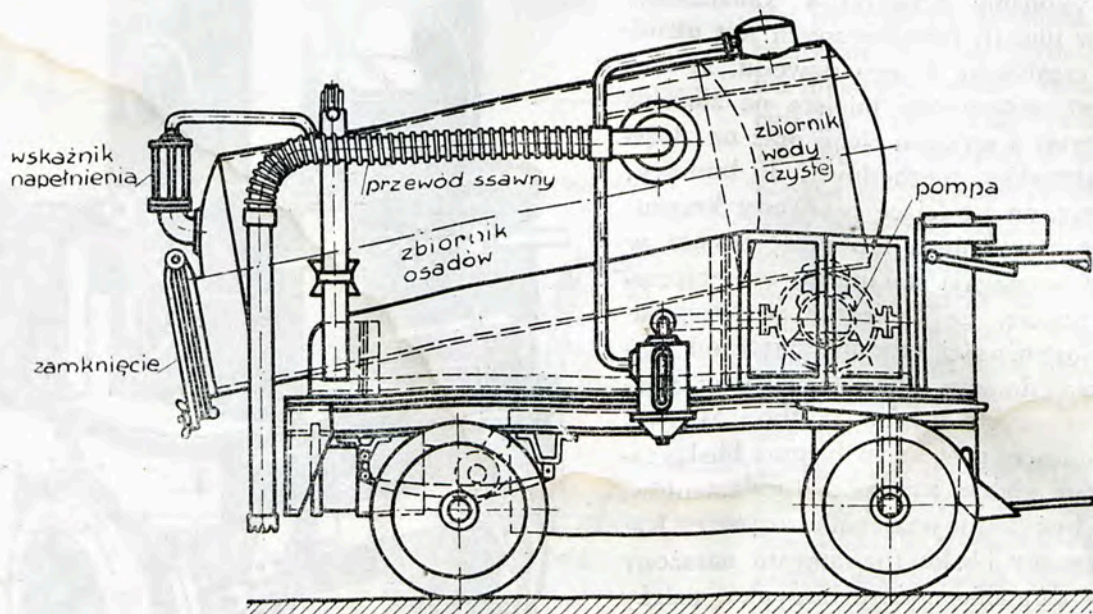
Rys. 238. Samochód z silnikiem poruszającym bęben do nawijania liny.



Rys. 239. Tarcza oczyszczająca na wózku.



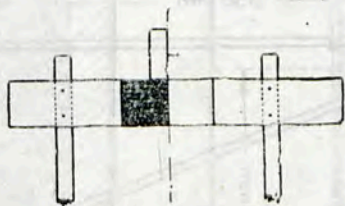
rów przewodów szerokość wykopu powiększa się o dalsze 50—60 cm w tym celu, aby można było wykonać podłogi niezbędne dla przerzucania ziemi z dołu do góry. Nie jest to jednak niezbędne, byleby tylko było zachowane pewne minimum szerokości. Przy zakładaniu sieci kanalizacyjnej poniżej poziomu wody gruntowej szerokość wykopu zwiększa się o 0,50—0,60 m dla umożliwienia wbicia ścianek szczelnych. Jeżeli spód wykopu znajduje się poniżej poziomu wód gruntowych na głębokości 3—4 m, a czasami i więcej, wówczas ścianki szczelne wykonywać na-



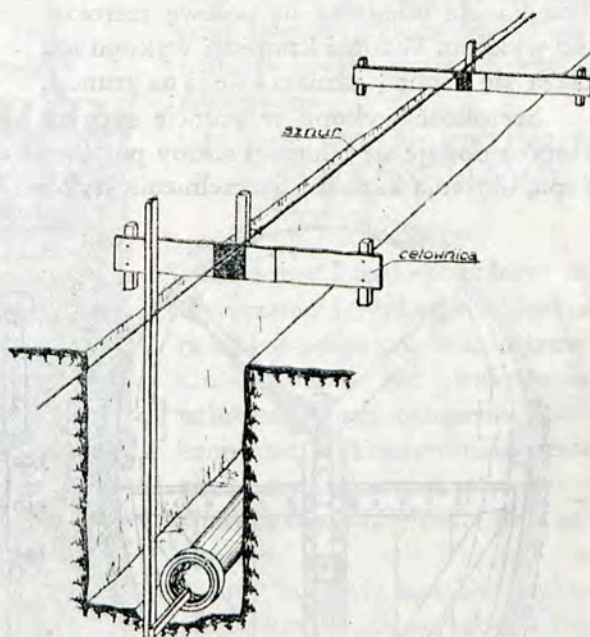
Rys. 240. Wóz o napędzie elektrycznym z urządzeniem do wysysania zanieczyszczeń z komór wpustów ulicznych.

leży w dwóch stopniach i dać należy na każdy stopień poszerzenie 0,5—0,6 m. Zamiast poszerzenia wykopu i bicia ścianek szczelnych lepiej zastosować obniżenie zwierciadła wody gruntowej przy pomocy spompowywania wody z zapuszczanych wzdłuż wykopu studzienek. Najmniejsza szerokość wykopu w suchym gruncie i niewielkiej głębokości wynosi 0,9 m.

Przed ukończeniem wykopu umocowuje się nad nim w odstępach 10—30 m na zabitych palach poza krawędziami wykopu poziome deski celownicze. Przy pomocy gwoździ lub lepiej



Rys. 241. Celownica.



Rys. 242. Ustalanie nachylenia osi kanału.

przez ostrze umocowanej na desce listwy uwidacznia się oś kanału (rys. 241). Niwelacyjnie określa się jej poziom i na każdej listwie umieszcza się znak podający odstęp od punktu położonego o pewną odległość (np. 5,0 m) od dna przewodu. Na celownicach wbija się gwoździe zgodnie ze spadem dna i napina się sznur od listwy do listwy. Oś przewodu jest przenoszona od sznura do dna przy pomocy pionu. Nachylenie określa się przy pomocy łaty o przekroju 1 cal w kwadrat,

z podziałką, posiadającą u dołu poziome prostopadłe ramię (rys. 242). Spad wyznacza się przez wsunięcie krótkiego ramienia w środek przewodu i ustalenie, czy odpowiednia podziałka na lacie dotyka sznura.

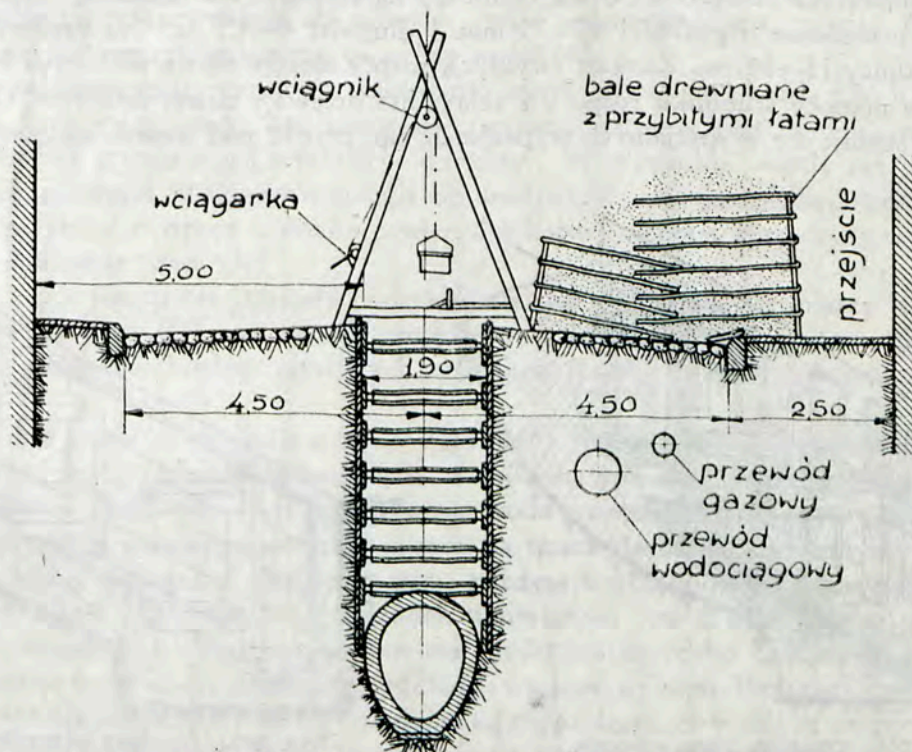
Po wytyczeniu wykopu i wyznaczeniu jego szerokości można rozpocząć pracę. Jeżeli wykop przebiega po ulicach brukowanych, sznur pozostawia się aż do chwili zdjęcia bruku. W wypadku ulic niebrukowanych krawędź wykopu zaznacza się łopatą w postaci bruzdy. Jeżeli sieć kanalizacyjną buduje się w ulicach brukowanych, należy przed rozpoczęciem wykopu bruk rozebrać.

Materiał uzyskiwany przy rozbiórce nawierzchni (brukowiec, kostka, asfalt itp.) powinien być złożony w pryzmy, aby nie mógł zmieszać się z wyrzucaną ziemią z wykopu.

Rozbiórkę nawierzchni przeprowadza się na szerokości większej niż wykop w celu zabezpieczenia przeciwko zrywaniu się krawędzi bruku i jego wpadaniu do wykopu. Z każdej strony wykopu rozbiera się go szerzej o 0,20 — 0,30 m, zaś wydobywaną ziemię składa się w ten sposób, by od krawędzi wykopu do stopy nasypu pozostawał wolny pas o szerokości 0,5—0,7 m, niezbędny dla utworzenia przejścia wzdłuż wykopu. Należy pilnować, ażeby pas ten był stale oczyszczany z wyrzucanej ziemi, co szczególnie jest ważne w wypadku gruntu tłustego lub w okresie deszczowym, gdyż przechodzący może poślizgnąć się i wpaść do wykopu.

Przed rozpoczęciem wykonywania robót należy z góry wyznaczyć miejsce składania materiałów, kamieni z rozbiórki nawierzchni i ziemi, wyrzucanej z wykopu, pozostawiając swobodnie dostatecznie szerokie pasy konieczne dla przejścia pieszych i przejazdu pojazdów. W niektórych wypadkach, gdy ulice są bardzo wąskie, zamyka się na czas budowy ruch dla pojazdów szerszych, a częstokroć całkowicie.

Materiał na budowę powinien być przywieziony zawczasu, złożony w odpowiednich miejscach i ochroniony. Należy unikać zasypywania rynsztoków. Pokrywa się je deskami tak szczelnie, by sypana ziemia nie mogła się dostawać do rynsztoka.



Rys. 243. Wydobywanie materiału ziemnego z większej głębokości.

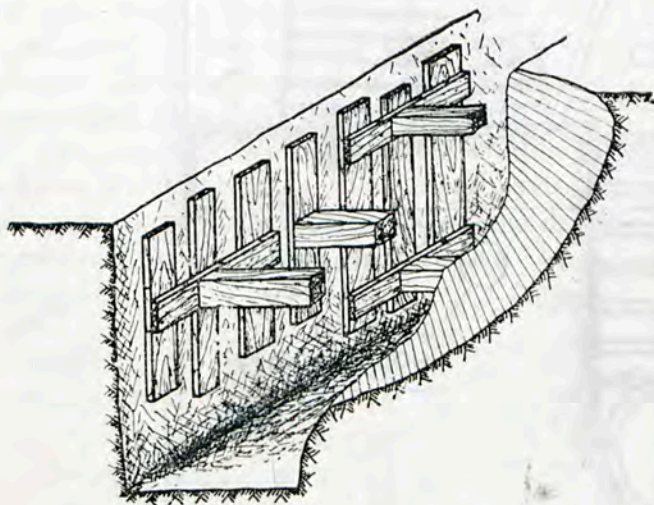
Rozluźnienie gruntu odbywa się najczęściej ręcznie. Zależnie od rodzaju gruntu stosuje się szufle, łopaty, oskardy. Zastosowanie do wydobywania materiału ziemnego kopaczek zmniejsza koszt robót ziemnych, może jednak wchodzić w rachubę tylko w wypadku dużych rozmiarów wykopów, przy czym konieczne jest tego rodzaju wzmocnienie wykopu, by na dłuższych przestrzeniach był on wolny od wszelkiej zabudowy poprzecznej. Grunt skalisty wymaga rozwier-

cania i rozstrzału. Rozluźniony materiał ziemny, wydobywany normalnie przy pomocy siły ludzkiej, może być przy jednym wyrzucie podniesiony na wysokość 2 m. W wypadku większych głębokości ustawia się podłogi z desek dla przerzucania materiału ziemnego stopniowo w górę. W wypadku głębokości większych niż 2,5 m opłaca się zastosować mechaniczne urządzenia podnoszące. Materiał ziemny ładowany jest wówczas ręcznie do wiader, te zaś wyciągane przy pomocy windy przez krążek zawieszony na trójnogu (rys. 243).

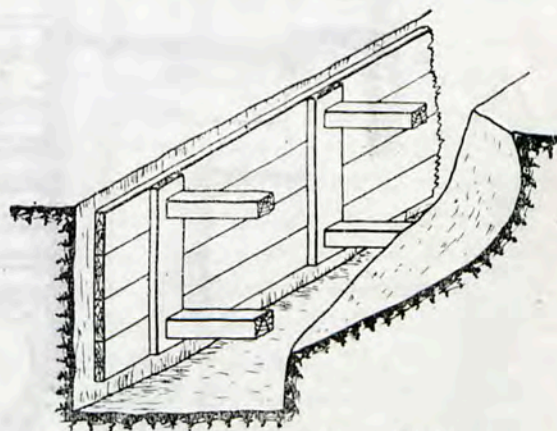
W wypadku gruntu ścisłego, bez wody gruntowej i przy niewielkiej głębokości wykopu i krótkim czasie budowy można nie wzmacniać jego ścian. Wówczas jednak powinny być one założone w nachyleniu takim, aby nie zachodziła później potrzeba ich wzmocnienia, nawet wówczas, gdyby wykop pozostawał dłuższy czas niezasypany. Wzmacnianie nachylonych skarp wykopu nie zawsze skutkuje. W wypadku wykonywania wykopów z nachylonymi skarpami zwiększa się znacznie ilość robót ziemnych oraz zajmuje się więcej miejsca pod wykop i wyrzucaną ziemię z wykopu. W wielu wypadkach jesteśmy co do miejsca bardzo ograniczeni. W gruncie nasyconym wodą nachylenie skarp musi być bardzo małe, co w sposób niewspółmierny zwiększyłoby ilość robót ziemnych.

Wykopy w materiale luźnym wymagają obudowy i rozparcia w celu zabezpieczenia się przeciwko obrywaniu się ścian. Praktyka z różnego rodzaju gruntami jest konieczna dla określenia, jakiego typu obudowa, silna czy lekka jest niezbędna. Jeżeli istnieją wątpliwości co do jej konieczności, to powinno się postąpić zgodnie z zasadami bezpieczeństwa. Niektóre grunty utrzymują się przez pewien czas bez obudowy; konieczna jednak ona będzie w wypadku wykopu pozostającego długi czas otwartym lub pogody deszczowej. Starać się powinniśmy wykonać ją możliwie głęboko jako obudowę poziomą. Jeżeli grunt nie jest zdolny utrzymać się na wysokości równej szerokości jednej deski, przechodzi się do rozparcia pionowego.

Obudowa składa się z: desek lub bali, będących w styczności ze ścianami wykopu; rozpór (krokwi), krótkich kawałków drzewa idących od ściany do ściany, oraz podkładek — desek lub bali, przenoszących obciążenie z desek obudowy na rozpory. Na obudowę stosuje się deski świerkowe lub sosnowe o grubości 40–75 mm i długości 4–4,5 m. Na rozpory stosuje się okrągłaki średnicy 13–16 cm. Zamiast zwykłych rozpór stosuje się na większych budowach nastawiane przy pomocy śrubunku rozpory z żelaza lub drzewa z butem żelaznym. Grubsze okrągłaki i deski stosuje się w specjalnych wypadkach, np. przejść pod torami kolejowymi, tramwajowymi itp.



Rys. 244. Obudowa lekka pionowa.



Rys. 245. Obudowa skrzynkowa.

Obudowa luźna pionowa składa się z par pionowych desek, umieszczonych po przeciwnych stronach wykopu i przytrzymanych na miejscu dwiema rozporami. Przerwy między deskami zależą od rodzaju gruntu. Pionowe deski mają przekrój 5×10 cm. Tego rodzaju obudowa powinna być używana jedynie w wykopach płytkich i gruncie związłym. Wzmocnienie używane w ten sposób nie jest wielkie, powinno się więc zwracać staranną uwagę na zachowanie się ścian wykopu.

Obudowa lekka pionowa (rys. 244) polega na umieszczaniu pionowo na ścianach wykopu desek z krótkimi podciągami i rozporami, uzupełniającymi układ. Deski mogą być niejednakowej długości i częste są pomiędzy nimi przerwy. Ten rodzaj obudowy stosuje się w gruncie, który utrzymuje się przy głębokości wykopu 0,9—1,5 m bez obrywania się. Nadaje się dobrze w pierwszych stadiach wykopu, gdzie bardziej staranna obudowa jest konieczna dla części dolnych wykopu.

Obudowa skrzynkowa (rys. 245). Przy tym sposobie stosuje się poziome deski i pionowe podkładki z jedną lub większą ilością rozpór na każdą parę podkładek. W gruncie szerszym mogą być dane przerwy pomiędzy szeregiem desek lub poszczególnymi deskami. W gruncie luźnym obudowa musi być ścisła i mocna. (Deski 5 cm, podkładki 5×20 cm, jeżeli nie są dłuższe niż 0,9 — 1,2 m, oraz rozpory \varnothing 15 cm). Obudowę skrzynkową stosuje się w gruncie luźnym. Wykop prowadzi się na głębokość jednej deski; dwie przeciwległe deski są rozpięte czasowo aż do czasu, gdy trzy lub cztery pary znajdą się na miejscu, wówczas umieszczane są podkładki z ostatecznymi rozporami. Sposób ten jest również stosowany do głębokości pierwszych 0,9—1,5 m wykopu, w którym dla części dolnej stosuje się obudowę pionową.

Pierwsza deska u góry powinna być tak założona, ażeby jej skraj występował nad powierzchnią terenu o 5—10 cm, dla zatrzymywania się na niej przypadkowo spadających z nasypu brył ziemi. Obudowę ścian poziomymi deskami należy prowadzić jednocześnie z wykonywaniem wykopu, przy czym początkowo stawia się czasowe rozpory i krótkie podkładki, zwykle na 2—3 deski, zmieniane stopniowo na dłuższe w miarę pogłębiania wykopu. Po wykonaniu wykopu na pełną głębokość, gdy grunt mało zwięzły, należy bezwzględnie wymienić wszystkie czasowe rozpory i podkładki, stawiając podkładki na pełną głębokość z całych desek.

Niedopuszczalne jest stawianie przy rozpoczynaniu kopania wykopu długich stojaków i opuszczania ich w miarę pogłębiania wykopu przez ich zabijanie. Podczas takiego pobijania głowy podkładek (stojaków) rozbijają się, przy czym powstaje wstrząs gruntu, powodujący niekiedy zawalenie się ścian wykopu nie tylko w czasie przeprowadzania zasypki, lecz i podczas gdy wykop nie jest jeszcze wykonany na pełną wysokość.

W celu zabezpieczenia przeciwko wypadaniu rozpór należy pod każdą z nich przybić drewnianą listwę. Rozpory powinny być ustawiane poziomo, gdyż w przeciwnym wypadku pod wpływem ciśnienia gruntu mogą wyskoczyć do góry. W wypadku, kiedy nie jest to możliwe oraz gdy wykop biegnie blisko i równoległe do budynków, sięgając głębiej spodu fundamentów, należy przybijać podpory z dołu i z wierzchu każdej rozpory. Rozpory powinny mieć taką długość, by dokładnie pasowały.

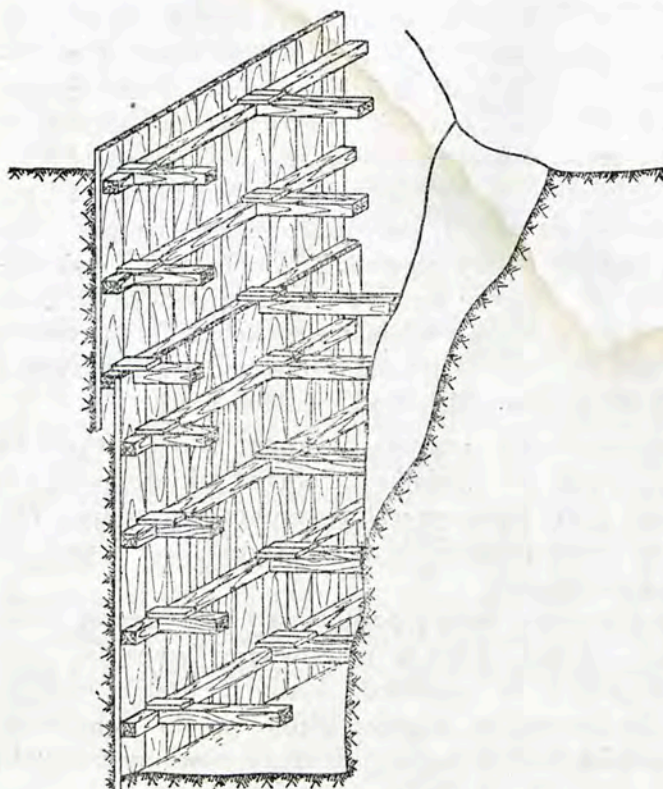
Aby się końce rozpór nie strzępiły podczas stawiania ich na miejsce, należy je nieco zaokrąglić ociosując krawędzie. W ten sposób umożliwia się ich użycie 5 — 6 razy, czasami i więcej, gdy przy pozostawieniu kantów nieściętych częstokroć należy rozpory odrzucić po jednorazowym użyciu.

Obudowa ścisła pionowa (rys. 246) jest najmocniejsza, wymagająca największej ilości robocizny i najbardziej kosztowna. Stosowana jest w wypadku głębokich wykopów w gruncie luźnym i tam, gdzie jest spodziewana woda gruntowa. Pierwszą parę podkładek umieszcza się około 0,3 m poniżej powierzchni gruntu na trzech deskach przyłożonych pionowo do wyrównanej ściany wykopu, z rozparciem przy każdym końcu podkładki oraz w jej środku. Jeżeli jest to możliwe, następna para podkładek umieszczana jest 1, 2 m poniżej pierwszej pary. Podkładki są następnie tak rozparte, by pionowe deski zostały lekko wepchnięte w grunt. Pozostałe deski zabija się w otwór pomiędzy podkładki i ściany wykopu. Po umieszczeniu pionowych desek w swoim miejscu między ścianą i podkładką i wciśnięciu ich w dół aż do poziomu dna wykopu rozpoczyna się silne zabijanie. Do wbijania stosowane bywają ręczne lub parowe baby. Stopniowo wykop pogłębia się, podkładki i rozpory ustawia się w odległościach 1,2 m. Przy głębokości wykopu 2,4 m stosuje się do obudowy deski o długości 3,0 m, wówczas w czasie zabijania deski nie wystają zbyt wysoko ponad wierzch wykopu. Jeżeli głębokość wykopu nie przekracza 5 m, stosuje się jeden szereg desek pionowych. Podkładki stosuje się zwykle o długości 4,5 — 5,0 m.

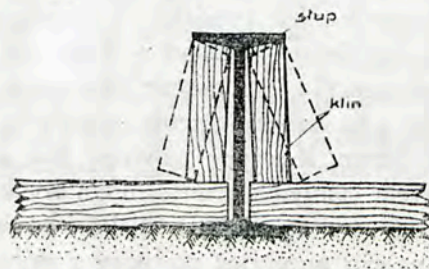
Następny szereg desek rozpoczynamy zabijać gdy najniższe podkładki szeregu górnego znajdą się na swoim miejscu. Podpory te są używane jako prowadnice dla niższego szeregu; na-

tomiast podkładki dla nowego szeregu są rozparte około 0,6 m poniżej. Zabijanie następnego szeregu odbywa się podobnie, jak górnego. Rozpory wyższego szeregu uniemożliwiają zabicie desek znajdujących się wprost pod nimi. Pozostają otwory, które muszą być zamknięte belami przybitymi w miejscu otworów. Bale stosuje się o grubości 5—12 cm; podkładki i rozpory mogą mieć wymiar zmienny w miarę, jak wykop staje się głębszy, lub też umieszcza się je bardziej gęsto. Podkładki mogą mieć wymiar 15×15 — 15×20 cm u góry wykopu, powiększając swój wymiar do 20×25 cm przy głębokości 9,0 m. Również rozpory mogą zmieniać przekrój $\varnothing 15$ do 20 cm. Wskazane jest umieszczanie dwóch rozpór niezależnie przy końcach podkładek, nie zaś jednej w punkcie styku podkłaćek. Ostrożność ta niezależna od siebie każdy odcinek, w razie

zawalenia się jednego na drugi nie ma to wpływu. Bale są zaciosane z dwóch stron tak, by dociskały się do siebie oraz do ściany wykopu. U góry są często ochraniane przy pomocy 20 cm obręczy żelaznej w celu zabezpieczenia głowy przed rozszczepianiem podczas zabijania. Rozpory są umacniane przez zabicie klinów pomiędzy ich końce i podkładki. Gdyby nastąpiło rozluźnienie się, rozpory mogłyby spaść w dół. Jako zabezpieczenie przeciwko temu przybijają się pod nimi listwy. Przy stosowaniu tego sposobu obudowy należy uwzględnić stratę szerokości spowodowaną przez każdy szereg bali.



Rys. 246. Obudowa ściska pionowa.



Rys. 247.

Przy obudowie tego rodzaju niszczą się bale bardziej niż w wypadku bali poziomych. Poza tym wykonanie rozparcia jest trudniejsze i z tego powodu ubezpieczenie ścian wykopu gorzej. Z tych względów korzystniejsze jest stosowanie obudowy poziomej. Tylko w wypadkach, gdy osuszanie wykopu przeprowadzane jest przy pomocy pomp, mają pionowe bale tę zaletę, że mogą być zabite przed wykonaniem wykopu dla przeszkodzenia płynięciu nasyconego wodą gruntu.

Tam gdzie spodziewany jest większy napływ wody, zamiast desek (bali) można użyć ścianek szczytowych. Po osiągnięciu wody gruntowej, dla prowadzenia głębiej wykopu, zabija się ściankę szczelną, do wykonania której w wypadku większych kanałów i specjalnie odpowiedzialnych odcinków wykopu stosuje się ścianki żelazne Larsena. Są one mocniejsze od drewnianych, bardziej szczelne oraz mogą być wyciągnięte i użyte kilkakrotnie.

Stosowano również belki dwuteowe z założonymi pomiędzy ich półkami zaklinowanymi balami (rys. 247). Zabija się belki dwuteowe w odległości 2—3 m tak, by sięgały około 2 m poniżej dna wykopu. Pomiędzy nie wstawia się w miarę pogłębiania wykopu drewniane bale i rozpiera o półkę dźwigara. Przy normalnych głębokościach wystarczają rozparcia tylko w głowie belek. Podczas zasypywania wykopu wyjmuje się kolejno poszczególne bale, a następnie wyciąga belki. Konstrukcja ma tę wielką zaletę, że przestrzeń wewnątrz wykopu nie jest niczym skrzepowana. Nadwyżka kosztów w stosunku do dawniejszych sposobów wykonania pokrywa się przez szybszy, niehamowany postęp robót.

W wypadku wykopów w drobnym piasku należy zastosować dalsze zabezpieczenia przeciw-

ko wypłukiwaniu piasku przez odpływającą wodę opadową. Można np. wyjmując stopniowo dolne bale oszalowania wykonywać obetonowywanie od dołu do góry, lub też można piasek poza balami związać przy pomocy zastrzyków cementowych.

Typ odeskowania szkieletowego składa się z podpór i rozpór podobnie, jak przy pionowym odeskowaniu, lecz deski są umieszczane tylko przy końcach oraz w środku podpory. Stosowane jest tam, gdzie wskazana jest pewna ochrona, zaś bardziej staranna nie jest przewidywana. W razie potrzeby odeskowanie szkieletowe może być szybko zmienione w pionowe przez zabicie bali pomiędzy pierwotnie umieszczone podpory oraz ściany wykopu.

Małe kanały w głębokich wykopach lub pod brukiem, przy krótkich długościach i materiale związłym, są czasami układane w tunelach. Zasyпка musi być wówczas bardzo staranna.

Przewody kanalizacyjne mogą być układane w otwartym wykopie aż do głębokości 10 m i więcej bez powstawania trudności technicznych. Tylko uwarstwienie gruntu może przy tych głębokościach wywołać zastrzeżenia. Przez składanie przy wykopie na dużej wysokości wydobytego gruntu, szczególnie przy jednostronnym składowaniu, przy poddającym się gruncie ciśnienie ziemi tak się powiększa, że następuje ugięcie odeskowania i w ten sposób zagrożenie stałości ścian wykopu. Zastosowanie sposobu tunelowego w dużych głębokościach w wypadku doświadczanego kierownictwa robót daje pod tym względem całkowitą pewność, i jakkolwiek samo wykonanie jest trudniejsze i musi być zachowana specjalna staranność dla osiągnięcia tego samego stopnia jakości wykonania.

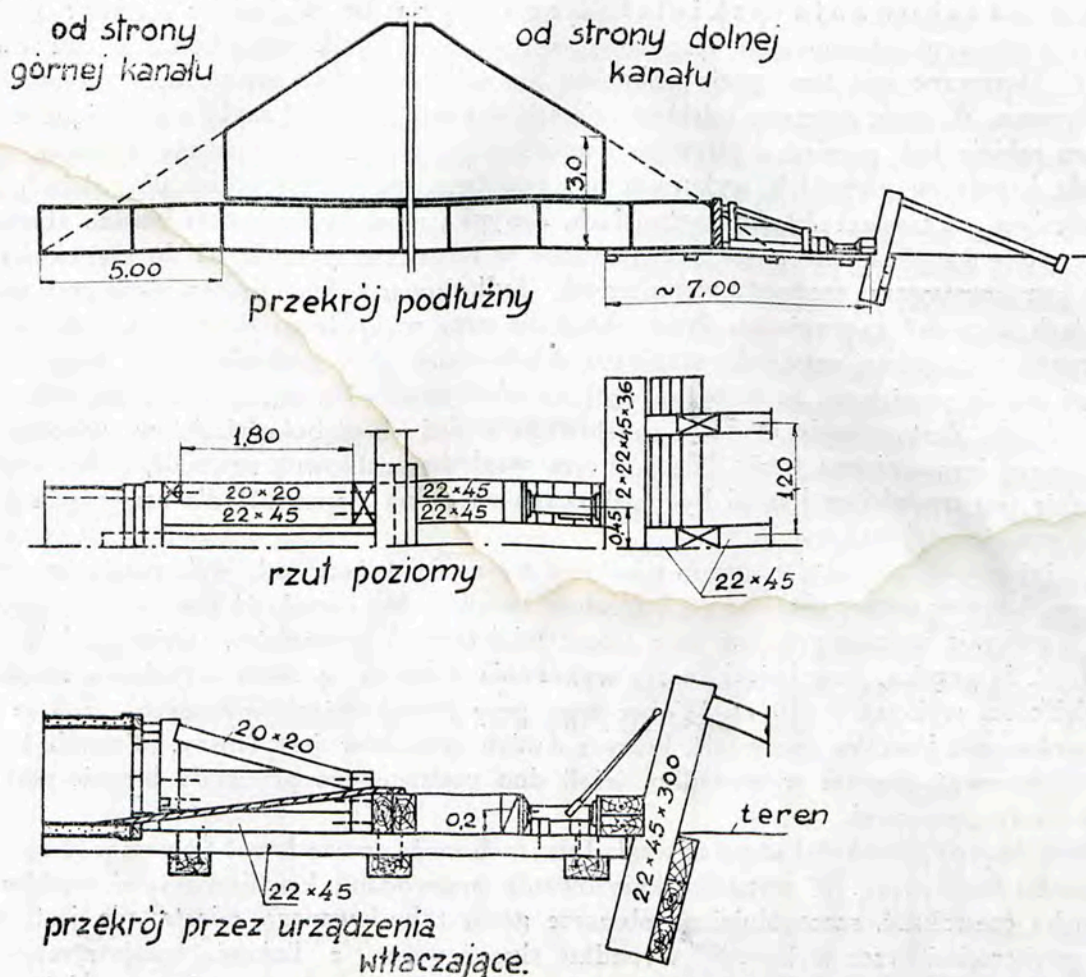
Poniżej pewnej głębokości sposób tunelowy staje się tańszy od wykonania w wykopie otwartym. Sztywne normy nie dają się naturalnie ustalić. Na wysokość kosztów daleko idący wpływ wywierają rodzaje gruntów oraz całość miejscowych stosunków. Orientacyjnie można powiedzieć, że granica, przy której koszty wykonania osiągają tę samą wysokość, znajduje się przy głębokości wykopu 8—10 m. Wobec tego przy głębokościach większych niż 8 m należy przez porównanie kosztów sprawdzić, który z dwóch sposobów jest tańszy. Sposób tunelowy można zastosować również w wypadku, jeżeli dno podziemnego przewodu biegnie pod zwierciadłem wody gruntowej.

Obok dużych głębokości również względ na ruch może spowodować konieczność zastosowania sposobu tunelowego. W wypadku krzyżowania przewodami kanalizacyjnymi węzłów o silnym ruchu częstokroć, szczególnie na obszarze gęsto zabudowanego miasta, nie jest możliwe zajęcie powierzchni przez wykop. W wypadku skrzyżowania z liniami kolejowymi wykop otwarty nie przedstawia trudności nie do pokonania, jednak wykonanie jest utrudnione z powodu odbywającego się ruchu pociągów i zakłóceń z powodu niezbędnych środków ostrożności, tak że należy oddać pierwszeństwo sposobowi tunelowemu.

W Ameryce rozpowszechniło się bardzo wykonywanie odcinków kanałów pod torami kolejowymi, ulicami lub drogami sposobem wtlaczania rur (rys. 248, 249, 250), gdyż praktyka wykazała, że jest to sposób mniej kosztowny od wykonywania w wykopie otwartym lub w tunelu. Stosuje się go przy wymiarach średnic od 0,50—2,00 m. W zasadzie używa się rur żelbetowych bezkielichowych. Szwy na stykach poszczególnych odcinków wypełnia się zaprawą cementową. Odpowiednio do przewidywanego obciążenia stałego oraz ruchomego przy przelocie pociągów lub pojazdów rury zbroi się.

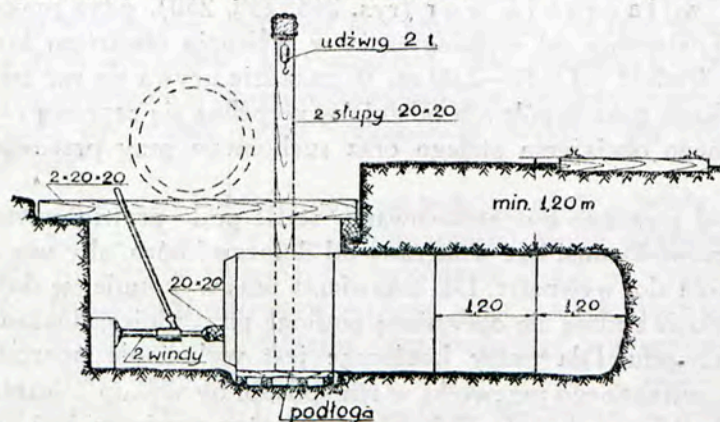
Ciśnienie prasy wtlaczającej przewód powinno być zastosowane ściśle pod prawidłowym kątem, najlepiej przez ramę tłoczącą. Przewód musi być wtlaczany od dolnego końca, aby umożliwić odpływ wód przeciekających od czoła do wewnątrz. Dla ustawienia prasy wykonuje się dościowy wykop lub studnię, na których spodzie buduje się drewnianą podłogę prowadnicę, dokładnie według spadku i kierunku linii przewodu. Dla prasy konieczne jest wykonanie oparcia. Materiał ziemny wydobywa się od czoła wciskanego przewodu w ten sposób, by wykop zależnie od jakości gruntu był wysunięty do około 0,3 m od czoła. Z boków i od góry powinien być on o 2—3 cm szerszy od obwodu rury; natomiast dno powinno być wycięte dokładnie ze spadkiem. W celu ubezpieczenia się przed wchodzeniem piasku do szwów, przy czym może powstawać skłonność do wybrzuszania linii przewodu ku górze, układa się w styk 2 warstwy papy asfaltowej lub też sznur konopny. Stosuje się stosownie do tarcia powstającego między rurą i gruntem prasy hydrauliczne 50—100 tonowe. Do budowy przewodu kanalizacyjnego o średnicy 1,75 m w Quantico, krzyżującego się z linią kolejową, użyto dwie prasy hydrauliczne 250

tonowe. Na czole można umieszczać specjalny nóż stalowy, choć na ogół stosowany jest on rzadko kiedy. W wypadku użycia dwóch pras muszą być one połączone samoczynnym zaworem, wyrównującym ich obciążenie.



Rys. 248. Budowa przewodu kanalizacyjnego sposobem wciągania.

W niektórych wypadkach wciąga się nie bezpośrednio przewód kanalizacyjny, tylko rurę stalową i w niej umieszcza kanał.

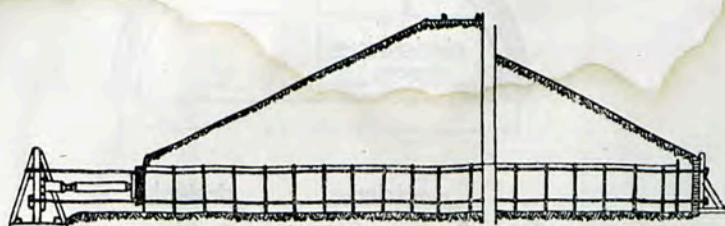
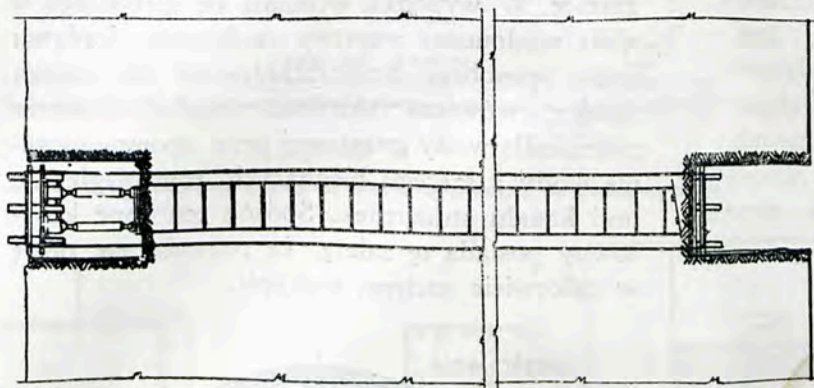


Rys. 249. Budowa przewodu kanalizacyjnego sposobem wciągania.

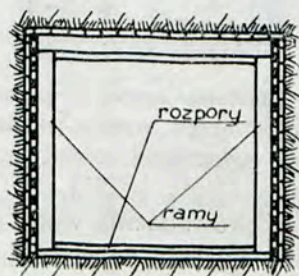
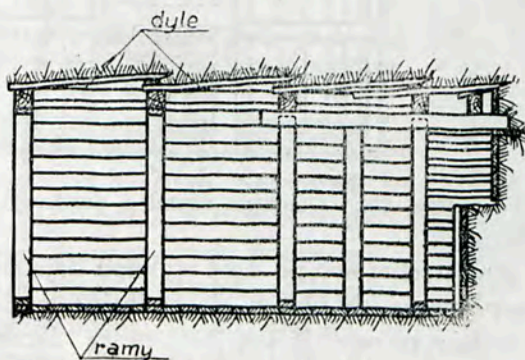
W słabszych skałach wskazana jest obudowa, niezbędna zaś jest w gruncie luźnym. Jeżeli grunt utrzymuje się pewien przeciąg czasu, obudowę wykonywa się przez ustawienie ram, opierając na nich płaszcz obudowy, znajdujący się w styczności z gruntem. W miękkim materiale ziemnym bala płaszcz ustawia się ukośnie (rys. 251) i wbija w grunt w miarę jego wydobywania. Gdy osiągnie się granicę bezpieczeństwa dla niepodpartych bali, ustawia się następną

W wypadku budowy sposobem tunelowym wykop wykonany wymaga prawie zawsze natychmiastowej jednoczesnej obudowy. Tylko w mocnej skale obudowa jest zbędna. Wykonuje się wówczas wykop przez wystrzeliwanie do kształtu przekroju, odpowiadającego obrysowi kanału. W czasie budowy tunele muszą być starannie przewietrzane w celu usunięcia dymu z wystrzałów oraz pyłu, powstającego podczas wiercenia otworów strzelniczych.

ramę i zabija następny szereg bali. Obudowa może być wykonywana z drewna (ramy drewniane, płaszcz z bali drewnianych), częściowo z żelaza i drewna (ramy żelazne, płaszcz z drewna), lub też całkowicie z żelaza (ramy i płaszcz żelazne). Gdy przekrój tunelu jest duży, wykop wykonuje się częściami, zwykle przede wszystkim część górną, jako tzw. sztolnię kierującą. W długich tunelach przewóz materiałów odbywa się małymi wagonikami na szynach przy trakcji ludźmi, końmi lub najlepiej elektrycznością. Kanały w tunelach w wypadku mniejszych przekrojów wykonywa się z cegły, większe przekroje wykonywa się z betonu lub żelbetu. Przestrzeń pomiędzy kanałem i ścianami wykopu wypełnia się betonem lub starannie ubijanym materiałem ziemnym.



Rys. 250. Budowa przewodu kanalizacyjnego pod nasypem kolejowym sposobem wciągania.



Rys. 251. Obudowa drewniana wykopu przy tunelowym sposobie wykonania.

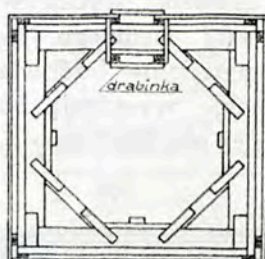
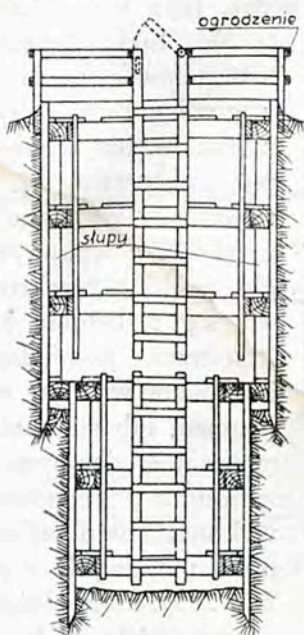
W gruntach luźnych stosowany jest czasami sposób budowy podobny do opisanego wyżej wciągania rur. Stalowy płaszcz, posiadający od czola tnący nóż, jest wpychany w grunt przy pomocy pras hydraulicznych, wspartych o wykonane ściany kanału lub o silną obudowę tunelu. Wykop prowadzi się u przedniego osłza płaszcza.

W materiale wodonośnym płaszcz zamyka się przy końcu tarczą, tworząc rodzaj kesonu. Dla osuszenia gruntu stosuje się sprężone powietrze, wyciskające wodę. Wybudowana być musi wówczas specjalna komora śluzowa, przez którą przechodzą ludzie i materiały.

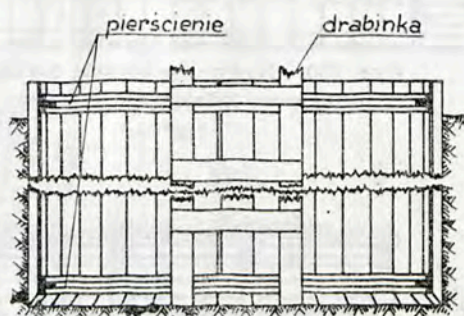
W czasie prowadzenia wykopu w gruncie wodonośnym zachodzi potrzeba ciągłej walki z napływem wody do wykopu, gdyż jest w nim bardzo utrudniona praca.

Sposoby osuszania wykopu zależą od różnicy poziomów dna wykopu i wody gruntowej oraz od właściwości gruntu. Polegają one albo na powierzchniowym odprowadzeniu wody zalewającej wykop lub na obniżeniu poziomu wody gruntowej. Sposób pierwszy jest mniej kosztowny, warunki jednak pracy w wykopie są znacznie gorsze. Z uwagi jednak na koszty odwodnienia stosowany jest on powszechnie. W wypadku gruntu piaszczysto-żwirowatego przy zwykłym odeskowaniu stosować go można aż do głębokości zanurzenia się pod zwierciadło wody

gruntowej 0,3 m. W wypadku gruntu gliniastego może być wykop osuszony powierzchnie nawet i przy większym zagłębieniu pod zwierciadło wody gruntowej. Przy zastosowaniu odeskowania wykopu przy pomocy ścianek szczelnych można iść na ogół dość głęboko, jednak ze względów technicznych i gospodarczych ma to swoje granice. W wypadku wcinania się głębokiego w silnie wodonośne warstwy zwalczanie dopływu wody sposobem powierzchniowym nie osiąga skutku, wówczas stosować należy obniżenie zwierciadła wody gruntowej przez spompowywanie wody z szeregu biegnących równoległe do linii kanału studzienek. Sposób ten choć kosztowny posiada tę zaletę, że pozwala na pracę w całkowicie suchym wykopie.



Rys. 252. Obudowa szybu o przekroju kwadratowym łączącego wykop podziemny z powierzchnią terenu.



Rys. 253. Obudowa szybu o przekroju kołowym.

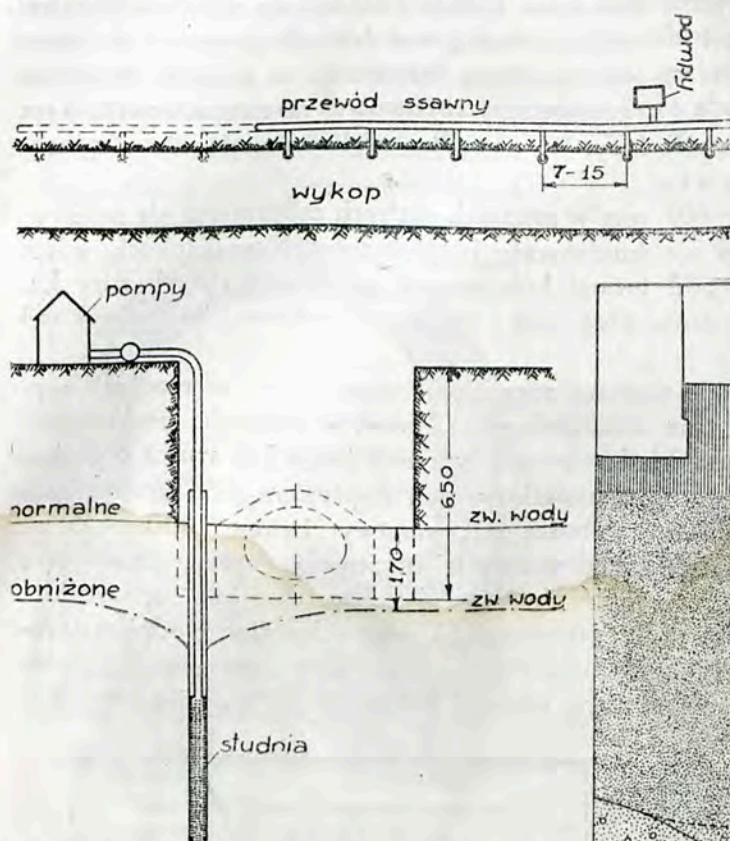
W celu odprowadzenia wody gruntowej powierzchniowo po dnie wykopu daje się nań warstwę żwiru lub tłucznia, w razie zaś silnego napływu wody układa się podłużny drenaż, zasypywany materiałem przepuszczającym. Wykop należy prowadzić tak, by zawsze istniał odpływ wody do niżej położonego miejsca, skąd się ją wyczerpuje. Z zagłębień dla smoków (studzienek), które zakłada się w odstępach normowanych napływem wody, wyciąga się wodę przy pomocy pomp, uruchamianych ręcznie lub przy pomocy silników. Istnieje niebezpieczeństwo unoszenia przez wodę drobniejszych części gruntu powodujące jego rozluźnienie. Szczególniej jest to groźne, jeśli przecięte zostaną źródła w piasku lub kurzawka, która może się zacząć poruszać pod wpływem ciśnienia wody gruntowej. Przez zabicie ścianek szczelnych utrudnia się dopływ z boku, jednak wypór od dołu pozostaje. Danie na dno wykopu siana lub słomy, obciążenie żwirem lub ciężkim tłuczniem ułatwia stabilizację piasku i pozwala na wznoszenie się wody bez naruszenia równowagi ścian wykopu aż do chwili, gdy praca w wykopie zostanie ukończona.

Czerpanie wody zależnie od jej napływu wykonuje się w najprostszy sposób ręcznie przy pomocy wiader lub ręcznie poruszanych pompami przeponowymi oraz tłokowymi względnie pompami wirnikowymi, napędzanymi silnikami elektrycznymi lub spalinowymi.

Najdoskonalsze osuszanie wykopu roboczego osiąga się przez obniżenie zwierciadła wody gruntowej czerpiąc ją z szeregu założonych równoległe do wykopu studzienek w tak znacznym stopniu, że zwierciadło wody gruntowej obniżone zostaje poniżej dna wykopu (rys. 254, 255). Praca odbywa się całkowicie w suchym wykopie i nie ma obawy wymywania drobniejszych czę-

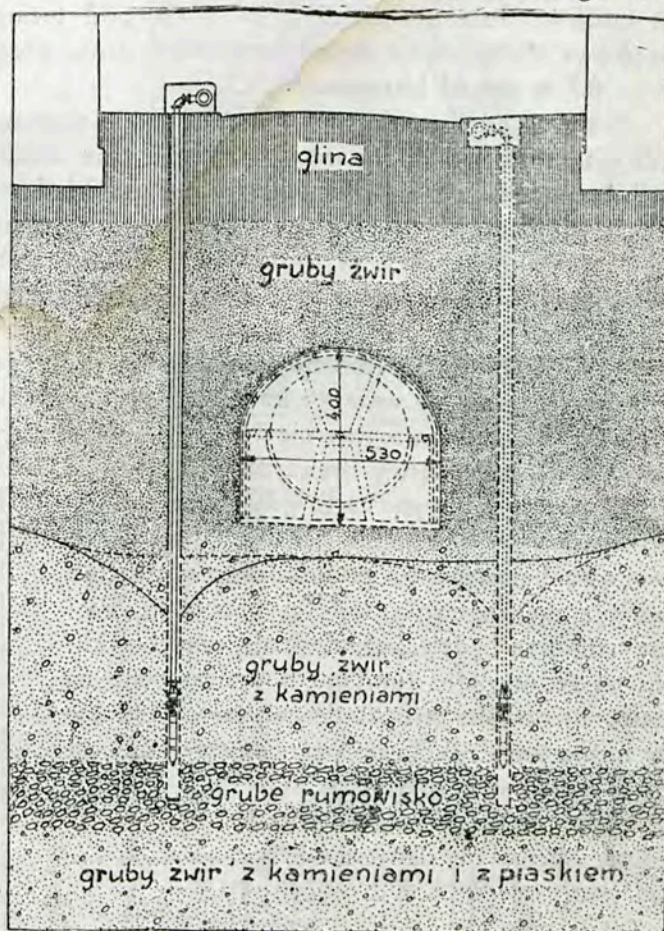
stek gruntu. Niebezpieczeństwo dla okolicznych budowli istnieje tylko o tyle, że w wypadku niektórych rodzajów gruntu przejściowe osuszenie powoduje zmniejszenie objętości gruntu, wywołujące osiadanie. Tego rodzaju zjawiska są możliwe w gruntach ilastych i warstwach bagiennych.

W takich wypadkach zastosowanie ostatnio omawianego sposobu musi być starannie wypróbowane. Odstęp studzien dobiera się odpowiednio do napływu wody, rodzaju gruntu i pożądanego stopnia obniżenia zwierciadła wody. W wypadku obniżenia do 3—4 m oraz gruntu piaskowo-zwirowego sto-



Rys. 254. Obniżenie zwierciadła wody gruntowej za pomocą studni przy budowie kanału w otwartym wykopie.

suje się studnie średnicy 100—150 mm w odległościach od 8—20 m. Najpowszechniej stosuje się studnie z filtrem siatkowym, którego rozmiar oczek dostosowuje się do rodzaju gruntu. Studnie są łączone wspólnym przewodem ssącym, idącym od pompy. W miarę postępu robót filtry i rury studienne są wyciągane i przenoszone na czoło odcinka wykopu.



Rys. 255. Obniżenie zwierciadła wody gruntowej za pomocą studni przy budowie sposobem tunelowym.

VII. 2. MONTAŻ PRZEWODÓW.

Należy zwracać uwagę, aby wykop nie był niepotrzebnie rozszerzany lub zwężany. W wypadku ubezpieczania ścian nadmierne zwężanie wykopu powoduje następnie duże trudności i koszty.

Aby zabezpieczyć się przed przekopaniem się na zbyt dużą głębokość zwykle pozostawia się dno niedokopane na 5—10 cm, usuwając tę warstwę już w czasie układania przewodu. W ten sposób układa się przewód na gruncie nienaruszonym, co zmniejsza osiadanie, powodujące rozluźnienie styków. W mocnym gruncie dno wykopuje się starannie według obrysu kanału, ażeby w możliwym stopniu oszczędzić na odeskowaniu, wykopie i betonie. Jeżeli grunt nie utrzymuje się bez odeskowania, wówczas kanał jest murowany lub betonowany pomiędzy odeskowaniem, a następnie wolna przestrzeń między kanałem i ścianą wykopu zostaje zapelniona chudym betonem.

Przy wykonywaniu wykopów należy zwrócić uwagę na zabezpieczenie od uszkodzeń przewodów, które krzyżują się z wykopem. Przecięcie łopatą kabla elektrycznego oraz pęknięcie prze-

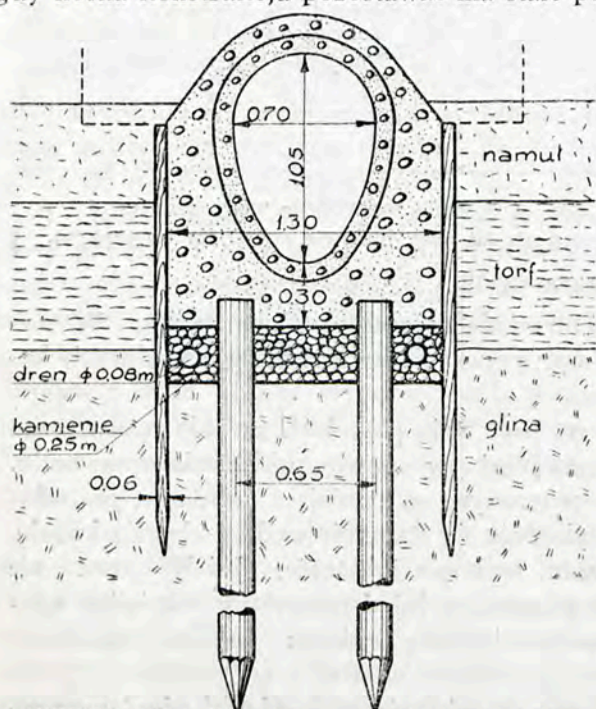
wodu gazowego może spowodować wypadki z ludźmi. Pęknięcie zaś przewodu wodociągowego może spowodować zalanie wykopu i powstanie dużych szkód.

Należy się zabezpieczyć przed możliwością późniejszych zmian w niwelecie kanału z powodu jego osiadania. Może to mieć miejsce, jeżeli pod dnem kanału znajdują się warstwy ściśliwe, bagienne, torf itp. Gdy ich miąższość jest niewielka i sięgają one dość płytko pod dno, wówczas usuwa się tę słabą warstwę, zastępując ją warstwą żwiru lub piasku, w niej zaś umieszcza dren. W pokładach niezbyt ścisłych układa się gotowe rury (betonowe) na deskach około 8 cm grubości, dając styk desek w połowie długości rury. W wypadku większej miąższości nie można uniknąć sztucznego fundowania.

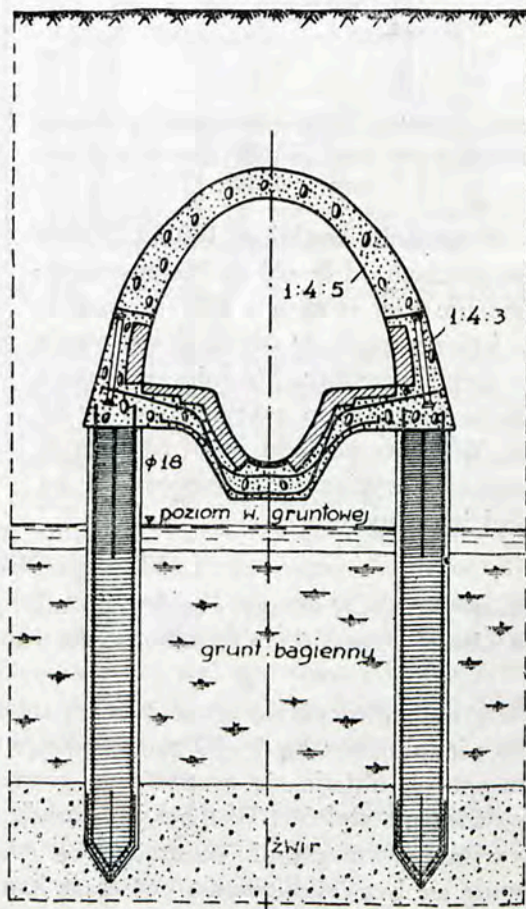
Rury kamionkowe o średnicy 450 — 600 mm w gruntach suchych zabezpiecza się przeciwko możliwym osiadaniom przez danie pod nie fundamentu betonowego. Na odcinkach, gdzie jest możliwe duże obciążenie z góry np. pod torami kolejowymi, na terenie fabryk rury kamionkowe obetonowuje się ze wszystkich stron, górę zaś zasypuje piaskiem do wysokości 0,5 — 0,7 m ponad kluczem.

Przewody żelbetowe, posiadające zwykle większe rozmiary i wagę, tylko w rzadkich wypadkach mogą być układane bezpośrednio na dnie wykopu. Nawet w suchych gruboziarnistych gruntach daje się pod nie sztuczny podkład w postaci warstwy żwiru lub szutru o grubości 0,10—0,15 m. W gruntach przepuszczalnych z umiarkowanym dopływem wód gruntowych daje się podkład z warstwy szutru 0,15—0,20 m grubości oraz warstwy betonu 0,10—0,15 m. Na warstwę betonową pod spód rury daje się przed samym jej ułożeniem wyprawę cementową o grubości 2—3 cm. Ma ona za zadanie wyrównanie nierówności powierzchni betonu, wynikłej z powodu wymywania cementu przez strugi wody gruntowej. W wypadku silnego odpływu wody gruntowej daje się warstwę kamienia i zakłada w nim drenaż. Pomiędzy warstwą kamienia i warstwą betonu umieszcza się rogożę, umożliwiającą ubijanie betonu bez obawy jego przedostawania się do warstwy drenującej.

W pewnych wypadkach, gdy musimy układać kanały w specjalnie ciężkich warunkach i warstwa betonowa na podkładzie z szutru lub kamienia nie zapewnia stałości przewodu, najkorzystniejsze będzie przeniesienie ciśnienia kanału na grunt, przez fundament umieszczony na palach. Stosowane są pale drewniane wówczas, gdy nośna konstrukcja pozostawać ma stale pod



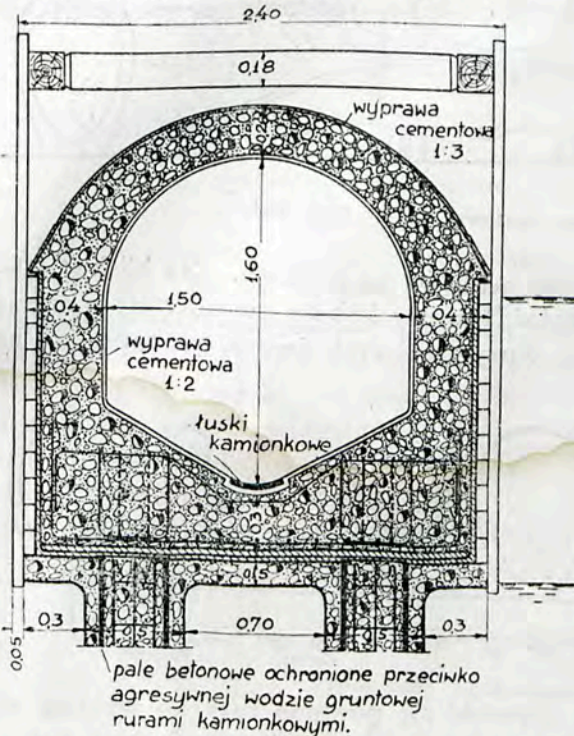
Rys. 256. Kanał oparty na palach drewnianych.



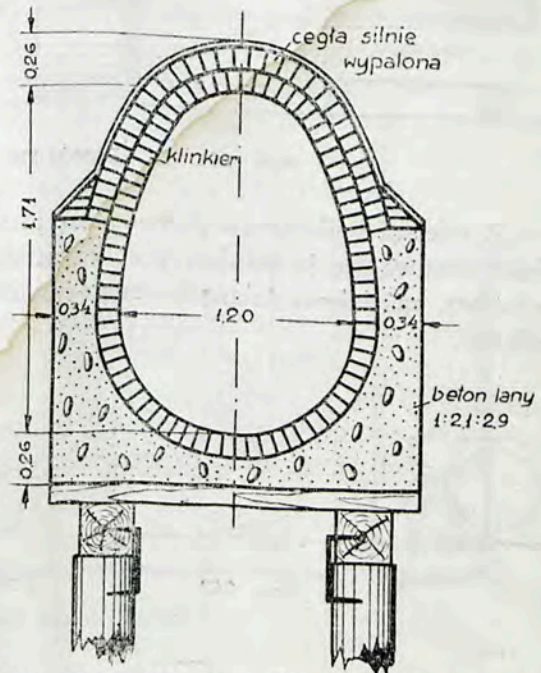
Rys. 257. Kanał oparty na palach żelbetowych (Frankfurt nad Menem, wykonano bez dostępu powietrza do gruntu bagiennego).

wodą (rys. 256), lub żelbetowe (rys. 257, 258). Oparcie w postaci rusztu stwarzane jest przy pomocy poprzecznych oczepów i podłogi z bali (rys. 259) lub w postaci płyty, w której zabetonowuje się głowy pali (rys. 260). W gruncie bagiennym musi być beton ochroniony przeciwko szkodliwemu działaniu kwasów humusowych. W tym celu powierzchnie zewnętrzne pokrywa się warstwą asfaltu lub otacza asfaltową filcową papą. Można też stosować specjalne domieszki do betonu, uodporniające go przeciwko wodom agresywnym.

Przed ukończeniem wykopu należy rozwiązać oraz ułożyć wzdłuż niego rury oraz

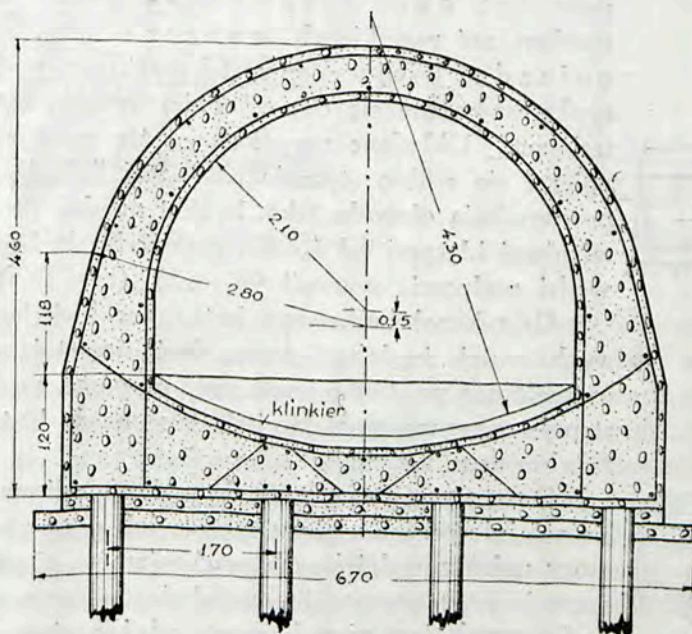


Rys. 258. Główny zbieracz w Ludwigshafen na palach żelbetowych.



Rys. 259. Kanał na palach drewnianych przykrytych podłogą.

materiał do uszczelnienia styków. Rury kołowe układa się zwykle prostopadłe do osi przewodu, dla zabezpieczenia się przed spadaniem ich do wykopu.

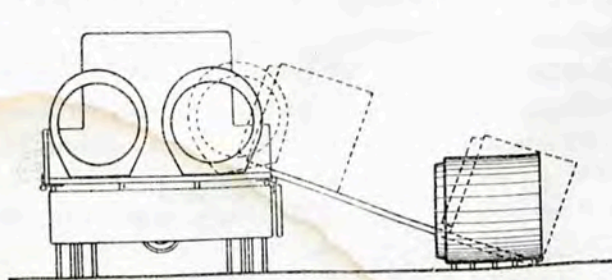


Rys. 260. Kanał na palach drewnianych zabetonowanych w płycie.

Przed ułożeniem w wykopie należy zbadać starannie każdą rurę, czy w czasie przewozu nie uległa uszkodzeniu. Rury z brakami powinny być odrzucane.

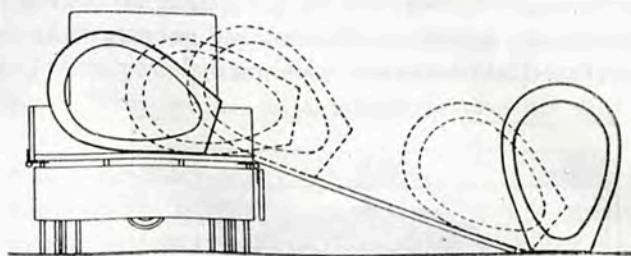
Rury kanalizacyjne muszą być w czasie ładowania i wyładowywania oraz przewozu zabezpieczone przeciwko uderzeniom. Przy przewozie kolejowym mniejsze średnice ładuje się ręcznie, większe przy pomocy dźwigów. Układa się rury równoległe do długości wagonu. Stawianie i układanie w poprzek powoduje przy uderzeniach pękanie rur. Gdy układa się je w kilku warstwach, należy je przedzielać najlepiej latami drewnianymi, kładzionymi prostopadłe do rur. Przy przewozie samochodami ciężarowymi należy rury zabezpieczyć przeciwko uderzaniu o siebie.

W wypadkach złych dróg zabezpieczyć należy kawałkami drzewa, odpowiednio umieszczonymi, cały ładunek przed przesuwaniem się. Gdy brak przy wyladowywaniu dźwigów, zsuwa się rury po pochylni tworzonej z mocnej podłogi lub kantówek. Większe rury dosuwa się na wałkach i zsuwa powoli po pochylni w sposób wskazany na rysunku 261 i 262.



Rys. 261.

Dowóz rur na miejsce budowy.



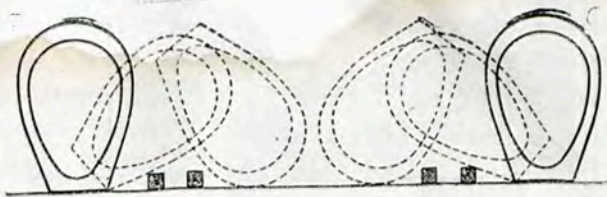
Rys. 262.

Z miejsca wyladunku podwozi się je do wykopu najlepiej na taczkach. Na bliskie odległości dosuwa się je rolując, przy czym należy uważać, by rury kołowe nie uderzały o ziemię podstawą, zaś jajowe ścianą boczną (rys. 263, 264). Rury większych średnic przesuwają się na wałkach.

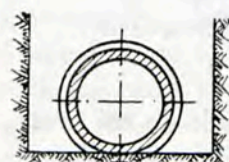


Rys. 263.

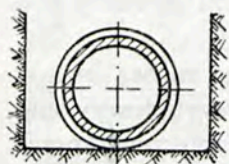
Przetaczanie rur.



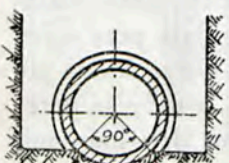
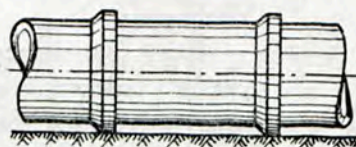
Rys. 264.



złe wykonanie



złe wykonanie



dobre wykonanie



Dowodzić się powinno rury do wykopu na krótki czas przed ich umieszczeniem w wykopie. Powinny być tak rozłożone, by nie były zasypywane ziemią z wykopu i by nie obciążały ścian wykopu.

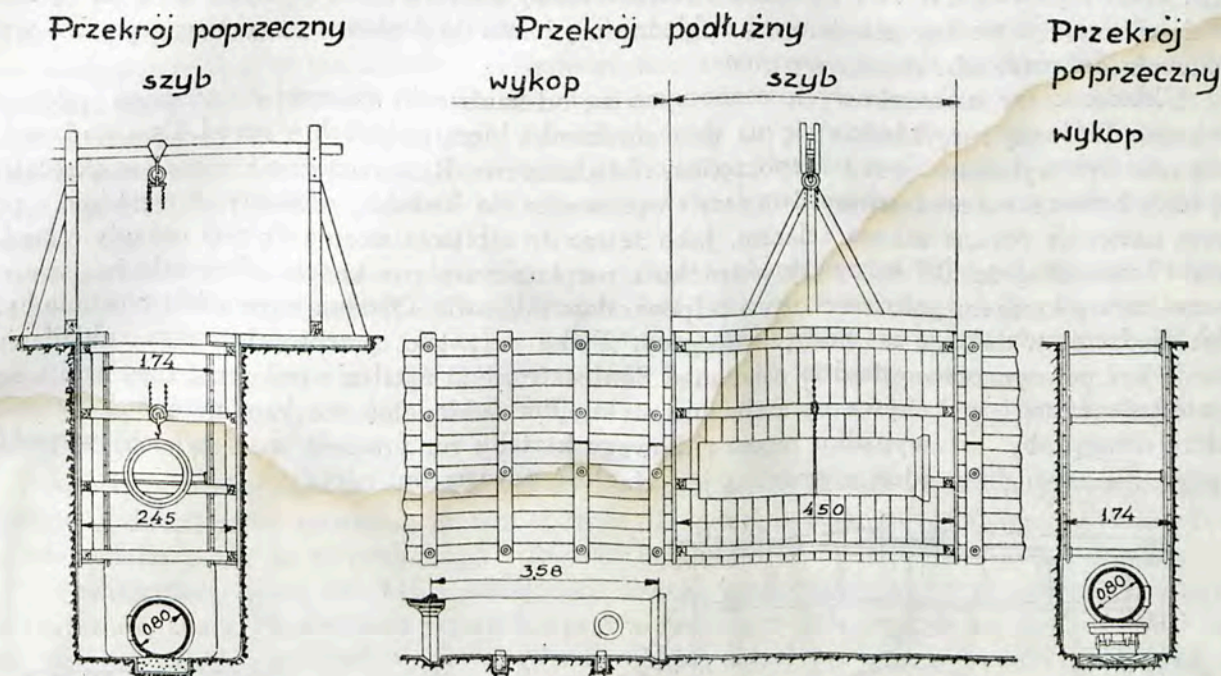
Przed ułożeniem następnego odcinka rury musi być dno wyrównane zgodnie ze spodem, zaś pod kielichy wybrane specjalne gniazdo. Jeżeli wykop został przebrany, podsypkę wykonuje się odpowiednim sytkim materiałem. Układane rury kołowe nie powinny opierać się o dno stycznie po jednej linii, lecz powierzchnią obwodu taką, by kąt między promieniami idącymi od środka przewodu do krawędzi podparcia wynosił 90° — 120° (rys. 265).

Gdy kanał budowany jest z rur kielichowych małej średnicy, mogą być na stojąco uszczelnione po dwa odcinki rury na górze, a następnie opuszczone na dno i dostawione do końca ułożonego kanału.

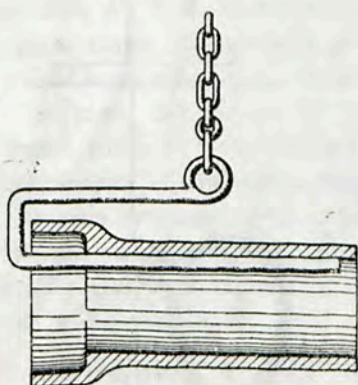
Opuszczanie rur do wykopu odbywa się zależnie od ich ciężaru ręcznie lub przy pomocy najróżnorodniejszych mechanizmów. Opuszczanie przy pomocy lin podobnie do rur wodociągowych jest niewskazane, gdyż zanieczyszczają się powierzchnie styków, zaś w wykopie trudno je należyście oczyścić.

Rys. 265. Ułożenie rur na dno wykopu.

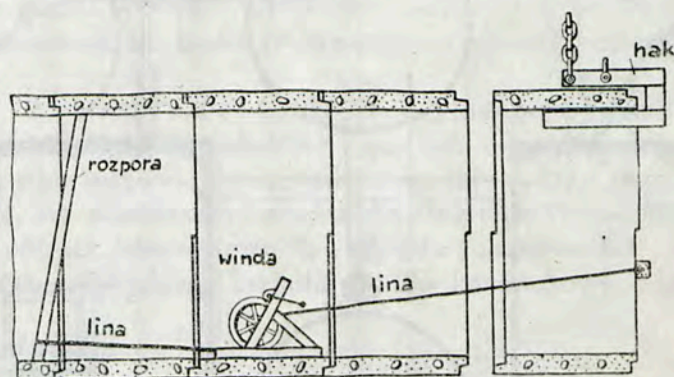
Większe rury najlepiej opuszczać przy pomocy krążków żelaznych, podwieszonych na trójnogu. Pod trójnogiem przerzuca się ponad wykopem bale, na które wtacza się rurę. Po podciągnięciu rury przy pomocy krążka zwolnione deski zostają wyciągnięte, zaś rurę opuszcza się na dno wykopu. Linę podwieszającą lepiej dawać nie po obwodzie rury tylko przesuwając przez wnętrze rury, w wypadku jednak większych przekrojów może powstawać niszczenie krawędzi przez linę, daje się więc ją wówczas po obwodzie (rys. 266). Najlepiej opuszczać na haku (rys. 267,



Rys. 266. Opuszczanie większych rur do wykopu.



Rys. 267. Hak do opuszczania rur.



Rys. 268. Opuszczanie rur.

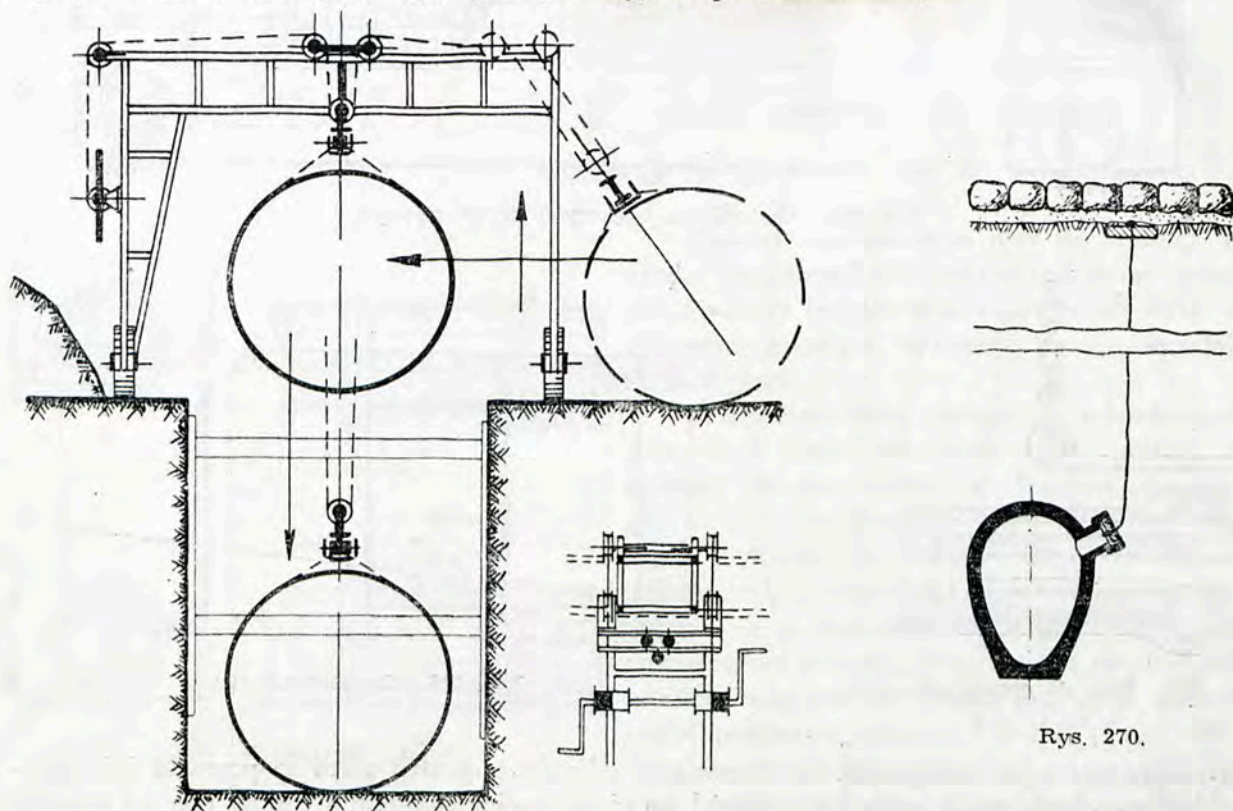
268). Opuszcza się w ten sposób, by dostawiany odcinek zachodził nieco na przewód już ułożony. Na dole robotnicy odcinają rurę w przód, po czym swoim ciężarem wchodzi ona na miejsce. Można wówczas hak wyjąć. W celu przyspieszenia pracy stosuje się ruchome dźwigi na rolkach lub kółkach (rys. 269). Musi być wówczas przewidziane z obu stron wykopu wolne miejsce na szyny oraz odeskowanie wykopu nie może wystawać ponad jego krawędzie.

Układanie sieci przewodów jest robotą bardzo odpowiedzialną, gdyż błędy w ułożeniu prowadzą w następstwie do dużych niedogodności i niepotrzebnych wydatków utrzymania sieci, a nawet czasami do konieczności jej przekładania. Zwykłymi błędami przy budowie są nieprostoliniowość osi przewodów oraz nieszczelność styków.

Dla utrzymania należytego i prostoliniowego spadku zakłada się co pewien czas nad wykopem poprzeczne poziome łąty z umieszczoną na nich tabliczką, wskazującą oś kanału oraz zaniwelowaną wysokość, od której odmierzona określona odległość daje niweletę dna. Najlepiej na

tabliczkach tych tak umieścić gwoździe lub wwiercane śruby, by dla ułożenia kanału o zaprojektowanym spadku wystarczyło odmierzenie od ich główek stałej odległości. Do wizowania stosuje się zwykle krzyże ustawiane nad latami oraz krzyż z ramieniem wsuwanym do wnętrza przewodu kanalizacyjnego. Układanie według poziomnicy ustawianej na przewodzie nie jest wskazane, gdyż grubość ścian przewodów nie zawsze jest jednakowa. W wypadku bardzo małych spadków rozbija się odcinek między studzienkami na długości 8—10 m, zabijając w tych odległościach kolki z główkami o 3—4 cm niżej zaprojektowanej niwelety dna. W kolki wwierca się śruby dowiercając je według niwelatora z dokładnością 1 mm do poziomu projektowanego. Do wyznaczenia osi przewodu stosuje się pion.

Układanie rur kamionkowych rozpoczyna się od studzienki złazowej do niższego odcinka wykopu. Pierwszą rurę kładzie się na dno studzienki, kierując kielich w przód. Dno studzienki powinno być wykonane przed rozpoczęciem układania rur. Rurę następną kładzie się okręcając jej bosy koniec sznurem czarnym dwa razy i wprowadza do kielicha ułożonej poprzednio, po czym następuje pobicie sznura żelazem. Jako żelazo do zabijania stosuje się pręt okrągły o średnicy 19 mm, długości 0,3 m, zgięty w środku i rozplaszczony na końcu. Po zabiciu sznura sprawdza się krzyżem położenie rury i odpowiednio poprawia. Ostatnią czynnością powinno być silne osadzenie w dół, nie zaś podjęcie do góry. Tylko przy tak przeprowadzanym układaniu można być pewnym, że nie będzie osiadania. Po ostatecznym ustaleniu położenia rury zabija się ostatecznie sznur i wykonywa uszczelnienie styku. Przy układaniu rur kamionkowych zwrócić należy uwagę, aby w wypadku nieprawidłowego kształtu rur prześwit na stykach wypadł u góry, nie zaś u dołu, gdzie wymagana jest ciągłość powierzchni rury.



Rys. 269. Dźwig do opuszczania rur kanalizacyjnych.

Styki zalewa się asfaltem lub cementem. Zaprawę cementową daje się częstokroć bez umieszczania na dnie kielicha sznura konopnego. Wówczas należy zabezpieczyć styk od wewnątrz przeciwko wyciekaniu zaprawy. Styk od wewnątrz powinien być starannie wygładzony.

Styki uszczelnione cementem mają tę wadę, że są sztywne, co przy osiadaniu rur powoduje pęknięcia, wywołujące nieszczelność przewodów. Połączenia bardziej sprężyste uzyskuje się przez zastosowanie kosztowniejszych przetworów bitumicznych, wlewanych na gorąco przy temperaturze około 200°C. Wykonanie zalania przeprowadza się w sposób podobny do wlewania ołowiu.

O d g a ł ę z i e n i a dla przyłączy domowych umieszcza się zgodnie ze wskazaniami planu lub po uzgodnieniu warunków miejscowych według wskazań prowadzącego budowę. Jeżeli nie są one bezpośrednio wykorzystywane, zamyka się je płytką betonową lub drewnianą, uszczelniając ją gliną. Dla łatwiejszego odszukania ich położenia dobrze jest przymocować do zamykającej płytki drut i wyprowadzić go pod wierzch, mocując do górnego końca drutu kawałek drzewa (rys. 270).

K a n a ł y b u d o w a n e nie z odcinków rur tylko w c a ł o ś c i w w y k o p i e mogą być wykonywane z betonu lub żelbetu oraz z cegły. Jeżeli wykop jest suchy, zaś dno mocne, wykształca się je w ten sposób, że stanowi ono zewnętrzny kształt spodu. W materiale miękkim musi być wykonane dno płasko, a nawet w niektórych wypadkach jako ruszt na palach. Budowę przewodu prowadzi się w odcinkach, przy czym przede wszystkim betonuje się dno. Odeskowanie wewnętrzne i zewnętrzne zachodzi na końcu wykonanego odcinka, przy czym powierzchnię czołową betonu tak się wykształca, by nastąpiło dobre związanie betonu na szwie.

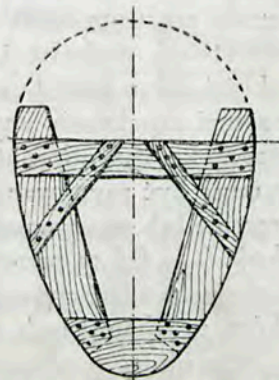
Odeskowanie wewnętrzne opiera się na rozstawionych co pewien odstęp krążynach drewnianych lub rozbieranych metalowych. Obliczone być muszą one na ciężar, który na nich spocznie. Jeżeli ściany wykopu na to pozwalają, zewnętrzne odeskowanie może być zbyteczne. W kłuczu beton układa się wówczas kielnią. Bardzo duże kanały są czasami betonowane stopniowo: dno, część boków, wreszcie łuk górny. Zdjęte krążyny oraz deski składa się na wózek, którym się je podwozi dalej w przód.

Kanały o przekroju kołowym są przeważnie budowane w dwóch częściach. Po stwardnieniu betonu w dolnej części stawia się na nim oparcie dla odeskowania; pozostawiony w nim otwór w wierzchołku służy do wprowadzania i ubijania betonu.

Powierzchnie desek lub blach nadających kształt przekroju muszą być sztywne, starannie oczyszczone; dla zabezpieczenia przeciwko przywieraniu cementu smaruje się je naftą. Wskazane jest nie usuwać podbudowy wewnętrznej, dopóki kanał nie zostanie pokryty zasypką na wysokość co najmniej 0,30 m. W przekrojach żelbetowych należy zwrócić uwagę na staranne umieszczenie uzbrojenia zgodnie z projektem. Również należy zwrócić uwagę na staranne ubicie betonu, by był on jednostajnie gęsty oraz gładki wewnątrz. Niekiedy wskazane jest wtarcie, w ciągu 2-ch godzin po usunięciu odeskowania, na sucho rozsypanej mieszaniny cementu i drobnego piasku w stosunku 2:1.

Jeżeli dno przewodu jest wykładane klinkierem lub łuskami kamionkowymi, musi być ono wykonane o 10—15 mm niżej spodu okładziny i powinno osiąść przed rozpoczęciem jej układania. Klinkier układa się jako wozówki na zaprawie cementowej 1:3 z mijającymi się szwami; szwy zapelnia się zaprawą, nie powinny być one szersze niż 6 mm. W podobny sposób układa się specjalne płytki, łuski, półrury kamionkowe itp. Często zastosowanie na spody znajduje kamionka, wyrabiana w postaci specjalnego kształtu spodów kamionkowych lub też w postaci łusek.

Budowę spodu kanałów z cegły prowadzi się przy pomocy szablonu z drzewa (rys. 271). Szablon ustawia się pionowo, do kładnie na osi i rozpina sznury pomiędzy gwoździami, umieszczonymi na zewnętrznej jego powierzchni. Sznur napinany jest na długość około 4 m. Na szablonie zakarbowany jest podział cegieł. Przed użyciem cegła musi być namoczona w wodzie. Moczy się ją w kadziach drewnianych. Czas moczenia wynosić powinien co najmniej pół godziny — zwykle jednak więcej ∞ 24 godzin. Układa się ściany na wysokość 2-ch cegieł powyżej pach. Wyjmuje się następnie szablon i ustawia na podkładkach z żelaza bębny z drzewa. Na powierzchni bębna wyrysowany jest podział cegły prostej i klinów. Sklepienie muruje się jednocześnie z obu stron; w kłuczu osadza się cegłę klinową i zalewa płynną zaprawą. Szw

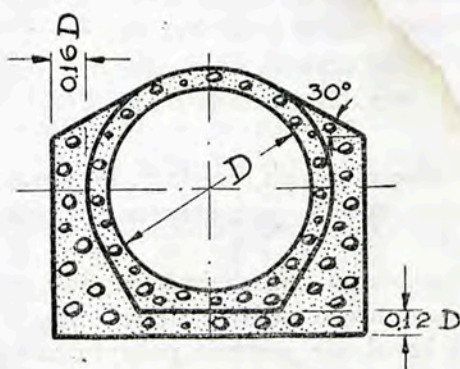


Rys. 271. Szablon drewniany do budowy kanału z cegły.

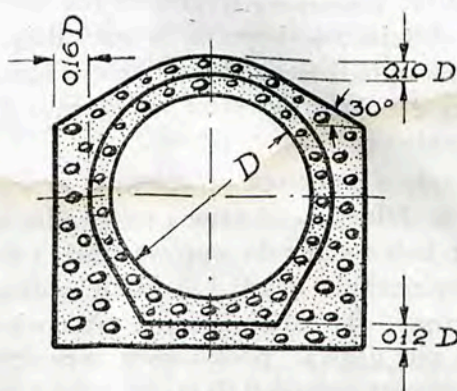
w sklepieniu duże nie powinny być szersze po zewnętrznej stronie niż 3—6 mm. Stosuje się zaprawę 1:3. Zewnętrzna strona sklepienia powinna być pokryta wyprawą o grubości co najmniej 1 cm, dla zmniejszenia infiltracji. Po ukończeniu odcinka przestrzeń pomiędzy sklepieniem i ścianami wykopu powinna być wypełniona ziemią w warstwach 0,15 m starannie ubijanych aż do wierzchołka sklepienia, a następnie powyżej niego na wysokość kilkudziesięciu cm. Dopiero wówczas mogą być bębny zwolnione i wyjęte. Wszystkie szwy wewnętrzne wraz z powierzchnią zewnętrzną powinny być w możliwym stopniu wygładzone zaraz po wykonaniu odcinka i cała luźna zaprawa usunięta (fugowanie).

W czasie murowania osadza się w odpowiednio z góry zadanych miejscach wpusty (rys. 78, 80).

W niektórych miastach buduje się kanały betonowe z odcinków segmentów. Przed ustawieniem boków z segmentów wykonuje się dno. Można również dno wykonać z betonu w odcinkach na górze wykopu i następnie ustawiać je w wykopie. Wszystkie szwy wewnętrzne powinny być wypełniane zaprawą natychmiast po wykonaniu odcinka, luźna zaś zaprawa usunięta. Zaprawa, jak i wyżej, 1:3.



Rys. 272.



Rys. 273.

W wypadkach normalnych głębokości układania przewodów (2—4 m) przy użyciu odpowiedniego materiału ziemnego na zasypkę mogą być rury kołowe aż do średnicy 800 mm stosowane bez specjalnego zabezpieczenia. Natomiast rury o większej średnicy wskazane jest zabetonowywać aż do wysokości zwornika (rys. 272, 273). Również jest to wskazane, gdy braknie odpowiedniego materiału na zasypkę. Nieodpowiednie na zasypkę są grunty gliniaste, gdyż pod wpływem wody pęcznią i rozplývają się.

VII. 3. ROBOTY WYKONCZENIOWE.

Zasypka wokół ułożonego przewodu musi być wykonana starannie i możliwie bez zwłoki w celu stworzenia mocnego oparcia dla przewodu. Drobnosiarnisty materiał jest ubijany w równomiernych warstwach grubości 0,15 — 0,20 m przy pomocy małych ubijaków z boków przewodu i do wysokości 0,6 m ponad zwornik. Nie powinno być dozwolone chodzenie po przewodzie, dopóki nie nastąpi zapelnienie wykopu na wysokość 0,3 m ponad wierzch przewodu. Należy zabezpieczyć przeciwko uszkodzeniu świeżo wykonane złącza. Aż do 0,6 m grubości zasypki materiał ziemny musi być zsypywany bardzo ostrożnie. Dalsza zasypka może być prowadzona bardzo szybko ręcznie lub maszynami z tym zastrzeżeniem, że prowadzi się ją warstwami. Po zasypaniu na wysokość 0,3—0,4 m ponad wierzch przewodu można powiększyć grubość warstw do 0,30 m i ubijanie prowadzić cięższymi ubijakami. Dla zaoszczędzenia siły ludzkiej należy polecać użycie ubijaków uruchamianych sprężonym powietrzem. Bardzo starannie należy przeprowadzać zasypkę oraz ubijać w wypadku wykopów w ulicach miast, szczególnie, jeżeli mają być wykonane bruki. Ze względu na trwające dłuższy czas osiadanie daje się bruki tymczasowe na podsypce z tłucznia i żwiru. Po upływie nie mniej niż pół roku może być położony bruk ostatecznie.

Zalewanie wodą materiału zasypki w celu jego dobrego osadzenia się jest dozwolone jedynie w materiale luźnym lub żwirowym. Jeżeli stosuje się ten sposób osadzania, to

pierwsze zalanie może nastąpić dopiero po zasypaniu przewodu na 0,6 m ponad jego wierzch i dobre ubicie tej zasyпки. Następnie w czasie lub po wykonaniu drugiej warstwy zasyпки. Nadmiar wody powinien być usunięty dla uniknięcia jakichkolwiek zaburzeń w gruncie sąsiadującym z wykopem oraz nadmiernego obciążania przewodu. Tam, gdzie wykopy znajdują się w polu, zasyпки powyżej 0,6 m nie ubija się. Cały wydobyty materiał ziemny jest wrzucany do wykopu, zaś pozostającemu garbowi pozwala się osiadać w sposób naturalny.

Powszechnie stosuje się w y d o b y w a n i e m a t e r i a ł u d r z e w n e g o z o d e s k o w a n i a. Początkowo obłuznia się rozpory, następnie usuwa. Jest to praca, wymagająca uwagi i doświadczenia, gdyż istnieje niebezpieczeństwo zasypania robotników. Czasami zachodzi potrzeba przebijania rozpór. Jeżeli rozporządza się dźwigami mechanicznymi, zarzuca się pętle z liny wokół jednego lub kilku bali i wyciąga się je stopniowo do góry. Dla ułatwienia wyciągania zakładać można na drewniane bale klamry żelazne. Stalowe bale mają otwór u górnego swego końca, w którym można zamocować hak. Ręcznie wyciąganie odbywa się przy pomocy klamry oraz żelaznego drąga. Jeżeli kanał wymaga pierwszorzędного oparcia, musi być przedsięwzięte staranne zapelnienie i ubicie przestrzeni pozostałych po wyciągnięciu odeskowania. W niektórych wypadkach usuwanie odeskowania jest zabronione z uwagi na zabezpieczenie się przeciw możliwym usuwiskom.

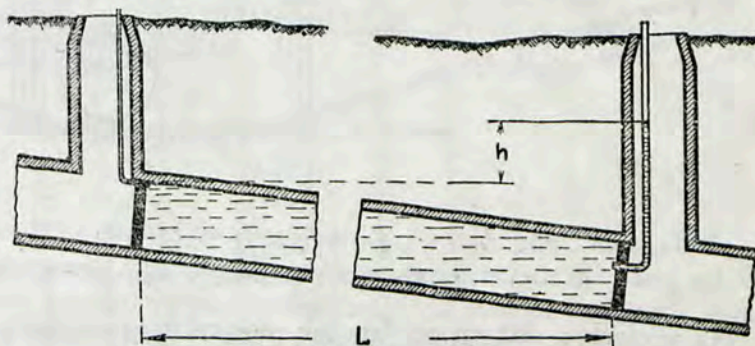
Rozbieranie obudowy wykopu jest robotą nawet bardziej odpowiedzialną niż wykonywanie obudowy. Musi ono być prowadzone jednocześnie z zasypką. W miejscach zagrożonych lub w luźnym piasku wyjmuje się po jednej desce. Przy luzowaniu rozpór należy w możliwym stopniu unikać wstrząsów w otaczającym gruncie. W zwięzłym gruncie można rozbiórkę prowadzić od razu na wysokość 3—4 desek, należy zawsze jednak uwzględniać możliwość usuwania się gruntu i naruszenia stałości sąsiadujących budynków.

Przed wykonaniem zasyпки ułożonego odcinka kanału należy zbadać jego szczelność. Próba szczelności odbywa się pomiędzy dwiema studzienkami żłazowymi. Przewód zostaje zamknięty płytami żeliwnymi (rys. 274), uszczelnionymi pakunkiem gumowym oraz wzmocnionymi zastrzałami. Wszystkie połączenia idące na zewnątrz należy również dobrze uszczelnić.

Do zamkniętego odcinka wprowadza się pod niewielkim ciśnieniem powietrze, dwutlenek węgla, dym powstający ze spalania wilgotnych trocin, względnie impregnowanych gudronem, papieru. Bardzo prosty sposób polega na poddaniu odcinka kanału niewielkiemu ciśnieniu wody, nie większemu jednak niż 2 m słupa wody. Wystarczy napęlić studzienkę dolną, pozostawiając tak uszczelnioną górną, by umożliwione było wychodzenie powietrza w czasie zapelniania przewodu wodą. Obserwuje się pierwotny stan wody i po pewnym czasie (5—10 minut).

Spadek zwierciadła wody jest proporcjonalny do długości odcinka poddanego próbie, wyciekanie wzrasta przy powiększeniu ciśnienia. Należy odróżnić wyciek od strat wody na nasiąkanie sznura. Przy powtórnych próbach straty ponowne zmniejszają się kilkakrotnie w porównaniu z pierwotnymi. Nie powinno się rozpoczynać obserwacji wcześniej niż po 2-ch godzinach po napełnieniu kanałów. Styki źle wykonane przepuszczają wodę, powinno się je od razu poprawić.

Należy zwrócić uwagę na to, aby w razie zakorkowania niezasypanego odcinka przewodu podnosząca się w wykopie woda gruntowa nie spowodowała naruszenia przewodu. W obawie takiego zjawiska należy zabezpieczyć przewód przez zaklinowanie nad nim rozpór, lub też próbę wykonać po dokonaniu zasyпки. Jeżeli jednak kanał pogrążony jest w wodzie gruntowej, wyniki próby mogą być fałszywe.



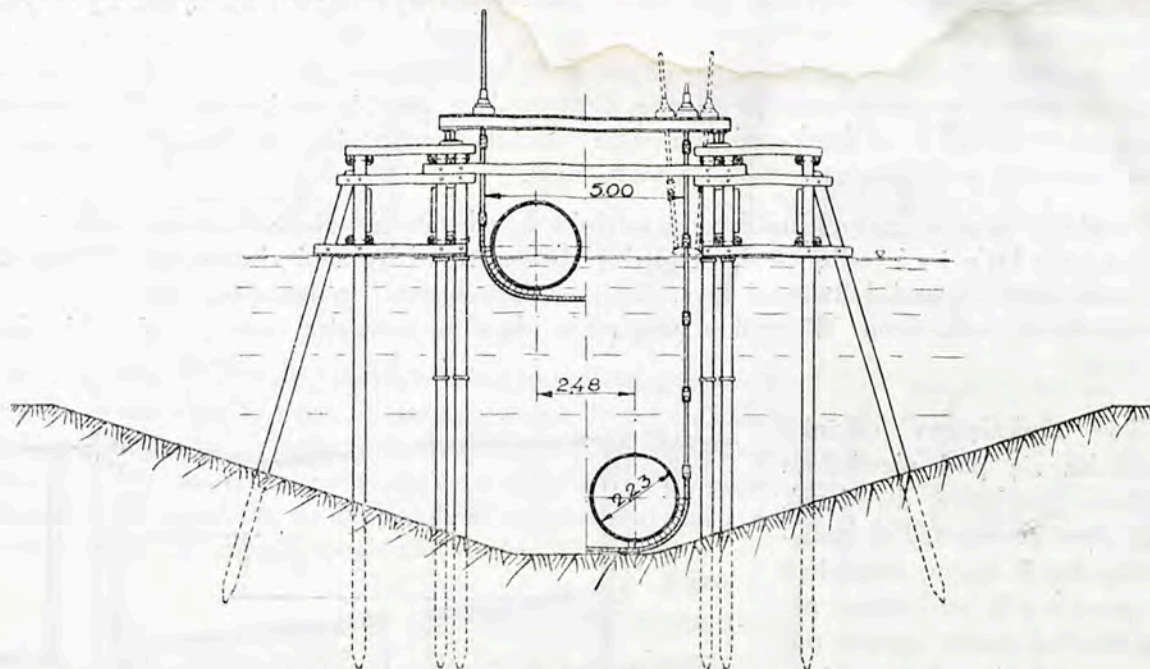
Rys. 274. Próba szczelności kanału.

VII. 4. UKŁADANIE PRZEWODÓW KANALIZACYJNYCH POD WODĄ.

Pod wodą przewody kanalizacyjne układane są w wypadku konieczności przekroczenia zbieraczem rzeki, kanału wodnego, zatoki portowej lub też na końcowym odcinku głównego zbieracza przy jego wylocie do odbiornika.

W wypadku przekraczania niewielkich rzek można wykonać budowę pod osłoną grodz ze ścianek szczelnych, przy czym zależnie od miejscowych warunków w celu przepuszczenia płynącej wody wykonuje się budowę w dwóch odcinkach. Część koryta rzeki zamknięta jest grodzą, pozostała służy dla przepływu. Gdy pod budowę zajmuje się całą szerokość łóżyska rzeki, wodę odprowadza się górą przy pomocy szczelnie wykonanego koryta drewnianego względnie wykonanym na czas budowy rowem obiegowym.

Przy przekraczaniu większych powierzchni wodnych wykonanie jest trudniejsze. Do ułożenia przewodów służą wykonywane na czas budowy pomosty drewniane, na których przeprowadza się czasami nawet i budowę przewodu, przeważnie jednak tylko łączenie oraz uszczelnienie poszczególnych odcinków kanału. Z pomostu opuszcza się odpowiednio obciążony przewód pod wodę w wykonany na dnie wykop. Przy mniejszych średnicach przewodów można przeprowadzić jednocześnie opuszczenie przewodu, w całości wykonanego nad wodą i uszczelnionego w miejscach styków. Przewód tak musi być dobrze podwieszony, by było zabezpieczone jego równomierne opuszczanie (rys. 275).

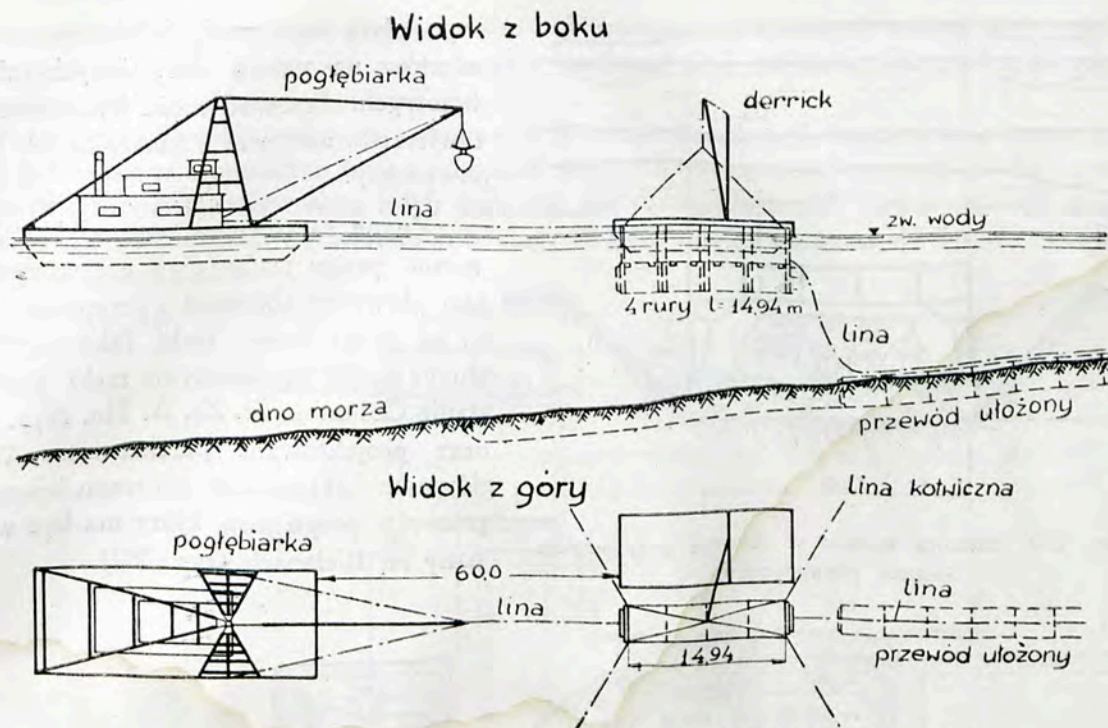


Rys. 275. Budowa wylotu Emscher do Renu.

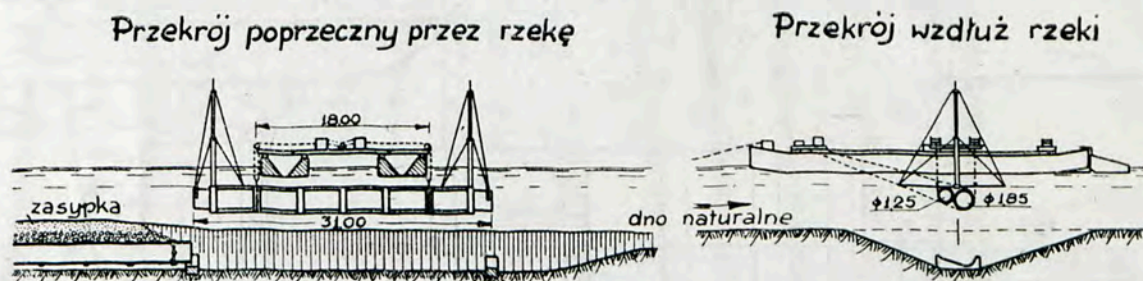
Na wodach o słabym prądzie lub stojących opuszczenie przeprowadzić można przy pomocy dźwigów umieszczonych na łodziach (rys. 276).

Przewody mniejsze budowane są z rur stalowych, większe wykonuje się z żelbetu; niekiedy odcinki końcowe, wylotowe zbieracza budowane są z drewna. Przewody żelbetowe zestawia się z odcinków. Układanie poszczególnych odcinków pod wodą odbywać się może w ten sposób, że wykonane na brzegu i uszczelnione na końcach odcinki spławia się wodą doprowadzając je na miejsce przeznaczenia (rys. 277). Na końcach nowego odcinka przymocowuje się maszty do wizowania i wprowadzenia go w linię przewodu. Zatopienie następuje przy pomocy obciążenia. Nurkowie po ostatecznym ustaleniu nowego odcinka wyjmują zamknięcia uszczelniające końce odcinka i wykonywają pod wodą uszczelnienie styków.

Stosowane jest również układanie odcinków rur przy pomocy dźwigu z łodzi. Nurek na dole przy pomocy telefonu kieruje ruchami dźwigu. Dla ułatwienia wprowadzenia zapuszczanego odcinka w przewód już ułożony na dnie, zaopatruje się koniec odcinka, wprowadzanego do przewodu, w ramową kierownicę, składaną i wyjmowaną przez nurka po spełnieniu przez nią swego zadania.



Rys. 276. Budowa ujściowego odcinka głównego zbieracza w Los Angeles.



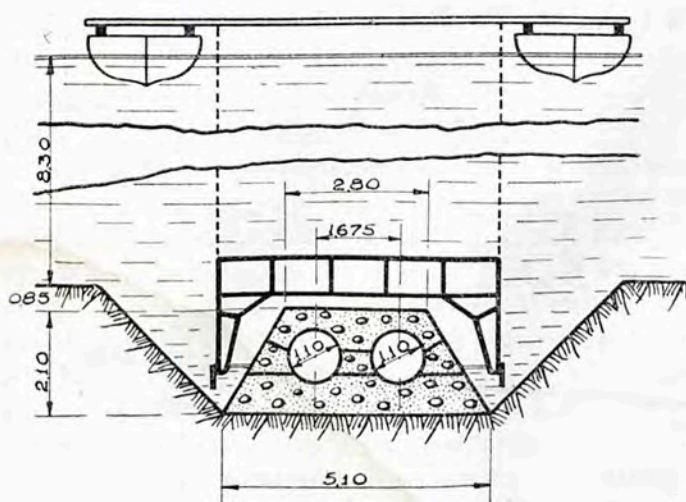
Rys. 277. Budowa przejścia kanałem Renu w Kolonii.

Styki powinny być tego rodzaju, by ograniczyły pracę nurka do minimum, muszą być one sprężyste i jednocześnie szczelne. Ostateczne uszczelnienie styków przeprowadzane jest od wewnątrz. Nurek dostaje się do środka przewodu przez umieszczone co pewien odstęp otwory włączowe. Do uszczelnienia stosuje się ołów (wełna ołowiana) lub przetwory asfaltowe.

W Hawrze wykonano syfon odwrócony na głównym zbieraczu pod kanałem Tancarville przy pomocy kesonu pływającego (rys. 278). Kanał ma głębokość 8,30 m, szerokość 100 m. Syfon składa się z dwóch przewodów równoległych o średnicy 1,10 m z blach stalowych nitowanych. Umieszczony jest on w wykopie i zabetonowany. Fundament betonowy i obudowa wykonane przy pomocy kesonu pływającego. Zmontowany przewód splawiono nad fundament, zawieszono w 12-tu miejscach (skrajne cztery zawieszenia na rusztowaniach, 8 środkowych na łodziach). Opuszczano go powoli na podstawę na dnie przy pomocy obciążenia polegającego na wypełnianiu przewodu wodą. Obudowę betonową wykonano znowu przy pomocy kesonu pływającego. Budowa trwała 8 miesięcy.

W Rosji przeprowadzono opuszczanie przewodów w okresie miesięcy zimowych z powierzchni lodu.

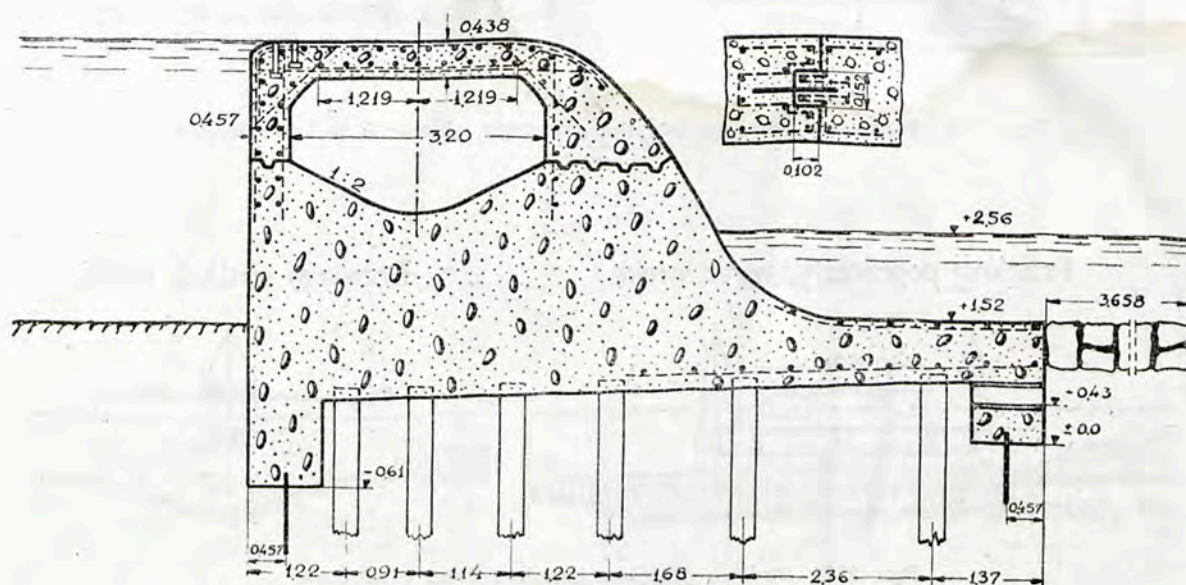
Przewody podwodne układa się albo bezpośrednio na dnie, bez specjalnego ubezpieczenia, względnie w wykopie lub na odpowiednio wykonanym fundamencie w postaci narzutu kamien-



Rys. 278. Budowa kanału w Hawrze przy użyciu kesonu pływającego.

nego, płyty betonowej, bloków betonowych, rusztów na palach drewnianych lub żelbetowych. Przewód może być ochraniać z wierzchu nasypem z kamienia lub obetonowywany.

Znane są również wypadki wykonywania progu jazów dla umieszczenia w nim głównego zbieracza i przeprowadzenia go na drugi brzeg rzeki. Jako przykłady służyć mogą przekroczenia rzeki Scioto w stanie Columbia St. Zj. A. Pln. (rys. 279) oraz projektowane przekroczenie Wisły głównym zbieraczem z brzegu lewego na prawy w progu jazu, który ma być wykonany na Bielanych (rys. 280).



Rys. 279.

Rys. 279. Przekroczenie kanałem rzeką Scioto w stanie Columbia

VIII. URZĄDZENIA KANALIZACYJNE DOMOWE

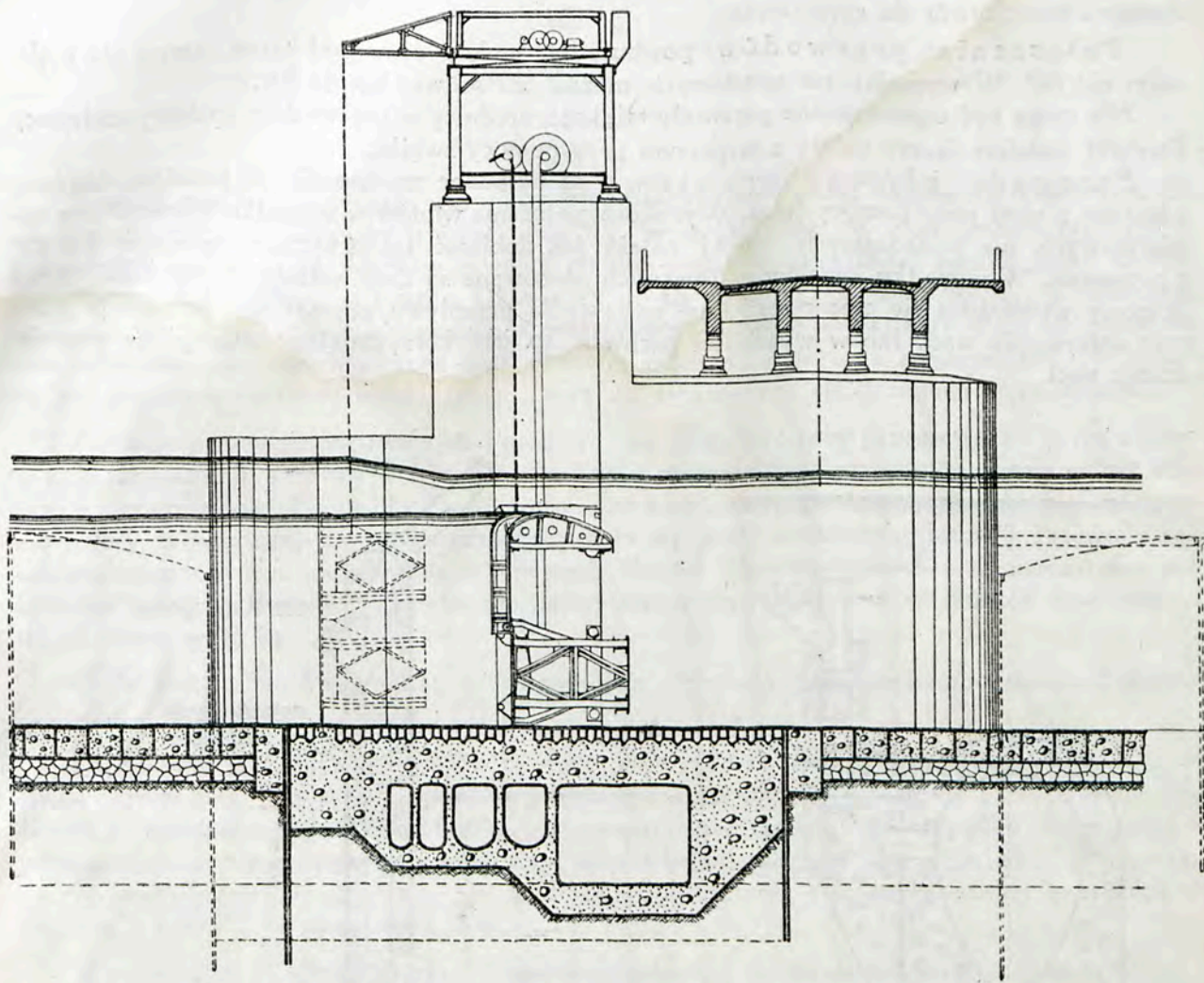
Urządzenia kanalizacyjne domowe składają się z przewodów, wpustów oraz przyborów kanalizacyjnych. Wpusty i przybory kanalizacyjne łączone są z przewodami przy pomocy tzw. podejść.

Ścieki domowe doprowadzane do otworów wpustowych prowadzone są następnie przewodami spustowymi (pionami) do poziomych przewodów odpływowych, łączących się następnie zwykle w jeden przewód, przechodzący na odcinku ulicy w tzw. przykanalik, wprowadzany do kanału ulicznego. Wprowadzenie wykonywa się w zależności od wielkości i materiału budowlanego przewodu ulicznego, przy pomocy rozgałęzienia lub wpustu osadzonego w kanale w czasie jego budowy, do studzienki lub też przez przecięcie w odpowiednim miejscu kanału i wstawienie rozgałęzienia.

Przewody na terenie nieruchomości dzielą się na przewody zbiorcze poziome, układane ze stosunkowo niewielkim spadkiem pod powierzchnią gruntu lub w piwnicy, i na rury spustowe, biegnące pionowo i dochodzące do przewodów poprzednich. Przewody spustowe służą do odprowadzenia wód zużytych oraz deszczowych, wspólne jednak prowadzenie w jednej rurze spustowej obu rodzajów wód jest niedopuszczalne, gdyż może to powo-

dować najrozmaitszego rodzaju kłopoty. Wszystkie przewody spustowe muszą być zaopatrzone w wyciągi do przewietrzania zarówno sieci domowej, jak i, o czym wspomniano wyżej, sieci kanalizacyjnej miejskiej.

Dużą uwagę zwrócić należy na staranne wykonanie kanalizacji domowych, gdyż w odpływach z gospodarstw domowych oraz odchodach ludzkich mogą znajdować się źródła szeregu chorób. Nieszczelność przewodów i ich połączeń, nieodpowiednio umieszczone wpusty do przewodów mogą powodować wyciekanie lub stagnowanie nieczystości, co się odbija szkodliwie na zdrowiu mieszkańców.



Rys. 280. Projektowane umieszczenie głównego zbieracza w progu jazu na Bielanych pod Warszawą.

Najlepiej gdy połączenie odwodnienia domu umieszczone jest obok innych przewodów przyłączeniowych, wody, gazu we wspólnym otworze wejściowym w ścianie fundamentowej i wchodzi do centralnie położonej piwnicy zawsze dostępnej dla obsługi i sprawdzenia.

Wszystkie przewody powinny być prowadzone od miejsca wpustu ścieków do przewodu zbiorowego najkrótszą drogą liniami najprostszymi. Przewody zbiorcze na większych działkach powinny być układane w miarę możliwości zewnątrz budynków również w liniach możliwie prostych tak, by wszelkie roboty konserwacyjne mogły być przeprowadzane bez potrzeby wchodzenia do piwnic. Staramy się je układać równolegle do najbliższej ściany względnie prostopadłe. Kierunków ukośnych należy unikać. Nie powinny być one układane zbyt blisko ściany, szczególnie w wypadku płytkich fundamentów, zwykle nie bliżej niż 2 m, lecz nie dalej niż 3—4 m, aby nie powiększać odstępów od najbliższej rewizji na rurze spustowej do ewentualnej studzienki żłazowej.

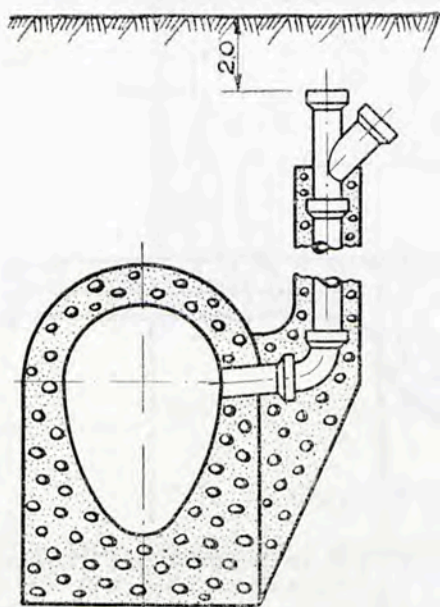
Przewody wód zużytych i deszczowych należy w miarę możliwości łączyć niezależnie z kanałem ulicznym, gdyż wówczas osiąga się pewność dobrego przewietrzania. W wypadku wąskiego lica domu nie jest możliwe uniknięcie sprowadzenia wszystkich rur spustowych do wspólnego przewodu gruntowego. Przy układzie kanalizacji rozdzielonej zachodzi zawsze konieczność niezależnego wprowadzania do przewodów ulicznych deszczowych rur spustowych oraz wód zużytych.

Zmiany kierunku przewodów należy wykonywać przy pomocy krzywek dla linii głównych o promieniu nie mniejszym niż 10 średnic, zaś dla przewodów drugorzędnych nie mniejszym niż 5 średnic. Łuki o kącie 90° mogą być tylko wówczas zastosowane, gdy są one dostępne przez otwór do czyszczenia.

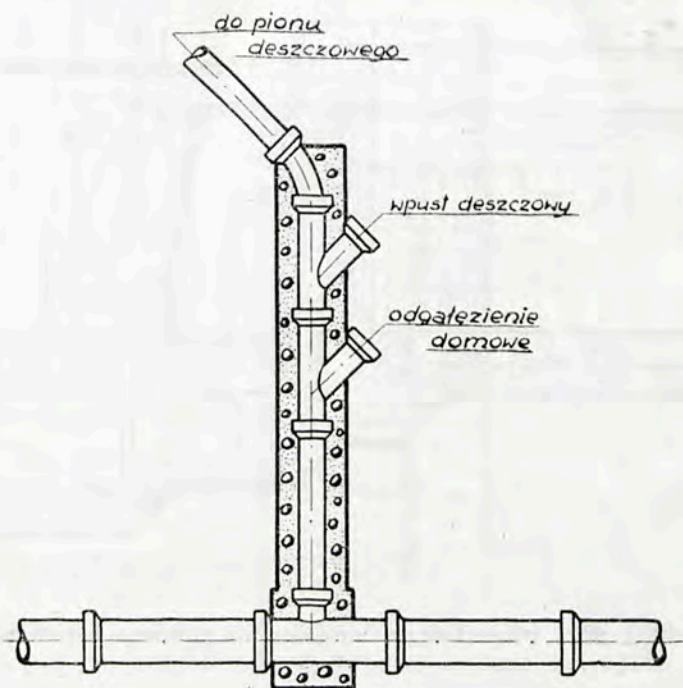
Połączenia przewodów powinny być wykonywane pod kątem ostrym nie większym niż 60° . W wypadku rur spustowych można zastosować kąt do 70° .

Nie mogą być wprowadzane przewody większej średnicy w przewody o średnicy mniejszej. Przekrój mniejszy łączyć należy z większym przy pomocy zwężki.

Przewody główne gruntowe są układane prostopadłe do kanałów ulicznych i łączone z nimi przy pomocy łuku. Wysokość położenia wlotów w wypadku kołowych rur kamionkowych, nie posiadających stopki, należy tak dobierać, by oś rękawa tworzyła kąt 45° z poziomem. W wypadku kanałów murowanych stosowane są dwa rodzaje wykonania. Wlot domowy wprowadza się albo ponad linię zwierciadła przepływu posusznego, co ułatwia pracę przy utrzymaniu sieci, lub w wysokości pachwin, co jest korzystniejsze z uwagi na przewietrzenie sieci.



Rys. 281.



Rys. 282.

W wypadku przewodów, do których wloty leżą głębiej niż 4 m pod powierzchnią, należy odgałęzienia aż do poziomu ∞ 2 m poniżej powierzchni obetonować (rys. 281). Na rurach kamionkowych stosuje się trójniki z pionowo ustawionym odgałęzieniem; w przewodach betonowych lub z cegły nasadza się pionowe rury (rys. 282). Wykonanie takie jest pożądane również w wypadku mniejszej głębokości przykrycia przy obecności wody gruntowej.

Przewody powinny odprowadzać ścieki ze swobodnym zwierciadłem. Z tego względu powinny otrzymać one dostateczne przekroje oraz spadki. Jako główny przewód na nieruchomości uważa się ten, który prowadzi do najniższej i najdalej położonego połączenia przewodów drugorzędnych.

Nie należy na przewodach poziomych łamać spadków. Spadki nie powinny być mniejsze niż 1‰. W wypadku mniejszych spadków muszą być przewidziane urządzenia do częstego przemywania przewodów. W razie zbyt dużego spadku należy zmniejszać go przy pomocy stopni, połączonych w miarę możliwości z otworami do czyszczenia. Dla przewodów głównych spadek nie powinien przekraczać 30‰, zaś bocznych 20‰. Przewód główny powinien być tak założony, by w razie późniejszej potrzeby cała nieruchomość mogła być odwodniona przez jego przedłużenie. Ze względu na samooczyszczanie się przewodów, spadek najmniejszy powinien być dostosowany do średnicy przewodu i nie powinien być mniejszy niż:

przy średnicy 100 mm	3,0‰
125 „	2,5 „
150 „	2,0 „
200 „	1,5 „
250 „	1,0 „
300 „	1,0 „

Przepisy miejskie, dotyczące warunków technicznych wykonania kanalizacji domowych, pozwalają na uzyskanie wskazanych wyżej spadków przez założenie w podziemiach przewodów kanałowych nad podłogą. Jeżeli w piwnicy nie ma wpustów, to przewód łączący piony umieścić najlepiej nad podłogą na ścianie. Układa się go na wspornikach metalowych, umocowanych w ścianie lub na słupkach murowanych, z warunkiem podparcia każdej rury w dwóch punktach oraz zabezpieczenia przewodu przed uszkodzeniem mechanicznym oraz zamarzaniem. Wskazane jest pomalowanie przewodów jasną farbą dla łatwiejszego spostrzeżenia nieszczelności.

Zarówno przewody poziome, jak i pionowe nie mogą być przy przechodzeniu przez ściany w nich zamurowane. Otwory w stropach w miejscu przechodzenia przewodów powinny być starannie uszczelnione. Przejścia przez ściany fundamentowe powyżej podłogi piwnic należy zabezpieczać przeciwko przedostawaniu się przez nie wody gruntowej. Przewody zewnętrzne powinny być umieszczane w miejscach zawsze łatwo dostępnych nie zalewanych i nie zabudowywanych. Przejście pod ścianami należy starać się umieszczać w miejscu otworów — drzwi, okien, wnęk itp.

O ile jest to możliwe, należy przed wejściem przewodu głównego na ulicę umieścić na nim studzienkę żłazową.

Głębokość zakładania przewodów zewnętrznych jest określana ze względu na pewność przeciwko zamarzaniu. W naszych warunkach klimatycznych wierzch przewodu znajdować się powinien co najmniej na głębokości 1,50 m pod powierzchnią terenu. W wypadku konieczności umieszczenia płytszego, przewody muszą być odpowiednio zabezpieczane przeciwko przemarzaniu. Wierzch przewodu ułożonego pod podłogą pomieszczenia ciepłego powinien być pokryty warstwą o grubości co najmniej 0,30 m.

Rozmiary przewodów kanalizacji jednolitej są określane przez wielkość i rodzaj pokrycia powierzchni podwórza i dachów. Ze względu na krótki czas dopływu do wpustu miarodajny deszcz należy przyjąć o większym natężeniu niż dla przewodów ulicznych. Przyjmuje się deszcz o natężeniu 160—180 litr/sek/ha. Również dla sieci w układzie rozdzielonym w nieruchomościach większych i przy spodziewanych znacznie większych odpływach wód ściekowych należy wyznaczać przekroje na podstawie obliczenia. W wypadku nieruchomości o powierzchni poniżej 3000 m² przekroje przewodów unormowane są przepisami w sposób następujący:

Przewody spustowe i ich odgałęzienia:

od pojedynczego zlewu kuchennego, zmywaka wanny, umywalni lub pisuaru	50 mm
„ kilku zlewów kuchennych, wanien, umywałek lub pisuarów	70 „
„ klozetów wodnych	100 „
„ rynien deszczowych z ganków i balkonów	50—70 „
„ rynien deszczowych zewnętrznych z dachów	100—150 „

Przewody odpływowe poziome:

od zwykłych kuchen, pralni, łazienek i pisuarów, wpustów stajennych, piwnicznych itp.—100 mm,

od dużych kuchen (restauracyjnych, hotelowych), klozetów, wpustów podwórzowych oraz przy kilku przewodach odpływowych połączonych razem	100—150 mm,
„ rynien deszczowych	125—150 mm,
główne podwórzowe	125—150—200 mm i więcej w razie potrzeby.

Wprowadzenie rur spustowych do przewodu poziomego odbywa się przy pomocy łuku, przed który wskazane jest włączenie czyszczaka, zamykanego pokrywą uszczelnioną i przymocowaną śrubami.

Ze względu na bezpieczeństwo przeciwko przemarzaniu wszystkie przewody wewnątrz budynku powinno się w miarę możliwości prowadzić po ścianach wewnętrznych. W razie obawy przemarzania należy przewody otulić.

Pomieszczenia, w których niezbędne są urządzenia odwadniające, powinny być tak względem siebie ułożone, by ścieki odprowadzić można było możliwie jak najmniejszą ilością rur spustowych. Z tych względów należy przy rozplanowaniu pomieszczeń zwrócić uwagę na bliskie sąsiedztwo ustępu, umywalki, łazienki, zlewów kuchennych, przy czym łazienka powinna znajdować się w sąsiedztwie sypialni.

Przewody spustowe odprowadzają ścieki od przyborów kanalizacyjnych z różnych pięter. Z rurami spustowymi łączy się poszczególne przybory podejściami, należy przy tym unikać długich przewodów doprowadzających. Z tego powodu różnego rodzaju wpusty tego samego pomieszczenia nie są doprowadzane do jednej rury spustowej, a do odpowiednio większej liczby przewodów spustowych niezależnych, ustawionych w pobliżu przyborów z zamknięciem wodnym, umieszczonym w bezpośrednim sąsiedztwie tych ostatnich (rys. 283).

Gdy przewody spustowe są użyte do przewietrzania, zachodzi konieczność zaopatrzenia wszystkich połączeń w zamknięcia wodne, aby całkowicie zabezpieczyć się przeciwko wychodzeniu gazów kanałowych. Zamknięcia te działają tylko wówczas bez zarzutu, gdy wysokość zamknięcia oraz przekroje rur nie przekraczają w dół pewnych minimalnych wymiarów i gdy miejsce połączenia znajduje się możliwie blisko rury spustowej. Wymiary określone przez przepisy podane są nieco dalej. Każdy przybór kanalizacyjny osadzony jest bezpośrednio na syfonie, zaś odległość zamknięcia wodnego od przewodu spustowego nie może być większa niż 1 — 1,5 m. Jeżeli warunki te nie są spełnione, zachodzi niebezpieczeństwo, że spadające ścieki będą wysysać zamknięcie wodne. Można temu przeciwdziałać przez połączenie górnego kolana zamknięcia wodnego z rurą spustową dodatkowym przewodem, tworząc w ten sposób niezależny przewód przewietrzający, lub przez stosowanie specjalnej budowy trudno wysysanych zamknięć.

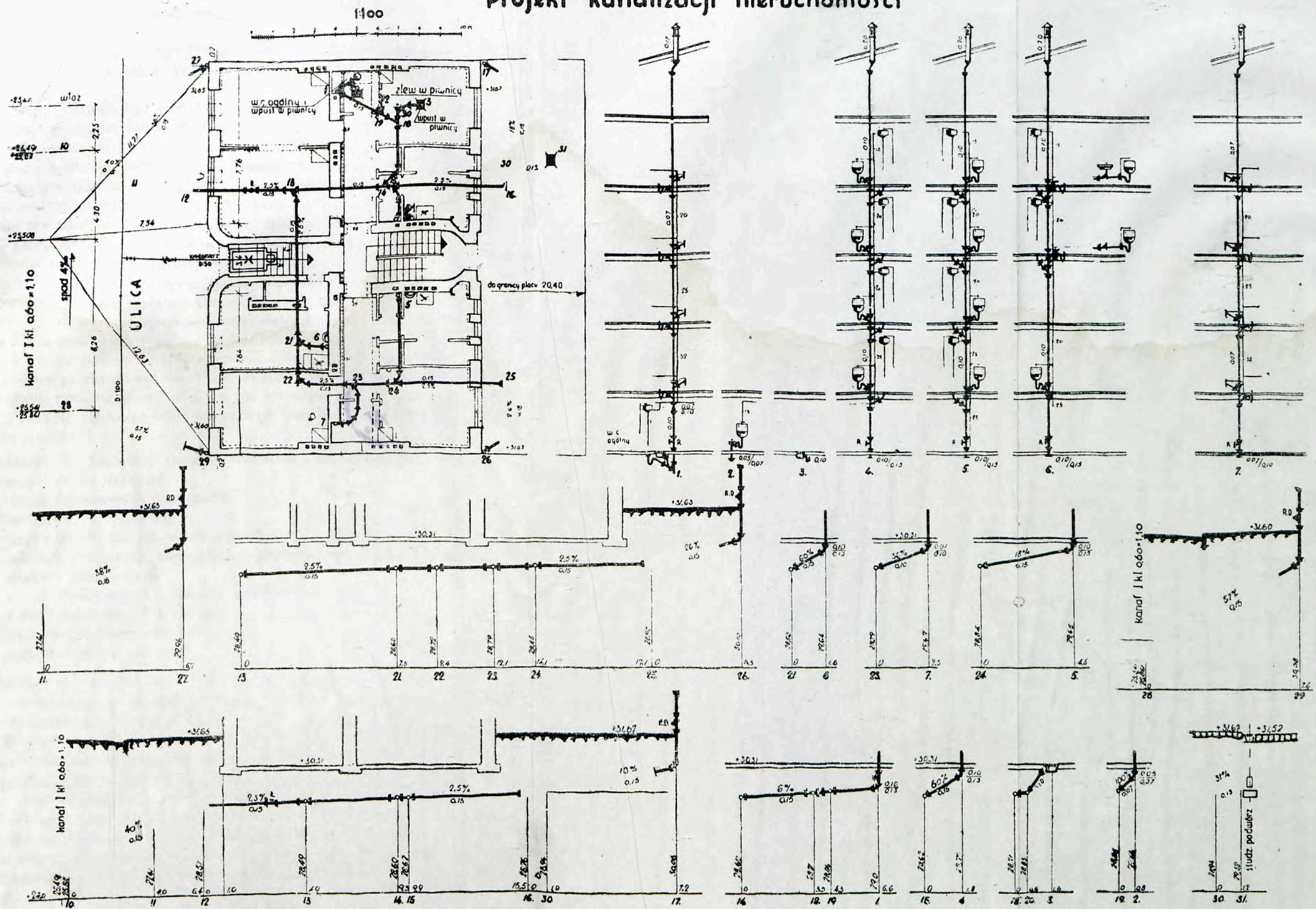
Przewody spustowe powinny być prowadzone pionowo, tylko w wyjątkowych wypadkach odchyła się je od pionu, przy czym kąt z linią pionową nie powinien być większy niż 45° . Również połączenia rur spustowych powinno się przeprowadzać pod kątem nie większym niż 45° . Przewody spustowe winny być prowadzone na całej swej wysokości jako przewody o jednakowej średnicy; pod dachem zakańczą się je wyciągami wietrzącymi.

Przewody spustowe i wchodzące do nich odgałęzienia ustawiane są albo swobodnie tuż przy ścianach, lepiej w odległości 3—5 cm lub też w wyciętych, względnie zostawionych w murze bruzdach, i zamocowywane do ściany przy pomocy odpowiednich uchwytów. Bruzdę można zakryć; przepisy nie pozwalają na zamurowywanie przewodów. Wszystkie połączenia muszą być tak wykonane, by nie wypadały wewnątrz ścian lub stropów. Na grubość stropu bruzdy muszą być zaprawione.

Rura spustowa może odprowadzać ścieki tylko od jednego rodzaju przyborów kanalizacyjnych lub też od kilku rodzajów, wówczas jednak zabezpieczone muszą być syfony od opróżniania się i wysychania. Zabezpieczenie takie polega na wstawieniu odgałęzienia o średnicy równej średnicy spustu i połączeniu z syfonem przy pomocy zwężki odpowiedniej do przekroju syfonu.

Przewody spustowe wyprowadza się na dach, zaopatrując je w wyciągi przewietrzające. Wyloty wyciągów powinny być wyprowadzone powyżej okien i otworów prowadzących do wnętrza budynków oraz znajdować się w odległości poziomej nie mniejszej od nich niż 4 m. Rurę spustową, służącą jako przewód wietrzący, wyprowadza się pod dach bez zmiany średnicy, zaś na wysokości 1 m pod poziomem dachu zaopatruje w wyciąg o średnicy zwiększonej o 100 mm lub o przekroju dwukrotnie większym niż przekrój spustu. Wyciąg sięgać

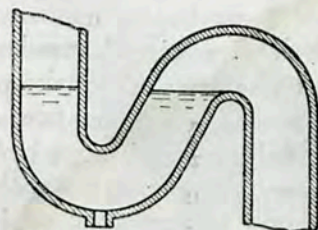
Projekt kanalizacji nieruchomości



Rys. 283.

powinien 1 m ponad dach i być zaopatrzony w odpowiednio wykształcony kołpak. Łączenia kilku przewodów spustowych do jednego wyciągu stosować nie należy; w razie takiego wyjątkowego wykonania przekrój wspólnego przewodu powinien być nie mniejszy od sumy przekrojów dołączonych oraz miejsce połączenia musi się znajdować powyżej najwyższego miejsca odpływu ścieków.

Zamknięcia wodne (syfony) w najprostszym i najpowszechniejszym wykonaniu polegają na wstawieniu tuż za przybozem kanalizacyjnym odcinka rury o kształcie litery *u* lub *s* (rys. 284).



Rys. 284. Zamknięcie wodne (syfon).

Syfony powinny być zaopatrzone w otwory, zamykane szczelnie, łatwo dostępne do czyszczenia. Powinien się on znajdować bezpośrednio pod miską ściekową, przy czym jego ramię odprowadzające powinno się łączyć bezpośrednio z przewodem spustowym. Każdy przybór powinien posiadać niezależne zamknięcie wodne. Jako zabezpieczenie przeciwko wysysaniu służą również umieszczane nad otworami wlotowymi do syfonów kratki. Zatrzymują one większe zanieczyszczenia oraz rozbijają strumień, wypływający z miski i zwalniają wypływ, nie pozwalając wytworzyć w rurze spustowej zamkniętej kolumny wody, która spadając może spowodować rozrzedzenie powietrza w syfonach dolnych i w ten sposób spowodować ich wysysanie. Otwory w kratkach nie powinny być większe niż 5 mm. Pełny przekrój otworów nie powinien przekraczać połowy przekroju syfonu. Przekrój rury rozgałęzieniowej (podejścia) powinien być większy niż syfonu, przekrój pionu większy niż rozgałęzienia.

Wysokość zamknięć wodnych oraz ich przekroje unormowane są w sposób następujący:

Wysokość:

przy klozetach, pisuarach, zlewach, wannach, umywalkach itp. co najmniej	75 mm
przy wpustach co najmniej	100 „
przy rurach deszczowych co najmniej	150 „

Średnice rury syfonowej:

przy umywalkach, małych zlewikach laboratoryjnych, pisuarach itp.	40 „
przy miskach zlewowych, zmywakach, wannach, wpuszcikach podłogowych	50 „
przy miskach klozetowych	100 „
przy rurach deszczowych z ganków i balkonów	50—70 „
przy rurach deszczowych z dachów	125—150 „
przy wpustach w suterrenach i piwnicach	100 „
przy wpustach podwórzowych	125—150 „

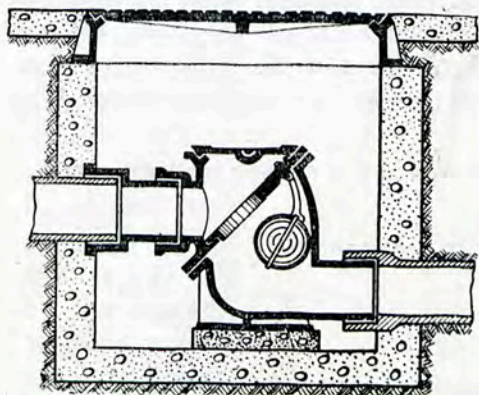
Stosuje się syfony z materiałów następujących: kamionkowe, żeliwne, wewnątrz z polewą, zewnątrz smolowane, ołowiane, mosiężne, niklowane. Ołowiane i mosiężne stosuje się do średnic mniejszych 40—50 mm.

Wpusty dla wód deszczowych, połączone z przewodami kanalizacyjnymi, nie wymagają wyżej opisanych zamknięć wodnych, z wyjątkiem tych, których górne wyloty leżą poniżej okien i znajdują się od nich w odległości mniejszej niż 4 m. W tym ostatnim wypadku rury deszczowe powinny posiadać zamknięcie wodne, umieszczone przy ich podstawie oraz skrzynki z kratkami o chrońnym. Spusty deszczowe zaopatruje się w skrzynki z kratkami również i wówczas, gdy nie umieszcza się zamknięć wodnych, a gdy zachodzi obawa, że materiał pokrycia — dachówka, łupek — może się łuszczyć i być zmywany. Cięższe kawałki takich łusek osadzają się w przewodach poziomych.

Piony deszczowe powinny zaczynać się przy rynnach dachowych i odprowadzać wody podziemnie. Większe balkony i ganki muszą być odwodnione przy pomocy niezależnych pionów. W wypadku sieci rozdzielonej rura deszczowa może być przerywana nad powierzchnią terenu. Wówczas wody deszczowe spływają otwartą rynną po powierzchni do wpustu. Dopuszczalne jest to tylko tam, gdzie nie istnieje ruch uliczny, a więc jedynie w podwórzach lub ogródkach. Wymiary rur deszczowych powinny być takie, by spływające wody nie przepelniały

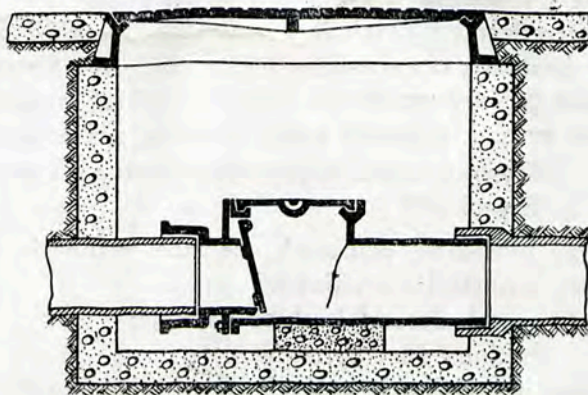
rynien. Na 1 m² powierzchni dachu liczy się 1 cm² przekroju rury deszczowej. Nie daje się mniejszych średnic niż 150 mm. Rury o przekroju mniejszym 100 mm można stosować tylko dla małych powierzchni przybudówek, daszków nad wejściami itp.

W wypadku kanalizowania pomieszczeń nisko położonych w stosunku do przewodu ulicznego, może zachodzić obawa zalewania wodami ulicznymi przyborów kanalizacji domowej, ustawianych w podziemiu. Jako zabezpieczenie przeciwko temu ustawione być musi poniżej ostatniego przyboru zamknięcie. Stosować należy konstrukcje zamknięć jak najprostsze, zapewniające szybkie i szczelne zamknięcie. Stosuje się z a m k n i ę c i a s a m o c z y n n e lub u r u c h a m i a n e r ę c z n i e. Powinny być one tak założone, by nie stanowiły przeszkody dla odpływów z przyborów ustawionych powyżej. Niektóre z przepisów wymagają umieszczania podwójnych niezależnych zamknięć uruchamianych ręcznie i samoczynnie, przy czym zamknięcie samoczynne ustawia się jako pierwsze od dolnej wody. Częstokroć zamknięcia pomyślane są w ten sposób, że są one stale zamknięte, otwiera się je w razie konieczności wypuszczenia ścieków. Powyżej zamknięć mogą być dołączane tylko odpływy wód zużytych. Zabezpieczenie wielu odpływów przy pomocy wspólnego zamknięcia wymaga zwykle zezwolenia władz miejskich. Gdy należy zabezpieczyć odpływy nie leżące w tym samym pomieszczeniu i znajdujące się na różnej wysokości, wykonać to należy dla każdego odpływu przy pomocy niezależnego zamknięcia. Muszą być one zawsze tak umieszczane, by były dostępne i mogły być bez trudności obsłużone.



Rys. 285. Zamknięcie pływakowe

na wylocie kanalizacji domowej.



Rys. 286. Zamknięcie klapowe

Zamknięcia samoczynne wykonywane są albo jako budowa pływakowa (rys. 285) lub klapowa (rys. 286). W konstrukcji pierwszego rodzaju dociskane jest do powierzchni uszczelniającej zamknięcie kulowe lub zamknięcie z wykształconą kuliście częścią zamykającą. Budowa druga polega na klapie, która w normalnych warunkach przepływu wody łatwo się otwiera, w wypadku podpiętrzania wodą kanałową dociskana jest do powierzchni uszczelniającej. Klapy mają tę zaletę, że są zawsze przymknięte, podczas gdy w konstrukcjach pierwszego rodzaju zamykanie powoduje spiętrzającą się wodę podnosząc pływak.

Podziemia i części nieruchomości, leżące tak nisko, że nie jest możliwe ich bezpośrednie odwodnienie do przewodu ulicznego, muszą być odwadniane przy pomocy sztucznego podnoszenia ścieków. Zbiorniki wewnątrz budynków, skąd czerpie się ścieki pompami, gdy dopływają do nich ścieki z ustępów, nie powinny być o większej pojemności niż 2 m³ i muszą być umieszczane swobodnie tak, by można było zauważyć łatwo ich nieszczelność. Zbiorniki żelazne muszą mieć ścianki o grubości co najmniej 7 mm.

Liczba przyborów kanalizacyjnych w nowoczesnym domu jest bardzo duża. Należą do nich poza ustępami i pisuarami, zlewy, zmywaki, wanny, umywalki, bidety, wpusty podłogowe, dachowe i podwórzowe. Wszystkie one muszą być zaopatrzone w zamknięcia wodne oraz nad każdym z nich, z wyjątkiem wpustów dla wód deszczowych na zewnątrz budynków, musi być przewidziany zamykany wylot przewodu wodociągowego, zapewniający stałe zapelnienie zamknięcia wodnego. Wszystkie miejsca odpływu, z wyjątkiem misek klozetowych, muszą być zaopatrzone w sitka lub kratki.

Kształty i wymiary poszczególnych przyborów są bardzo różnorokie, stosuje się również różne materiały do ich wykonania.

Splukiwane ustępy muszą być wykonywane według ściśle określonych przepisów, jeżeli ma być spełniony jeden z główniejszych celów kanalizacji — usunięcie w sposób najzupełniejszy odchodów ludzkich przy pomocy splukiwania. Do tego celu służy umieszczany w odpowiedniej wysokości nad miską klozetową, wystarczającej pojemności zbiornik, z którego uzyskuje się strumień wody o dostatecznej sile splukującej. Wysokość umieszczenia wynosić powinna od deski siedzeniowej do spodu zbiornika 1,6—1,8 m (rys. 287); pojemność zbiornika 6 — 8 litrów; średnica rury płuczącej co najmniej w świetle 30 mm. Zawartość zbiornika powinna się wylewać przy każdym splukiwaniu w ciągu 3—5 sekund. Płukanie winno się odbywać wodą wodociągową. Jest również możliwe płukanie misek klozetowych bezpośrednio z przewodu wodociągowego. W takim jednak wypadku należy się całkowicie zabezpieczyć przeciwko możliwości odwrotnego wysysania zanieczyszczeń od tegoż przewodu. Może to być osiągnięte przez przerwanie rury płuczącej tak, że nie może się utworzyć zamknięty strumień wody.

Warunki techniczne dotyczące urządzenia klozetów zawarte w przepisach miejskich mają brzmienie następujące:

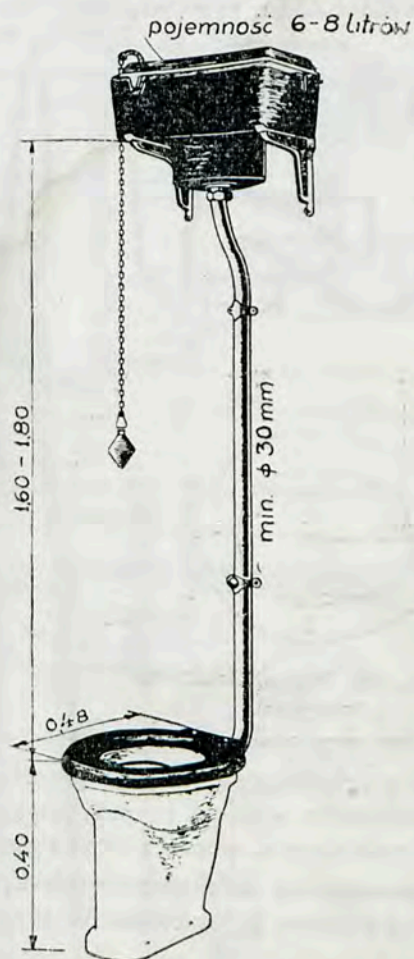
Klozety powinny być urządzone w pomieszczeniach oddzielnych od izb mieszkalnych. Wymiary klozetu na jedną miskę powinny wynosić co najmniej $0,85 \times 1,15$ m. Pomieszczenie winno być w miarę możliwości dostatecznie oświetlone i przewietrzane za pomocą okna bezpośrednio, lub ze świetlika, posiadać sztuczne oświetlenie i być zaopatrzone w oddzielny kanał wyciągowy. Podłoga powinna być z nieprzepuszczalnego materiału, ściany do wysokości 1,2 m od podłogi powinny być nieprzeziąkliwe i zupełnie gładkie.

Klozety ogólne w domach mieszkalnych powinny znajdować się w miarę możliwości wewnątrz budynku lub w pomieszczeniach murowanych, nakrytych żelbetowym lub ceglanym stropem z bezpośrednim wejściem z podwórza, zaopatrzonym w przedsionek lub podwójne drzwi. Pomieszczenia te powinny posiadać podłogę nieprzepuszczalną i wzniesioną co najmniej o 15 cm nad poziom podwórza oraz odpowiednie przewietrzanie i oświetlenie zarówno dzienne, jak i sztuczne.

W klozetach ogólnych w budynkach przeznaczonych dla większych skupień ludzi, np. domy noclegowe, wycieczkowe itp. można stosować w przypadkach wyjątkowych klozety grupowe, splukiwane samoczynnie; ścianki działowe pomiędzy miskami klozetowymi powinny posiadać przelot nad podłogą do wysokości nie niżej 15 cm, umożliwiający spływ do ogólnej kratki ściekowej.

Klozety ogólne powinny być ogrzewane i przewietrzane. O ile warunki miejscowe nie stoją na przeszkodzie, pomieszczenia klozetów ogólnych powinny być podpiwniczone dla ułatwienia dostępu do rur kanalizacyjnych.

Miski klozetowe siedzeniowe powinny być ze wszystkich stron odkryte i dostępne dla utrzymania w czystości. Zakrycie ich deskami oraz obmurowanie lub zabetonowanie jest niedopuszczalne. Miski zaś włoskie powinny być wpuszczane w płytę wzniesioną nad posadzkę.



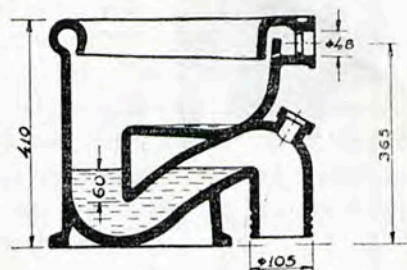
Rys. 287.

Miski klozetowe siedzeniowe powinny być umocowane śrubami mosiężnymi do deszczulek drewnianych, umieszczonych w posadzce pod miską i zalanych zaprawą cementową.

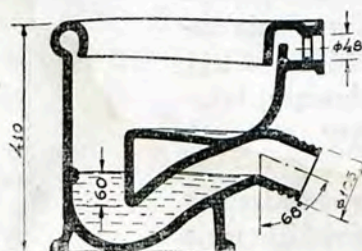
Miski klozetowe powinny być tak urządzone, żeby na misce pozostawała zawsze woda w warstwie przynajmniej 40 mm głębokości i żeby cała powierzchnia miski była należycie splukiwana wodą. Zamknięcie wodne powinno być umieszczane bezpośrednio pod miską.

Siedzenia na miskach, o ile są stosowane, powinny być z trwałego i niewrażliwego na wilgoć drzewa, grubości co najmniej 3 cm, umocowane na zawiasach, podnoszone ręcznie lub samoczynnie. Należy zabezpieczać rurę płuczącą przed zginięciem jej przez podnoszone siedzenie.

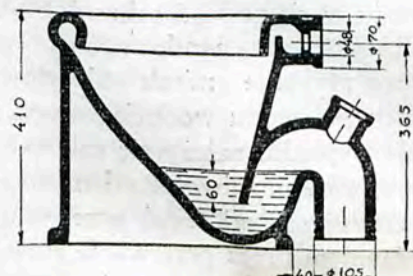
Odgałęzienie od przewodu spustowego pod klozet, mierzone poziomo, nie powinno być dłuższe niż 1,25 m; przy większej jego długości należy je zaopatrzyć w specjalną rurę nawietrzającą.



Rys. 288. Miska klozetowa talerzowa.



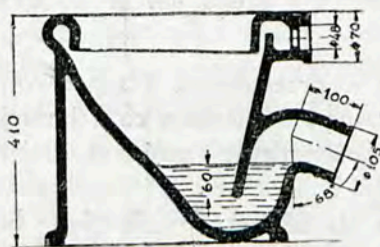
Rys. 289. Miska klozetowa talerzowa.



Rys. 290. Miska klozetowa lejowa.

Rury splukujące pomiędzy płuczką i miską powinny być ołowiane lub stalowe ocynkowane, prawidłowo wygięte i przymocowane do ściany. Połączenie ich z miską klozetową powinno być wykonane za pomocą stożka gumowego, umocowanego do rury i miski drutem.

Stosowane są dwa rodzaje misek, miski talerzowe i miski lejowe. Ramię przednie syfonu może być pionowe lub ukośne. W wypadku pierwszego rodzaju miski (rys. 288, 289) spadają



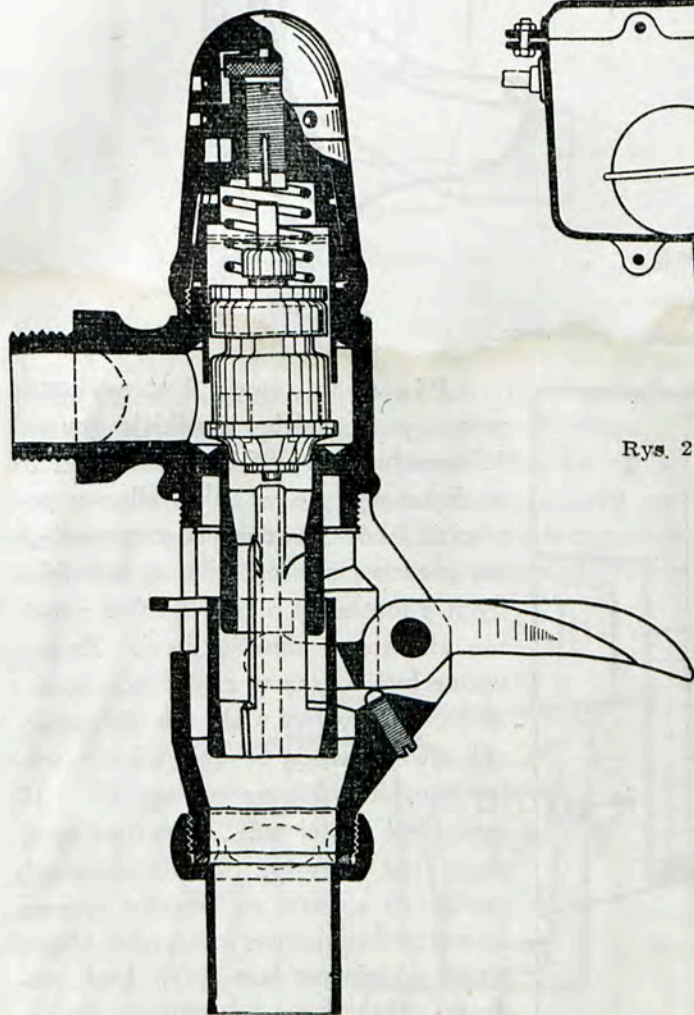
Rys. 291. Miska klozetowa lejowa.

odchody do miski z płytką wodą, wystarczającą dla zabezpieczenia przeciwko przyleganiu zanieczyszczeń. Zamknięcie wodne leży poniżej miski. Siła płucząca spadającej wody nie jest wykorzystywana bezpośrednio dla oczyszczania zamknięcia wodnego tak, że na ścianach wewnętrznych łatwo tworzą się narosty o nieprzyjemnym zapachu. W miskach lejowych (rys. 290, 291) dostają się odchody od razu do głębokiej wody. Wobec większego przekroju wodnego wymagany jest silniejszy strumień płuczący, poza tym pozostająca w leju woda do splukania nie zawsze

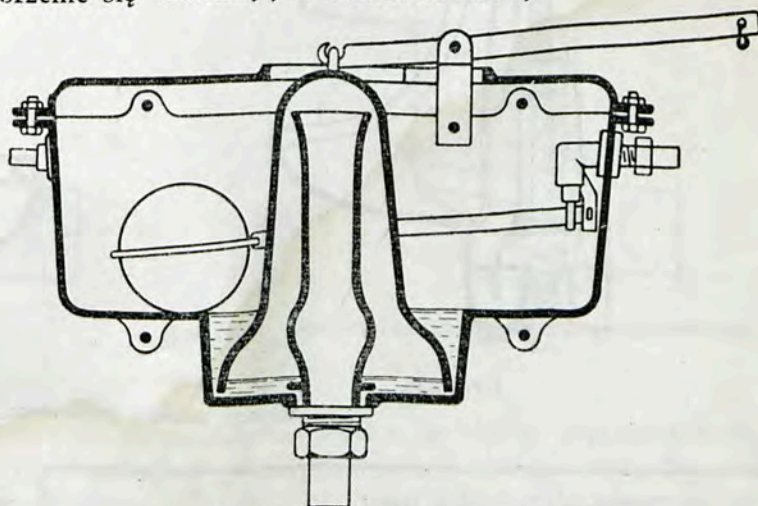
jest całkowicie czysta. Miski talerzowe są wygodniejsze w użyciu w domach mieszkalnych, podczas gdy lejowe stosowane są głównie w szkołach, szpitalach itp.

W wypadku konstrukcji klozetów wysysanych zamknięcie wodne na skutek swego kształtu jest silnie wysysane przez płuczący prąd wody. Nie jest potrzebna tu spadająca kolumna wody, wystarcza nisko wiszący zbiornik płuczący, wylewający w krótkim przeciągu czasu swoją zawartość.

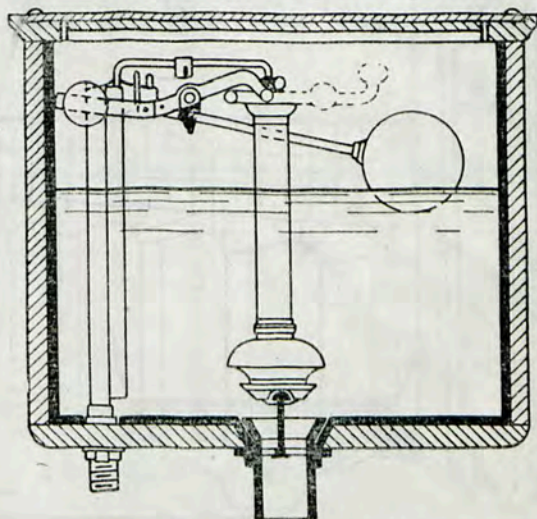
Płukanie bez zbiornika przy pomocy strumienia działa w sposób następujący. Przewód płuczący zacpatrzony jest w zamknięcie tłokowe (rys. 292) podnoszone gwałtownie przy pomocy dźwigni — rączki naciskanej. Zamykanie odbywa się stopniowo, zależnie od odpowiednio dostosowanego napięcia spiralnej sprężyny. Osiąga się przez to zabezpieczenie przeciwko uderzeniom w przewodzie wodociągowym. Przez odpowiednie napięcie sprężyny może być regulowana ilość wody płuczącej; wynosić ona powinna 1,5 litr/sek. Rury płuczące muszą być tu wymiarowane obficie. Nie mogą być stosowane przekroje mniejsze niż 40 mm. Ssanie odwrotne jest w konstrukcji tej w ten sposób wyłączone, że zewnętrzna obudowa posiada otwory w postaci szpar, które uniemożliwiają utworzenie się zamkniętych strumieni wody.



Rys. 292. Zamknięcie tłokowe w przewodzie płuczającym.



Rys. 293. Zamknięcie dzwonowe zbiornika płuczącego.



Rys. 294. Zamknięcie stopowe zbiornika płuczącego.

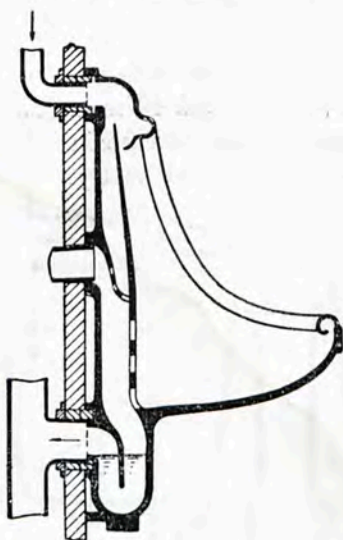
Zaletami tego ostatniego urządzenia płuczącego w stosunku do zbiorników płuczących są bardziej prosta instalacja, potrzeba mniejszej konserwacji, mniejsza czułość na mrozy oraz lepszy wygląd zewnętrzny.

Ogólne koszty instalacji obu systemów równoważą się z uwagi na większe koszty przewodów wodociągowych w układzie płukania bezzbiornikowego.

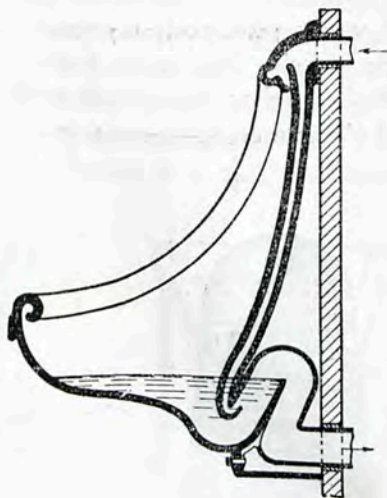
Miski klozetowe i pisuarowe wyrabiane są z fajansu, porcelany lub kamionki, z jasną staranną polewą. W ustępach ogólnych mogą być stosowane miski żeliwne wewnątrz z polewą.

Zbiorników płuczących istnieje wiele konstrukcji. Przeważnie wszystkie wylewają nagromadzony w nich zapas wody przy pociągnięciu za rączkę pociągacza, umocowanego u góry do dźwigni, która uruchamia zamknięcie przewodu płuczającego. Zamknięcie może być dzwonowe (rys. 293), przy podniesieniu szybkim dzwonu działanie lewarowe powoduje wypróżnienie się

zbiornika, lub stopowe (rys. 294). Przewód wodociągowy, z którego zapełnia się zbiornik, zaopatruje się w zamknięcie pływakowe, otwierające wylot rury wodociągowej przy opróżnionym zbiorniku, zamykające go przy określonym poziomie wody.

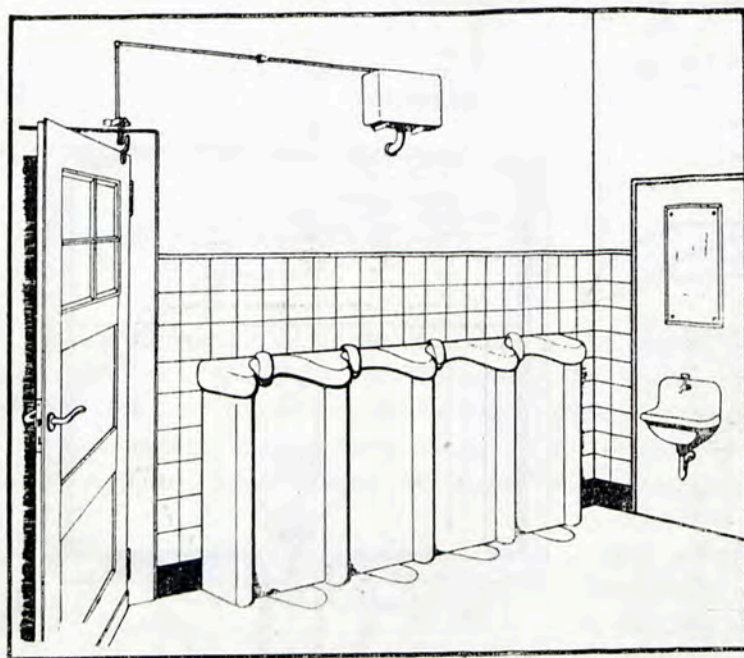


Rys. 295.



Rys. 296.

ścienne muszle pisuarowe.



Rys. 297. Grupowe urządzenie pisuarowe ze splukiwaniem uruchamianym przy pomocy drzwi.

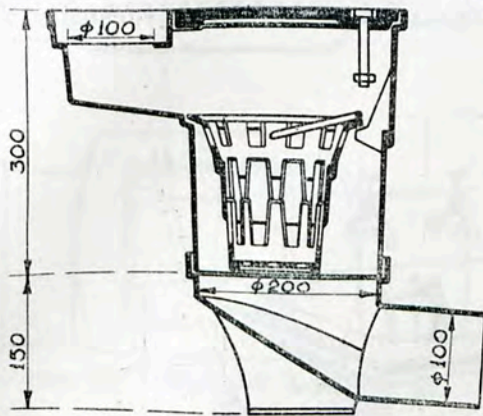
zaopatrzonym w zamknięcie wodne. W urządzeniach grupowych (rys. 297) szerokość stoiska wynosi 0,70—0,80 m.

Wodę z podwórz, dróg i w ogóle z powierzchni terenu odprowadza się za pomocą wpustów podwórzowych (rys. 298, 299). Wszystkie wpusty powinny być zaopatrzone w syfony, dostatecznie gęste kratki i nieprzepuszczalne urządzenia osadowe, celem zatrzymania osadów, gruzu, śmieci.

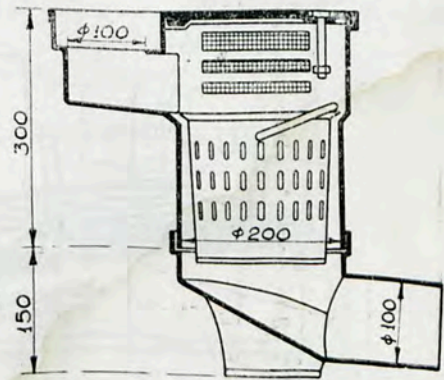
Wpusty mające na celu przyjmowanie wody deszczowej umieszczane są w najgłębszym miejscu podwórza i do tego miejsca są sprowadzane ze spadkami rynsztoki podwórzowe. Wpusty dla wody zużytej ustawia się cokolwiek wyżej poziomu podwórza, 10—15 cm, i otacza niewysokim obmurowaniem wyprawionym zaprawą cementową. Otrzymuje się w ten sposób zlew podwórzowy, do którego należy doprowadzić wodę od źródła podwórzowego lub studni.

Pisuary mogą być wykonywane w kształcie gładkich muszel ściennych (rys. 295, 296), zaopatrzonych na wylocie w sitko, albo w postaci żłobków naziemnych z odpowiednią pionową częścią ścienną, wyrobionych z materiału o powierzchni zupełnie gładkiej i niewsiąkliwej. Zaopatrzone być muszą w zamknięcie wodne i powinny być stale lub okresowo splukiwane wodą ze zbiorników, wylewających każdorazowo co 5 — 10 minut nie mniej niż 2,5 litra wody w ciągu pół minuty. W urządzeniach otwartych stosuje się pisuary ścienne ze stale odnawianym pokryciem ściany smarem oleistym tam, gdzie brak wody do splukiwania lub istnieje obawa jej zamarzania. Podłoga w takich pomieszczeniach musi być wodoszczelna i mieć spadek do kratki nad wpustem

We wpustach wystawionych na działanie mrozu poziom wody w studzienkach osadowych i syfonach powinien znajdować się na głębokości zabezpieczonej od zamarzania tj. głębiej niż 1,65 m pod powierzchnią ziemi. Powierzchnia terenu dookoła wpustu powinna być pokryta trwałą nawierzchnią.



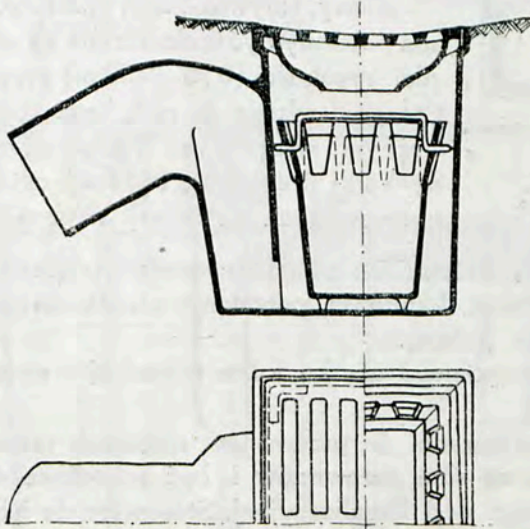
Rys. 298. Wpust deszczowy.



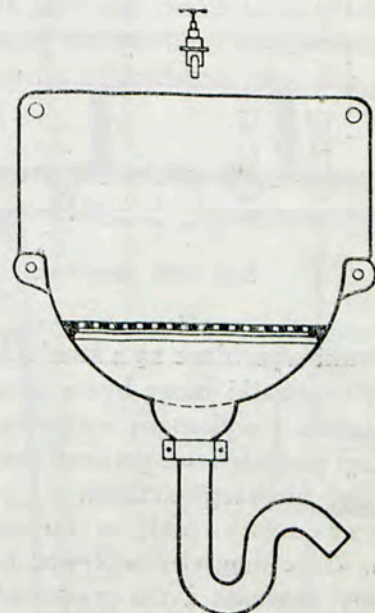
Rys. 299. Wpust deszczowy z bocznym przelewem.

Wpusty podłogowe służą do odprowadzenia wód z podłóg w większych kuchniach, łazienkach, pralniach, rzeźniach i tych zakładach przemysłowych, w których w czasie pracy duże ilości wody spływają na podłogę. Podłoga wykonana być musi z materiału nienasiąkliwego ze spadkiem do miejsca wpustów. Kratkę wpustu ustawia się poziomo.

Podobnie jak wpusty podwórzowe wpusty podłogowe składają się ze skrzynki z wiaderkiem na zatrzymanie grubszych i cięższych zanieczyszczeń, syfonu oraz kratki (rys. 300). Wykonanie ich różni się zasadniczo tym, że są znacznie płytsze.



Rys. 300. Wpust podłogowy.



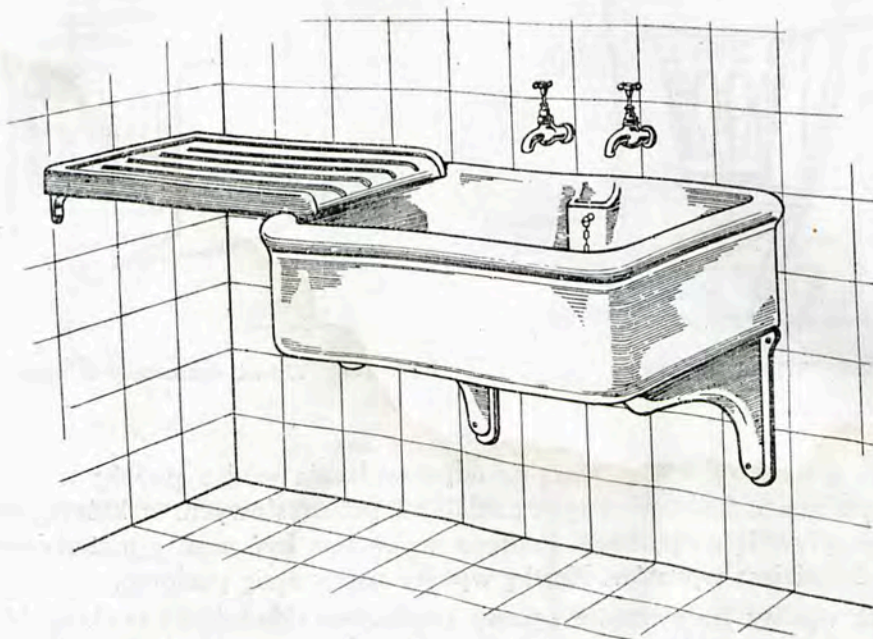
Rys. 301. Zlew.

Wpusty podwórzowe wyrabiane są z kamionki, betonu lub żeliwa; wpusty podłogowe z żeliwa. Wszelkie kraty, pokrywy, płyty, wpuszczane w powierzchnię podwórza lub podłogi powinny być żeliwne.

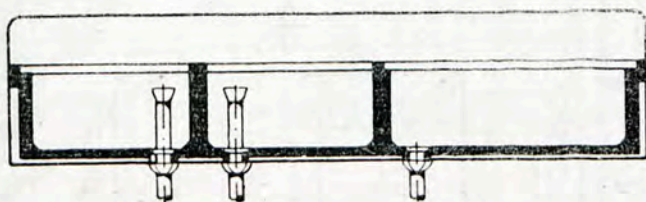
Urządzenia zlewowe (rys. 301) przeznaczone są do wylewania w nie wody za brudzonej bez piasku i większych zanieczyszczeń stałych. Do mycia, płukania naczyń kuchennych i laboratoryjnych stosowane są zmywaki (rys. 302, 303).

Wszelkiego rodzaju przybory zlewowe powinny posiadać sitka stanowiące część urządzenia zlewowego lub przymocowane na stałe przed syfonem. Zlew powinien być zaopatrzony w kurek wodociągowy do przemywania miski zlewowej i syfonu.

Zmywaki i zlewy w większych kuchniach powinny być zaopatrzone w urządzenia do zatrzymywania zawartych w ściekach tłuszczów (tłuszczowniki), posiadające powierzchnię dostateczną do ochładzania ścieków; urządzenia te powinny mieć otwory łatwo dostępne do czyszczenia.



Rys. 302. Zmywak.



Rys. 303. Zmywak.

Zlewy, zmywaki, umywalki itp. urządzenia powinny być umieszczone na odpowiedniej wysokości (0,70—0,80 m) przy ścianach i przytwierdzone do nich bądź śrubami mosiężnymi, wkręconymi w zaprawione w ściany kołki drewniane, bądź też ustawione na umocowanych do ściany wspornikach.

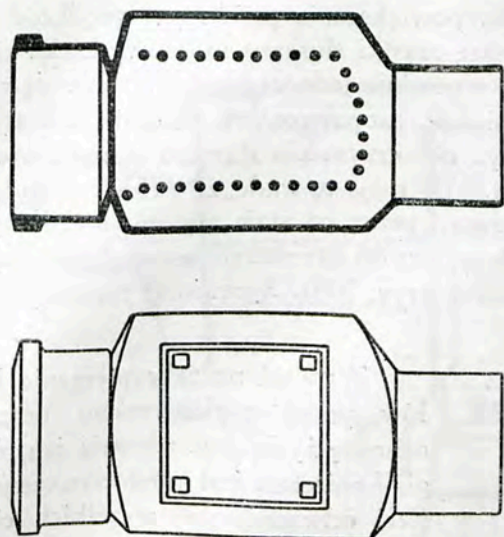
Zmywaki wyrabiane są z kamionki, fajansu, betonu lub z metalu nierdzewiejącego. Zlewy kuchenne, umywalki mogą być z kamienia, fajansu, kamionki, porcelany, nierdzewiejącego metalu lub żeliwa z wykonaną wewnątrz starannie polewą.

Podłogi pod zlewami przeznaczonymi dla wspólnego użytku kilku mieszkań i w łazienkach powinny być nieprzepuszczalne.

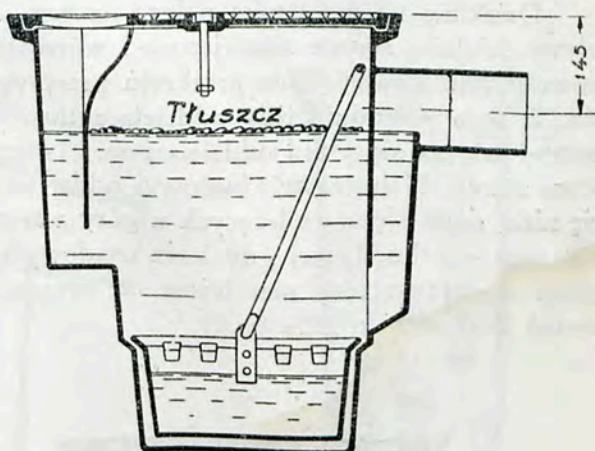
Czyszczaaki mają za zadanie niedopuszczanie do przewodów ulicznych takich zanieczyszczeń, które mogłyby wpływać szkodliwie na stan przewodów i być szkodliwe dla zdrowia, a nawet zagrażać życiu pracowników obsługi sieci kanalizacyjnej. Stosownie do ich zadania można je podzielić na 3 grupy: czyszczaaki deszczowe, oddzielacze tłuszczu (tłuszczowniki), oddzielacze benzyny.

Czyszczaaki deszczowe stosowane są tylko tam, gdzie istnieje niebezpieczeństwo zatkania przewodów gruntowych przez liście lub odłamki pokrycia dachów. Użycie ich ogranicza się do okolic o silnym opadaniu liści oraz w starych domach krytych dachówką, łupkiem o złym stanie dachów. Budowa czyszczaaków polega na umieszczeniu u podstawy rury spustowej kraty, łosza z otworami lub szparami itp. (rys. 304).

Tłuszczowniki mają za zadanie zatrzymywanie tłuszczu w celu zabezpieczenia przewodów kanalizacyjnych od zarośnięcia tłuszczem i zatkania się oraz objawami jego gnicia. Ze-

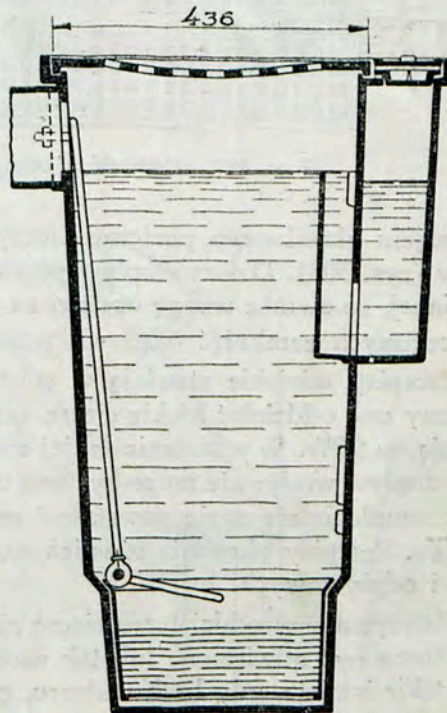
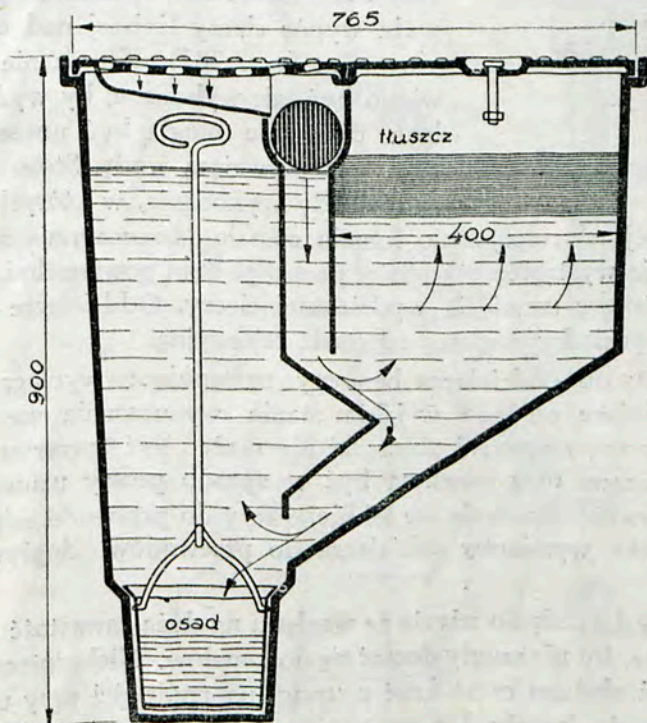
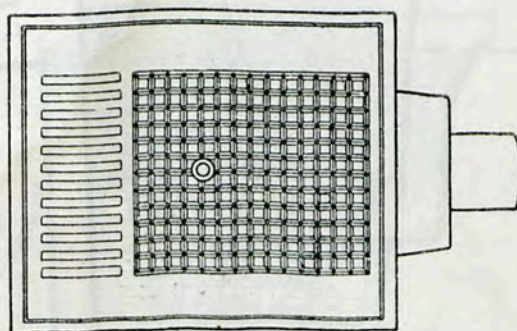


Rys. 304. Czyszczak deszczowy.



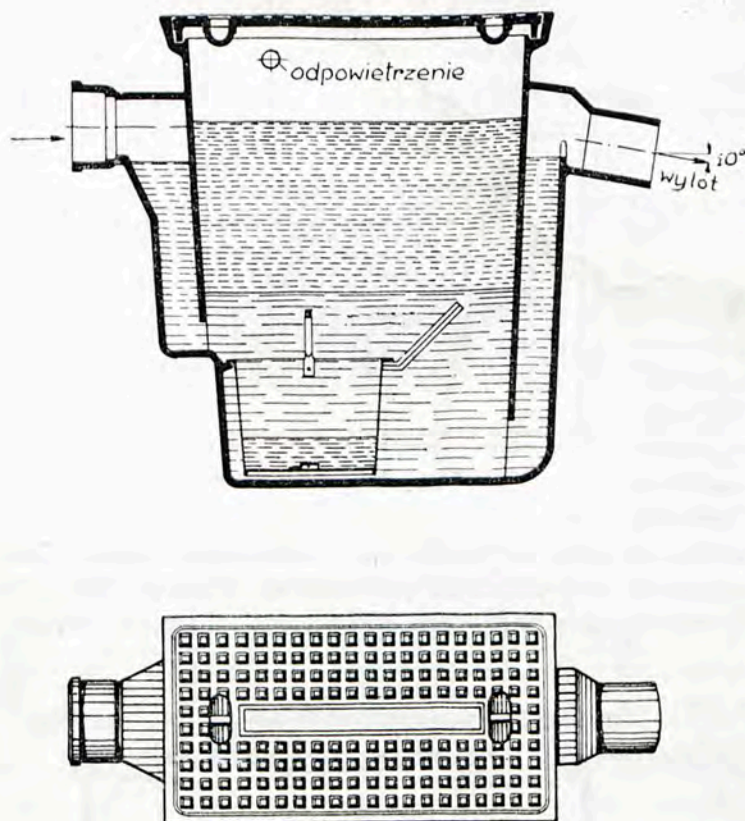
Rys. 305. Tłuszczownik.

brany tłuszcz przedstawia poza tym pewną wartość jako surowiec techniczny. Tłuszczowniki umieszcza się na przewodach odwadniających zakłady przemysłowe, z których odpływają z wodą duże ilości tłuszczów, jak gospody rzeźnie, wytwórnie kielbas i konserw, mydlarnie, fabryki jedwabiu—itp. Uzyskany tłuszcz może być użyty do różnych celów technicznych i przy stałym regularnym wyczerpywaniu może w krótkim czasie pokryć wydatki związane z wybudowaniem tłuszczowników. Najodpowiedniejszym miejscem na wbudowanie oddzielnika tłuszczu jest bezpośrednie sąsiedztwo wpustu. W wypadku większej ilości przewodów doprowadzających tłuszcz np. w rzeźniach, wskazane jest umieszczenie większego oddzielnika tłuszczu poniżej połączenia wszystkich odpływów.



Rys. 306. Tłuszczownik.

Działanie tłuszczownika polega na tym, że przez powiększenie przekroju prędkość przepływu ścieków zostaje zmniejszona i wówczas mniejsze cząstki tłuszczu mogą wydzielić się na powierzchni. Powiększenie przekroju przepływowego wywołuje jednocześnie osadzanie się zawieszin. Z tego powodu każdy oddzielnik tłuszczu musi być zaopatrzony w osadnik lub też ten ostatni włącza się przed oddzielaczem. Należy dążyć do otrzymania tłuszczu w możliwie czystym stanie. Najprostsze budowy oddzielacze (rys. 305) mają tę wadę, że z osadów podnoszą się nitki mułu sięgające leżących u góry warstw tłuszczu, przez co staje się on niezdolny do dalszego użytku. Lepiej gdy kosz osadowy oddzielony jest od przestrzeni gromadzenia się tłuszczu oraz czyszczony niezależnie od usuwania tłuszczu (rys. 306). Sprawność niektórych wykonanych dochodzi do 95%.



Rys. 307. Oddzielnik benzyny.

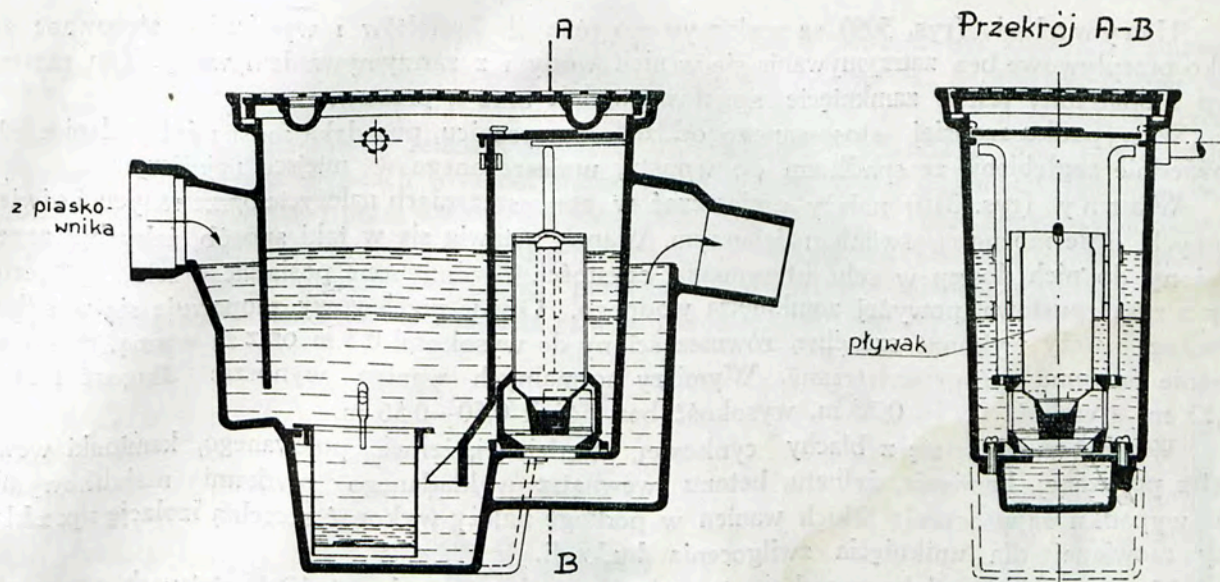
osiągnięciu określonego poziomu cieczy lżejszej odpływ do kanału zostaje samoczynnie zamknięty (rys. 308). Dalszy dopływ powoduje wystąpienie ścieków ponad poziom powierzchni odwadniającej, co zwraca uwagę obsługi na potrzebę usunięcia wydzielonej cieczy. Oddzielacze bez samoczynnych zamknięć odpływu muszą posiadać większą zdolność retencyjną.

Przepisy miejskie stawiają w stosunku do oddzielnika benzyny następujące wymagania. Powinny one oddzielać lekkie ciecze, niezależnie od tego, w jakim stanie wymieszania one dopływają, w 95%. Wydzielanie takiej cieczy w przestrzeni zbiorczej nie może być przerywane przez dopływ wody; nie może być ona unoszona oraz powinna być w sposób prosty usuwana. Przez zamulenie nie może powstawać możliwość przelania się lekkiej cieczy do przewodu odpływowego. Przepisy określają również stosunki wymiarów oddzielnika do przewodów dopływowych i odpływowych.

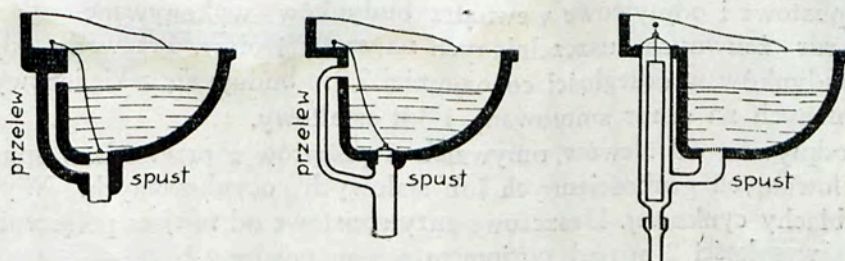
Zatrzymane w oddzielniku ciecze nie nadają się do użycia ze względu na dużą zawartość wody. Muszą być odwiezione lub tak usunięte, by nie mogły dostać się do kanałów. Niebezpieczeństwo takie istnieje, gdy brak nadzoru, gdyż obsługa częstokroć z uwagi na trudności przy usuwaniu dla swej wygody wyrzuca wszystko do kanału. Do usuwania należy stosować specjalnego rodzaju wozy i najlepiej, gdy wykonuje to straż ogniowa.

Z uwagi na zabezpieczenie kanałów przed uszkodzeniem oraz na ochronę życia oraz zdrowia ich obsługi, konieczne jest niedopuszczenie do sieci odwadniającej wszelkich cieczy groźnych z powodu łatwopalności oraz wybuchowości. Daje się to osiągnąć najprościej i najcelowiej w miejscach, gdzie tego rodzaju cieczy dochodzą, tj. w garażach, warsztatach napraw samochodów, przy zbiornikach paliwa płynnego itp. Urządzenia mające za zadanie zatrzymanie lekkich cieczy noszą nazwę oddzielników benzyny.

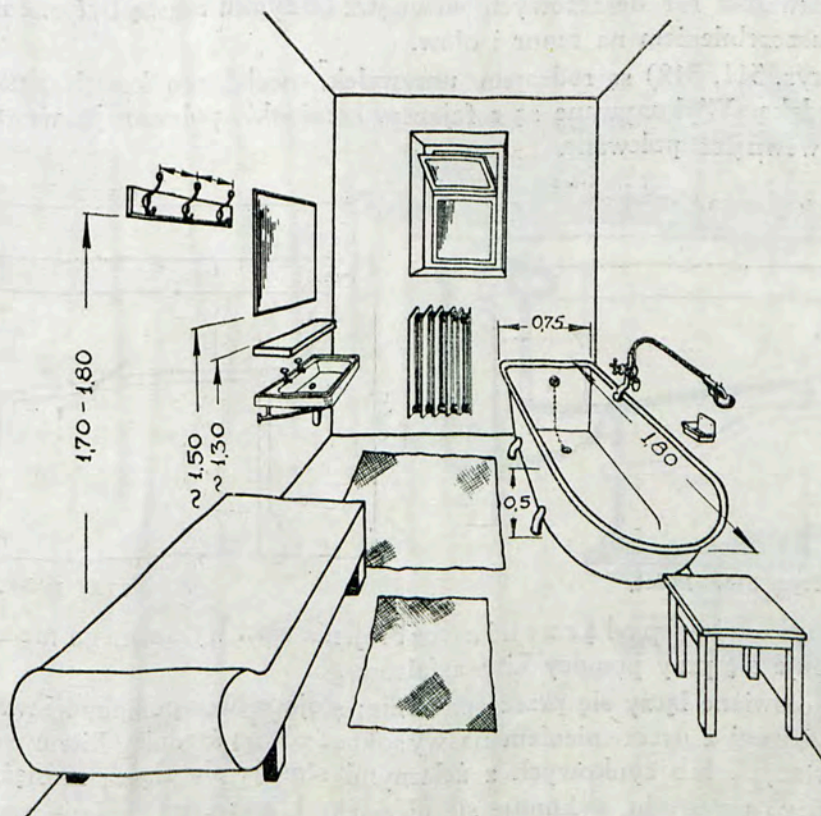
Zasada ich budowy oparta jest podobnie jak przy oddzielaczach tłuszczu na zjawisku wydzielania się na powierzchni z mieszaniny cieczy o różnym ciężarze gatunkowym cieczy lżejszej, gdy prędkość przepływu zostanie tak dalece zmniejszona, że przeważa wypór cieczy lżejszej nad energią ruchu (rys. 307). Urządzenie powinno być tak wykonane, by wydzielana ciecz nie mogła być unoszona przez przepływającą wodę. Stosowane są niekiedy wykonania, w których po



Rys. 308. Oddzielacz benzyny z samoczynnym zamknięciem.



Rys. 309. Różne konstrukcje umywalek.



Rys. 310. Łazienka z wanną i umywalką.

Umywalki (rys. 309) są wykonywane różnych kształtów i wyniarów, stosowane są jako przepływowe bez zatrzymywania się w nich wody i z zatrzymywaniem wody. Ten ostatni typ zaopatrzony jest w zamknięcie spustowe w dnie oraz w przelew.

W wypadku rzadziej stosowanego oddzielnie prysznicy, posadzka musi mieć pod nim odpowiednie zagłębienie ze spadkiem do wpustu, umieszczonego w miejscu najniższym.

Wanny (rys. 310) należy umieszczać w pomieszczeniach należycie ogrzewanych i oświetlonych, o ile możliwości, światłem dziennym. Wanny ustawia się w taki sposób, żeby był zapewniony do nich dostęp w celu utrzymania czystości. Powinny one posiadać przelew, połączony z rurą spustową powyżej zamknięcia wodnego. Otwór przelewowy zaopatruje się w sitko. Podłogi należy wykonać szczelne, również ściany do wysokości 0,3 m oraz za wanną. Pomieszczenie powinno być przewietrzane. Wymiary normalnych wanien wynoszą: długość 1,68—1,83 m, szerokość 0,73—0,76 m, wysokość bez nóżek 0,50—0,56 m.

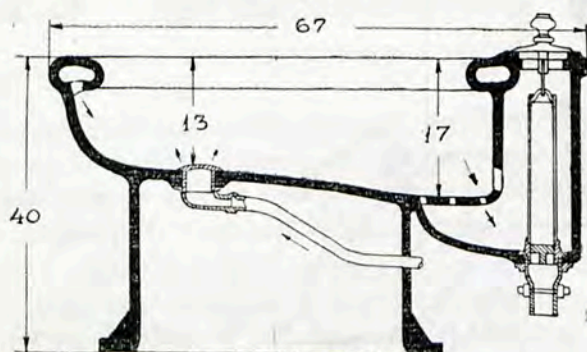
Wanny wyrabia się z blachy cynkowej, miedzianej, żeliwa polewanego, kamionki wewnętrznie polewanej, kamienia, żelbetu, betonu wewnątrz wykładanego płytkami majolikowymi. W wypadku zapuszczania takich wanien w podłogę należy wykonać szczelną izolację np. z blachy ołowianej dla uniknięcia zwilgocenia budowli.

Na przewodach odpływowych powinny być urządzone w odpowiednich miejscach otwory rewizyjne zamykane szczelnie. Czyszczeniaki mogą być umieszczane w studzienkach rewizyjnych o średnicy wynoszącej w świetle co najmniej 0,80 m.

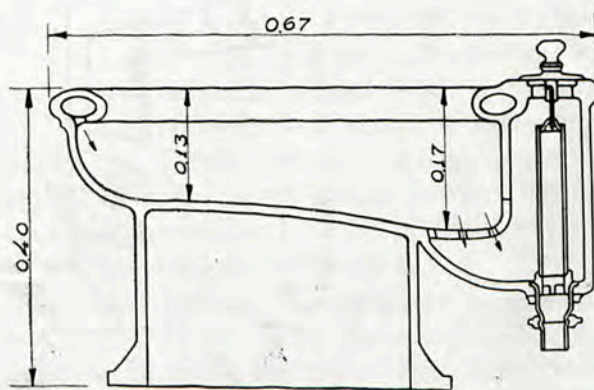
Przewody spustowe i odpływowe wewnątrz budynków wykonywane są z kielichowych cienkościennych rur żeliwnych uszczelnianych na sznur i ołów. Przewody odpływowe, układane zewnątrz budynków w odległości co najmniej 2,0 m buduje się z kielichowych rur kamionkowych uszczelnianych na sznur smołowany i kit asfaltowy.

Połączenia odpływów od zlewów, umywalk i pisuarów z przewodami spustowymi wykonuje się z rur ołowianych grubościennych lub stalowych ocynkowanych. Wyciągi wietrzące wykonuje się z blachy cynkowej. Deszczowe rury spustowe od miejsca połączenia ich z kanałem odpływowym do wysokości 2 m nad poziomem terenu powinny być żeliwne. Powyżej mogą być wykonane z blachy cynkowej, żelaznej ocynkowanej lub miedzianej. Przepisy niemieckie są bardziej tolerancyjne, gdyż wymagają żeliwa na wysokość 1,75 m oraz 0,25 m poniżej terenu. W wypadku ustawiania rur deszczowych wewnątrz budynku muszą być one na całej swej długości żeliwne z uszczelnieniem na sznur i ołów.

Bidet (rys. 311, 312) są rodzajem umywalk, specjalnego kształtu, ustawionych nisko 0,40 m nad posadzką. Wykonywane są z fajansu, kamionki polewanej wewnątrz i zewnątrz, rzadziej żeliwne wewnątrz polewane.



Rys. 311. Bidet.

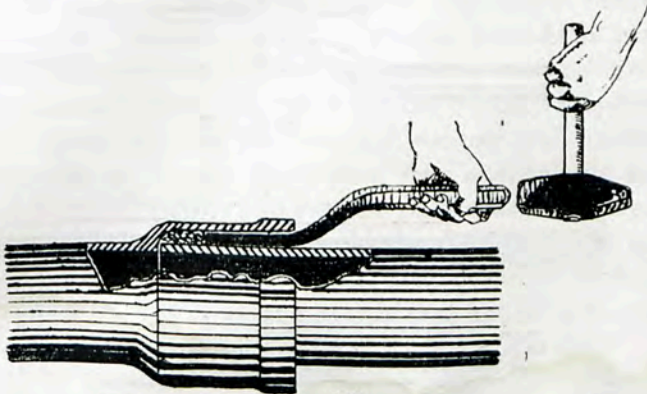


Rys. 312. Bidet.

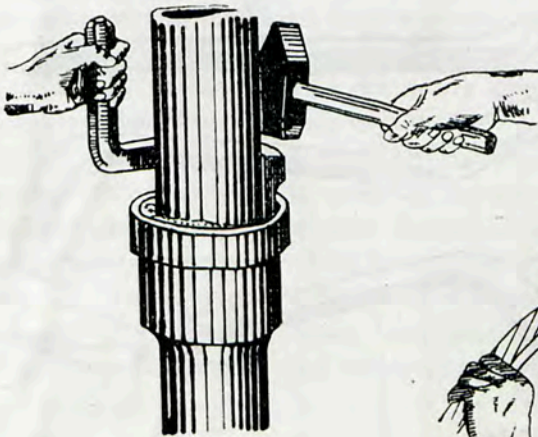
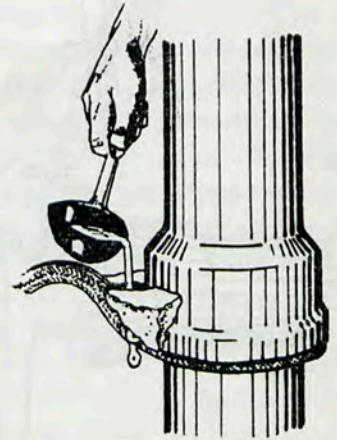
Uszczelnienie połączenia uzbrojenia sieci wykonanego nie z metalu z rurami żelaznymi wykonuje się przy pomocy kitu asfaltowego.

Leżące rury ołowiane łączy się przez spawanie; stojące przy pomocy spawania lub włożenia jednego końca w drugi z uszczelnieniem na wysokość równą średnicy kitem minowym. Do połączenia rur ołowianych lub cynkowych z żelaznymi stosuje się złącza mosiężne, uszczelnienie w kielichu żelaznego przewodu wykonuje się ołowiem. Uszczelnienie pomiędzy wyciągiem z blachy cynkowej i pionem żeliwnym wykonuje się również i z asfaltu.

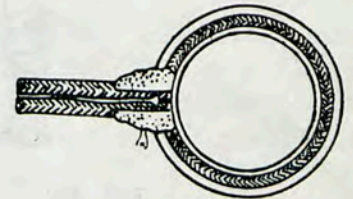
Uszczelnienie wszystkich styków czy złącz powinno być wykonane starannie, by nie mogły powstawać zacieki stropów i ścian brudnymi odpływami. Szczególną uwagę zwrócić należy na styki znajdujące się w trudno dostępnych miejscach, gdzie dobijanie materiałów uszczelniających przy pomocy żelaza o zwykłym kształcie (rys. 313—321) nie jest możliwe. Można w niektórych miejscach trudność uszczelniania ominąć przez wykonanie jego dla dwóch odcinków rur na boku i przez wstawienie połączonych odcinków w rurę spustową. Podawanie i wstawianie musi być prowadzone bardzo ostrożnie, by nie nastąpiło w jego trakcie naruszenie szczelności złącza. Godnymi polecenia są narzędzia stosowane w Ameryce pozwalające na dojście nimi do miejsc trudnych dla dobicia sznura i ołowiu (rys. 322, 325).



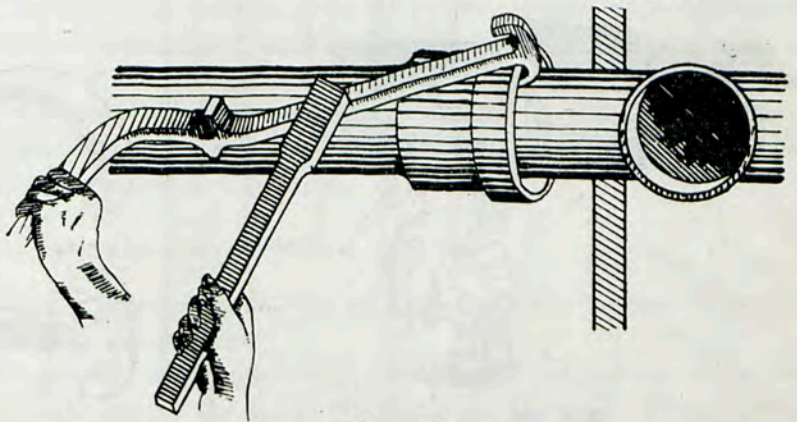
Rys. 313.



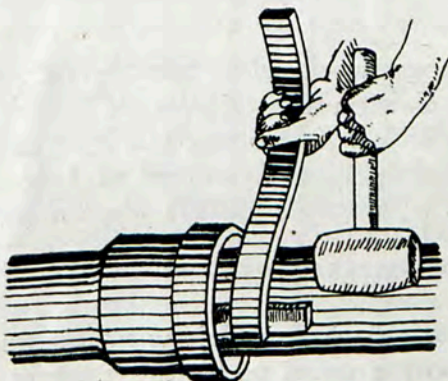
Rys. 315.



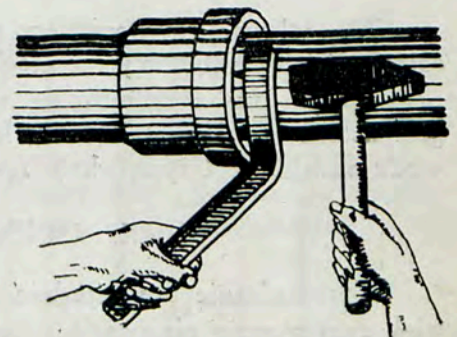
Rys. 314.



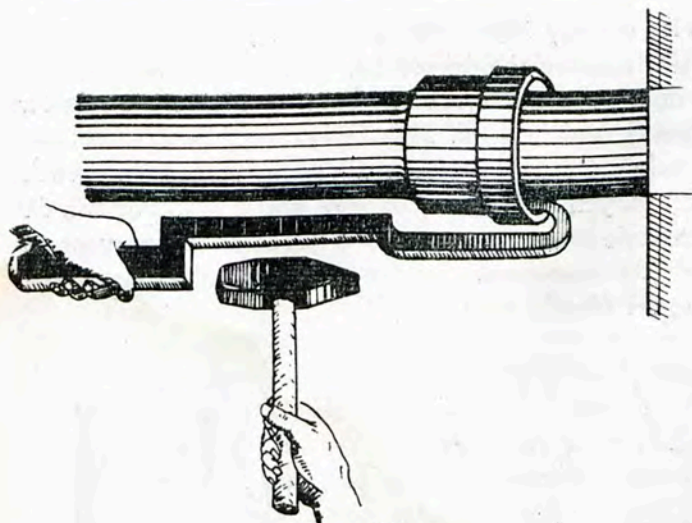
Rys. 316.



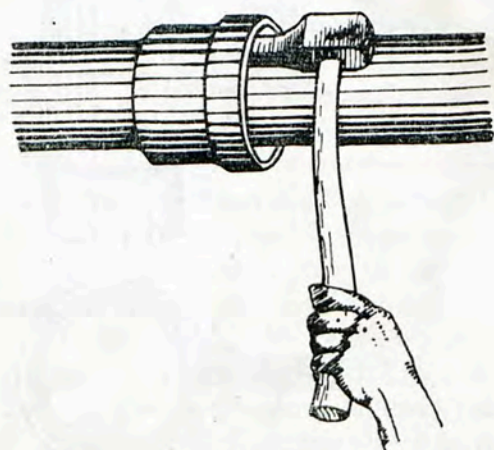
Rys. 317.



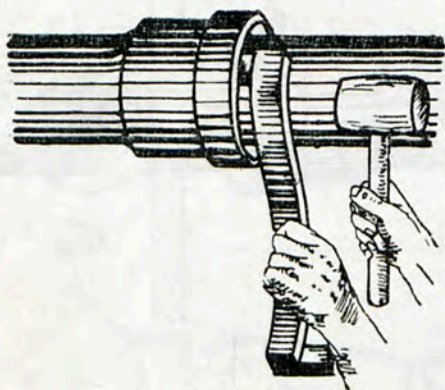
Rys. 318.



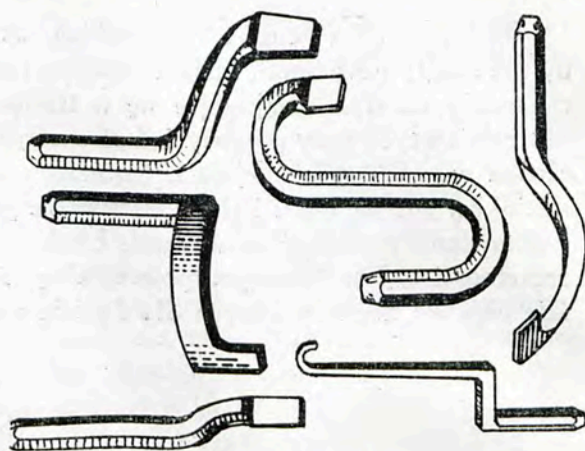
Rys. 319.



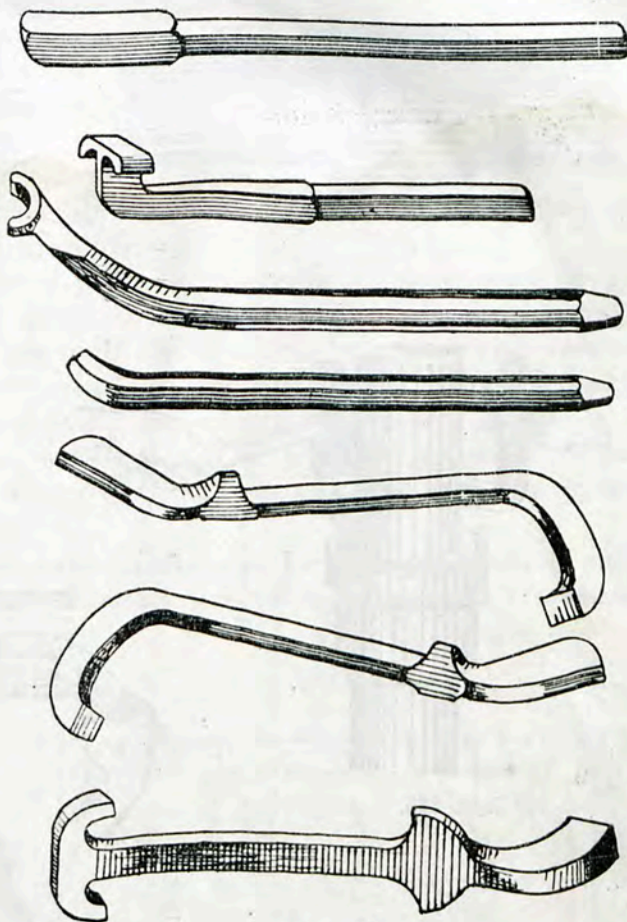
Rys. 320.



Rys. 321.



Rys. 322.



Rys. 323.

Przy wlewaniu roztopionego ołowiu w kielichy rur spustowych należy przedsięwziąć środki ostrożności, by robotnicy nie mogli podlegać oparzeniom ołowiem wylewającym się z łyżek lub pryskającym przy zetknięciu się jego z wilgotną opaską glinianą. Z tego względu lepiej zamiast gliny stosować chomąta żelazne lub ze sznurka azbestowego, przytrzymywanego na końcu obwodu zaciskiem. Użycie gliny ogranicza się wówczas do wytworzenia gniazda wlewowego.

IX. OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW MIEJSKICH

Wprowadzanie bezpośrednie do odbiornika ścieków miejskich powoduje w mniejszym lub większym stopniu niepożądane, częstokroć szkodliwe objawy z uwagi na higienę, estetykę oraz ze względów gospodarczych.

Ścieki niosą z sobą czereg rodzajów chorobotwórczych bakterii. Najgroźniejsze z nich dla zdrowia ludności są bakterie cholery i duru brzusznego. Jeżeli wodę z rzeki poniżej wylotu kanalizacji miejskiej wykorzystuje się dla celów gospodarstwa domowego lub korzysta się z niej dla celów kąpielowych, istnieje stałe niebezpieczeństwo przenoszenia przez nią chorób zakaźnych.

Wody odbiornika zanieczyszczone ściekami budzą poważne zastrzeżenia natury estetycznej. Powstające zjawiska gnicia i odkładów mułu wywołują bardzo przykre objawy psucia się powietrza, uniemożliwiające przebywanie na brzegu rzeki, korzystanie z niej dla celów rekreacyjnych, kąpielowych, sportowych, a nawet mieszkanie w jej pobliżu.

Z punktu widzenia gospodarczego ścieki miejskie powodują szkody w gospodarce rybnej, rolnictwie, leżących poniżej wylotu zakładach wodociągowych i przemyśle.

Powodowane ściekami zanieczyszczenie wód odbiornika zmusza niektóre rodzaje, szczególnie szlachetniejszych ryb, do wywędrowania względnie w braku jego możliwości wywołuje ich śnięcie. Osadzający się na dnie mul stanowi stałe niebezpieczeństwo dla rybactwa, powodując zakłócenie w bilansie tlenowym oraz wydzielanie trujących gazów. Poza tym odbija się on ujemnie na możliwości życia ryb, ze względu na zmniejszenie się ich pożywienia oraz ograniczanie miejsca tarlisk i niszczenie składanej ikry. Ryby utrzymujące się w wodach zanieczyszczonych ściekami miejskimi posiadają nieprzyjemny błotnisty smak i częstokroć odrażający zapach, co czyni je niepokupnymi i stawia pod znakiem zapytania ich użycie, jako środka spożywczego dla ludzi.

Wprowadzenie ścieków miejskich do odbiornika może uniemożliwić wykorzystanie jego wód dla celów gospodarczych w rolnictwie. Nie nadają się takie wody do pojenia bydła i rozpowszechnionego u nas prania bielizny. Ścieki powodują silne zachwaszczenie wód stojących lub miejsc o słabym przepływie wody.

Zakłady wodociągowe pobierające wodę z zanieczyszczonego ściekami odbiornika mają bardzo poważne trudności w uzyskaniu czystej, zdrowej i smacznej wody.

Wiele zakładów przemysłowych korzystać musi z bardzo czystej wody. Koszt oczyszczania silnie zanieczyszczonej ściekami wody często jest tak poważny, że przemysł się nie opłaca. Osiedlać się więc musi gdzieindziej.

W celu zapobieżenia tym niepożądanym i szkodliwym objawom stale rosnącego, w miarę wzrostu urbanizacji życia, zanieczyszczenia rzek rozwijają się stopniowo coraz to doskonalsze sposoby oczyszczania ścieków miejskich przed ich wprowadzeniem do odbiornika. Sposoby oczyszczania oparte są na zachodzących w naturze procesach samooczyszczania się wód. Są one sztucznie upodobnione i przyspieszone. Z tego względu przed przystąpieniem do opisanie sposobów sztucznego oczyszczania ścieków dla zrozumienia ich przebiegu zapoznać się należy ze zjawiskiem samooczyszczania się wód zachodzącym w naturze.

IX. 1. SAMOOCZYSZCZANIE SIĘ WÓD.

Samooczyszczanie się wód polega w przeważnej mierze na zjawiskach biologicznych, w stopniu mniejszym na zjawiskach fizykalno-chemicznych.

Do zjawisk fizykalnych należy sedymentacja i adsorbcja, powodujące strącenie z wody nierozpuszczonych zanieczyszczeń. Zjawiska czysto chemiczne polegają na hydrolizie i utlenieniu materii, jako produkt końcowy powstają amoniak, dwutlenek węgla, metan, wodór, azotany, siarczany i fosforany.

Biologiczny rozkład postępuje pod wpływem bakterii, pierwotniaków, grzybów, robaków i larw, tworzących zmienny pod względem ilości plankton wód naturalnych.

Gdy do czystej wody dostanie się jakiegokolwiek zanieczyszczenie organiczne, natychmiast rozpoczyna się jego rozkład przez drobnoustroje. Związki organiczne, powstające jako objaw życia, rozkładane są na prostsze składniki chemiczne, służące znów dalej do budowy nowego życia organicznego. Ponieważ przemiana ta odbywa się częściowo na drodze biologicznej, częściowo chemicznej, nazwano ją procesem biochemicznym.

Proces biochemicznego rozkładu związków organicznych przebiega zależnie od obecności lub braku tlenu różnie. W wypadku obecności tlenu zachodzi utlenianie — rozkład, — zaś w wypadku braku tlenu redukcja — gnienie. W procesie utleniania wytwarza się głównie dwutle-

nek węgla, przy procesie gnicia gaz błotny — metan. Utlenianie związane jest z zużyciem tlenu. Ilość zużywana niezbędna do rozkładu nazywana jest tlenem biochemicznym. Z jego ilości można się zorientować o ilościach rozłożonych związków organicznych.

Podstawę życia w wodzie stanowi roślinny plankton. Rozwija się on w środowisku zawierającym produkty rozpadu białka, a więc w wodzie ze szczątkami obumarłych zwierząt i roślin oraz zanieczyszczonej przez ścieki z resztkami organicznymi.

Świat organiczny w wodzie dzieli się na organizmy budujące materię i niszczące. Do grupy pierwszych należą wszystkie rośliny zielone, które przy pomocy chlorofilu wytwarzają z prostszych związków nieorganicznych złożone połączenia organiczne. Do drugiej należą wszystkie organizmy, od mikroskopijnych pierwotniaków, robaków aż do wielkich drapieżnych ryb włącznie.

Planktonem nazywamy żyjące w wodzie przeważnie drobne zwierzęce i roślinne organizmy, zdolne ze względu na swoją postać unosić się w wodzie i być przez prąd wody przenoszone z miejsca na miejsce. Częściowo są to organizmy nie obdarzone właściwością samodzielnego poruszania się, częściowo obdarzone.

Ścieki organiczne działają ujemnie przez gnicie zawartych w nich związków organicznych, na skutek czego wszystkie organizmy wymagające czystej wody zamierają, względnie zostają usunięte z miejsca swego zwykłego pobytu w dół rzeki. Na miejsce tych istot zjawiają się inne organizmy tak roślinne, jak i w mniejszym stopniu, szczególnie w strefie najsilniejszego zanieczyszczenia, zwierzęce.

Organizmy właściwe dla wód zanieczyszczonych nie tylko znoszą zupełnie dobrze zmiany wywołane przez zanieczyszczenia organiczne, ale nawet wymagają dla swego odżywiania i bujnego rozwoju wody w ten właśnie sposób zanieczyszczonej.

Pośród tych organizmów przede wszystkim bakterie atakują znajdujące się w wodzie części obumarłych zwierząt i roślin, rozkładając je na składniki pierwotne. Niektóre bakterie wraz z szybko rosnącymi grzybkami rozwijają się szczególnie silnie w środowisku zawierającym rozpuszczalne w wodzie związki cukrowo-solne oraz skrobię, powodując ich rozpad. Są to bakterie, które posiadają zdolność bezpośredniego wiązania azotu, który zużywają dla własnej przemiany materii. Jedną z grup rozkłada bardzo szybko białko, wykorzystując składniki do budowy własnego organizmu. Wyzwalają one przy tym znaczne ilości azotu pod postacią amoniaku, który przez inne bakterie i grzybki bywa przerabiany na kwas azotowy. Ten zaś jest ostatecznie utleniany przez swoiste bakterie na kwas azotowy — jest to tzw. proces nitryfikacji.

Gdy bakterie i grzybki wypełniły już swoje główne zadanie, polegające na rozkładzie związków organicznych na składniki prostsze, nieorganiczne, jest już droga otwarta do przyswojenia ich przez inne organizmy roślinne. Udział biorą tu przede wszystkim wszystkie rośliny zawierające chlorofil. Są to przede wszystkim najróżnorodniejsze glony. Zużycie tlenu, będące wynikiem rozkładu związków organicznych, zostaje tu wyrównane przez czynne wytwarzanie tlenu przez te właśnie organizmy roślinne w procesie zwanym fotosyntezą. W procesie tym, który odbywa się tylko na świetle, energia świetlna pochłaniana przez chlorofil zostaje przekształcona na energię chemiczną wykorzystaną przez rośliny do budowy materii organicznej. W okrzemkach obok barwnika zielonego chlorofilu, występuje barwnik brunatny — diatolina. Chloroplastom więc przypada niezwykle ważna rola, przy ich bowiem pomocy rośliny na świetle rozczepiają znajdujący się w wodzie dwutlenek węgla na węgiel i tlen. Tlen zostaje przez nie wydzielany, z węgla zaś i cząsteczek wody wytwarzają nowe uboższe w tlen węglowodany: cukier i skrobię, które w połączeniu z najprostszymi związkami azotowymi służą ostatecznie do tworzenia związków białkowych niezbędnych dla budowy ich ciała. Azot potrzebny dla wytworzenia połączeń białkowych (albo białka) jest pobierany przez rośliny zielone w postaci amoniaku lub azotanów; siarka niezbędna dla wytworzenia pewnych związków pobierana jest z siarczanów. Olbrzymią rolę w życiu roślin odgrywają związki fosforu i żelaza. Cały ten syntetyczny proces zwiemy asymilacją.

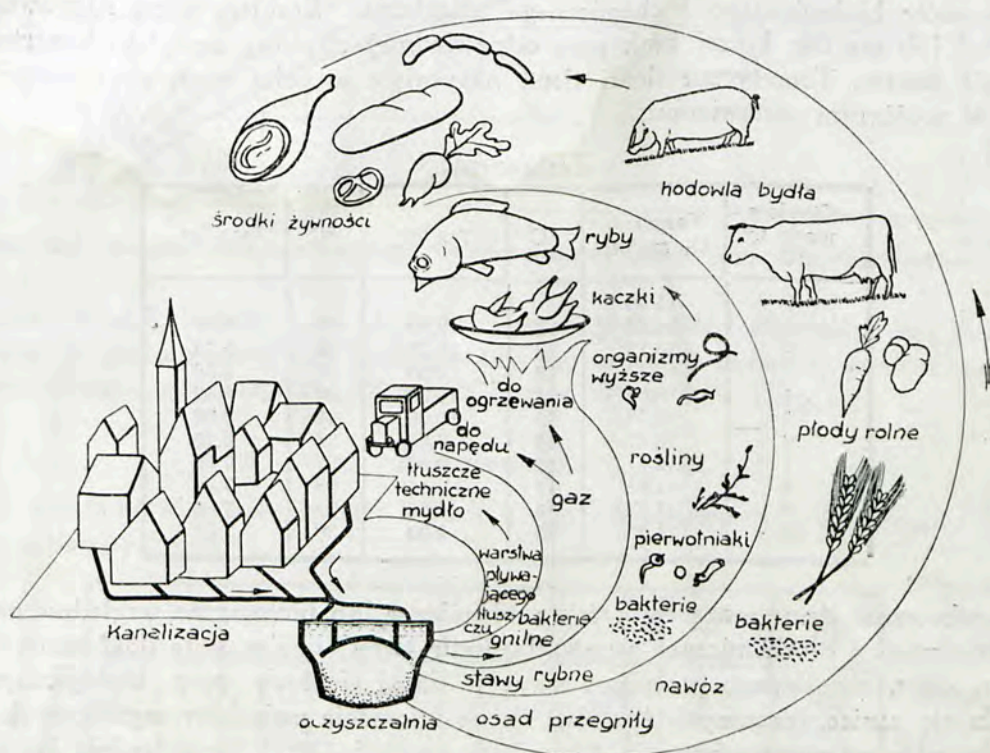
Wolny tlen, powstający na skutek rozszczepienia CO_2 w procesie fotosyntetycznym, dostaje się do wody, co oddziałuje korzystnie na jej przewietrzenie.

Stwierdzono, że okrzemki i inne glony poza asymilacją mogą sobie przyswajać również bezpośrednio z rozpuszczonej materii organicznej tak związki węglowe, jak i organiczny azot. Odbywa się więc bezpośrednio organiczne ich odżywianie, co dla oczyszczenia się wody z rozpuszczonych w niej produktów gnilnych jest niezmiernie ważne.

Organizmom gromadzącym pokarmowe związki organiczne przeciwstawiają się organizmy zużywające te związki, dzięki czemu zostaje wytworzona w wodzie równowaga biologiczna. Do organizmów zużywających związki pokarmowe należą wszystkie żyjące w wodzie zwierzęta. Przede wszystkim więc wiciowce, jednokomórkowe wymoczki, korzenionózki, widłonogi, wreszcie wrotki.

Jeśli w wodzie znajduje się wiele takich pożeraczy bakterii, jest to objawem, że również znajduje się w niej dużo bakterii, a więc wody są w dużym stopniu zanieczyszczone.

Cały świat drobnoustrojów, szczególnie drobne skorupiaki, ma wielkie znaczenie jako pokarm dla ryb, poczynając od narybku do wielkich ryb drapieżnych włącznie, których ofiarami padają młode rybki. W ten sposób istnieje w przyrodzie kołowy obieg materii (rys. 324).



Rys. 324. Kołowy obieg materii.

W miarę jak rośliny i zwierzęta dokonywają aktu oczyszczenia wody, woda zanieczyszczona przyjmuje swój dawny charakter. Odbywa się to nader wolno; nieznacznie, jedno po drugim zjawiają się organizmy wody czystej.

Tylko przy dostatecznej ilości tlenu możliwa jest działalność organizmów zwierzęcych usuwająca zanieczyszczenia, gdyż tylko w środowisku zawierającym tlen mogą one istnieć. W dostarczaniu wodzie tlenu dużą rolę grają rośliny zielone.

Obfity rozwój żywych organizmów jest decydującym momentem przy samooczyszczaniu wód. Rozwój jest tym łatwiejszy, im bardziej łozysko rzeki jest w stanie pierwotnym. Regulacje rzek, odcinanie rzeczysk i spokojnych zatok, kolebek silnego rozwoju organizmów, zmniejsza zdolność samooczyszczania wód. Zabudowanie i regulacja rzek idzie w parze z wzrastającym przemysłem; fakt ten wymaga tym silniejszego zainteresowania się zanieczyszczeniami, które mogą całkowicie zmienić warunki w rzekach.

Określenie ilości nieutlenionych związków organicznych przeprowadza się przez gotowanie określonej ilości wody z roztworem nadmanganianu potasu KMnO_4 o określonym ściśle stężeniu.

niu. Zużycie KMnO_4 jest miarą utlenialnej materii. Z uwagi na to, że jednak zużycie KMnO_4 zależy od rodzaju związków organicznych waha się przy tych samych ich ilościach, miara ta nie jest dokładna.

Zużycie KMnO_4 w czystej wodzie wynosi poniżej 12 mg/l, podczas gdy wody zanieczyszczone wykazują zużycie znacznie większe. Przy tym większe zużycie nie jest wskazówką niezdatności wody, tak np. większość wód z błotnistych podłoży zawiera stosunkowo znaczne ilości organicznych materii, które nie posiadają z punktu widzenia zdrowotności znaczenia.

Poza sedymentacją, bakteriami, pierwotniakami odgrywają, jak wspomniano wyżej, jeszcze rolę światło, a następnie ciepłota, jako czynniki sprzyjające zjawiskom biologicznym.

Zdolność samooczyszczania biologicznego jest bardzo znaczna, posiada jednak pewne granice uzależnione od zawartości względnie dopływu tlenu. Jeżeli proces samooczyszczania nie ma ulec zahamowaniu, zasób tlenu w wodzie musi być stale odnawiany. Może się to odbywać przez dyfuzję powierzchniową z powietrza lub przez wytwarzanie tlenu przez glony i rośliny wodne.

Wody w naturze mogą wykazywać nadmiar tlenu, częściej jednak brak jego z powodu silnych procesów biologicznego i chemicznego utleniania. Brakiem tlenu nazywamy tę jego ilość w g/m³ lub mg/litr, której brak przy odpowiedniej cieplecie wody do zawartości pełnego nasycenia tlenem. Teoretyczne ilości tlenu nasycające w pełni wodę przy różnej cieplecie podane są w poniższym zestawieniu:

Zestawienie 1.

Ciepłota wody w °C	Nasylenie O ₂ mg/litr	°C	mg/litr	°C	mg/litr
0	14,56				
1	14,16	11	10,99	21	8,90
2	13,78	12	10,75	22	8,73
3	13,42	13	10,50	23	8,58
4	13,06	14	10,28	24	8,42
5	12,73	15	10,06	25	8,26
6	12,41	16	9,85	26	8,10
7	12,11	17	9,65	27	7,95
8	11,81	18	9,45	28	7,80
9	11,52	19	9,26	29	7,66
10	11,25	20	9,09	30	7,52

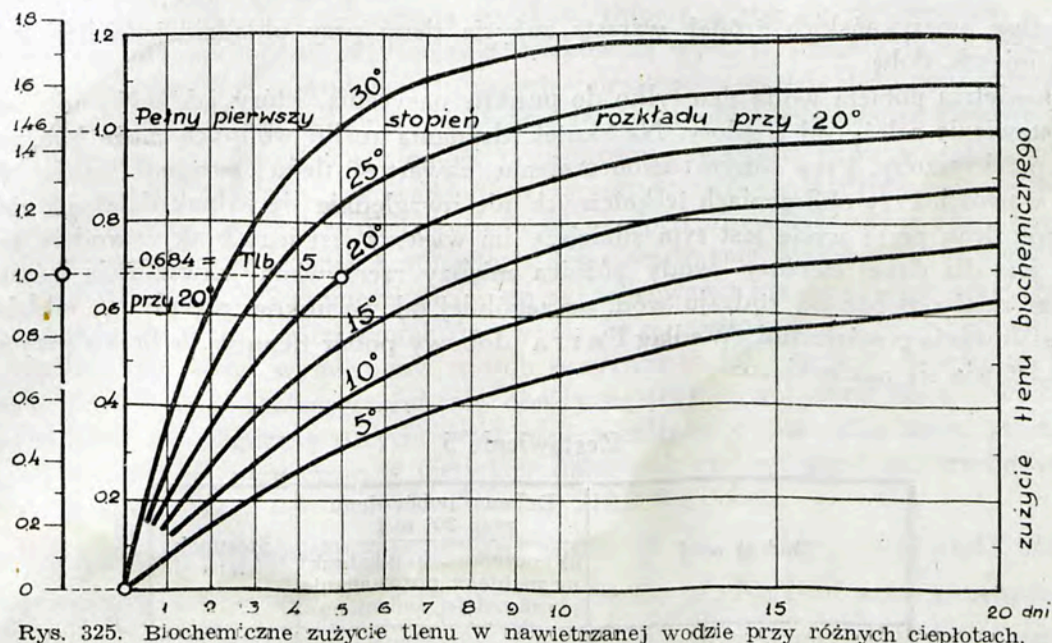
Zapotrzebowanie tlenu może być czysto chemiczne lub biologiczne względnie natury biologiczno-chemicznej. Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu obejmuje tę ilość tlenu, która jest zużywana w ciągu określonego przeciągu czasu w danej cieplecie przy biologicznym samooczyszczaniu się zanieczyszczonych ścieków, tj. na utlenienie związków organicznych. Przyjęto za miarę pięciodniowe zapotrzebowanie tlenu, przy cieplecie 20°C. Bezpośrednie lub chemiczne zapotrzebowanie tlenu obejmuje tę ilość tlenu, którą chłonie woda wyjałowiona, więc bez współdziałania życia organicznego, np. w wypadku zawarcia w niej siarkowodoru.

Dla określenia wpływu ścieków na odbiornik są decydujące obydwa rodzaje tlenu.

Biologiczny rozkład związków organicznych w wodzie, zawierającej dostateczną ilość powietrza, przebiega w dwóch stopniach. W pierwszym okresie rozkładane są węglowodany, w drugim związki azotowe. Pierwszy okres rozpoczyna się natychmiast i przy cieplecie 20°C zakończony jest po 20 dniach, drugi przy cieplecie 20°C zaczyna się po około 10 dniach i trwa czas długi. Okres pierwszy jest w pełni zbadany i ujęty rachunkiem, miarodajny więc jest w technice oczyszczania ścieków. Stwierdzono istnienie prawa, że w ciągu jednakowego przeciągu czasu zużywana zostaje określona stała część pozostałego biochemicznego zapotrzebowania tlenu. Wynosi ona przy cieplecie 20° na dobę 20,6%. W pierwszym więc dniu zużyte zostaje 20,6%, w dniu drugim $79,4 \times 20,6 = 16,3\%$ itd. Procent zużycia zależy od ciepłoty i wynosi:

Przy cieplecie °C	5	10	15	20	25	30
Procent dobowego zużycia	10,9	13,5	16,7	20,6	25,2	30,5

Zależności te obrazują krzywe podane na rysunku 325. Za miarę zużycia tlenu przyjęto ilość zużywaną przy temperaturze 20°C w ciągu 5 dni, wynosi ona 0,684 całej ilości tlenu okresu pierwszego. W pełnym okresie 20-dniowym w stosunku do 5-dniowego zużycie tlenu jest 1,46-krotnie większe.



Rys. 325. Biochemiczne zużycie tlenu w nawietrzanej wodzie przy różnych temperaturach.

Zależności te ujęte zostały przez Faira w niżej podanym zestawieniu, przy czym za jednostkę przyjął on pięciodniowy tlen biochemiczny, wobec czego dobowy procent zużycia jest odpowiednio wyższy; przy temperaturze 20° $1,46 \times 20,6 = 30\% = 0,30 TLb_5$.

Zestawienie 2.

Stopień rozkładu w napowietrzanej wodzie i różnych temperaturach w odniesieniu do 5-dniowego zużycia tlenu przy 20°C.

Dni	5°	10°	15°	20°	25°	30°
1	0,11	0,16	0,22	0,30	0,40	0,54
2	0,21	0,30	0,40	0,54	0,71	0,91
3	0,31	0,41	0,56	0,73	0,93	1,17
4	0,38	0,52	0,68	0,88	1,11	1,35
5	0,45	0,60	0,79	1,00	1,23	1,47
6	0,51	0,68	0,88	1,10	1,31	1,56
7	0,57	0,75	0,95	1,17	1,40	1,62
8	0,62	0,80	1,01	1,23	1,45	1,66
9	0,66	0,85	1,06	1,28	1,49	1,69
10	0,70	0,90	1,10	1,32	1,52	1,71
12	0,77	0,97	1,17	1,37	1,56	1,73
14	0,82	1,02	1,21	1,40	1,58	1,74
16	0,85	1,06	1,24	1,43	1,59	1,75
18	0,90	1,08	1,27	1,44	1,60	1,76
20	0,92	1,10	1,28	1,45	1,61	—
25	0,97	1,14	1,30	1,46	—	—
Całkowite zapotrzebowanie tlenu	1,02	1,17	1,32	1,46	1,61	1,76

W czystych wodach rzecznych tlen biochemiczny wynosi 1–2 mg/l, w zanieczyszczonych 5–10 mg/l.

Jako miarę zanieczyszczenia ścieków miejskich przyjąć można dobową ilość tlenu biochemicznego przypadającą na jednego mieszkańca (m). Według źródeł niemieckich wynosi ona dla temperatury 20°C i pięciu dni:

dla zanieczyszczeń ulegających osadzeniu	18—19 g/mieszk./dobę
dla zanieczyszczeń nie ulegających osadzeniu	12 „
dla związków rozpuszczonych	24—29 „

54 g/mieszk./dobę.

Według amerykańskich źródeł wzrasta zużycie tlenu przy układzie jednolitej kanalizacji do 77 g/mieszk./dobę.

Z powietrza pobiera woda tlen tylko do punktu nasycenia, który jak wykazuje wyżej podane zestawienie zależy od ciepłoty. Na skutek działania roślin wodnych może być punkt nasycenia przekroczony. Przy silnym nasłonecznieniu zawartość tlenu osiągnąć może 4-krotnie większe wartości. Przy obliczeniach technicznych nie uwzględnia się jednak działania roślin.

Pobór tlenu przez wodę jest tym silniejszy im większy jest jego brak w wodzie, to jest im większa jest dla danej ciepłoty wody różnica między rzeczywistą zawartością a nasycającą. Poza tym zależy pobór od rodzaju wód, szczególnie od warunków przepływu, oddziaływania wiatru, sfalowania powierzchni. Według Faira dobowy pobór tlenu w ‰ braku przy ciepłocie 20° przedstawia się następująco:

Zestawienie 3.

Rodzaj wód		Dobowy pobór tlenu przy 20° w ‰		Stosunek b : a
		a) początkowego braku gdy on maleje	b) gdy brak pozostaje nie zmieniony	
1	Małe stawy	10,9 — 20,6	11,5 — 23,0	1,08
2	Duże jeziora	20,6 — 29,2	23,0 — 34,5	1,15
3	Rzeki o powolnym prądzie	29,2 — 36,9	39,5 — 46,0	1,22
4	Duże rzeki	36,9 — 49,9	46,0 — 69,0	1,31
5	Rzeki o szybkim prądzie	49,9 — 68,4	69,0 — 115,0	1,55
6	Szypoty	ponad 68,4	ponad 115,0	ponad 1,55

Wartości w kolumnie a) są miarodajne w warunkach, gdy początkowy brak maleje w tym samym stopniu, w jakim jest pobierany tlen. Kolumna b) jest miarodajna, gdy brak pozostaje niezmieniony, to jest pobierany tlen zużyty zostaje całkowicie przez zawarte w wodzie związki organiczne.

Za podstawę do obliczenia pobierania tlenu przez wody w naturze służyć może również powierzchnia wodna. Ten sposób obliczenia jest właściwszy przy bardzo płytkich lub bardzo głębokich wodach. Odpowiednie wartości ujęte są w poniższym zestawieniu.

Zestawienie 4.

Rodzaj wód		Stan nasycenia w ‰					
		100	80	60	40	20	0
1.	Małe stawy	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5 g/m ² /dobę
2.	Duże jeziora	0	1,0	1,9	2,9	3,8	4,8 „
3.	Rzeki o powolnym prądzie	0	1,3	2,7	4,0	5,4	6,7 „
4.	Duże rzeki	0	1,9	3,8	5,8	7,6	9,6 „
5.	Rzeki o szybkim prądzie	0	3,1	6,2	9,3	12,4	15,5 „
6.	Szypoty	0	9,6	19,2	28,6	38,4	48,0 „

Obliczenie bilansu tlenowego.

Decydujący wpływ na to, jak daleko iść musi oczyszczanie ścieków, ma stan i rodzaj odbiornika. Różnorodność ścieków, ich ilości i wpływ miejscowych warunków powodują, że każdy wypadek powinien być rozpatrywany przy uwzględnieniu miejscowych stosunków.

Ilość i prędkość pochłaniania tlenu są dla istniejącego stanu w odbiorniku miarodajne dla przyjęcia ścieków. Jeśli rozcieńczenie ścieków w odbiorniku jest dostatecznie duże, to nawet przy wyższej temperaturze i szybszym biologicznym rozkładzie, a przez to większym zani-

kaniu tlenu wystarczy istniejąca jego ilość, by nie doszło do procesów gnicia. Gdy jednak istniejące wody w odbiorniku nie są dostateczne dla rozcieńczenia ścieków, może nastąpić taki stan, że zawarty w wodzie tlen nie wystarcza do pełnego biologicznego rozkładu doprowadzonych związków organicznych. Wówczas dla rozstrzygnięcia pytania, czy w odbiorniku zachodzą będą zjawiska gnicia, jest miarodajna szybkość chłonięcia tlenu z powierzchni.

Miarodajne dla sposobów oczyszczenia ścieków są wyniki sumowania się procesów zachodzących w odbiorniku, powodujących zużycie zawartego w wodzie tlenu przy jednoczesnym wzbogacaniu się wody w ten składnik. Konieczne jest więc obliczenie bilansu tlenowego w odbiorniku. Podstawą do niego jest znajomość początkowej zawartości tlenu w odbiorniku, jego zużycia przy procesie rozkładu wprowadzonych zanieczyszczeń oraz natlenianie się wody.

W sposób najprostszy obliczenia bilansu tlenowego przeprowadzić można przez porównanie zużycia tlenu oraz jego pobierania z atmosfery. Jako objaśnienie sposobu służyć może następujący przykład. Miasto o 20.000 mieszkańców po skanalizowaniu ma wpuszczać oczyszczone mechanicznie ścieki do rzeki, której szerokość wynosi 20 m, głębokość 1,0 m, przepływ 12 m³/s. Należy zbadać, czy wyżej wymieniony sposób oczyszczenia ścieków jest dostateczny i czy po naturalnym przerobieniu zanieczyszczeń nie obniży się zbyt zawartość tlenu w wodzie.

Pięciodniowe biochemiczne zużycie tlenu przez nieulegające osadzeniu zanieczyszczenia wynosi 35 g/mieszk./dobę, przy czym w pierwszej dobie pokryte być musi zapotrzebowanie 30% całości (Zestawienie 2), tj. $0,3 \times 35 \times 20.000 = 210.000$ g/dobę.

Prędkość przepływu wynosi $\frac{12}{20 \times 1} = 0,6$ m/sek. W czasie doby woda rzeki natlenia się przez powierzchnię $0,6 \times 3600 \times 24 \times 20 = 1.036.800$ m². Na 1 m² wody przypada obciążenie $\frac{210.000}{1.036.800} = 0,20$ g/m²/dobę. Ilość taką tlenu woda jest w stanie wchłonąć nawet powyżej stanu nasycenia 80%, co świadczy, że rzeka nie będzie zbyt obciążona.

Oszacowanie dopuszczalnego obciążenia oraz przebiegu ilości braku tlenu można wykonać uproszczonym sposobem Faira. Sposób ten oparty jest na wzorze Streetera na pobieranie przez wodę tlenu. Niezbędne dane zawiera poniższe zestawienie:

Zestawienie 5.

$$L = D \cdot F$$

L = dopuszczalne zapotrzebowanie tlenu (TLb_5 przy 20°) tuż poniżej wylotu kanalizacji,

D = dopuszczalny brak tlenu w wodzie,

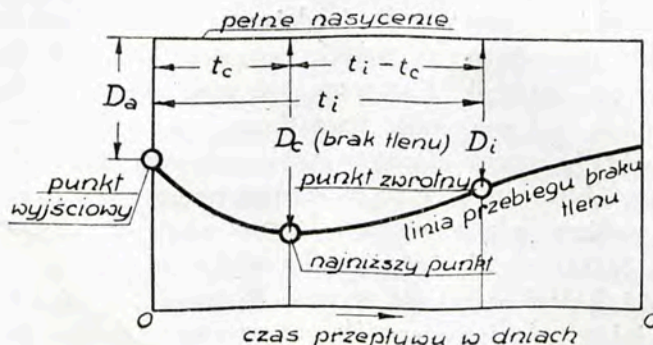
F = współczynnik obciążenia w zestawieniu pomiędzy wypadkami granicznymi a) i b).

Rodzaj wód	a) Dolna granica, gdy zawartość tlenu tuż poniżej wylotu kanalizacji spada do najniższej dopuszczalnej wartości (S)			b) Górna granica, gdy woda odbiornika tuż poniżej wylotu kanalizacji jest nasycona tlenem, tj. jego zawartość wynosi przy ciepłocie					
	15°	20°	25°	15°	20°	25°	15°	20°	25°
1 Małe stawy	F 0,6	0,5	0,4	2,1	1,6	1,3	t — 5,9	5,0	4,3 dni
2 Duże jeziora	1,1	0,9	0,7	2,7	2,1	1,6	4,5	3,9	3,3
3 Rzeki o powolnym prądzie	1,6	1,2	0,9	3,2	2,5	2,0	3,8	3,2	2,8
4 Duże rzeki	2,2	1,7	1,3	4,0	3,2	2,5	3,0	2,6	2,3
5 Rzeki o szybkim prądzie	3,5	2,7	2,1	5,4	4,3	3,3	2,3	2,0	1,8
6 Szypoty	22,0	17,0	13,0	25,0	20,0	15,0	0,6	0,6	1,5

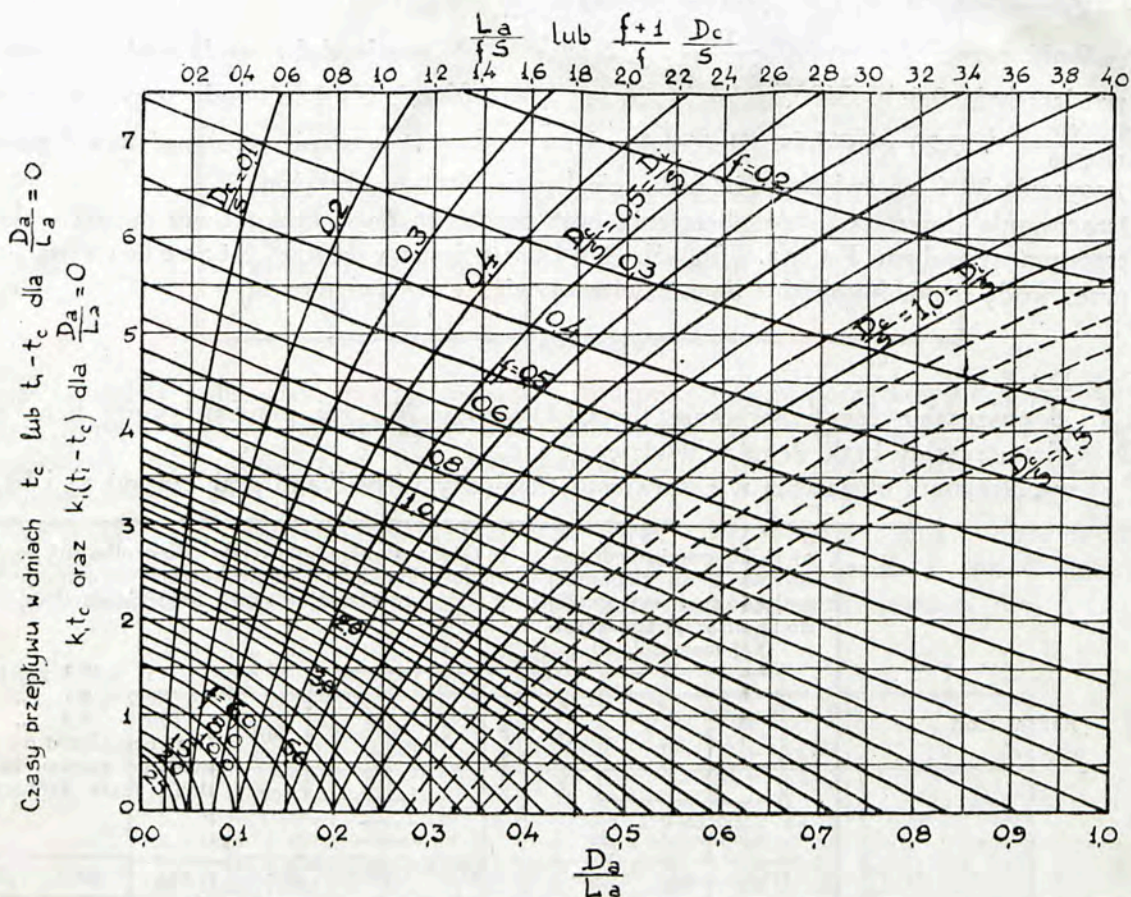
Zastosowanie współczynników Faira objaśnia podany niżej przykład.

Jakie jest dopuszczalne zapotrzebowanie tlenu (TLb_5 przy 20°) tuż poniżej wylotu kanalizacji rzeki o szybkim prądzie, jeśli zawartość tlenu na odcinku samooczyszczania się rzeki nie powinna spaść przy temperaturze 25° poniżej 5 mg/l?

Współczynnik obciążenia F zawarty jest stosownie do powyższego zestawienia 5 między granicznymi wartościami 2,1 oraz 3,3. Pełne nasycenie przy ciepłocie 25° wynosi 8,3 mg/l (zestawienie 1). Dopuszczalny brak tlenu $D = 8,3 - 5 = 3,3$ mg/l. Dopuszczalny Tl_b przy 20° zawiera się w granicach $2,1 \times 3,3 = 6,9$ mg/l oraz $3,3 \times 3,3 = 10,9$ mg/l.



Rys. 326a. Trzy punkty linii nasycenia tlenem.



Rys. 326b. Wykres Faira do określenia przebiegu linii braku tlenu.

Gdy przy wylocie kanalizacji istnieje pełne nasycenie tlenem, największy brak tlenu okaże się w odległości od wylotu odpowiadającej czasowi przepływu trwającemu 1,8 doby.

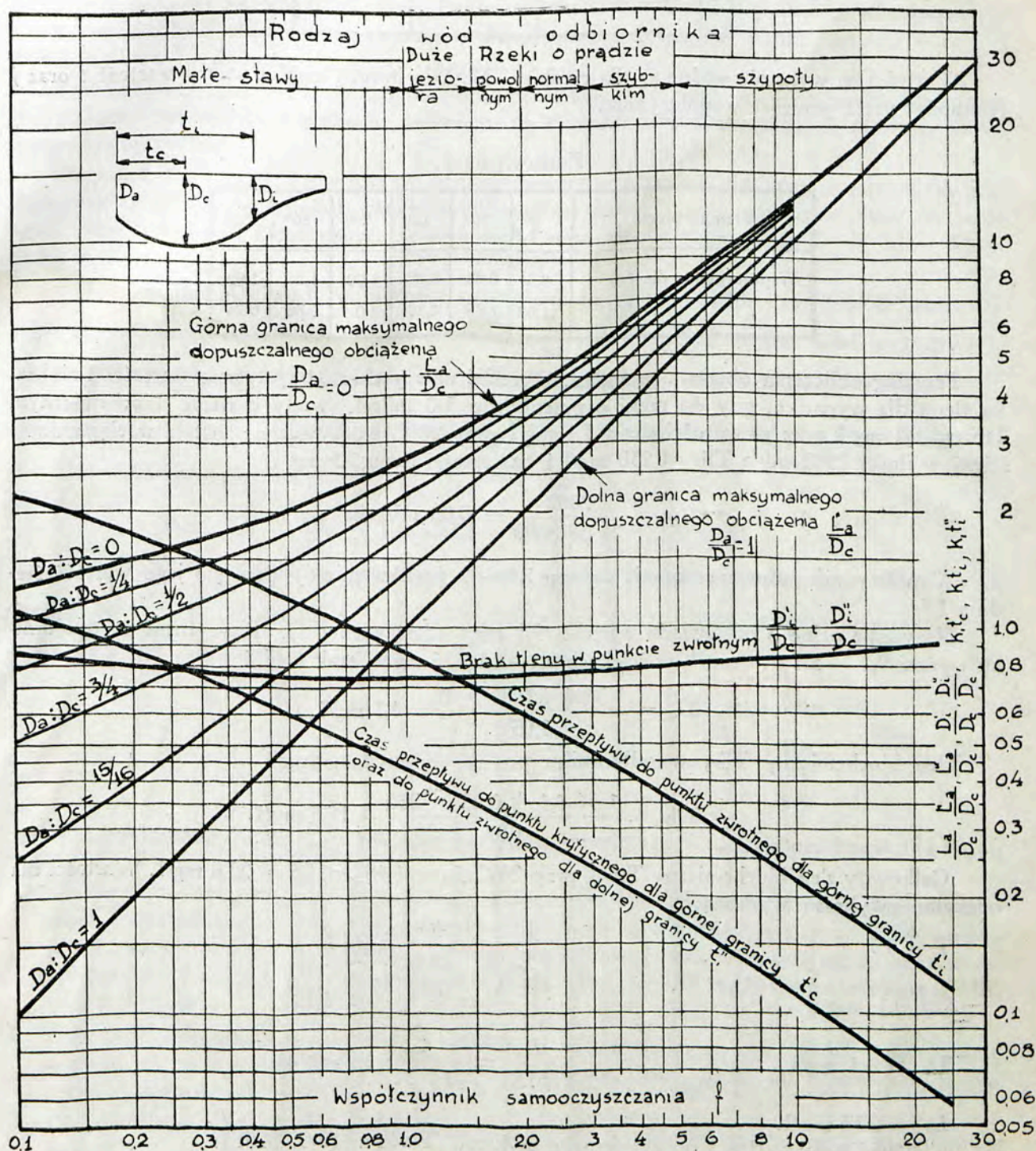
Określenie przebiegu linii braku tlenu przeprowadza Fair na podstawie trzech punktów: punktu wyjściowego, największego obniżenia się i punktu zwrotnego (rys. 326 a, b i c).

Punktem wyjściowym jest brak tlenu w wodzie odbiornika na wysokości wylotu kanalizacji. Wartość D_a jest różnicą pomiędzy pełnym nasyceniem S dla danej temperatury oraz rzeczywistą zawartością tlenu w wodzie odbiornika. Dla określenia najniższego punktu oraz punktu

zwrotnego posłużyć się należy wykresem (rys. 326b) podanym przez F a i r a, z którego odczytuje się braki tlenu D_c oraz D_i i odpowiadające im czasy przepływu t_c oraz t_i . Oznaczają tutaj:

L — tlen biochemiczny (Tlb_{20}) w odbiorniku poniżej wylotu,

f — współczynnik samooczyszczania. Jest to stosunek dobowego natleniania się do dobowego zapotrzebowania tlenu. Wartości jego stosownie do przyjętego rodzaju wód podane są w zestawieniu 6.



Rys. 326c. Wykres Fajra do określenia obciążania odbiornika tlenem.

Zestawienie 6.

	Rodzaj wód	f
1	Małe stawy	0,5 — 1
2	Duże jeziora	1 — 1,5
3	Rzeki o powolnym prądzie	1,5 — 2
4	Duże rzeki	2 — 3
5	Rzeki o szybkim prądzie	3 — 5
6	Szypoty	5 — 25

Wartości na wykresie ważne są dla ciepłoty 20°. Dla innych ciepłot należy wartość t oraz f pomnożyć przez poniższe współczynniki:

Zestawienie 7.

Przy ciepłocie	5°	10°	15°	20°	25°	30°
Współczynnik dla t	0,5	0,63	0,80	1,00	1,26	1,99
„ „ f	1,58	1,35	1,16	1,0	0,86	0,74

Przebieg obliczenia objaśnia przykład. Określić należy charakterystyczne wartości linii braku tlenu dla wypadku, gdy do rzeki o przepływie 1,0 m³/sek wody o tlenie biochemicznym $Tlb_5 = 9,1$ mg/l oraz zawartości tlenu 5,1 mg/l przy 20°C wprowadzane zostają w ciągu doby ścieki w ilości 2592 m³ o $Tlb = 230$ mg/l i zawartości tlenu 3,1 mg/l.

$$q = \frac{2592}{24 \times 3600} = 0,03 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Współczynnik samooczyszczania wynosi 1,5 — 2 (zestawienie 6), przyjęto jego wartość średnią 1,7.

Nasycenie pełne S odpowiada wartości 9,1 mg/l (zestawienie 1). Brak tlenu w odbiorniku wynosi $9,1 - 5,1 = 4$ mg/l, w ściekach $9,1 - 3,1 = 6$ mg/l, brak średni

$$D_a = \frac{1 \times 4 + 0,03 \times 6}{1,03} = 4,1 \text{ mg/l.}$$

Tlen biochemiczny Tlb_5 w odbiorniku poniżej wylotu kanalizacji

$$Tlb_5 = \frac{1 \times 9,1 + 0,03 \times 230}{1,03} = 15,5 \text{ mg/l.}$$

Całkowity tlen biochemiczny Tlb_{20} przy 20°C $L_a = 1,46 \times 15,5 = 22,6$ mg/l. Wartości dla odczytania wykresu wynoszą:

$$f = 1,7$$

$$S = 9,1 \text{ mg/l}$$

$$D_a = 4,1 \text{ mg/l}$$

$$L_a = 22,6 \text{ mg/l.}$$

$$\frac{D_a}{L_a} = \frac{4,1}{22,6} = 0,18$$

$$\frac{f+1}{f} = \frac{1,7+1}{1,7} = 1,59$$

$$\frac{L_a}{f \cdot S} = \frac{22,6}{1,7 \times 9,1} = 1,46$$

Na podstawie tych wartości odczytujemy z wykresu Faira (rys. 326b):

$$\text{dla } \frac{D_a}{L_a} = 0,18 \text{ oraz } f = 1,7$$

$$t_2 = 2,4 \text{ doby}$$

$$\text{dla } t_2 = 2,4 \text{ doby i } \frac{L_a}{f \cdot S} = 1,46$$

$$\frac{D_c}{S} = 0,85$$

wobec czego $D_c = 0,83 \times S = 0,83 \times 9,1 = 7,6 \text{ mg/l}$.

dla $\frac{D_a}{L_a} = 0$ oraz $f = 1,7$

$$t_3 - t_2 = 3,3 \text{ doby}$$

stąd $t_3 = 3,3 + 2,4 = 5,7 \text{ doby}$

dla $t_3 - t_2 = 3,3$ oraz $\frac{f+1}{f} \cdot \frac{D_c}{S} = 1,59 \times 0,83 = 1,32$; $\frac{D_c}{S} = 0,64$

a więc $D_c = 0,64 \times 9,1 = 5,8 \text{ mg/l}$.

Jako wynik znajdujemy: w punkcie początkowym otrzymujemy brak $D_a = 4,1 \text{ mg/l}$ przy zawartości tlenu $9,1 - 4,1 = 5,0 \text{ mg/l}$. Punkt największego braku $D_c = 7,6 \text{ mg/l}$ osiągnięty zostaje w odległości odpowiadającej czasowi przepływu 2,4 doby, zaś punkt zwrotny o $D_i = 5,8 \text{ mg/l}$ po 5,7 dobach.

Dokładniejsze obliczenie obciążenia odbiornika może być wykonane również sposobem Faira przy zastosowaniu wykresu podanego na rysunku 326c. Oznaczenia są te same, jak na wykresie poprzednim.

Przykład. Ile wynosi dopuszczalny tlen biochemiczny przy 20°C w rzece o powolnym prądzie wody, tj. współczynnika samooczyszczania się $f = 1,7$, gdy zawartość tlenu nie może spaść poniżej 5 mg/l ? Pełne nasycenie wynosi $9,1 \text{ mg/l}$; dopuszczalny brak $D_c = 9,1 - 5,0 = 4,1 \text{ mg/l}$.

Górna granica, gdy wody odbiornika są w pełni nasycone tlenem. Przy braku początkowym $D_a = 0$ oraz $f = 1,7$ odczytujemy z wykresu $\frac{L_a}{D_c} = 3,7$, więc $L_a = 3,7 \times 4,1 = 15,2 \text{ mg/l}$.

Dolna granica, gdy początkowy brak D_a spadł do największej dopuszczalnej wartości

$D_a = D_c = 4,1 \text{ mg/l}$, $\frac{D_a}{D_c} = 1$, zaś z wykresu $\frac{L_a}{D_c} = 1,7$, więc $L_a = 1,7 \times 4,1 = 7,0 \text{ mg/l}$.

Dla wypadku pośredniego, gdy np. $D_a = 2 \text{ mg/l}$

$$\frac{D_a}{D_c} = \frac{2,0}{4,1} = 0,49 \quad \frac{L_a}{D_c} = 3 \text{ stąd } L_a = 3 \times 4,1 = 12,3 \text{ mg/l}$$

Brak tlenu D_i w punkcie zwrotnym wynosi zgodnie z wykresem dla wszystkich trzech wypadków $\frac{D_i}{D_c} = 0,75$, skąd $D_i = 0,75 \times 4,1 = 3,1 \text{ mg/l}$. Czasy przepływu odczytuje się z wykresu poprzedniego (rys. 326-b).

$\frac{D_a}{L_a} = \frac{0}{15,2} = 0$	$\frac{4,1}{7,0} = 0,59$	$\frac{2,0}{12,3} = 0,16$
$t_2 = 3,3$	0	2,6
$t_3 - t_2 = 3,3$	3,3	2,7
$t_3 = 6,6$	3,3	5,3

Z przytoczonych wykresów wynikają następujące wnioski, dotyczące się przebiegu linii braku tlenu:

1. Dopuszczalne obciążenie Tlb równa się w ubogich w tlen rzekach f -krotnemu dopuszczalnemu brakowi tlenu. Przeciętnie można przyjąć $f = 2 - 3$. Wartość f jest tym wyższa, im lepsze jest napowietrzenie powierzchni. Gdy np. dopuszczalny brak wynosi 4 mg/l , może w zanieczyszczonej wodzie tlen biochemiczny wynosić Tlb₂₀ 8 — 10 mg/l, czemu odpowiada Tlb₅ 5,5 do 6,9 mg/l.
2. Gdy wody odbiornika są w pełni nasycone, jego obciążenie może być prawie dwukrotnie większe niż w wypadku, gdy poniżej wylotu zawartość tlenu spadła do najmniejszej dopuszczalnej wartości.
3. Dla wszystkich rodzajów wód brak tlenu w punkcie zwrotnym wynosi około 0,75 braku w punkcie najniższym.
4. W rzekach nasyconych tlenem czas przepływu do osiągnięcia największego obniżenia linii braku tlenu w lecie wynosi 3 doby, do punktu zwrotnego dalsze 3 doby. Im wyższe wartości f , to jest im lepsze przewietrzanie, tym czas krótszy.

5. Oczyszczanie mechaniczne jest dostateczne, gdy dobową przeciętna ilość ścieków zostaje rozrzedzona przez niskie wody rzeki ponad 20-krotnie. Należy uwzględnić warunki miejscowe: zawartość tlenu, możliwości natleniania wody oraz jej ciepłotę. W wypadku ścieków przemysłowych należy przeliczyć ich ilości stosując współczynniki równowartej liczby mieszkańców.

Jeżeli wykreślić ma się przebieg linii tlenowej dla wypadku wielu wylotów kanalizacyjnych, wykonać ją można posilkując się wykresami Faira, prowadząc ją do najbliższego wylotu, po czym zaczynając rachunek od początku.

IX. 2. JAKOŚĆ ŚCIEKÓW.

Świeże ścieki z gospodarstw domowych mają lekki zapach słodkawy i barwę szarozółtą, natomiast ścieki gnijące wyraźny cuchnący zapach siarkowodoru oraz innych związków siarki i barwę ciemno szarą. Przy normalnej ciepłocie ścieków kanałowych objawy gnicia dają się iekko odczuwać po 2 godzinach, zaś bardzo wyraźnie po 6 godzinach. Przy ciepłotach niższych lub dużym rozcieńczeniu ścieków objawy gnicia pojawiają się później i dają się mniej odczuwać. Im jest większe stężenie ścieków, tym silniej występują objawy gnicia i zamęcenia, gdyż więcej zawartych jest w nich składników ulegających gniciu. Większe lub mniejsze stężenie zależy od ilości zużycia wody przez mieszkańców oraz od ilości odpływów przemysłowych. Stężenie ścieków domowych w miastach naszych, gdzie rozbiór wody wodociągowej nie dochodzi 100 litrów/m/dobę, jest znacznie większe niż w miastach środkowej Europy, gdzie norma wynosi 150 — 250 litr/m/dobę lub w Ameryce przy rozbiórze sięgającym 1000 litr/m/dobę.

Przypadająca jednak na jednego mieszkańca ilość brudu waha się w stopniu niewielkim. Ilość wody działa tylko jako środek rozrzedzający.

Zanieczyszczenia zawarte w wodzie rozpatrywać należy z uwagi na wpływ, jaki wywierają na odbiornik z punktu widzenia ich fizycznych własności oraz składu chemicznego i biologicznego; stąd podział na zanieczyszczenia fizyczne, chemiczne i biologiczne.

Zanieczyszczenia fizyczne składają się z ciał organicznych i mineralnych zawieszonych w wodzie lub toczonych po dnie oraz rozpuszczonych. Rozróżnia się zanieczyszczenia stałe, mogące być zatrzymane na filtrze, przy czym dzieli się je zależnie od wielkości na zawiesiny grubsze ulegające łatwo osadzaniu, drobniejsze trudno opadające, oraz zawiesiny w stanie wielkiego rozdrobnienia, nie ulegające osadzaniu koloidy. Do osadzających się zawiesin należą obumarłe szczątki zwierząt, piasek, fusy kawowe, kawałki słomy, resztki jarzyn, odchody ludzkie, papiery, włosy, resztki mięsne itp. Rozpuszczone zanieczyszczenia składają się z soli, cukru, węglowodanów i niektórych ciał białkowych. Zanieczyszczenia fizyczne nadają wodzie wygląd mętny i nieapetyczny. Obecność ciał koloidalnych może się nie uwydatniać w wodzie, częstokroć jednak powodują one zamęcenie i zabarwienie wody.

Zanieczyszczenia chemiczne dzieli się na mineralne oraz organiczne. Domieszki mineralne są to ciała pozostające po wyzาร์zeniu; występują one głównie w postaci soli węglanowych, siarczanów, chlorków itp. W wodzie nie ulegają zmianom. Powodować mogą jednak przy znacznym ich dopływie głównie z przemysłu zmianę wody, uniemożliwiającą bezpośrednie korzystanie z niej przez ludność zamieszkałą niżej. Domieszki organiczne, posiadające bardzo złożony skład chemiczny, są bardzo nietrwałe i w wodzie szybko ulegają rozkładowi, z wyjątkiem wysokomolekularnych węglowodanów, jak oleje parafinowe i mineralne oraz związki smołowe. Ciała organiczne zawarte w ściekach można podzielić na zawierające azot i nie zawierające jego. Głównymi związkami zawierającymi azot są uryna, proteina, białka i aminokwasy, zaś niezawierającymi azotu tłuszcze, mydło i węglowodany, do których należy celuloza. Łatwo gnijącymi są zawarte w ściekach resztki i odpadki ludzkiej i zwierzęcej żywności, kał, mocz, szczątki zwierząt, mięso, jajka, ciała białkowe, węglowodany, celuloza i tłuszcze. Trudniej gnijącymi są rogi, włókna i włosy.

Zanieczyszczenia biologiczne są to zawarte w odchodach ludzkich i zwierzęcych żywe bakterie i ich zarodniki i bakterie oraz drobnoustroje żyjące w środowisku wodnym. Szkodliwy dla zdrowia ludzi jest cały szereg rodzajów bakterii, pierwsze są z rodzaju pasożytniczych zwanych bakteriami chorobotwórczymi, mogącymi wywoływać częstokroć powstawanie epidemii. Z przenoszonych przez wodę są najgroźniejsze bakterie cholery, duru brzuszego, czer-

wonki i biegunek. Bakterie oraz drobnoustroje żyjące w środowisku wodnym, jak objaśniono wyżej, są bardzo pożyteczne, gdyż biorą udział w procesie samooczyszczania się wód.

Skład zanieczyszczeń przeciętnych ścieków miejskich bez zanieczyszczeń przemysłowych można przyjąć, że jest w mg/l — g/m³ następujący:

Zestawienie 8.

Zanieczyszczenia	Miner.	Organ.	Razem	Pięciodniowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu
Ulegające osadzeniu	130	270	400	130
Nie ulegające „	70	130	200	80
Rozpuszczone „	330	330	660	150
razem	530	730	1260	360 g/m ³

Ilość zanieczyszczeń przypadająca na mieszkańca zależy od przyzwyczajen żywotowych i stopnia zamożności. Dla środkowo-europejskich stosunków można przyjąć wartości poniższe:

Zestawienie 9.

Zanieczyszczenia	Miner.	Organ.	Razem	Pięciodniowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu
Zawiesiny ulegające osadzeniu	20	40	60	19
„ nie ulegające „	10	20	30	12
Rozpuszczone zanieczyszczenia	50	50	100	23
razem	80	110	190	54 g/ m/ dobę

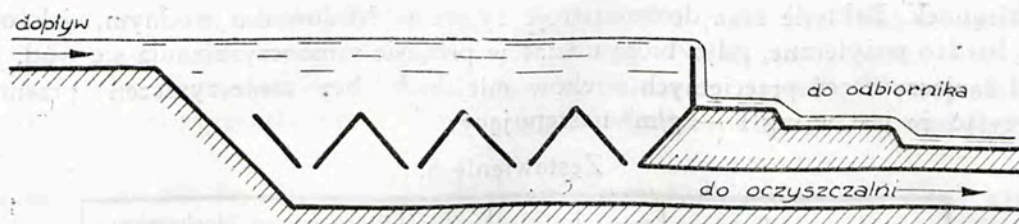
Główną część ścieków domowych tworzą odchody ludzkie, których ilość zależy zarówno od miejscowych, jak i klimatycznych oraz socjalnych warunków.

Skład oraz ilość zanieczyszczeń zależy w dużym stopniu od dopływu wód przemysłowych. Te ostatnie w niektórych wypadkach dzięki swemu składowi oraz ilościom mogą całkowicie zmienić właściwości ścieków. Z wielu przemysłów ścieki mogą być po wykonaniu pewnych zabezpieczeń oczyszczane wspólnie ze ściekami miejskimi. W niektórych wypadkach wskazane jest jednak niezależne oczyszczanie ze względu na konieczność zastosowania odrębnych sposobów traktowania.

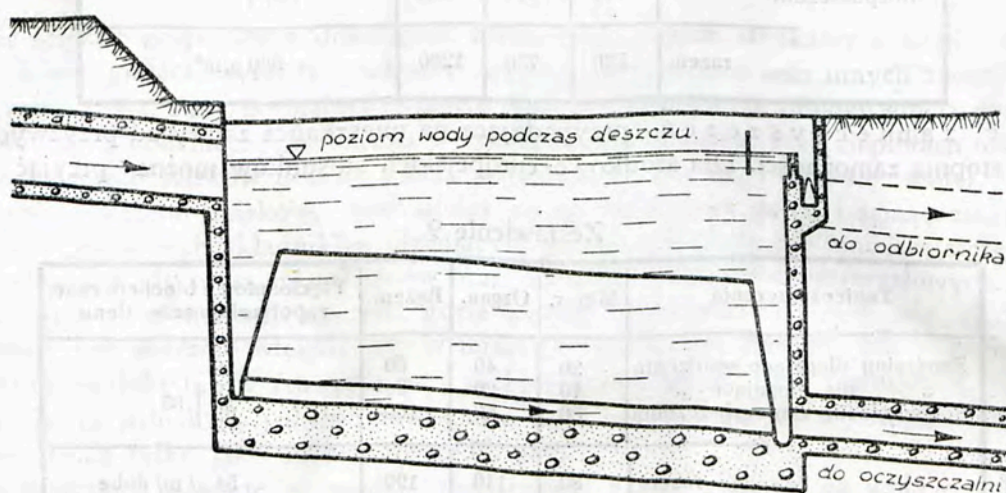
Jeżeli ścieki miejskie mają przyjąć organicznie zanieczyszczone wody przemysłowe, konieczna jest dla nich porównawcza miara; najlepiej posłużyć się tlenem biochemicznym. Wyraża się zabrudzenie wód przemysłowych równoważnikami liczby ludności. Za jednostkę porównawczą przyjmuje się pięciodniowy tlen biochemiczny na jednego mieszkańca wynoszący 54 g/m/dobę. Według danych amerykańskich ustalone zostały następujące równoważniki:

Zestawienie 10.

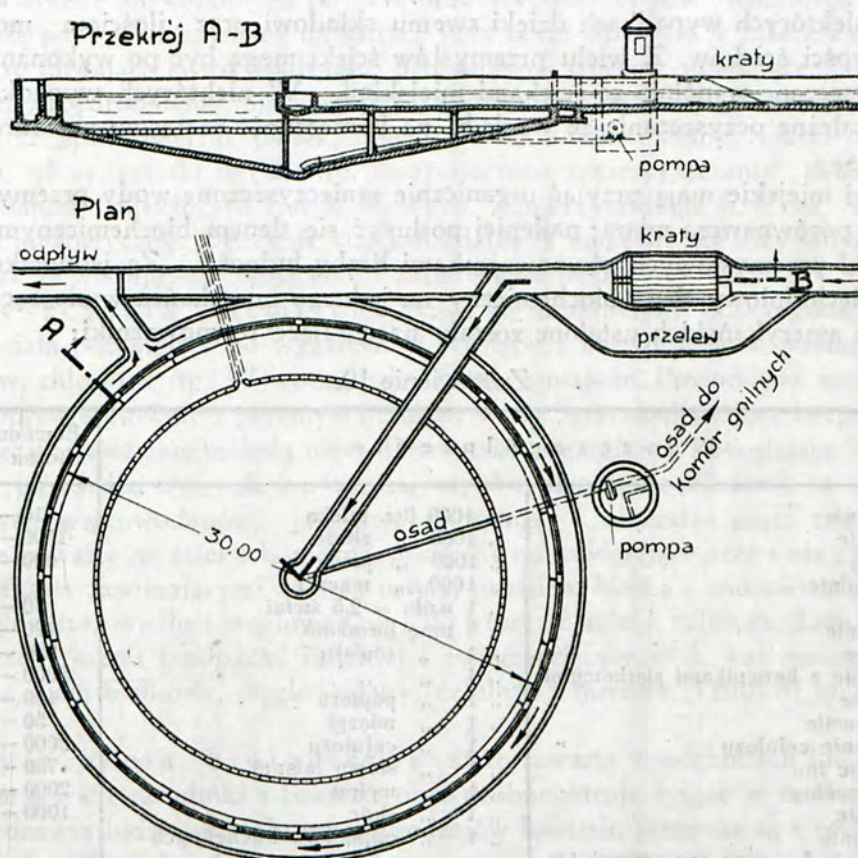
Wyszczególnienie		Równoważna liczba ludn.
Mleczarnie	na 1000 litr. mleka	10 — 50
Gorzelnie	„ 1000 „ zboża	1500 — 2000
Browary	„ 1000 „ piwa	600 — 2000
Krochmalnie	„ 1000 „ mączki	500
Rzeźnie	„ 1 uolu = 2,5 świni	70 — 200
Cukrownie	„ 1 tonę buraków	120 — 400
Bielarnie	„ 1 „ towaru	250 — 350
Fabrycznie z barwnikami siarkowymi	„ 1 „ „	2000 — 3500
Papiernie	„ 1 „ papieru	100 — 300
Tekturownie	„ 1 „ miazgi	50 — 80
Wytwórnice celulozy	„ 1 „ celulozy	3000 — 4000
Roszarnie lnu	„ 1 „ słomy lnianej	750 — 1150
Pralnie wełny	„ 1 „ wełny	2000 — 3000
Garbarnie	„ 1 „ skór	1000 — 4000
Jadłodajnie	„ 1 „ odpadków kuchennych	530
Wytwórnice konserw owocowych i jarzynowych	„ 1 „ surowca	170



Rys. 327. Osadnik dla wód deszczowych budowy Mannesa.



Rys. 328. Osadnik dla wód deszczowych na oczyszczalni Oelbet.



Rys. 329. Kołowy osadnik dla wód deszczowych na oczyszczalni Essen-Północ.

Zanieczyszczanie wód opadowych zależy od rodzaju nawierzchni, po jakiej one spływają, od stanu jej utrzymania i przyzwyczajen ludności. Na ogół są one mało stężone. Deszcz zmywa leżące na ulicach zanieczyszczenia wraz z dużymi ilościami smarów, pozostałymi na ulicach przy wzmożonym ruchu pojazdów mechanicznych. Początkowe ilości wód deszczowych są bardzo często nad miarę silnie zanieczyszczone. W jednolitym układzie sieci kanalizacyjnej fale najbrudniejszej wody dopływają do oczyszczalni. Przy projektowaniu oczyszczalni ten dopływ wód deszczowych należy uwzględnić. W wypadku sieci rozdzielonej wszystkie wody deszczowe odpływają do odbiornika, w pewnych więc okolicznościach muszą być włączone w sieć dla tych wód specjalnego rodzaju osadniki, chwytające pierwsze fale deszczu (rys. 327, 328, 329).

Projektowanie oczyszczalni dla ścieków, których skład odbiega od przeciętnych ścieków miejskich, oparte być powinno na starannym i długotrwałym badaniu charakteru ścieków, przy czym częstokroć konieczne jest wykonanie doświadczeń na modelach urządzeń, wybranych do przeprowadzenia procesów oczyszczania.

IX. 3. SPOSOBY OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW.

Niezbędny stopień oczyszczania ścieków zależy od ich właściwości, od rodzaju odbiornika, zdolności jego do samooczyszczania oraz sposobu wykorzystania jego wód na odcinku poniżej wylotu kanalizacji. Z uwagi na to w każdym wypadku oznaczenie niezbędnego stopnia oczyszczania ścieków powinno być rozpatrywane niezależnie. Wybór sposobu lub współdziałania sposobów musi podlegać starannym rozważaniom. Czynniki, które odgrywają poza wymienionymi wyżej rolę, są: łatwość obsługi, spadek istniejący do rozporządzenia, koszty budowy i ruchu, możliwość przeciążenia oraz łatwość rozbudowy i stopień wykorzystania wartości, znajdujących się w ściekach.

Oczyszczanie ścieków można podzielić na *o c z y s z c z a n i e w s t ę p n e*, przy pomocy którego usuwa się część zawieszonych i pływających zanieczyszczeń, oraz *w t ó r n e*, powodujące zmniejszenie zapotrzebowania tlenu biochemicznego. To ostatnie jest zawsze poprzedzane oczyszczaniem wstępnym. Częstokroć również stosuje się wyjaławianie ścieków, przy czym zarówno na stopniu wstępnym, jak i przed ostatecznym wpuszczeniem do odbiornika. Sposoby usunięcia ścieków i ich oczyszczania zestawiać można następująco:

Usunięcie ścieków:

1. Rozrzedzenie przez wpuszczenie do wody.
2. Nawodnienie gruntów:
 - a) powierzchniowe,
 - b) podziemne.

Oczyszczanie ścieków:

- I. Oczyszczanie wstępne — mechaniczne.
 - A. Oczyszczanie przedwstępne z pływających ciał stałych oraz zawieszonych przy pomocy:
 1. krat,
 2. sit,
 3. piaskowników,
 4. tłuszczowników zwykłych i nawietrznych.
 - B. Usunięcie drobnych zawiesin przy pomocy:
 1. sit gęstych,
 2. osadzania przy pomocy:
 - a) osadników bez lub z urządzeniami do mechanicznego usuwania mułu,
 - b) osadników gnilnych,
 - c) osadników Imhoffa.
 3. chemicznego oczyszczania.

II. Oczyszczanie wtórne.

A. Utlenianie przy pomocy sposobów biologicznych:

1. na filtrach:

- a) złoża zalewane,
 - b) złoża zraszane,
 - c) złoża zanurzone,
- przez:

2. nawietrzenie:

muł czynny.

B. Utlenianie przy pomocy chlorowania.

III. Wyjaławienie:

A. Chlorowanie.

IX. 3-a. Usunięcie ścieków.

Najbardziej naturalnym sposobem usunięcia ścieków jest ich rozrzedzenie, polegające na wypuszczeniu ich do rzeki lub jeziora, lub też rzadziej przy pomocy nawodnienia nimi gruntów. Zgodnie z wyżej powiedzianym, warunki miejscowe będą decydować, czy należy i w jakim stopniu przed wprowadzeniem do wód odbiornika ścieki oczyścić, czy osiągnąć stopień rozrzedzenia będzie na tyle dostateczny, że nie powstaną ujemne i niepożądane objawy w gospodarce wodnej danego odbiornika oraz otoczeniu.

Na podstawie rozdziałów poprzednich można przeprowadzić obliczenie wskazujące, czy zwykłe rozrzedzenie jest dopuszczalne, względnie w jakim stopniu ścieki należy oczyścić.

Z uwagi na to, że usunięcie ścieków przy pomocy nawodnienia gruntu służy jednocześnie celowi biologicznego oczyszczenia ścieków, opis tego sposobu włączono do oczyszczania biologicznego.

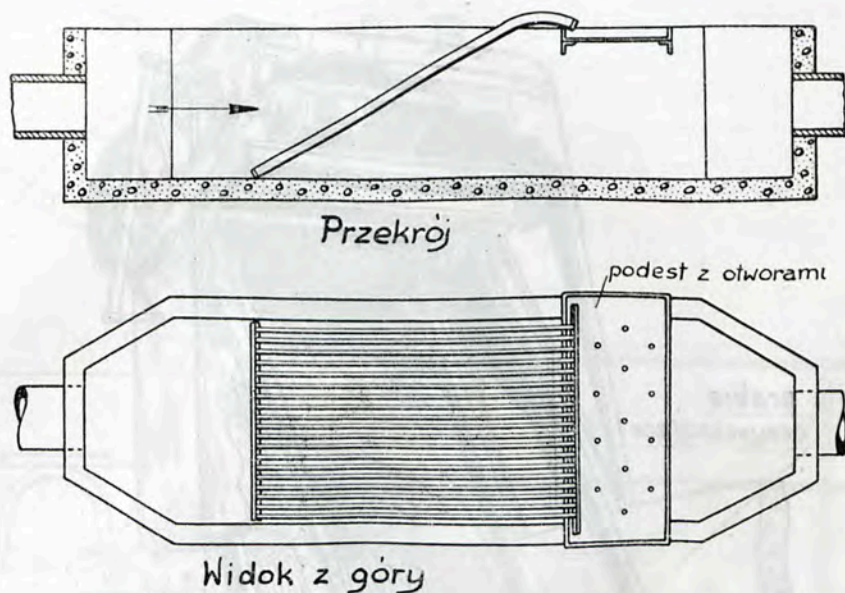
IX. 3-b. Oczyszczanie mechaniczne.

Zadaniem oczyszczania przedwstępnego jest usunięcie ze ścieków wszystkich domieszek, które utrudniają traktowanie ścieków na oczyszczalni. Będą to wszystkie grubsze zanieczyszczenia, ulegające trudno lub nie podlegające procesowi rozkładu, jak kawałki drzewa, korki, galgany, garnki, puszki od konserw itp. Usuwanie tego rodzaju domieszek odbywa się przy pomocy krat lub sit. Sita są czasami stosowane jako jedyny sposób oczyszczenia w wypadku bardzo silnego rozrzedzenia, przed wylotem do dużych wód oraz do morza. Oprócz tych grubszych zanieczyszczeń znajdują się w ściekach, szczególnie po deszczu, piasek z powierzchni ulic oraz szlif uliczny. Tworzą one w osadnikach z uwagi na swój duży ciężar gatunkowy trudne do usunięcia odkłady. Domieszki tego rodzaju nie podlegające procesom biologicznym najlepiej usunąć przedtem w piaskowniku. Wreszcie ścieki z garaży, zakładów przemysłowych i z ulic niosą do oczyszczalni większe lub mniejsze ilości olei i tłuszczów, utrudniających procesy oczyszczania, natomiast posiadających pewną wartość jako surowiec techniczny. Powinny być one usunięte i wydobyte ze ścieków przed oczyszczalnią. Odbywa się to w tłuszczownikach.

Kraty.

Najprostszym i jednocześnie najtańszym urządzeniem dla usunięcia grubszych pływających zanieczyszczeń są kraty stałe. Stosowane są kraty rzadkie, średnie i gęste. Składają się one z prętów żelaznych okrągłych lub płaskich (1×4 cm przekroju), umieszczanych równolegle pionowo lub w nachyleniu do poziomu, zwykle 1:3—1:4, przez co osiąga się wynoszenie przez wodę osadzających się zanieczyszczeń ku górze, co zmniejsza niebezpieczeństwo zatykania się. Kraty rzadkie mają prześwit 40—100 mm, średnie 12—40 mm, kraty gęste 5—12 mm. Stosowane są głównie dla ochrony pomp i bardziej czułych na większe zanieczyszczenia mechanizmów.

W celu zapobieżenia zbyt dużej stracie wysokości przekrój przepływowy na kratkach powinien być tak duży, by prędkości przepływu nie przekraczały wartości 0,6 — maksymalnie 0,9 m/sek. Wymaga to rozszerzania przekroju przewodu.



Rys. 330. Stałe kraty oczyszczane ręcznie.

Kraty mogą być oczyszczane ręcznie przy pomocy grabi. Dla ułatwienia oczyszczania wskazane jest zaokrąglenie prętów kraty u ich wierzchołka (rys. 330). Zanieczyszczenie pozostające na kratkach zgrabia się do korytka, zaopatrzonego w dno dziurkowane dla odwodnienia zanieczyszczeń zanim po zgrabieniu zostaną one usunięte. Należy unikać wstawiania prętów poprzecznych. Wzmacnianie krat powinno być tak pomyślane, by nie przeszkadzało zgrabianiu. Większe powierzchnie krat oczyszczane są mechanicznie, przy czym grabie mechaniczne czynne są stale lub uruchamiane samoczynnie przy pomocy przyrządu zegarowego lub wówczas, gdy zanieczyszczenia powodują pewne spiętrzenie wody na kracie ponad normalnie istniejące. Na rys. 331 pokazane są kraty Jeffreya oczyszczane przy pomocy grabi poruszanych łańcuchem bez końca, zaś na rys. 332 kraty Dorr'a z grabiami poruszanymi przy pomocy koła zębatego.

Pozostałość na kratkach rzadkich wynosi 1—2 litr/m/rok

Pozostałość na kratkach średnich wynosi 2—5 „

Pozostałość na kratkach gęstych wynosi 5—10 „

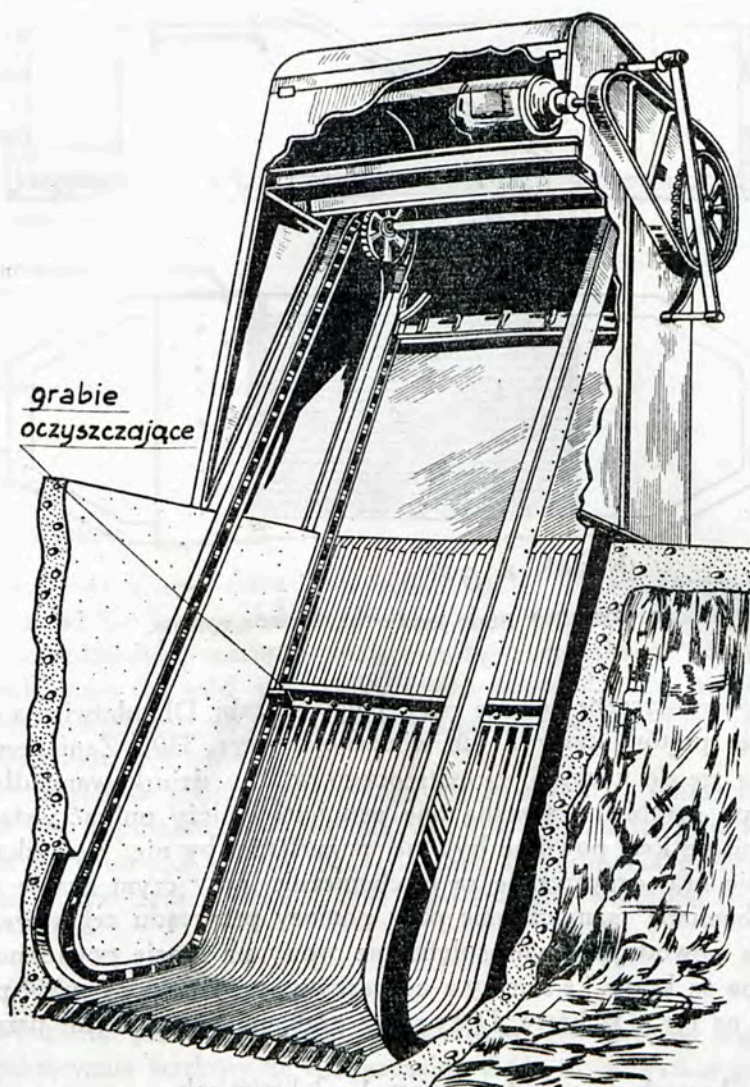
Kraty podnoszone różnią się tym, że ustawiane są parami, jedna z nich opuszczona przesiewa ścieki, druga podniesiona jest oczyszczana. Podnoszenie odbywa się przy pomocy mechanizmu, oczyszczanie ręcznie.

Kraty ruchome oczyszczane są mechanicznie. Są one umocowywane na łańcuchu bez końca i składają się z ogniw. Przez ruch obrotowy bębnow, na których umieszczony jest łańcuch bez końca, krata przesuwana się ku górze zgodnie z kierunkiem przepływu ścieków, wynosząc w górę zanieczyszczenia, gdzie są one zeskrobywane mechanicznie do podstawionego korytka (rys. 333) lub splukiwanie strumieniem wody.

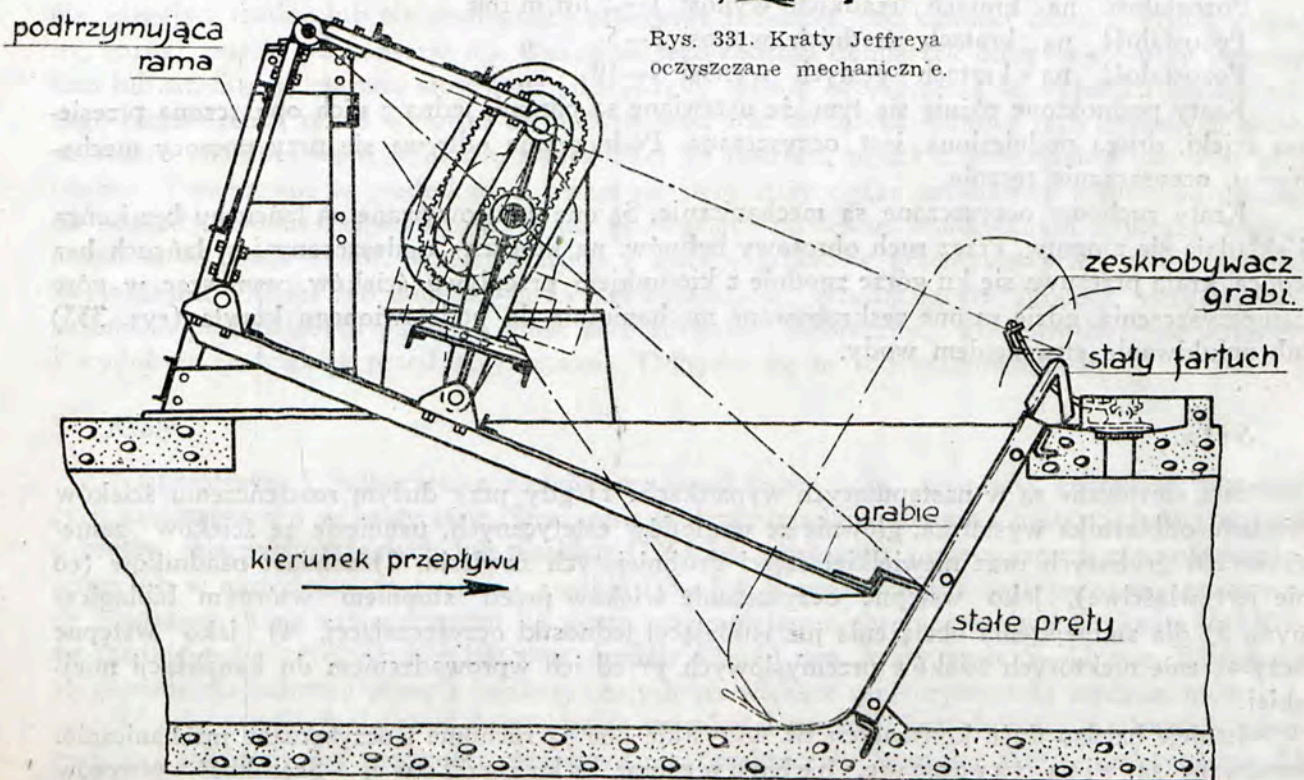
Sita.

Sita stosowane są w następujących wypadkach: 1) gdy przy dużym rozcieńczeniu ścieków wodami odbiornika wystarcza, głównie ze względów estetycznych, usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń grubszych oraz niewielkiej części drobniejszych zawiesin, 2) zamiast osadników (co nie jest właściwe), jako wstępne oczyszczanie ścieków przed stopniem wtórnym biologicznym, 3) dla zmniejszenia obciążenia już istniejącej jednostki oczyszczającej, 4) jako wstępne oczyszczenie niektórych ścieków przemysłowych przed ich wprowadzeniem do kanalizacji miejskiej.

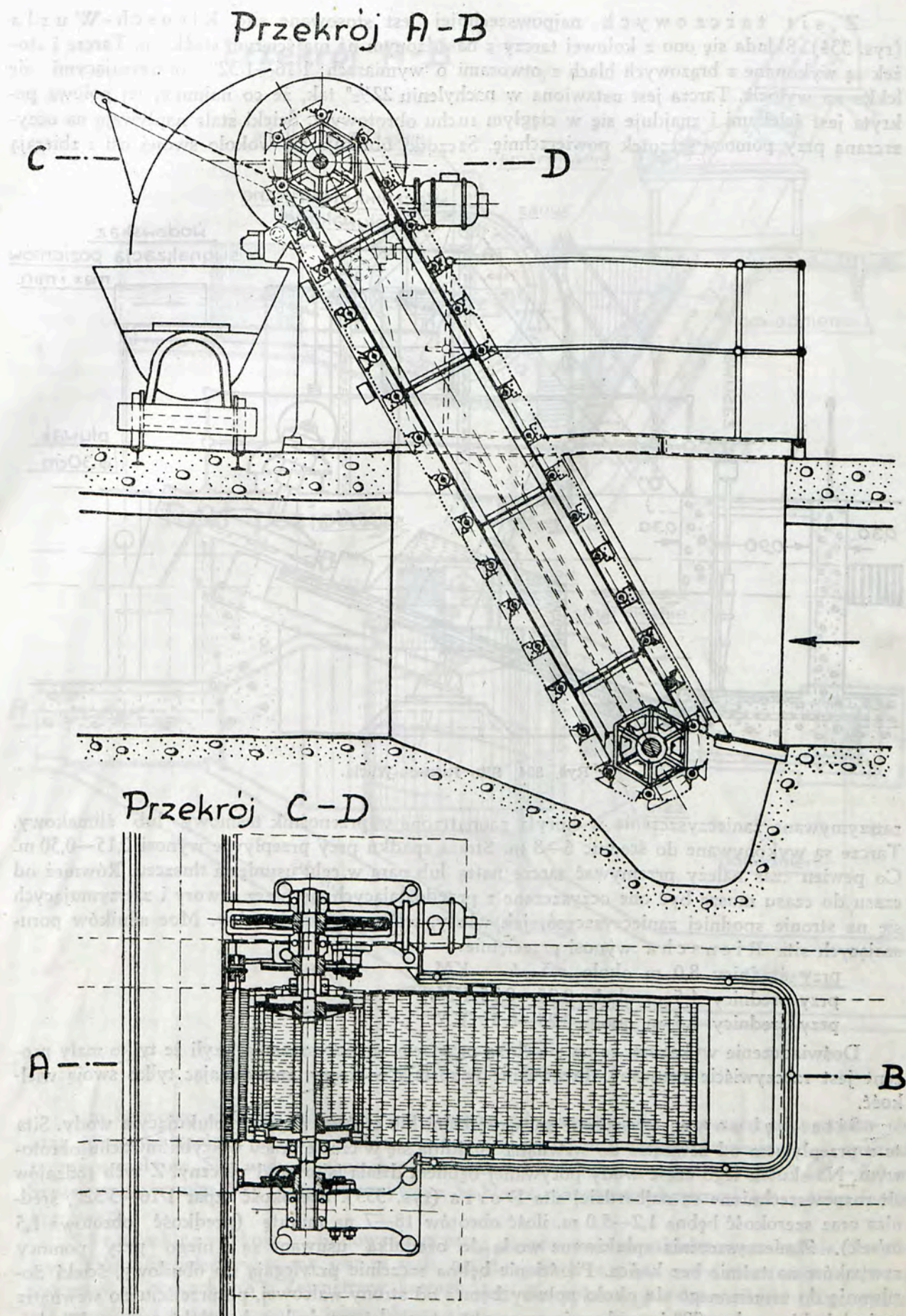
Istnieje bardzo dużo konstrukcji sit, wszystkie one są ruchome i oczyszczane mechanicznie. Stosowane są sita tarczowe, bębnowe oraz skrzydłowe. Szerokość otworów przepływowych wynosi 0,8—2 mm, długość 30—50 mm.



Rys. 331. Kraty Jeffreya
oczyszczane mechanicznie.

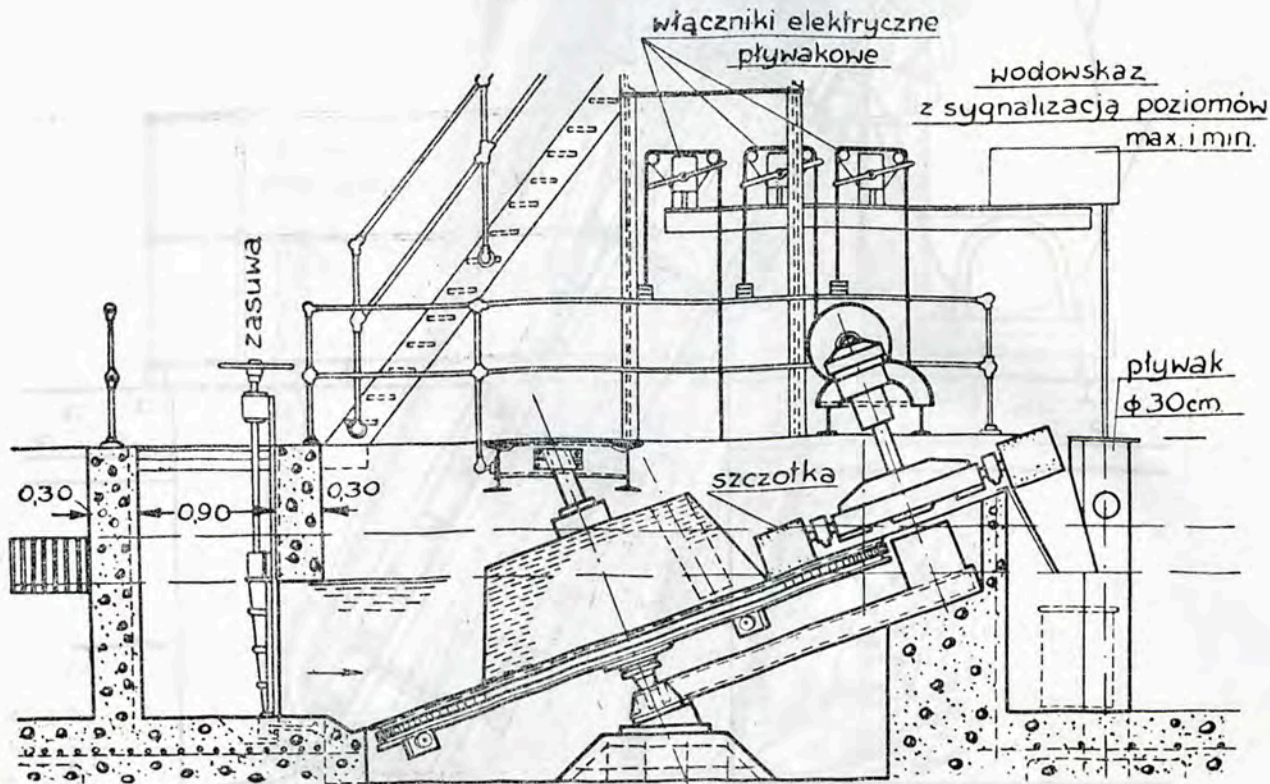


Rys. 332. Kraty Dorra.



Rys. 333. Kraty ruchome w Hamburgu.

Z sit tarczowych najpowszechniej jest stosowane sito Riensch-Wurla (rys. 334). Składa się ono z kołowej tarczy z nasadzoną na nią ściętym stożkiem. Tarcze i stożek są wykonane z brązowych blach z otworami o wymiarach $1/16$ — $1/32$ " rozszerzającymi się lekko na wylocie. Tarcza jest ustawiona w nachyleniu $22\frac{1}{2}^{\circ}$ tak, że co najmniej jej połowa pokryta jest ściekami i znajduje się w ciągłym ruchu obrotowym. Ścieki stale napływają na oczyszczoną przy pomocy szczotek powierzchnię. Szczotki obracają się wokół swojej osi i zbierają



Rys. 334. Sito Riensch-Wurla.

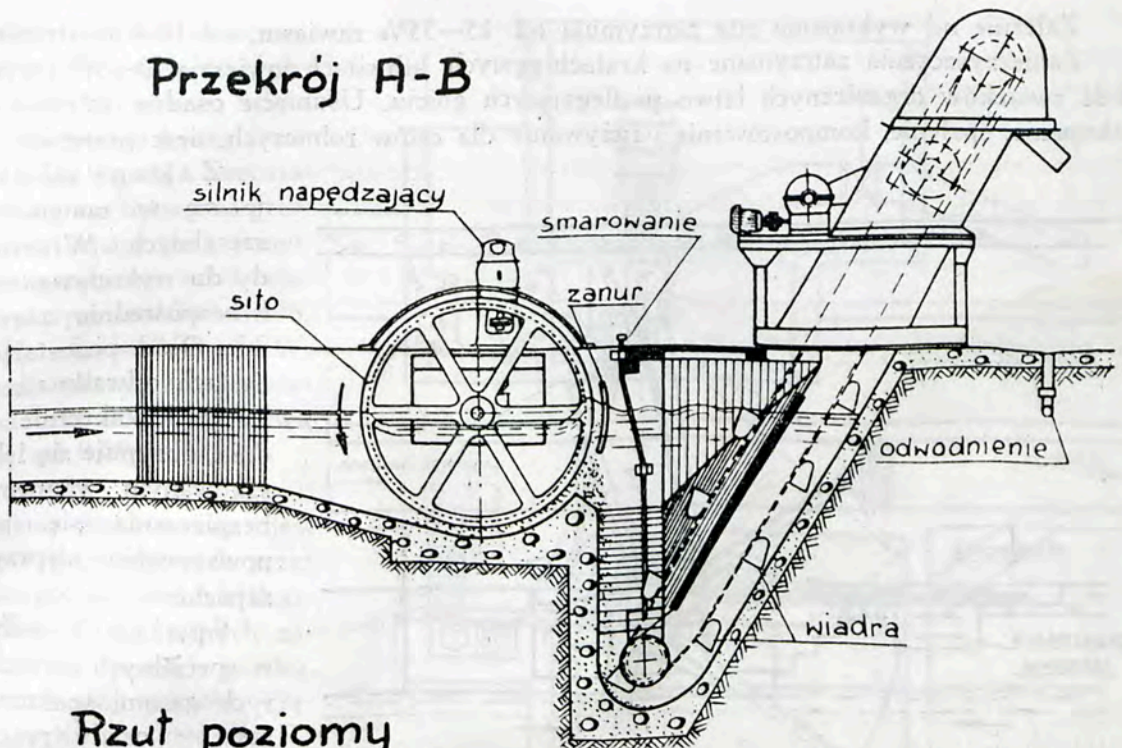
zatrzymywane zanieczyszczenia w koryta zaopatrzone w przenośnik taśmowy lub ślimakowy. Tarcze są wykonywane do średnic 6—8 m. Strata spadku przy przepływie wynosi 0,15—0,30 m. Co pewien czas należy przemywać tarcze natą lub parą w celu usunięcia tłuszczu. Również od czasu do czasu muszą być one oczyszczane z przedostających się przez otwory i zatrzymujących się na stronie spodniej zanieczyszczeń, jak włosy, włókna, resztki wełny. Moc silników poruszających sita Riensch wynosi przeciętnie:

- przy średnicy 8,0 m około 3—4 KM,
- przy średnicy 4,5 m około 0,25—0,75 KM,
- przy średnicy 1,5 m około 0,25—0,5 KM.

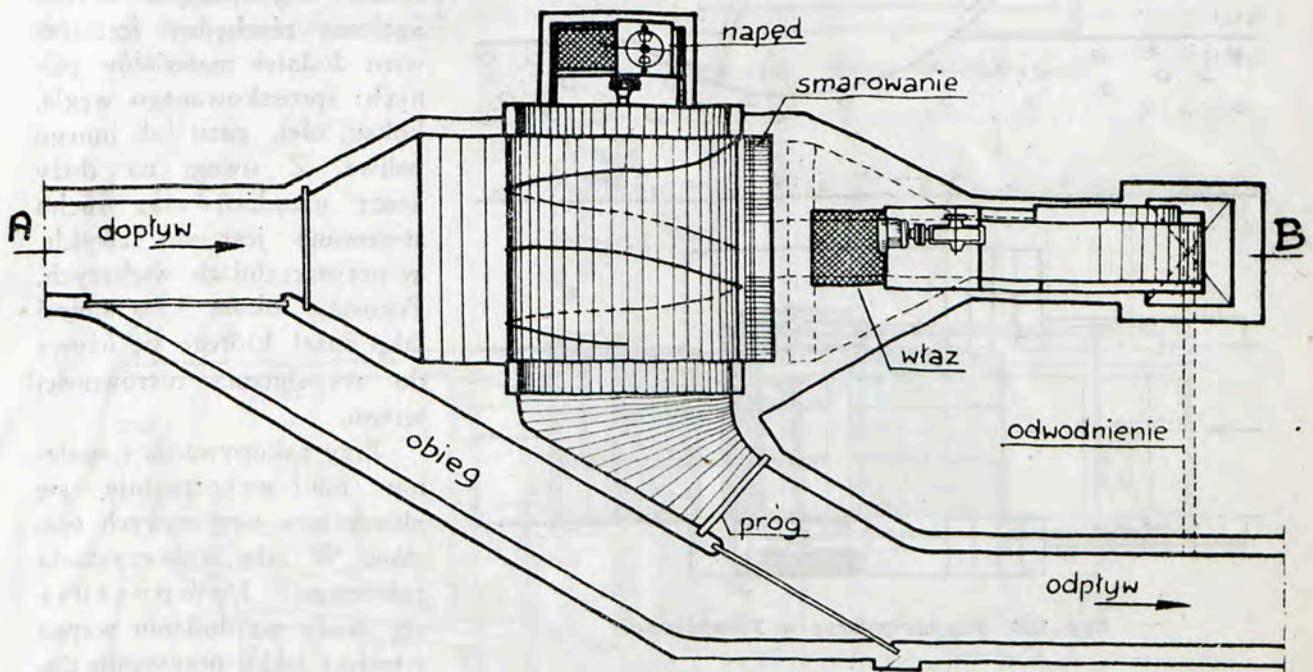
Doświadczenie wykazuje, że na sitach są przetarte zanieczyszczenia, czyli że tylko mały procent jest rzeczywiście usuwany. Przeważnie pozostają w cieczy, zmniejszając tylko swoją wielkość.

Sita bębnowe czyszczone są szczotkami lub częściej prądem splukującym wody. Sita te z przepływem od zewnątrz do wewnątrz znajdują się w czasie pracy w szybkim ruchu obrotowym. Na skutek tego część wody porywanej bębniem działa jako prąd płuczny. Z tych rodzajów sit rozpowszechnione są najbardziej sita Dorr'a (rys. 335). Szerokość szpar $1/16$ — $3/32$ ", średnica oraz szerokość bębna 1,2—5,0 m, ilość obrotów 18—7 na minutę (prędkość obrotowa 1,5 m/sec). Zanieczyszczenia splukiwane wodą do osadnika usuwane są z niego przy pomocy czepaków na taśmie bez końca. Pierścienie bębna szczelnie przylegają do obudowy, ścieki dopływają do zanurzonego do około połowy bębna od strony walcowej, po przejściu do wewnątrz zmieniają kierunek o 90° i wypływają przez otwartą podstawę do kanału odpływowego. Wydajność waha się od 600—16000 m³/dobę.

Przekrój A-B



Rzut poziomy



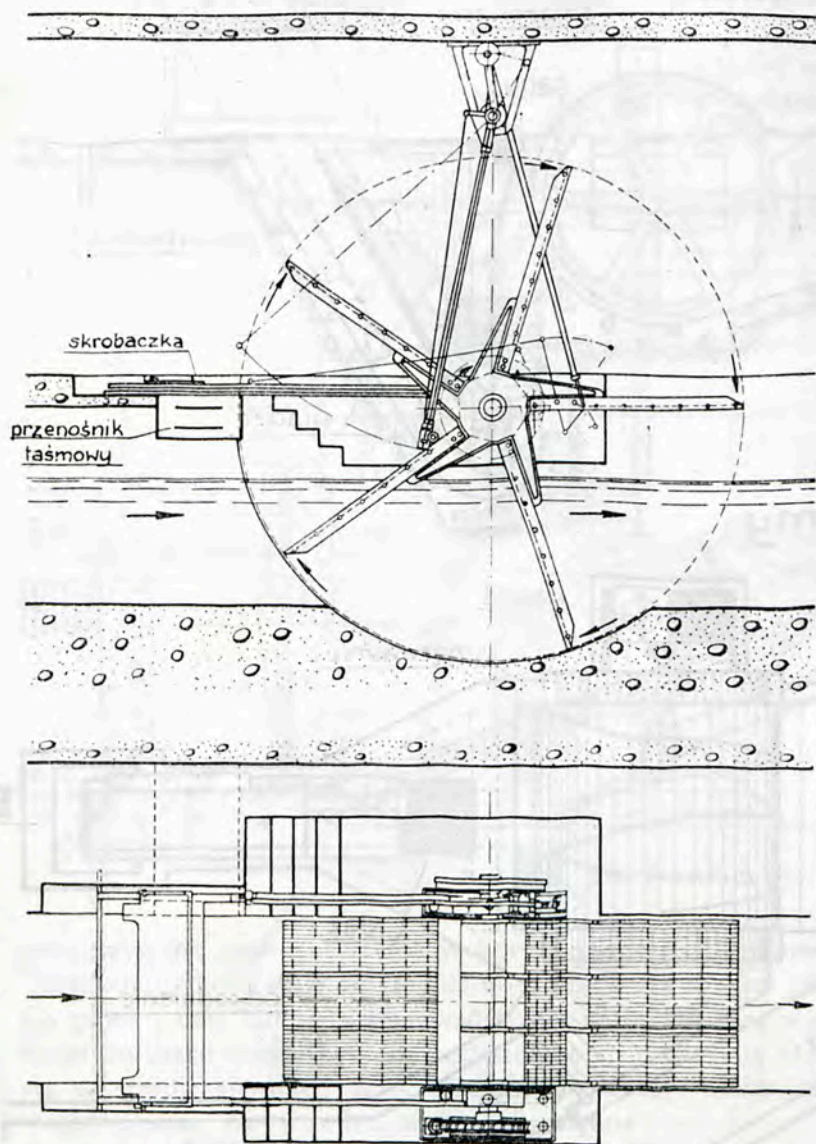
Rys. 335. Sito Dorra.

Sito bębnowe Tarka o przepływie również od zewnątrz do wewnątrz oczyszczane jest przy pomocy szczotek, przesuwanych na taśmie i zczesujących zanieczyszczenia do pneumatycznego eżektora. Sita wykonywane są o średnicach 1,2 — 3,0 m i więcej, długości 1,0 — 3,0 m. Szpary mają wymiar 1/16" i są wykonywane w blasze manganowo-brązowej lub z taśm fosforbrązowych.

Sita skrzydłowe budowane są przez umocowanie na szkieletowym bębnie skrzydeł (rys. 336). Szkielet wykonany jest ze stali, na skrzydłach rozpięta jest siatka z drutu galwanizowanego o oczkach 1/8". Zewnętrzny kraniec skrzydła pokryty jest kauczukiem dla uzyskania szczelności z dnem kanału. Bęben obraca się na osi poziomej w kierunku przeciwnym do przepływu ścieków.

Zależnie od wykonania sita zatrzymują od 15—35% zawieszin, od 10—30 litr/m/rok.

Zanieczyszczenia zatrzymane na kratkach gęstych lub sitach zawierają 70—90% wody i dużą ilość związków organicznych łatwo podlegających gnicciu. Usunięcie osadów odbywa się przez zakopanie, spalanie, kompostowanie i zużywanie dla celów rolniczych, oraz przegnicie.



Rys. 336. Sito skrzydłowe w Frankfurcie

nią lub piaskiem z piaskownika w celu zapobieżenia rozchodzenia się przykrych woni i pladze much. Nawóz ten chętnie nabywany jest przez rolników.

W dużych zakładach osady są poddawane fermentacji beztlenowej w dołach gnilnych, przy czym wykorzystany może być wytwarzający się gaz. Przegnily osad sprzedawany jest jako nawóz.

Rozdrabnianie.

Ze względu na kłopoty, jakie sprawia obsługa krat i sit, zastępuje się je urządzeniami rozdrabniającymi wszystkie zanieczyszczenia niesione przez ścieki. Stosowane są mechanizmy rozdrabniające udarowo, tnące oraz specjalne pompy (rys. 337).

Chicagoski rozdrabniacz (rys. 338) wykonany jest w postaci bębna o osi pionowej, zaopatrzonego w poziome szpary o ostrych krawędziach szerokości 7 mm. Bęben poruszany jest

Zakopywanie stosuje się w mniejszych oczyszczalniach. Wrzuca się osady do wykopywanych rowów i bezpośrednio zasypuje ziemią. Osad pozostający na podestach odwadniających, usuwany kilkakrotnie w ciągu dnia, obsypuje się lekko sproszkowanym wapnem dla zabezpieczenia się przeciwko powstawaniu nieprzyjemnych zapachów.

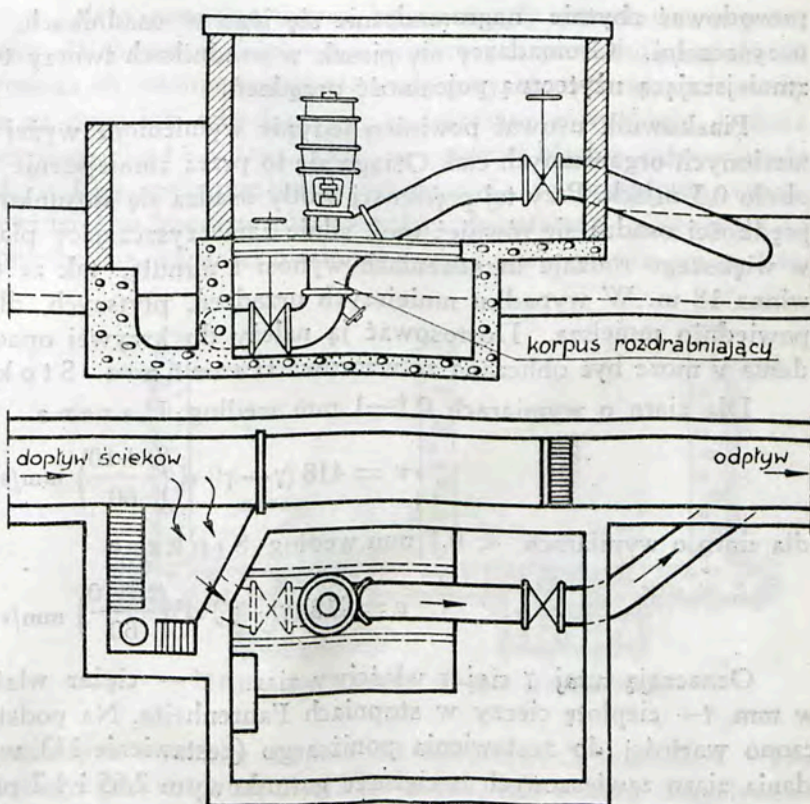
Spalanie odbywa się w specjalnych piecach, w których gazami spalinowymi suszy się osady przed spalaniem. Dla przeprowadzenia spalania niezbędny jest pewien dodatek materiałów palnych: sproszkowanego węgla, koksu, olei, gazu lub innego paliwa. Z uwagi na duży koszt urządzeń oraz ruchu stosowane jest ono zwykle w oczyszczalniach większych. Pozostaje około 3,5% śmieci jako żużel, którego się używa do wypełniania nierówności terenu.

Przy zakopywaniu i spalaniu nie wykorzystuje się składników nawozowych osadów. W celu wykorzystania rolniczego kompostuje się osady po dodaniu wapna i torfu i lekko przysypuje zie-

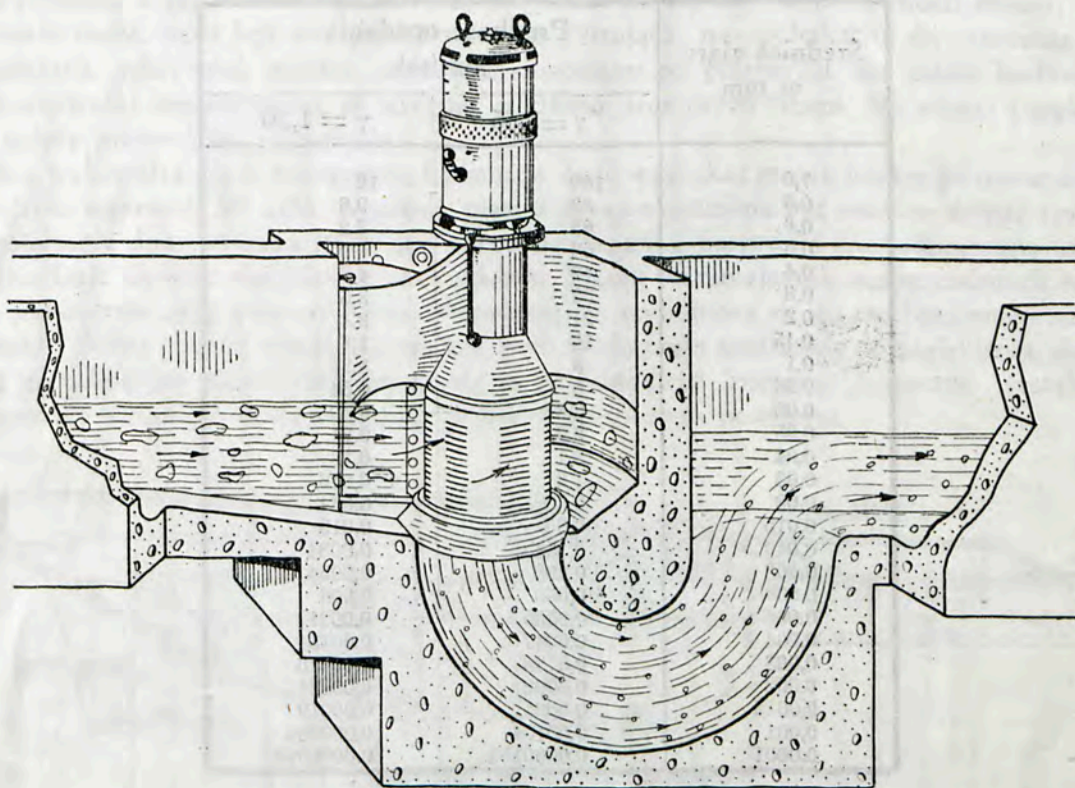
umieszczonym nad nim silnikiem elektrycznym, z prędkością obrotową około 0,8 m/sek. Ścieki wpływają do środka bębna i odpływają u jego spodu. Pozostałe zawiesiny na bębnie są przeciskane przez szpary przy pomocy ostrego grzebienia noża, ulegając przy tym rozdrobnieniu. Moc silnika wynosi 0,75–5 kW. Strata spadów zależy od wymiarów bębna oraz ilości przepływu i waha się od 0,05–0,30 m.

Piaskowniki.

Zadaniem piaskownika jest zatrzymanie prowadzonych przez ścieki, szczególnie w czasie deszczów, cięższych mineralnych zanieczyszczeń w postaci piasku, zeszliwu ulicznego, popiołu, cząstek żelaznych, jak igły itp. W małych urządzeniach oraz przy układach sieci rozdzielonej, gdzie



Rys. 337. Pompa rozdrabniająca.



Rys. 338. Chicagoski rozdrabniacz.

zanieczyszczenia z powierzchni nie przedostają się do kanałów wody brudnej, piaskowniki są zbędne. W wypadku rozległej sieci układu jednolitego budowa piaskowników jest pożądana, częstokroć zaś konieczną z uwagi na to, że duże ilości piasku mogą uszkadzać pompy oraz

powodować zbytne nagromadzenie się jego w osadnikach, wreszcie zatykać przewody na oczyszczalni. Gromadzący się piasek w osadnikach tworzy twardą, trudną do usunięcia masę, zmniejszającą użyteczną pojemność urządzeń.

Piaskownik usuwać powinien jedynie wymienione wyżej zanieczyszczenia, nie zatrzymując niesionych organicznych ciał. Osiąga się to przez zmniejszenie prędkości przepływu do wartości około 0,3 m/sek. Przy tej prędkości wody osadza się stosunkowo czysty piasek. Przy mniejszej prędkości osadza się również muł, silnie zanieczyszczający piasek. Czas zatrzymania stosowany w większego rodzaju urządzeniach wynosi 1 minutę, tak że długość piaskownika wynosić powinna 18 m. W wypadku mniejszych urządzeń, płytszych, długość piaskownika może być odpowiednio mniejsza. Dostosować ją należy do krzywej opadania ziarn piasku. Prędkość opadania v może być obliczana ze wzorów *H a z e n a* i *S t o k e s a*.

Dla ziarn o wymiarach 0,1—1 mm według *H a z e n a*

$$v = 418 (\gamma - \gamma') d \left(\frac{t+10}{60} \right) \text{ mm/sek}$$

dla ziarn o wymiarach $< 0,1$ mm według *S t o k e s a*

$$v = 418 (\gamma - \gamma') d^2 \left(\frac{t+10}{60} \right) \text{ mm/sek}$$

Oznaczają tutaj γ ciężar właściwy ziarn, γ' — ciężar właściwy cieczy, d — średnicę ziarn w mm, t — ciepłotę cieczy w stopniach Fahrenheita. Na podstawie przytoczonych wzorów obliczono wartości do zestawienia poniższego (zestawienie 11), w którym podane są szybkości opadania ziarn zawieszonych o ciężarze gatunkowym 2,65 i 1,2 przy ciepłocie cieczy 10°C.

Zestawienie 11.

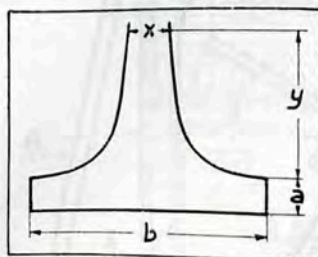
Średnica ziarn w mm	Prędkość opadania mm/sek	
	$\gamma = 2,65$	$\gamma = 1,20$
1,0	100	12
0,8	83	9,6
0,6	63	7,2
0,5	53	6,0
0,4	42	4,8
0,3	32	3,6
0,2	21	2,4
0,15	15	1,8
0,1	8	1,2
0,08	6	0,54
0,06	3,8	0,30
0,05	2,9	0,21
0,04	2,1	0,13
0,03	1,3	0,076
0,02	0,62	0,034
0,015	0,35	0,019
0,010	0,154	0,0084
0,008	0,098	0,0054
0,006	0,055	0,003
0,005	0,0385	0,0021
0,004	0,0247	0,0013
0,003	0,0138	0,00076
0,002	0,0062	0,00034
0,0015	0,0035	0,00019
0,001	0,00154	0,000084
0,0001	0,0000154	0,0000084

Piaskowniki zasadniczo im są dłuższe tym działają skuteczniej.

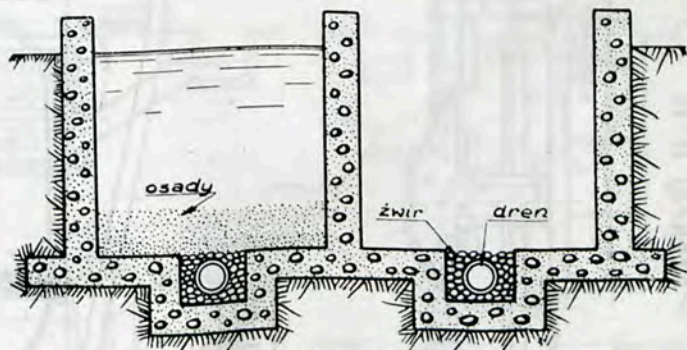
Zmniejszenie prędkości w piaskowniku osiąga się przez powiększenie przekroju przepływowego. Przekrój A m² oblicza się ze znanego dopływu Q m³/sek oraz przyjętej prędkości przepływu $v = 0,3$ m/sek.

$$A = \frac{Q}{0,3} \text{ m}^2$$

Przy projektowaniu piaskownika należy pamiętać o tym, by nie mogły powstawać w przepływie niepożądane zaburzenia i wiry. Wahanie w odpływach ściekowych powodują zmienność prędkości przepływu; w celu utrzymania tej ostatniej możliwie stałą przy różnych stanach wody na dopływie piaskowniki dzieli się na dwie lub trzy komory, umieszczane równolegle. Dobrze działa umieszczenie na odpływie przelewu Sutró (rys. 339) w postaci blachy odpowiednio wyciętej. Przelew ten spiętrza wodę w komorze przepływowej stosownie do przepływu, utrzymując stałą prędkość. Należy przewidzieć w komorze piaskownika dostateczną pojemność na gromadzenie się piasku. Zależać ona będzie od ilości niesionego przez ścieki piasku oraz odstępów czasu pomiędzy czyszczeniami.



Rys. 339. Przelew Sutró.



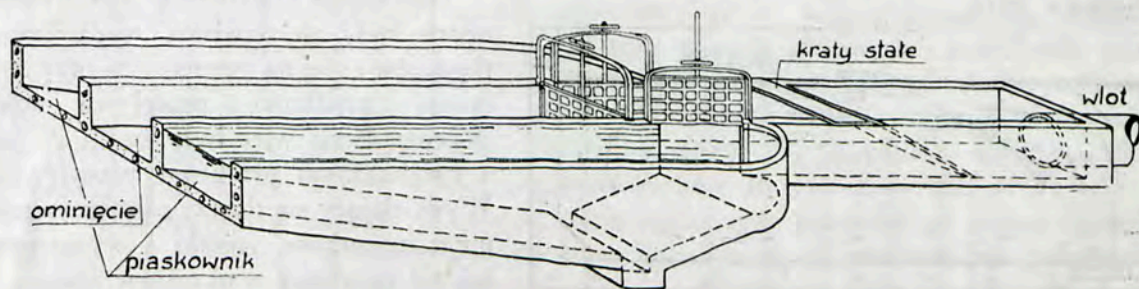
Rys. 340. Drenaż w dnie piaskownika.

Ilość osadzającego się piasku zależy w wysokim stopniu od miejscowych warunków. Do obliczeń pojemności miejsca składowego przyjmuje się 5–12 litr/m³/rok, lub według danych amerykańskich 15–34 litr. na 1000 m³. Zawartość wody w świeżo usuniętym piasku wynosi 30–40%.

Wybierany z piaskownika piasek używany jest do zapelniania nierówności terenu; gdy zawiera mało mułu, może być użyty jako warstwa filtrująca na poletkach do suszenia mułu. W okolicach, gdzie brak piasku, może być stosowany po przemyciu do celów budowlanych.

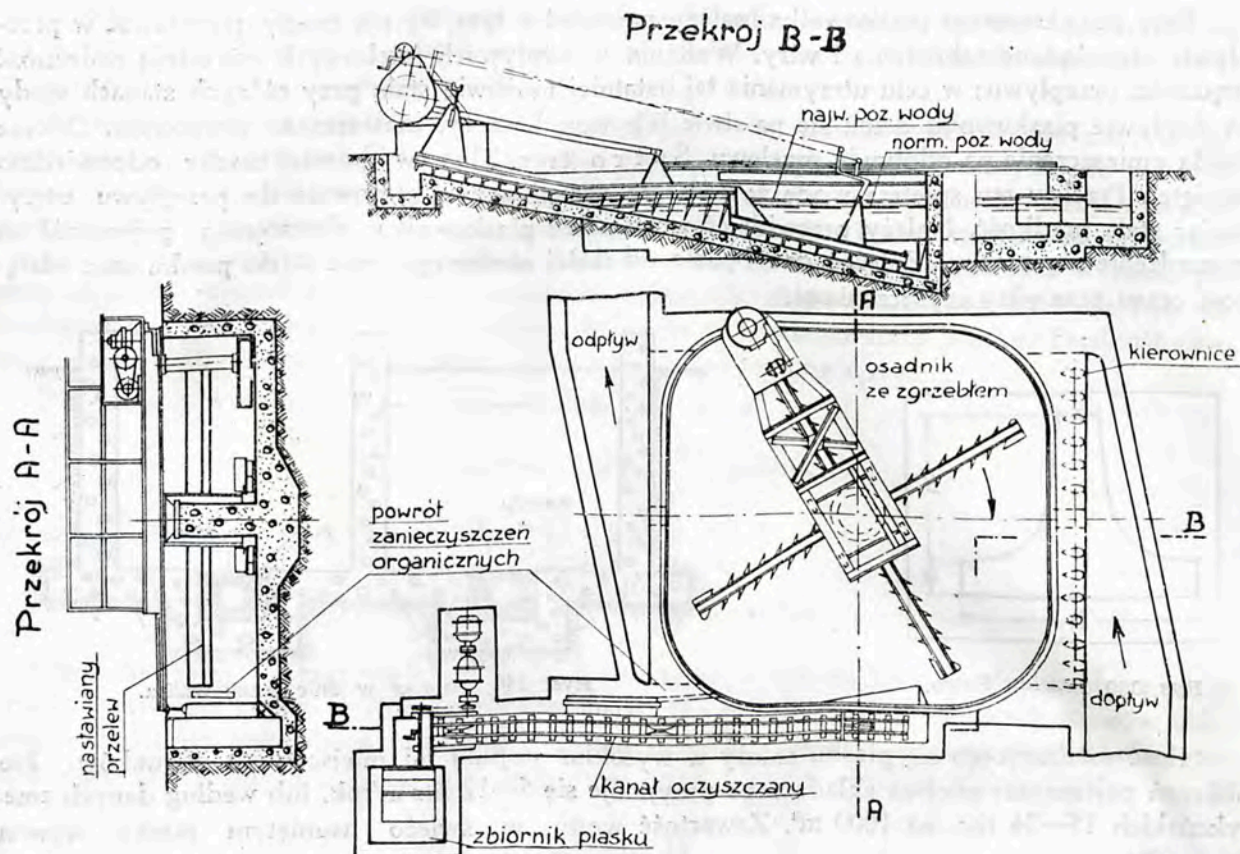
Piaskowniki umieszcza się za kratami rzadkimi, lecz przed sitami. Na wlocie i wylocie do niego należy przewidzieć zamknięcia.

Dno wykształca się w ten sposób, by można było wypłukać piasek lub też go osuszyć i w stanie suchym wyrzucić. W celu osuszenia piasku dno zaopatrzone być musi w drenaż (rys. 340). Wykształcanie dna w formie lejów jest niewskazane, gdyż powodują one jednoczesne osadzanie się mułu. Daje się więc dno płaskie ze spadkiem. Piasek w mniejszych oczyszczalniach wydobywany jest ręcznie przy pomocy łopat. Na większych wydobywa się go mechanicznie czerpakami na taśmie. Może być on również usuwany pod wodą przez zgrabianie do zagłębienia, skąd usuwa się go taśmą lub ślimakiem. Usuwa się go również przy pomocy kopaczek szczękowych, przy pomocy strumieni wody oraz przy pomocy sprężonego powietrza.



Rys. 341. Piaskownik podłużny.

Kształty nadawane piaskownikom są różne, najczęściej podłużne (rys. 341). W Ameryce i Niemczech stosowane są kwadratowego lub kołowego kształtu piaskowniki D o r r a (rys. 342). Dno płaskie ma nachylenie w kierunku koryta. Na dnie osadzony jest ruchomy spychacz zsuwający opadający na dno piasek do koryta, skąd odbywa się wydobywanie piasku przy pomocy mechanizmu taśmowego (przenośnika).

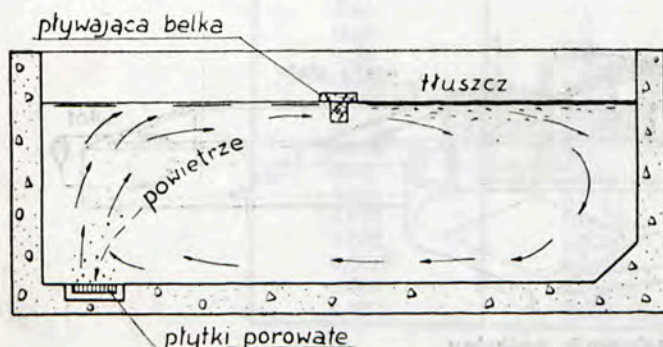


Rys. 342. Płaskownik Dorra.

Tłuszczowniki.

Tłuszcz znajdujący się w ściekach ma skłonność tworzenia kożucha w osadnikach, zatyka gęste kraty oraz sita i wpływa ujemnie na procesy i urządzenia biologiczne. Ze względu na to, że posiada on jako surowiec techniczny pewną wartość, niektóre z miast, szczególnie te, w których ściekach zawartych jest dużo tłuszczów, stosują przed wprowadzeniem ścieków na oczyszczalnię usunięcie tłuszczu. Do powyższego celu służą tłuszczowniki. W normalnych ściekach miejskich ilość tłuszczu wynosi 5–10 g/mieszk./dobę. Jako tłuszczownik działa każdy osadnik, w którym występuje zmniejszenie prędkości przepływu wody oraz uspokojenie powierzchni.

Pływające tłuszcze i oleje wydobywa się na oczyszczalniach z osadników przez umieszczenie zanurzonych pływających desek lub belek, zatrzymujących tłuszcz zbierający się na powierzchni.

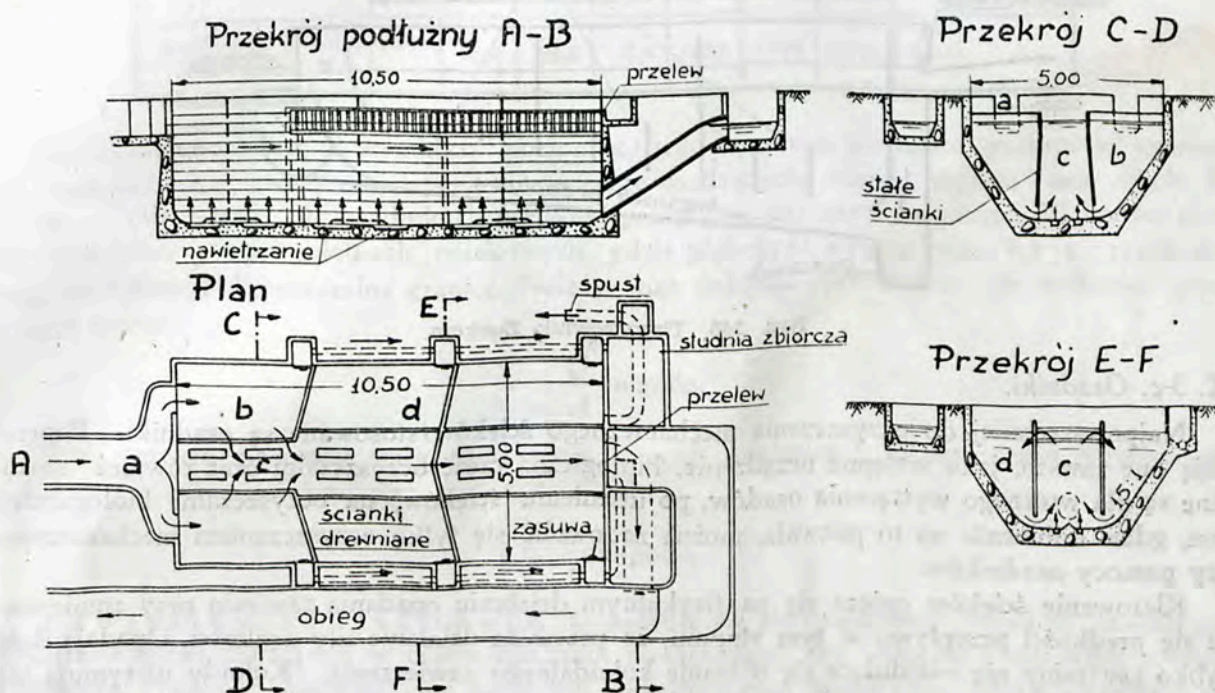


Rys. 343. Przekrój poprzeczny przez tłuszczownik.

Dawniejsze konstrukcje tłuszczowników oparte były na zjawisku wydzielania się tłuszczów i olei na powierzchni przy zmniejszonej prędkości przepływu ścieków. Wprowadzane więc były ścieki do komór o zwiększonym przekroju przepływowym. Wydzielający się tłuszcz zatrzymywany był przez zanurzone ścianki i wyczerpywany lub też spychany w określone miejsca czerpania. Ze względu na to, że przy krótkim czasie przepływu oraz przywieraniu tłuszczu do zanieczyszczeń niesionych przez ścieki, tylko niewielkie jego ilości wydzie-

lają się na powierzchni, dla zwiększenia wydzielania również olei i tłuszczów zawartych w postaci emulsji, stosuje się obecnie tłuszczowniki nawietrzane. Wprowadzone w dno powietrze powoduje koagulację tłuszczów i olei oraz ich wypływanie na powierzchnię. Sprężone powie-

trze wprowadza się przez porowate płytki lub dziurkowane rury, umieszczone w dnie komory przepływowej. Należy dążyć do otrzymania śrubowego ruchu wody (rys. 343), gdyż uzyskuje się w ten sposób poprzeczny prąd powierzchniowy w kierunku jednej ze ścian. Umieszczona po środku podłużnie pływająca belka głębokości 0,25 m i szerokości 0,10 m z otworami szerokości 0,10 m, zaokrąglonymi po drugiej stronie do szerokości 2,5 cm, powoduje zbieranie się za nią wypływającego tłuszczu. Głębokość takiego tłuszczownika wynosi około 1,0 m, czas zatrzymania 3 minuty, stosunek zużywanego powietrza do ścieków wynosi 1:5—1:10.



Rys. 344. Tłuszczownik nawietrzany na oczyszczalni w Menden.

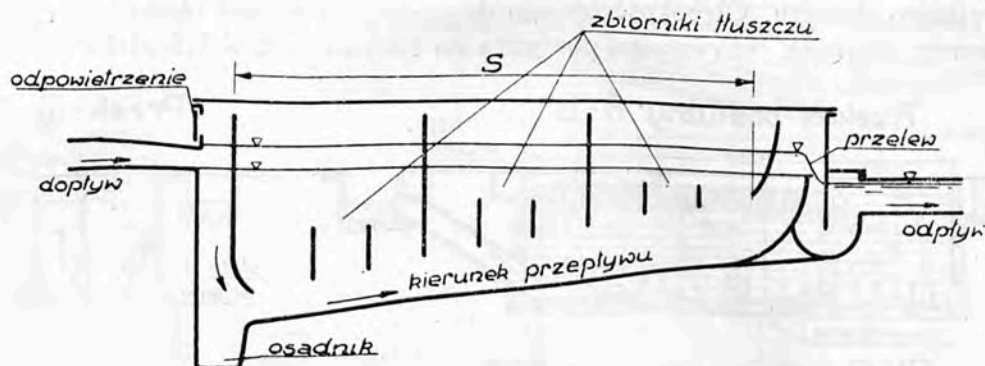
Nieco odmienną konstrukcję przedstawia rys. 344. Ścieki dochodzą przewodem a do pomieszczenia b, w którym się woda uspokaja i gdzie wydzielają się tłuszcze. Przekrój komory jest trapezowy, przy czym podzielona jest ona ściankami podłużnymi nie dochodzącymi do dna na trzy części. Ścieki przedostają się pod ściankami do części środkowej c, z umieszczonymi w dnie płytkami porowatymi, przez które wprowadzone jest sprężone powietrze. Emulgowany tłuszcz oraz opadający na dno napowietrzony wypływa na powierzchnię w postaci piany. Górna część ścianek zaopatrzona jest w kratę z prętów o przekroju trójkątnym i podstawie skierowanej na zewnątrz. Piana przechodzi przez kratę do pomieszczenia d nie mogąc się cofnąć, skąd wyczerpuje się ją lub spuszcza do specjalnego zbiornika, gdzie następuje odwodnienie.

Tłuszczownik Zunkera (rys. 345) ma kształt wydłużony o rozszerzającej się stopniowo części przepływowej. Powierzchnia jest podzielona przy pomocy głównych i pośrednich ścianek działowych na komory zbiorcze. Ścianki pośrednie mają za zadanie przeszkodzenie niepożądanym prądom wody. Dla osiągnięcia przy cieplocie $14,5^\circ$ odtłuszczenia co najmniej 95% wymagana jest powierzchnia rzutu poziomego $0,20 \text{ m}^2/\text{litr}/\text{sek}$ wody. W wypadku wyższych ciepłot przeprowadzanych ścieków należy powiększyć powierzchnię do wymiarów $0,25 \text{ m}^2/\text{litr}/\text{sek}$.

Przy dużej zawartości tłuszczu zwierzęcego lub roślinnego przerobić go można na mydło. Gdy tłuszcz jest przeważnie pochodzenia mineralnego, można go, po poddaniu procesowi oczyszczenia, używać powtórnie. Tłuszcze wydobywane z tłuszczownika dają się tylko wówczas wykrystać, gdy nie są zbyt zanieczyszczone, tj., gdy odpływy prowadzące tłuszcze nie są zmieszane ze ściekami miejskimi. Jeśli wstawia się tłuszczowniki z myślą wykorzystywania wydobytego tłuszczu, należy je umieszczać na odpływie w miejscu powstawania, przed wlotem ścieków zatłuszczonych do kanałów miejskich, a więc np. na odpływie ścieków z rzeźni, restauracji, dużych jadalni. Wydobywane tłuszcze i oleje w stanie silniejszego zabrudzenia z kanalizacji miejskiej spala się najlepiej z pozostałością na sitach, lub zakopuje do ziemi.

Zanieczyszczone tłuszcze roślinne mogą być wprowadzone do komór gnilnych dla przegnicia. Z 1 kg tłuszczu otrzymuje się około 1 m³ gazu.

Urządzenia ostatnio opisane mają tę wielką zaletę, że przez nawietrzenie ścieki się odświeżają, wydalone zostają siarkowodor i inne szkodliwe gazy, przyspiesza się skłaczkowacenie. Wszystko to ułatwia dalsze traktowanie ścieków na oczyszczalni.



Rys. 345. Tłuszczownik Zunkera.

IX. 3-c. Osadniki.

Najpowszechniej do oczyszczenia mechanicznego ścieków stosowane są osadniki. Poprzezają one zawsze, jako wstępne urządzenie, biologiczną część oczyszczalni oraz również stosowane są dla wtórnego wytrącenia osadów, po utlenieniu ścieków, na oczyszczalni biologicznej. Tam, gdzie odbiornik na to pozwala, można zadowolić się tylko oczyszczaniem mechanicznym przy pomocy osadników.

Klarowanie ścieków opiera się na fizykalnym działaniu opadania zawieszin przy zmniejszeniu się prędkości przepływu w tym stopniu, że przeważa działanie siły ciężkości. Opadają dość szybko zawiesiny nie znajdujące się w stanie koloidalnego zawieszenia. Koloidy utrzymują się niepomierne długo w zawieszeniu, stąd podział na zawiesiny ulegające osadzeniu i nie ulegające.

Rozróżniamy: zawiesiny ziarniste, spadające na dno ze stałą szybkością, jest to piasek, ziarenka węgla, ruń, cząstki gruntu, oraz zawiesiny kłaczkowate, zbijające się w czasie opadania w coraz większe kłaczki, przez co powiększa się ich prędkość opadania. W postaci zawieszin kłaczkowatych występuje wytrącony wodorotlenek żelaza i glinu, masa papierowa, muł czynny oraz skłaczkowe związki białkowe. Zawiesiny w ściekach miejskich są rodzaju pośredniego raczej, jednak bardziej charakteru kłaczkowatego. Ciężar właściwy takich zawieszin wynosi 1,2. Ścieki przemysłowe mogą ten charakter w silnym stopniu zmienić.

Dla osadzania zawieszin ziarnistych ważne są prawa ustalone przez Stokesa i Hazena. Głębokość nie odgrywa roli, natomiast miarodajna jest powierzchnia A m² w odniesieniu do ilości przepływu Q . Określa się ją przy znanej najmniejszej prędkości opadania v m/godz z zależności

$$A = \frac{Q}{v} \text{ m}^2$$

Pod najmniejszą prędkością opadania rozumie się prędkość, z jaką opadają ostatnie najbliższe zawiesiny na dno osadowego naczynia szklanego o wysokości 0,4 m. Jeśli czas zużyty na opadnięcie wynosi t godz.

$$v = \frac{0,4}{t} \text{ m/godz}$$

Dopuszczalne obciążenie osadnika wyraża się przez ilość ścieków, przypadającą na jednostkę powierzchni, tj. $\frac{Q}{A}$ m³/m²/godz.; odpowiada ono najmniejszej prędkości opadania.

Osadniki z ruchem wstępującym są również obliczane dla zawieszin ziarnistych według powierzchni, przy czym prędkość ruchu wstępnego nie może być większa niż najmniejsza prędkość opadania. Ponieważ głębokość nie odgrywa roli, najodpowiedniejsze są zbiorniki płaskie. Dla zawieszin ziarnistych Fair podał następujące prędkości opadania przy ciepłocie ścieków 10°C.: