

## Wykłady prof. inż. I. Radziszewskiego „O KANALIZACJI“.

Na kanałach ulicznych, przez które przepływają znaczniejsze ilości wód ściekowych, wykonywane są nieraz w większych miastach studnie do zwalania przez nie śniegu, usuwanego z ulic i podwórz.

Gdybyśmy się zdecydowali na przyjmowanie wody deszczowej do kanałów ulicznych z terytorium miejskiego, to, oczywiście, w miarę tego, jak zbliżalibyśmy się do wylotu kanału, ilości odprowadzanej wody deszczowej wzrastałyby w sposób poważny; zatem i kanały musiałyby otrzymać coraz większe wymiary, co znów pociągałoby za sobą poważne koszty. W celu uniknięcia budowy kanałów o dużych wymiarach, a zatem i dużych kosztów, stosowane są w pewnych miejscach sieci kanałowej, gdzie ilości przepływającej wody deszczowej mogą być znaczne, tak zwane *przewały i kanały burzowe*.

Treść tego organu kanalizacyjnego polega na następującem: podczas suchej pory, kiedy zatem deszczu nie ma, kanałami odpływa jedynie woda ściekowa, otrzymywana od mieszkańców i z fabryk. Jeśli następnie zacznie padać deszcz, ilość wody w kanałach się zwiększy i poziom jej odpowiednio się podniesie. Im deszcz dłużej będzie padać, do kanałów będzie dopływać woda z coraz dalszych okolic, powiększając ciągle ilość wody, płynącej kanałem i podnosząc jej zwierciadło. Zrozumiałe jest, że pierwsze porcje wody deszczowej, które wpadły do sieci kanałów, zabierają ze sobą wiele nieczystości z powierzchni dachów, podwórz, ulic i t. p. Ta woda, naogół, nie jest wcale czystsza od zwykłej wody ściekowej. Dopiero po pewnym czasie, kiedy pierwszym deszczem ulice, podwórza, dachy zostały obmyte, do kanałów zacznie dopływać już czystsza woda, którąby można śmiało wypuszczać w najbliższym miejscu do rzeki, rowu, wąwozu i t. d. bez krzywdy dla wody, w nich będącej. Tak też się robi: jeżeli ilość przepływającej wody deszczowej jest dostatecznie wielka w porównaniu z ilością ścieków, kiedy, zatem, obecność tych ostatnich nie wiele obniża względną czystość wody deszczowej, korzystamy z tego, że zwierciadło wody w kanale jest dość wysoko i dochodzi prawie do wierzchu kanału, wówczas przez otwór dostatecznych wymiarów, wykonany w ścianie kanału na odpowiedniej wysokości, wypuszczamy nazewnątrz kanału nadmiar ilości wody. Wodę tę kierujemy kanałami najkrótszą drogą do naturalnego odbiornika. Otwór powyższy, którym nadmiar wody deszczowej przelewa się z kanału ulicznego, nazywamy *przelewem lub przewalem burzowym*, zaś przewód kanałowy, który przelaną wodę odprowadza najkrótszą drogą do naturalnego odbiornika, nazywamy *kanałem burzowym*.

Zaznaczę tu, że chwila, kiedy woda deszczowa zacznie się przelewać do kanału burzowego, powinna odpowiadać z góry zadanemu warunkowi, aby ścieki były dostatecznie rozcieńczone wodą deszczową. Stopień rozcieńczenia warunkujemy tem, żeby spuszczone woda deszczowa (zmieszana z wodą ściekową) nie psuła zbyt skład w odbiorniku. Przy obfitej wodzie w odbiorniku wystarcza rozcieńczenie 1 : 2; w niekorzystnych warunkach, kiedy woda w odbiorniku jest niewielka, rozcieńczenie należy brać większe 1 : 5, lub 1 : 6 nawet 1 : 7.

Zrozumiałe jest, że ilość wody w kanale powyżej przelewu burzowego będzie większa, niż poniżej tego przelewu, zatem kanałowi poniżej przelewu burzowego można nadać mniejsze wymiary, a więc i obyć się można mniejszym kosztem, niż kiedybyśmy przelewu i kanału burzowego nie wykonali.

Poprzednio mówiliśmy o tem, że na dnie kanałów ulicznych, w razie małych spadków, może tworzyć się osad. W celu usuwania tego osadu stosowane jest przemywanie kanałów, polegające na tem, że w górnych miejscach kanałów wykonane są zbiorniki, połączone z kanałami; w zbiornikach tych zbiera się woda albo z wodociągów, albo woda gruntowa, albo wreszcie woda, którą otrzymujemy z pobliskiego zakładu przemysłowego. Po zebraniu odpowiedniej ilości tej wody, szybko podnosimy zasuwę, zamykając otwór

do kanału, i woda, z dużym impetem płynąc, porywa ze sobą nagromadzony na dnie kanału osad i unosi go dalej w dół. Stosowane są też zagrodzenia poprzeczne kanałów po drodze, wykonane przy pomocy zasuw lub t. zw. *wrót*. Po zamknięciu takich wrót, powyżej ich zbierają się ścieki, płynące kanałem. Po utworzeniu dostatecznego zapasu spiętrzonej wody raptowne otwarcie wrót uwalnia dużą jej ilość, która płynąc szybko, zabiera ze sobą z dna osad.

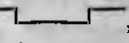
Przepłukiwanie kanałów przy pomocy wody spiętrzonej często jest wykonywane w kanałach o większych przekrojach w ten sposób: w kanale ustawia się wózek, mogący poruszać się po szynach, umocowanych na dnie kanału; wózek posiada tarczę, która zatrzymuje wodę ściekową odpływającą z góry. Tarcza ta nie dochodzi dokładnie do dna, lecz pozostawia pewien otwór, przez który wstrzymana woda z dużą prędkością wypływa, porywając ze sobą osad, pozostawiony na dnie; jednocześnie też spiętrzona woda posuwa wózek naprzód. Robotnik, siedzący na wózku, normuje jego prędkość w zależności od postępu, z jakim zachodzi przesuwanie piasku.

Ten czy inny sposób spłukiwania kanałów pozwala spędzić osady z dna kanału na mniej lub więcej znacznej długości jego do pewnych miejsc, skąd już zachodzi potrzeba ręcznego usuwania osadu przez t. zw. *studnie rewizyjne*.

W celu dozoru kanałów pod względem czystości, całości oraz ich działania, a następnie, o czym przed chwilą wspomniano, w celu usuwania z niektórych miejsc zebranego osadu, wykonane są wejścia do kanałów przy pomocy studni rewizyjnych, rozstawionych co pewna odległość wzdłuż osi kanału.

Woda ściekowa wydziela gazy, które utrudniają nieraz pracę ludziom przy oczyszczaniu, lub reperacji kanałów; przy pewnych okolicznościach gazy te mogą wydostawać się na zewnątrz. W celu zmniejszenia złych skutków, jakie powodować mogą wspomniane gazy, konieczne jest, tak zwane, *przewietrzanie*, czyli *wentylacja* kanałów. Wentylacja polega na ułatwieniu wymiany powietrza w kanałach przez doprowadzenie czystego powietrza do kanałów z jednej strony i przez odprowadzenie zepsutego powietrza z kanałów z drugiej strony. Do pierwszego celu służą otwory, wykonane u wierzchu kanału i wychodzące na zewnątrz; do drugiego służą albo kominy fabryczne, położone w górnych częściach kanału, albo też specjalne rury wyciągowe w postaci kominów wykonane, z którymi kanały uliczne są połączone. Wymiana powietrza w kanałach ulicznych odbywać się też może przy pomocy rur kanalizacyjnych domowych, które zwykle zakończone są rurami, wychodzącymi ponad dachy domów.

Jedną z większych trudności, jakie napotykamy przy budowie kanałów, są to wąwozy, rowy głębsze, rzeki i rzeczki.

Trudności powyższe pokonywamy albo w ten sposób, że kanały układamy jakby na moście, przerzuconym ponad rowem lub wąwozem, albo też, o ile mostu niema, lub z istniejącego mostu z jakichkolwiek względów korzystać nie można, układamy—jako kanał—rurę żelazną pod dnem rzeki, przyczem początek kanału na jednym brzegu rzeki znajduje się cokolwiek wyżej niż koniec tego kanału, na drugim brzegu przytem o tyle, ile potrzeba spadku, aby woda mogła przepłynąć z jednego brzegu na drugi. Środkowa część tego kanału—między jednym i drugim brzegiem,—ułożona zwykle pod dnem rzeki, wypada zazwyczaj poniżej początku i końca kanału. Otrzymuje się t. zw. *syfon*, w kształcie , w którego środkowej części stale znajdować się będzie zwolna płynąca woda ściekowa. Syfony takie wymagają ciągłego dozoru i stałego oczyszczania, gdyż wolno płynąca w nich woda ściekowa łatwo pozostawia osad, który, gromadząc się, z biegiem czasu może syfon zatkać.

W celu zabezpieczenia się przeciwko skutkom możliwego zatkania się przewodu syfonowego zazwyczaj wykonywamy przewód taki z dwóch rur, niezależnych jedna od drugiej, mających tylko wspólne początek i koniec na brzegach rzeki.

Kanały, ułożone z odpowiednimi spadkami, o dostatecznych wymiarach, zabierają wody ściekowe, dostarczane przez mieszkańców, sprowadzają te ścieki do kanałów większych, te zaś dalej łączą się stopniowo w kanał jeszcze większych wymiarów i t. d., wreszcie ścieki dostają się do kilku tylko kanałów o poważnych, stosunkowo, wymiarach, które nazywamy *kolektorami*, a i z tych ścieki nieraz odbierane są przez jeden lub dwa główne kolektory. Głównymi kolektorami odprowadzamy wody ściekowe poza granice danego miasta w stronę naturalnego odbiornika. Jeśli miejscowość, którą obsługuje sieć kanałów, znajduje się do-

statecznie wysoko ponad poziomem wody w odbiorniku, woda ściekowa będzie mogła dostać się do niego własnym spadkiem. Jeśli teren miejscowości kanalizowanej będzie płaski i niewiele podniesiony ponad poziom wody w odbiorniku, szczególnie, kiedy ten poziom podlega wahaniom, nieuniknione jest przepompowywanie wód ściekowych. Stację pomp wówczas buduje się w tym miejscu, gdzie główne kolektory się zbiegają. Jeśli w pewnych okresach roku poziom wody w odbiorniku będzie dostatecznie niski tak, że możliwe jest odprowadzenie wody ściekowej do odbiornika własnym spadkiem, wówczas pompy odpoczywają; kiedy zaś poziom wody w odbiorniku się wzniesie, działanie pomp okazuje się koniecznym.

Jeśli wody ściekowe, pierwiej nim zostaną wpuszczone do odbiornika, wymagać będą oczyszczania tą czy inną metodą, o czym później, najczęściej wymagane jest podnoszenie wody przy pomocy pomp na pewną wysokość, aby woda mogła następnie przepłynąć własnym spadkiem przez urządzenia oczyszczające i wreszcie dotrzeć do odbiornika.

### 3. OCZYSZCZANIE WODY ŚCIEKOWEJ.

Kwestya potrzeby oczyszczania wody ściekowej, właściwiej, dokładności oczyszczania jej, zależy przede wszystkim od ilości, rodzaju i składu wody ściekowej, a następnie od charakteru odbiornika, którym, zazwyczaj, są naturalne zbiorowiska wody płynącej, a więc rzeki, rzeczki, potoki lub strumyki, nieraz rowy, czasami wysychające, wreszcie zbiorowiska wody stojącej, jak stawy, jeziora.

Woda ściekowa, odprowadzana siecią kanałów, posiada skład zależny od tego, skąd pochodzi. Inny skład ścieków będzie z miasta, nie posiadającego żadnych fabryk, ani zakładów przemysłowych, inny skład będzie, jeśli z sieci kanałów korzystają zakłady przemysłowe; zależnie zaś od liczby i rodzaju tych zakładów zmieniać się będzie skład i charakter ścieków. Pochodzenie i skład ścieków ma wpływ na obiór tej czy innej metody oczyszczania. Wogóle, woda ściekowa, pochodząca zarówno od ludności jak i z wielu zakładów przemysłowych, zawiera duże ilości związków organicznych, a w tem wiele ciał azotowych, które łatwo podlegają gniciu, psują wodę, czyniąc ją szkodliwą pod względem higienicznym.

Potrzeba oczyszczania ścieków wywołana zwykle jest tą okolicznością, że woda odbiornika przez wpuszczenie do niej nadmiernej ilości wody ściekowej, niedostatecznie oczyszczonej, może być o tyle zepsuta, że staje się powodem wielu strat dla mieszkańców, osiadłych niżej miejsca wpuszczania wody i korzystających z wody odbiornika do tych czy innych celów. Dodać tu należy, że nadmiernie zanieczyszczona woda odbiornika traci właściwą sobie florę i faunę, staje się wodą trującą dla każdego organizmu żyjącego. Z tego, jednak, nie wypływa wymaganie oczyszczania wody ściekowej do tego stopnia, aby, jak tego domagały się przepisy sanitarne rosyjskie, oczyszczone wody ściekowe co do swojego charakteru i składu nie były gorsze od wody odbiornika. Ten warunek nieraz hamowałby, zupełnie niepotrzebnie, sprawę uzdrowotnienia miejscowości przez jej skanalizowanie.

Rzecz polega na tem, że woda, płynąca w rzece, posiada zdolność w pewnym stopniu pozbywania się zanieczyszczeń, które do wody rzecznej dostać się mogą. Rzeki, jak mówimy, mają zdolność samooczyszczania się. Warunki, sprzyjające dobremu i pewnemu oczyszczaniu się wody rzecznej, polegają na tem, aby nie było w wodzie ściekowej, wpuszczanej do rzeki, zawieszonych części stałych, dalej, aby stosunek ilości wody rzecznej do ścieków przy niskim wodostanie rzeki był znaczny, następnie, aby prędkość prądu wodnego w rzece była dość znaczna, wreszcie, skład wody rzecznej, układ i rodzaj dna i brzegów też odgrywają tu pewną rolę. Najważniejsze zjawiska, obserwowane przy pozbywaniu się przez wodę rzeczna zanieczyszczeń, są to zjawiska częściowo mechaniczne, głównie zaś biochemiczne, polegające na działalności bakterji, roślin i żyjątek wodnych.

Obserwacje, wielokrotnie wykonywane wskazują, że rzeki z obfitą i dość prędko płynącą wodą, przy uregulowanem dnie i brzegach, znaczne nieraz ilości wód ściekowych przyjąć są w stanie, poczem na pewnej odległości w dole rzeki nie daje się wyczuwać zanieczyszczenie jej, powstałe powyżej. Na tej też podstawie domaganie się zawsze i przy każdych warunkach dokładnego oczyszczania ścieków nie jest po-

trzebne. Jeśli odbiornikiem będzie rzeka duża, z odpowiednią prędkością wody, z korytem uporządkowanym, można wtedy pozwolić na spuszczenie do rzeki wody ściekowej, z której będą zatrzymane tylko stałe części zawieszane. W razie korzystania z mniejszej rzeczki oczyszczenie spuszczonej wody ściekowej powinno być dokładniejsze, i tym wyższe powinno być postawione wymaganie co do stopnia czystości, im jest mniej obfita woda odbiornika i im mniej daje pewności, że będzie w stanie ulec samooczyszczeniu się. Najwyższy stopień oczyszczania wód ściekowych wymagany być powinien w przypadku, kiedy odbiornikiem będzie strumyk lub rów wysychający, wreszcie staw. Rozpatrzmy obecnie zasady oczyszczania ścieków, poczynając od najprostszych sposobów.

#### 4. METODA MECHANICZNEGO OCZYSZCZANIA.

Polega na zatrzymywaniu stałych części ciężkich i zawieszonych w wodzie ściekowej. Woda ściekowa, płynąc w kolektorach ze znacznie większymi prędkościami, unosi ze sobą nie tylko części, zawieszane w wodzie, lecz i części cięższe—piasek, nieraz żwir i inne ciała. Zatrzymywanie grubszych ciał skutecznia się w t. zw. *piaskowniku*.

Piaskownik jest to zbiornik, najczęściej w planie prostokątny, znacznie szerszy niż szerokość kolektora, skąd woda ściekowa przybywa. Dno zbiornika, znajdujące się poniżej spodu kolektora doprowadzającego wodę, posiada często jedno lub więcej zagłębień. Na dno opada z wody osad—jak piasek i inne części ciężkie— a to dzięki temu, że rozszerzony przekrój piaskownika zmusza wodę płynąć powoli; woda, nie mogąc dalej tych ciał unosić, pozostawia je w piaskowniku. Otrzymany osad jest peryodycznie uprzątnięty bądź ręcznie w małych instalacjach, bądź mechanicznie w większych. Ciała, zawieszane w wodzie i razem z nią dalej płynące, zatrzymywane są przy pomocy sit lub krat, ustawionych przy wyjściu wody z piaskownika. Sita i kraty wykonywane są albo stałe, albo ruchome o przeróżnych konstrukcjach; oczyszczanie sit tych lub krat dokonuje się ręcznie lub mechanicznie.

Osady, wyjmowane z zagłębienia w piaskowniku, lub zdejmowane z sit, składane są na wozy i następnie są wywożone na pola, lub kierowane do zakładów, gdzie przerabiane są na odpowiednie produkty pożyteczne. Woda ściekowa, która przeszła przez piaskownik i przez sita, jest już w znacznym stopniu oczyszczona. Na tem oczyszczeniu nieraz poprzestaje się, kiedy potrzeba wodę ściekową przy pomocy pomp podnosić na wyższe miejsca, do urządzeń, przeznaczonych do dalszego oczyszczania wody ściekowej, lub też do odbiornika z wyższym poziomem wody w porównaniu z poziomem wody w kolektorach. Zresztą, nawet i w razie możliwości spuszczenia wody do odbiornika bez dalszego oczyszczania wody ściekowej, konieczne jest usuwanie większych ciał stałych ciężkich i zawieszonych, aby niepotrzebnie nie zamulać dna odbiornika. Jeśli warunki, w których znajduje się odbiornik, uzasadniają obawę, że woda odbiornika nie będzie w stanie przetrwać tej ilości zanieczyszczeń, jaką woda ściekowa, choćby po przejściu przez piaskownik, jeszcze posiada, prowadzimy wodę ściekową z piaskownika do *osadnika*.

Zadanie osadnika polega na zatrzymaniu jak największej ilości drobnych ciał, zawieszonych w wodzie ściekowej. Działanie osadnika polega na tem, że woda ściekowa przepływa przez niego ze zmniejszoną znacznie prędkością i, płynąc tak, w ciągu pewnego, dość długiego, czasu pozbywa się stałych części, nawet drobnych, które przy bardzo małej prędkości wody nie mogą być przez nią unoszone.

Odróżniamy dwa główne typy osadników: jeden, budowany na podobieństwo osadników wodociągowych, w których zachodzi ruch wody prawie poziomy—będą to *baseny osadowe*, mające w planie kształt wydłużonego prostokąta. Dno osadnika jest silnie pochylone: głębsze przy dopływie—wznosi się następnie w stronę wylotu wody; na początku osadnika, przy samym dopływie, na pewnej długości wykonane jest w dnie zagłębienie, t. zw. *blotnik*, tworzący miejsce, do którego osad z całego dna może być zgarniany i skąd następnie jest wybierany. Często całe dno osadnika utworzone jest z szeregu podobnych zagłębień—blotników; w tym przypadku wybieranie osadu powinno być skuteczniane z każdego blotnika oddzielnie. Prędkość wody ściekowej w powyższych basenach osadowych, w celu osadzenia jak największej ilości zawieszonych ciał, przyjmuje się nieznaczną—najwyżej 20—40 mm na sek. Głębokość wody w osadnikach nie powinna być zbyt wielka, najwyżej w najgłębszych miejscach 2 m., gdyż w przeciwnym razie cząstki, zawieszane w wodzie górnych warstw, nie zdążą opaść na dno przed wyjściem wody z osadnika.