



## WODOCIĄGI KATOWICKIE SPÓŁKA AKCYJNA

<https://wodociagi.katowice.pl/sciezka-edukacyjna-gigablok/oczyszczanie-ściekow>

# Proces oczyszczania ścieków

Woda jest niezbędnym składnikiem warunkującym życie człowieka i egzystencję wszystkich organizmów żywych na Ziemi. Rozwijający się przemysł w Katowicach zamienił tętniącą niegdyś życiem rzekę Rawę w silnie zanieczyszczony ściek. Dzięki nowo zbudowanej oczyszczalni ścieków Gigablok znacznie poprawił się stan rzeki, która jest odbiornikiem oczyszczonych ścieków.

### OCZYSZCZANIE MECHANICZNE

Ścieki dopływają do oczyszczalni Gigablok dwoma kolektorami lewobrzeżnymi oraz kolektorem prawobrzeżnym. Te kryte kanały łączą się w komorze połączeniowej, skąd ścieki wpływają do oczyszczalni jednym wspólnym rurociągiem.



Pierwszym obiektem technologicznym jest budynek krat rzadkich. Znajdują się tam dwie kraty mechaniczne o prześwicie 5 cm oraz krata ręczna wykorzystywana w przypadku awarii krat mechanicznych. Kraty rzadkie służą do usuwania ze ścieków większych zanieczyszczeń takich jak np. worki foliowe, kamienie, deski.

Następnie ścieki kierowane są do wlotowej stacji pomp wyposażonej w komorę czerpalną oraz trzy pompy. Tu ścieki wynoszone są na wyższy poziom, aby ich dalszy przepływ przez objekty oczyszczalni mógł odbywać się grawitacyjnie. Komora stacji wlotowej podzielona jest na dwie sekcje. Jedna obsługuje oczyszczalnię podczas pogody bezdeszczowej, natomiast druga, wyposażona w pięć pomp, uruchamiana jest podczas obfitych opadów deszczu. Jej zadaniem jest odprowadzanie nadmiaru ścieków do zbiornika retencyjnego. Z komorą czerpalną połączona jest również stacja ścieków dowożonych umożliwiającą odbiór fekaliów dostarczanych przez beczkowsy. Przywożą one ścieki z indywidualnych gospodarstw, nie posiadających kanalizacji.

Kolejnym etapem oczyszczania mechanicznego jest przepływ ścieków przez kraty gęste o prześwicie 0,5 cm. Tu zatrzymywane są mniejsze zanieczyszczenia, jak np. resztki jedzenia. W żargonie branżowym tego typu zanieczyszczenia nazwane są „skratkami”. Podobnie jak w przypadku stacji pomp, tu również następuje rozdział ścieków napływających do oczyszczalni w zależności od pogody. Dwie kraty obsługują podstawową linię technologiczną, natomiast trzy pozostałe uruchamiane są podczas obfitych opadów.



Zanieczyszczenia usunięte z krat, czyli tzw. „skratki”, są transportowane przy pomocy podajnika ślimakowego do prasy, gdzie wypłukuje się z nich resztki organiczne oraz usuwa nadmiar wody. Dzięki temu zmniejsza się ich objętość. „Skratki” są dezynfekowane wapnem chlorowanym, gromadzone w kontenerach i wywożone na składowisko odpadów.

Ścieki pozbawione już wcześniej większości zanieczyszczeń stałych płyną korytem wyposażonym w przepływomierz, do piaskownika. Jego podstawowym zadaniem jest usunięcie z nich drobnych zanieczyszczeń mineralnych, takich jak piasek, czy żużel. W piaskowniku przepływ ścieków zostaje zwolniony do około 0,3 m/s. Dzięki instalacji przedmuchiującej zawiesiny organiczne, lżejsze od

mineralnych, przenoszone są do dalszej części ciągu mechanicznego. Nagromadzony piasek jest zgarniany i transportowany do separatorów, w których jest przepłukiwany, a następnie składowany w kontenerach.

Kolejną funkcją piaskownika jest usuwanie tłuszczu, które zbierane są w specjalnej pompowni, a następnie wykorzystywane w procesie fermentacji.

Ostatnim elementem oczyszczania mechanicznego są dwa osadniki wstępne. Tu również dzięki odpowiedniemu zwolnieniu przepływu usuwa się ze ścieków zanieczyszczenia organiczne i zawiesiny. Osad nagromadzony na dnie osadników zbierany jest przy pomocy zgarniaczy i również wykorzystywany do fermentacji.

Jak już wspomniano, oczyszczalnia wyposażona została w ciąg technologiczny przeznaczony dla wód deszczowych. Linia ta posiada swój własny piaskownik oraz zbiornik retencyjny, do którego odprowadzane są ścieki podczas obfitych opadów. Zbiornik ten został zaadaptowany ze starego reaktora biologicznego. Po ustaniu opadów i zmniejszeniu napływu ścieków do oczyszczalni, są one zawracane ze zbiornika retencyjnego do wlotowej stacji pomp, a następnie poddane pełnemu cyklowi oczyszczania mechanicznego i biologicznego.

### **BIOLOGICZNE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW**

Jednymi z bardziej uciążliwych dla środowiska naturalnego są związki fosforu i azotu. Niezwykle ważne jest usuwanie ich ze ścieków odprowadzanych do rzek. Zapobiega się w ten sposób pogarszaniu jakości wody, a nawet zanikowi życia w środowisku wodnym.

Najpopularniejszym sposobem usuwania związków azotu i fosforu jest oczyszczanie ścieków w bioreaktorze typu Bardenpho, składającym się z trzech stref: beztlenowej, niedotlenionej i tlenowej. Warunkiem biologicznego usuwania fosforu i azotu jest poddawanie osadu czynnego na zmianę warunkom tlenowym i beztlenowym.



Ścieki w procesie oczyszczania wpływają najpierw do beztlenowej strefy reaktora wyposażonej w mieszadło mające na celu utrzymanie osadu czynnego w zawieszeniu. W strefie tej zachodzi proces defosfatacji, czyli biologicznego usuwania fosforu. W warunkach beztlenowych bakterie fosforowe pozbywają się ze swoich komórek fosforu. Podczas tego procesu uwalnia się energia, która zużywana jest przez te bakterie do pobierania ze ścieków łatwo przyswajalnych związków organicznych, głównie kwasu octowego, który magazynowany jest w komórkach bakteryjnych w postaci wysokoenergetycznej substancji zapasowej. Następnie w strefie tlenowej bioreaktora bakterie fosforowe utleniają zgromadzone w warunkach beztlenowych wysokoenergetyczne substancje i pobierają duże ilości fosforu, gromadząc go w swoich komórkach. Ilość pobranego fosforu w warunkach tlenowych jest znacznie większa od ilości fosforu usuniętego z komórek bakterii w warunkach beztlenowych. Usuwając ze ścieków biomasę osadu czynnego, jako tzw. osad nadmierny, jednocześnie usuwa się zgromadzony w komórkach bakterii fosfor. W ten sposób obniża się jego ilość w ściekach.

Aby usunąć azot ze ścieków należy poddać osad czynny zarówno warunkom tlenowym, jak i niedotlenionym. Usuwany jest on na drodze nityfikacji i denityfikacji, a także wraz z osadem nadmiernym.

Po przepłynięciu przez strefę beztlenową ścieki wpływają do strefy niedotlenionej bioreaktora, gdzie zachodzi proces denityfikacji, czyli usuwania azotu ze ścieków. Również tutaj zainstalowane są mieszadła, aby jak wcześniej, uniknąć osiadania osadu czynnego na dnie bioreaktora. W tej strefie bioreaktora w ściekach musi występować tlen zawarty w azotanach, które dostarczane są ze strefy tlenowej. Zawracanie ścieków zawierających azotany z tlenowej strefy bioreaktora, do strefy niedotlenionej nazywa się recyrkulacją wewnętrzną. Bakterie zużywając tlen zawarty w azotanach uwalniają azot ze ścieków do atmosfery.

Ostatnią strefą układu Bardenpho jest strefa napowietrzania, nazwana też tlenową. Na jej dnie zainstalowane są urządzenia, poprzez które wdmuchiwane jest powietrze. Dostarczony w ten sposób do ścieków nieoczyszczonych tlen powoduje utlenienie amoniaku do azotanów. Powstałe tak azotany są przetwarzane do gazowej formy azotu w strefie niedotlenionej i uwalniane ze ścieków do atmosfery.



Oprócz azotu i fosforu na drodze biologicznej ze ścieków usuwany jest również węgiel organiczny.

Z bioreaktora ścieki przepływają do komory, gdzie dzielone są na trzy strumienie, po czym przepływają do trzech osadników wtórnych. Tam, poprzez opadanie i gromadzenie się osadu czynnego na dnie osadnika, osad czynny oddzielany jest od oczyszczonych ścieków. Oczyszczone, przejrzyste ścieki z osadników wtórnych kierowane są do rzeki. Osad czynny po zgromadzeniu na dnie osadnika wtórnego zawracany jest do bioreaktora, aby utrzymać tam odpowiednią ilość mikroorganizmów, jaka jest niezbędna do przeprowadzania procesów usuwania azotu i fosforu.

Zawracanie osadu czynnego nazywa się recyrkulacją zewnętrzną. Bakterie wchodzące w skład osadu czynnego bezustannie się rozmnażają. Co więcej, robią to bardzo szybko. Dlatego też trzeba regulować ich ilość w układzie biologicznego oczyszczania. Regulacja ta polega na tym, że część bakterii zawracana jest do bioreaktora, a ich nadmiar usuwany jest z systemu jako osad nazywany nadmiernym.

### **CHEMICZNE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW**

Chemiczne oczyszczanie ścieków najczęściej ma na celu wspomaganie procesu biologicznego. Polega ono na dodawaniu do ścieków siarczanu żelazowego. Dozowanie tego związku ma miejsce w komorze znajdującej się za reaktorem biologicznym, w której ścieki rozdzielane są do trzech osadników wtórnych.

Siarczan żelazowy reaguje z fosforanami zawartymi w ściekach, w wyniku czego powstaje osad „chemiczny”, który usuwany jest z układu wraz z osadem nadmiernym. Ilość dodawanego do ścieków siarczanu żelazowego zależy od ilości fosforu, który musi być usunięty ze ścieków.

Stosowanie chemicznej metody jest korzystne, gdyż nie tylko wspomaga biologiczny proces usuwania fosforu, ale także poprawia zdolność osadu czynnego do opadania w osadniku wtórnym. Niestety przyczynia się również do zwiększenia ilości powstającego w procesie oczyszczania ścieków osadu.

### **PRZERÓBKA OSADU**

W trakcie procesu oczyszczania ścieków, na skutek rozmnażania się mikroorganizmów wchodzących w skład osadu czynnego, znacznie zwiększa się jego masa. Ponieważ w bioreaktorze może znajdować się jedynie ściśle określona ilość, część osadu biologicznego powstającego podczas procesu oczyszczania usuwana jest z układu.

W osadnikach wtórnych osad rozdzielany jest na część zawracaną do bioreaktora oraz część przeznaczoną do jego usunięcia. Jest on transportowany pompami do pracujących naprzemiennie zagęszczaczy mechanicznych. Po przejściu przez nie osad uzyskuje około 5 % suchej masy. Następnie dozowany jest do komory mieszania, w której następuje jego wymieszanie z pochodzącym z osadników wstępnych osadem, zagęszczonym uprzednio w zagęszczaczach grawitacyjnych oraz tłuszczami, usuniętymi w piaskowniku.



Bezpośrednio z komory mieszania osad jest dozowany do dwóch komór fermentacyjnych. Aby proces fermentacji w oczyszczalni Gigablok przebiegał prawidłowo konieczne jest zapewnienie warunków beztlenowych oraz temperatury około  $370^{\circ}\text{C}$ . W celu uzyskania pożądanej temperatury osadu zastosowano dwa wymienniki ciepła. Dla ujednoczenia zawartości komór fermentacyjnych, znajdujący się w nich osad mieszany jest z wytworzonym biogazem przy pomocy instalacji złożonej z lanc przedmuchujących oraz zasilających je sprężarek gazu.

Osad po opuszczeniu komór fermentacyjnych zagęszczany jest w dwóch kolejnych zagęszczaczach grawitacyjnych, a następnie poddawany procesowi odwadniania. Służą temu dwie wirówki sedymentacyjne, w których przy udziale preparatu wspomagającego odwadnianie osadu, następuje jego odwodnienie do około 25% suchej masy.

Kolejną redukcję zawartości wody uzyskuje się dozując wapno palone. Dzięki temu zawartość suchej masy osadu może wynieść nawet do 30%, co znacząco zmniejsza ilość osadu przeznaczonego do usunięcia z oczyszczalni.

Po opuszczeniu wirówek odwodniony osad transportowany jest za pomocą podajnika do kontenerów, w których jest wywożony poza teren oczyszczalni. Istnieje również możliwość czasowego magazynowania osadu na placu składowym, usytuowanym obok stacji odwadniania. Osady wywożone z oczyszczalni Gigablok, spełniają normy przewidziane dla osadów stosowanych jako nawóz dla upraw przeznaczonych na cele przemysłowe, np. do produkcji biopaliwa.