

Komunalne oczyszczalnię ścieków z sekwencyjnym reaktorem porcyjnym SBR (Sequencing Batch Reactor)

1. Dostawca technologii

Austriacka firma ÖWV Gesellschaft für Ökologie, Wasser- und Verfahrenstechnik GmbH
– aktualnie spółka zależna szwajcarskiej firmy Rittmeyer AG.

2. Wielkość oczyszczalni (wyrażona przez równoważną liczbę mieszkańców)

Oferowana technologia obejmuje oczyszczalnię o wielkości: $RLM = 1000 \div 300\ 000$.

3. Podstawowe parametry dla zwymiarowania oczyszczalni

3.1. Parametry ścieków surowych

Ładunek zanieczyszczeń w ściekach:

BZT₅: 60 gO₂/(M·d)

Zawiesiny ogólne: 70 g/(M·d)

Azot ogólny: 11 gN/(M·d)

Fosfor ogólny: 1,8 gP/(M·d)

Ścieki pochodzą z obszarów mieszkalnych. Zakłada się, że do kanalizacji nie są przyłączone żadne obiekty przemysłowe. Jeśli do kanalizacji przyłączone zostaną zakłady przemysłowe to zrzuty ścieków z tych obiektów mogą wymagać podczyszczenia, zgodnie z normami międzynarodowymi.

3.2. Parametry ścieków oczyszczonych

Parametry ścieków oczyszczonych spełniać będą – co najmniej – wymagania określone Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. Nr 137, poz. 984).

4. Elementy i zalety oczyszczalni ścieków z reaktorem SBR

4.1. Oczyszczanie mechaniczne

Pierwszym etapem oczyszczania jest usunięcie większości nierozpuszczalnych zanieczyszczeń stałych jakie zazwyczaj znajdują się w ściekach bytowych (takich jak: plastyki, włókniny, tkaniny, papier, żywność, itp.) oraz składników mineralnych niesionych przez wody opadowe (piasek, żwir, itp.).

Tzw. **układ wstępnej obróbki mechanicznej** oczyszczalni ma za zadanie oddzielenie tych zanieczyszczeń stałych i doprowadzenie ich do stanu umożliwiającego łatwe usunięcie na składowisko odpadów. Duże zanieczyszczenia stałe zatrzymywane są na kratkach. Separacja zanieczyszczeń mineralnych odbywa się w piaskownikach w wyniku opadania zawiesin pod wpływem sił ciężkości.

4.2. Oczyszczanie biologiczne – proces SBR

Głównym zadaniem na etapie biologicznego oczyszczania ścieków jest usunięcie zanieczyszczeń organicznych, określonych przez parametry BZT₅ i ChZT.

W większości zastosowań w oczyszczaniu ścieków stosuje się proces technologiczny osadu czynnego. W ciągu ostatnich 20 lat opracowano różne modyfikacje tego procesu – celem poprawy efektywności procesu oczyszczania i redukcji nie tylko zawartości zanieczyszczeń organicznych, ale również usunięcia pierwiastków biogennych takich jak azot i fosfor.

Ok. 10 lat temu opracowano tzw. sekwencyjne reaktory porcjowe (SBR – Sequencing Batch Reactors), które zapewniają uzyskanie bardzo dobrych parametrów jakości zrzucanych wód oczyszczonych i stanowią atrakcyjną alternatywę dla konwencjonalnych układów.

Reaktory SBR są obecnie powszechnie instalowane w wielu krajach, a zakres ich zastosowania obejmuje oczyszczanie ścieków miejskich, przemysłowych, pochodzących z obiektów turystycznych i innych. Zasadniczą cechą technologii SBR jest zastosowanie procesu porcjowego, w odróżnieniu do tradycyjnego „przepływu ciągłego” w oczyszczalniach wykorzystujących czynny osad biologiczny.

Ważną zaletą reaktorów SBR jest to, że **procesy napowietrzania i klarowania** ścieków (tzw. operacje sekwencyjne) prowadzone są **w jednym tylko zbiorniku**.

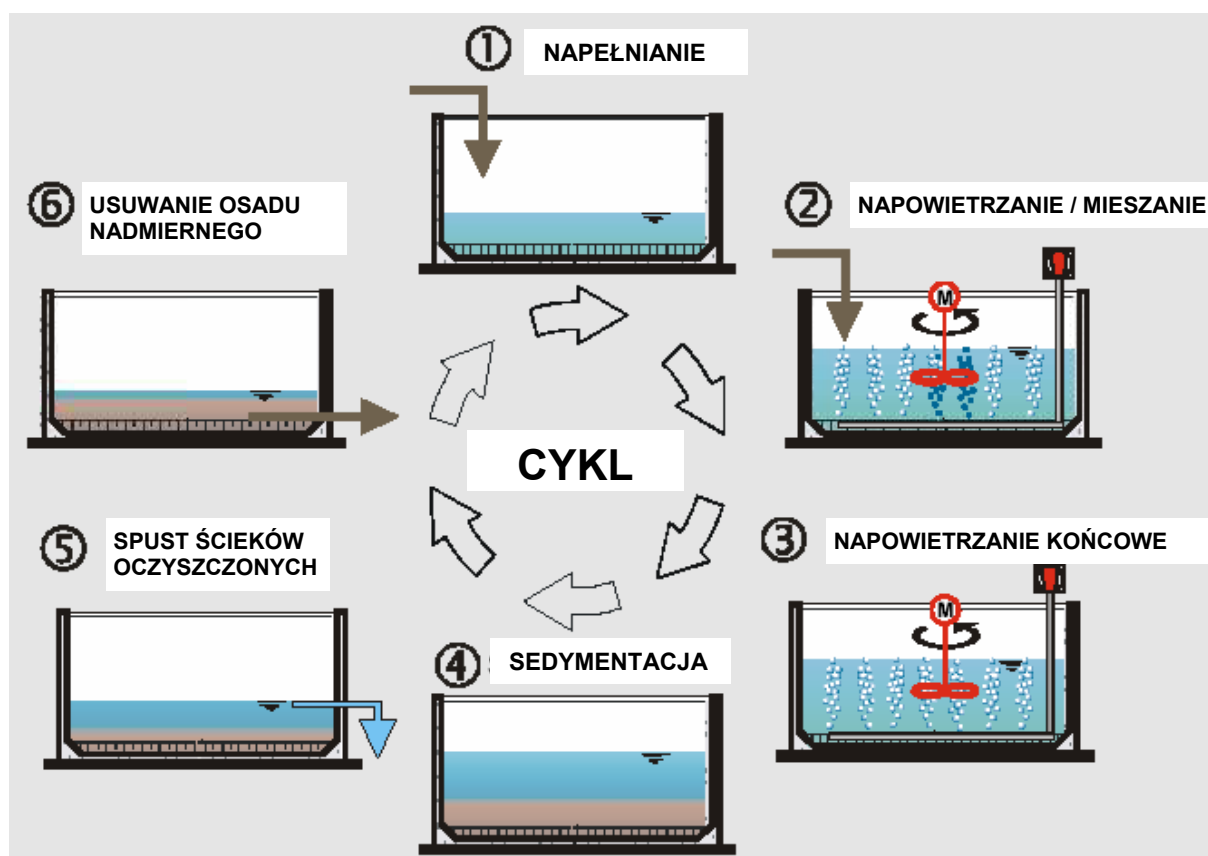
Dzięki zastosowaniu tego niekonwencjonalnego procesu uzyskuje się szereg korzyści, takich jak:

- proste i efektywne warunki eksploatacyjne
- doskonałe efekty oczyszczania
- niski koszt robót budowlanych
- znacznie mniejsze zapotrzebowanie terenu w porównaniu z układami konwencjonalnymi
- dopuszczenie nieciągłego przepływu.

W skrócie zasada działania reaktora SBR jest następująca: wstępnie oczyszczone ścieki doprowadzane są do reaktora biologicznego. Zwykle reaktor napełniany jest do maksymalnego poziomu. W momencie osiągnięcia maksymalnego poziomu ścieków dopływ jest zamykany, aby mogły zostać przeprowadzone kolejne etapy procesu technologicznego: napowietrzanie / mieszanie, końcowe napowietrzanie, sedymentacja, spust ścieków oczyszczonych, usuwanie osadu nadmiernego.

Czas trwania cyklu procesów technologicznych zależy głównie o wymaganych parametrów jakości oczyszczonej biologicznie wody: przy wysokich wymaganiach dopuszcza się 6 – 8 cykli na dobę.

Poniższy rysunek ilustruje zasadę działania, a zdjęcie wygląd reaktora SBR.



- 1) **Oczyszczalnie ścieków z reaktorami SBR** działają o oparciu o technologię osadu czynnego. Ilość tego osadu (a w efekcie rozmiar zbiornika) dobiera się w zależności od wymaganych parametrów ścieków oczyszczonych. Podobnie jak układy konwencjonalne SBR wymaga mieszania (system mieszadeł) i dostarczania tlenu (system napowietrzania).
- 2) **W odróżnieniu do układów konwencjonalnych**, w układzie SBR używa się tego samego zbiornika (zwanego reaktorem) zarówno do procesu oczyszczania biologicznego jak też do klarowania. W układach konwencjonalnych zwykle potrzebne są trzy rodzaje obiektów: zbiorniki osadu czynnego, osadniki oraz pompownia recyrkulacji osadu. Ograniczenie układu tylko do jednego zbiornika SBR jest ważną zaletą tego rozwiązania. Brak konieczności zawracania osadu skutkuje obniżeniem kosztu urządzeń i zużywanej energii elektrycznej.



- 3) **Napowietrzanie w reaktorze SBR** prowadzi się za pomocą wysokoefektywnych aeratorów o specjalnej konstrukcji zamontowanych w zbiorniku. Ta zasada pracy pozwala ograniczyć do minimum zużycie energii i koszty tlenowego procesu oczyszczania.
- 4) **Jak pokazano na powyższym schemacie** typowy proces technologiczny składa się z etapów, które można zwięźle scharakteryzować jak następuje:
 - a. **Poczynając od minimalnego poziomu** opływające ścieki wypełniają reaktor do poziomu maksymalnego.
 - b. **Podczas etapu napełniania** zachodzi proces denitryfikacji w warunkach anoksydacyjnych. Ponadto, po zużyciu azotanów osiągane są warunki dla pierwszego etapu biologicznego usuwania fosforu, polegającego na uwolnieniu fosforu do ścieków przez bakterie fosforowe.
 - c. **Po osiągnięciu poziomu maksymalnego** dopływ ścieków do reaktora jest odcinany (za pomocą zasuwki z napędem elektrycznym) i rozpoczyna się zasadniczy etap reakcji. Etap ten, będący kombinacją procesów napowietrzania i mieszania, prowadzi do usunięcia związków organicznych, nityfikacji związków azotu i poboru fosforu przez bakterie fosforowe (proces usuwania fosforu). Cykl kończy się w momencie rozpoczęcia sedymentacji.
 - d. **Sedymentacja** przebiega w doskonałych warunkach, gdyż (w odróżnieniu od konwencjonalnych systemów z osadnikami) proces osadzania nie jest tu zakłócany przez dopływające ścieki. W efekcie sedymentacja osadu czynnego przebiega doskonale, co skutkuje zmniejszeniem do minimum zawartości zawiesin na odpływie z reaktora (oczekiwana zawartość zawiesin ≤ 10 mg/l).

- e. **Podczas trwania etapu sedimentacji** uruchamia się specjalny układ dekantacji celem odprowadzenia oczyszczonych ścieków do kanałów odpływowych z oczyszczalni.
- f. **Gdy osiągnięty zostanie minimalny poziom wody w reaktorze** etap dekantacji jest zatrzymywany i okresowo usuwany jest osad nadmierny. Reaktor gotowy jest do następnego cyklu roboczego.

Mieszanie zawartości reaktora realizowane jest za pomocą zanurzonych aeratorów. Przez odpowiednie dobranie prędkości obrotowej aeratorów można uzyskać doskonałe warunki dla przebiegu kolejnych procesów nityfikacji (mieszanie i napowietrzanie) oraz denityfikacji (tylko mieszanie).

Spust ścieków oczyszczonych prowadzi się za pomocą powyżej wspomnianych dekanterów. Ich specjalna konstrukcja została opracowana przez firmę ÖWV GmbH, wchodzącą w skład Rittmeyer Group.

Zasadnicze cechy tego rozwiązania - będące jego zaletami - to m.in.:

- wszystkie elementy wykonane ze stali nierdzewnej,
- rura wlotowa nadaje za obniżającym się poziomem wody (etap dekantacji może rozpocząć się po rozpoczęciu procesu osadzania).

4.3. Podsumowanie rozwiązań technicznych w technologii SBR

- oczyszczalnię wymiaruje się w oparciu o wielkość ładunków dopływających zanieczyszczeń oraz na podstawie wymaganych parametrów jakości ścieków oczyszczonych
- zbiorniki buforowe (w liczbie wynikającej z RLM)
- reaktory SBR (w liczbie wynikającej z RLM i wymaganych parametrów ścieków oczyszczonych)
- napowietrzanie prowadzone jest za pomocą zanurzonych aeratorów oraz nie zatykających się dyfuzorów
- powietrze dostarczane jest za pomocą dmuchaw z tłokiem wirującym
- ilość dostarczanego powietrza kontrolowana jest za pomocą sond tlenowych - na podstawie wskazań tych sond steruje się pracą dmuchaw
- zrzut ścieków oczyszczonych realizowany jest za pomocą dekanterów o specjalnej konstrukcji
- sterowanie operacjami zależnymi od poziomu realizuje się na podstawie pomiarów prowadzonych za pomocą specjalnych sond do pomiaru poziomu.

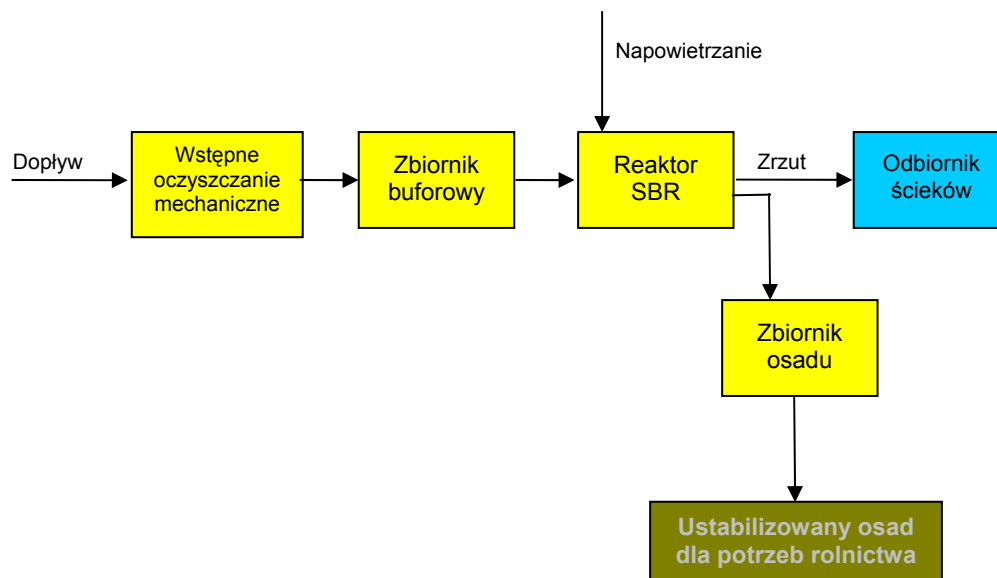
5. Opis procesów oczyszczania ścieków z reaktorem SBR

5.1. Ogólna struktura oczyszczalni

Oczyszczalnia składa się z następujących budowli i elementów składowych (patrz: poniższy schemat):

- Układy wstępnej obróbki mechanicznej, takie jak:
 - kraty zgrubne
 - kraty gęste
 - piaskownik
 - odtluszczacz
- Pompownia wlotowa pompami zatopionymi

- Zbiornik buforowy
- Stopień oczyszczania biologicznego z reaktorem SBR
- Zbiornik osadu.



Proponowany układ oczyszczalni jest klasycznym układem z reaktorem SBR, opartym o najlepszą dostępną technologię.

Zminimalizowane są koszty budowy oraz przyszłe koszty eksploatacyjne. Oczyszczalnia jest również łatwa w utrzymaniu, a zakres prac konserwacyjnych jest ograniczony do minimum.

Pomimo tego dotrzymywane są najwyższe standardy oczyszczania ścieków.

Możliwa jest także rozbudowa oczyszczalni.

5.2. Opis elementów składowych oczyszczalni

Wszystkie urządzenia narażone na korozyjne działanie środowiska w procesie oczyszczania ścieków wykonane zostaną ze stali nierdzewnej marki co najmniej AISI 306 (wg. normy American Iron and Steel Institute) lub wyższej.

Zasadą projektowania oczyszczalni jest zdublowanie wszystkich ważnych urządzeń. W razie uszkodzenia pracującego urządzenia automatycznie uruchamia się urządzenie rezerwowe. Jednocześnie operator jest o tym informowany sygnałem wizualnym i dźwiękowym, ponadto informacja o awarii jest przez system SCADA przekazywana na telefon komórkowy operatora (lub jego zastępcy).

5.2.1. Wstępna obróbka mechaniczna

Dla ochrony pomp oraz celem oddzielenia większości nierozpuszczalnych zanieczyszczeń przed pompownią wlotową zostanie zainstalowany układ sit, złożony z sita zgrubnego i sit gęstych.

- Kraty zgrubne

Zadaniem krat zgrubnych, o szerokości prześwitu 25 mm, jest separacja najgrubszych zanieczyszczeń. Są to kraty automatycznie samoczyszczące, zamontowane w betonowym kanale

dopływowym. Inicjowanie operacji czyszczenia sita następuje w zależności od różnicy poziomu ścieków w kanale przed i za kratami. Grube zanieczyszczenia są zrzucane do kontenera odpadów.

- Kraty gęste

Zadaniem krat gęstych, o szerokości szczeliny 6 mm, jest separacja znacznej części grubych zanieczyszczeń. Sita te, również zamontowane w betonowym kanale dolotowym, będą także czyszczone automatycznie, zależnie od poziomu wody w kanale. Oddzielone zanieczyszczenia będą zrzucane do układu transportowego, a następnie odwadniane na specjalnych prasach. Ostatecznie, odwodnione zanieczyszczenia stałe będą składowane w kontenerze odpadów.

W stanach awaryjnych lub podczas prac remontowo-konserwacyjnych możliwe jest usunięcie tych krat aby nie blokować przepływu w kanale.

- Piaskownik

Zadaniem tych urządzeń jest oddzielenie piasku z dopływających ścieków. Piasek z dna piaskownika będzie przepompowywany na sita płuczące, gdzie zostanie on przepłukany i odwodniony. Po odwodnieniu piasek będzie zrzucany do kontenerów.

5.2.2. Pompownia wlotowa

Pompy pompowni wlotowej podają ścieki do zasadniczego układu technologicznego oczyszczalni. Są to pompy zatopione, o specjalnej konstrukcji, przystosowane do pracy w ściekach surowych. Sterowanie pracą pomp odbywa się od poziomu wody.

5.2.3. Stopień biologiczny (SBR)

Po wstępnej obróbce ścieki kierowane są na stopień biologiczny. Wysoki stopień oczyszczenia ścieków uzyskuje się za pomocą pojedynczego reaktora SBR, przy wykorzystaniu bardzo niezawodnego procesu technologicznego osadu czynnego.

Kształt zbiorników pozwala na kompaktową realizację etapu biologicznego, w powiązaniu ze zbiornikiem składowania osadu. Istnieje możliwość rozbudowy tego układu, jeśli ilość dopływających ścieków ulegnie zwiększeniu. Zrzut ścieków oczyszczonych realizuje się za pomocą dekanterów.

5.2.4. Zbiornik magazynowy osadu

Ilość nadmiernego osadu biologicznego narasta w trakcie procesu oczyszczania w SBR. Za pomocą zatopionych pomp osad ten jest często zrzucany do zbiorników magazynowych (komór fermentacyjnych). Tutaj osad poddawany będzie obróbce, aby umożliwić jego wykorzystanie w rolnictwie.

5.2.5. AKPiA

Sterowanie pracą urządzeń oczyszczalni (poczynając od krat, a kończąc na obróbce osadu) realizowane jest za pośrednictwem sterownika logicznego (mikroprocesora PLC) znajdującego się w wydzielonym pomieszczeniu (nastawnia w budynku eksploatacyjnym). Za pomocą elektronicznego systemu sterowania (PLC), steruje się pracą różnych części oczyszczalni wg. specjalnych programów, które zostaną opracowane przez szwajcarską firmę Rittmeyer AG.

Nadzór wszystkich zdarzeń ruchowych, jak również rejestracja wszystkich ważnych danych eksploatacyjnych oczyszczalni, realizowane są za pomocą systemu SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – system sterowania nadrzędnego i akwizycji danych), który wspomaga dyżurnego inżyniera w kierowaniu dobowym ruchem. W razie nieprawidłowej pracy komputerowego systemu sterowania, możliwe jest przejście na sterowanie ręczne.

6. Główne zalety oferowanego rozwiązania

- Prosty i efektywny proces technologiczny
- Znakomite efekty oczyszczania
- Duża żywotność urządzeń
- Bardzo niskie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, zwłaszcza energii elektrycznej
- Przyjazne prowadzenie ruchu i bardzo niewielki zakres konserwacji
- Zgodność z najnowszymi normami technologicznymi
- Łatwy w użytkowaniu system sterowania
- Bardzo małe zapotrzebowanie terenu
- Adaptowalność do warunków nieciągłego dopływu, wyrównywanie dopływów szczytowych (dzięki dużej pojemności magazynowej zbiornika SBR)
- Łatwa skalowalność (możliwość rozbudowy).

7. Zakres oferty

Realizacja kompletnego układu technologicznego SBR, obejmująca:

- 1) Dostawę urządzeń i wyposażenia SBR
 - a. urządzenia mechaniczne
 - b. urządzenia elektryczne
 - c. system sterowania procesem technologicznym
 - d. czujniki i aparatura pomiarowa
- 2) Wykonawstwo robót budowlano-montażowych SBR
 - a. zbiornik SBR i rurociągi zrzutowe ścieków oczyszczonych
 - b. budynek eksploatacyjny z wyposażeniem
- 3) Realizację głównych rurociągów kanalizacji
- 4) Projektowanie i usługi techniczne
 - a. zarządzanie przedsięwzięciem inwestycyjnym
 - b. projekt techniczny.