



Załącznik nr 1 „WYTYCZNE MERYTORYCZNE (ROZSZERZONE)”

1. Cel załącznika

Celem niniejszego załącznika jest doprecyzowanie zakresu merytorycznego konsultacji w zakresie technologii, rozwiązań projektowych oraz aspektów eksploatacyjnych dotyczących **oczyszczania i zagospodarowania odcieku składowiskowego** w ramach planowanej inwestycji realizowanej przez **Przedsiębiorstwo Zagospodarowania Odpadów sp. z o.o. w Gliwicach** (dalej: PZO Gliwice).

Załącznik stanowi materiał pomocniczy, określający obszary tematyczne, w których Zamawiający oczekuje opinii, koncepcji i propozycji od uczestników konsultacji.

2. Zakres zagadnień objętych konsultacjami

Konsultacje będą dotyczyły w szczególności następujących obszarów:

1. Doboru technologii oczyszczania i zagospodarowania odcieku składowiskowego;
2. Możliwości modernizacji istniejących obiektów lub budowy nowego układu technologicznego;
3. Rozwiązań w zakresie gospodarki permeatem i koncentratem;
4. Rozwiązań konstrukcyjnych, automatyki, sterowania i bezpieczeństwa pracy;
5. Uwarunkowań środowiskowych, formalno-prawnych i przestrzennych;
6. Wskaźników efektywności technologicznej i ekonomicznej;
7. Szacunkowych kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych;
8. Możliwości etapowania inwestycji i rozbudowy systemu w układzie modułowym;
9. Kierunków dalszego zagospodarowania osadów i odpadów wtórnych;
10. Propozycji formuły przetargowej i warunków technicznych dla PFU lub OPZ.

3. Charakterystyka odcieku składowiskowego w ujęciu ogólnym.

Ocieki ze składowisk odpadów komunalnych stanowią silnie zanieczyszczoną mieszaninę substancji organicznych, mineralnych i toksycznych. Typowe wartości parametrów (uśrednione dane literaturowe):

- BZT₅: 1 000–6 000 mg/l,
- ChZT: 3 000–20 000 mg/l,
- Azot amonowy (NH₄-N): 200–2 000 mg/l,
- Zawiesina ogólna: 200–1 000 mg/l,
- Przewodność: 10–40 mS/cm,
- pH: 6,5–9,0.

Wysoki ładunek organiczny i zasolenie powodują, że klasyczne procesy biologiczne są często niewystarczające – konieczne jest łączenie technologii biologicznych i fizykochemicznych w układzie wielostopniowym.



4. Technologie oczyszczania i zagospodarowania odcieków

4.1 Technologie biologiczne

1. SBR (Sequencing Batch Reactor)

- Reaktor okresowy, w którym w jednym zbiorniku zachodzą etapy napełniania, napowietrzania, sedymentacji i zrzutu.
- Pozwala na wysoką elastyczność i prostą obsługę.
- Sprawdza się przy umiarkowanych ładunkach organicznych, jednak przy wysokim zasoleniu wymaga wspomagania procesami membranowymi.

2. MBR (Membrane Bioreactor)

- Połączenie reaktora biologicznego i separacji membranowej.
- Uzyskany permeat ma wysoką jakość (ChZT <100 mg/l).
- Proces wymaga regularnej konserwacji i czyszczenia membran, ale pozwala na ograniczenie powierzchni obiektu i zwiększenie stabilności pracy.

3. MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor)

- Reaktor z ruchomymi nośnikami biomasy.
- Charakteryzuje się wysoką odpornością na zmienne obciążenia i stężenia odcieku.
- Często stosowany jako pierwszy stopień oczyszczania przed filtracją membranową.

4.2 Technologie membranowe

1. Odwrócona osmoza (RO)

- Najbardziej skuteczny proces separacji rozpuszczonych substancji.
- Usuwa do 99% zanieczyszczeń organicznych i mineralnych.
- Wymaga ciśnienia roboczego 20–60 bar, a efektem ubocznym jest koncentrat o wysokim zasoleniu.

2. Nanofiltracja (NF) i ultrafiltracja (UF)

- Stosowane jako wstępne etapy oczyszczania lub doczyszczania biologicznego.
- NF usuwa makrocząsteczki i część jonów, przy mniejszym zużyciu energii niż RO.
- UF usuwa zawiesiny, koloidy i bakterie, poprawiając klarowność cieczy.

3. Systemy wielostopniowe (NF + RO)

- Pozwalają na zwiększenie żywotności membran i stopnia odzysku wody.
- Zazwyczaj uzyskuje się 70–80% permeatu i 20–30% koncentratu.

4.3 Technologie fizykochemiczne

- 1. Koagulacja i strącanie** – usuwanie zawiesin, fosforu, metali ciężkich; proces wspomagający oczyszczanie biologiczne.
- 2. Wymiana jonowa** – selektywne usuwanie jonów amonowych lub metali.
- 3. Adsorpcja** – usuwanie substancji trudno biodegradowalnych (np. fenoli, związków aromatycznych) na węglu aktywnym.
- 4. Utlenianie chemiczne (ozon, H₂O₂)** – rozkład związków organicznych, dezynfekcja.

4.4 Technologie termiczne



1. **Wyparki mechaniczne / próżniowe** – stosowane do odparowania koncentratu lub całych odcieków.
 - Pozwalają na odzysk wody destylowanej i redukcję objętości odpadu do 10–20%.
 - Wymagają źródła energii cieplnej (para, gaz, ciepło odpadowe).
2. **Destylacja próżniowa** – efektywna energetycznie metoda uzyskania wody technicznej.

4.5 Technologie hybrydowe i koncepcja ZLD (Zero Liquid Discharge)

Połączenie kilku metod: biologicznej, membranowej i termicznej w jednym układzie.

Celem jest **maksymalny odzysk wody** i minimalizacja odpadu ciekłego.

Przykładowe konfiguracje:

- MBR → RO → wyparka,
- SBR → NF → adsorpcja,
- MBBR → UF → RO (z recyrkulacją permeatu).

5. Kierunki zagospodarowania permeatu i koncentratu

1. **Permeat (oczyszczona woda):**
 - ponowne wykorzystanie w obiegu technologicznym,
 - zasilanie systemu zraszania składowiska,
 - cele przeciwpożarowe,
 - zrzut do kanalizacji po spełnieniu wymogów.
2. **Koncentrat:**
 - transport do utylizacji w zewnętrznej oczyszczalni,
 - odparowanie w wyparce,
 - stabilizacja i odwodnienie z unieszkodliwieniem.

6. Wymagania eksploatacyjne i środowiskowe

- maksymalna niezawodność i prostota obsługi,
- automatyzacja i możliwość zdalnego nadzoru,
- minimalne zużycie reagentów i energii,
- ograniczenie emisji zapachowych,
- minimalizacja ilości odpadów wtórnych,
- integracja z systemem gospodarki wodno-ściekowej zakładu.

7. Możliwość wykorzystanie istniejącej infrastruktury.

Na terenie Przedsiębiorstwa Zagospodarowania Odpadów Sp. z o.o. w Gliwicach znajduje się kontenerowa oczyszczalnia odcieków składowiskowych oparta na technologii ultrafiltracji (UF) oraz odwróconej osmozy (RO), uzupełnionej o układ dejonizacji (EDI) i dezynfekcji UV. Oczyszczalnia składa się z trzech kontenerów technologicznych, w których zabudowano sekcje separacji wstępnej, ultrafiltracji, odwróconej osmozy I i II stopnia, instalację do procesu CIP oraz system dozowania środków chemicznych. Pomimo nowoczesnych założeń technologicznych, instalacja **pozostaje nieczynna od około roku i nie prowadzi procesów oczyszczania odcieków**. Próby jej uruchomienia zakończyły się niepowodzeniem z uwagi na **poważne usterki systemu automatyki** (brak komunikacji sterownika PLC z elementami wykonawczymi, niesprawny panel operatorski HMI) oraz **zablokowanie rurociągów przesylowych** i układów filtracyjnych przez osady i koagulant.



Wykonana ekspertyza wykazała ponadto liczne problemy techniczne:

- uszkodzenia obudów i elementów uszczelniających membrany UF oraz RO,
- zanieczyszczenie i degradację membran w wyniku długotrwałego kontaktu z nieruchomym ściekiem,
- błędy projektowe w układzie dozowania koagulantu i filtracji wstępnej (brak zaworu zwrotnego, niewłaściwe punkty dozowania),
- brak automatycznego systemu płukania wstecznego membran,
- brak dokumentacji rozruchowej, książki eksploatacji i rejestrów parametrów technologicznych.

W konsekwencji oczyszczalnia **nie znajduje się w stanie gotowości operacyjnej**, a większość kluczowych komponentów (membrany UF, RO I stopnia, filtry żwirowe, część pomp i automatyka) **wymaga wymiany lub gruntownej modernizacji**.

Obiekt, mimo istniejącej infrastruktury, **nie może zostać ponownie uruchomiony bez przeprowadzenia kompleksowych prac odtworzeniowych** i aktualizacji technologicznej. W aktualnym stanie może stanowić jedynie bazę techniczną pod planowaną modernizację lub całkowitą przebudowę systemu oczyszczania odcieku składowiskowego.

8. Kryteria oceny rozwiązań technologicznych

W toku konsultacji oraz na etapie opracowania PFU / OPZ Zamawiający zamierza analizować i porównywać technologie według kryteriów:

1. Skuteczność oczyszczania (redukcja BZT₅, ChZT, NH₄-N, TDS);
2. Koszty inwestycyjne (CAPEX) i eksploatacyjne (OPEX);
3. Zużycie energii i wody;
4. Trwałość urządzeń i wymagana obsługa;
5. Odporność na zmiany składu odcieku;
6. Możliwość rozbudowy i modernizacji systemu;
7. Aspekt środowiskowy (emisje, odpady, ślad węglowy);
8. Doświadczenia wykonawcy w podobnych realizacjach.

9. Oczekiwany efekt konsultacji

Rezultatem konsultacji ma być:

- określenie preferowanej koncepcji technologicznej,
- zebranie danych do opracowania PFU lub OPZ,
- stworzenie bazy porównawczej rozwiązań technicznych i kosztowych,
- wskazanie optymalnej formuły przetargowej i etapowania inwestycji.