**Numer sprawy: PZO.261.6.IZ.2025**

**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.**

Odcieki 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 przesyłowych** 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.