

Innowacyjny reaktor/filtr biologiczny przydomowej oczyszczalni ścieków pracujący w oparciu o materiał z tworzywa sztucznego z recyklingu

WSTĘP

Celem projektu było opracowanie nowatorskiego bioreaktora do oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych, w szczególności do zastosowania w instalacjach przydomowych oczyszczalni ścieków. Projekt zrealizowano w ramach projektu badawczego BZ-4306 „Opracowanie innowacyjnego reaktora/filtru biologicznego przydomowej oczyszczalni ścieków pracującego w oparciu o materiał z tworzywa sztucznego z recyklingu” na zlecenie firmy Elektro – Bogusław Bargiel.

W projekcie zalecono oczyszczanie ścieków bytowo-gospodarczych w zraszanym złożu biologicznym. Innowacja w przedmiotowym zakresie dotyczyła, w szczególności wykorzystania jako nośników błony biologicznej, odzyskanych w ramach recyklingu elementów z tworzyw sztucznych (rozdrobione gąbki poliuretanowe PUR, rozdrobione tworzywa z rodzaju ABS oraz PET). Przyjęta metodyka badawcza pozwoliła na rozwój i porównanie kilku typów bioreaktorów w skali laboratoryjnej, a następnie powiększenie skali oraz analizę pracy rekomendowanego do aplikacji w pełnej skali technicznej reaktora biologicznego (zraszanego złoża biologicznego – filtra biologicznego), w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Analizowano przy tym podstawowe parametry technologiczne pracy bioreaktora oraz efektywność oczyszczania ścieków w odniesieniu do usuwania ze ścieków zawiesin ogólnych, biologicznego zapotrzebowania na tlen (BZT5) oraz chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT). Dobrano również podstawowe parametry procesowe oraz sformułowano zalecenia eksploatacyjne.

MATERIAŁY I METODY

Projekt podzielono na cztery etapy, według zadań:

- **Zadania 1 i 2:** Analiza działania prowadzona w skali laboratoryjnej reaktora z wykorzystaniem nośników biomasy z tworzywa sztucznego (rozdrobiony ABS z recyklingu), (zaprojektowanie i zbudowanie stanowiska badawczego, badania prowadzone w skali laboratoryjnej skuteczności oczyszczania ścieków gospodarczo-bytowych w opracowanych bioreaktorach).
- **Zadanie 3:** Testowanie skuteczności nowego rozwiązania w warunkach zbliżonych do rzeczywistych (analiza skuteczności oczyszczania ścieków w rekomendowanym bioreaktorze, w skali technicznej).
- **Zadanie 4:** Ocena skutków działania nowego rozwiązania wspomagającego pracę oczyszczalni - badanie opinii użytkowników.”(badania terenowe, w pełnej skali technicznej i w warunkach rzeczywistej zmienności parametrów ilościowych i jakościowych ścieków dopływających do układu oczyszczania)

WYNIKI

Wyniki „Zadanie 3 i 4”:



Rys. 3. Przygotowanie materiału ABS przed napełnieniem skrzynek filtracyjnych złoża biologicznego w skali technicznej

Tabela 2. Wartości parametrów fizyczno-chemicznych ścieków surowych i oczyszczonych

Próbka	pH	Tlen	Nasylenie	Temperatura	ChZT	BZT5	Zawiesina ogólna	Nr kolumny	Redukcja ChZT ₅ [%]	Redukcja BZT ₅ [%]	Redukcja zaw.og [%]
Dopływ	7.18	0.1	1.14	18.15	1128.36	805.45	485.36	Złoże nr 1	85.8	96.6	94.4
Złoże nr 1	7.90	4.08	42.47	16.15	155.83	29.33	23.17	Złoże nr 2	91.0	98.7	93.1
Złoże nr 2	8.13	4.88	51.03	16.02	96.83	11.17	33.63	Złoże nr 3	83.5	96.1	93.7
Złoże nr 3	8.14	4.20	43.93	16.20	177.83	33.17	33.13	Złoże nr 4	91.6	98.0	91.9
Złoże nr 4	8.26	4.64	49.30	16.38	91.17	17.67	39.40				

WYNIKI

Wyniki „Zadanie 1 i 2”:

Na podstawie przeprowadzonych badań dobrano technologię wielokrotnie recykulowanego zraszanego złoża biologicznego, które może pracować również jako filtr. Zalety wybranego rozwiązania to lepsza efektywność oczyszczania ścieków oraz niższy koszt eksploatacji porównywanym technologii.

Zastosowano dwa wypełnienia złoża filtracyjnego: jednym z nich był czarny rozdrobiony ABS o frakcjach 1,0-3,0 cm oraz drugie wypełnienie o znacznie mniejszym uziarnieniu 0,4-0,8 cm to biały ABS. Pierwsze cztery kolumny były wypełnione czarnym ABS natomiast kolumny od numeru 5 do 8 wypełnione były białym ABS. Na podkreślenie zasługuje fakt, że uzyskane wyniki wskazują na znaczne natlenienie ścieków po przesączeniu przez złoża filtracyjne. Uzyskano wartości tlenu rozpuszczonego często przekraczające wartości 5 mgO₂·dm⁻³, podczas gdy w ściekach wstępnie oczyszczonych było to poniżej 0,5mgO₂·dm⁻³.

Do zalet przetestowanej w laboratorium technologii złoża- filtra biologiczne należy:

- Brak potrzeby napowietrzania ścieków, a co za tym idzie mniejsze zapotrzebowanie na energię elektryczną i niższy koszt oczyszczenia 1 m³ ścieków w porównaniu do reaktora z osadem czynnym,
- Proste rozwiązanie konstrukcji nośnej złoża,
- Brak ruchu złoża biologicznego – nie powoduje to ścierania kształtek złoża i utraty drobnych cząstek plastiku (ABS),
- Bardzo dobre warunki tlenowe w złożu.



Rys. 1. Materiał ABS z recyklingu zastosowany jako wypełnienie złoża biologicznego



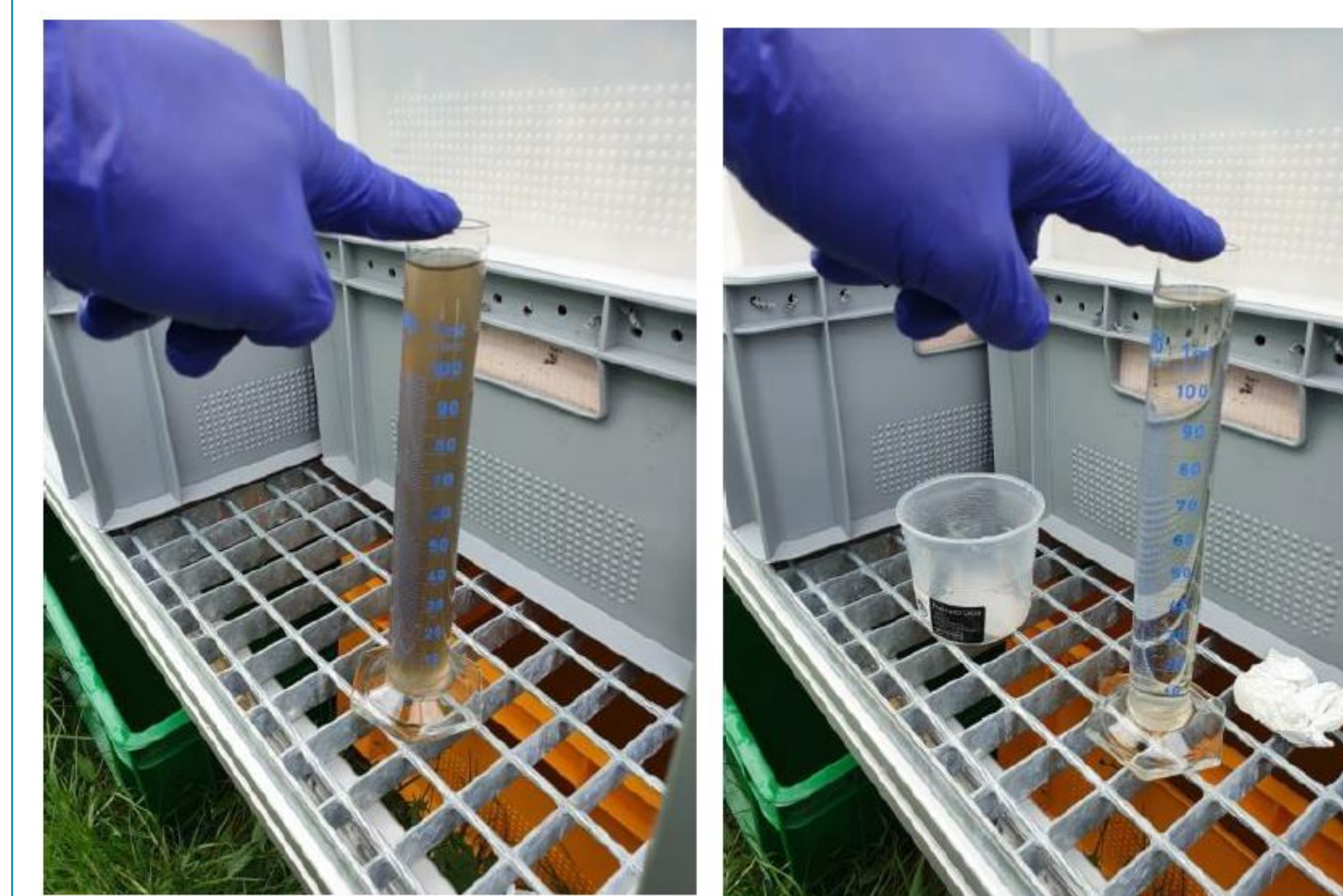
Rys. 2. Stanowisko badawcze – reaktory biologiczne, skala laboratoryjna

Tabela 1. Wartości parametrów fizyczno-chemicznych ścieków surowych i oczyszczonych

Próbka	pH	Tlen	Nasylenie	Temperatura	ChZT	BZT5	Zawiesina ogólna
Dopływ	8,64	0,47	5,00	18,60	220,86	105,71	81,17
1a	9,04	5,27	55,91	17,41	303,81	17,21	131,00
2a	9,07	4,93	52,03	17,41	128,50	15,07	43,67
3a	9,06	5,00	53,03	17,50	123,69	29,29	39,00
4a	8,98	4,20	45,39	17,70	102,55	79,29	40,17
5a	9,06	5,18	55,03	17,56	322,05	16,67	173,40
6a	9,03	5,00	52,72	17,40	219,31	30,17	105,00
7a	8,72	5,08	53,96	17,47	244,38	29,07	70,83
8a	8,51	4,83	51,68	17,54	107,00	47,08	45,60



Rys. 4. Badania terenowe w pełnej skali technicznej



Rys. 5. Próbkę ścieków surowych i oczyszczonych w złożu biologicznym w trakcie badań terenowych

WNIOSKI

Wybrane rozwiązania techniczno-technologiczne pozwoliły na opracowanie „przydomowej oczyszczalni ścieków” o dużym „zrównoważeniu ekologicznym”. Dotyczy ono nie tylko zastosowania materiałów pochodzących z recyklingu tworzyw sztucznych, ale również pasywnego i jednocześnie skutecznego sposobu napowietrzania bioreaktora – bez konieczności wykorzystania zespołów sprężarkowych (dmuchaw), co wraz z brakiem konieczności mechanicznego mieszania ścieków w bioreaktorze zwiększa efektywność energetyczną opracowanego systemu.

Wysoki stopień redukcji materii organicznej i zawiesin ogólnych pozwala na kontynuację prac badawczych, na przykład w zakresie ponownego wykorzystania wody z oczyszczonych ścieków (zastosowanie do nawadniania roślin, nieprzeznaczonych do spożycia, w ogrodach), po dalszej optymalizacji parametrów technologicznych układów, umożliwiających dotrzymanie minimalnych wymagań w tym zakresie (UE 2020/741).

