



**Sprawozdanie z realizacji zadania pn. „Dezodoryzacja i dezynfekcja
powietrza w obiektach gospodarki ściekowej” (19.01.2018-31.10.2020 r.)**

nr umowy WFOŚ/D/210/5/2018

Zespół wykonawców:

Prof. dr hab. inż. Adriana Zaleska-Medynska

Dr inż. Paweł Mazierski

Dr inż. Joanna Nadolna

Dr inż. Anna Gołąbiewska

Dr inż. Beata Bajorowicz

Dr inż. Marta Paszkiewicz-Gawron

Dr inż. Aleksandra Pieczyńska

Mgr Magdalena Miodyńska

Mgr inż. Monika Michalska

Mgr Jakub Sowik

1. Cel projektu:

Głównym celem projektu było zaprojektowanie, zbudowanie i przetestowanie nowatorskiego urządzenia do dezodoryzacji i oczyszczania strumieni powietrza emitowanych w obiektach gospodarki ściekowej (takie jak przepompownie ścieków czy punkty zlewnie nieczystości) służącego do ograniczania oddziaływania obiektów gospodarki ściekowej na środowisko.

W czasie trwania projektu 19.01.2018-31.10.2020 r. zrealizowano następujące etapy prac:

1. Opracowanie metody wytwarzania warstw fotokatalitycznych w skali laboratoryjnej;
2. Projekt i budowa urządzenia do dezodoryzacji strumieni powietrza ($V=50 \text{ dm}^3/\text{h}$);
3. Opracowanie metody wytwarzania warstw fotokatalitycznych w skali ułamkowo-technicznej;
4. Ocena jakości powietrza w pobliżu wybranych obiektów gospodarki ściekowej na terenie gminy Szemud;
5. Ocena efektywności dezodoryzacji i oczyszczania powietrza w wybranych obiektach gospodarki ściekowej na terenie gminy Szemud oraz dodatkowo w oczyszczalni ścieków w Chojnicach;

2. Najważniejsze prace badawczo-rozwojowe wykonane w ramach zadania oraz rezultaty projektu:

- Opracowano skład pasty zawierającej nanocząstki TiO_2 pozwalającej na otrzymywanie aktywnych fotokatalitycznie warstw porowatych do oczyszczania powietrza. Optymalizacja składu pasty fotokatalitycznej pozwoliła na otrzymanie warstwy fotokatalitycznej, która charakteryzuje się zdolnością do fotodegradacji toluenu na poziomie około 96 % w ciągu 5 minut naświetlania (dla toluenu o stężeniu 200 ppm).
- Opracowano oraz zbudowano układ do wytwarzania porowatych warstw fotokatalitycznych w skali ułamkowo-technicznej, zawierający: (1) układ do nakładania pasty metoda zanurzeniową, (2) układ do usuwania nadmiaru pasty metodą wirowania, oraz (3) piec do obróbki wysokotemperaturowej (mineralizacja organicznych składników pasty oraz spiekanie cząstek TiO_2 z powierzchnią ceramiki).
- Zbadano stabilność otrzymanych warstw porowatych, w tym stabilność właściwości fotokatalitycznych warstw w okresie dziesięciu tygodni. Przeprowadzone badania

wykazały, że porowate warstwy fotokatalityczne są stabilne w czasie. Efektywność degradacji toluenu wynosiła 100% po 10 min naświetlania (dla stężenia początkowego toluenu, $C_0 = 200$ ppm) przez cały okres prowadzenia testu.

- Substancje wykryte w próbkach powietrza pobranych na terenie obiektów gospodarki ściekowej w gminie Szemud należą do grupy związków odorotwórczych o dużej uciążliwości zapachowej, a także wykazują niepożądane działanie rakotwórcze (np. benzen, toluen). Sumaryczne stężenie substancji odorotwórczych wielokrotnie przekraczało próg wyczuwalności zapachowej, tzn. są one bardzo uciążliwe.
- Zaprojektowano, zbudowano i zainstalowano prototypowe urządzenie do dezodoryzacji i oczyszczania powietrza na terenie gminy Szemud (podwykonawca instalacji PHU Dytrych).
- Zbadano efektywność oczyszczania powietrza na terenie obiektów gospodarki ściekowej w gminie Szemud oraz dodatkowo w oczyszczalni ścieków w Chojnicach. Przeprowadzone badania na terenie gminy Szemud wykazały, że przy wprowadzaniu do urządzenia strumienia powietrza zawierającego od 28 do 456 ppm H_2S , od 12 do 68 ppm NH_3 oraz od 28 do 169 ppm lotnych związków organicznych, efektywność oczyszczania powietrza wynosiła 100%. Natomiast w przypadku badań prowadzonych w oczyszczalni ścieków w Chojnicach (oczyszczanie powietrza ze zbiornika odgazowania ścieków), stwierdzono że przy wprowadzaniu strumieni powietrza zawierających bardzo wysoki ładunek zanieczyszczeń, efektywność oczyszczania powietrza spadała nawet do około 60%. Oznacza to, że oczyszczanie powietrza z bardzo wysokim ładunkiem zanieczyszczeń wymagałoby zastosowania baterii urządzeń lub urządzenia o większej efektywności (gabarytach, generującego większą dawkę ozonu, większej powierzchni warstw fotokatalitycznych oraz większym strumieniu promieniowania UV). Jednocześnie badania przeprowadzone w oczyszczalni ścieków w Chojnicach pozwalają na określenie wytycznych do budowy jednostkowych urządzeń efektywnie oczyszczających strumienie powietrza o znanym ładunku jednostkowym. Tak jak w przypadku oczyszczalni ścieków, urządzenia do oczyszczania powietrza musiałyby być w przyszłości projektowane i budowane indywidualnie dla każdego obiektu gospodarki ściekowej. Podobne urządzenia mogłyby być zastosowane również w przypadku składowisk odpadów (do dezodoryzacji powietrza w zamkniętych halach).



Rys. 1. Urządzenie do oczyszczania strumieni powietrza zainstalowane na terenie oczyszczalni ścieków w Szemudzie

3. Przygotowanie wniosku o udzielenie patentu na wynalazek

Wyniki badań uzyskane w ramach projektu WFOŚ/D/210/5/2018 pozwoliły na przygotowanie wniosku o udzielenie patentu na wynalazek pt.: Pasta fotokatalityczna, porowate materiały fotokatalityczne do oczyszczania powietrza ze szkodliwych lotnych związków organicznych, związków nieorganicznych i mikroorganizmów oraz sposób otrzymywania porowatych materiałów fotokatalitycznych na skalę ułamkowo-techniczną. Zgłoszenie patentowe zostało przyjęte przez Urząd Patentowy RP dnia 28.02.2020 r. i oznaczone numerem P.433102.

4. Efekt ekologiczny zrealizowanego projektu

Przeprowadzone badania z wykorzystaniem prototypowego urządzenia do dezodoryzacji i oczyszczania powietrza wykazały, że zastosowanie urządzenia zawierającego m.in. moduł ozonowania oraz fotokatalizy pozwala na obniżenie liczny zanieczyszczeń organicznych, nieorganicznych, bakterii oraz grzybów na terenie obiektów gospodarki ściekowej. W związku z tym, zastosowanie proponowanego rozwiązania w praktyce na szeroką skalę umożliwi degradację/inaktywację zanieczyszczeń (w tym odorantów i mikroorganizmów patogennych) w fazie gazowej z wykorzystaniem aktywnych form tlenu a tym samym na poprawę jakości powietrza w pobliżu obiektów gospodarki ściekowej oraz poprawę jakości życia okolicznych mieszkańców.

Prototypowe urządzenie do oczyszczania i dezodoryzacji powietrza charakteryzuje się następującymi cechami:

- Zanieczyszczenia są degradowane/mineralizowane a nie separowane z fazy gazowej, co pozwala na wyeliminowanie i/lub zmniejszenie problemu dalszego przetwarzania czy składowania odpadów zawierających zanieczyszczenia (np. zużytych sorbentów);

- Do degradacji/inaktywacji zanieczyszczeń występujących w powietrzu wykorzystywane są aktywne formy tlenu takie jak ozon oraz rodniki hydroksylowe (generowane odpowiednio w module ozonowania oraz module fotokatalitycznym), które nie powodują wtórnego zanieczyszczenia środowiska poprzez wprowadzenie dodatkowych pierwiastków (takich jak np. chlor);
- Warstwy fotokatalityczne są wytwarzane w procesie, który został zoptymalizowany pod kątem ekonomicznym oraz środowiskowym (tj. zminimalizowano wykorzystanie reagentów chemicznych).

Zaproponowane rozwiązanie przede wszystkim intensyfikuje działania mające na celu ochronę zdrowia ludzi przy maksymalnym wsparciu środowiska naturalnego (proces przyjazny dla środowiska). Prototypowe urządzenie do oczyszczania i dezodoryzacji powietrza skutecznie obniża oddziaływanie negatywnych czynników na organizm ludzki oraz w znacznym stopniu zmniejsza/zapobiega degradację środowiska naturalnego. Wpisuje się zatem w innowację ekologiczną. Biznes i innowacje wspólnie tworzą zrównoważone rozwiązania, które lepiej wykorzystują cenne zasoby i ograniczają negatywny wpływ przemysłu/działalności człowieka na otoczenie. Te potencjalne korzyści mogą mieć również duże znaczenie dla rozwoju przedsiębiorstw. Odpowiedni transfer technologii może dać właściwe rozwiązania zaspokajające ich potrzebę szybkiego przyrostu wartości dodanej bez powodowania wzrostu presji na środowisko lokalne lub globalne. W obliczu współczesnych wyzwań globalizacyjnych innowacje ekologiczne spełniają niezwykle ważną, podwójną rolę. Po pierwsze, stanowią nowoczesne rozwiązania o charakterze produktowym, procesowym czy organizacyjnym, przyczyniają się do rozwoju innowacyjnych podmiotów gospodarczych. Umożliwiają obniżenie kosztów produkcji, zwiększenie przewagi konkurencyjnej na rynku, czy też wejście na nowe rynki zbytu. To z kolei skutkuje szansą na stworzenie nowych miejsc pracy i zmniejszenie poziomu bezrobocia. Po drugie, pozytywnie oddziałując na zagrożone środowisko naturalne. Wpływają na ograniczanie negatywnego oddziaływania na nie lub na osiągnięcie większej skuteczności i odpowiedzialności w zakresie wykorzystywania coraz bardziej wyczerpujących się zasobów naturalnych Ziemi.