

Dostępność wody pitnej podlega zagrożeniu z powodu zwiększającego się poboru wody oraz migracji zanieczyszczeń, w szczególności nowej generacji, jak na przykład popularnie stosowane farmaceutyki. Z tego powodu coraz większego znaczenia nabiera powtórne wykorzystanie zużytej wody (ścieków). Stawia to coraz większe wymagania w zakresie oczyszczania ścieków, w tym usuwania farmaceutyków, które są rozpowszechnione i trwałe w środowisku. Przykładowo szacuje się, że około 90% stosowanych leków trafia do strumienia ścieków komunalnych. Niestety konwencjonalne procesy oczyszczania często nie są wystarczająco skuteczne w usuwaniu farmaceutyków ze ścieków, co stawia pod znakiem zapytania możliwość powtórnego ich wykorzystania. Co więcej, odnowa wody musi być prowadzona w sposób efektywny i nieobciążający środowiska, co wiąże się między innymi ze zmniejszeniem śladu węglowego. W tym celu można wykorzystać systemy filtracyjne zbudowane z przyjaznych środowisku materiałów porowatych. Tego typu filtry mogą być zastosowane w oczyszczalniach hydrofitowych, w których ścieki przepływają przez złożę filtracyjne porośnięte specjalnie dobranymi gatunkami roślin a także w systemach sztucznej infiltracji (soil-aquifer treatment, SAT), w których ścieki przesiąkają z powierzchni ziemi przez warstwę gruntu do zbiornika wód podziemnych. Usuwanie zanieczyszczeń w takich systemach wynika z unikalnej kombinacji procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych, takich jak sorpcja, pobór przez rośliny i przekształcanie zanieczyszczeń przez mikroorganizmy. Skuteczność oczyszczania zależy w dużym stopniu od właściwości porowatych materiałów filtracyjnych, takich jak wodoprzepuszczalność, zdolność sorpcyjna i zdolność podtrzymania rozwoju mikroorganizmów.

Zgodnie z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym, coraz bardziej popularne staje się wykorzystanie biomasy pochodzącej z odpadów roślinnych (np. słonecznik, gryka, owies) do produkcji biowęgla. Biowęgiel powstaje przez ogrzewanie odpadów organicznych w wysokiej temperaturze przy ograniczonym dostępie tlenu. Niektóre rodzaje biowęgla charakteryzują się dobrymi właściwościami sorpcyjnymi i wspomagają rozwój roślin i mikroorganizmów.

W naszym projekcie będziemy badać, w jaki sposób biowęgla mogą zostać wykorzystane do zwiększenia efektywności oczyszczalni hydrofitowych i systemów sztucznej infiltracji w usuwaniu związków azotu (powszechnie występujące zanieczyszczenie wody) oraz dwóch powszechnie używanych, dostępnych bez recepty środków przeciwbólowych: ibuprofenu i tramadolu, które są często wykrywane w ściekach.

Ze względu na dużą różnorodność materiałów odpadowych, z których może być produkowany biowęgiel, planujemy w pierwszej fazie badania laboratoryjne, które pozwolą wytypować materiały najbardziej przydatne do usuwania rozpatrywanych zanieczyszczeń. Następnie przejdziemy do badań eksperymentalnych w skali mezo (kolumny wypełnione biowęgłem, gruntem i roślinami, wystawione na warunki zewnętrzne). Celem tych badań będzie określenie udziału czynników biotycznych (mikroorganizmy, rośliny) i procesów abiotycznych (sorpcja, filtracja) w usuwaniu azotu i farmaceutyków. W końcowym etapie projektu przeprowadzimy doświadczenie w skali technicznej, w systemie oczyszczania wzbogaconym biowęgłem, pracującym w realnych warunkach, w czasie co najmniej 18 miesięcy.

Dodatkowe informacje o procesach transportu i usuwania zanieczyszczeń w filtrach wzbogaconych biowęgłem zostaną pozyskane za pomocą modelowania komputerowego, prowadzonego równoległe z badaniami eksperymentalnymi. We współpracy z naukowcami z Belgii, Austrii i USA planujemy opracować nowe, bardziej dokładne modele komputerowe analizowanych zjawisk, które w przyszłości będzie można wykorzystać do projektowania systemów oczyszczania. Nasz projekt wpisuje się w cele zrównoważonego rozwoju ONZ (6: Czysta woda i warunki sanitarne, 11: Zrównoważone miasta i społeczności, 12: Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja, 13: Działania w dziedzinie klimatu oraz 15: Życie na lądzie)