

mgr inż. Magdalena Gizińska

„Efektywność hybrydowych oczyszczalni gruntowo-roślinnych”

Promotor: dr hab. Krzysztof Józwiakowski

Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji

Przydomowe oczyszczalnie ścieków cieszą się coraz większym zainteresowaniem na terenach wiejskich, gdzie występuje rozproszona zabudowa, a budowa kanalizacji jest bardzo kosztowna lub niemożliwa. W ramach wdrażania postanowień dyrektywy 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 r. dotyczącej ścieków komunalnych, cały obszar Polski został uznany za wrażliwy na eutrofizację, tj. wymagający ograniczenia zrzutów związków azotu i fosforu do wód. Realizacja dyrektywy wymaga w najbliższym okresie, tj. do 2015 roku podjęcia działań inwestycyjnych budowy, rozbudowy i modernizacji oczyszczalni ścieków komunalnych i systemów kanalizacji zbiorczej, a na terenach o rozproszonej zabudowie powinny być instalowane przydomowe oczyszczanie ścieków. Samorzady gminne coraz chętniej inwestują w budowę przydomowych oczyszczalni środki pozyskane z funduszy ochrony środowiska, bądź unijnych.

Problem naukowy, jaki podjęto się rozwiązać w niniejszej rozprawie doktorskiej można sformułować w postaci pytań: 1) jaka jest efektywność usuwania zanieczyszczeń w hybrydowych gruntowo-roślinnych oczyszczalniach ścieków, 2) jaka jest efektywność produkcji biomasy roślin zastosowanych w analizowanych systemach? W celu rozwiązania tak postawionego problemu badawczego w niniejszej pracy, niezbędne było przeprowadzenie badań w warunkach terenowych w dwóch przydomowych oczyszczalniach gruntowo-roślinnych zlokalizowanych na terenie woj. lubelskiego w miejscowościach Dąbrowica (system czterostopniowy typu VF-HF-HF-VF) i Skorczyce (system hybrydowy dwustopniowy typu VF-HF). W obiektach tych zastosowano rośliny energetyczne, tj. trzcinę pospolitą (*Phragmites australis* Cav. Trin. Ex Steud.), wierzbę wiciową (*Salix viminalis* L.), topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) oraz miskant olbrzymi (*Miscanthus giganteus*).

Badania dotyczące skuteczności usuwania zanieczyszczeń w dwóch wybranych hybrydowych gruntowo-roślinnych oczyszczalniach ścieków przeprowadzono w latach 2011-2013. W celu określenia efektywności funkcjonowania oczyszczalni ścieków wykonywano analizy właściwości fizyczno-chemicznych i mikrobiologicznych ścieków z poszczególnych etapów oczyszczania. Próbkę ścieków do analiz fizyczno-chemicznych pobierano w różnych porach roku: zimą (luty), wiosną (maj), latem (sierpień) i jesienią (listopad) w każdym roku badań, zgodnie z Polskimi Normami (PN-74/C-04620/00, PN-EN 25667-2: 1999). Terminy

poboru prób miały odzwierciedlać zmianę sezonowości w polskim klimacie. W pobranych próbach wód i ścieków określono: temperaturę, pH, stężenie tlenu, zawiesiny ogólne, BZT₅, ChZT, stężenie azotu ogólnego, fosforu ogólnego, azotanów, azotynów, azotu amonowego, chlorków i siarczanów oraz liczbę bakterii grupy *coli*, bakterii *coli* fekalnych oraz enterokoków kałowych. W ramach badań określano również efektywność produkcji biomasy oraz wykonywano analizy fizyczno-chemiczne roślin zasiedlających analizowane oczyszczalnie gruntowo-roślinne. Badania biomasy wykonywano w akredytowanym laboratorium Zakładu Pomiarowo-Badawczego Energetyki „ENERGOPOMIAR” Sp. z o.o. z siedzibą w Gliwicach i obejmowały one określanie następujących parametrów: ciepło spalania, wartość opałowa, wilgotność całkowita, popiół, siarka całkowita (S), zawartość wodoru (H), węgla (C), azotu (N), fosforu (P), potasu (K), metali ciężkich: As, Pb, Cd, Cu, Zn, Hg.

W badanych hybrydowych gruntowo-roślinnych oczyszczalniach ścieków uzyskano wysokie – ponad 96% efekty eliminacji zanieczyszczeń organicznych (BZT₅ i ChZT) oraz usuwania zawiesin ogólnych. Średnie wielkości badanych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych były kilkakrotnie niższe od wartości dopuszczalnych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2006 r. Analizowane systemy zapewniały 58% efektywność usuwania azotu ogólnego. Niewielkie efekty usuwania azotu wskazują, że w tego typu systemach konieczne jest stworzenie lepszych warunków do przebiegu procesu denitryfikacji. Badane oczyszczalnie zapewniały 75-77% skuteczność eliminacji fosforu ogólnego. Skuteczność usuwania fosforu w obiektach tego typu można zwiększyć poprzez zastosowanie odpowiedniego materiału wypełniającego złoża, np. zawierającego duże zawartości żelaza, glinu lub wapnia. Hybrydowe systemy gruntowo-roślinne zapewniają 99,99% skuteczność usuwania bakterii *coli*, bakterii *coli* typu kałowego oraz enterokoków kałowych. Liczebności badanych bakterii w ściekach oczyszczonych były zazwyczaj niższe od tych, które notuje się w wodach powierzchniowych na terenie Polski. Nie stwierdzono negatywnego wpływu ścieków oczyszczonych odprowadzanych z obiektu nr 2 w Skorczycach na jakość wód rzeki Urzędówki.

Z przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że hybrydowe oczyszczalnie gruntowo-roślinne umożliwiają skuteczną ochronę środowiska przyrodniczego na nieskanalizowanych terenach wiejskich. Wykonane badania mogą stać się ważnym etapem w poszukiwaniu wysokosprawnych technologii unieszkodliwiania ścieków, zapewniających skuteczną ochronę środowiska wodnego, przy niskich kosztach eksploatacyjnych.

Wyniki badań zaprezentowane w rozprawie mogą mieć bezpośrednie zastosowanie praktyczne do projektowania i budowy wysokoefektywnych, hybrydowych gruntowo-roślinnych oczyszczalni ścieków, w których oprócz oczyszczania ścieków jednocześnie możliwe będzie wytwarzanie biomasy roślin do celów energetycznych. Szersze wykorzystanie systemów tego typu w przyszłości może przyczynić się do poprawy efektywności energetycznej środowiska lokalnego poprzez wykorzystanie odnawialnych surowców energetycznych – biomasy wytworzonej przy jednoczesnej eksploatacji oczyszczalni ścieków. Z doświadczeń i wyników badań zaprezentowanych w tej pracy, będą mogły skorzystać samorządy gminne, które chcą rozwiązać problem gospodarki wodno-ściekowej na swoim terenie poprzez budowę przydomowych oczyszczalni ścieków. Powszechne stosowanie hybrydowych gruntowo-roślinnych oczyszczalni ścieków w Polsce może przyczynić się do poprawy stanu jakości wód powierzchniowych i podziemnych oraz redukcji emisji gazów cieplarnianych.