mgr inż. Arkadiusz Malik

ROZPRAWA DOKTORSKA

Efektywność usuwania zanieczyszczeń w hybrydowych hydrofitowych oczyszczalniach ścieków na terenie wybranych parków narodowych

Efficiency of pollutants removal in hybrid constructed wetland wastewater treatment plants in selected national parks

STRESZCZENIE I SŁOWA KLUCZOWE

Celem pracy było określenie efektywności i niezawodności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków bytowych w 2 hybrydowych hydrofitowych oczyszczalniach. Obiekt nr 1 jest zlokalizowany przy budynkach służbowych Roztoczańskiego Parku Narodowego (RPN) w miejscowości Kosobudy. Obiekt nr 2 funkcjonuje przy Ośrodku Dydaktyczno-Muzealnym (ODM) Poleskiego Parku Narodowego (PPN) w Starym Załuczu. Systemy wytypowane do badań stanowią innowacyjne technologie w stosunku do dotychczasowych rozwiązań, gdyż cechują się niekonwencjonalnymi kształtami: obiekt nr 1 – ma kształt jodły, a obiekt nr 2 – kształt żółwia. Obiekt nr 1 jest to system typu VF-HF-HF złożony z 3 złóż gruntowo-roślinnych (w tym 1 złoże z pionowym i 2 złoża z poziomym przepływem). Obiekt nr 2 to system typu VF-HF (w tym 1 złoże z pionowym i 1 złoże z poziomym przepływem). W badanych obiektach zastosowano rośliny, takie jak: trzcina pospolita (*Phragmites australis* Cav. Trin. Ex Steud.), wierzba wiciowa (*Salix viminalis* L.) oraz manna mielec (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.).

Problem badawczy, który podjęto się rozwiązać w rozprawie sformułowano w postaci pytań: 1) jaka jest efektywność i niezawodność usuwania zanieczyszczeń w hybrydowych hydrofitowych oczyszczalniach ścieków?, 2) czy skład ścieków odprowadzanych z hybrydowych hydrofitowych oczyszczalni spełnia wymagania stawiane w aktualnie obowiązujących aktach prawnych? Badania funkcjonowania oczyszczalni prowadzono w latach 2016-2020 i polegały na poborze próbek ścieków do analiz fizyczno-chemicznych. Próbki pobierano 4 razy w każdym roku badań z różnych elementów badanych oczyszczalni.

Z badań wynika, że oczyszczalnie hydrofitowe zapewniały wysokie, ponad 96% efekty usuwania zanieczyszczeń organicznych (BZT_5 i ChZT) oraz ponad 90% skuteczność usuwania zawiesin ogólnych. Efekty usuwania azotu ogólnego i fosforu ogólnego wynosiły odpowiednio 71 i 86%. Jakość ścieków oczyszczonych w większości przypadków spełniała wymagania jakościowe określone w obowiązujących aktach prawnych. Niezawodność technologiczna badanych systemów wynosiła 100% w przypadku wskaźników takich, jak: BZT_5 i ChZT, a także ponad 95% w przypadku zawiesiny ogólnej oraz 96-97% dla fosforu ogólnego. Znacznie mniejszą niezawodność zaobserwowano w przypadku azotu ogólnego, która w obiektach nr 1 i 2 wynosiła odpowiednio 73 i 91%. Badania wykazały, że większe efekty usuwania zanieczyszczeń

uzyskano w 3-stopniowym systemie hydrofitowym, niż w układzie 2-stopniowym – szczególnie w przypadku eliminacji azotu i fosforu. Nie wykazano wyraźnej zależności pomiędzy efektami usuwania zanieczyszczeń ze ścieków w różnych porach roku.

Z badań wynika, że hybrydowe hydrofitowe oczyszczalnie ścieków mogą być polecane do zastosowania, szczególnie na terenie innych parków narodowych i na obszarach chronionych. Stanowią one korzystną alternatywę w stosunku do sposobu zagospodarowania ścieków przy wykorzystaniu szamba lub innych rozwiązań przydomowych oczyszczalni ścieków. Z uzyskanych wyników badań mogą skorzystać zarządy parków oraz samorządy terytorialne, które chcą rozwiązać problem gospodarki wodno-ściekowej poprzez budowę lokalnych systemów oczyszczania ścieków.

Słowa kluczowe: Poleski Park Narodowy, Roztoczański Park Narodowy, hybrydowe hydrofitowe oczyszczalnie ścieków, efektywność i niezawodność usuwania zanieczyszczeń, ścieki bytowe

ABSTRACT

The aim of the work was to determine the efficiency and technological reliability of pollution removal from domestic wastewater in 2 hybrid constructed wetlands wastewater treatment plants. Facility no. 1 is located next to the official buildings of the Roztocze National Park (RNP) in Kosobudy. Facility no. 2 operates at The Educational-Museum Centre (ODM) of the Poleski National Park (PNP) in Stare Załucze. The systems selected for the research are innovative technologies in relation to existing solutions, because they are characterized by unconventional shapes: facility no. 1 – has a shape of a fir tree, and the facility no. 2 – the shape of turtle. Facility no. 1 is a VF-HF-HF type system composed of 3 soil-plants beds (including 1 bed with vertical and 2 beds with horizontal flow). Facility no. 2 is a VF-HF type system (including 1 bed with vertical and 1 bed with horizontal flow). Plants such as: common reed (*Phragmites australis* Cav. Trin. Ex Steud.), willow (*Salix viminalis* L.) and great manna grass (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.) were used in the studied objects.

The research problem that was attempted to be solved in the dissertation was formulated in the form of questions: 1) what is the efficiency and reliability of pollutant removal in hybrid constructed wetlands wastewater treatment plants? 2) does the composition of treated effluent flowing from hybrid constructed wetlands wastewater treatment plants meet the requirements of the currently applicable legislation? The research on functioning of wastewater treatment plants were carried out in 2016-2020 and consisted in collecting wastewater samples for physico-chemical analyses. Samples were taken 4 times in each year of research from various elements of the examined treatment plants.

The research shows that the hybrid wastewater treatment plants provided high, over 96% efficiency of removing organic matter (BOD_5, COD) and over 90% efficiency of removing total suspended solids. The removal of total nitrogen and total phosphorus was 71% and 86%, respectively. The quality of treated sewage in most cases met the quality requirements specified set out in the applicable legislation. The technological reliability of the tested systems was 100% for indicators such as: BOD_5 and COD, and more than 95% for total suspended solids and 96-97% for total phosphorus. Significantly lower reliability was observed in the case of total nitrogen, which in facilities no. 1 and 2 was 73 and 91%, respectively. The research have shown that greater effects of pollutant removal were obtained in a 3-stage constructed wetlands system than in a 2-stage systems - especially in the case of nitrogen and phosphorus elimination. There was no clear relationship between the effects of pollutant removal from wastewater in different seasons of the year.

The research shows that hybrid constructed wetlands wastewater treatment plants can be recommended for use, especially in other national parks and in protected natural areas. They are a favorable alternative to the method of wastewater management using a septic tank or other solutions of household wastewater treatment plants. The obtained research results can be used by national park boards and local governments that want to solve the problem of water and sewage management by building local sewage treatment systems.

Keywords: Polesie National Park, Roztocze National Park, hybrid constructed wetlands wastewater treatment plants, efficiency and technological reliability of pollutant removal, domestic wastewater