

Efficiency of functioning and technological reliability of selected household wastewater treatment plants in the Roztocze National Park

mgr inż. Agnieszka Micek

Abstract

This study aims to assess the efficiency and technological reliability of the pollutants removal from domestic wastewater in four selected household wastewater treatment plants located in the Roztocze National Park. Two of the analysed plants are hybrid constructed wetland systems, and two others are treatment plants with activated sludge flow reactor. The paper presents the results of a 3-year study, during which 20 series of analyses were performed and 280 wastewater samples were taken. The research comprised the determination of: the values of pollutant indicators in wastewater, such as: BOD₅, COD, total suspended solids, total nitrogen, total phosphorus, ammonia nitrogen, nitrate and nitrite nitrogen, dissolved oxygen concentration. Based on the obtained test results, the minimum, maximum and mean values, as well as the standard deviation, median and coefficient of variation were determined for each data series. From the values of indicators and pollutant components in the wastewater inflowing and outflowing from individual elements of the analysed objects, pollutant removal efficiency was determined for each treatment stage and the entire treatment plant. On the other hand, from the values of the indicators of pollutants in the treated wastewater, the technological reliability of the analysed systems was determined using the Weibull method. The research solved the scientific problem, which was formulated in the form of questions: 1) what is the efficiency of pollutant removal in three- and four-chamber septic tanks? 2) which of the analysed technological solutions used in household wastewater treatment plants ensures the best efficiency of contaminants removal, 3) what is the technological reliability of the analysed systems in terms of meeting the quality requirements for treated wastewater, 4) can the analysed technological solutions be recommended for treating small amounts of domestic wastewater, especially in protected areas?

Based on the research carried out, it was shown that the removal efficiency of organic and biogenic pollutants was significantly higher in 4-chamber septic tanks than in 3-chamber ones. In the 3-chamber septic tanks, an increase in the concentration of total nitrogen and total phosphorus was found at the outflow from the tanks. It was shown that hybrid constructed wetland systems provided significantly higher removal efficiency of organic matter (expressed

by BOD₅, COD) and total suspended solids, as well as biogenic compounds (total nitrogen, total phosphorus), than systems with activated sludge. The analysed hybrid constructed wetland systems also ensured a significantly higher technological reliability in terms of pollutant removal compared to activated sludge systems, and thus usually met the requirements for treated effluent quality. The quality of treated effluent flowing from the investigated activated sludge treatment plants did not always meet the quality requirements set out in the applicable legislation. The study results presented in this paper may have significant practical importance, which will allow to popularise the use of hybrid constructed wetland wastewater treatment plants in other national parks and protected areas in the world.

Efektywność funkcjonowania i niezawodność technologiczna wybranych przydomowych oczyszczalni ścieków na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego

mgr inż. Agnieszka Micek

Streszczenie

Celem pracy jest ocena efektywności i niezawodności technologicznej usuwania zanieczyszczeń ze ścieków bytowych w czterech wybranych przydomowych oczyszczalniach ścieków zlokalizowanych na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego. Dwie z analizowanych oczyszczalni to hybrydowe systemy hydrofitowe, a dwie kolejne to oczyszczalnie z reaktorem przepływowym z osadem czynnym. W pracy przedstawiono wyniki 3-letnich badań, podczas których wykonano 20 serii analiz oraz pobrano 280 próbek ścieków. W ramach badań określano: wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach, takie jak: BZT₅, ChZT, zawiesina ogólna, azot ogólny, fosfor ogólny, azot amonowy, azot azotanowy i azotynowy, stężenie tlenu rozpuszczonego. Na podstawie otrzymanych wyników badań dla każdej serii danych określono wartość minimalną, maksymalną i średnią oraz odchylenie standardowe, medianę i współczynnik zmienności. Z wartości wskaźników i składników zanieczyszczeń w ściekach dopływających i odpływających z poszczególnych elementów analizowanych obiektów określono skuteczność usuwania zanieczyszczeń w każdym etapie oczyszczania oraz w całej oczyszczalni. Natomiast na podstawie wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych określano niezawodność technologiczną badanych systemów przy zastosowaniu metody Weibulla.

W ramach badań rozwiązano problem naukowy, który sformułowano w postaci pytań: 1) jaka jest efektywność usuwania zanieczyszczeń w trzy i cztero-komorowych osadnikach gnilnych? 2) które z analizowanych rozwiązań technologicznych stosowanych w przydomowych oczyszczalniach ścieków zapewnia najlepszą skuteczność usuwania zanieczyszczeń?, 3) jaka jest niezawodność technologiczna badanych systemów w zakresie spełniania wymagań jakościowych stawianym ściekom oczyszczonym?, 4) czy analizowane rozwiązania technologiczne mogą być polecane do zastosowania do oczyszczania małych ilości ścieków bytowych, szczególnie na terenach chronionych?

Na podstawie wykonanych badań wykazano, że w 4-komorowych osadnikach gnilnych skuteczność usuwania zanieczyszczeń organicznych i biogenych była znacznie wyższa, niż w osadnikach 3-komorowych. W osadnikach 3-komorowych stwierdzono wzrost stężenia azotu

ogólnego i fosforu ogólnego na odpływie z osadników. Wykazano, że hybrydowe systemy hydrofitowe zapewniały znacznie wyższą efektywność usuwania materii organicznej (wyrażonej przez BZT₅, ChZT) i zawiesiny ogólnej, jak również związków biogennych (azot ogólny, fosfor ogólny), niż systemy z osadem czynnym. Analizowane hybrydowe systemy hydrofitowe zapewniały również znacznie wyższą niezawodność technologiczną w zakresie usuwania zanieczyszczeń w porównaniu do systemów z osadem czynnym, przez co zazwyczaj spełniały wymagania odnośnie jakości ścieków oczyszczonych. Jakość ścieków oczyszczonych odpływających z badanych oczyszczalni z osadem czynnym nie zawsze spełniała wymagania jakościowe określone w obowiązujących aktach prawnych.

Wyniki badań przedstawione w niniejszej pracy mogą mieć istotne znaczenie praktyczne, co pozwoli na upowszechnienie stosowania hybrydowych hydrofitowych oczyszczalni ścieków w innych parkach narodowych i obszarach chronionych na świecie.