



## **Analiza kosztów funkcjonowania przydomowych oczyszczalni ścieków**

*Robert Nowak, Michał Wawryca*  
*Politechnika Koszalińska*

### **1. Wstęp**

Na terenach bez kanalizacji zbiorczej zagospodarowanie ścieków bytowo-gospodarczych odbywa się poprzez gromadzenie ścieków w zbiornikach bezodpływowych i ich wywóz do punktu zlewnego lub poprzez unieszkodliwianie ścieków w przydomowych oczyszczalniach. W ostatnich latach w Polsce nastąpił znaczący wzrost liczby tego typu obiektów [8], jednak wciąż jest ona niewystarczająca, szczególnie z uwagi na zagrożenia, wynikające z eksploatacji tzw. szamb, wciąż powszechnie stosowanych na terenach nieskanalizowanych [7].

Zarówno system kanalizacji bezodpływowej, jak i przydomowe oczyszczalnie ścieków są kapitałochłonne – w pierwszym przypadku należy uwzględnić wysokie opłaty, związane z cyklicznym odbiorem ścieków, podczas gdy koszty inwestycyjne są niskie. Użytkowanie oczyszczalni wiąże się z większymi nakładami inwestycyjnymi, jednak niższe są koszty eksploatacji.

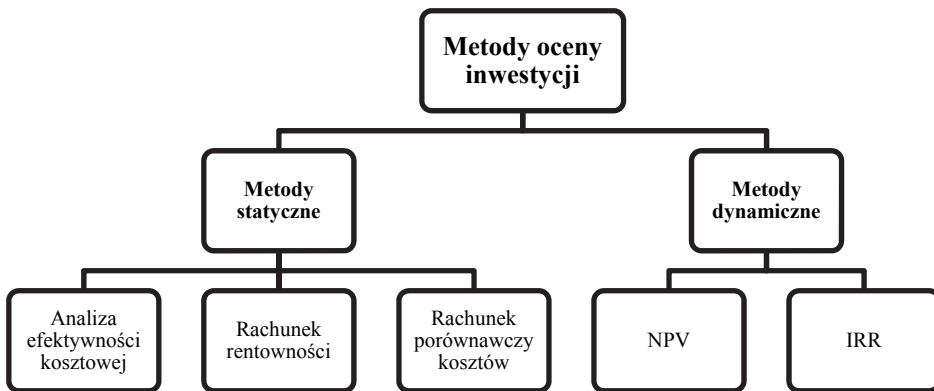
Producenci i dystrybutorzy urządzeń i systemów do oczyszczania niewielkich ilości ścieków oferują wiele rozwiązań technologicznych. Wybór optymalnego układu w konkretnym przypadku nie jest sprawą łatwą. Jednym z podstawowych kryteriów przydatności danego systemu są aspekty ekonomiczne. W pracy porównano pod kątem ekonomicznym trzy wybrane układy oczyszczalni przydomowych. Analizowane systemy są oferowane przez firmę HABA i charakteryzują się odmiennymi rozwiązaniami technologicznymi. Są to: układ z drenażem rozsączającym, oczyszczalnia biologiczna SBR oraz oczyszczalnia hydrobotaniczna.

## 2. Procedury określania kosztów funkcjonowania oczyszczalni

### 2.1. Metody oceny inwestycji

Podstawą przeprowadzenia porównawczej analizy ekonomicznej poszczególnych systemów oczyszczania ścieków jest przyjęcie jednakowych metod pomiaru składników kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Dokonanie oceny inwestycji wiąże się z oszacowaniem korzyści, wynikających z przeprowadzonych prac, a w przypadku rozpatrywania kilku wariantów – z wyborem tego najbardziej opłacalnego. Istnieją różne metody oceny inwestycji w zależności od autora, jednak ogólnie można je podzielić na metody statyczne i dynamiczne. Podstawowa klasyfikacja została przedstawiona na rysunku 1.

Metody statyczne oceny inwestycji polegają na statystycznym opracowaniu danych, dotyczących poszczególnych kosztów, a następnie na porównaniu ich w czasie. Zaliczane są do metod niedyskontowanych, nieuwzględniających szeregu czynników (np. inflacji). Ponadto nie uwzględniają całego okresu trwania projektu, obejmując wąską jego część. Praktyczne wykorzystanie metod statycznych ogranicza się do inwestycji, w których nakłady i efekty są niewielkie, bądź ma miejsce podczas wyboru inwestycji, nie wymagających złożonych obliczeń.



**Rys. 1.** Podział metod oceny inwestycji. Oprac. własne na podstawie [5,6,9]

**Fig. 1.** Methods assessment of the investment. Own calculations based on [5, 6,9]

Metody dynamiczne, bardziej złożone niż statyczne, są dokładniejsze i umożliwiają uwzględnienie większej liczby czynników (np. zmienności wartości pieniądza w czasie). Ponadto – w odróżnieniu od metod statycznych – obejmują cały okres inwestycji.

Budowę przydomowej oczyszczalni ścieków należy zaliczyć do przedsięwzięć, nie generujących wpływów z inwestycji. Stąd w celu dokonania oceny tego typu przedsięwzięcia należy zastosować taką metodę, w której efektów inwestycji nie da się zmierzyć. Za efekt, uzyskiwany w tego typu przedsięwzięciach, może zostać uznana ilość oczyszczonych ścieków w skali czasu. Z drugiej strony jako efekt można przyjąć tzw. straty uniknione, możliwe do oszacowania w sytuacji braku inwestycji. M.in. autorzy [6] podkreślają, że podstawą prawidłowego porównania poszczególnych rozwiązań indywidualnych systemów oczyszczania ścieków jest doprowadzenie nakładów inwestycyjnych oraz eksploatacyjnych do kosztów jednostkowych. Podzielenie rocznych kosztów oczyszczania przez ilość oczyszczonych ścieków umożliwia uzyskanie jednakowej podstawy do porównań. Według autorów [6] najlepszą metodą jest analiza efektywności kosztowej, będąca modyfikacją metody CBA, czyli analizy kosztów i efektów. Uzasadniając prezentowane powyżej stanowisko autorzy zwracają uwagę na fakt, że w jednostkach pieniężnych mierzone są jedynie koszty, natomiast ocenie wartościującej nie podlegają efekty. Metoda zakłada ocenę inwestycji w sposób uproszczony, uwzględniając zarówno poniesione nakłady inwestycyjne, jak i koszty eksploatacji.

Inne stanowisko, w kwestii wyboru najlepszej metody oceny technologii oczyszczalni przydomowej z ekonomicznego punktu widzenia, reprezentują autorzy [2]. Korzystają oni przede wszystkim z metody NPV, przyporządkowanej do metod dynamicznych (wg klasyfikacji na rysunku 1).

Określenie wartości bieżącej netto polega na obliczeniu zdyskontowanych przepływów gotówki w kolejnych latach inwestycji. Według autorki [1] dyskontowanie przepływów pieniężnych sprowadza się do określenia różnicy pomiędzy wpływami i wydatkami pieniężnymi, poniesionymi na nakłady inwestycyjne, sprowadzonymi do wspólnego mianownika, co pozwala na precyzyjne i czytelne porównania.

Pierwszymi czynnościami, zmierzającymi do określenia NPV, są: ustalenie nakładów inwestycyjnych oraz rocznych całkowitych kosztów eksploatacyjnych, które będą dyskontowane na dzień przeprowadzania analizy. Wartość bieżąca netto określana jest wzorem:

$$NPV = I + a \times K_e \quad (1)$$

gdzie:

$I$  – nakłady inwestycyjne [zł],

$a$  – współczynnik dyskontujący,

$K_e$  – roczne koszty eksploatacji [zł/rok].

Niezbędne jest także określenie wartości współczynnika dyskontującego, umożliwiającego przeliczenie wartości rocznych kosztów eksploatacyjnych do wartości na dzień inwestycji. Współczynnik dyskontujący obliczony jest z zależności:

$$a = \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1 + p)^t} \quad (2)$$

gdzie:

$n$  – liczba lat eksploatacji oczyszczalni ścieków [lata],

$p$  – stopa dyskontowa,

$t$  – liczba okresów.

Po obliczeniu przepływów pieniężnych, w przypadku rozpatrywania kilku wariantów indywidualnych systemów oczyszczania ścieków, za najkorzystniejszą należy uznać inwestycję, dla której wartość NPV jest najniższa – zgodnie z sugestią autora [2].

## **2.2. Określenie nakładów inwestycyjnych**

Nakłady inwestycyjne w przypadku oczyszczalni przydomowej uzależnione są przede wszystkim od przyjętej technologii oczyszczania, szczególnie na etapie biologicznym. Układy mniej złożone, takie jak drenaż rozsączający czy oczyszczalnia hydrobotaniczna, cechują się niższymi kosztami inwestycyjnymi niż np. układ z biocenozą zawieszoną lub osiadłą czy system hybrydowy. Najbardziej kapitałochłonne rozwiązania oczyszczania ścieków związane są z biologicznymi systemami oczyszczania, do których zalicza się złoża biologiczne oraz komory osadu czynnego. Zwiększone nakłady inwestycyjne wiążą się m.in. z dodatkowymi elementami instalacji, w tym aparaturą utrzymującą optymalne warunki dla mikroorganizmów w strefie biologicznej. Ważnym aspektem dotyczącym niezbędnych nakładów inwestycyjnych jest charakterystyka ilościowo-jakościowa ścieków oraz warunki terenowe w miejscu lokali-

zacji oczyszczalni. Istotne są: dostępna powierzchnia, warunki gruntowo-wodne oraz układ przestrzenny, decydujący m.in. o zastosowaniu najdroższych tu pomp, podnoszących ścieki na większą wysokość. Przykład szczegółowej analizy kosztów inwestycyjnych dla oczyszczalni hydrobotanicznej przedstawiono w pracy [13]. Autorka w swoim opracowaniu wykazała także, że przy budowie systemu oczyszczania ścieków dla całej wsi, niższe nakłady inwestycyjne będą poniesione przy budowie indywidualnych systemów oczyszczania ścieków w porównaniu z systemami zbiorowymi.

### 2.3. Koszty eksploatacyjne

Do podstawowych kosztów eksploatacyjnych należą okresowe przeglądy instalacji, wykonywane przez wyspecjalizowane firmy. Częstotliwość przeglądów jest uzależniona od rodzaju instalacji, jednak zasadniczo przyjmuje się je przeprowadzać raz w roku [3]. Obok przeglądów technicznych, z użytkowaniem oczyszczalni wiąże się również okresowe usuwanie osadów i kożucha, zebranych w wyniku sedymentacji oraz flotacji zanieczyszczeń w osadniku gnilnym. Ilość osadów oraz częstotliwość ich usuwania uzależniona jest od przyjętej pojemności części fermentacyjnej osadnika gnilnego, parametrów ilościowych i jakościowych dopływających ścieków, a także od przyjętej technologii oczyszczania w kolejnym etapie (uwzględnienie osadów nadmiernych, kierowanych do osadnika z części biologicznej). Koszty, związane z pobieraniem oraz transportem osadów, uzależnione są przede wszystkim od uwarunkowań lokalnych. Wywóz osadów, najczęściej raz na rok lub raz na dwa lata, powinien być wykonywany przez służby asenizacyjne, które przetransportują osady np. do oczyszczalni ścieków. Koszty eksploatacyjne to także usuwanie zanieczyszczeń z filtrów doczyszczających osadników wstępnych oraz przepłukiwanie instalacji czystą wodą. Te ostatnie czynności często nie są uwzględniane w kalkulacji kosztów, gdyż eksploatacja może je wykonać samodzielnie (zwykle co 2–3 miesiące) [10]. Do podstawowych kosztów eksploatacyjnych należą także koszty energii elektrycznej, uzależnione od wielkości oczyszczalni, zastosowanej technologii oraz warunków terenowych. Zużycie energii generowane będzie głównie przez pompy oraz systemy napowietrzania ścieków. Obok wyżej wymienionych, do kosztów eksploatacyjnych zalicza się również koszty, związane z badaniami jakości oraz ilości kon-

kretnych zanieczyszczeń w ściekach, odprowadzanych z oczyszczalni do odbiornika. Częstotliwość poboru próbek, zakres badań oraz dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach, odprowadzanych do wód i do ziemi, określa Rozporządzenie Ministra Środowiska [12]. Badania są przeprowadzane przez wyspecjalizowane laboratoria. Ich koszt uzależniony jest od przyjętego zakresu badań oraz jednostki, w której są one wykonywane i waha się od 200 do 300 złotych rocznie. W przypadku zastosowania oczyszczalni hydrofitowych może wystąpić konieczność wymiany roślinności wskutek jej zniszczenia (np. w wyniku suszy, mrozów lub chorób roślin). Praktycznie do wymiany roślinności dochodzi jednak bardzo rzadko. Podobnie jak w przypadku oczyszczalni roślinnych, przy niewłaściwej eksploatacji złóż biologicznych oraz komór osadu czynnego może dojść do zniszczenia zasiedlającej je biocenozy. W takim przypadku konieczne jest odbudowanie osadu czynnego czy też kolonii bakterii na złożu biologicznym poprzez specjalne startery. Powtórne szczepienie bakterii jest incydentalne i nie można go zaliczyć do typowych kosztów eksploatacyjnych. Do innych kosztów tzw. incydentalnych można zaliczyć koszty napraw urządzeń oraz wymiany zbiorników (np. nieszczelnych). Najczęściej awariom ulegają pompy, wymagające okresowych przeglądów i doboru, właściwego dla ilości pompowanych ścieków. W przypadku drenaży rozsączających należy uwzględnić koszty okresowego (co 5 lat) czyszczenia układu z uwagi na jego kolmatację, a w dłuższym okresie eksploatacji (od 10 do 15 lat) nawet jego wymiany.

Analiza ekonomiczna oczyszczalni przydomowych powinna uwzględniać amortyzację, tj. zużywanie się danego środka trwałego podczas jego normalnej eksploatacji. W przypadku POŚ taką eksploatacją jest oczyszczanie ścieków wraz z ich odprowadzeniem do odbiornika. Według rozporządzenia [11] przydomowe oczyszczalnie ścieków sklasyfikowane są w grupie 2, obejmującej „obiekty inżynierii lądowej i wodnej”. Roczny procent amortyzacji takich obiektów to 10%, przy czym podstawą amortyzacji jest wartość całej oczyszczalni przydomowej, podwyższona o wartość urządzeń, nie mogących działać samodzielnie. Ponadto należy uwzględnić wszystkie dodatkowe koszty, poniesione do dnia rozpoczęcia użytkowania instalacji.

### 3. Porównanie wybranych rozwiązań oczyszczalni przydomowych pod względem ekonomicznym

Ocenie ekonomicznej poddano trzy systemy oczyszczania ścieków, oferowane przez firmę HABA, charakteryzujące się odmiennymi rozwiązaniami technologicznymi.

System typu DT składa się z osadnika gnilnego oraz układu drenażowego, rozprowadzającego ścieki do gruntu za pomocą tuneli. Tunele zbudowane są z półkolistych kształtek na wspornikach, w których ułożone są dreny. Otwory, umieszczone po bokach tuneli umożliwiają odpływ ścieków i dalszą ich infiltrację do gruntu.

Oczyszczalnia z reaktorem sekwencyjnym typu SBR – Primo charakteryzuje się 24 godzinnym cyklem pracy. Układ wyposażony został w przepompownię ścieków, umożliwiającą podniesienie ścieków w przypadku znacznego obniżenia terenu. Ścieki oczyszczone, w zależności od warunków lokalnych, mogą zostać odprowadzone do gruntu lub do cieku wodnego.

System typu ORS to oczyszczalnia hydrobotaniczna z re cyrkulacją. W pierwszym etapie oczyszczania ścieki trafiają do osadnika gnilnego, wyposażonego w filtr doczyszczający. Drugi etap realizowany jest w filtrze piaskowo-roślinnym z matami rozsączającymi, wyposażonymi w drenaż umożliwiający recyrkulację ścieków. Filtr zasypany jest korą, na której sadzi się roślinność hydrofilną. Ostatnim elementem instalacji jest staw (odprowadzenie ścieków oczyszczonych). Dzięki recyrkulacji możliwe jest podwójne oczyszczenie ścieków na drugim stopniu oczyszczania.

Ceny porównywanych oczyszczalni przyjęto w oparciu o dane katalogowe firmy HABA, znajdujące się na stronie internetowej (rok 2014) [4]. Zamieszczone w pracy obliczenia zostały dokonane na podstawie opracowania [6]. Założono, że z oczyszczalni korzystać będzie 5 osób, generujących łącznie  $0,75 \text{ [m}^3\text{]}$  ścieków na dobę (przyjęto średnią dobową ilość ścieków na osobę równą  $0,15 \text{ [m}^3\text{]}$ ). Przyjęto stopę dyskontową  $r = 5\%$  w skali roku.

Niezbędne nakłady inwestycyjne dla poszczególnych typów oczyszczalni zestawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Nakłady inwestycyjne dla wybranych oczyszczalni. Opracowanie własne na podstawie cen producenta na rok 2014 [4]; data dostępu: 10.02.2014

**Table 1.** Investment costs of selected wastewater treatment plants. Own calculations based on producer prices for the year 2014 [4]; access date: 10/02/2014

Typ oczyszczalni	DT	ORS	SBR-PRIMO
Nakłady inwestycyjne [zł]	4300,00	6150,00	8610,00

Wielkość kosztów eksploatacyjnych dla każdego z analizowanych rozwiązań technologicznych przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Koszty eksploatacyjne dla wybranych rozwiązań technologicznych. Opracowanie własne na podstawie cenników producentów, firm usługowych oraz dostawcy energii elektrycznej

**Table 2.** Operating costs for different wastewater treatment plants. Own study based on producer, service companies and electricity supplier tariff

Lp.	Rodzaj kosztów eksploatacyjnych	Typ oczyszczalni		
		DT	ORS	SBR-PRIMO
1	Okresowa konserwacja układu	492,00	492,00	492,00
2	Badania jakości oczyszczania	250,00	250,00	250,00
3	Wywóz osadu	140,00	140,00	140,00
4	Biopreparaty	136,00	56,00	56,00
5	Dosadzanie roślinności	-	150,00	-
6	Czyszczenie stawu	-	100,00	-
7	Energia elektryczna	-	17,00	17,00
<b>Suma</b>		<b>1018,00</b>	<b>1205,00</b>	<b>955,00</b>

Koszty energii elektrycznej przyjęto w oparciu o cennik operatora Energa obrót – 0,61 [zł/kWh] oraz o zużycie prądu dla analizowanych rozwiązań, określone przez producenta na poziomie 0,1 [kWh/m<sup>3</sup>] (wg autora mogą być zaniżone – praca pomp). Przy Q<sub>dśr</sub>=0,75 [m<sup>3</sup>/d] roczne koszty energii elektrycznej zostały obliczone wg wzoru:

$$E. \text{ elektr.} = (0,75 \times 365) \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \right] \times 0,1 \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{d}} \right] \times 0,61 \left[ \frac{\text{zł}}{\text{kWh}} \right] \cong 17(\text{zł}) \quad (3)$$



### Sumaryczne koszty oczyszczania ścieków

Dla określenia sumarycznych kosztów oczyszczania ścieków zostały obliczone:

- współczynnik stopy zwrotu z inwestycji  $\alpha$  (dla 25 lat eksploatacji):

$$\alpha = \frac{0,05(1 + 0,05)^{25}}{(1 + 0,05)^{25} - 1} = 0,071 [-] \quad (4)$$

- roczne koszty oczyszczania:

– dla systemu HABA typu DT z drenażem tunelowym:

$$K_r = 4300 \times 0,071 + 1018 = 1323,30 \left( \frac{\text{zł}}{\text{rok}} \right) \quad (5)$$

– dla systemu HABA typu ORS (o. gruntowo-roślinna):

$$K_r = 6150 \times 0,071 + 1205 = 1641,65 \left( \frac{\text{zł}}{\text{rok}} \right) \quad (6)$$

– dla systemu typu SBR-PRIMO:

$$K_r = 8610 \times 0,071 + 955 = 1566,31 \left( \frac{\text{zł}}{\text{rok}} \right) \quad (7)$$

- nośnik kosztów:

$$K_r = 4300 \times 0,071 + 1018 = 1323,30 \left( \frac{\text{zł}}{\text{rok}} \right) \quad (8)$$

- jednostkowe koszty oczyszczania:

– dla systemu z drenażem tunelowym:

$$k_r = \frac{1323,30}{273,75} = 4,83 \left[ \frac{\frac{\text{zł}}{\text{m}^3}}{\text{rok}} \right] \quad (9)$$

– dla oczyszczalni gruntowo-roślinnej:

$$k_r = \frac{1641,65}{273,75} = 6,00 \left[ \frac{\frac{\text{zł}}{\text{m}^3}}{\text{rok}} \right] \quad (10)$$

– dla oczyszczalni SBR-PRIMO:

$$k_r = \frac{1566,31}{273,75} = 5,72 \left[ \frac{\frac{\text{zł}}{\text{m}^3}}{\text{rok}} \right] \quad (11)$$

Zestawienie zbiorcze wszystkich kosztów, związanych z zakupem i eksploatacją każdej z analizowanych oczyszczalni, w tym wartości rocznych kosztów oczyszczania ścieków, stanowi tabela 3.

**Tabela 3.** Koszty roczne wybranych systemów. Źródło: opracowanie własne  
**Table 3.** Annual costs of selected systems. Source: own study

Lp.	Składniki kosztów [zł]	Rodzaj oczyszczalni		
		DT	ORS	SBR-PRIMO
1	Nakłady inwestycyjne	4300,00	6150,00	8610,00
2	Roczne koszty eksploatacyjne	1018,00	1205,00	955,00
3	Roczne koszty oczyszczania	1323,30	1641,65	1566,31
4	Koszt oczyszczania 1 m <sup>3</sup> ścieków	4,83	6,00	5,72

#### 4. Podsumowanie i wnioski

Układy technologiczne oczyszczalni przydomowych wymagają różnych nakładów inwestycyjnych. Dane liczbowe, zawarte w tabeli 1, wskazują, że spośród analizowanych rozwiązań najbardziej kapitałochłonna jest oczyszczalnia biologiczna typu SBR-PRIMO. W jej przypadku na realizację inwestycji należy przeznaczyć 8610,00 zł. Znaczący wpływ na wielkość tych kosztów mają niezbędne w układzie technologicznym dodatkowe urządzenia, m.in. dmuchawy i pompy. Najmniejszych nakładów finansowych na zakup (4300,00 zł) wymaga układ z drenażem tunelowym. Nakłady inwestycyjne są dla tego układu dwukrotnie niższe niż dla oczyszczalni typu SBR. Decydujący jest w tym przypadku brak dodatkowych urządzeń, m.in. pompowni czy systemu napowietrzania ścieków. Zakup trzeciego z analizowanych rozwiązań, tj. oczyszczalni gruntowo-roślinnej, wiąże się z poniesieniem nakładów inwestycyjnych w wysokości 6150,00 zł. Koszty te są prawie 1500 zł niższe niż w przypadku oczyszczalni SBR, jednak zdecydowanie wyższe (o 1850 zł) od najtańszego układu z drenażem tunelowym.

Porównując koszty, związane z użytkowaniem poszczególnych systemów oczyszczania ścieków (tabela 2), należy zauważyć, że najniższymi kosztami eksploatacyjnymi (955,00 [zł/rok]) charakteryzuje się oczyszczalnia SBR. Jednocześnie jest to rozwiązanie, wymagające najwyższych nakładów inwestycyjnych. W przypadku oczyszczalni

z drenażem tunelowym zależność jest inna – układ wymaga najniższych nakładów inwestycyjnych, jednak koszty eksploatacyjne są relatywnie wysokie. Jednak najwyższych kosztów eksploatacyjnych wymaga oczyszczalnia gruntowo-roślinna, co jest przede wszystkim związane ze specyfiką tego rozwiązania. Podczas użytkowania systemu należy uwzględnić dodatkowe czynności zwiększające koszty, np. gdy wystąpi konieczność dosadzania roślin czy czyszczenia stawu..

Istotne dla oceny ekonomicznej oczyszczalni przydomowych jest porównanie kosztów oczyszczania ścieków dla poszczególnych układów technologicznych. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że najniższymi rocznymi kosztami oczyszczania 1m<sup>3</sup> ścieków charakteryzuje się oczyszczalnia z drenażem tunelowym HABA typu DT. Spośród trzech ujętych w pracy systemów najwyższe koszty oczyszczania ścieków generuje oczyszczalnia gruntowo-roślinna HABA typu ORS. Koszty te są ponad 25% wyższe niż koszty, obliczone dla oczyszczalni tunelowej.

## Literatura

1. **Czerska J.:** *Metody oceny efektywności projektów inwestycyjnych*. Skrypt Politechniki Rzeszowskiej. 2002.
2. **Heidrich Z., Stańko G.:** *Leksykon przydomowych oczyszczalni ścieków*. Wyd. Seidel-Przywecki Sp. Z o.o. Warszawa 2007.
3. <http://www.aquatechnika.com.pl>.
4. <http://www.haba.pl>.
5. **Krzemińska D.:** *Finanse Przedsiębiorstw*. WSB. Poznań 2005.
6. **Kundzewicz A., Milaszewski R.:** *Analiza efektywności kosztowej indywidualnych systemów usuwania i oczyszczania ścieków*. Inżynieria Ekologiczna. 24 (2011).
7. **Nowak R.:** *Kanalizacja bezodpływowa – potencjalne i realne zagrożenie dla środowiska przyrodniczego*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna. 6 (2012).
8. **Nowak R.:** *Stan gospodarki ściekowej na terenach wiejskich na przykładzie powiatu koszalińskiego*. CHEMIK. 10(68) (2014).
9. **Pastusiak R.:** *Ocena efektywności inwestycji*. Wyd. CDW. Warszawa 2010.
10. *Przydomowe oczyszczalnie ścieków – poradnik*. Ekoprom. Białystok 2008.
11. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10.12.2010 r. w sprawie Klasyfikacji Środków Trwałych (KŚT) [Dz. U. 2010 nr 242, poz. 1622].

12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego [Dz. U. 2014 poz. 1800].
13. **Skoczko I.** *Ekonomiczna analiza rozwiązań oczyszczalni ścieków dla wsi przy rozproszonej zabudowie*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna. 6 (2012).

## **Analysis of Operating Costs of Domestic Sewage Treatment Plants**

### **Abstract**

The economics aspects of the operation of household wastewater treatment plants are discussed in the paper. Three selected individual wastewater treatment systems offered by HABA are presented, such as (1) system with drainage tunnel (HABA DT), (2) treatment plant of SBR type (HABA SBR PRIMO) and (3) constructed wetland wastewater treatment plant (HABA ORS). In the work the analytical procedures for determining the costs are presented. Next, a comparative economics analysis of these systems is carried out. The level of annual costs as well as unit costs of wastewater disposal and treatment are determined for these systems. The annual unit cost in presented small sewage treatment facilities ranged from 4.83 to 6.00 zł per m<sup>3</sup>. The calculations showed that the lowest annual cost of wastewater treatment is characterized by a system with drainage tunnel. Of the three systems included in the work of the highest costs of wastewater treatment plant generates system HABA ORS.

### **Słowa kluczowe:**

oczyszczanie ścieków, przydomowe oczyszczalnie ścieków, ocena ekonomiczna

### **Keywords:**

wastewater treatment, domestic sewage treatment plants, economic analysis