

Ocena efektywności ekonomicznej rozbudowy sieci kanalizacyjnej w miejscowości wiejskiej zlokalizowanej na terenie górzystym

Economic efficiency assessment of expanding sewage system in a rural area located in a mountainous region

Jakub Wasiluk, Ewa Hołota^{*)}

Słowa kluczowe: ocena efektywności ekonomicznej, kanalizacja sanitarna

Streszczenie

W artykule przedstawiono ocenę efektywności ekonomicznej rozbudowy sieci kanalizacji sanitarnej w miejscowości wiejskiej, znajdującej się na terenie górzystym. Analizie zostały poddane dwa rodzaje sieci. Pierwszy uwzględniał zaprojektowanie dwóch kolektorów grawitacyjnej kanalizacji sanitarnej, prowadzonych za podłączanymi budynkami oraz sieciowej przepompowni ścieków, natomiast drugi zakładał jeden kolektor sanitarny z przydomowymi przepompowniami ścieków. W celu przeprowadzenia oceny ekonomicznej obliczono wskaźniki proste: wartość rocznej nadwyżki (VS), stopę zwrotu nakładów inwestycyjnych (SRR), okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (PP) oraz wskaźniki złożone: zaktualizowaną wartość netto (NPV), dynamiczny koszt jednostkowy (DGC), współczynnik korzyści i kosztów (BCR).

Keywords: economic efficiency assessment, sewage system

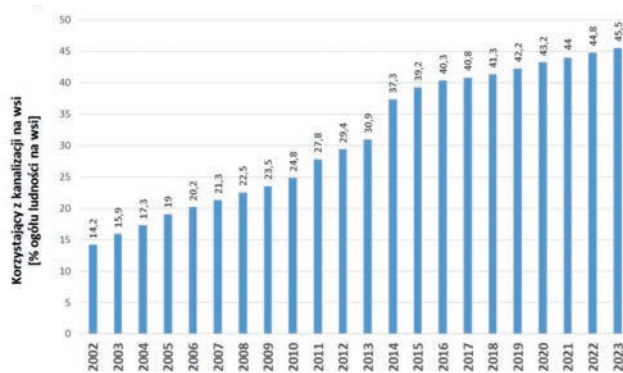
Abstract

The article presents an economic efficiency assessment of a sewage system expansion in a rural area located in a mountainous region. Two types of network were analyzed. The first one included the design of two gravity sewage collectors located behind the buildings as well as network sewage pumping station, whereas the second one assumed one sewage collector with domestic sewage pumping stations. In order to carry out the economic assessment, simple indicators were calculated: the value of the annual surplus (VS), Simple Rate of Return (SRR), the Payback Period (PP) and also dynamic indicators: Net Present Value (NPV), Dynamic Generation Cost (DGC), Benefit-Cost Rate (BCR).

1. Wstęp

Odprowadzanie i oczyszczanie ścieków komunalnych z terenów wiejskich jest ważnym zadaniem samorządów gminnych, bowiem mimo zwodociągowania wsi, prawie w 90%, odprowadzanie ścieków z terenów wiejskich jest niewystarczające. W 2023 roku w Polsce prawie 7 mln mieszkańców wsi korzystało z dostępu do kanalizacji sanitarnej [5], jednak wciąż jest to mniej niż 50 % ogółu ludności mieszkającej na terenach wiejskich (rys. 1). Niedostateczna sanitacja polskiej wsi, przyczynia się do spadku jakości wód podziemnych i powierzchniowych, dlatego ważne jest przyspieszenie budowy, rozbudowy i modernizacji zbiorczych systemów kanalizacyjnych i zbiorczych oczyszczalni ścieków [1, 8]. Głównym problemem związanym ze zwiększeniem poziomu sanitacji wsi są duże koszty inwestycyjne, które trzeba ponieść w związku z budową sieci kanalizacyjnej i ewentualnej oczyszczalni ścieków, jak również z późniejszą ich eksploatacją. Niejednokrotnie takie inwestycje są nieopłacalne ekonomicznie.

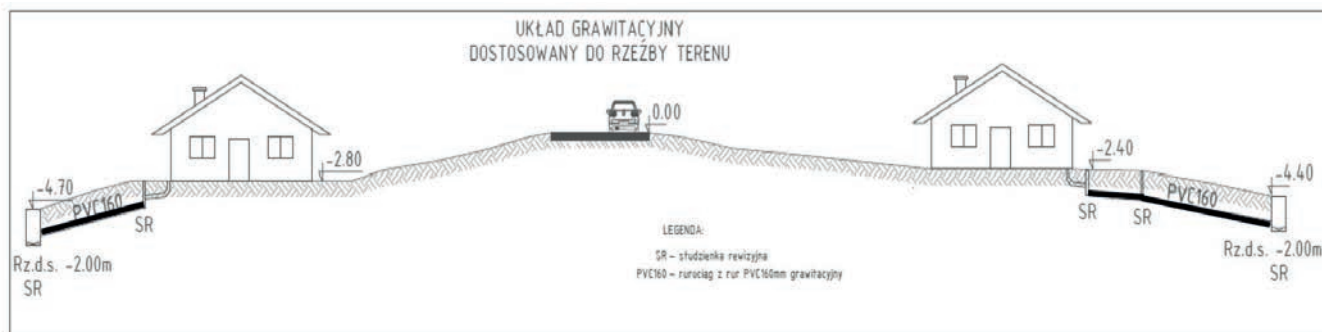
Polska jako członek UE jest zobowiązana dostosować system kanalizacji i oczyszczania ścieków komunalnych do wymogów dyrektywy 91/271/EWG [19]. Zgodnie z nią „do 2015 roku wszystkie



Rys. 1. Stopień skanalizowania polskiej wsi w odniesieniu do poszczególnych lat [5]
Fig. 1. Rate of sewage system of Polish villages in relation to individual years [5]

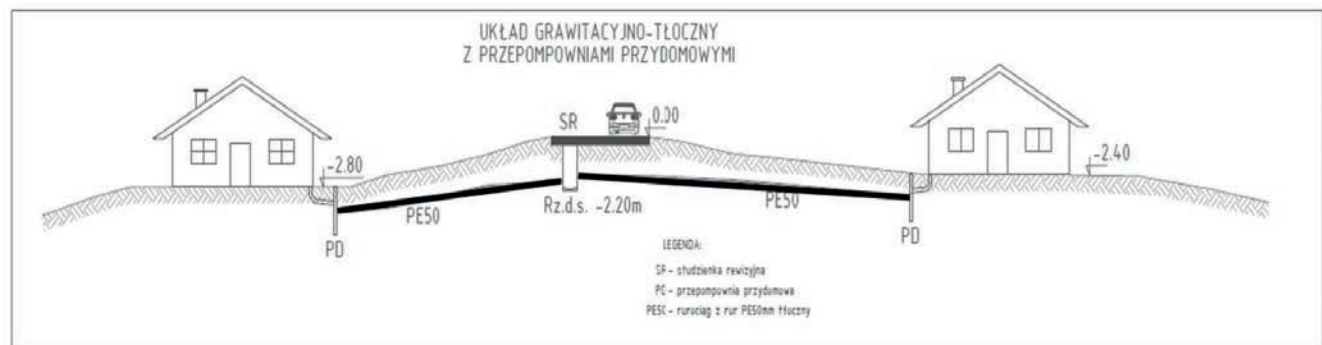
aglomeracje o równoważnej liczbie mieszkańców powyżej 2000 powinny być wyposażone w systemy zbierania ścieków komunalnych. W związku z niespełnieniem wymogów Dyrektywy, na początku

* **Jakub Wasiluk**, mgr inż., absolwent Politechniki Lubelskiej, Wydział Inżynierii Środowiska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin; **Ewa Hołota**, dr inż., Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, ORCID: 0000-0003-4927-0442, e.holota@pollub.pl



Rys.2. Wariant 1 – układ kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej z przepompownią sieciową

Fig. 2. Variant 1 – gravity sewage system with a network pumping station



Rys. 3. Wariant 2 – układ kanalizacji sanitarnej grawitacyjno-tłocznej z przydomowymi przepompowniami

Fig. 3. Variant 2 – gravity-pressure sewage system with domestic pumping stations

2022 r. Komisja Europejska wniosła do Trybunału Sprawiedliwości Unii Europejskiej sprawę przeciwko Polsce. Komisja wykazała, że ponad 1000 aglomeracji w naszym kraju nie posiadało systemu zbierania ścieków komunalnych, a w 415 aglomeracjach, w których ścieki są odprowadzane na obszarach wrażliwych, Polska nie zapewniła bardziej rygorystycznego oczyszczania. W związku z tym, Polska wprowadziła nowelizację ustawy, w której przewidziała kary pieniężne dla gmin w aglomeracjach, które do 31 grudnia 2027 r. nie spełnią wymogów, wynikających z przepisów dyrektywy 91/271/EWG oraz wprowadziła obowiązek przeprowadzenia kontroli nieruchomości posiadających szambo lub przydomową oczyszczalnię ścieków. Obecnie czekamy na nowelizację niniejszej dyrektywy [15], w której planowane jest rozszerzenie zakresu jej stosowania na aglomeracje od 1000 RLM, co spowoduje konieczność budowy systemów kanalizacyjnych w jeszcze mniejszych miejscowościach.

Wszystkie decyzje o budowie nowego systemu kanalizacyjnego powinny być poprzedzone dogłębną analizą. Koncepcja budowy sieci kanalizacyjnej powinna być wielowariantowa i wyraźnie wykazywać, które rozwiązanie jest najlepsze do realizacji, zarówno pod względem technicznym, społecznym, jak i ekonomicznym. Analiza techniczna przyjętego rozwiązania jest niezbędna do uniknięcia błędów z trasowaniem przewodów. Może okazać się bowiem, że grawitacyjne odprowadzenie ścieków na danym obszarze jest niemożliwe, a systemy ciśnieniowe generują dodatkowe koszty. Z pomocą przychodzi tu modelowanie numeryczne, które umożliwia zasymulowanie pracy sieci kanalizacyjnej [11], w celu sprawdzenia, który system będzie najbardziej odpowiedni pod kątem hydrauliki przepływu ścieków. Analiza ekonomiczna przyjętego rozwiązania pozwoli na oszacowanie kosztów związanych nie tylko z budową kanalizacji, ale również z jej późniejszą eksploatacją. To bowiem te koszty będą w głównej mierze decydowały o taryfach związanych z odprowadzaniem i oczyszczaniem ścieków. Dlatego analiza ekonomiczna musi być ściśle powiązana z konsultacjami społecznymi. Może się bowiem okazać, że wysokie koszty budo-

wy i utrzymania systemu odprowadzania nieczystości ciekłych przekładają się na wysokie taryfy, związane z odprowadzeniem i oczyszczaniem ścieków. Skutkiem tego będzie najprawdopodobniej brak chętnych do przyłączenia się do sieci. Dodatkowo, koszt przyłącza kanalizacyjnego, który jest ponoszony przez właściciela nieruchomości, jest dla wielu osób zbyt dużym obciążeniem finansowym. Należy pamiętać, że alternatywą dla systemów zbiorowych odprowadzania ścieków są przydomowe oczyszczalnie ścieków, które można zastosować, gdy budowa systemu kanalizacji zbiorowej powoduje nadmierne koszty.

W związku z powyższym, każdy proces inwestycyjny związany z budową kanalizacji sanitarnej powinien zostać poprzedzony przygotowaniem szczegółowej koncepcji funkcjonalno-użytkowej, jak również poddany ocenie efektywności ekonomicznej, która bierze pod uwagę nie tylko sytuację gospodarczą i społeczną, ale również wpływ na lokalne środowisko [3, 9]. Ocena efektywności ekonomicznej bazuje na analizie kosztów i efektów CBA (*Cost Benefits Analysis*). Analiza ta polega na porównaniu ekonomicznych efektów, otrzymanych w wyniku realizacji konkretnej inwestycji wraz z potrzebnymi nakładami finansowymi [14]. Dzięki niej otrzymujemy ocenę opłacalności badanych wariantów na podstawie oceny efektywności bezwzględnej konkretnych przedsięwzięć inwestycyjnych.

W ramach analizy CBA wyróżniamy metody proste i złożone (dynamiczne, dyskontowe). Metody proste ograniczają się do obliczeń w ramach konkretnego roku, nie uwzględniają wpływu czasu ani opłacalności inwestycji po zakończeniu założonego okresu zwrotu. Zazwyczaj są przeprowadzane dla inwestycji krótkookresowych. Do metod prostych zaliczamy wskaźniki [3]:

- Wartość rocznej nadwyżki (VS),
- Stopę zwrotu nakładów inwestycyjnych (SRR),
- Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (PP).

W przypadku metod złożonych, przeprowadzane kalkulacje są na bardziej zaawansowanym poziomie, uwzględniają one czynnik czasu. Przeprowadzana jest analiza oceny całego okresu budowy i za-

łożonego okresu eksploatacji, a także zmienność pieniądza w czasie. Metody te polegają na porównaniu nakładów i efektów inwestycji w konkretnym roku analizy, po czym sprowadza się je do wartości porównywalnych, tj. zaktualizowanych poprzez zdyskontowanie. Dzięki takiej metodyce ocena efektywności jest kompleksowa [2, 18]. Do metod złożonych zaliczamy wskaźniki [2]:

- Zaktualizowanej wartości netto (NPV),
- Dynamicznego kosztu jednostkowego (DGC),
- Współczynnik korzyści i kosztów (BCR).

W niniejszym artykule przeprowadzono ocenę efektywności ekonomicznej budowy kanalizacji sanitarnej na terenie górzystym.

2. Opis obiektu badań

Analiza wyboru najlepszego rozwiązania rozbudowy sieci kanalizacji sanitarnej została przeprowadzona dla miejscowości wiejskiej, zlokalizowanej w gminie Szaflary, w powiecie nowotarskim, w województwie małopolskim. Podłączonych do kanalizacji ma zostać 17 budynków jednorodzinnych. Występują one w rozproszonej zabudowie. Projektowana kanalizacja ma zostać włączona do istniejącego systemu odprowadzania ścieków, który posiada wymaganą przepustowość, aby przyjąć dodatkową porcję ścieków. Ulica na której ma zostać zaprojektowana sieć kanalizacyjna, zlokalizowana jest wzdłuż szczytu wzniesienia – nawierzchnia drogowa jest najwyższym punktem, a domy zlokalizowane są średnio 2,6 m niżej niż droga. Analizie zostaną poddane dwa warianty:

Wariant nr 1: sieć grawitacyjna dostosowana do rzeźby terenu z przepompownią ścieków. Odprowadzenie ścieków z budynków następuje grawitacyjnie za pośrednictwem przewodów z PVC-U 160x4,7 mm o długości 407 m. Zaprojektowano dwa kolektory główne, wykonane z przewodów PVC-U 200x5,9 mm o łącznej długości 1110 m, które zlokalizowane są za budynkami, gdzie ich rzędna jest niższa niż rzędna posadowienia domów (rys 2.). Jako uzbrojenie sieci zaprojektowano 17 studzienek rewizyjnych DN1200 i 33 studzienki z PP 425. Ścieki odprowadzane są do projektowanej zbiorczej przepompowni DN1500, skąd przewodem tłocznym PE100 90x5,4 mm o długości 191 m są transportowane do istniejącej sieci kanalizacji sanitarnej.

Wariant nr 2: sieć grawitacyjno-tłoczna z zastosowaniem przydomowych przepompowni ścieków. Ścieki z domów przy zastosowaniu przydomowych przepompowni ścieków (17 szt.) za pośrednictwem przewodów tłocznych z PE63 mm x 3,8 mm o łącznej długości 908 m trafiają do kolektora grawitacyjnego, wykonanego z PVC-U 200x5,9 mm o długości 613 m, który poprowadzony jest w ulicy (rys. 3.). Następnie ścieki grawitacyjnie odprowadzane są do istniejącej kanalizacji sanitarnej. W wariantcie tym przewidziano 8 studzienek rewizyjnych DN1200 i 12 studzienek PP 425. Wariant ten zakłada dekonstrukcję nawierzchni drogowej i ponowne jej odbudowanie.

3. Metodyka badań

W celu przeprowadzenia oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia, w pierwszej kolejności wykorzystano metody proste. Określono wartość rocznej nadwyżki (VS), czyli różnicę pomiędzy roczną wartością efektu użytkowego (W), a kosztami eksploatacji w skali roku (K) uwzględniającymi amortyzację (1) [9]:

$$VS = W - K \left[\frac{zł}{rok} \right] \quad (1)$$

gdzie:

W – roczna wartość efektu użytkowego inwestycji [zł/rok],
K – roczne koszty eksploatacji uwzględniające amortyzację [zł/rok].

Wartość VS określa nadwyżkę, która rocznie przypada na jednostkę nakładów inwestycyjnych. Jest to interpretowane jako stopa zwrotu nakładów kapitałowych [4]. Gdy wartość rocznej nadwyżki VS >

1, wówczas projekt może zostać uznany za efektywny. W przypadku, gdy wartość VS będzie ujemna, projekt powinien zostać odrzucony.

Następnie obliczono stopę zwrotu nakładów inwestycyjnych (SRR), która jest wartością nakładu inwestycyjnego stanowiącego dochód w skali rocznej [4]. Wielkość ta obliczana jest ze wzoru (2) [3, 13]:

$$SRR = \frac{Z+J-s}{J} \left[\frac{1}{rok} \right] \quad (2)$$

gdzie:

Z – roczny zysk netto, stanowiący różnicę pomiędzy wartością rocznych efektów, a rocznymi kosztami pomniejszoną o należne podatki [zł/rok],

J – całkowite nominalne nakłady inwestycyjne [zł],

s – stopa amortyzacji [1/rok] (3),

$$s = \frac{100\%}{t} \left[\frac{1}{rok} \right] \quad (3)$$

t – przewidywany czas eksploatacji [rok].

Przy wyborze lepszego wariantu przyjmuje się zasadę maksymalizacji wartości prostej stopy zwrotu. Spośród porównywanych inwestycji należy wybrać tę, która wykazuje najwyższą stopę zwrotu [10].

Ostatnim wskaźnikiem prostym jest okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (PP). Jest to czas niezbędny do odzyskania początkowych nakładów poniesionych na realizację zamierzenia inwestycyjnego z osiągniętych w okresie eksploatacji nadwyżek finansowych [12]. Rezultatem jest określenie ile lat potrwa wpływ pieniędzy z inwestycji, potrzebne do spłaty początkowego poniesionego nakładu finansowego. W przypadku, gdy wskaźnik PP jest krótszy niż zakładany horyzont czasowy życia przedsięwzięcia, badany projekt inwestycyjny określany jest za opłacalny ekonomicznie [22]. Okres zwrotu określa zależność (4) [3]:

$$PP = \frac{1}{R} [rok] \quad (4)$$

gdzie:

R – stopa zwrotu nakładów inwestycyjnych [1/rok],

Kryterium wyboru najlepszego wariantu jest jak najkrótszy okres zwrotu PP → min.

Ocenę efektywności ekonomicznej w okresie rocznym uznaje się za zbyt uproszczoną, aby na jej podstawie podejmować poważne decyzje inwestycyjne. Zaleca się więc stosowanie rachunku wieloletniego z dyskontowaniem, umożliwiającym obliczenie dynamicznego kosztu jednostkowego (DCG), wartości aktualnej netto (NPV) oraz współczynnika efektów i nakładów (BCR).

Dynamiczny koszt jednostkowy (DCG) zależy od zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych oraz zdyskontowanych efektów użytkowych generowanych przez projekt [16]. Wyliczenie wskaźnika DGC wymaga przyjęcia pewnych założeń dotyczących horyzontu czasowego analizy, stopy procentowej i rodzaju cen, które odzwierciedlają koszty inwestycji. Wartość DGC oblicza się wg. zależności (5) [16]:

$$DGC = \frac{\sum_{t=0}^{t=m} KI_t + KE_t}{\sum_{t=0}^{t=m} \frac{EE_t}{(1+i)^t}} \left[\frac{zł}{m^3} \right] \quad (5)$$

gdzie:

KI_t – nakłady inwestycyjne w danym roku [zł]

KE_t – przewidywane w kolejnym roku t koszty eksploatacji (bez amortyzacji) [zł/rok],

EE_t – wskaźnik rezultatu (efektu) w danym roku [m³/rok],

t – kolejny rok okresu obliczeniowego [rok],

m – liczba lat okresu obliczeniowego, obejmująca czas budowy i eksploatacji [rok],

i – stopa dyskontowa [%].

Wskaźnik DGC wyraża techniczny koszt uzyskania jednostki efektu ekologicznego, wyrażony np. w złotych na 1 m³ oczyszczonych ścieków. Im wartość DGC jest niższa, tym projekt inwestycyjny jest bardziej efektywny [16].

Kolejnym wskaźnikiem złożonym obliczanym do przeprowadzenia oceny efektywności ekonomicznej inwestycji jest wskaźnik wartości zaktualizowanej netto (NPV). Opisuje on wartość danej inwestycji przy uwzględnieniu zmiany wartości pieniądza w czasie. Jego wynik to suma zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto podczas całego cyklu życia inwestycji. Otrzymany wynik wskaźnika NPV informuje nas, która inwestycja jest bardziej opłacalna, i czy w ogóle z ekonomicznego punktu widzenia jest ona opłacalna. Wskaźnik ten jest określany za pomocą wzoru (6) [2]:

$$NPV = \sum_{t=0}^{t=m} \frac{1}{(1+i)^t} (W_t - KE_t - J_t) [\text{zł}] \quad (6)$$

gdzie:

W_t – przewidywana w kolejnym roku t wartość efektu użytkowego [zł/rok],

KE_t – przewidywane w kolejnym roku t koszty eksploatacji (bez amortyzacji) [zł/rok],

J_t – przewidywane w kolejnym roku t nakłady inwestycyjne [zł/rok],

t – kolejny rok okresu obliczeniowego [rok],

m – liczba lat okresu obliczeniowego, obejmująca czas budowy i eksploatacji [rok],

i – stopa dyskontowa [%].

Najbardziej opłacalny jest wariant o jak najwyższej wartości NPV → max (przy NPV ≥ 0). Gdy NPV < 0, wówczas inwestycja jest nieopłacalna i projekt powinien być odrzucony [4].

Ostatnim obliczanym w niniejszej pracy wskaźnikiem jest współczynnik efektów i nakładów (BCR) służący do efektywnej ewaluacji projektów inwestycyjnych. Wskaźnik ten jest obliczany jako stosunek sumy zdyskontowanych rocznych korzyści do sumy zdyskontowanych rocznych kosztów drogowych netto badanego okresu wg zależności (7) [12, 16]:

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^{t=m} \frac{W_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{t=m} \frac{(J_t + KE_t)}{(1+i)^t}} [-] \quad (7)$$

gdzie:

W_t – przewidywana w kolejnym roku t wartość efektu użytkowego [zł/rok],

KE_t – przewidywane w kolejnym roku t koszty eksploatacji (bez amortyzacji) [zł/rok],

J_t – przewidywane w kolejnym roku t nakłady inwestycyjne [zł/rok],

t – kolejny rok okresu obliczeniowego [rok],

m – liczba lat okresu obliczeniowego, obejmująca czas budowy i eksploatacji [rok],

i – stopa dyskontowa [%].

Gdy wskaźnik BCR ≥ 1 wówczas inwestycja jest opłacalna finansowo [21]. Im większa wartość współczynnika BCR → max, tym bardziej korzystne rozwiązanie. Wskaźniki NPV i BCR są ze sobą związane, a inwestycja jest efektywna, gdy NPV > 0 oraz BCR > 1 [12].

W celu obliczenia podanych wcześniej wskaźników bazowano na projektach koncepcyjnych sieci kanalizacji sanitarnej i kosztorysach inwestorskich. W celu oszacowania kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych dla obu analizowanych wariantów budowy sieci kanalizacji sanitarnej przyjęto założenia:

- Analizowany horyzont czasowy: 30 lat [17]
- Stopa dyskontowa i : 5%
- Ilość odprowadzanych ścieków: 4013 m³/rok
- Opłata za 1 m³ odprowadzanych ścieków – 7,99 zł [6]
- Cena 1 m³ dostarczonej wody – 6,58 zł [6]
- Cena 1 kWh energii elektrycznej – 0,693 zł [20]

Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne wykonania kanalizacji w obu wariantach przedstawiono w tabeli 1. Do kosztów eksploatacyjnych zaliczone zostały uwzględnione koszty energii elektrycznej dla przepompowni sieciowej, przydomowych przepompowni, koszty zużycia wody do płukania sieci, koszty utrzymania sieci (serwis) oraz dodatkowe koszty na wydatki typu awarie, niedrożności.

Tabela 1. Koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne

Table 1. Investment and operating costs

Wariant	Koszty inwestycyjne (netto) [zł]	Koszty eksploatacyjne (bez amortyzacji) [zł/rok]
Wariant I	1 018 913,59	31 224,50
Wariant II	1 545 861,52	27 603,18

4. Wyniki badań i ich dyskusja

Obliczone za pomocą metod prostych wskaźniki oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięcia oraz ich wartości graniczne zostały przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie wartości wskaźników prostych ekonomicznej efektywności dla różnych systemów kanalizacyjnych

Table 2. Summary of simple economic efficiency indicators for different sewerage systems

Wskaźnik	Wariant 1	Wariant 2	Wartość graniczna
VS [zł/rok]	-188,55	3 432,77	VS > 0
SRR [rok ⁻¹]	0,033	0,036	SRR → max
PP [rok]	30,30	27,78	PP → min

Żeby uznać przedsięwzięcie za opłacalne wskaźnik wartości rocznej nadwyżki (VS) powinien mieć wartość dodatnią. W pierwszym przypadku wartość ta jest ujemna, dlatego wariant ten powinien zostać odrzucony. Na podstawie tego wskaźnika można stwierdzić, że bardziej efektywna ekonomicznie jest druga opcja – kanalizacja z przydomowymi przepompowniami. Wskaźnik prostej stopy zwrotu (SRR) wykorzystuje się do wyboru najlepszego wariantu. Wariant II, dla którego obliczono wyższą stopę zwrotu, jest bardziej opłacalny ekonomicznie. Ostatnim analizowanym wskaźnikiem prostym analizy efektywności ekonomicznej jest okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (PP). Podobnie jak we wcześniejszym przypadku, wartość graniczną stanowi horyzont czasowy 30 lat. Wskaźnik ten daje informację, po jakim czasie dana inwestycja będzie efektywna ekonomicznie (tzn. po jakim czasie się zwróci). W pierwszym wariantcie z przepompownią sieciową okres zwrotu jest dłuższy niż w wariantcie II, dlatego drugi wariant jest bardziej efektywny ekonomicznie.

Obliczone za pomocą metod złożonych wskaźniki oceny ekonomicznej przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Zestawienie wartości wskaźników złożonych ekonomicznej efektywności dla różnych systemów kanalizacyjnych

Table 3. Summary of dynamic economic efficiency indicators for different sewerage systems

Wskaźnik	Wariant 1	Wariant 2	Wartość graniczna
DGC [zł/m ³]	23,277	30,391	DGC ≤ min
NPV [zł]	-1 022 000,62	-1 489 658,66	NPV ≥ 0
BCR [-]	0,332	0,254	BCR ≥ 1

Obliczona wartość wskaźnika DGC sugeruje ile wyniesie opłata za odprowadzenie 1m³ ścieków. Wskaźnik ten powinien mieć jak najniższą wartość, jednak wciąż nie powinien być większy od kosztu odprowadzania ścieków równego 7,99 zł/m³. Oba warianty przyjmują wartości większe niż podane minimum, dlatego też należy się spodziewać, że opłaty za odprowadzenie ścieków wzrosną. Kolejny obliczony wskaźnik to zaktualizowana wartości netto NPV. W przypadku, gdy osiąga on wartości ujemne, dane przedsięwzięcie uznaje się za nieefektywne ekonomicznie – nie będzie przynosić zysków inwestorowi. Oba analizowane warianty mają wartości ujemne, co oznacza, że są nierentowne i nie pokrywają zainwestowanych kosztów inwestycyjnych i ich rocznego utrzymania po 30 latach użytkowania. Analizując wskaźnik BCR również należy stwierdzić, że oba warianty są nieopłacalne z ekonomicznego punktu widzenia. Dla kanalizacji z przepompownią sieciową (wariant 1) wskaźnik ten wynosi 0,33 (67% niżej od założonej wartości granicznej), co oznacza, że każda zainwestowana złotówka będzie przynosiła straty w wysokości 0,67 zł. Dla kanalizacji z przydomowymi przepompowniami (wariant 2) wskaźnik wynosi 0,25, czyli aż 75% niżej od założonego minimum. Ten wariant będzie przynosił straty w wysokości 0,75 zł dla każdej zainwestowanej złotówki.

5. Podsumowanie

Zaprezentowana ocena efektywności inwestycyjnej dotycząca budowy kanalizacji sanitarnej w miejscowości wiejskiej na terenie górzystym została wykonana za pomocą metod prostych i złożonych. Ocena przeprowadzona dla dwóch wariantów budowy sieci. Pierwszy z nich uwzględnił budowę dwóch sieci grawitacyjnych zlokalizowanych za budynkami wraz z przepompownią ścieków, natomiast wariant drugi zakładał budowę jednego kolektora kanalizacji grawitacyjnej zlokalizowanego w ulicy pomiędzy budynkami wraz z przydomowymi przepompowniami ścieków. Analiza przeprowadzona metodami prostymi wskazała, że wariant drugi jest efektywny ekonomicznie. Jednakże z uwagi na fakt, iż metody proste odnoszą się jedynie do rocznego okresu czasu, analizę taką uznaje się za zbyt uproszczoną, aby na jej podstawie podejmować poważne decyzje inwestycyjne. Biorąc pod uwagę wyniki analizy ekonomicznej przeprowadzonej za pomocą metod złożonych uwzględniających 30 letni okres eksploatacji i zmianę wartości pieniądza w czasie stwierdzono, że żaden wariant nie jest opłacalny i nie będzie przynosił zysków. Podobne wyniki oceny efektywności ekonomicznej budowy kanalizacji sanitarnej otrzymali Suchorab i in. [18] oraz Janicka i Iwanek [7]. Należy jednak zaznaczyć, że w przypadku budowy kanalizacji sanitarnej dla niewielkiej wsi, która dodatkowo znajduje się na terenie górzystym, konieczne jest rozpatrzenie innych korzyści przyczyniających się m.in. do podniesienia atrakcyjności terenu dla potencjalnych kupców działek, zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska na skutek odpowiedniego odprowadzania ścieków czy podniesienia komfortu życia mieszkańców. Ponadto zaleca się przeanalizowanie alternatywnych do rozpatrywanych rozwiązań projektowych.

LITERATURA

- [1] Błażejowski Ryszard. 2012. „Stan i możliwości rozwoju infrastruktury wodociągowo-kanalizacyjnej w Polsce”. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* (2): 49-51.
- [2] Boardman Anthony E., Greenberg David H., Vining Aidan R., Weimer Davir R. 1996. „Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice”. Cambridge University Press 1996.
- [3] Brand Noam, Ostfeld Avi. 2011. „Optimal design of regional wastewater pipelines and treatment plant systems”. *Water Environment Research* 83(1): 53-64.
- [4] Ciborowski Robert W., Gruszewska Ewa, Meredyk Kazimierz. 2001. „Podstawy rachunku efektywności inwestycji”. Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku. Białystok 2001.
- [5] <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>
- [6] <https://mzwik.nowytag.pl/wp-content/uploads/2024/03/taryfa-2024.pdf>
- [7] Janicka Kamila, Iwanek Małgorzata. 2021. „Analiza opłacalności ekonomicznej wybranych systemów kanalizacji sanitarnej w warunkach podmiejskich”. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 95(7-8): 18-21.
- [8] Kaca Edmund. 2010. „Zagrożenia wynikające ze stanu sanitacyjnego wsi”. *Problemy Inżynierii Rolniczej* (3): 5-15.
- [9] Karolińczak Beata, Miłaszewski Rafał. 2016. „Zastosowanie metod oceny ekonomicznej efektywności obiektów wodociągowych i kanalizacyjnych”. *Rocznik Ochrona Środowiska* 18(2): 770-782.
- [10] Kozubek Paweł R. 2012. „Efektywność inwestycji infrastrukturalnych w transporcie kolejowym analiza i ocena”. *Monografie, Studia, Rozprawy nr M34*. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. Kielce 2012.
- [11] Krasuski Bartosz, Kowalski Dariusz, Hołota Ewa, Kowalska Beata. 2022. „Modelowanie numeryczne jako narzędzie wspomagające wybór rozwiązania kanalizacji sanitarnej na etapie projektowania”. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 96(11): 36-40.
- [12] Lipiński Józef. 2003. „Ocena efektywności inwestycji w infrastrukturę większą na przykładzie wodociągów w gminie Wolanów”. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 2(8): 129-141.
- [13] Miłaszewski Rafał. 2003. „Ekonomia ochrony wód powierzchniowych”. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2003.
- [14] Molinos-Senante Maria, Hernández-Sancho Francesc, Sala-Garrido Ramon. 2010. „Economic feasibility study for wastewater treatment: A cost-benefit analysis”. *Science of The Total Environment* 408(20): 4396-4402.
- [15] Ramm Klara. 2024. „Ewolucja podejścia polityki UE do oczyszczania ścieków komunalnych”. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 98(6): 13-18.
- [16] Rączka J. 2002. „Analiza efektywności kosztowej w oparciu o wskaźniki dynamicznego kosztu jednostkowego”. *Transform advice programme – Investment in environmental infrastructure in Poland*, Warszawa 2002.
- [17] Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) nr 480/2014 z dnia 3 marca 2014 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 ustanawiające wspólne przepisy dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich oraz Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności i Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego. Załącznik nr 1
- [18] Suchorab Paweł, Iwanek Małgorzata, Głowacka Anna. 2015. „Ocena efektywności ekonomicznej wybranych systemów kanalizacji sanitarnej”. *Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury* 32(62): 447-456.
- [19] Unia Europejska. 1991. „Dyrektywa Rady z dnia 21 maja 1991 r. Dotycząca Oczyszczania Ścieków Komunalnych.” *Dz.U. L* 135 z 30.5.1991.
- [20] Ustawa z dnia 27 października 2022 r. o środkach nadzwyczajnych mających na celu ograniczenie wysokości cen energii elektrycznej oraz wsparciu niektórych odbiorców w 2023 roku oraz w 2024 roku
- [21] Weisbrod Glen, Weisbrod Burton. 1997. „Measuring economic impacts of project and programs”. Economic Development Research Group. Boston 1997.
- [22] Widomski Marcin K., Iwanek Małgorzata, Musz Anna, Ścibior Adriana. „Metody oceny efektywności ekonomicznej inwestycji w projektowaniu gminnej sieci kanalizacji sanitarnej”. *Polska Inżynieria Środowiska: praca* (1): 289-298.h