

Analiza opłacalności ekonomicznej wybranych systemów kanalizacji sanitarnej w warunkach podmiejskich

Economic profitability analysis of selected sanitary sewage systems for suburban conditions

Kamila Janicka, Małgorzata Iwanek^{*)}

Słowa kluczowe: kanalizacja sanitarna, opłacalność ekonomiczna, metody proste, metody dynamiczne

Streszczenie

Budowa sieci kanalizacyjnych należy do kluczowych inwestycji z punktu widzenia potrzeb społecznych i ochrony środowiska. Przedsięwzięcia tego typu wymagają dużych nakładów finansowych, co zmusza jednostki samorządu terytorialnego dysponujące ograniczonym budżetem do wyboru jak najlepszych dostępnych rozwiązań wymagających udziału możliwie najniższych środków. W podjęciu właściwej decyzji może być pomocna ocena opłacalności ekonomicznej inwestycji. W ramach niniejszej pracy przeprowadzono ekonomiczną analizę efektywności realizacji kanalizacji sanitarnej na peryferiach miasta dla trzech wariantów: kanalizacji grawitacyjnej, ciśnieniowej i grawitacyjno-ciśnieniowa. Przeprowadzając ocenę wykorzystano wybrane proste i dynamiczne metody oceny projektów inwestycyjnych: wartość nadwyżki VS, prostą stopę zwrotu SRR, okres zwrotu PP, dynamiczny koszt jednostkowy DGC, wartość zaktualizowaną netto NPV, współczynnik efektów i nakładów BCR. Uzyskane wyniki potwierdziły przewagę metod dynamicznych nad prostymi w przypadku inwestycji o długim czasie eksploatacji, wykazały brak opłacalności wszystkich zaproponowanych systemów kanalizacyjnych, przy czym według prognoz najmniejsze straty będzie przynosił system grawitacyjno-ciśnieniowy.

Keywords: sewage system, economic profitability, simple methods, dynamic methods

Summary

Building the sewage networks is one of the key investments from the point of view of social needs and environmental protection. Projects of this type require large finances, which forces local government with a limited budget to choose the best available solutions requiring the lowest possible financial outlays. Thus, it may be helpful to assess the economic profitability of the project to make the right investment decision. The aim of this work was an economic analysis of the effectiveness of the sewage network in the city periphery for three variants: gravity, pressure and gravity-pressure systems. To carry out the assessment, selected simple and dynamic methods of assessing investment projects were used: Value of Surplus VS, Simple Rate of Return SRR, the Payback Period PP, Dynamic Generation Cost DGC, Net Present Value NPV, Benefit-Cost Ratio BCR. The obtained results confirmed the advantage of dynamic methods over simple ones in the case of investments with a long period of operation, they showed the lack of financial profitability of all the proposed sewage systems, and indicated that according to the forecasts, the lowest financial losses will be generated by the gravity-pressure system.

1. Wstęp

Przynależność Polski do Unii Europejskiej stwarza lokalnym władzom nowe możliwości inwestycyjne dzięki środkom finansowym z różnego rodzaju programów pomocowych. Powiększone zasoby finansowe umożliwiają wielu podmiotom gospodarczym lub jednostkom samorządu podejmowanie działań inwestycyjnych w bardzo ważnych dla człowieka dziedzinach, np. ochronie środowiska.

Inwestycje budowlane charakteryzują się wysoką kapitałochłonnością i długim okresem eksploatacji, co powoduje konieczność podejmowania decyzji, których skutki będą widoczne w odległej przyszłości [8]. Ta cecha ma szczególne znaczenie przy różnego rodzaju przedsięwzięciach związanych z ochroną środowiska, gdyż skutki realizacji tych przedsięwzięć są często oddalone w czasie i niejednokrotnie nie przynoszą żadnych efektów bezpośrednich inwestorowi. Tego typu inwestycje infrastrukturalne są klasyfikowane jako dobro publiczne, czyli ich efekt jest odczuwany przez grupę lub społeczeństwo jako całość [2,7].

Działalność inwestycyjna gmin w zakresie ochrony środowiska często polega na budowie, rozbudowie lub modernizacji sieci wodociągowych lub kanalizacyjnych czy oczyszczalni ścieków. Realizacja tego typu inwestycji proekologicznych ma znaczenie nie tylko dla środowiska naturalnego, ale stanowi dobro publiczne, podnosi atrakcyjność danego terenu zarówno w aspekcie poprawy jakości życia lokalnej społeczności, ale również jako potencjalnego miejsca do budowy lub rozbudowy przedsiębiorstw, firm dających nowe miejsca pracy i stwarzających możliwości dalszego rozwoju regionu. Daje to poczucie bezpieczeństwa, stabilizacji, sprzyja rozwojowi gospodarczemu i społecznemu.

Aby zrealizować inwestycję, podmiot musi dysponować odpowiednim potencjałem kapitałowym. Istotą pozyskiwania zasobów kapitałowych jest dokładna analiza i wybór najbardziej pożądanego źródła finansowania [6]. Podmiot może dysponować kapitałem własnym, może również uzyskać finansowanie obce, pochodzące z różnego rodzaju zwrotnych lub bezzwrotnych, polskich lub zagranicznych funduszy. Kapitały zwrotne to przede wszystkim pożyczki,

<sup>*) mgr inż. Kamila Janicka, absolwentka Politechniki Lubelskiej, Wydział Inżynierii Środowiska, Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, kamila.janicka1@gmail.com
dr hab. inż. Małgorzata Iwanek, Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków, Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, m.iwanek@pollub.pl</sup>

kredyty bankowe, kredyty kupieckie, leasing, faktoring. Bezzwrotnie trafiają do podmiotów gospodarczych subwencje i dotacje z budżetu państwa lub kapitał z funduszy pomocowych [3,5].

Z jednej strony przedsięwzięcia związane z ochroną środowiska wymagają dużych nakładów kapitałowych, z drugiej zaś, pomimo różnego rodzaju programów pomocowych, budżety jednostek samorządu terytorialnego są ograniczone i samorządy muszą wykazywać optymalne wydatkowanie publicznych funduszy. Zmusza to podmioty do bardzo szczegółowej oceny efektywności podejmowanych działań i wyboru najlepszych dostępnych rozwiązań realizowanych przy udziale możliwie najniższych środków.

Ocena opłacalności inwestycji powinna rozpocząć się od identyfikacji, pomiaru i wyceny korzyści oczekiwanych w związku z realizacją inwestycji. Biorąc pod uwagę powiązanie z projektem można wyróżnić korzyści bezpośrednie i pośrednie. Ze względu na charakter, korzyści można podzielić na komercyjne i społeczne. Biorąc pod uwagę rodzaj spodziewanej korzyści, wyróżnia się korzyści związane ze wzrostem przychodów ze sprzedaży, z ograniczeniem kosztów działalności operacyjnej, z ograniczeniem wystąpienia zdarzeń powodujących negatywne odchylenia w wielkościach finansowych, z ograniczeniem kosztów realizacji procesu, ze skróceniem czasu realizacji procesu, z poprawą jakości realizacji procesu, ze zmniejszeniem ryzyka realizacji procesu, ze zwiększeniem elastyczności realizacji procesu oraz z budowaniem reputacji poprzez społeczną odpowiedzialność biznesu. Inwestycje mogą mieć również charakter hybrydowy. Są to inwestycje, dla których występuje jeden rodzaj korzyści z elementami innego rodzaju korzyści [9]. W przypadku inwestycji polegającej na budowie sieci kanalizacji sanitarnej korzyści bezpośrednie będą miały charakter społeczny (poprawa jakości życia mieszkańców) z elementami komercyjnymi (przychody uzyskiwane ze świadczenia usługi odprowadzania ścieków). Ponadto w przypadku sieci kanalizacyjnej wystąpią korzyści związane z ograniczeniem kosztów działalności operacyjnej (nie będzie wywozu ścieków ze zbiorników bezodpływowych) oraz korzyści związane z ograniczeniem wystąpienia zdarzeń powodujących negatywne odchylenia w wielkościach finansowych (nie wystąpi skażenie gruntu lub wód gruntowych ściekami z rozszczelnionych zbiorników bezodpływowych – nie trzeba będzie ponosić nakładów finansowych na usunięcie skutków tego zdarzenia).

Po identyfikacji korzyści następuje etap pośredni, czyli pomiar. Polega on na wyrażeniu korzyści w odpowiedniej jednostce [9]. W przypadku budowy sieci kanalizacyjnej będzie to ilość ścieków (w m³) przewidziana do odprowadzenia w jednostce czasu (np. w ciągu roku) siecią kanalizacyjną, czas pracy samochodów asenizacyjnych opróżniających zbiorniki bezodpływowe, liczba awarii zbiorników bezodpływowych w jednostce czasu. Zidentyfikowane i zmierzone korzyści mogą zostać poddane wycenie.

Celem niniejszej pracy jest przeprowadzenie analizy efektywności ekonomicznej kanalizacji sanitarnej w wybranej części jednego z miast w województwie mazowieckim. Analizie poddano trzy różne rodzaje systemów kanalizacyjnych: grawitacyjny, ciśnieniowy i grawitacyjno-ciśnieniowy.

2. Obiekt badań

Ocenę efektywności ekonomicznej wybranych systemów kanalizacyjnych wykonano dla terenu położonego na peryferiach jednego z miast w województwie mazowieckim. Rzędne wysokościowe terenu, na którym zaplanowano inwestycję, mieszczą się w zakresie 156,7÷167,3 m n.p.m. Obszar objęty inwestycją obejmuje 21 działek z budynkami mieszkalnymi oraz 24 działki niezabudowane, które mają zostać zagospodarowane w przyszłości. Obliczona średnia dobowo ilość odprowadzanych ścieków wynosi od 86,4 m³/d w pierwszym roku działania sieci kanalizacyjnej do 185,1 m³/d w kolejnych latach.

Analizie poddano trzy możliwe do realizacji systemy kanalizacji sanitarnej: system grawitacyjny, grawitacyjny, ciśnieniowy i grawitacyjno-ciśnieniowy. Przebieg tras głównych przewodów kanalizacyjnych jest taki sam we wszystkich rozwiązaniach projektowych; drobne różnice w całkowitej długości przewodów są wynikiem z indywidualnego charakteru każdego z systemów.

Pierwszym z przedstawionych projektów koncepcyjnych jest projekt sieci kanalizacyjnej grawitacyjnej. Sieć została zaprojektowana z przewodów PVC-U o średnicy 200 mm (przewody sieciowe – 774 m) oraz 160 mm (przykanaliki – 1335 m), łącznie o długości 2109 m. Przewody łączą się ze sobą pod kątem prostym, a w miejscach ich połączeń oraz zmiany średnicy zaprojektowano 101 studzienek kanalizacyjnych z tworzywa sztucznego – 6 o średnicy 1000 mm, 95 o średnicy 600 mm.

Projekt koncepcyjny nr 2 dotyczy budowy kanalizacji ciśnieniowej. Ścieki z budynków spływać będą do 45 przydomowych przepompowni ścieków o średnicy 1000 mm wyposażonych w pompy zatapialne z rozdrabniaczem. Przewody ciśnieniowe zaprojektowano z rur PE 100 o średnicy 63 mm. Łączna długość przewodów kanalizacji ciśnieniowej to 2106 m.

Trzeci projekt koncepcyjny przedstawia sieć kanalizacyjną grawitacyjno-ciśnieniową. Przewody kanalizacyjne częściowo zaprojektowano jako grawitacyjne z rur PVC-U o średnicach 160 mm (dla przykanalików) i 200 mm (dla przewodów sieciowych) oraz jako ciśnieniowe z rur PE 100 firmy Wavin o średnicy 63 mm. Długość przewodów grawitacyjnych wynosi 1305 m, natomiast ciśnieniowych – 801 m, łącznie 2106 m. Uzbrojenie części grawitacyjnej sieci stanowią studzienki z tworzywa sztucznego – 62 o średnicy 600 mm i 3 o średnicy 1000 mm. W części ciśnieniowej dobrano 34 przydomowe przepompownie ścieków o średnicy 1000 mm, każda wyposażona w pompę zatapialną z rozdrabniaczem.

3. Metodyka obliczeń

Analizę efektywności ekonomicznej trzech przedstawionych wyżej projektów koncepcyjnych przeprowadzono w oparciu o wskaźniki zaliczane do metod prostych (wartość nadwyżki – *VS*, prosta stopa zwrotu – *SRR*, okres zwrotu – *PP*) oraz metod dynamicznych, nazywanych również dyskontowymi (dynamiczny koszt jednostkowy – *DGC*, wartość zaktualizowana netto – *NPV*, współczynnik efektów i nakładów – *BCR*). Wyznaczenie wskaźników wymagało przygotowania kosztorysów inwestycyjnych oraz obliczenia kosztów eksploatacyjnych dla każdej z rozważanych koncepcji w oparciu o ceny obowiązujące w 2020 r.

Kosztorysy inwestorskie objęły wycenę robót przygotowawczych, robót ziemnych, robót montażowych oraz prób i odbiorów. W kosztach inwestycyjnych uwzględniono również opłatę za przyłączenie każdej z przepompowni ścieków do sieci energetycznej w wysokości 17,60 zł od podmiotu, wg stawek taryfowych PGE Dystrybucja S.A z 2020 r. [16].

Koszty eksploatacyjne uwzględniają koszty energii elektrycznej, koszty zużycia wody na potrzeby płukania, koszty utrzymania sieci tj. koszty osobowe (wyliczone na podstawie minimalnego wynagrodzenia w Polsce w 2020 r.) oraz inne koszty nieprzewidziane (nieudrożności, awarie, itp.). Do obliczeń przyjęto ceny jednostkowe za zużycie mediów na podstawie stawek taryfowych dla wybranego miasta – cena wody: 3,02 zł/m³, cena energii elektrycznej: 0,3135 zł/kWh [15,17].

Obliczenia wskaźników efektywności ekonomicznej wykonane zostały według powszechnie stosowanych i dostępnych w literaturze wzorów [4,10-14]. W przypadku wskaźników prostych wykorzystane zostały średnie dane z pierwszych 5 lat pracy sieci kanalizacyjnych. Założenia, na podstawie których zostały dokonane pełne obliczenia wskaźników ekonomicznej efektywności, były stałe dla każdej z trzech koncepcji:

- miara rezultatu – ilość ścieków: od 86,4 m³/d do 185,1 m³/d,
- stopa dyskontowa (*i*): 5%,
- horyzont czasowy: 30 lat,
- opłata za 1 m³ odprowadzanych ścieków: 4,81 PLN/m³ [17].

4. Wyniki i dyskusja

Obliczone koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne każdej z koncepcji budowy fragmentu sieci kanalizacyjnej w wybranym mieście przedstawiono w tabeli 1. Najwyższe nakłady inwestycyjne ponoszone są na budowę sieci kanalizacji grawitacyjnej (ponad 1,5 razy większe od nakładów na budowę pozostałych systemów), natomiast najmniejszy wkład finansowy należałoby przeznaczyć na realizację koncepcji kanalizacji ciśnieniowej. W przypadku kosztów eksploatacyjnych sytuacja jest odwrotna. Utrzymanie sieci kanalizacyjnej grawitacyjnej jest najmniej kosztowne, a najwyższe okazały się koszty eksploatacyjne sieci ciśnieniowej – niemal 3-krotnie większe od kosztów utrzymania kanalizacji grawitacyjnej.

Tabela 1. Koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne

Table 1. Investment and operating costs

System	Koszty [PLN]	
	Inwestycyjne (netto)	Eksploatacyjne (bez amortyzacji)
grawitacyjny	3 100 473,52	1 641 936,75
ciśnieniowy	1 801 392,98	4 630 516,11
grawitacyjno-ciśnieniowy	1 879 786,72	3 932 506,82

Wyniki obliczeń wskaźników opłacalności inwestycji z podziałem na wskaźniki proste oraz złożone, wykorzystywane w metodach dynamicznych, przedstawione zostały w tabeli 2.

Dla każdego z systemu kanalizacyjnego wartości obliczonych wskaźników prostych – wartości rocznej nadwyżki *VS*, stopy zwrotu *SRR* oraz okresu zwrotu *PP* – spełniły warunek opłacalności inwestycji. Wyniki obliczeń wskaźników prostych sugerują, że pomimo zdecydowanie największych kosztów inwestycyjnych, najbardziej opłacalna jest realizacja projektu kanalizacji grawitacyjnej. Można prognozować, że przyniesie ona największe zyski wysokości 111 070,09 PLN/rok (wskaźnik *VS*) oraz 7-procentowy zwrot całości nakładów rocznie, co jest wartością wyraźnie przekraczającą dolną granicę rentowności, wynoszącą przy założonym horyzoncie czasowym 3,33% (wskaźnik *SRR*). W przypadku kanalizacji grawitacyjnej występuje również najszybszy zwrot poniesionych nakładów inwestycyjnych – już po niespełna 15 latach przy przyjętym 30-letnim okresie użytkowania inwestycji (wskaźnik *PP*). Najmniej opłacalna według wyników obliczeń wskaźników prostych okazała się kanalizacja ciśnieniowa charakteryzująca się największymi kosztami eksploatacyjnymi, niemniej również może być ona uznana za rentowną.

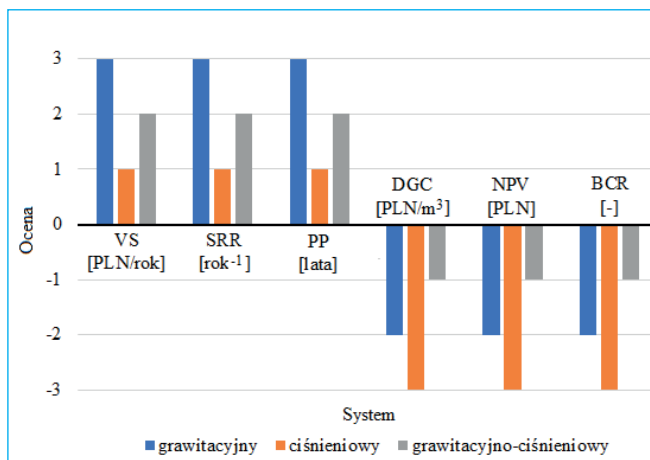
Z kolei wyniki obliczeń wskaźników złożonych zaliczanych do metod dynamicznych (dynamicznego kosztu jednostkowego *DGC*,

wartości zaktualizowanej netto *NPV* oraz współczynnika efektów i nakładów *BCR*) sugerują odwrotne wnioski niż wartości wskaźników prostych – że żaden z zaproponowanych systemów kanalizacyjnych nie jest opłacalny, gdyż wartość żadnego z obliczonych wskaźników nie spełniła warunku rentowności inwestycji. Wartości wszystkich obliczonych wskaźników złożonych wskazują największą nieopłacalność systemu ciśnieniowego, a najmniejszą – systemu grawitacyjno-ciśnieniowego. Wartości współczynnika *DGC* dla każdego systemu przekraczają opłatę za odprowadzenie 1 m³ ścieków (4,81 PLN/m³), co sugeruje, że koszt odprowadzenia 1 m³ ścieków jest wyższy przychód z opłat za usługę. Brak rentowności zaproponowanych systemów kanalizacyjnych potwierdzają również ujemne wartości zaktualizowanej wartości netto *NPV* oraz nieprzekraczający wartości 1 współczynnik *BCR*.

Podsumowanie wyników oceny efektywności ekonomicznej analizowanych systemów kanalizacyjnych przedstawione zostało na rysunku 1. W zależności od wartości poszczególnych wskaźników, systemom przypisano następujące oceny:

- ocena 3 – system najbardziej opłacalny,
- ocena 2 – system średnio opłacalny,
- ocena 1 – system najmniej opłacalny,
- ocena -1 – system najmniej nieopłacalny,
- ocena -2 – system średnio nieopłacalny,
- ocena -3 – system najbardziej nieopłacalny.

Na wykresie (rys. 1) uwagę zwracają jednakowe oceny przypisane systemom kanalizacyjnym dla wszystkich wskaźników z grupy metod prostych i jednakowe oceny dla wszystkich wskaźników złożonych z grupy metod dynamicznych. Wyraźnie jest też widoczna opłacalność wszystkich systemów w grupie metod prostych i brak opłacalności w grupie metod dynamicznych. Wyniki obliczeń zarówno wskaźników prostych, jak i złożonych, wskazują, że dla wybranego



Rys. 1. Podsumowanie wyników oceny efektywności ekonomicznej wybranych systemów kanalizacyjnych

Fig. 1. Summary of the results of the economic efficiency assessment of selected sewage systems

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

Table 1. Summary of economic efficiency indicators for different sewage systems

System	Wskaźniki proste			Wskaźniki złożone		
	VS	SRR	PP	DGC	NPV	BCR
	[PLN/rok]	[rok ⁻¹]	[lata]	[PLN/m ³]	[PLN]	[-]
grawitacyjny	111 070,09	0,07	14,46	5,38	-399 705,02	0,89
ciśnieniowy	11 450,78	0,04	25,20	5,70	-620 954,98	0,84
grawitacyjno-ciśnieniowy	34 717,76	0,05	19,30	5,32	-354 977,15	0,90
Warunek opłacalności	VS ≥ 0	SRR ≥ 0,033	PP < 30	jak najniższy	NPV ≥ 0	BCR ≥ 1

terenu, spośród trzech analizowanych systemów kanalizacyjnych najbardziej niekorzystnym pod zględem ekonomicznym jest system ciśnieniowy (najmniej opłacalny według wskaźników prostych i najbardziej nieopłacalny według wskaźników złożonych). Nie ma takiej zgodności w przypadku systemu najbardziej korzystnego – wskaźniki proste wskazują, że jest to system grawitacyjny jako najbardziej opłacalny, a złożone, że jest to system grawitacyjno-ciśnieniowy jako najmniej nieopłacalny. Biorąc pod uwagę fakt, że metody dynamiczne uwzględniają dyskontowanie, sprowadzają nakłady i efekty do porównywalnego poziomu, przeliczając je na wspólny rok, natomiast w metodach prostych pomijany jest czynnik czasu oraz zyski występujące po pewnym czasie [1,4], wydaje się, że w przypadku analizowanych systemów kanalizacyjnych będącymi inwestycjami o długim okresie eksploatacji jako miarodajne należy traktować wyniki uzyskane przy zastosowaniu metod dynamicznych.

5. Wnioski

Przedstawione w ramach artykułu wyniki oceny efektywności ekonomicznej trzech systemów kanalizacyjnych dla wybranego obszaru o charakterze miejskim prowadzą do następujących wniosków: – Zastosowanie metod prostych i metod dynamicznych dało skrajnie różne wyniki w przypadku analizowanych inwestycji. W odniesieniu do inwestycji długoterminowych, do których zalicza się sieci kanalizacyjne, jako bardziej wiarygodne należy traktować metody dynamiczne.

– Spośród analizowanych systemów za najkorzystniejszy ekonomicznie można uznać system kanalizacji grawitacyjno-ciśnieniowej, ponieważ ten system generuje najmniejsze straty, niemniej należy podkreślić jest to inwestycja nieefektywna ekonomicznie.

– Systemem najmniej korzystnym pod względem opłacalności dla wybranego obszaru okazał się system kanalizacji ciśnieniowej, co potwierdzają zarówno wskaźniki złożone, jak i proste.

– Kluczowym etapem oceny opłacalności ekonomicznej inwestycji jest właściwe określenie nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych oraz identyfikacja i oszacowanie korzyści płynących z realizacji inwestycji.

– Kwestia opłacalności ekonomicznej inwestycji proekologicznych jest bardzo ważnym aspektem, głównie ze względu na ograniczony budżet podmiotów gospodarczych, jednak przed podjęciem ostatecznej decyzji o wyborze najlepszego projektu inwestycyjnego, oprócz kryterium ekonomicznego, warto wziąć pod uwagę również inne aspekty, np. społeczny, środowiskowy, techniczny.

- [1] Augusewicz A., Breńko T., Kozłowska A., Miłaszewski R., Karolinczak B., Werner-Juszczak A., Winiarek P. 2012. „Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska”. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 3: 17-23.
- [2] Ćpak E. 2016. „Inwestycje infrastrukturalne wyznacznikiem rozwoju gospodarczego”. *Studia Ekonomiczne, Prawne i Administracyjne* 2: 17-31.
- [3] Galiński P. 2014. Możliwości finansowania inwestycji przez gminy w Polsce w latach 2010-2012. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia* 65: 71-82.
- [4] Karolińczak B., Miłaszewski R. 2016. „Zastosowanie metod oceny ekonomicznej efektywności obiektów wodociągowych i kanalizacyjnych”. *Rocznik Ochrona Środowiska* 18(2): 770-782.
- [5] Kowalewski M. 2018. „Inwestycje oraz źródła ich finansowania w małych przedsiębiorstwach w Olsztynie”. *Przedsiębiorstwo & Finanse* 1: 19-32.
- [6] Michalak A. 2007. *Finansowanie inwestycji w teorii i praktyce*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [7] Miłaszewski R. 2009. „Efekty realizacji przedsięwzięć w ochronie środowiska”. W: Broniewicz E., Godlewska J., Miłaszewski R. (red.) *Ekonomika i zarządzanie ochroną środowiska dla inżynierów*: 129-150. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
- [8] Połoński M. 2008. „Uczestnicy budowlanego procesu inwestycyjnego”. W: Połoński M. (red.) *Proces inwestycyjny i eksploatacja obiektów budowlanych*: 30-51. Wyd. SGGW, Warszawa.
- [9] Rogowski W. 2011. „Metodyka rachunku opłacalności inwestycji: zasady i korzyści inwestycji”. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 172: 184-194.
- [10] Suchorab P., Iwanek M., Głowacka, A. 2015. „Ocena efektywności ekonomicznej wybranych systemów kanalizacji sanitarnej”. *Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury*, 32(62): 447-456.
- [11] Suchorab P., Iwanek M., Kęska P. 2018. Analiza ekonomiczna wybranych instalacji dualnych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 4: 132-137.
- [12] Suchorab P., Iwanek M., Żelazna A. 2021. Profitability analysis of dual installations in selected European countries. *Applied Water Science* 11(2), 1-8.
- [13] Ścibior A., Widomski M.K., Iwanek M., Musz, A. 2012. „Metody oceny efektywności ekonomicznej inwestycji w projektowaniu gminnej sieci kanalizacji sanitarnej”. W: Dudzińska M.R., Pawłowski A. (red.) *Polska Inżynieria Środowiska – Prace, Tom 1*. Monografia nr 99: 289298. Komitet inżynierii Środowiska PAN, Lublin.
- [14] Widomski M.K., Iwanek M., Krukowski I., Lonkwic I. 2011. „Application of Dynamic Generation Cost financial analysis method to designing of sanitary sanitation systems in rural settlements”. *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 58(4): 345-354.
- [15] www.dobryprad.pl
- [16] www.pgedystrybucja.pl
- [17] www.pwik.siedlce.pl