

ZBIGNIEW MUCHA, JERZY MIKOSZ*

RACJONALNE STOSOWANIE MAŁYCH OCZYSZCZALNI
ŚCIEKÓW Z UWZGLĘDNIENIEM KRYTERIÓW
ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJURATIONAL APPLICATION OF SMALL WASTEWATER
TREATMENT PLANTS ACCORDING
TO SUSTAINABILITY CRITERIA

Streszczenie

Małe oczyszczalnie ścieków stosowane w lokalnych systemach oczyszczania nie mogą być traktowane jako zminiaturyzowane wersje dużych obiektów. Mają one własną specyfikę wynikającą z ilości i składu ścieków, które podlegają oczyszczaniu, zastosowanych technologii i rozwiązań konstrukcyjnych oraz szczególnych warunków obsługi. Dlatego wybór odpowiedniego rozwiązania techniczno-technologicznego małej oczyszczalni ścieków nie jest sprawą łatwą. Podstawą takiej decyzji powinna być staranna analiza rozwiązań z uwzględnieniem kryteriów zrównoważonego rozwoju, obejmujących w sposób zintegrowany aspekty technologiczne, środowiskowe, ekonomiczne i społeczne. W artykule podjęto próbę sformułowania zasad racjonalnego stosowania małych oczyszczalni ścieków, opierając się na takich kryteriach. Zaproponowane zasady mogą być zastosowane zarówno do wyboru najlepszego rozwiązania w konkretnych warunkach lokalizacyjnych, jak i do oceny już funkcjonujących małych oczyszczalni ścieków.

Słowa kluczowe: małe oczyszczalnie ścieków, kryteria zrównoważonego rozwoju

Abstract

Small wastewater treatment plants (WWTPs) that are used for local treatment of domestic wastewater can not be perceived as just miniaturized versions of large objects. They are specific in terms of quantity and quality of treated wastewater, applied technologies and technical solutions, and specific operational regime. Thus, the decision about selecting the most appropriate type of small WWTP is not easy. Such the decision should be preceded by thorough analysis of available options based on a set of rules arising from the sustainable development criteria, that coherently consider technological, environmental, economic and social issues. The paper presents the general rules for rational application of small WWTPs on the basis of sustainable development criteria. The proposed rules can be used for both, for selecting the type of small plant the best suited to local conditions, and to evaluate the already operating small wastewater treatment plants.

Keywords: small wastewater treatment plants, sustainability criteria

* Dr inż. Zbigniew Mucha, dr inż. Jerzy Mikosz, Instytut Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się kwestii uwzględnienia zasad zrównoważonego rozwoju w różnych obszarach życia. Filozofia zrównoważonego rozwoju zainicjowana przez raport „Nasza wspólna przyszłość” opublikowany przez Gro Harlem Brundtland w 1987 r., rozwinięta i wsparta politycznie na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 r., jest kontynuowana, rozwijana i instytucjonalizowana w większości rozwiniętych krajów na świecie. W efekcie tych działań koncepcja zrównoważonego rozwoju jest stopniowo wprowadzana do wielu dziedzin inżynierii środowiska, w tym także do technologii oczyszczania ścieków. Proces ten postępuje wciąż stosunkowo wolno, ponieważ potrzebuje wsparcia na poziomach ekonomicznym, prawnym i społecznym, i musi być uzupełniony odpowiednią edukacją społeczeństwa.

Rozważając pojęcie zrównoważonego rozwoju w kontekście oczyszczania ścieków, należy odpowiedzieć na podstawowe pytanie: co to oznacza, że oczyszczalnia pracuje (lub nie) w sposób zrównoważony? Najprościej można stwierdzić, że jest to taka oczyszczalnia, która jest technologicznie i ekonomicznie efektywna, przyjazna dla środowiska i akceptowana przez lokalną społeczność. Wiele oczyszczalni w mniejszym lub większym stopniu spełnia te warunki, ale czy to oznacza, że należy je uznać za działające zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju? Czy oczyszczalnia, która jest mniej efektywna technologicznie może być zaliczona do tej kategorii? Odpowiedź na to pytanie może być znacznie prostsza, jeżeli zastosujemy pewne mierniki pokazujące w sposób ilościowy, w jakim stopniu spełniane są kryteria zrównoważonego rozwoju. Mierniki takie zostały opracowane do oceny funkcjonowania większych systemów, takich jak miasta, regiony i państwa, ale stosunkowo mało uwagi poświęca się zagadnieniu, w jaki sposób mierzyć „zrównoważenie” systemów technicznych, które funkcjonują na styku technosfery i środowiska naturalnego.

Brak ścisłych zasad oraz kryteriów technologicznych i środowiskowych, które byłyby podstawą doboru rozwiązań techniczno-technologicznych małych oczyszczalni powoduje, że najczęściej stosowanym kryterium przetargowym na budowę małych oczyszczalni jest koszt ich realizacji. Jednak nie zawsze wybrane tanie rozwiązanie jest optymalne pod względem technologicznym, technicznym czy eksploatacyjnym. W niniejszym artykule podjęto próbę sformułowania kryteriów zrównoważonego rozwoju, które mogą i powinny zostać zastosowane do oceny funkcjonowania oczyszczalni ścieków w środowisku [5]. Kryteria te zostały wkomponowane w pewien system zasad racjonalnego stosowania małych oczyszczalni ścieków tak, aby podstawą doboru tych oczyszczalni były nie tylko wąsko rozumiane kryteria efektywności technologicznej i ekonomicznej, ale raczej ogólna ocena funkcjonowania takich oczyszczalni w środowisku.

2. Specyfika oczyszczania małej ilości ścieków

Oczyszczanie małej ilości ścieków bytowych ma określoną specyfikę, odmienną od specyfiki oczyszczania ścieków miejskich w średnich i dużych oczyszczalniach. Dlatego małe oczyszczalnie nie powinny być kopiami dużych obiektów. Proste, zablokowane urządzenia są korzystniejsze od skomplikowanych, wielostopniowych układów technologicznych stosowanych w dużych oczyszczalniach. Czynniki wyróżniające i determinujące technikę oczyszczania małej ilości ścieków to przede wszystkim:

- małe jednostkowe zużycie wody przez mieszkańców,
- wysokie stężenie zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni,
- duża nierównomierność dopływu i zmienność składu,
- często niewłaściwe korzystanie z kanalizacji,
- niska temperatura ścieków w okresie zimowym,
- istotny wpływ dopływu wód infiltracyjnych lub z opadów atmosferycznych,
- mniejsza niezawodność działania małych oczyszczalni,
- często niedostateczny poziom jakości eksploatacji.

Do niedawna w obliczeniach bilansowych przyjmowano jednostkową dobową ilość ścieków na mieszkańca $q_j = 200$ l/Md. Urealnienie cen za zużywaną wodę, jej oszczędność, a także wyposażenie w urządzenia pomiarowe spowodowało, że zużycie wody na jednego mieszkańca wykazuje tendencję malejącą tak w miastach, jak i w osiedlach wiejskich. Obecnie do projektowania małych oczyszczalni przyjmuje się 150 l/Md. Taka wartość występuje tylko w wypadku pełnego zapotrzebowania wody na wszystkie potrzeby sanitarne. Przy niepełnym wyposażeniu mieszkań w urządzenia sanitarne jednostkowa ilość zużywanej wody mieści się w zakresie od 50 do 100 l/Md.

Małe jednostkowe zużycie wody oraz dowożenie ścieków ze zbiorników bezodpływowych powoduje wzrost stężenia zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni. Szczególnie niekorzystne jest wysokie stężenie azotu amonowego, który przy stężeniach powyżej $100 \text{ g N-NH}_4/\text{m}^3$ może wpływać toksycznie na osad czynny, powodując jego zatrucie [3]. Przy wysokim stężeniu zanieczyszczeń w ściekach surowych dotrzymanie wymagań jakości ścieków oczyszczonych może być trudne do osiągnięcia.

Wyjątkowo niekorzystny wpływ na pracę małej oczyszczalni ma dość często praktykowane dowożenie osadu z osadników gnilnych i oczyszczanie ich wspólnie ze ściekami. Wprowadzenie do układu oczyszczania osadów w sposób uderzeniowy powoduje, że w reaktorze biologicznym powstają warunki beztlenowe prowadzące do zatrucia osadu czynnego. W konsekwencji może to wpływać na pogorszenie jakości ścieków oczyszczonych i konieczność dokonania ponownego rozruchu części biologicznej.

Obniżenie temperatury w ściekach dopływających do oczyszczalni spowodowane przedostawaniem się wód deszczowych lub z topnienia śniegu oraz zwiększona infiltracja do sieci zimnych wód gruntowych prowadzą do obniżenia efektów oczyszczania, głównie procesu nityfikacji. Z tego powodu, gdy temperatura w reaktorze spadnie poniżej 10°C , trudno jest uzyskać wysoką efektywność usuwania azotu. Dopływ wód przypadkowych przez nieszczelności kanalizacji, jak również „dzikie” podłączenia wód deszczowych prowadzą do przeciążenia hydraulicznego i okresowego wypłukiwania osadu z reaktora.

Z przytoczonych powyżej przykładów wynika, że małe oczyszczalnie często pracują w trudnych warunkach, a zawodność ich pracy w wielu wypadkach spowodowana jest zarówno zdeterminowanymi, jak i losowymi zjawiskami w systemie usuwania ścieków.

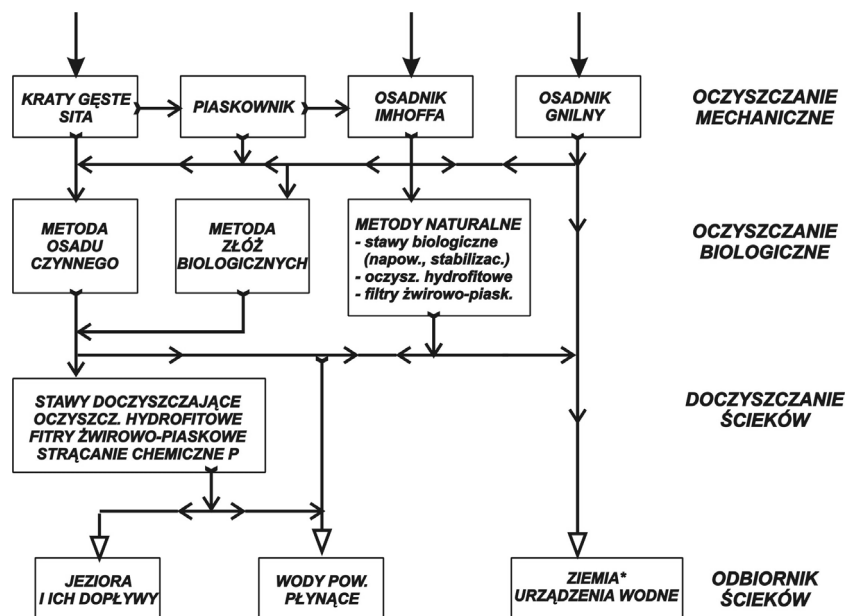
3. Wymagane metody oczyszczania małej ilości ścieków

Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń dla małych oczyszczalni ścieków określone przez Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. przedstawiono w tab. 1. Na rys. 1 i w tab. 2 przedstawiono możliwe do zastosowania metody i urządzenia małych oczyszczalni. Wyboru odpowiedniej metody i urządzenia można dokonać zgodnie z rodzajem odbiornika [5].

Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń dla małych oczyszczalni ścieków zależnie od równoważnej liczby mieszkańców (RLM)

Lp.	Nazwa wskaźnika	Jednostka	Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników lub minimalny procent redukcji zanieczyszczeń przy RLM	
			poniżej 2000	od 2 000 do 9 999
1	Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen, BZT ₅	[mgO ₂ /l]	40	25 lub 70–90%
2	Chemiczne zapotrzebowanie na tlen, ChZT _{Cr}	[mgO ₂ /l]	150	125 lub 75%
3	Zawiesina ogólna	[mg/l]	50	35 lub 90%
6	Azot ogólny	[mgN/l]	30 ¹⁾	15*
7	Fosfor ogólny	[mgP/l]	5 ¹⁾	2*

* Wartości wymagane wyłącznie w ściekach wprowadzanych do jezior i ich dopływów oraz bezpośrednio do sztucznych zbiorników wodnych usytuowanych na wodach płynących.



Rys. 1. Procesy i urządzenia do oczyszczania małej ilości ścieków

Fig. 1. Processes and technologies for treatment small volumes of wastewater

Najłagodniejsze wymagania obowiązują w wypadku odprowadzania ścieków do ziemi w ilości nieprzekraczającej 5 m³/d, co odpowiada 33 RM (równoważnym mieszkańcom). W pozostałych przypadkach ścieki muszą podlegać co najmniej mechaniczno-biologicznemu oczyszczaniu, a przy odprowadzaniu do jezior i ich dopływów dodatkowo usuwaniu substancji biogennych: azotu i fosforu.

Tabela 2

Wymagane metody oczyszczania małej ilości ścieków w zależności od rodzaju odbiornika

Odbiornik	Rodzaj oczyszczania		
	$Q \leq 5 \text{ m}^3/\text{d}$ $\leq 33 (50)\text{RM}$	$Q = 5\text{--}300 \text{ m}^3/\text{d}$ $33(50)\text{--}2000 \text{ RM}$	$Q = 300\text{--}2000 \text{ m}^3/\text{d}$ $2000\text{--}9999 \text{ RM}$
Ziemia	mechaniczne*	mechaniczno-biologiczne**	
Urządzenia wodne*** w granicach gruntu stanowiącego własność wprowadzającego	mech.-biolog.	–	–
Wody powierzchniowe płynące	mechaniczno-biologiczne		mech.-biologiczne
Jezióra i ich zlewnie, sztuczne zbiorniki na wodach płynących	mechaniczno-biologiczne z usuwaniem N i P		mech.-biologiczne z usuwaniem N i P

* W granicach gruntu stanowiącego własność wprowadzającego; dla ścieków pochodzących z własnego gospodarstwa domowego lub rolnego, jeśli spełnione są łącznie następujące warunki: a) ilość ścieków $Q \leq 5 \text{ m}^3/\text{d}$, b) BZT₅ jest redukowane co najmniej o 20%, a zawartość zawiesin ogólnych co najmniej o 50%, c) miejsce wprowadzenia ścieków oddzielone jest warstwą gruntu o miąższości min. 1,5 m od najwyższego użytkowego poziomu wodonośnego wód podziemnych.

** Mogą być wprowadzane, jeśli: a) nie będą stanowiły zagrożenia dla jakości wód podziemnych, b) miejsce wprowadzenia ścieków lub dno urządzeń wodnych oddzielone jest warstwą gruntu o miąższości co najmniej 3,0 m od najwyższego użytkowego poziomu wodonośnego wód podziemnych, c) odpowiadają jakości określonej dla RLM od 2000 do 9999.

*** Mogą być wprowadzane, jeśli spełnione są łącznie następujące warunki: a) ilość ścieków $Q \leq 5 \text{ m}^3/\text{d}$, b) najwyższy użytkowy poziom wodonośny wód podziemnych znajduje się co najmniej 1,5 m pod dnem tych urządzeń, c) ścieki odpowiadają jakości określonej dla RLM od 2000 do 9999.

4. Kryteria wyboru metody usuwania i oczyszczania małych ilości ścieków

4.1. Stosowane w praktyce metody wyboru małych oczyszczalni i ich ocena

Wybór oczyszczalni w kraju odbywa się na podstawie przetargów realizowanych zgodnie z ustawą o zamówieniach publicznych i dokonywany jest wg kryteriów ustalanych przez inwestora. Kryteriom tym przydziela się określoną liczbę punktów. Funkcją celu jest zwykle ich suma. Przetarg wygrywa ten, kto uzyska najwięcej punktów. Z analizy dostępnych materiałów, w tym „specyfikacji na wykonanie małych oczyszczalni” wynika, że najważniejsze kryterium wyboru stanowi koszt inwestycyjny. W dalszej kolejności występują: przewidywane koszty eksploatacji, rozwiązania techniczno-technologiczne, wiarygodność techniczna i ekonomiczna, wielkość i forma kredytowania inwestycji, doświadczenie w zakresie przedmiotu zamówienia, termin wykonania i in. Członkowie komisji, często będący pracownikami urzędu gminy, przyznają poszczególnym kryteriom punkty w skali 0–10. Tylko czasami do oceny techniczno-technologicznej ofert powoływani są specjaliści.

Ocenę ofert powinni przeprowadzać specjaliści na podstawie danych techniczno-technologicznych zawartych w ofertach, które można zweryfikować. Podanie w specyfikacji

tylko przepustowości w m³/d bez przytoczenia liczby równoważnych mieszkańców lub tylko liczby podłączonych mieszkańców prowadzić będzie do przyjmowania przez oferentów różnych wskaźników jednostkowych i w konsekwencji nieporównywalności ofert. Innym ważnym problemem jest standard wyposażenia w maszyny i urządzenia. Różnice w kosztach urządzeń są bardzo duże. Tanie urządzenia często są gorsze jakościowo, co powoduje problemy w eksploatacji. Należy zaznaczyć, że dotyczy to zwłaszcza rodzimych producentów, których urządzenia są najczęściej kopiami urządzeń renomowanych firm.

4.2. Kryteria zrównoważonego rozwoju stosowane do wyboru i oceny małych oczyszczalni ścieków

Przedstawione na rysunku 2 kryteria oceny stosowania i wyboru technologii oraz rozwiązań małych oczyszczalni uwzględniają tylko zasady wyboru systemu oczyszczania ścieków zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju. Zostały one opracowane na podstawie informacji i danych zamieszczonych w literaturze przedmiotu, własnych badań i analiz oraz konsultacji ze specjalistami zajmującymi się problematyką małych oczyszczalni [2, 4–6]. Poszczególne grupy kryteriów omówiono wg hierarchii ich ważności określonej zgodnie z ankietą i rozmowami ze specjalistami, wśród których znaleźli się eksploataccy, projektanci, dystrybutorzy i wykonawcy, naukowcy i urzędnicy. Zasada oceny ankiet polegała na uszeregowaniu kryteriów w kolejności odpowiadającej ich ważności. Numer w kolumnie odpowiadał przyznanej kolejności w rankingu. Możliwe było przyznanie kilku kryteriom tej samej pozycji w rankingu. Wyniki oceny poszczególnych specjalistów w jednej grupie sumowano, przyznając: od 6 pkt za 1. miejsce do 1 pkt za miejsce 6. Sumaryczna liczba punktów posłużyła do wyznaczenia kolejności kryteriów w ramach danej grupy specjalistów. Wyniki z poszczególnych grup posłużyły do wyznaczenia ostatecznej kolejności kryteriów i ich wagi.

Najważniejszymi kryteriami oceny i wyboru są: prostota i łatwość obsługi, niezawodność działania oraz aspekty ekonomiczne (koszty inwestycyjne i eksploatacyjne). W dalszej kolejności występują: uciążliwość dla środowiska (otoczenia), nowoczesność rozwiązania oraz estetyka.

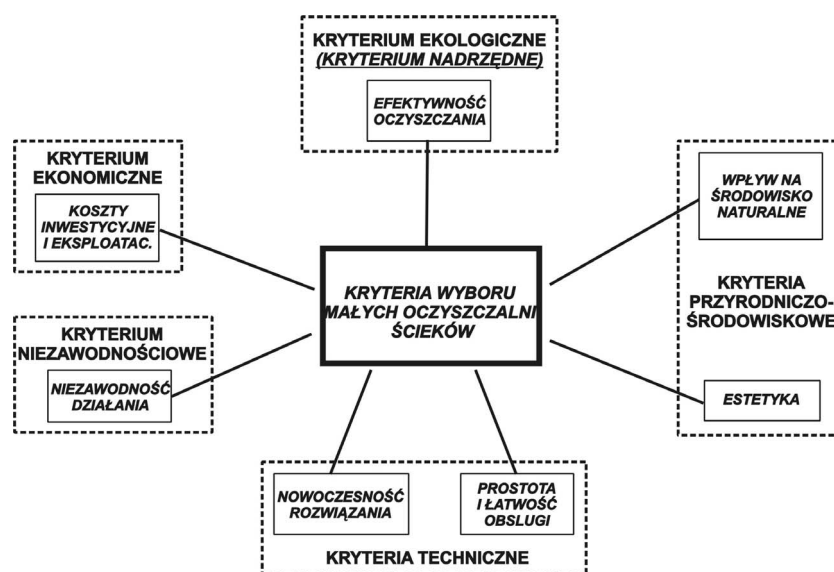
Kryterium ekologiczne

Kryterium to, gwarantujące spełnienie wymagań Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r., przyjęto jako nadrzędne, co oznacza, że ocenie powinny podlegać oczyszczalnie, które na podstawie badań potwierdziły wymaganą efektywność oczyszczania. W wypadku porównywania oczyszczalni, dla których nie wykonywano szczegółowych badań można przyjąć, że seryjnie produkowane prefabrykowane małe oczyszczalnie, mające aprobatę techniczną Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie, spełniają wymagania jakości ścieków oczyszczonych. Można przyjąć również, że wymagania ekologiczne spełniają oczyszczalnie, które zostały zaprojektowane na podstawie odpowiednich parametrów technologicznych, zweryfikowanych przez specjalistę zajmującego się małymi oczyszczalniami.

Kryteria techniczne

Są to jedne z ważniejszych kryteriów, które w przeprowadzonej ankiecie uplasowały się – odpowiednio – na 1. i 5. miejscu. Małe oczyszczalnie muszą działać sprawnie bez stałego nadzoru. Dlatego powinny być tak skonstruowane, aby ich obsługa była ograniczona do

nadzoru i prostych czynności konserwacyjnych wymagających małego zaangażowania personelu. Pod pojęciem nowoczesności rozwiązania należy rozumieć: automatyzację pracy urządzeń, wyposażenie w nowoczesne i sprawdzone urządzenia nowych generacji, stosowanie materiałów odpornych na korozję. Z obserwacji wynika, że elementy oczyszczalni, takie jak: mechanizmy kraty, koryta, rurociągi, barierki, osłony i in. wykonane ze zwykłej stali już po kilku latach pracy w wilgotnym środowisku ulegają całkowitej korozji.



Rys. 2. Kryteria wyboru małych oczyszczalni ścieków zgodne z podstawowymi zasadami zrównoważonego rozwoju

Fig. 2. Selection criteria for small WWTPs according to sustainability principles

Kryterium niezawodnościowe

W badaniach niezawodności oczyszczalni ścieków można rozróżnić dwa rodzaje niesprawności: niesprawność techniczną, związaną z awarią urządzeń oraz niesprawność technologiczną, która sprawia, że osiągnięcie założonej efektywności oczyszczania ścieków jest niemożliwe. Małe oczyszczalnie ścieków ze względu na swoją specyfikę są wrażliwe na przekroczenia zakresu warunków eksploatacyjnych i nawet przy pełnej sprawności wszystkich obiektów i urządzeń mechanicznych oczyszczalnia może wykazywać niesprawność lub sprawność częściową. Często przyczyną niesprawności technologicznej małej oczyszczalni leży w strukturze niezawodnościowej podsystemu usuwania ścieków (np. dopływ wód obcych, uderzeniowe zrzuty substancji toksycznych).

Kryterium ekonomiczne

Uwzględnia koszty budowy i eksploatacji, w tym zużycie energii, chemikaliów, czasu pracy obsługi, cykl budowy, powierzchnię terenu zajętego i inne czynniki w postaci średniorocznego kosztu całkowitego.

Kryteria przyrodniczo-środowiskowe

Ze względu na to, że małe oczyszczalnie są obiektami „mogącymi znacząco oddziaływać na środowisko” konieczna jest ocena ich potencjalnego oddziaływania na środowisko. W ocenie należy uwzględnić takie czynniki, jak: występowanie nieprzyjemnych zapachów – odorów, hałasu oraz uciążliwości związanej z owadami, gryzoniami itp. Do oceny estetyki obiektu uwzględniono następujące czynniki: ukrycie w zieleni, wkomponowanie w krajobraz, ogólny wygląd. Kryterium to może mieć większe znaczenie w wypadku lokalizacji oczyszczalni na terenach o szczególnych walorach krajobrazowych lub może stanowić podstawowe kryterium wyboru na terenach podlegających ochronie konserwatorskiej (zabytków, przyrody), np. na terenach parków krajobrazowych.

Do celów praktycznych przy ocenie proponuje się uwzględnić następujące czynniki (w nawiasie podano odpowiednie wagi kryteriów wyznaczone na podstawie ankiety):

- prostota i łatwość obsługi (0,25), obejmujące częstotliwość i czas obsługi, prostotę wykonywanych czynności,
- niezawodność działania (0,25), obejmującą niezawodność techniczną, niezawodność i stabilność technologiczną (wpływ temperatury, ucieczka osadu, wrażliwość na nagłe zrzuty),
- aspekty ekonomiczne (0,20), obejmujące koszty budowy i koszty eksploatacji,
- uciążliwość dla środowiska (0,15), obejmująca odory, hałas, owady, gryzonie,
- nowoczesność rozwiązania (0,10), obejmująca monitoring i sterowanie, wyposażenie w urządzenia nowych generacji, stosowanie materiałów odpornych na korozję,
- estetyka (0,05), obejmująca wkomponowanie w krajobraz, ukrycie w zieleni, ogólny wygląd itp.

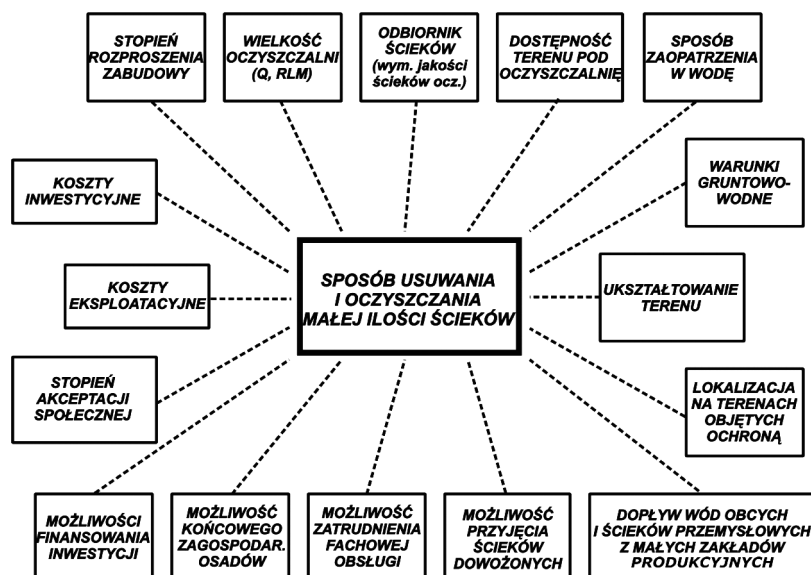
Ponadto na etapie oceny i wyboru małej oczyszczalni w postępowaniu przetargowym należałoby uwzględnić dodatkowo:

- prawidłowość przyjętych danych wyjściowych,
- dostosowanie do warunków terenowych i gruntowo-wodnych,
- kompleksowość rozwiązania, która powinna uwzględniać:
 - rezerwę na rozbudowę,
 - układ oczyszczania z końcową przeróbką i zagospodarowaniem osadu,
 - stację zlewną nieczystości w zależności od warunków lokalnych,
 - pompownię ścieków w zależności od warunków lokalnych.

5. Racjonalność stosowania małych oczyszczalni ścieków

Uwzględniając wymienione powyżej ogólne kryteria wyboru i stosowania małych oczyszczalni ścieków, ich prawidłowy wybór jest uzależniony od wielu szczegółowych uwarunkowań determinujących racjonalność ich stosowania (rys. 3). Najważniejsze z nich to: warunki terenowe i gruntowo-wodne, odbiornik ścieków i wymagany stopień oczyszczania ścieków, wielkość jednostki osadniczej i stopień rozdrobnienia jej zabudowy, wpływ na środowisko i aspekty ekonomiczne. Możliwe są następujące warianty lub ich kombinacja:

- gromadzenie ścieków w szczelnych zbiornikach i okresowe ich wywożenie do punktów zlewnych zbiorczych oczyszczalni,
- oczyszczanie ścieków w oczyszczalni przydomowej z ich odprowadzeniem do gruntu lub wód powierzchniowych,
- odprowadzenie ścieków do zbiorczej sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków.



Rys. 3. Uwarunkowania sposobu usuwania i oczyszczania małej ilości ścieków [5]

Fig. 3. Conditions to be considered for treatment of small volumes of wastewater

Wybór urządzeń do wstępnego mechanicznego oczyszczania zależy będzie od zastosowanych urządzeń do biologicznego oczyszczania oraz przeróbki osadu. Złoża biologiczne oraz oczyszczalnie oparte na metodach naturalnych wymagają zastosowania osadnika wstępnego, a w oczyszczalniach z osadem czynnym z simultaniczną stabilizacją tlenową z reguły nie należy stosować tego typu urządzeń. Jeżeli w schemacie technologicznym małej oczyszczalni wykorzystywany będzie osadnik gnilny, to instalowanie kraty gęstej i piaskownika nie jest konieczne.

Podstawową decyzją jest wybór technologii biologicznego oczyszczania spośród dostępnych wariantów: osad czynny (w układzie przepływowym: uproszczonym czy konwencjonalnym lub cyklicznym typu SBR), złoża biologiczne (zraszane, tarczowe, zanurzone napowietrzane), systemy oparte na metodach naturalnych (oczyszczalnia hydrofitowa, stawy biologiczne i in.). W drugiej kolejności należy uwzględnić odmiany podstawowego procesu w zależności od wymagań jakości ścieków oczyszczonych oraz przeróbki osadu.

Podane warunki i zalecenia dotyczą oczyszczalni nowo budowanych. Podczas modernizacji i rozbudowy oczyszczalni należy uwzględnić możliwość wykorzystania istniejących obiektów poprzez instalowanie nowoczesnego wyposażenia lub zmianę ich funkcji.

6. Podsumowanie

Małe oczyszczalnie ścieków mają swoją specyfikę, która wyraźnie odróżnia je w zakresie inwestycji i eksploatacji od większych obiektów. Dotyczy ona dużej nierównomierności dopływu oraz zmienności składu ścieków, a także niskiej temperatury ścieków w okresie zimowym. Dlatego małe oczyszczalnie powinny charakteryzować się znacznymi rezerwami

technologicznymi zapewniającymi stabilność procesu oczyszczania i jego wysoką efektywność w ciągu całego roku. Stosowanie w małych oczyszczalniach prostych, zblokowanych urządzeń jest korzystniejsze od instalowania skomplikowanych wielostopniowych układów technologicznych, wymaganych dla średnich i dużych obiektów. W takich warunkach dobór odpowiednich rozwiązań małych oczyszczalni nie może ograniczać się jedynie do zagadnień czysto technologicznych lub ekonomicznych postrzeganych w oderwaniu od uwarunkowań lokalnych. Badania ankietowe pokazały, że w praktyce podstawowym kryterium wyboru technologii małych oczyszczalni ścieków jest efektywność oczyszczania. W dalszej kolejności za ważne uznawane są prostota i łatwość obsługi, niezawodność działania oraz aspekty ekonomiczne, w tym koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Nowoczesność rozwiązania, estetyka i wpływ na środowisko to w wypadku małych obiektów kryteria uznawane za mniej istotne.

W procesie decyzyjnym powinny być uwzględniane szeroko rozumiane kryteria zrównoważonego rozwoju, obejmujące przede wszystkim minimalizację negatywnego wpływu stosowanych technologii na środowisko, racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych oraz społeczną akceptację proponowanych rozwiązań. Odniesione szczegółowo do technologii oczyszczania ścieków kryteria te wyrażają się przez: efektywność oczyszczania, uciążliwość dla środowiska, trwałość, prostotę i łatwość obsługi, niezawodność działania, niskie koszty eksploatacyjne, a także nowoczesność i estetykę rozwiązań. Wybór małych oczyszczalni powinien być dokonywany w pierwszej kolejności na podstawie przeprowadzanej przez specjalistów analizy techniczno-ekonomicznej różnych rozwiązań zapewniających wymaganą efektywność oczyszczania i zweryfikowanych eksploatacyjnie w dostosowaniu do lokalnych warunków. Jednak w dalszej kolejności powinny być uwzględniane także pozostałe kryteria. Dobrze zaprojektowana, dostosowana do lokalnych warunków oraz właściwie eksploatowana mała oczyszczalnia, poza oczywistymi korzyściami związanymi z zapewnieniem odpowiednich warunków higieniczno-sanitarnych i ochrony środowiska, może być również przyjemnym elementem lokalnego krajobrazu funkcjonującym zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Literatura

- [1] Banaś J., Mucha Z., *Wybór małych oczyszczalni – teoria i praktyka*, Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Krakowskiego Towarzystwa Technicznego, Kraków 2005.
- [2] Borys T., *Wskaźniki ekorozwoju*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 1999.
- [3] Kucharski B., *Niezawodność technologiczna gminnych oczyszczalni w aspekcie odprowadzenia ścieków do odbiornika*, Materiały IX Krajowej i II Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej nt. „Ochrona jakości i zasobów wód”, Zakopane–Kościelisko 2000.
- [4] Lundin M. i in., *A set of indicators for the assessment of temporal variations in the sustainability of sanitary systems*, Wat. Sci. Tech., Vol. 39, No. 5, 1999, 235-242.
- [5] Mucha Z., *Kryteria i warunki racjonalnego stosowania małych wysokoefektywnych oczyszczalni ścieków*, praca doktorska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska, Kraków 2004.
- [6] Roelvelde P.J. i in., *Sustainability of municipal wastewater treatment*, Wat. Sci. Tech., Vol. 35, No. 10, 1997, 221-228.