

Instrukcja laboratorium z ochrony środowiska

Temat ćwiczenia. Metody oczyszczania ścieków

Wprowadzenie teoretyczne

Zgodnie z definicją podaną w ustawie z dnia 7 czerwca 2001 roku o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz.U. 2001 poz.747), ścieki są to „wprowadzane do wód lub do ziemi:

- a) wody zużyte, w szczególności na cele bytowe lub gospodarcze,
- b) ciekłe odchody zwierzęce, z wyjątkiem gnojówki i gnojowicy przeznaczonych do rolniczego wykorzystania (...),
- c) wody opadowe lub roztopowe, ujęte w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych o trwałej nawierzchni, w szczególności z miast, portów, lotnisk, terenów przemysłowych, handlowych, usługowych i składowych, baz transportowych oraz dróg i parkingów,
- d) wody odciekowe ze składowisk odpadów oraz obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, w których są składowane odpady wydobywcze niebezpieczne oraz odpady wydobywcze inne niż niebezpieczne i obojętne, miejsc magazynowania odpadów, wykorzystane solanki, wody lecznicze i termalne,
- e) wody pochodzące z odwodnienia zakładów górniczych, z wyjątkiem wód wtłaczanych do górotworu, jeżeli rodzaje i ilość substancji zawartych w wodzie wtłaczanej do górotworu są tożsame z rodzajami i ilościami substancji zawartych w pobranej wodzie,
- f) wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów chowu lub hodowli ryb łososiowatych,
- g) wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów chowu lub hodowli ryb innych niż łososiowate albo innych organizmów wodnych, o ile produkcja tych ryb lub organizmów, rozumiana jako średnioroczny przyrost masy tych ryb albo tych organizmów w poszczególnych latach cyklu produkcyjnego, przekracza 1 500 kg z 1 ha powierzchni użytkowej stawów rybnych tego obiektu w jednym roku danego cyklu.”

Tak sformułowaną definicję ścieków potwierdza również ustawa z dnia 18 lipca Prawo wodne (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229).

Ścieki bytowe to wody zużyte odprowadzane z budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej. Powstają w wyniku ludzkiego metabolizmu, a także przygotowywania posiłków, sprzątania, prania itp.

Ścieki przemysłowe to ścieki powstające w zakładach przemysłowych, związane z działalnością przemysłową, składową, transportową, handlową lub usługową zakładu. Ścieki

te są odprowadzane zwykle zakładowym systemem kanalizacji do oczyszczalni lub odbiornika – wód powierzchniowych lub gruntu, jeśli nie wymagają oczyszczenia.

Ścieki komunalne mogą stanowić mieszaninę ścieków bytowych, ścieków przemysłowych oraz wód opadowych lub roztopowych. Ścieki przemysłowe wprowadzane do urządzeń kanalizacyjnych razem ze ściekami bytowymi nie mogą zawierać odpadów stałych, które mogłyby spowodować zmniejszenie przepustowości przewodów kanalizacyjnych (np. tekstyliów, żwiru, piasku, szkła), odpadów i ścieków z hodowli zwierząt (np. gnojówki, gnojowicy, obornika), ścieków zawierających chorobotwórcze bakterie, wirusy i grzyby, pochodzących ze stacji krwiodawstwa, szpitali zakaźnych, lecznic dla zwierząt, laboratoriów prowadzących badania na zwierzęcym materiale zakaźnym, płynów nie mieszających się z wodą (np. lakierów, mas bitumicznych, sztucznych żywic, mieszanin cementowych), substancji palnych i wybuchowych (np. benzyny, nafty, oleju opałowego, karbidu), substancji żrących i toksycznych (Dz.U. 2001 nr 72 poz.747).

Odprowadzanie ścieków komunalnych należy do zadań gminy (Dz.U. 2001 nr 72 poz.747). Ścieki komunalne mogą być odprowadzane kanalizacją ogólnospławną, rozdzielczą lub półrozdzielczą. W systemie ogólnospławnym ścieki i wody opadowe są odprowadzane wspólnym przewodem do oczyszczalni. System rozdzielczy zbudowany jest z dwóch osobnych sieci przewodów – jeden służy do odprowadzania ścieków bytowych z ewentualną domieszką ścieków przemysłowych (kanalizacja sanitarna), a drugi do odprowadzania wód opadowych. W kanalizacji półrozdzielczej pierwsza fala wód opadowych niosąca największy ładunek zanieczyszczeń wskutek spłukiwania zanieczyszczeń z ulic, trafia do jednego przewodu wraz ze ściekami komunalnymi i odprowadzana jest do oczyszczalni, natomiast pozostała część wód opadowych odprowadzana jest drugim przewodem do innej oczyszczalni lub odbiornika (Heidrich, Witkowski, 2005).

Skład ilościowy i jakościowy ścieków jest różnorodny i zależy od miejsca ich powstawania. Zanieczyszczenia w ściekach mogą występować w postaci koloidu, zawiesiny lub rzeczywistych roztworów. Wielkość ładunku zanieczyszczeń w ściekach komunalnych określa się poprzez podanie stężeń poszczególnych zanieczyszczeń lub poprzez określenie tzw. równoważnej liczby mieszkańców (RLM). Jest to wielokrotność jednostkowego ładunku zanieczyszczeń w ściekach odprowadzanych przez statystycznego mieszkańca w ciągu doby. W tabeli 1 przedstawiono wartości jednostkowych ładunków zanieczyszczeń dla wybranych parametrów.

Tab. 1 Jednostkowe ładunki zanieczyszczeń (Heidrich, Witkowski, 2005)

Wskaźnik zanieczyszczeń	Wartość jednostkowego ładunku zanieczyszczeń [g/M·d]
BZT ₅	60
ChZT	120
Zawiesiny ogólne	70
Azot ogólny	11
Fosfor ogólny	1,8

W ściekach komunalnych występują zarówno zanieczyszczenia organiczne, jak i nieorganiczne. Charakterystyczne dla tych ścieków są także wysokie stężenia związków azotu i fosforu (tzw. związków biogenych), powodujących eutrofizację wód oraz bakterie, pierwotniaki, jaja pasożytów. Podstawowe parametry, jakie należy określić przy badaniu ścieków komunalnych, to zawiesina ogólna, BZT₅, ChZT, OWO (ogólny węgiel organiczny), azot ogólny i fosfor ogólny. Przy projektowaniu oczyszczalni i doborze procesów oczyszczania ścieków należy wziąć pod uwagę dodatkowo odczyn ścieków i ich temperaturę. Parametry te wpływają bowiem na efektywność poszczególnych procesów oczyszczania ścieków (Heidrich, Witkowski, 2005).

Zanieczyszczenia występujące w ściekach przemysłowych zależą nie tylko od rodzaju wytwarzanego produktu, ale też stosowanej technologii, surowców, środków pomocniczych (np. środków czyszczących). Należy więc pamiętać, że pomimo obecności w ściekach pewnych charakterystycznych zanieczyszczeń związanych z wytwarzaniem poszczególnych produktów, mogą występować różnice w składzie chemicznym ścieków pochodzących z zakładów o takim samym profilu produkcyjnym.

Zanieczyszczenia charakterystyczne dla ścieków związanych z hutnictwem, górnictwem, przemysłem sodowym to zanieczyszczenia nieorganiczne (Sanak-Rydlowska, 1991). W ściekach powstających w zakładach celulozowo-papierniczych występują zarówno zanieczyszczenia nieorganiczne (np. jony sodu, potasu, chlorki, wodorowęglany), jak i organiczne (np. substancje żywiczne, kwasy organiczne, cukry, fenole), co wiąże się ze wzrostem wartości ChZT i BZT₅ (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002). Ścieki z zakładów chemicznych są bardzo zróżnicowane pod względem zanieczyszczeń w nich występujących. Mogą one zawierać zanieczyszczenia organiczne i nieorganiczne. W ściekach powstających w zakładach przemysłu spożywczego przeważają zanieczyszczenia organiczne. Ścieki te charakteryzują bardzo wysokie wartości wskaźników ChZT i BZT₅ (Heidrich, Witkowski,

2005). W tabeli 2 przedstawiono wartości tych parametrów w ściekach z wybranych gałęzi przemysłu spożywczego.

Tab. 2 Wartości parametrów ChZT i BZT₅ w ściekach z zakładów przemysłu spożywczego (Heidrich, Witkowski, 2005)

Gałąź przemysłu	BZT ₅ [g O ₂ /m ³]	ChZT [g O ₂ /m ³]
Przetwórstwo owocowo-warzywne	1400*	3180*
Przemysł mleczarski	500-1500	300-600
Przemysł mięsny	800*	2000*
Przetwórstwo rybne	340-1800	1050-3250
Przemysł tłuszczowy	2400*	3000*
Cukrownie	2700*	3000*
Browary	990*	1200*

* wartość średnia

Ładunki zanieczyszczeń zawartych w ściekach przemysłowych również mogą być wyrażane poprzez równoważną liczbę mieszkańców (RLM). Określa się w ten sposób wielokrotność, jaką stanowi ładunek zanieczyszczeń w ściekach przemysłowych w stosunku do jednostkowego ładunku zanieczyszczeń w ściekach komunalnych (tab....). Wartość RLM należy w tym przypadku podawać w odniesieniu do ilości wytworzonego produktu (np. 1 tony papieru), zużytego surowca (np. 1 tony buraków), dobowej ilości ścieków itp. (Heidrich, Witkowski, 2005).

Ścieki można zrzucać do wód powierzchniowych lub do ziemi. Zrzut ścieków do wód powierzchniowych nie powinien wpływać negatywnie na ekosystemy wodne, natomiast zrzut ścieków do ziemi nie może powodować pogorszenia jakości wód podziemnych (Dz.U. 2014 poz. 1800). Zrzucane ścieki muszą spełniać wymagania dotyczące poziomów poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. W przypadku ścieków komunalnych dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń w zrzucanych oczyszczonych ściekach zależne są od wielkości oczyszczalni (tab. 3). Jeżeli ładunek zanieczyszczeń w dopływających ściekach jest bardzo duży i nie jest możliwe uzyskanie dopuszczalnych stężeń poszczególnych wskaźników w procesie oczyszczania

ścieków, wtedy w ściekach, przed zrzutem do odbiornika, należy uzyskać określony w Rozporządzeniu stopień redukcji zanieczyszczeń (Dz.U. 2014 poz. 1800).

Tab. 3 Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń i minimalne poziomy redukcji zanieczyszczeń w zrzucanych do odbiornika oczyszczonych ściekach komunalnych (Dz.U. 2014 poz. 1800)

Wskaźnik	Jednostka	Najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników lub minimalne procenty redukcji zanieczyszczeń przy RLM				
		< 2000	2000-9999	10000-14999	15000-99999	>100000
BZT ₅	mgO ₂ /dm ³	40	25	25	15	15
	min. % redukcji	-	70-90	70-90	90	90
ChzT	mgO ₂ /dm ³	150	125	125	125	125
	min. % redukcji	-	75	75	75	75
Zawiesiny ogólne	mg /dm ³	50	35	35	35	35
	min. % redukcji	-	90	90	90	90
Azot ogólny	mg N/dm ³	30*	15*	15*	15	10
	min. % redukcji	-	-	35**	70-80	70-80
Fosfor ogólny	mg P/dm ³	5*	2*	2*	2	1
	min. % redukcji	-	-	80**	80	80

*dotyczy wyłącznie ścieków wprowadzanych do jezior i ich dopływów oraz bezpośrednio do sztucznych zbiorników wodnych usytuowanych na wodach płynących

**nie stosuje się do ścieków wprowadzanych do jezior i ich dopływów oraz bezpośrednio do sztucznych zbiorników wodnych usytuowanych na wodach płynących lub do ziemi

Redukcja zanieczyszczenia ścieków odbywa się w procesie oczyszczania w oczyszczalniach ścieków. Metody oczyszczania ścieków można podzielić na trzy grupy. Są to metody mechaniczne, biologiczne i chemiczne.

Metody mechaniczne mają na celu usunięcie ze ścieków zanieczyszczeń stałych. Stosowane są tutaj procesy takie jak cedzenie na sitach i kratkach, flotacja, sedymentacja w piaskownikach i osadnikach. Podczas oczyszczania mechanicznego ze ścieków usuwane są także tłuszcze. Proces oczyszczania mechanicznego rozpoczyna się oddzieleniem na kratkach i

sitach zanieczyszczeń stosunkowo dużych (najczęściej powyżej 1 cm), ich wielkość zależy od średnicy oczek sita lub wielkości prześwitu kraty. W procesie technologicznym można zastosować więcej niż jeden zestaw krat (sit). W układzie takim ścieki przepływają najpierw przez kraty (sita) rzadkie o dużych prześwitach (oczkach) a następnie przez kraty (sita) gęste o mniejszych prześwitach (oczkach). Zanieczyszczenia pozostające na kratkach lub sitach to skratki. Są to odpady wymagające unieszkodliwienia. Po przejściu przez zestaw krat i sit, ścieki przepływają do osadników, gdzie osadzają się zanieczyszczenia drobne, np. piasek, muły węglowe, zawiesiny łatwo opadające. W oczyszczalniach ścieków komunalnych następnymi po kratkach lub sitach elementami układu oczyszczania ścieków są piaskowniki. Są to osadniki przepływowe, których zadaniem jest oddzielenie ze ścieków zawiesin mineralnych, opadających w warunkach zmniejszonej prędkości przepływu ścieków. Najczęściej stosowane są piaskowniki o przepływie poziomym lub o przepływie pionowo-śrubowym (napowietrzane). Piaskowniki o przepływie poziomym to podłużne zbiorniki o szerokości do 2 metrów i prostokątnym lub trapezowym przekroju poprzecznym. W piaskownikach napowietrzanych do ścieków dodatkowo doprowadza się powietrze, które powoduje ich cyrkulację. W piaskownikach wydzielane są ziarna o średnicy powyżej 0,1 mm. Zjawiskiem niekorzystnym jest sedymentacja w piaskownikach zawiesin organicznych. Można ją ograniczyć, dobierając odpowiednio prędkość przepływu ścieków. Zaleca się, aby w piaskownikach o przepływie poziomym prędkość ta wynosiła od 0,25 do 0,4 m/s. Nie można jednak całkowicie zapobiec sedymentacji cząstek organicznych, dopuszczalna ich zawartość w usuwanym osadzie wynosi 10%. Aby w wydzielonych osadach rozdzielić frakcję mineralną od organicznej, stosuje się płuczki piasku. Są to zbiorniki, w których pulpa piaskowa zostaje wprowadzona w ruch obrotowy za pomocą mieszadła. Do zbiornika od dołu doprowadzona jest woda. Podczas jej przepływu części organiczne są wymywane i przenoszone w górę, a następnie przelewem usuwane są ze zbiornika i zwracane do procesu oczyszczania ścieków. Piasek natomiast gromadzi się na dnie zbiornika, skąd jest odbierany i grawitacyjnie odwadniany. Pozbawiony części organicznych i odwodniony piasek może być wykorzystany np. w budownictwie. W piaskownikach ze ścieków mogą też być wydzielane tłuszcze (Heidrich, Witkowski, 2005; Sanak-Rytlewska, 2009).

Po wydzieleniu piasku ścieki przepływają do osadników wstępnych, gdzie usuwane z nich są stałe zanieczyszczenia organiczne. Prędkość przepływu ścieków w osadnikach powinna być tak dobrana, aby umożliwić sedymentację osadów na dnie osadnika. W oczyszczalniach ścieków komunalnych często stosowane są osadniki typu Dorra. Są to okrągłe osadniki, w których ścieki przepływają promieniście od środka osadnika ku jego

krawędziom. Inne rodzaje osadników to osadniki poziome podłużne i osadniki Imhoffa. Zebrane na dnie osadnika osady są zgarniane do lejów osadowych i przepompowywane do zagęszczaczy, a następnie poddawane procesowi stabilizacji (np. fermentacji metanowej). W osadnikach wstępnych z powierzchni ścieków usuwane są zbierające się tam tłuszcze (Heidrich, Witkowski, 2005; Sanak-Rydlewska, 2009).

W metodach chemicznych oczyszczania ścieków wykorzystywane są procesy chemiczne, takie jak koagulacja, neutralizacja, wytrącanie, redukcja i utlenianie. Koagulacja umożliwia wytrącenie zanieczyszczeń zawieszonych w ściekach. Proces ten wspomaga sedymentację zanieczyszczeń w osadnikach. Neutralizacja ma na celu zmianę odczynu ścieków na zbliżony do obojętnego. Można tego dokonać poprzez mieszanie ścieków kwaśnych i zasadowych, dodawanie odczynników, np. mleka wapiennego lub dolomitu do ścieków kwaśnych, przepuszczanie ścieków kwaśnych przez filtr z wypełnieniem zasadowym. W procesie wytrącania do ścieków dodaje się odczynników, które wchodzi w reakcję z zanieczyszczeniami rozpuszczonymi, tworząc nierozpuszczalne związki. Reakcje te mogą być stosowane w celu wydzielenia związków o dużej toksyczności, jak również w celu odzysku ze ścieków substancji o dużej wartości. Procesy redukcji stosowane są w celu obniżenia toksyczności zanieczyszczeń (np. Cr^{+6} na Cr^{+3}). W przypadku niektórych zanieczyszczeń proces redukcji prowadzi do ich wytrącenia w formie osadu lub wydzielenia w postaci gazowej. Proces utleniania chemicznego można wykorzystywać do rozkładu toksycznych zanieczyszczeń organicznych. Utlenianie pozwala na usunięcie ze ścieków barwy i zapachu, ogranicza zagniwanie ścieków. Jako utleniacze stosowane są chlor i jego związki (Sanak-Rydlewska, 1991).

Celem metod biologicznych jest usunięcie zanieczyszczeń organicznych rozpuszczonych w ściekach. W metodach tych wykorzystywane są mikroorganizmy (bakterie i pierwotniaki) powodujące biochemiczny rozkład zanieczyszczeń. Efektem procesu jest redukcja zanieczyszczeń organicznych oraz przyrost biomasy mikroorganizmów. Redukcję zanieczyszczeń organicznych odzwierciedla obniżenie w ściekach wartości BZT_5 , ChZT oraz OWO . Podczas całego cyklu oczyszczania należy zapewnić odpowiednie warunki temperaturowe, pH i natlenienia w ściekach. Obecność w ściekach substancji toksycznych dla mikroorganizmów wykorzystywanych w procesie oczyszczania biologicznego może spowodować zatrzymanie procesu. Przy stężeniu tlenu rozpuszczonego na poziomie minimum $1\text{--}2\text{ g/m}^3$ zachodzą procesy nityfikacji polegające na utlenieniu azotu amonowego do azotanów. Natomiast w warunkach niedotlenienia (maksymalne stężenie tlenu rozpuszczonego nie może przekroczyć 0.5 g/m^3) dochodzi do procesu denityfikacji, czyli

redukcji azotanów do azotu gazowego. Zapewnienie przemennych warunków beztlenowych i tlenowych zwiększa także przyswajanie związków fosforu przez biomasę (Heidrich, Witkowski, 2005; Sanak-Rytlewska, 2009).

Procesy oczyszczania biologicznego prowadzi się w warunkach zbliżonych do naturalnych (na polach filtracyjnych, w rowach cyrkulacyjnych), lub w warunkach sztucznych, np. na złożach biologicznych, w zbiornikach z osadem czynnym. Złoża biologiczne zbudowane są z gruboziarnistego materiału skalnego lub innej podstawy, na której rozwija się błona biologiczna. Stanowią ją bakterie, glony, grzyby, pierwotniaki. W czasie gdy ścieki przepływają przez złożę biologiczne, zanieczyszczenia organiczne są adsorbowane, a następnie rozkładane przez mikroorganizmy w złożu. Ze względu na położenie złoża względem przepływających ścieków wyróżnić można złoża zraszane i tarczowe. Do złożów zraszanych ścieki doprowadzane są od góry i przepływają pionowo w dół przez złożę. W złożach tarczowych błona biologiczna umieszczona jest na zespole wielu wspólnie obracających się tarcz. Ścieki przepływają poziomo przez zbiornik, w którym pionowo umieszczone są tarcze. Poziom przepływających ścieków nie powinien przekraczać połowy wysokości tarczy. Dzięki temu, że tarcze obracają się, błona biologiczna jest okresowo zanurzana w ściekach, po czym przy wynurzeniu jest wzbogacana w tlen (Heidrich, Witkowski, 2005).

W oczyszczalniach komunalnych jednak najczęściej stosowaną metodą jest metoda osadu czynnego, polegająca na tym, że kłaczkowatą zawiesinę mikroorganizmów umieszcza się w zbiorniku ze ściekami, zapewniając odpowiednie (zmienne) warunki natlenienia. Po zakończeniu procesu oczyszczania biologicznego osad czynny oddzielany jest od ścieków w osadnikach wtórnych. Ponieważ podczas trwania procesu mikroorganizmy namnażają się, po jego zakończeniu część osadu jest ponownie wykorzystywana do oczyszczania kolejnej porcji ścieków (osad powrotny), a pozostały osad (nadmierny) jest oddzielany i stanowi odpad (Heidrich, Witkowski, 2005).

Osady ściekowe dzielimy na:

- osady wstępne – wydzielone w osadnikach wstępnych, w procesie oczyszczania mechanicznego,
- osady biologiczne – wydzielone w osadnikach wtórnych po zakończeniu procesu biologicznego oczyszczania ścieków, osady te podzielić można na osad powrotny osad nadmierny,
- osady chemiczne – powstałe w wyniku koagulacji i wytrącania osadów w procesie oczyszczania chemicznego.

Osady charakteryzują się dużą zmiennością składu chemicznego, zależną od rodzaju ścieków i technologii oczyszczania. Komunalne osady ściekowe zawierają dużą ilość substancji organicznej. Znajdują się w nich także jaja pasożytów i mikroorganizmy chorobotwórcze. Po wydzieleniu w osadnikach osady poddawane są przeróbce poprzez kondycjonowanie, zagęszczanie, stabilizację, odwadnianie. Kondycjonowanie osadów jest procesem wstępnym, mającym na celu przygotowanie osadu do odwadniania. Polega na dodawaniu do osadów odpowiednich związków chemicznych zwiększających zdolność osadu do oddawania wody. Zagęszczanie osadu prowadzi do zmniejszenia jego uwodnienia. Zagęszczone osady ściekowe są następnie poddawane stabilizacji tlenowej, beztlenowej (fermentacja metanowa) lub chemicznej (dodawanie np. wapna palonego lub wapna hydratyzowanego). Najczęstszą formą stabilizacji komunalnych osadów ściekowych jest fermentacja metanowa. Stabilizacja osadu ma na celu zlikwidowanie zagniwania osadu oraz zabicie mikroorganizmów chorobotwórczych. Po zakończeniu stabilizacji osad jest odwadniany. Komunalne osady ściekowe stabilizowane i odwodnione mogą być wykorzystane jako nawóz w rolnictwie i rekultywacji gruntów. Zawierają one mniejsze ilości azotu i fosforu w stosunku do nawozów mineralnych, ale więcej niż nawozy naturalne (obornik). Osady te mogą być wykorzystywane w rolnictwie, jeżeli stężenie metali ciężkich w tych osadach nie przekracza wartości dopuszczalnych oraz nie występują w nich bakterie i jaja pasożytów. Również gleby, na których wykorzystuje się osady ściekowe muszą spełniać określone wymagania dotyczące stężenia metali ciężkich w glebie oraz pH gleby (nie może być mniejsze niż 5,6). Szczegółowe zasady stosowania osadów ściekowych jako nawozów, w tym rodzajów upraw, przy których mogą być stosowane osady ściekowe, okresów oraz miejsc nawożenia określa Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2012 poz. 21) oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U. 2015 poz. 257). Osady ściekowe mogą być także poddawane unieszkodliwianiu termicznemu.

Ubocznym produktem procesu fermentacji metanowej osadów ściekowych jest biogaz. Składa się on głównie z metanu (55-60%), dwutlenku węgla (40-45%), azotu (0,2-0,4%) i siarkowodoru (2000-3000 ppm). Wytworzony biogaz jest odsiarczany, a następnie spalany. Wytworzona w ten sposób energia elektryczna i ciepła jest wykorzystywana na potrzeby własne oczyszczalni ścieków (Heidrich, Witkowski, 2005).

Po zakończeniu oczyszczania ścieki rzucane są do odbiornika. Zrzut ścieków wymaga uzyskania pozwolenia wodno-prawnego. Istnieją pewne ograniczenia dotyczące miejsc zrzutu ścieków. Nie wolno wprowadzać ścieków bezpośrednio do wód podziemnych, a także do wód

powierzchniowych w obrębie stref ochronnych ujęć wody, do wód stojących. Nie można także wprowadzać ścieków do wód powierzchniowych ani do ziemi na obszarach ochrony przyrody oraz w odległości mniejszej niż 1 km od granic kąpielisk i plaż publicznych. Nie dozwolone jest również wprowadzanie ścieków do ziemi, jeżeli stopień oczyszczenia ścieków lub miąższość utworów skalnych nad zwierciadłem wód podziemnych nie stanowi wystarczającego zabezpieczenia tych wód przed zanieczyszczeniem (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229).

Oczyszczalnie ścieków są źródłem gazów złowonnych – odorów. Stanowi to duży problem dla okolicznych mieszkańców. Aby ograniczyć uciążliwość zapachową tych obiektów, można dokonać hermetyzacji procesu oraz oczyszczać odprowadzane gazy na biofiltrach (Heidrich, Witkowski, 2005).

Literatura

- [1] Heidrich Z., Witkowski A., *Urządzenia do oczyszczania ścieków, projektowanie, przykłady obliczeń*, Warszawa 2005.
- [2] Macioszczyk A., Dobrzyński D., *Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- [3] Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 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).
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U. 2015 poz. 257).
- [5] Sanak-Rydlewska St., *Metody oczyszczania ścieków miejskich*, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2009.
- [6] Sanak-Rydlewska St., *Technologia oczyszczania ścieków przemysłowych*, Wydawnictwo AGH, Kraków 1991.
- [7] Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz.U. 2001 poz. 747).
- [8] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne z późniejszymi zmianami (Dz.U. 2001 poz. 1229).
- [9] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2012 poz. 21).