

prof. dr hab. inż. Bronisław BARTKIEWICZ
Szkoła Główna Służby Pożarniczej
inż. Paweł KRZOSEK
dyplomant SGSP

Zagrożenia dla środowiska ze strony obiektów ochrony środowiska. Część 1. Podstawy formalno-prawne. Obiekty wybrane do oceny

The Threat for the Environment from the Environment Protection Facilities. Part 1. Rules and Regulations. Selected Plants

Streszczenie

W artykule omówiono zagrożenia dla środowiska ze strony większych oczyszczalni ścieków miejskich, których elementem składowym schematu technologicznego jest beztlenowa przeróbka osadów ściekowych z produkcją biogazu.

Podstawowym elementem środowiska, który chroni oczyszczalnie ścieków, jest środowisko wodne. Prawidłowa praca oczyszczalni nie stanowi zagrożenia dla tego środowiska. Natomiast zagrożenie dla powietrza atmosferycznego oraz zagrożenie pożarem i wybuchem występuje w tych oczyszczalniach bez względu na warunki eksploatacji.

Część pierwsza cyklu poświęcona została omówieniu podstaw prawnych eksploatacji oczyszczalni ścieków oraz warunków bezpieczeństwa i higieny pracy w tego typu obiektach.

Słowa kluczowe: oczyszczalnie ścieków, biogaz, zagrożenia pożarem i wybuchem

Summary

In the article, the threat for the environment from the large wastewater treatment plant (WWTP) with anaerobic digestion of the wastewater sludge and biogas production, was presented.

The main environment element, which is protected by the WWTP is surface water. Normal exploration of WWTP is not a threat for it. But the threat of the contamination of atmospheric air by methane, fire or explosions always exists, even during the normal work of the plant.

In the first part, the rules and regulations of the WWTP normal exploration and the safe and healthy regulations are presented.

Keywords: wastewater treatment plants, biogas, fire and explosions

Wprowadzenie

Podstawą formalną eksploatacji oczyszczalni ścieków jest Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód, lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. [5] Określono w nim:

- substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego, powodujące zanieczyszczenie wód, które powinny być eliminowane, oraz substancje, które powinny być ograniczane;
- warunki, jakie należy spełnić przy odprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz warunki, jakie należy spełnić w celu rolniczego wykorzystania ścieków;
- miejsce i częstotliwość pobierania próbek ścieków, metody referencyjne i sposób oceny, czy ścieki odpowiadają wymaganym warunkom;
- najwyższe dopuszczalne wartości zanieczyszczeń ścieków odpływających z oczyszczalni.

W paragrafie 4 rozporządzenia zapisano, że spełnienie warunków, o których mowa wyżej ocenia się na podstawie pomiarów ilości i jakości ścieków, a wymagania dotyczące stopnia oczyszczania ścieków zależą od obciążenia oczyszczalni ścieków, wyrażonej równoważną liczbą mieszkańców (RLM).

Wymagania dotyczące stopnia oczyszczania ścieków w postaci najwyższych dopuszczalnych wskaźników zanieczyszczeń albo minimalnego procentu redukcji zanieczyszczeń dla pięciu podstawowych wskaźników i pięciu kategorii wielkościowych oczyszczalni, wyrażonych jako RLM (załącznik 2). Pięć podstawowych wskaźników zanieczyszczeń wymienionych w tym załączniku, to:

- a) pięciodniowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT_5 przy 20°C oznaczone z dodatkiem inhibitora nitryfikacji);
- b) chemiczne zapotrzebowanie tlenu ($ChZT_{Cr}$) oznaczane metodą dwuchromianową;
- c) zawiesiny ogólne;
- d) azot ogólny (suma azotu Kjeldahla i azotu amonowego);
- e) fosfor ogólny.

Kategorie wielkości oczyszczalni wyrażone w RLM są następujące:

- a) poniżej 2000;
- b) od 2000 do 9999;
- c) od 10 000 do 14 999;
- d) od 15 000 do 99 999;
- e) 100 000 i powyżej.

1. Wymagania dotyczące eksploatacji oraz warunki BHP

Kolejnym Rozporządzeniem, dotyczącym eksploatacji oczyszczalni ścieków jest Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z 1 października 1993 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w oczyszczalniach ścieków [6]. Określono w nim warunki bezpieczeństwa i higieny pracy osób zatrudnionych w zakładach pracy, zajmujących się oczyszczaniem ścieków w oczyszczalniach, zbieraniem i gromadzeniem oraz usuwaniem ścieków ze zbiorników gnilnych (szamb) oraz przetłaczaniem ich w przepompowniach. Wedle tego rozporządzenia poszczególne urządzenia i obiekty oczyszczalni ścieków powinny mieć ustalone nazwy, widoczne na przymocowanych tabliczkach oraz informacje o zagrożeniach. Instalacje powinny posiadać oznaczenia umożliwiające łatwe rozróżnienie przesyłanych mediów. Ponadto powinny zostać wyposażone w urządzenia kontrolno-pomiarowe umożliwiające łatwą ocenę prawidłowości pracy. Armatura na instalacjach, czyli zasuw i zawory powinny mieć oznaczone położenie, w którym otwierają lub zamykają przewód. Położenie tych zasuw i zaworów powinno odpowiadać schematowi technologicznemu, wywieszonemu w pomieszczeniu stałej obsługi.

Prace konserwacyjne i remontowe, prowadzone w miejscach, w których występują lub mogą wystąpić zagrożenia zatruciem, wybuchem, lub pożarem, powinny być wykonywane na pisemne polecenie. Polecenia takie może wydawać kierownik oczyszczalni ścieków, lub osoby przez niego upoważnione.

Wchodzenie do pomieszczeń technologicznych zagłębionych powinno być poprzedzone badaniem jakości powietrza w tych pomieszczeniach. Natomiast prace w kanałach zamkniętych należy prowadzić zgodnie z odrębnymi przepisami. W szczególności chodzi tu o zagrożenie z tytułu występowania w kanałach zamkniętych siarkowodoru o podwyższonych stężeniach.

2. Zagrożenia pożarem i wybuchem

Aspekty związane z zagrożeniem wybuchem w pomieszczeniach oraz w strefach i przestrzeniach zewnętrznych wyeksponowane zostały w paragrafach od 19 do 55 przywoływanego rozporządzenia. [6] Wedle paragrafu 19. pomieszczenia, strefy i przestrzenie zewnętrzne zagrożone wybuchem oraz ich kategorie określa się na etapie projektowania, przebudowy, rozbudowy, modernizacji lub remontu i eksploatacji, w celu ustalenia niezbędnych środków prewencyjnych zapobiegających wybuchom. W paragrafie 20 zapisano, że do ustalenia kategorii zagrożenia wybuchem pomieszczeń, stref i przestrzeni zewnętrznych, właściwa jest komisja kwalifikacyjna, powoływana przez kierownika zakładu pracy lub jednostki projektowej. W skład takiej komisji powinni wchodzić:

- przewodniczący,
- specjalista od spraw ochrony przeciwpożarowej,
- specjalista od spraw bezpieczeństwa i higieny pracy,

- specjalista od technologii oczyszczania ścieków,
- kierownicy obiektów lub pracowni projektowych.

Przystąpienie do klasyfikacji pomieszczeń, stref i przestrzeni zewnętrznych, zagrożonych wybuchem powinno być poprzedzone:

- ustaleniem szczegółowego składu ścieków, doprowadzanych do oczyszczalni, ze specjalnym uwzględnieniem substancji palnych, lub wybuchowych, mogących stworzyć zagrożenie wybuchem w czasie normalnego stanu pracy lub w czasie stanu awaryjnego;
- ustaleniem średnich zrzutów substancji mogących stworzyć zagrożenie wybuchem w czasie doby, miesiąca i roku.

Szczególne zasady przeprowadzenia klasyfikacji pomieszczeń, stref i przestrzeni zewnętrznych zagrożonych wybuchem uregulowane zostały odrębnymi przepisami.

W razie zakwalifikowania pomieszczeń, stref i przestrzeni zewnętrznych oczyszczalni ścieków do jednej z kategorii zagrożenia wybuchem, należy je oznakować odpowiednimi znakami bezpieczeństwa.

Urządzenia elektryczne w obiektach zagrożonych wybuchem powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami przepisów w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne, instalowane w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem, przy uwzględnieniu wilgoci, występującej w miejscu pracy urządzeń.

W przestrzeniach zagrożonych wybuchem zabrania się palenia tytoniu, używania otwartego płomienia oraz wykonywania prac, mogących spowodować zapłon mieszaniny wybuchowej.

Przed wejściem do pomieszczeń zagrożonych wybuchem należy uruchomić awaryjną wentylację mechaniczną na co najmniej 10 min. Uruchomienie tej wentylacji powinno być możliwe zarówno z wewnątrz, jak i zewnątrz pomieszczeń.

Kolejne paragrafy rozporządzenia poświęcone są obiektom stanowiącym największe zagrożenie pożarem i wybuchem, czyli obiektom związanym z beztlenową przeróbką osadów i gospodarką biogazem. Należą do nich zamknięte wydzielone komory fermentacyjne (WKF) oraz zbiorniki biogazu i instalacje, łączące te obiekty.

Komory fermentacyjne zamknięte, ze względu na występowanie metanu i siarkowodoru, klasyfikuje się jako obiekty szczególnie niebezpieczne [1]. Zasięg strefy zewnętrznej wokół komory fermentacyjnej, zagrożonej wybuchem ustala wcześniej wspomniana Komisja.

Osad przeznaczony do fermentacji należy doprowadzać i odprowadzać z komory w sposób kontrolowany, aby nie dopuścić do powstania nadmiernego nadciśnienia lub podciśnienia w komorze fermentacyjnej lub zbiorniku biogazu. Nadciśnienie w komorze fermentacyjnej może doprowadzić do jej rozszczelnienia, a podciśnienie – do zassania powietrza atmosferycznego, co grozi z jednej

strony zapłonem lub wybuchem, a z drugiej zahamowaniem procesu beztlenowego rozkładu i produkcji biogazu [2].

Urządzenia zabezpieczające instalację gazową komór fermentacyjnych powinny być systematycznie przeglądane i kontrolowane, a wyniki kontroli zapisywane w dziennikach eksploatacji tych urządzeń. W rozporządzeniu nie nazwano tego wyraźnie, ale urządzeniem zabezpieczającym jest zawór bezpieczeństwa, montowany w najwyższym miejscu na kopule WKF. Zawór bezpieczeństwa ma najczęściej formę U-rurki zalanej cieczą niezamarzającą na wysokość 30 cm [3].

Czyszczenie lub remont wnętrza komory fermentacyjnej zamkniętej powinny się odbywać zgodnie z opracowaną instrukcją eksploatacji. Zabiegi te w praktyce przeprowadza się nie częściej niż co 5 lat [2].

Oprócz komory fermentacyjnej, w skład węzła produkcji biogazu wchodzi [2]:

- zbiornik biogazu;
- instalacje gazowe;
- odsiarczalniki.

Zbiornik biogazu, dopuszczony do eksploatacji, powinien mieć odpowiednią dokumentację techniczną obejmującą:

- sposób przeprowadzenia próby szczelności;
- zestaw niezbędnego sprzętu przeciwpożarowego oraz szczegółową instrukcję przeciwpożarową;
- szczegółową instrukcję eksploatacji z załączonymi wymaganiami w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy.

Przy zbiornikach biogazu powinny być lokalizowane hydranty lub zbiorniki przeciwpożarowe w odległościach zgodnych z wymaganiami PN [4].

Zbiorniki biogazu i odsiarczalniki powinny mieć instalację piorunochronną.

Zbiorniki biogazu powinny być wyposażone we wskaźniki stanów napełnienia i sygnalizatory świetlne oraz akustyczne stanów krytycznych.

Jeśli konstrukcja zbiornika biogazu przewiduje zamknięcie wodne, to przed opróżnieniem zbiornika z wody stanowiącej zamknięcie, należy sprawdzić, czy wewnątrz zbiornika jest połączone z atmosferą.

Wykonywanie wszelkich prac naprawczych w obrębie strefy zagrożenia wybuchem i pożarem może się odbywać tylko na podstawie pisemnego polecenia kierownika zakładu i pod fachowym nadzorem.

3. Charakterystyka obiektów wybranych do oceny zagrożeń

Do oceny zagrożeń dla środowiska ze strony obiektów ochrony środowiska wybrano trzy oczyszczalnie ścieków. Wszystkie należały do typowych w warunkach polskich, czyli oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne z pogłębionym usuwaniem biogenów, w procesach denitryfikacji i defosfatacji oraz pełnym węzłem przeróbki osadów w warunkach beztlenowych. Natomiast oczyszczalnie różniły

się wielkością, wyrażoną zarówno przepływem w m^3/d , jak i równoważną liczbą mieszkańców.

Obiekt nr 1 był obiektem najmniejszym. Został zaprojektowany na przepływ średni dobowy $14\,700\text{ m}^3/\text{d}$, co odpowiada $85\,750\text{ RLM}$, czyli wg rozporządzenia [5] należał do czwartej grupy wielkości. Z zebranych informacji wynika, że przepływ rzeczywisty w latach 2008–2011 był mniejszy od projektowanego [8, 9].

Obiekt nr 2 zaprojektowano na przepływ średni $66\,000\text{ m}^3/\text{d}$ i odpowiednio do tego $418\,000\text{ RLM}$, co oznacza, że należał do obiektów największych [8, 9].

Obiekt nr 3 był największym z ocenianych. Przepływ średni dobowy według pozwolenia wodno-prawnego wynosił $88\,000\text{ m}^3/\text{d}$, czyli mieścił się w grupie oczyszczalni największych. I w tym przypadku dotychczasowe przepływy rzeczywiste były mniejsze od projektowanego [8, 9].

Oznacza to, że we wszystkich ocenianych przypadkach oczyszczalnie nie były przeciążone hydraulicznie, co oznacza prawidłowe warunki eksploatacji.

Podsumowanie

Oczyszczalnia ścieków jest z definicji obiektem należącym do grupy zakładów mających chronić środowisko. W przedmiocie ochrony środowiska wodnego oczyszczalnia ma spełniać wymagania zawarte w pozwoleniu wodno-prawnym [9], z ewentualnymi odstępstwami dopuszczalnymi przez rozporządzenie [5]. W sytuacji normalnej, bezawaryjnej pracy oczyszczalni, znakomita większość polskich oczyszczalni spełnia te wymagania, niekiedy ze znaczną rezerwą.

Natomiast nawet najbardziej prawidłowa eksploatacja oczyszczalni ścieków, w której prowadzona jest beztlenowa przeróbka osadów ściekowych, powoduje zagrożenie dla powietrza atmosferycznego oraz zagrożenie pożarem i wybuchem z powodu wytwarzania w procesie beztlenowej przeróbki osadów ściekowych biogazu. Głównym składnikiem biogazu jest metan, którego zawartość w biogazie może dochodzić do 70%. Metan jest gazem trującym i palnym w dużym zakresie stężeń, a wybuchowym w przedziale 5 do 15% objętościowych w powietrzu.

Biogaz gromadzi się w mniejszych ilościach w przestrzeni gazowej wydzielonej komory fermentacyjnej, a w znacznie większych – w zbiorniku biogazu. Zbiorniki biogazu mogą mieć pojemność nawet kilku tysięcy metrów sześciennych.

Oprócz metanu i ditlenku węgla, w biogazie występuje siarkowodór w ilościach kilkuset miligramów na m^3 . Siarkowodór jest gazem o bardzo przykrym zapachu, ale co ważniejsze, jest silnie korozyjny i toksyczny przy wysokich stężeniach. Z tych trzech powodów siarkowodór jest usuwany z biogazu w odsiarczalnikach. Odsiarczalniki to kolejny obiekt stanowiący zagrożenie dla powietrza atmosferycznego.

W części drugiej artykułu podane zostaną przykładowe miejsca występowania zagrożeń oraz rozwiązania zastosowane w trzech ocenianych oczyszczalniach ścieków w celu wyeliminowania lub minimalizacji tych zagrożeń.

Literatura

- [1] Braun B., Wellinger A.: Biogas and more! Systems and Markets Overview of Anaerobic Digestion. IEA Bioenergy, 2001.
- [2] Imhoff K.: Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków. Oficyna Wydawnicza Projprzem EKO, Bydgoszcz 1996.
- [3] Stańczyk J.: Podstawowe aspekty bezpieczeństwa. PAN, Warszawa 1996.
- [4] Tyrała P.: Zarządzanie kryzysowe: ryzyko – bezpieczeństwo – obrona. Wydawnictwo Adam Marszałek. Toruń 2001.
- [5] Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód, lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (DzU 2014, poz. 1800).
- [6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z 1 października 1993 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w oczyszczalniach ścieków (DzU 1993, nr 96, poz. 438).
- [7] Ustawa z 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (DzU 2001, nr 115 poz 1229).
- [8] Dokumentacja techniczna ocenianych oczyszczalni ścieków.
- [9] Pozwolenia wodno-prawne ocenianych oczyszczalni.