

Elena Neverova-Dziopak, Michał Preisner

## Analiza metod ustalania warunków wprowadzania ścieków komunalnych do odbiorników w wybranych państwach

Na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci w wyniku wzmożonej urbanizacji i rozwoju infrastruktury wodociągowo-kanalizacyjnej ładunek zanieczyszczeń wprowadzanych wraz ze ściekami do wód powierzchniowych w wielu przypadkach przekracza ich zdolności asymilacyjne, powodując zaburzenie naturalnych procesów samooczyszczania. W związku z tym ochrona wód polega głównie na ograniczaniu ładunku zanieczyszczeń zawartych w ściekach wprowadzanych do odbiorników. Szczególna uwaga, jaką zwraca się obecnie na usuwanie związków azotu i fosforu jest odzwierciedleniem wzrastającego problemu związanego ze zjawiskiem eutrofizacji wód powierzchniowych, a uznanego za priorytetowy problem w poszczególnych państwach.

Pod koniec ubiegłego stulecia problem zanieczyszczenia wód powierzchniowych stał się na tyle poważny, że wiele państw europejskich wprowadziło ograniczenia zawartości wielu substancji w oczyszczonych ściekach komunalnych wprowadzanych do środowiska wodnego, określając ich maksymalną dopuszczalną zawartość lub wymagany stopień usunięcia. W ten sposób wymagania normatywno-prawne dotyczące ścieków komunalnych stały się skutecznym narzędziem służącym do ochrony środowiska wodnego przed negatywnymi skutkami wynikającymi z wprowadzania do niego zanieczyszczeń, a zwłaszcza eutrofizacją, w celu zapewnienia odpowiedniego stopnia bezpieczeństwa ekologicznego wód powierzchniowych.

Państwa nienależące do Unii Europejskiej stosują inne podejście przy ustalaniu warunków wprowadzania ścieków oczyszczonych do odbiorników. Mają własne wymagania, które często różnią się od wymagań unijnych lub ustalają bardziej szczegółowe standardy dotyczące jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do konkretnych odbiorników, z uwzględnieniem ich właściwości hydrodynamicznych. Celem niniejszego artykułu była analiza porównawcza metod stanowiących podstawę do ustalania warunków wprowadzania ścieków do odbiorników oraz regulacji prawnych, dotyczących kryteriów oczyszczania ścieków komunalnych w wybranych państwach, ze szczególnym uwzględnieniem wymaganego stopnia usuwania związków biogennych.

### Regulacje unijne i ich wdrażanie do prawodawstwa państw członkowskich

Prawodawstwo w Unii Europejskiej jest niezwykle rozbudowane w kontekście ochrony i kształtowania środowiska i obejmuje praktycznie wszystkie sfery działalności gospodarczej i społecznej. Ochrona wód należy do najlepiej rozwiniętego elementu unijnej polityki ekologicznej. Pierwsze akty prawne w tym zakresie zostały wydane już w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia i dotyczyły standardów jakości wód naturalnych. Można do nich zaliczyć dyrektywy 75/440/EWG, 76/160/EWG, 78/659/EWG, 79/923/EWG i 98/83/EC [1–5], natomiast jakość ścieków oczyszczonych regulują dyrektywy 76/464/EWG, 91/271/EWG i 91/676/EWG [6–8], przy czym w 2000 r. większość zagadnień z zakresu ochrony wód została włączona do Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) [9].

Głównym dokumentem dotyczącym jakości oczyszczonych ścieków komunalnych wprowadzanych do odbiorników w państwach UE jest dyrektywa w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych – tzw. Dyrektywa Ściekowa [7]. Dokument ten określa sposób oraz wymagany poziom ograniczenia zawartości zanieczyszczeń w ściekach przed ich wprowadzeniem do odbiorników w celu ochrony ekosystemów wodnych w państwach członkowskich. Wymagany stopień usunięcia zanieczyszczeń ze ścieków komunalnych, zgodnie z Dyrektywą Ściekową, został ustalony w zależności od wielkości aglomeracji, wyrażonej przez równoważną liczbę mieszkańców (RLM), typu odbiornika ścieków i jego wrażliwości na eutrofizację. Piętnaście państw członkowskich (Austria, Belgia, Republika Czeska, Dania, Estonia, Łotwa, Litwa, Luksemburg, Holandia, Polska, Słowacja, Szwecja, Finlandia, Bułgaria i Rumunia) zidentyfikowało wszystkie jednolite części wód powierzchniowych na swoim terytorium jako obszary wrażliwe, a kolejnych jedenaście państw (Cypr, Niemcy, Węgry, Słowenia, Hiszpania, Francja, Grecja, Irlandia, Włochy, Portugalia i Wielka Brytania) uznało niektóre ze swoich obszarów jako wrażliwe. Jedynie Malta zaliczyła wszystkie akweny na swoim terytorium do obszarów niepodatnych na eutrofizację [7]. Wymagania dotyczące ścieków komunalnych wprowadzone przez dyrektywę 91/271/EWG przedstawia tabela 1. Po ukazaniu się unijnej Dyrektywy Ściekowej nastąpiło zrewidowanie wcześniej obowiązujących przepisów w państwach członkowskich i dokonano nowelizacji prawodawstwa w zakresie ochrony środowiska wodnego.

Prof. dr hab. inż. E. Neverova-Dziopak, mgr inż. M. Preisner: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska, al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
elenad@agh.edu.pl, preisner@agh.edu.pl

Tabela 1. Wymagania dotyczące jakości ścieków komunalnych odprowadzanych z oczyszczalni do środowiska wodnego na terenie UE [7]  
Table 1. Requirements for municipal wastewater treatment plant discharge into the aquatic environment in the EU [7]

| Wskaźnik, jednostka                                 | Wartość               | Minimalny stopień usunięcia, % |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| BZT <sub>5</sub> , gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>  | 25                    | 70÷90                          |
| ChZT, gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>               | 125                   | 75                             |
| Zawiesiny ogólne, g/m <sup>3</sup>                  | 60 (RLM=2000÷10000)   | 90 (RLM>10000)                 |
|                                                     | 35 (RLM>10000)        | 70 (RLM=2000÷10000)            |
| Fosfor ogólny (obszary wrażliwe), gP/m <sup>3</sup> | 2 (RLM=10000÷100000)  | 80                             |
|                                                     | 1 (RLM>100000)        |                                |
| Azot ogólny (obszary wrażliwe), gN/m <sup>3</sup>   | 15 (RLM=10000÷100000) | 70÷80                          |
|                                                     | 10 (RLM>100000)       |                                |

### Przeniesienie Dyrektywy Ściekowej do prawodawstwa polskiego

Przeniesieniem prawodawstwa Unii Europejskiej w zakresie polityki wodnej do prawa polskiego jest między innymi ustawa z 18 lipca 2001 r. Prawo wodne [10], przy czym wymogi UE dotyczące oczyszczonych ścieków komunalnych znalazły swoje odzwierciedlenie w prawodawstwie polskim w postaci rozporządzenia Ministra Środowiska z 24 lipca 2006 r. [11]. Jednakże obowiązujące w Polsce rozporządzenia Ministra Środowiska z 24 lipca 2006 r. oraz z 28 stycznia 2009 r. [12] nie odzwierciedlają w pełni wymogów określonych w Dyrektywie Ściekowej w zakresie wymaganych standardów oczyszczania ścieków komunalnych. Obecnie trwają prace nad nowym rozporządzeniem, które umożliwi pełne wdrożenie tej dyrektywy [13]. Projektowane rozporządzenie zakłada obowiązek stosowania podwyższonej eliminacji związków biogenych we wszystkich oczyszczalniach ścieków w aglomeracjach o RLM>10000. Oznacza to w praktyce, że jeśli w aglomeracji takiej znajduje się kilka oczyszczalni ścieków, to każda z nich musi stosować technologię wzmoczonego usuwania substancji biogenych. Wynikiem tych zmian będzie także korekta dopuszczalnych zawartości związków azotu i fosforu w ściekach oczyszczonych zgodnie z wytycznymi dyrektywy 91/271/EWG. Porównanie wymagań zawartych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z 24 lipca 2006 r. oraz projektowanych zmian przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Propozycje zmian dotyczących jakości ścieków oczyszczonych [14]

Table 2. Proposed changes in treated wastewater quality [14]

| Wskaźnik      | RLM         | Wartość maksymalna<br>g/m <sup>3</sup> |         | Minimalny stopień usunięcia<br>% |         |
|---------------|-------------|----------------------------------------|---------|----------------------------------|---------|
|               |             | obecnie                                | projekt | obecnie                          | projekt |
| Azot ogólny   | <2000       | 30                                     | –       | –                                | –       |
|               | 2000÷9999   | 15                                     |         | 35                               | 70÷80   |
|               | 10000÷14999 |                                        | 80      |                                  |         |
|               | 15000÷99999 |                                        | 10      | 10                               |         |
|               | >100000     | 10                                     | 10      | 85                               |         |
| Fosfor ogólny | <2000       | 5                                      | –       | –                                | –       |
|               | 2000÷9999   | 2                                      |         | 40                               | 80      |
|               | 10000÷14999 |                                        | 85      |                                  |         |
|               | 15000÷99999 |                                        | 1       | 1                                |         |
|               | >100000     | 1                                      | 1       | 90                               |         |

### Wytyczne dotyczące jakości ścieków oczyszczonych w Niemczech

Najważniejszymi przepisami w zakresie gospodarki ściekowej w Niemczech są federalna ustawa o uporządkowaniu gospodarowania wodą (WHU), ramowe rozporządzenia w sprawie granicznych wartości zanieczyszczeń w ściekach wprowadzanych do wód powierzchniowych, krajowe prawo wodne oraz wytyczne unijne. Wprowadzone w życie ramowe rozporządzenie o ściekach z 1 stycznia 1990 r. przyjęło standardy ich jakości w pięciu klasach oczyszczalni, w zależności od ładunku BZT<sub>5</sub> w ściekach dopływających do oczyszczalni [15]. Wymagania, jakim powinny odpowiadać ścieki oczyszczone przedstawiono w tabeli 3.

Prawodawstwo niemieckie pozwala na ustalanie odmiennych wewnętrznych przepisów administracyjnych dotyczących jakości ścieków oczyszczonych, zależnych nie tylko od wielkości oczyszczalni, ale także od rodzaju i właściwości odbiornika ścieków. Przykładowo w Bawarii i Północnej Nadrenii-Westfalii warunki wprowadzenia ścieków do odbiorników ustalane są na podstawie wewnętrznych przepisów administracyjnych. Zaostrzone wymagania stawiane są z kolei ściekom wprowadzanym do Jeziora Bodeńskiego. Zatem graniczne wartości wskaźników zanieczyszczenia ścieków oczyszczonych mogą różnić się od ustalonych przez niemieckie ramowe rozporządzenie o ściekach. Obecnie wymagania dotyczące zawartości substancji biogenych rozwijają się w kierunku bardziej restrykcyjnego ograniczenia zawartości fosforu ogólnego w oczyszczalniach o RLM>10000 oraz azotu amonowego w oczyszczalniach o RLM>5000 [15].

### Wytyczne dotyczące jakości ścieków oczyszczonych we Francji

Przeniesienie unijnej Dyrektywy Ściekowej do prawodawstwa francuskiego w 1994 r. skutkowało ustaleniem wymagań dotyczących ścieków komunalnych odprowadzanych do odbiorników w zależności od ich wrażliwości na eutrofizację oraz równoważnej liczby mieszkańców. Warunki wprowadzenia ścieków do odbiorników na terenie Francji przedstawia tabela 4. Jednak standardy jakości ścieków oczyszczonych, ustalone przez odpowiednie organy administracji lokalnej z uwzględnieniem priorytetowych rodzajów użytkowania wód odbiorników (zaopatrzenie w wodę, rybołówstwo lub rekreacja), mogą różnić się od zapisów Dyrektywy Ściekowej. We Francji lokalne standardy jakości ścieków są ustalane na podstawie planów zagospodarowania przestrzennego. Przy wprowadzaniu

Tabela 3. Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych w Niemczech [15]  
Table 3. Quality requirements for treated wastewater in Germany [15]

| Klasa oczyszczalni                                  | ChZT<br>gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | BZT <sub>5</sub><br>gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | Azot amonowy<br>gNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /m <sup>3</sup> | Azot ogólny<br>gN/m <sup>3</sup> | Fosfor ogólny<br>gP/m <sup>3</sup> |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 1 – [L <sub>BZT5</sub> ] < 60 kgO <sub>2</sub> /d   | 150                                     | 40                                                  | –                                                             | –                                | –                                  |
| 2 – [L <sub>BZT5</sub> ] < 300 kgO <sub>2</sub> /d  | 110                                     | 25                                                  |                                                               |                                  |                                    |
| 3 – [L <sub>BZT5</sub> ] < 1200 kgO <sub>2</sub> /d | 90                                      | 20                                                  | 10                                                            | 18                               | 2                                  |
| 4 – [L <sub>BZT5</sub> ] < 6000 kgO <sub>2</sub> /d |                                         |                                                     |                                                               |                                  | 1                                  |
| 5 – [L <sub>BZT5</sub> ] > 6000 kgO <sub>2</sub> /d | 75                                      | 15                                                  |                                                               |                                  |                                    |

Tabela 4. Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych we Francji [16]  
Table 4. Quality requirements for treated wastewater in France [16]

| Akwen                   | RLM          | Wskaźnik, jednostka                                | Wartość maksymalna | Minimalny stopień usunięcia, % |
|-------------------------|--------------|----------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Zwykły                  | 2000÷10000   | BZT <sub>5</sub> , gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | 25                 | 70                             |
|                         | > 10000      |                                                    |                    | 80                             |
|                         | dowolna      | ChZT, gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>              | 125                | 75                             |
|                         |              | zawiesiny ogólne, g/m <sup>3</sup>                 | 35                 | 90                             |
| Podatny na eutrofizację | 10000÷100000 | azot ogólny, gN/m <sup>3</sup>                     | 15                 | 70                             |
|                         | > 100000     |                                                    | 10                 |                                |
|                         | 10000÷100000 | fosfor ogólny, gP/m <sup>3</sup>                   | 2                  | 80                             |
|                         | > 100000     |                                                    | 1                  |                                |

ścieków do estuariów lub stref przybrzeżnych mórz wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych są zróżnicowane w zależności od sposobu użytkowania tych wód (turystyka, rekreacja, akwakultura itd.).

### Warunki odprowadzania ścieków w państwach nienależących do UE

Państwa nienależące do Unii Europejskiej, będące wcześniej częścią Związku Radzieckiego, wyróżnia odmienne podejście dotyczące wprowadzania ścieków do wód powierzchniowych. Metody ustalania warunków wprowadzania ścieków do odbiorników o różnej kategorii użytkowania zakładają, że stopień ich oczyszczania powinien zapewnić założoną jakość wody w przekrojach kontrolnych. W przypadku każdej oczyszczalni ścieków ustala się maksymalną dopuszczalną wartość odprowadzanego ładunku poszczególnych zanieczyszczeń z uwzględnieniem rodzaju i właściwości konkretnego odbiornika, kategorii jego użytkowania i konstrukcji wylotu ścieków. Stopień oczyszczania ścieków określa się z uwzględnieniem stopnia wymieszania ścieków z wodą odbiornika oraz jakości wody powyżej miejsca wprowadzenia ścieków [17, 18]. Takie podejście nadal stosowane jest m.in. w Rosji, Ukrainie, Białorusi, Mołdawii, Kazachstanie, Uzbekistanie i innych państwach [19–23]. Coraz częściej w wyniku wysokiego stopnia zanieczyszczenia środowiska wodnego, standardy jakości ustalone w przypadku wód powierzchniowych stanowiących odbiornik ścieków odnoszone są bezpośrednio do ścieków wprowadzanych do tych wód, czyli nie uwzględnia się w tym przypadku stopnia wymieszania ścieków wodami odbiornika.

### Metody ustalania dopuszczalnych wartości zanieczyszczeń w ściekach w Federacji Rosyjskiej

Standardy jakości wód powierzchniowych w Federacji Rosyjskiej są ustanawiane w zależności od kategorii ich użytkowania i stanowią podstawy do ustalenia warunków wprowadzania ścieków do wód powierzchniowych (tab. 5). Oprócz tych wytycznych na mocy zobowiązań międzynarodowych w ramach Komisji Helsińskiej HELCOM oczyszczalnie znajdujące się w obszarze zlewiska Morza Bałtyckiego obowiązują przestrzeganie nie tylko regulacji prawnych Federacji Rosyjskiej, ale również wymagań HELCOM. Zaleceniem HELCOM 28E/5 z 15 listopada 2007 r. jest ustalenie minimalnego stopnia usuwania i granicznych wartości trzech podstawowych wskaźników: BZT<sub>5</sub>, azotu ogólnego i fosforu ogólnego. Wymagania HELCOM, podobnie jak i wymagania unijne, zostały opracowane z uwzględnieniem wartości RLM i stale ulegają nowelizacji w kierunku jeszcze większego ograniczenia ładunku zanieczyszczeń odprowadzanych z oczyszczalni, a zwłaszcza ładunku substancji biogennej. Kolejna rewizja standardów jakości ścieków jest planowana przez HELCOM w 2015 r. Najbardziej rygorystyczne wymagania HELCOM stawia oczyszczalniom o RLM > 100000 (tab. 6) [25].

Przepisy rosyjskie przewidują nieco inny zestaw wskaźników i ustalają dopuszczalne wartości BZT<sub>20</sub>, azotu amonowego, azotanów, azotanów oraz fosforanów. Jednolite części wód powierzchniowych na terenie Federacji Rosyjskiej zlokalizowane w basenie Morza Bałtyckiego zostały zaliczone do obiektów rybołówstwa przemysłowego, wobec których obowiązują najbardziej rygorystyczne przepisy [26]. W związku z tym maksymalna zawartość

Tabela 5. Standardy jakości wody wg kategorii użytkowania w Federacji Rosyjskiej [17, 18, 24]

Table 5. Water quality standards by water usage category in Russian Federation [17, 18, 24]

| Wskaźnik, jednostka                                 | Kategoria użytkowania wody        | Wartość                              |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| BZT <sub>20</sub> , gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | źródło zaopatrzenia w wodę        | 3                                    |
|                                                     | obiekty rybołówstwa przem.        |                                      |
|                                                     | rekreacja i sporty wodne          | 6                                    |
| ChZT, gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>               | źródło zaopatrzenia w wodę        | 15                                   |
|                                                     | rekreacja i sporty wodne          | 30                                   |
| Zawiesiny ogólne, g/m <sup>3</sup>                  | źródło zaopatrzenia w wodę        | 0,25*                                |
|                                                     | hodowla ryb łososiowatych         |                                      |
|                                                     | rekreacja i sporty wodne          | 0,75*                                |
|                                                     | hodowla ryb karpiowatych          |                                      |
| Azot, g/m <sup>3</sup>                              | obiekty rybołówstwa przemysłowego | 0,39 (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) |
|                                                     |                                   | 0,02 (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) |
|                                                     |                                   | 9,1 (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  |
| Fosfor, g/m <sup>3</sup>                            | obiekty rybołówstwa przemysłowego | 2,0 (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) |
|                                                     | wody oligotroficzne               | 0,05 (P)                             |
|                                                     | wody mezotroficzne                | 0,15 (P)                             |
|                                                     | wody eutroficzne                  | 0,2 (P)                              |

\*zawartość zawiesin ogólnych w przekroju kontrolnym nie powinna zwiększyć się więcej niż o 0,25 g/m<sup>3</sup> (lub 0,75 g/m<sup>3</sup>) w stosunku do zawartości zawiesin w odbiorniku przed wprowadzeniem ścieków

zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych została ustalona na poziomie ich granicznych wartości w wodach użytkowanych jako obiekty rybołówstwa (tab. 5). Na tle zaleceń HELCOM uregulowania rosyjskie są w odniesieniu do BZT<sub>5</sub> bardziej rygorystyczne, jednak decydujące znaczenie mają zalecenia Komisji Helsińskiej dotyczące substancji biogenych.

Tabela 6. Zalecenia HELCOM dotyczące jakości ścieków oczyszczonych z aglomeracji o RLM &gt; 100 000 [25]

Table 6. HELCOM recommendation for treated municipal wastewater quality for agglomerations over 100,000 PE [25]

| Wskaźnik, jednostka                                | Wartość maksymalna | Minimalny stopień usuwania, % |
|----------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| BZT <sub>5</sub> , gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | 15                 | 89                            |
| Azot ogólny, gN/m <sup>3</sup>                     | 10 (8*)            | 70÷80                         |
| Fosfor ogólny, gP/m <sup>3</sup>                   | 0,5                | 90                            |

\*wg zobowiązań przedsiębiorstwa wod.-kan. w Sankt Petersburgu

### Standardy jakości ścieków oczyszczonych na Ukrainie

Wymagania dotyczące oczyszczania ścieków komunalnych na Ukrainie ustala się na podstawie granicznych wartości podstawowych wskaźników jakości ścieków, natomiast w przypadku użytkowania wód, jako obiektów rybołówstwa przemysłowego, dopuszczalna zawartość mineralnych form azotu jest ustalana w odniesieniu do wód odbiornika (tab. 7). Kryteria dotyczące zawartości zarówno fosforu w ściekach, jak i w wodach powierzchniowych nie zostały opracowane.

Tabela 7. Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych na Ukrainie [17, 18, 24]

Table 7. Quality requirements for treated wastewater in Ukraine [17, 18, 24]

| Wskaźnik, jednostka                                | Ścieki/Obiekt                     | Wartość dopuszczalna                 |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| BZT <sub>5</sub> , gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | ścieki                            | 15                                   |
| ChZT, gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>              |                                   | 80                                   |
| Zawiesiny ogólne, g/m <sup>3</sup>                 |                                   | 15                                   |
| Azot, g/m <sup>3</sup>                             | obiekty rybołówstwa przemysłowego | 0,39 (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) |
|                                                    |                                   | 0,02 (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) |
|                                                    |                                   | 9,10 (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) |

### Standardy jakości ścieków oczyszczonych na Białorusi

Cele i podstawowe zasady normowania i standaryzacji w zakresie środowiska wodnego na Białorusi są zawarte w Kodeksie Technicznym pod nazwą „Porządek ustanowienia normatywów dopuszczalnych zrzutów substancji chemicznych i innych zanieczyszczeń w składzie ścieków” [27]. Wymagania dotyczące jakości oczyszczonych ścieków pod względem podstawowych wskaźników zanieczyszczeń przedstawia tabela 8. Dopuszczalne wartości zanieczyszczeń są ustalone w zależności od wartości RLM, określonej na podstawie jednostkowego ładunku BZT<sub>5</sub>.

Tabela 8. Wymagania dotyczące jakości ścieków oczyszczonych na Białorusi [27]

Table 8. Quality requirements for treated wastewater in Belarus [27]

| Wskaźnik, jednostka                                       | RLM  |           |             |               |         |
|-----------------------------------------------------------|------|-----------|-------------|---------------|---------|
|                                                           | <500 | 501÷+2000 | 2001÷+10000 | 10001÷+100000 | >100000 |
| BZT <sub>5</sub> , gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>        | 35   | 30        | 25          | 20            | 15      |
| ChZT, gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>                     | 125  | 120       | 100         | 80            | 70      |
| Zawiesiny og., g/m <sup>3</sup>                           | 40   | 35        | 30          | 25            | 20      |
| Azot amon., gNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /m <sup>3</sup> | –    | 20        | 15          | –             | –       |
| Azot og., gN/m <sup>3</sup>                               |      | –         | –           | 20            | 15      |
| Fosfor og., gP/m <sup>3</sup>                             |      |           |             | 4,5           | 2,0     |

Dopuszczalne zawartości pozostałych zanieczyszczeń w ściekach wprowadzanych do odbiorników oraz wymagany stopień ich usuwania są ustalane z uwzględnieniem strumienia objętości ścieków, zawartości zanieczyszczeń w odbiorniku (tło) oraz jego zdolności asymilacyjnej zgodnie z wytycznymi zawartymi w Kodeksie Technicznym na podstawie metod obowiązujących w pozostałych państwach będących częścią byłego Związku Radzieckiego [17, 18, 24].

## Analiza zasad normowania jakości ścieków oczyszczonych w różnych państwach

Analiza sposobów ustalania warunków odprowadzania ścieków do wód powierzchniowych w różnych państwach potwierdza skomplikowany charakter zagadnień z zakresu określania jakości wody oraz ustalania dopuszczalnych ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska wodnego wraz ze ściekami komunalnymi. Metodyka opracowywania wymagań dotyczących jakości odprowadzanych ścieków opiera się na różnych założeniach, które mogą być ustalone jako:

- standardy technologiczne zalecające zastosowanie określonych układów technologicznych lub procesów, bez określenia dopuszczalnych wartości zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych,
- dopuszczalna zawartość zanieczyszczeń (BZT, ChZT, zawiesiny, azot i fosfor itd.) w ściekach, którą powinno się osiągnąć w procesie oczyszczania, ustalona na poziomie krajowym, regionalnym lub lokalnym,
- jednolite standardy jakości ścieków oczyszczonych obowiązujące na terenie całego państwa,
- uregulowania środowiskowe dotyczące wody w odbiorniku, które nie powinny być przekroczone w wyniku wprowadzenia ścieków oczyszczonych.

Przeprowadzona analiza wykazała zasadnicze różnice przy ustalaniu warunków wprowadzenia ścieków do odbiorników w państwach unijnych i byłych republikach Związku Radzieckiego, a obecnie Wspólnoty Niepodległych Państw. W państwach Unii Europejskiej obowiązują jednolite standardy jakości ścieków oczyszczonych w postaci dopuszczalnych wartości wskaźników zanieczyszczeń lub minimalnego stopnia ich usuwania. Jest to obecnie najczęściej spotykana procedura, która charakteryzuje się prostotą i łatwością wdrażania oraz daje możliwość zapewnienia ich formalnego przestrzegania. Niestety, stosowanie takiego podejścia ma też ujemne strony, ponieważ w niektórych przypadkach prowadzi do zbyt restrykcyjnych wymagań i ponoszenia nieuzasadnionych wysokich kosztów oczyszczania ścieków lub odwrotnie – do wprowadzenia niedostatecznych oczyszczonych ścieków do odbiornika [28].

Obecnie można zauważyć tendencję do odchodzenia od unitarnych norm jakości wód i ścieków, obowiązujących na całym obszarze poszczególnych państw na rzecz ich zróżnicowania z uwzględnieniem właściwości odbiorników. To znalazło swoje odzwierciedlenie w uzależnieniu stopnia usuwania zanieczyszczeń ze ścieków od wielkości aglomeracji i podatności wód na eutrofizację. W wielu państwach unijnych opracowano również lokalne przepisy dotyczące zawartości zanieczyszczeń w ściekach. Wspólną cechą, która charakteryzuje ostatnie zmiany w prawodawstwie różnych państw jest zaostrzenie wymagań dotyczących jakości oczyszczonych ścieków komunalnych w związku z pogarszającym się stanem wód powierzchniowych. Ze względu na konieczność zapobiegania powszechnie postępującej eutrofizacji, zmiany te dotyczą głównie zawartości związków biogenych. Należy zauważyć, że w państwach unijnych ograniczana jest przeważnie zawartość azotu ogólnego w ściekach, a rzadziej azotu amonowego (tab. 2–4). Przykładowo w Danii zawartość azotu ogólnego w ściekach oczyszczonych nie może przekroczyć  $8 \text{ gN/m}^3$ , a fosforu ogólnego –  $1,5 \text{ gP/m}^3$ . W Holandii dopuszczalna zawartość azotu ogólnego została ustalona na poziomie  $10 \text{ gN/m}^3$ , a fosforu ogólnego do  $1,5 \text{ gP/m}^3$ . W Szwajcarii zawartość azotu amonowego w ściekach oczyszczonych

nie może przekraczać  $0,65 \text{ gNH}_4^+/\text{m}^3$ . W Stanach Zjednoczonych zawartość azotu ogólnego nie może wynosić powyżej  $10 \text{ gN/m}^3$  [29].

W Polsce projektowane zmiany rozporządzenia Ministra Środowiska z 24 lipca 2006 r. dotyczącego jakości ścieków oczyszczonych również zmierzają w kierunku bardziej rygorystycznych wymagań dotyczących ścieków odprowadzanych z dużych aglomeracji. Przewidują one minimalny stopień usuwania azotu ogólnego wynoszący 70–80% i fosforu ogólnego 80% we wszystkich aglomeracjach o RLM > 10000. Porównanie wymaganej jakości ścieków oczyszczonych w przypadku oczyszczalni o różnej wielkości w wybranych państwach unijnych zestawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Porównanie standardów jakości ścieków oczyszczonych w Polsce, Francji i Niemczech na tle wytycznych UE

Table 9. Comparison of quality standards for treated wastewater in Poland, France and Germany against the EU regulations

| Wskaźnik,<br>jednostka                             | Klasa | UE  | Polska | Niemcy | Francja |
|----------------------------------------------------|-------|-----|--------|--------|---------|
| BZT <sub>5</sub> , gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | I     | 25  | 40     | 40     | –       |
|                                                    | II    |     | 25     | 25     | 25      |
|                                                    | III   |     | 15     | 20     |         |
|                                                    | IV    |     |        | 15     |         |
|                                                    | V     |     |        |        |         |
| ChZT, gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>              | I     | 125 | 150    | 150    | 125     |
|                                                    | II    |     | 125    | 110    |         |
|                                                    | III   |     |        | 90     |         |
|                                                    | IV    |     |        | 75     |         |
|                                                    | V     |     |        |        |         |
| Zawiesiny og.,<br>g/m <sup>3</sup>                 | I     | 35  | 50     | –      | 35      |
|                                                    | II    |     | 35     |        |         |
|                                                    | III   |     |        |        |         |
|                                                    | IV    |     |        |        |         |
|                                                    | V     |     |        |        |         |
| Azot ogólny,<br>gN/m <sup>3</sup>                  | I     | –   | 30     | –      | –       |
|                                                    | II    | 15  | 18     | 15     |         |
|                                                    | III   |     |        |        |         |
|                                                    | IV    |     |        |        |         |
|                                                    | V     | 10  |        | 10     | 10      |
| Fosfor ogólny,<br>gP/m <sup>3</sup>                | I     | –   | 5      | –      | –       |
|                                                    | II    | 2   | 2      | 2      | 2       |
|                                                    | III   |     |        |        |         |
|                                                    | IV    |     |        |        |         |
|                                                    | V     | 1   |        | 1      | 1       |

UE, Polska, Francja: I klasa RLM < 2000, II klasa RLM = 2000–10000, III klasa RLM = 10000–15000, IV klasa RLM = 15000–100000, V klasa RLM > 100000

Niemcy: I klasa RLM < 1000, II klasa RLM = 1000–5000, III klasa RLM = 5000–20000, IV klasa RLM = 20000–100000, V klasa RLM > 100000

Analiza zasad ustalania warunków odprowadzania ścieków w wybranych państwach nienależących do UE, będących w przeszłości częścią Związku Radzieckiego, pozwoliła wyodrębnić zasadniczo inne podejście, polegające na ustalaniu warunków wprowadzenia ścieków do odbiorników w oparciu o przepisy środowiskowe, ustalone zależnie

od kategorii użytkowania danego odbiornika. Takie podejście jest bardziej skomplikowane i wymaga obliczenia dopuszczalnej zawartości zanieczyszczeń w odniesieniu do każdej oczyszczalni, ale pozwala uwzględnić właściwości odbiornika i jego pojemność asymilacyjną. W przypadku państw niebędących członkami UE można wyodrębnić dwa podstawowe modele rozwoju systemu ochrony wód przed zanieczyszczeniem. Pierwszy zakłada odejście od poprzedniego sposobu ustalania warunków wprowadzenia ścieków i przejście na system mieszany. Oznacza to w praktyce, że w przypadku ścieków przemysłowych warunki są ustalane z uwzględnieniem najlepszych dostępnych technologii, natomiast w odniesieniu do ścieków komunalnych – w oparciu o standardy UE z wyznaczeniem maksymalnych dopuszczalnych wartości zanieczyszczeń lub minimalnych stopni ich usuwania. Drugi model przewiduje modernizację istniejącego systemu opartego na normach środowiskowych z eliminacją jego wad i wdrożeniem niektórych elementów systemu unijnego, jak na przykład zmniejszenie liczby normowanych wskaźników oraz wprowadzenie mniej restrykcyjnych wymagań w stosunku do niektórych wskaźników lub ich zaostrzenie w przypadku innych [17]. Porównanie wymagań w zakresie ścieków oczyszczonych w państwach będących wcześniej częścią byłego Związku Radzieckiego zestawiono w tabeli 10.

Tabela 10. Porównanie standardów jakości ścieków oczyszczonych w Federacji Rosyjskiej, na Ukrainie i Białorusi  
Table 10. Comparison of quality standards for treated wastewater in Russian Federation, Ukraine and Belarus

| Wskaźnik, jednostka                                | Rosja               |                  | Ukraina         | Białoruś    |
|----------------------------------------------------|---------------------|------------------|-----------------|-------------|
|                                                    | obiekty rybołówstwa | zlewnia Bałtyku  |                 |             |
| BZT <sub>5</sub> , gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | 2,25                | 15               | 15              | 15          |
| ChZT, gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>              | 15                  | 30               | 80              | 70          |
| Zawiesiny, g/m <sup>3</sup>                        | –                   | –                | 15              | 20          |
| Azot, gN/m <sup>3</sup>                            | 9,5 (mineralny)     | 10 (8*) (ogólny) | 9,5 (mineralny) | 15 (ogólny) |
| Fosfor, gP/m <sup>3</sup>                          | 2 (mineralny)       | 0,5 (ogólny)     | –               | 2 (ogólny)  |

\* wg zobowiązań przedsiębiorstwa wod.-kan. w Sankt Petersburgu

## Podsumowanie

Przeprowadzona analiza założeń stanowiących podstawę do ustalania warunków odprowadzania oczyszczonych ścieków komunalnych w państwach członkowskich Unii Europejskiej i byłych republikach Związku Radzieckiego pozwoliła na sformułowanie podstawowych zasad, w oparciu o które mogą być określone warunki odprowadzenia ścieków do odbiorników. Stwierdzono zasadnicze różnice charakteryzujące prawodawstwo w zakresie kryteriów dotyczących jakości ścieków i sposobów ich ustalania. Akty normatywno-prawne w większości państw unijnych charakteryzują jednolite kryteria dotyczące ścieków oczyszczonych obowiązujące na terenie całego państwa, natomiast w analizowanych państwach nienależących do UE warunki odprowadzania ścieków są opracowywane w oparciu o uregulowania środowiskowe dotyczące jakości wody w odbiorniku, które nie powinny być przekroczone w wyniku wprowadzenia ścieków oczyszczonych.

Analiza założeń stosowanych przy ustalaniu warunków wprowadzenia ścieków komunalnych do wód powierzchniowych oraz dokumentów prawnych i kryteriów jakości ścieków oczyszczonych w różnych państwach wykazała, że jest jeszcze wiele nierozwiązanych i ważnych kwestii w tym zakresie. Jednocześnie, w miarę rozwoju technologii oczyszczania ścieków, metod oceny pojemności asymilacyjnej wód powierzchniowych i postępu w badaniach naukowych nad transformacją zanieczyszczeń w środowisku wodnym oraz nad ich oddziaływaniem na ekosystem wodny, stosowane obecnie metody ustalania warunków wprowadzania ścieków do odbiorników oraz kryteria jakości ścieków oczyszczonych powinny ulegać ciągłej nowelizacji.

## LITERATURA

1. Council Directive 75/440/EEC of 16 June 1975 concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States.
2. Council Directive 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water.
3. Council Directive 78/659/EEC of 18 July 1978 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life.
4. Council Directive 79/923/EEC of 10 November 1979 on the quality required of shellfish waters.
5. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption.
6. Council Directive 76/464/EEC of 4 May 1976 on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community.
7. Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste-water treatment.
8. Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources.
9. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy.
10. Ustawa z 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. Dz. U. nr 115, poz. 1229.
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 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. Dz. U. nr 137, poz. 984.
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 28 stycznia 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Dz. U. nr 27, poz. 169.
13. Projekt Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, 19 marca 2014 r.
14. B. KOSZEWSKA: Dyrektywa 91/271/EWG dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych a prawo polskie. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2013.
15. J. BEVER, A. STEIN, H. TEICHMANN: Zaawansowane metody oczyszczania ścieków – Eliminacja azotu i fosforu, sedimentacja i filtracja. Oficyna Wydawnicza Projprzem-EKO, Bydgoszcz 1997.
16. Memento technique de l'eau, Dixieme edition. Degremont, Rueil-Malmaison 2005.
17. Metodicheskie ukazania po razrabotke normativov predelno dopustimych sbrosow wrednykh wieszew w powierchnostnyje wodnyje obiekty (Utochnionnaja redakcja). Ministerstwo prirodných resursow Rossii, Moskwa 1999, s. 14.

18. Правила охраны поверхностных вод (Типовые положения). Goskomprirody SSSR, Moskwa 1991, s. 35.
19. Establishing a Dynamic System of Surface Water Quality Regulation: Guidance for Countries of Eastern Europe, Caucasus and Central Asia. OECD, 2011 (draft).
20. P. BUIJS: Guidelines for Use and Implementation of the New System of Surface Water Quality Standards. Water Governance in the Western EECCA Countries, 2009.
21. P. BUIJS: Proposed System of Surface Water Quality Standards for Moldova: Technical Report. OECD, 2007.
22. K razwirijsu regionalnego sotrudnicestwa po obezpečeniju kaczestwa wody w Centralnej Azji. Diagnostičeskij dokład i plan razwirijsa sotrudnicestwa. Ewropejskaja ekonomičeskaja komissija OON w sotrudnicestwie z regionalnym centrom Centralnoj Azji, 2011.
23. Metodika prowadzenia technologicznego kontroli raboty sooruzenij po oczistke stocznych wod. Agenstwo Respubliki Kazachstan po Dela, Stroitelstwa i Zilisno-Komunalnogo Chozajstwa. Astana, 2011.
24. E.S. GOGINA: Uдалenie biogennyh elementov iz stocznych wod. Moskovskij Gosudarstvennyj Stroitelnyj Universitet, Moskwa 2010.
25. HELCOM Recommendation 28E/5 Municipal Wastewater Treatment, HELCOM Baltic Sea Action Plan adopted on 15 November 2007 in Krakow, Poland.
26. A.N. NIKOLAJEW, E.M. KRUCZICHIN, O.M. MAKRU-SZEWA: Obespečenie rosyjskich normativov i trebovanij Helcom po sarosu azota i fosfora w Basejn Baltijskogo moria ([http://kreal.spb.ru/o\\_kompanii/stati\\_publicacii/obespečenie\\_rossijskih\\_normativov\\_i\\_trebovanij\\_helcom\\_po\\_sbrosu\\_azota\\_i\\_fosfora\\_v\\_bassejn\\_baltijskogo\\_morja](http://kreal.spb.ru/o_kompanii/stati_publicacii/obespečenie_rossijskih_normativov_i_trebovanij_helcom_po_sbrosu_azota_i_fosfora_v_bassejn_baltijskogo_morja)).
27. Techničeskij kodeks ystanowiwszejsia praktyki TKP 17.06-08-2012 (02120). Očhrana okružajuszej sredy i prirodopolzowanie. Poriadok ustanowienia normativow dopustimych sbrosob chimičeskich i innych wieszestw w sostawie stocznych wod. Ministerstwo Prirody, Minsk 2012.
28. Environmental Regulations and Standards (<http://water.worldbank.org/shw-resource-guide/institutions/regulations-and-standards/environment>).
29. J. KELLER, Z. YUAN, L. BLACKALL: Integrating process engineering and microbiology tools to advance activated sludge wastewater treatment research and development. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 2002, Vol. 1, No. 1, pp. 83–97.

**Neverova-Dziopak, E., Preisner, M. Analysis of Methods for Determination of Conditions of Municipal Wastewater Discharge into Recipients in Selected Countries. *Ochrona Środowiska* 2015, Vol. 37, No. 1, pp. 3–9.**

**Abstract:** Results of comparative analysis of methods for determination of treated urban wastewater discharge conditions as well as of the legal regulations for the wastewater treatment in selected countries were presented. Particular attention was paid to required level of nutrient removal from the wastewater. Analysis of a variety of approaches to the conditions of wastewater discharge into surface waters across different countries confirmed the complexity of issues related to water quality rating as well as to permissible loads of pollutants introduced into the aquatic environment. The paper defined basic assumptions

of existing methodological approaches related to development of treated effluent quality standard. The procedure for establishing conditions for wastewater discharge into recipients in some member states of the European Union and in former Soviet Union countries was introduced. Advantages and disadvantages of applied methodologies were analyzed together with modern trends in development of urban wastewater treatment criteria in different countries. The issues discussed were illustrated with examples of legal requirements concerning required level of municipal wastewater treatment in the EU and non-EU countries.

**Keywords:** Sewage treatment standards, legal regulations, methods for setting the conditions for wastewater discharge.