

ZOFIA SADECKA\*, JANUSZ WAŚ\*\*

## USUWANIE ZWIĄZKÓW BIOGENNYCH ZE ŚCIEKÓW W OCZYSZCZALNIACH DO 15000 RLM

### *Streszczenie*

*W pracy przedstawiono kluczowe dla gospodarki wodociągowo-kanalizacyjnej, zagadnienia dotyczące wytycznych Krajowego Programu Oczyszczania Ścieków w kontekście małych oczyszczalni. Zwrócono uwagę na konieczność oraz możliwości wysokoefektywnego oczyszczania ścieków z usuwaniem związków azotu i fosforu w oczyszczalniach <15000 RLM.*

Słowa kluczowe: małe oczyszczalnie ścieków, azot, fosfor

### WSTĘP

Struktura demograficzna, szczególnie gospodarcza, w tym głównie rolnictwo, które pośrednio decyduje o stopniu rozproszenia ludności żyjącej poza dużymi miastami doprowadziły do wypracowania w Europie [Dyrektywa 2000/60/WE] pewnych wskaźników techniczno-ekonomicznych określających opłacalność budowy zbiorczych systemów kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków w odniesieniu do ilości użytkowników np. na 1 km długości sieci kanalizacyjnej. Te same kryteria zaważyły przy ustalaniu stopnia oczyszczania ścieków komunalnych [Rozporządzenie Ministra Środowiska 2006], tzn. efektywność pracy oczyszczalni limitowana jest jej wielkością w przeliczeniu na RLM. Wprowadzono przy tym pojęcie obszarów wrażliwych; jednak kryteria stanowiące o tym, czy dany obszar jest wrażliwy, są absolutnie niewystarczające w warunkach polskich, ponieważ pomijają cały szereg obszarów i rodzajów wód powierzchniowych i podziemnych, które powinny być umieszczone w tej grupie. KPOŚK [2005] zatwierdzony przez Rząd RP w dniu 16 grudnia 2003 r. zawierał wykaz aglomeracji o RLM  $\geq 2000$ , wraz z jednoczesnym wykazem niezbędnych przedsięwzięć w zakresie budowy, rozbudowy lub modernizacji

---

\* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Technologii Wody, Ścieków i Odpadów

\*\* BIOPAX PL Sp. z o.o. Zielona Góra

oczyszczalni ścieków komunalnych oraz budowy i modernizacji zbiorczych systemów kanalizacyjnych, jakie należy zrealizować w tych aglomeracjach do końca 2015 r. KPOŚK 2003r. obejmował 1378 aglomeracji i przewidywał:

- budowę, rozbudowę i/lub modernizację 1163 oczyszczalni ścieków komunalnych,
- budowę około 21 tys. km sieci kanalizacyjnej w aglomeracjach.

Koszt tego zadania oszacowano na ok. 35 mld zł, w tym na budowę, rozbudowę lub modernizację systemów kanalizacji zbiorczej – ok. 24 mld zł, a na budowę, rozbudowę lub modernizację oczyszczalni ścieków komunalnych – ok. 11 mld zł. W dniu 7 czerwca 2005 r. została zatwierdzona przez Radę Ministrów pierwsza Aktualizacja KPOSK (AKPOŚK 2005), która obejmowała 1577 aglomeracji przewidywała:

- budowę ok. 37 tys. km sieci kanalizacyjnej w aglomeracjach,
- budowę, rozbudowę i/lub modernizację ok. 1734 oczyszczalni ścieków.

Koszt realizacji AKPOŚK 2005 oszacowano na ok. 42,6 mld zł, w tym na budowę, rozbudowę lub modernizację systemów kanalizacji zbiorczej – ok. 32 mld zł, a na budowę, rozbudowę lub modernizację oczyszczalni ścieków komunalnych – ok. 10,6 mld zł. Druga Aktualizacja KPOSK została zatwierdzona przez Radę Ministrów w dniu 2 marca 2010 r. (AKPOŚK 2009), obejmuje łącznie 1635 aglomeracji, które umieszczono w dwóch załącznikach:

- załącznik 1 – aglomeracje priorytetowe dla wypełnienia wymogów Traktatu Akcesyjnego (obejmuje 1313 aglomeracji od 2000 RLM (łącznie RLM – 44161819, który stanowi 87% całkowitego RLM Programu)
- załącznik 2 – aglomeracje nie stanowiące priorytetu dla wypełnienia wymogów Traktatu Akcesyjnego (obejmuje 322 aglomeracje z przedziału 2000-10000 RLM (łącznie RLM – 1 360 434, który stanowi 3% całkowitego RLM Programu)
- załącznik 3 – aglomeracje „pozostałe” (obejmuje 104 aglomeracje (łącznie RLM - 474 956) nowo wyznaczone, które nie spełniły wymogów formalnych, by znaleźć się w załączniku 1 lub 2). Aglomeracje te nie są wliczone do zakresu rzeczowego i finansowego AKPOŚK 2009.

Największe znaczenie w implementacji dyrektywy 91/271/EWG przypisane jest osiągnięciu odpowiednich standardów wyposażenia w zbiorcze systemy kanalizacyjne i oczyszczalnie ścieków aglomeracjom > 15 000 RLM.

Ograniczona ilość dostępnych środków na sfinansowanie AKPOŚK 2009 szacowana na ok. 30,1 mld zł w okresie do 2015 r. nie pozwala na realizację wszystkich potrzeb zgłoszonych przez gminy w zakresie realizacji infrastruktury sanitacji. Dlatego też, efekty realizacji Programu odniesiono tylko do aglomeracji zamieszczonych w załączniku 1, które stanowią priorytet dla wypełnienia wymogów Traktatu Akcesyjnego. Realizacja załącznika 1 AKPOŚK 2009 obejmować będzie:

- budowę 30641 km sieci kanalizacyjnej,
- modernizację 2883 km sieci kanalizacyjnej,
- modernizację lub rozbudowę 569 oczyszczalni ścieków,
- budowę 177 nowych oczyszczalni.

Nakłady finansowe na realizację zakresu rzeczowo-finansowego przedsięwzięć zestawionych w załączniku 1 AKPOŚK 2009 szacowane są na kwotę: 31,9 mld zł, w tym: na systemy kanalizacyjne 19,2 mld zł, na oczyszczalnie ścieków 11,4 mld zł, na zagospodarowanie osadów 1,3 mld zł. Realizacja AKPOŚK 2009 zapewni do 2015 r. obsługę systemami kanalizacyjnymi i oczyszczalniami ścieków ok. 28,7 mln mieszkańców Polski, w tym blisko 100% ludności miejskiej i ok. 60% ludności wiejskiej [KPOŚK 2005].

Trzecia Aktualizacja KPOŚK została zatwierdzona przez Radę Ministrów w dniu 1 lutego 2011r. (AKPOŚK 2010). Celem trzeciej Aktualizacji Programu było ustalenie realnych terminów zakończenia inwestycji w aglomeracjach, które ze względu na opóźnienia inwestycyjne nie zrealizują zaplanowanych zadań do końca 2010 r. Dlatego też, AKPOŚK2010 swoim zakresem objęło wyłącznie zmiany dotyczące terminów realizacji inwestycji. W wyniku analizy stanu zaawansowania realizacji inwestycji oraz przyczyn zaistniałych opóźnień ustalono, że sytuacja dotyczy 126 aglomeracji. KPOŚK jest instrumentem wdrażania dyrektywy Rady 91/271/EWG w odniesieniu do obniżenia poziomu zanieczyszczeń biodegradowalnych w oczyszczalniach < 2000 RLM oraz redukcji związków azotu i fosforu. Dla potrzeb wypełnienia pozostałych wymagań dyrektywy 91/271/EWG opracowano:

- program wyposażenia w oczyszczalnie ścieków aglomeracji < 2000 RLM, posiadających w dniu przystąpienia Polski do UE systemy kanalizacji sanitarnej.
- program wyposażenia zakładów przemysłu rolno-spożywczego o wielkości 4000 RLM, odprowadzających ścieki bezpośrednio do wód, w urządzenia zapewniające wymagane przez polskie prawo standardy ochrony wód.

Uwzględniając stopień zaludnienia [GUS 2010], można stwierdzić, że w Polsce na terenach wiejskich i w miejscowościach do 15000 RLM mieszka ok. 52% mieszkańców. Wymagania stawiane oczyszczalniom ścieków w RM [Rozporządzenie Ministra Środowiska 2006] wykazują jednoznacznie, że ponad połowa ścieków w Polsce nie będzie oczyszczana z substancji biogenych. Należy przy tym mieć świadomość, że większość tych ścieków powstaje na terenach źródłiskowych naszych rzek oraz, że część tych ścieków trafia praktycznie bez oczyszczania do wód podziemnych (w przypadku źle zaprojektowanych i nieprawidłowo eksploatowanych indywidualnych systemów oczyszczania tzw. „oczyszczalni przydomowych”). W opisie [Rozporządzenie Ministra Środowiska 2008] obszarów wrażliwych podaje się, że są to m.in. akweny, w których może występować kumulacja zanieczyszczeń. W związku z tym nie uznano wód płynących, jako zagrożonych tym zjawiskiem. Procesy samooczyszczania [Sadecka 2009] jako wypadkowa: procesów biochemicznej mineralizacji zanieczyszczeń w warunkach tlenowych i beztlenowych, dopływu tlenu do układu, procesu sedymentacji, sorpcji, wpływu budowli wodnych, dopływów bocznych, itp. nie usuwają całego ładunku zanieczyszczeń wprowadzonego w obszarach źródłiskowych, a jedynie przesuwiają go w innej postaci w dół rzeki. W przy-

padku dużego ładunku zanieczyszczeń lub też większej ilości punktowych zrzutów nawet z niedużych ośrodków, ładunek zanieczyszczeń również w wodzie płynącej ulega kumulacji. Potwierdza to stan czystości naszych wód powierzchniowych, w których w większości przypadków odnotowuje się ponadnormatywne zawartości związków biogenych i wskaźników sanitarnych.

### OCENA STANU CHEMICZNEGO JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD

Zgodnie z danymi inspekcji Ochrony Środowiska [Inspekcja Ochrony Środowiska 2010] ocena stanu chemicznego jednolitych części wód w latach 2007-2009 wykonana została w oparciu o rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku przez porównanie stężeń zmierzonych substancji chemicznych, w tym tzw. substancji priorytetowych, z dopuszczalnymi wartościami granicznymi ujętymi w załączniku 8 w/w rozporządzenia. Wyniki pomiarów w monitoringu diagnostycznym i operacyjnym pozwoliły na ocenę stanu chemicznego 341 jednolitych części wód. Ocena stanu chemicznego wykazała, że spośród 154 jednolitych części wód objętych badaniami substancji chemicznych, w tym priorytetowych, w ramach monitoringu diagnostycznego dobry stan chemiczny osiągnęło 31. W 123 jednolitych częściach wód stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych wartości substancji z grupy substancji priorytetowych. Stan chemiczny tych części wód sklasyfikowano jako „poniżej dobrego”.

Spśród 187 jednolitych części wód objętych w latach 2007-2009 badaniami substancji priorytetowych w ramach monitoringu operacyjnego dobry stan chemiczny osiągnęło 73. W 114 jednolitych częściach wód stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych wartości substancji z grupy substancji priorytetowych. Stan chemiczny tych części wód sklasyfikowano jako „poniżej dobrego”. W grupie wskaźników fizyczno-chemicznych przekroczenie wartości granicznych dla stanu dopuszczalnego dotyczyły przede wszystkim: BZT<sub>5</sub>, ogólnego węgla organicznego, azotu ogólnego Kjeldahla i fosforu ogólnego. Natomiast wśród substancji syntetycznych i niesyntetycznych dopuszczalne stężenia najczęściej przekraczały fenole lotne, glin i selen.

Sumując poruszone wyżej aspekty otrzymuje się obraz, z którego wynika, że pomimo poniesionych olbrzymich nakładów finansowych, organizacyjnych itp. stan wód powierzchniowych w Polsce nie będzie z pewnością odpowiadał założeniom Dyrektywy, ani nie będzie adekwatny do zastosowanych środków.

Przyczyna takiego stanu rzeczy tkwi w źle pojętych wymaganiach stawianych oczyszczalniom ścieków jak również złych zasadach ekonomii.

Dowodem na to są m.in. kryteria stosowane w przetargach ogłaszanych na zaprojektowanie oczyszczalni ścieków. Pomimo tego, że ustawa o zamówieniach publicznych dosyć dokładnie precyzuje, jakie kryteria powinny być zasto-

sowane: jedynym kryterium jest „najniższa cena”. Czyli inaczej: nieważne, jak jest zaprojektowana technologia oczyszczania ścieków i przeróbki osadów ściekowych byle by wykonanie inwestycji było tanie.

### MAŁE OCZYSZCZALNIE ŚCIEKÓW

Istnieją w Polskiej rzeczywistości małe (do 10000 m<sup>3</sup>/d) oczyszczalnie ścieków zaprojektowane w technologii z usuwaniem związków azotu i fosforu, ale w czasie kilkuletniej eksploatacji nie uzyskuje się w tych obiektach wysokiej efektywności usuwania tej grupy zanieczyszczeń. Sytuację pogłębia fakt, że dla tych oczyszczalni prawdopodobnie uznano, że systemy zintegrowanego usuwania związków węgla, azotu i fosforu są zbyt kosztowne i dla oczyszczalni < 15000 RLM nie normuje się zrzutów związków azotu i fosforu do odbiorników, którymi są przede wszystkim wody powierzchniowe płynące [Sadecka 2009]. Pogląd ten jest zdaniem autorów całkowicie niesłuszny. Niezależnie jednak od tego, w odróżnieniu od Europy, problem małych oczyszczalni w Polsce nie jest problemem marginalnym i absolutnie nie wolno było przyjmować wprost rozwiązań europejskich. Rozproszona zabudowa wiejska okazała się więc „rajem” dla różnego rodzaju podmiotów produkujących tzw. „oczyszczalnie przydomowe”. W prawie polskim funkcjonuje określenie „indywidualny system oczyszczania ścieków”. Niestety systemy [Świgoń 2009] te, poprzez różne lobbingsi, wyparty zbiorniki bezodpływowe, które prawidłowo eksploatowane, są bezpiecznym sposobem odbierania ścieków od indywidualnych dostawców nie podłączonych do kanalizacji. Dla wykazania, że proponowane na rynku „przydomowe oczyszczalnie ścieków” nie są de facto oczyszczalniami wystarczy przytoczyć niektóre parametry podawane przez producentów. Na przykład: większość producentów podaje, że osad z ich „przydomowych oczyszczalni” ścieków należy usuwać co dwa lata, przy wielkości zbiornika 1 do 1,5m<sup>3</sup>. Niektórzy okres ten skracają do pół roku. Nietrudno policzyć, jaki ładunek zanieczyszczeń będzie odprowadzany do ziemi, przy dwuletnim cyklu usuwania osadów. Jeśli w rozwiązaniach takich, prowadzone jest napowietrzanie, to ostatecznie z dużym trudem można przyjąć, że odbiornikiem tak oczyszczonych ścieków poprzez drenaż jest grunt. Jednak wielu producentów podaje, że faza tlenowa (napowietrzanie) odbywa się właśnie w drenażu. Chyba nikt nie podejmie się udowodnić, że w gruncie tym nie następuje kumulacja zanieczyszczeń, które przenoszą się dalej do wód gruntowych nawet, gdy będzie spełniony warunek (co jest rzadkością) półtorametrowej odległości drenażu od zwierciadła tych wód.

### ZBIORNIKI BEZODPŁYWOWE, A PRZYDOMOWE OCZYSZCZALNIE ŚCIEKÓW

Po sprawdzeniu cen bardziej rozbudowanych „przydomowych oczyszczalni ścieków” z systemem napowietrzania, okazało się, że koszt takiego urządzenia (~12 tys. zł dla 1 rodziny) kształtuje się na poziomie kilkudziesięciometrowego przyłącza kanalizacyjnego (~320 zł/m). Rzeczywisty efekt ekologiczny natomiast, dla obu rozwiązań (kanalizacja, system indywidualny) nie da się nawet porównać. Przy większych odległościach od przebiegu głównych tras kanalizacyjnych, „oczyszczalnia przydomowa” „ekonomicznie” niestety wygrywa z punktu widzenia nakładów inwestycyjnych.

Przegrywa natomiast w tym aspekcie ze zbiornikiem bezodpływowym, który jest zdecydowanie tańszy (~4,5 tys. zł/10 m<sup>3</sup> objętości). Wygrywa znowu niestety w kosztach eksploatacji, bo ścieki ze zbiornika bezodpływowego trzeba usunąć w ilości około 3 m<sup>3</sup>/osobę na miesiąc, a z „oczyszczalni przydomowej”, jak wspomniano wcześniej, wystarczy usunąć osad np. raz na 2 lata. Wydawać by się mogło, że przytoczono powyżej dane oczywiste, łatwe do zidentyfikowania i zrozumienia nawet dla nie fachowca.

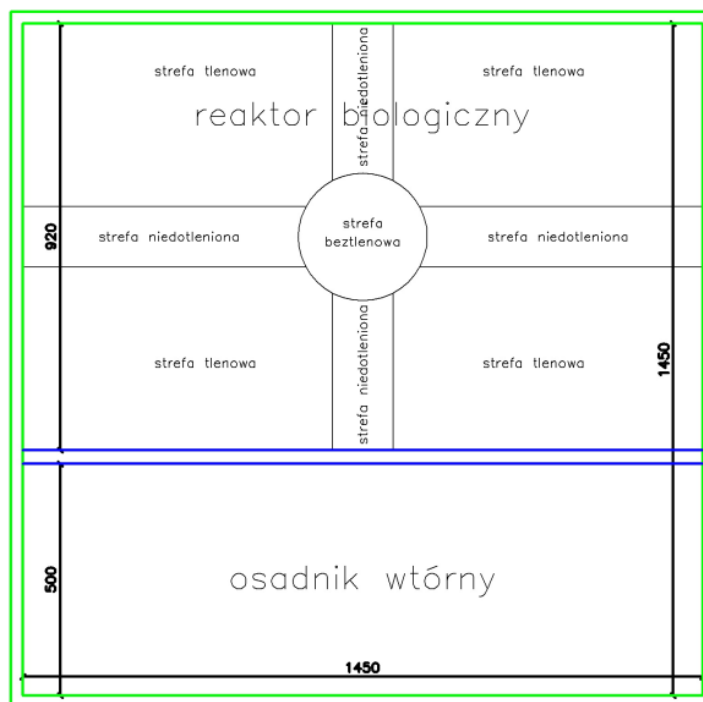
Dlaczego więc jest tak, że w wielu przypadkach, coraz dalej brnie się w te nie do przyjęcia rozwiązania. Należy podejrzewać, że wiele grup producentów zarówno „oczyszczalni przydomowych”, jak i systemów większych, ale do 15'000 RLM potrafi skutecznie lobbować swoje rozwiązania, a system prawny w Polsce (prawo wodne, prawo ochrony środowiska) nie stwarza nacisków na generowanie i kreowanie nowych, sprawnych technologii, a prawo zamówień publicznych wręcz eliminuje wdrażanie jakiegokolwiek postępu.

### ROZWIĄZANIA DLA OCZYSZCZALNI <15000 RLM

Aby rzeczywiście spełniać założenia i wytyczne wynikające z przystąpienia Polski do UE należy generalnie zacząć uzdrawiać sytuację w Polsce w obszarze do 15 tyś. RLM, wprowadzając stosowne korekty w przepisach prawnych. Można wykazać, że przy takich samych, bądź mniejszych nakładach inwestycyjnych i znacznym ograniczeniu kosztów eksploatacji (w porównaniu z oczyszczalniami z usuwaniem tylko związków organicznych), można budować oczyszczalnie do 15000 RLM, w których uzyskuje się wysokoefektywne oczyszczanie ścieków z usuwaniem związków biogenych. Uzdrowienie sytuacji należy zacząć od zabiegów najprostszych np. przekształcić większość tzw. „przydomowych oczyszczalni” ścieków na zbiorniki bezodpływowe, z których ścieki wywożone będą do oczyszczalni wg. określonych harmonogramów, a efektywność ich oczyszczania będzie podlegała kontroli.

Harmonogramy takie sporządzić powinien eksploatacysta systemu kanalizacyjnego i oczyszczalni w gminie / mieście. Gminne / miejskie oczyszczalnie ścieków należy, zgodnie z obowiązującym w Polsce prawem, wyposażyć w punkty zlewnie przystosowane do przyjęcia odpowiedniej ilości ścieków dowożonych oraz zbiorniki retencyjne służące do uśredniania i odświeżania ścieków dowożonych. Można na ten cel przeznaczyć kwoty wynikające z różnicy pomiędzy ceną szamba, a fundowanej przez Gminę „oczyszczalni przydomowej”. Powszechnie można znaleźć w biuletynie zamówień publicznych przetargi organizowane przez Inwestorów publicznych na dostarczenie i zainstalowanie nawet kilkuset „oczyszczalni przydomowych”. Przykładem może być pewna gmina w województwie łódzkim, która zamierza zainstalować 321 oczyszczalni przydomowych w cenie około 12 tys. zł/kpl. Daje to kwotę około 3.852 tys. zł. Gdyby w to miejsce wybudowano zbiorniki bezodpływowe o pojemności 10 m<sup>3</sup> każdy, gmina zainwestowałaby 321 x 4,5 tys. zł = 1.445 tys. zł. Różnica wynosi 2,4 mln. zł. Jednocześnie ta sama gmina, w celu kompletnego uporządkowania gospodarki wodno-ściekowej, rozbudowuje oczyszczalnię ścieków z przepustowością 200 do 400 m<sup>3</sup>/d (4700 MR). Koszt tej rozbudowy wraz z modernizacją wyceniony jest na kwotę 3,6 mln. zł. Zaoszczędzona kwota „na oczyszczalniach przydomowych” stanowi więc 67% kosztów rozbudowy oczyszczalni. Załóżmy jednak, że w ten sposób „zaoszczędzonych pieniędzy” nie można przełożyć na inny segment tego samego programu, a musi być ona wykorzystana na dofinansowanie systemów indywidualnych. Za tę kwotę można kupić np. najwyższej klasy wóz asenizacyjny również z osprzętem do obsługi sieci. Można by wreszcie przez całe lata na różne sposoby „dofinansowywać” eksploatację szamb przy właściwie chronionym środowisku.

Generalnie należy stwierdzić, że to co określili lobbyści usiłują wykazać, że jest tanio, tak naprawdę nie jest ani tanio, ani po inżyniersku, ani nie przyczynia się do ochrony środowiska. Rozpowszechnianie informacji o wysokich nakładach inwestycyjnych dla reaktorów biologicznych z usuwaniem związków biogennych nie ma inżynierskiego uzasadnienia i jest po prostu mitem. Prawdopodobnie opinia, że reaktory trójfazowe są drogie w nakładach inwestycyjnych i skomplikowane w sterowaniu wzięła się z doświadczeń związanych z budową i eksploatacją porcjowych reaktorów typu SBR. Wiadomo, że prawidłowo zaprojektowana i wybudowana oczyszczalnia z technologią SBR powinna mieć albo duży zbiornik retencyjny (kubatura dodatkowa) lub co najmniej dwa naprzemiennie działające ciągi technologiczne (dla małych oczyszczalni nie do końca uzasadnione). Skutkiem tego, kubatura całkowita reaktora SBR jest znacznie większa niż kubatura reaktora przepływowego łącznie z osadnikiem wtórnym.



Rys. 1. Schemat przeprojektowanego reaktora SBR na reaktor przepływowy z osadnikiem wtórnym [Dane eksploatacyjne]

Fig. 1. Scheme redesigned SBR reactor at flow reactor with sludge secondary settler [Exploitation data]

Różnice te można wykazać na przykładzie oczyszczalni ścieków w Brzozowie koło Rzeszowa. W oczyszczalni zaprojektowano i już wykonano zbiornik żelbetowy dla reaktora SBR o przepustowości 300 m<sup>3</sup>/d. Kubatura zbiornika wynosiła 1260 m<sup>3</sup>.

Reaktor ten przeprojektowano na hybrydowy z zatopionym, nieruchomym złożem przepływowym, wydzielając jednocześnie z istniejącego zbiornika osadnik wtórny o przepływie poziomym. Schemat przeprojektowanego reaktora SBR na reaktor przepływowy przedstawiono na rys. 1.

Po przeprojektowaniu reaktora na przepustowość 800 m<sup>3</sup>/d, parametry kubaturowe są następujące: objętość reaktora 830 m<sup>3</sup>, objętość osadnika – 430 m<sup>3</sup>. Nakłady na obiekty budowlane zwiększono tylko o kilkanaście tysięcy złotych (wybudowanie ściany oddzielającej osadnik od reaktora biologicznego). Całkowity wzrost wszystkich nakładów inwestycyjnych nie przekroczył 20%; zmiany te nie wymagały ogłoszenia nowego przetargu (2003 r.), a przepustowość reaktora zwiększono 2,5 razy. Skuteczność tak przeprojektowanego reaktora, przy przeciążeniu nawet do 1200 m<sup>3</sup>/d (sierpień 2009 r. – wraz ze ściekami



dowożonymi) potwierdzają wyniki badań ścieków oczyszczonych, przedstawione w tabeli 1.

W przypadku Brzozowa, nakłady inwestycyjne na reaktor SBR wynosiły 2,2 raza więcej w przeliczeniu na 1 m<sup>3</sup> przepustowości oczyszczalni w stosunku do reaktora hybrydowego. Również porównanie mocy zainstalowanej, która bezpośrednio przekłada się na koszty eksploatacji, wychodzi zdecydowanie na korzyść reaktora hybrydowego. Wersję pierwotną SBR zaprojektowano na moc zainstalowaną 47 kW dla 300 m<sup>3</sup>/d. Po zmianie na reaktor hybrydowy, zainstalowano 37 kW dla 800 m<sup>3</sup>/d.

*Tab. 1. Parametry ścieków oczyszczonych w oczyszczalni w Brzozowie [Dane eksploatacyjne]*

*Tab. 1. The parameters in the treated sewage effluent in Brzozów [Exploitation data]*

| Data       | Oznaczenie         | Jednostka            | Wynik          | Wymagania zgodne z RM [3] |
|------------|--------------------|----------------------|----------------|---------------------------|
| 13.10.2003 | BZT <sub>5</sub>   | mg O <sub>2</sub> /l | <b>13,0</b>    | 25                        |
| 13.10.2003 | ChZT <sub>Cr</sub> | mg O <sub>2</sub> /l | <b>38</b>      | 125                       |
| 13.10.2003 | Zawiesina og.      | mg/l                 | <b>&lt; 10</b> | 35                        |
| 13.10.2003 | Azot ogólny        | mg N/l               | <b>4,29</b>    | 15                        |
| 13.10.2003 | Fosfor ogólny      | mg P/l               | <b>0,56</b>    | 2                         |
| 12.08.2009 | BZT <sub>5</sub>   | mg O <sub>2</sub> /l | <b>3,3</b>     | 25                        |
| 12.08.2009 | ChZT <sub>Cr</sub> | mg O <sub>2</sub> /l | <b>48</b>      | 125                       |
| 12.08.2009 | Zawiesina og.      | mg/l                 | <b>13</b>      | 35                        |
| 19.08.2009 | BZT <sub>5</sub>   | mg O <sub>2</sub> /l | <b>2,5</b>     | 25                        |
| 19.08.2009 | ChZT <sub>Cr</sub> | mg O <sub>2</sub> /l | <b>52</b>      | 125                       |
| 19.08.2009 | Zawiesina og.      | mg/l                 | <b>4,6</b>     | 35                        |
| 19.08.2009 | Azot ogólny        | mg N/l               | <b>5,73</b>    | -                         |
| 19.08.2009 | Fosfor ogólny      | mg P/l               | <b>0,69</b>    | -                         |

Tak więc wskaźnik zainstalowanej mocy w przypadku reaktora SBR wynosi:  
 $300 / 47 = 156,6 \text{ W/1 m}^3/\text{d}$ ,  
 a dla reaktora hybrydowego:  
 $800 / 37 = 46,25 \text{ W/1 m}^3/\text{d}$ .

Reaktor hybrydowy potrzebuje więc 3,4 razy mniej mocy zainstalowanej w przeliczeniu na 1 m<sup>3</sup> takich samych ścieków.

Wszystkie te aspekty dostrzegli decydenci w Brzozowie i już w 2002 roku dokonali omówionych wyżej zmian. Jeden przeprojektowany reaktor o przepustowości 800 m<sup>3</sup>/d eksploatowany był do 2008 roku, kiedy to dobudowano następną kubaturę, tej samej wielkości jak poprzednia, wynosząc osadnik wtórny na zewnątrz. Osiągnięto dzięki temu łączną przepustowość 1800 m<sup>3</sup>/d w miej-

scu, gdzie miała powstać oczyszczalnia w technologii SBR na przepustowość 600 m<sup>3</sup>/d.

Jak wspomniano wcześniej, hybrydowy reaktor w Brzozowie [Dane eksploatacyjne] obciążany był przepływem 1200 m<sup>3</sup>/d, i to z tego okresu pochodzą wyniki z sierpnia 2009r (tab. 1). Stężenie zanieczyszczeń w ściekach surowych mierzone wartością BZT<sub>5</sub> wynosiło 378 g/m<sup>3</sup>.

Daje to jednostkowe obciążenie reaktora 0,55 kgBZT<sub>5</sub>/1 m<sup>3</sup> komory na dobę, przy czasie trwania procesu oczyszczania 16 godzin.

Są to parametry wysoko obciążonego reaktora działającego bez usuwania związków biogenych. Jak wykazują jednak wyniki badań z lat 2003, 2009 (tab. 1) dzięki zastosowaniu zanurzonych, nieruchomych złóż przepływowych, które jednocześnie wydzielają strefy funkcjonalne w reaktorze, w reaktorze uzyskuje się wysokoefektywną redukcję zanieczyszczeń organicznych oraz związków biogenych.

Z danych eksploatacyjnych wynika więc, że jeśli mamy nawet wysoko obciążoną oczyszczalnię przepływową, to wystarczy jej kubaturę podzielić na strefy funkcjonalne (beztlenową, tlenową i niedotlenioną) ścianami z przepływowych złóż biologicznych [Sadecka i Waś 2007], żeby bez zwiększonych nakładów eksploatacyjnych usuwać ze ścieków w takiej oczyszczalni również substancje biogenne.

#### LITERATURA

1. INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2010
2. DYREKTYWA 2000/60/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz.U.UE L z dnia 22 grudnia 2000 r.)
3. ROZPORZĄDZENIE 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 (Dz. U. 2006 nr 137 poz. 984)
4. ŚWIGOŃ Z.: *Indywidualne systemy oczyszczania ścieków*. Rynek Instalacyjny, wrzesień 2009
5. SADECKA Z., WAŚ J.: *Procesy tlenowo-beztlenowe w cyrkulacyjnym przepływowym reaktorze biologicznym*. Wydawnictwo Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2007
6. SADECKA Z.: *Problem ścieków dowożonych do oczyszczalni taborem asenizacyjnym*. BMP Ochrona Środowiska. 2009, nr 2, 51-54
7. SADECKA Z.: *Wymagania stawiane oczyszczalniom ścieków w aspekcie odbiorników ścieków oczyszczonych*. Forum Eksploatatora. 2009, nr 5, 38-43

8. KPOŚM (Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych). Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2005 r. (i aktualizacje)
9. GUS: Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2010 r.
10. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. (Dz. U. z dnia 9 września 2008 r.) wytyczne w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych
11. Dane eksploatacyjne. Oczyszczalnia ścieków w Brzozowie. Materiały archiwalne

### **BIOGENIC COMPOUNDS REMOVAL FROM WASTEWATER IN WASTEWATER TREATMENT PLANT LESS THAN 15,000 POPULATION EQUIVALENT**

#### *S u m m a r y*

*The paper presents the main issues for water and sewage administration on the guidelines of the National Program of Municipal Wastewater in the context of small wastewater treatment. Attention was drawn to the necessity and possibility of nitrogen and phosphorus removal in highly efficient wastewater treatment plant in population equivalent <15 000.*

Key words: small wastewater treatment plants, nitrogen, phosphorus