

Grzegorz Budzisz

Oczyszczalnia ścieków „Warta” S.A. w Częstochowie

Test techniczny z zastosowaniem preparatu KEM-DN jako zewnętrznego źródła węgla do poprawy procesu denitryfikacji w bioreaktorach Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Częstochowie

Centralna Oczyszczalnia Ścieków (COŚ) w Częstochowie, zaprojektowana początkowo jako klasyczna oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna, została poddana modernizacji, której ostatni etap, prowadzony w latach 2005-2008, dotyczył dostosowania oczyszczalni do zwiększonych wymagań ekologicznych. W wyniku wprowadzonych zmian modernizacyjnych układ technologiczny części ściekowej oczyszczalni, przedstawiony na rysunku 1, obejmuje aktualnie następujące procesy jednostkowe:

- cedzenie ścieków na kratkach mechanicznych,
- usuwanie piasku w piaskownikach poziomych,
- usuwanie tłuszczu w odtłuszczaczu napowietrzonym,
- usuwanie zawiesin łatwoopadalnych w radialnych osadnikach wstępnych,
- oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego w wielofunkcyjnych reaktorach biologicznych (utlenianie związków organicznych, nityfikacja, denitryfikacja i biologiczna defosfatacja),
- symultaniczne strącanie fosforanów związkami żelaza,
- sedymentacja i zagęszczanie zawiesin osadu czynnego w osadnikach wtórnych oraz ich recyrkulacja do reaktorów biologicznych,
- odprowadzenie oczyszczonych ścieków do odbiornika.

1. Warunki pracy części ściekowej oczyszczalni

Skład dopływających ścieków odbiega nieco od składu typowych ścieków bytowo-gospodarczych, na co wskazują niższe wartości stosunku $BZT_5/ChZT$ i BZT_5/Nog . Oznacza to, że dopływające ścieki zawierają zanieczyszczenia organiczne trudniej rozkładalne biologicznie oraz że ich skład utrudnia biologiczne usuwanie azotu ze względu na występujący w nich niedobór węgla organicznego, w porównaniu z typowymi ściekami bytowo-gospodarczymi.

Oczyszczalnia uzyskuje bardzo dobre wyniki w zakresie usuwania związków organicznych ($ChZT$ i BZT_5), zawiesin i fosforu ogólnego. Stężenia tych wskaźników zanieczyszczeń są niższe od wartości dopuszczalnych od około 70% ($ChZT$) do około 30% (fosfor ogólny). Na poziomie zbliżonym do wartości dopuszczalnych kształtowało się stężenie azotu ogólnego oraz procent redukcji.

Problemy z usuwaniem azotu występują zwłaszcza w okresie zimowym, przy spadku temperatury w bioreaktorach poniżej $12^{\circ}C$. Zahamowany zostaje proces nityfikacji. Z kolei w okresie letnim występują okresowo problemy z denitryfikacją (deficyt łatwo przyswajalnych związków węgla) przy pełnej nityfikacji.

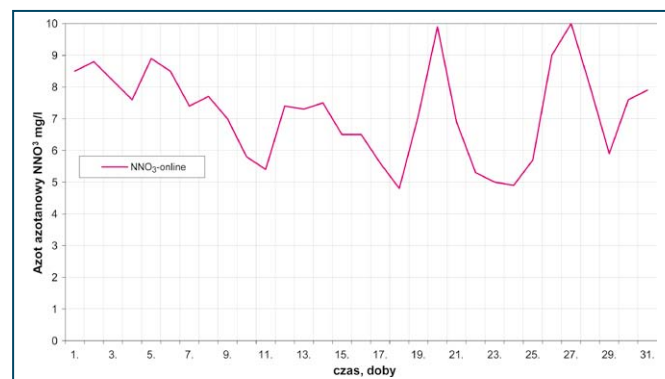
W reaktorach biologicznych utrzymywany jest wystarczająco długi wiek osadu, aby zapewnić optymalne warunki prowadzenia procesu oczyszczania w zakresie utleniania związków organicznych i nityfikacji. W korzystnych warunkach pracują również osadniki wtórne, na co wskazuje obciążenie ich powierzchni objętością osadu zagęszczonego [jest prawie 2-krotnie niższe od wartości dopuszczalnej ($500 \text{ dm}^3/\text{m}^2 \text{ h}$)].

Uwzględniając aktualne warunki, w jakich funkcjonuje Centralna Oczyszczalnia Ścieków w Częstochowie, można wskazać kilka podstawowych czynników zewnętrznych i wewnętrznych wpływających na końcową efektywność usuwania azotu w oczyszczanych ściekach. Są to m.in.:

- skład chemiczny (deficyt związków organicznych łatwo przyswajalnych) i nierównomierność dopływu ścieków surowych,
- odcieki z części osadowej zawracane na początek części ściekowej oczyszczalni,
- ograniczenia technologiczne w stopniu biologicznym oczyszczalni,
- stężenie osadu czynnego w reaktorach biologicznych,
- stężenie tlenu rozpuszczonego w strefach nityfikacji reaktorów biologicznych,
- stężenie tlenu rozpuszczonego w strefach denitryfikacji reaktorów biologicznych,
- wielkość (stopień) recyrkulacji wewnętrznej ze strefy nityfikacji do denitryfikacji.

W poszczególnych strefach reaktorów biologicznych zachodzą następujące przemiany azotanów:

1. W strefie defosfatacji (DF) i w strefie denitryfikacji (DN), stanowiących jedną hydrauliczną całość, zachodzi:
 - denitryfikacja wstępna z wykorzystaniem węgla organicznego zawartego w ściekach, zależna od całkowitego stopnia recyrkulacji (wewnętrzna + zewnętrzna) i stosunku BZT_5/Nog w ściekach oczyszczonych mechanicznie,
 - denitryfikacja symultaniczna z wykorzystaniem wewnątrzkomórkowego źródła węgla, zależna od ilości



Rys. 1. Azot azotanowy w ściekach oczyszczonych lipiec 2010 (pomiar on-line – wartości średniodobowe)

osadu i czasu zatrzymania ścieków w strefie oraz od ilości dostępnych azotanów, które nie zostały zredukowane w ramach denitryfikacji wstępnej.

2. W strefie nityfikacji zachodzi denitryfikacja symultaniczna z wykorzystaniem wewnątrzkomórkowego źródła węgla, zależna od ilości osadu i czasu zatrzymania ścieków w tej strefie.

W osadnikach wtórnych zachodzi denitryfikacja symultaniczna z wykorzystaniem wewnątrzkomórkowego źródła węgla w strefie osadu zagęszczonego, zależna od ilości osadu zgromadzonej w strefie zagęszczania i czasu tego procesu.

Ocena warunków pracy stopnia biologicznego COŚ w Częstochowie wykazała, że realizowany tam proces biologicznego usuwania azotu nie spełnia w niektórych okresach wymaganych norm ekologicznych. W celu rozwiązania tego problemu oczyszczalnia powinna zmniejszyć zawartość azotu ogólnego w odpływie w skali roku średnio o 2-3 gN/m³. Osiągnięcie tego efektu w praktyce jest możliwe po wyeliminowaniu czynników ograniczających sprawność procesu nityfikacji i denitryfikacji.

Zwiększenie sprawności procesu usuwania azotu można uzyskać poprzez:

- zmniejszenie nierównomierności dopływu ścieków do reaktorów,
- korektę niektórych parametrów technologicznych,
- poprawę niekorzystnego składu oczyszczanych ścieków (zewnętrzne źródło węgla).

2. Wstępny test techniczny z zastosowaniem preparatu KEM-DN

W lipcu 2010 r. zdecydowano się na przeprowadzenie testu technicznego z dozowaniem zewnętrznego źródła węgla (preparat KEM-DN) w celu poprawy niekorzystnego składu ścieków oczyszczanych, a tym samym i procesu denitryfikacji.

Wybrano punkt/miejsce dozowania produktu oraz jego dawkę. Czas trwania testu – od 1 lipca do 25 lipca z trzydniową przerwą w dozowaniu w dniach 17-19 lipca. Zużyto 30 ton preparatu. Dawka początkowa uśredniona preparatu – ok. 30 g/m³. Dozowanie ciągłe. Od dnia 8 lipca zwiększono dawkę preparatu do ok. 33 g/m³. Dozowanie zakończono w dniu 25 lipca 2010 r.

Poniżej w tabeli przedstawiono efekty/wyniki wstępnego testu technicznego z zastosowaniem preparatu KEM-DN.

Dawkowanie preparatu do komory K7:

- od 01.07.2010 dawka preparatu – 30 g/m³
- od 07.07. do 16.07.2010 – dawka 33 g/m³
- od 16 do 20.07.2010 przerwa w dozowaniu preparatu
- od 20.07.2010 wznowiono dawkowanie preparatu (6 ton) – dawka 30 g/m³
- W dniu 25/26.07 zakończono dozowanie preparatu.

Na rys. 1 przedstawiono przebieg zmian azotu azotanowego w ściekach oczyszczonych w lipcu 2010 r. (pomiar on-line). Na wykresie widać gwałtowny wzrost stężenia azotu azotanowego w okresach braku dozowania preparatu KEM-DN.

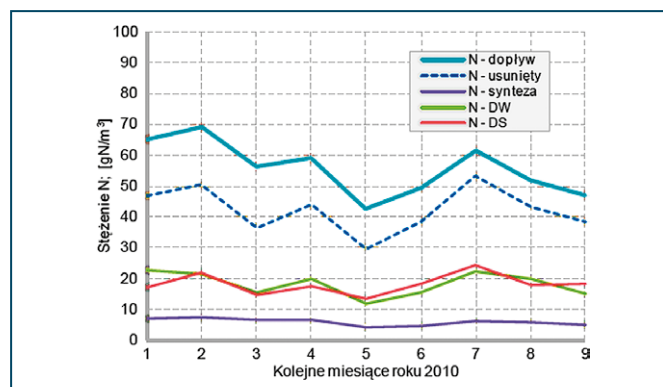
Poglądowy bilans przemian azotu w stopniu biologicznym oczyszczalni, opracowany na podstawie danych z okresu styczeń-wrzesień 2010 r., przedstawiono na rysunku 2.

3. Podsumowanie

Oczekiwanym efektem zastosowania preparatu było uzyskanie poprawy denitryfikacji i znacznie większej redukcji azotu ogólnego. Za okres 01.05.2010÷30.06.2010 wartość

Tab. 1. Azot ogólny w ściekach oczyszczonych. Testy techniczne dozowania preparatu KEM-DN (lipiec 2010 r.)

Data d-m-r	Ścieki oczyszczone				Uwagi	
	Nog gN/m ³ 10,0	N-NO ₃ gN/m ³	N-Kjeld gN/m ³	N-NH ₄ gN/m ³		
01-07-10	8,90	7,6	1,3	0,1	Rozpoczęcie dozowania preparatu KEM-DN	
02-07-10				0,1		
03-07-10						
04-07-10						
05-07-10	9,20	7,92	1,31	0,0		
06-07-10				0,3		
07-07-10	5,90	3,64	2,15	0,5		
08-07-10	9,10	6,92	2,16	0,1		
09-07-10	9,60	7,48	2,04	0,0		
10-07-10						
11-07-10					Zakończenie dozowania / 24 Mg prep./	
12-07-10	8,50	6,60	1,82	0,1		
13-07-10	9,30	7,32	1,89	0,3		
14-07-10				0,2		
15-07-10				0,1		
16-07-10				0,4		
17-07-10						Przerwa w dozowaniu preparatu
18-07-10						
19-07-10	7,50	5,28	2,19	0,4		
20-07-10				0,2		Rozpoczęcie dozowania preparatu KEM-DN /6Mg/
21-07-10				0,1		
22-07-10			1,4	0,1		
23-07-10	6,50	4,68	1,84	0,1		
24-07-10					Zakończenie dozowania preparatu	
25-07-10						
26-07-10	6,80	5,76	0,98	0,1	Przerwa w dozowaniu preparatu	
27-07-10	11,00	9,48	1,32	0,1		
28-07-10				0,5		
29-07-10				0,1		
30-07-10				0,9		
31-07-10						
Średnia	8,39	6,61	1,7	0,2		



Rys. 2. Zmiany jednostkowych ilości azotu określające sposób jego usuwania w stopniu biologicznym oczyszczalni w kolejnych miesiącach roku 2010

średniobowa azotu azotanowego wynosiła 9,0 mgN/l, a w okresie testu – 01.07.2010 25/26.07.2010 – wartość średniobowa wyniosła 6,3 mgN/l. Średnia redukcja azotu azotanowego wyniosła ok. 30%.

Z wykresu bilansu przemian azotu (rys. 2) można zauważyć, że największą ilość usuwanego azotu uzyskano w lipcu, co potwierdza skuteczność preparatu KEM-DN jako źródło zewnętrznego węgla organicznego dozowanego do reaktorów biologicznych.

W świetle przedstawionych wyżej wyników preparat KEM-DN skutecznie poprawia proces denitryfikacji/redukcji azotu.