

Przykład obliczeniowy doboru rozcieńczenia do oznaczenia oraz obliczenie wartości BZT₅

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT₅) wyraża ilość tlenu potrzebną do utlenienia związków organicznych zawartych w wodzie i ściekach na drodze przemian biochemicznych w warunkach tlenowych. Całkowite utlenienie związków organicznych zawartych w wodzie i ściekach wymaga długiego czasu – około 20 dni. Jednak najintensywniejsze procesy przebiegają w ciągu pierwszych pięciu dni. Dlatego też jako wskaźnik obciążenia wody i ścieków substancjami organicznymi przyjęto BZT₅. Oznaczenie BZT₅ polega na określeniu zużycia tlenu przez próbkę wody lub ścieków na procesy biochemicznego utleniania związków organicznych w okresie 5-dobowej inkubacji próbki w ściśle określonych warunkach (w temperaturze 293 K, bez dostępu powietrza i światła). BZT₅ stanowi zatem różnicę między zawartością tlenu rozpuszczonego na początku i po 5 dobach inkubacji.

Zawartość tlenu rozpuszczonego w ściekach zwykle nie wystarcza na pokrycie procesów biochemicznego utleniania (w trakcie inkubacji zużywany jest tlen), dlatego w celu oznaczania BZT₅ w ściekach, stosowana jest metoda rozcieńczeń.

Metoda rozcieńczeń oparta jest na oznaczeniu stężenia tlenu rozpuszczonego w rozcieńczonych próbach ścieków. Istotnym etapem w oznaczaniu BZT ta metoda jest ustalanie odpowiedniego rozcieńczenia, które zagwarantuje, że w trakcie inkubacji podaż tlenu do utleniania związków organicznych będzie wystarczająca.

Dobór rozcieńczenia

Dobór rozcieńczeń należy rozpocząć od oznaczenia stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie do rozcieńczeń (jest to woda natleniona, specjalnie preparowana i przeznaczona do oznaczania tlenu rozpuszczonego). Oznaczenie wykonać trzykrotnie, jeśli wyniki są zbliżone – przyjąć średnią wartość. Skrajne wyniki odrzucić. Przykładowo, uzyskano wartości 8,3, 8,4 i 8,2 gO₂/m³ – przyjąć należy stężenie średnie, tj. 8,3 gO₂/m³.

Rozcieńczenie dobierane jest na podstawie utlenialności ścieków. Zakłada się, że BZT₅ ścieków jest średnio trzykrotnie wyższe od utlenialności. Jeśli w badanych ściekach oznaczono utlenialność równą 80 g O₂/m³, należy przyjąć:

$$\text{BZT}_{5 \text{ teoretyczne}} = 3 \cdot 80 = 240 \text{ g O}_2/\text{m}^3$$

Należy założyć, że w trakcie 5 dniowej inkubacji około połowa tlenu w próbce zostanie zużyta na procesy biochemiczne - po 5-dniowym okresie inkubacji, stężenie tlenu rozpuszczonego w próbce wynosić będzie około 4 g O₂/m³. Zatem, przy takim założeniu pozostanie około 4,3 g O₂/m³ (8,3 - 4 = 4,3) na utlenienie substancji organicznych w ciągu 5 dób. Jest to ilość, która musi wystarczyć do utlenienia substancji organicznych.

Zatem, rozcieńczenie obliczamy dzieląc BZT_{5 teoretyczne} przez dostępną ilość tlenu:

$$\frac{240}{4,3} = 55,8 \Rightarrow \text{rozcieńczenie } 1:56$$

Należy przyjąć dwie wartości rozcieńczeń: większą i mniejszą od wartości obliczonej. W przypadku oznaczania BZT₇, w celu zapewnienia dostępnej ilości tlenu podczas 7-dniowej inkubacji, należy przyjmować większe rozcieńczenia – gwarantujące dostępność tlenu podczas 7-dniowej inkubacji (np. 1:50 i 1:100).

Rozcieńczenia prób przygotowuje się w cylindrach miarowych o pojemności 500 cm³. Przygotowując rozcieńczenie 1:50 należy odmierzyć do cylindra 10 cm³ ścieków i uzupełnić **wodą do rozcieńczeń** do poziomu 500. Analogicznie, w przypadku rozcieńczenia 1:100, odmierzyć należy 5 cm³ ścieków i uzupełnić **wodą do rozcieńczeń** do poziomu 500. Alternatywna metoda: rozcieńczenie 1:50 rozcieńczyć dwukrotnie. Po przygotowaniu rozcieńczonych prób, napełnić każdą z nich po dwie butelki tlenówki i opisać w następujący sposób: „1:50 inkubacja”, „1:100 inkubacja”, „1:50 na bieżąco”, „1:100 na bieżąco”. 2 butelki pozostawić do inkubacji na 5 dni, w dwóch pozostałych oznaczyć tlen rozpuszczony metodą Winklera.

Obliczenie BZT₅

Przykładowa tabela pomiarowa:

Nazwa próby	Rozcieńczenie	Rodzaj oznaczenia	Przebieg miareczkowania	Stężenie g O ₂ /m ³	Stężenie uśrednione g O ₂ /m ³
Woda do rozcieńczeń	0	„Na bieżąco 1”	4,2	8,4	8,5
		„Na bieżąco 2”	4,2	8,4	
		„Na bieżąco 3”	4,3	8,6	
		„Po inkubacji 1”	3,9	7,8	7,8
		„Po inkubacji 2”	3,9	7,8	
Ścieki surowe	1:100	„Na bieżąco”	4,1	8,2	
		„Po inkubacji”	1,8	3,6	
Ścieki oczyszczone	1:20	„Na bieżąco”	4,3	8,6	
		„Po inkubacji”	2,7	5,4	

Przykład obliczeniowy dla ścieków surowych (rozcieńczenie 1:100)

$$BZT_5 = \left[(a - b) - \frac{(c - d) \cdot M}{1000} \right] \cdot \frac{1000}{m}, g/m^3$$

gdzie:

- a – zawartość tlenu rozpuszczonego w rozcieńczonej próbce przed inkubacją, g O₂/m³,
- b – zawartość tlenu rozpuszczonego w rozcieńczonej próbce po inkubacji, g O₂/m³,
- c – zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie do rozcieńczeń przed inkubacją, g O₂/m³,
- d – zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie do rozcieńczeń po inkubacji, g O₂/m³,
- M – ilość wody do rozcieńczeń zawartej w 1 dm³ rozcieńczenia, cm³,
- m – ilość badanej próbki zawartej w 1 dm³ rozcieńczenia, cm³.

W omawianym przypadku (1:100), ilość wody do rozcieńczeń w 1 dm³ rozcieńczenia wynosi 990 cm³, a ilość badanej próbki – 10 cm³. Zatem:

$$BZT_5 = \left[(8,2 - 3,6) - \frac{(8,5 - 7,8) \cdot 990}{1000} \right] \cdot \frac{1000}{10} = 390,7 g/m^3$$

Przykład obliczeniowy dla ścieków oczyszczonych (rozcieńczenie 1:20)

$$BZT_5 = \left[(8,6 - 5,4) - \frac{(8,5 - 7,8) \cdot 950}{1000} \right] \cdot \frac{1000}{50} = 16,5 g/m^3$$

Źródło:

Zarządzanie Jakością I Systemami Oczyszczania Wód i Ścieków, Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych TOŚ I stopień, Politechnika Wroclawska