

Badanie jakości wód powierzchniowych

TLEN ROZPUSZCZONY / TEMPERATURA



Woda to serce natury, a jej jakość świadczy o stanie otaczającego nas świata. Każda kropla, która zasila rzeki, jeziora i mokradła, niesie ze sobą opowieść o glebie, roślinach i powietrzu.

Zrozumienie procesów zachodzących w wodach powierzchniowych pozwala nam lepiej chronić naturalne zasoby, dbając o różnorodność życia, które z nich czerpie siłę.

Dlatego monitorowanie i badanie jakości wód to nasza troska o przyszłość.

TLEN ROZPUSZCZONY W WODZIE - KLUCZOWY WSKAŹNIK JAKOŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH

W poprzednim numerze omówiliśmy znaczenie parametrów takich jak pH, przewodność elektrolityczna i potencjał redoks w ocenie jakości wód deszczowych. Zwróciliśmy uwagę na to, że choć woda opadowa może wydawać się czysta, w rzeczywistości zawiera wiele zanieczyszczeń pochodzących z atmosfery i powierzchni terenów zurbanizowanych. Skuteczne monitorowanie tych zmian wymaga połączenia pomiarów ciągłych z analizami laboratoryjnymi. Dzięki temu możliwe jest nie tylko śledzenie ogólnych trendów, ale także szybka identyfikacja nagłych skoków wartości, które mogą świadczyć o zanieczyszczeniach punktowych. W tej części przyjrzymy się zawartości tlenu rozpuszczonego i odpowiemy na pytanie dlaczego jest on kluczowym parametrem w pomiarach jakościowych wód powierzchniowych.

Tlen rozpuszczony [DO - dissolved oxygen] to ilość cząsteczkowego tlenu w wodzie, dostępnego dla organizmów wodnych. Jego obecność determinuje zdolność zbiornika do podtrzymywania życia biologicznego, wpływa na zapach, wygląd, a nawet bezpieczeństwo wody. To również parametr, który błyskawicznie reaguje na zmiany środowiskowe, dlatego pełni rolę czujnika ostrzegawczego.

W naturalnych wodach powierzchniowych typowy poziom tlenu rozpuszczonego mieści się w przedziale 8–10 mg/L. Woda uznawana za silnie zanieczyszczoną może mieć DO poniżej 3,0 mg/l, co często oznacza warunki beztlenowe i obumieranie życia biologicznego.

Do głównych czynników przyczyniających się do deficytu tlenowego należą: nadmierne użyźnianie wód związane z dopływem substancji biogennych, takich jak azotany i fosforany, oraz podwyższona temperatura wody, ograniczająca rozpuszczalność tlenu. Istotnym źródłem problemu są również zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych.

- Latem poziom DO w zbiornikach wodnych może spadać poniżej 4 mg/L – to poziom krytyczny dla wielu organizmów wodnych.
- Niskie DO to idealne warunki dla zakwitów sinic, które są szczególnie problematyczne latem w zbiornikach miejskich i Morzu Bałtyckim. Sinice nie tylko pogarszają jakość wody, ale mogą być toksyczne i powodować koszty związane z uzdatnianiem wody.
- Zimna woda rozpuszcza więcej tlenu – dlatego DO bywa wyższe zimą niż latem, mimo braku roślin.
- Nadmiar DO też jest niebezpieczny – może prowadzić do stresu oksydacyjnego u ryb.

JAKIE MOGĄ BYĆ SKUTKI DLA INFRASTRUKTURY I PLANOWANIA INWESTYCJI

-  Niedotlenienie wód prowadzi do wzrostu ilości osadów i powstawania warunków beztlenowych (np. w zbiornikach retencyjnych), co może zwiększać koszty konserwacji i pogarszać funkcjonowanie zbiorników retencyjnych.
-  W przypadku projektowania zbiorników retencyjnych i systemów odwodnieniowych, monitorowanie DO pozwala wykrywać eutrofizację i planować działania naprawcze.

Jeden zbiornik retencyjny z niskim DO może stać się źródłem odoru, zanieczyszczenia mikrobiologicznego i konfliktu z mieszkańcami.

Monitoring tlenowy pozwala zapanować nad tymi problemami zanim się pojawią.

W 2024 roku w wyniku tzw. przyduchy letniej, spowodowanej wysokimi temperaturami i spadkiem zawartości tlenu w wodzie do poziomu 0,4 mg O₂/l, w Jeziorze Łańsk, w powiecie olsztyńskim, padło około 12,5 tysiąca sielaw, co odpowiadało około jednej tonie biomasy.

 W celu przywrócenia odpowiedniego poziomu tlenu w wodzie, rozpoczęto akcję napowietrzania głębszych partii jeziora. Działania te miały na celu poprawę warunków życia organizmów wodnych, zwłaszcza wrażliwych ryb, takich jak sielawa.

 Olsztyn, dane: www.gov.pl i www.gazetaolsztynska.pl

Temperatura wody odgrywa kluczową rolę w określaniu jej jakości oraz w funkcjonowaniu całego ekosystemu wodnego. Woda o podwyższonej temperaturze naturalnie zawiera mniej rozpuszczonego tlenu, ponieważ zdolność wody do zatrzymywania gazów maleje wraz ze wzrostem temperatury. Taki spadek zawartości tlenu może mieć poważne konsekwencje dla organizmów wodnych, zwłaszcza ryb i bezkręgowców, które potrzebują odpowiedniego poziomu tlenu do przeżycia. Zjawisko to jest szczególnie niebezpieczne latem, gdy temperatury powietrza i wody są najwyższe, a zapotrzebowanie organizmów na tlen rośnie.

Nagłe wzrosty temperatury wody mogą wskazywać na obecność nielegalnych lub niekontrolowanych zrzutów podgrzanych ścieków przemysłowych lub komunalnych. Takie zdarzenia zakłócają naturalne procesy biologiczne w wodzie, np. metabolizm mikroorganizmów i roślin wodnych, a także cykle rozwoju różnych gatunków. Podwyższona temperatura może także sprzyjać rozwojowi patogennych bakterii i glonów, co negatywnie wpływa na zdrowie ekosystemu oraz bezpieczeństwo ludzi korzystających z takich wód.

Rozpuszczalność tlenu w wodzie jest czynnikiem krytycznym dla jakości środowiska wodnego. Zależność ta jest kształtowana zarówno przez prawa fizykochemiczne, jak i procesy biologiczne zachodzące w ekosystemach wodnych. Poniższa analiza opiera się na dwóch wykresach przedstawiających zmiany zawartości tlenu rozpuszczonego (w mg/L) oraz temperatury wody (w °C) w dwóch odmiennych środowiskach: technicznym kanale deszczowym (wykres 1.) oraz biologicznie aktywnym zbiorniku retencyjnym (wykres 2.)



ZALEŻNOŚĆ FIZYKOCHEMICZNA (kanał deszczowy)	ZALEŻNOŚĆ BIOLOGICZNA (zbiornik retencyjny)
W warunkach bez aktywności biologicznej, jak w kanale deszczowym, zawartość tlenu zależy głównie od temperatury – im niższa temperatura, tym większa rozpuszczalność tlenu. Dlatego w nocy obserwowany jest wzrost stężenia DO, a w dzień jego spadek.	W ekosystemach z roślinami i mikroorganizmami stężenie tlenu zależy także od procesów biologicznych – nocą spada mimo chłodu z powodu braku fotosyntezy i zużycia tlenu, a w dzień rośnie dzięki intensywnej fotosyntezie, mimo wyższej temperatury.

Wykres ilustruje, jak temperatura oraz obecność aktywności biologicznej wpływają na poziom tlenu rozpuszczonego w wodzie. Pokazuje również, że sama analiza danych nie wystarczy – do prawidłowej interpretacji wyników niezbędna jest znajomość specyfiki badanego środowiska.

**DLACZEGO WARTO STOSOWAĆ CIĄGŁY MONITORING TLENU ROZPUSTZONEGO
PRZY BADANIU WÓD OPADOWYCH:**

Wczesne ostrzeganie

Pozwala szybko wykryć pogarszającą się jakość wody – zanim pojawią się objawy takie jak śnięcie ryb, zakwity sinic czy nieprzyjemny zapach.

Ocena wpływu opadów

Monitoring pokazuje, jak deszcz wpływa na jakość wody – np. czy po intensywnych opadach następuje spadek DO z powodu dopływu zanieczyszczeń, czy może następuje poprawa dzięki naturalnemu napowietrzeniu.

Reakcja na stres biologiczny

Dzięki stałym pomiarom można szybko zareagować na niekorzystne warunki dla organizmów wodnych, zanim dojdzie do ich masowego obumierania.

Analiza trendów i modelowanie

Zebrane dane pozwalają śledzić zmiany dobowe i sezonowe, a także wspierają tworzenie modeli jakości wód – przydatnych zarówno przy planowaniu, jak i raportowaniu.

Zoptymalizowane działania utrzymaniowe

Pomaga lepiej zarządzać zbiornikami: planować napowietrzanie, czyszczenie, ograniczać interwencje awaryjne i działać prewencyjnie.

Lepsze planowanie inwestycji

Dane o DO mogą być podstawą do projektowania nowoczesnych systemów retencyjnych, odwodnieniowych i oczyszczających – bardziej dopasowanych do realnych warunków.

Zgodność z przepisami

Ułatwia spełnianie wymogów monitoringu środowiskowego, a także przygotowanie raportów i dokumentacji potrzebnej np. przy uzyskiwaniu pozwoleń wodnoprawnych.



**Fotografia przedstawia zbiornik
retencyjny podczas procesu
napowietrzania przez aeratory.**

Stąły monitoring akwenu pozwala na wczesne wykrycie niepokojących zmian parametrów wody, na przykład spadku poziomu tlenu. Dzięki temu możliwe jest szybkie podjęcie działań zaradczych, takich jak napowietrzanie, które pomagają przywrócić równowagę w ekosystemie zbiornika.

fot. Jacek Koślicki/Trojmiasto.pl

Ciągły monitoring tlenu rozpuszczonego i temperatury to nie tylko narzędzie naukowe – to kluczowy element zarządzania jakością wód, który pozwala przewidywać i zapobiegać problemom środowiskowym, takim jak śnięcie ryb, zakwity sinic czy degradacja ekosystemów wodnych, a także minimalizować ryzyko uszkodzeń infrastruktury, korozji instalacji wodociągowych i kosztownych interwencji technicznych.