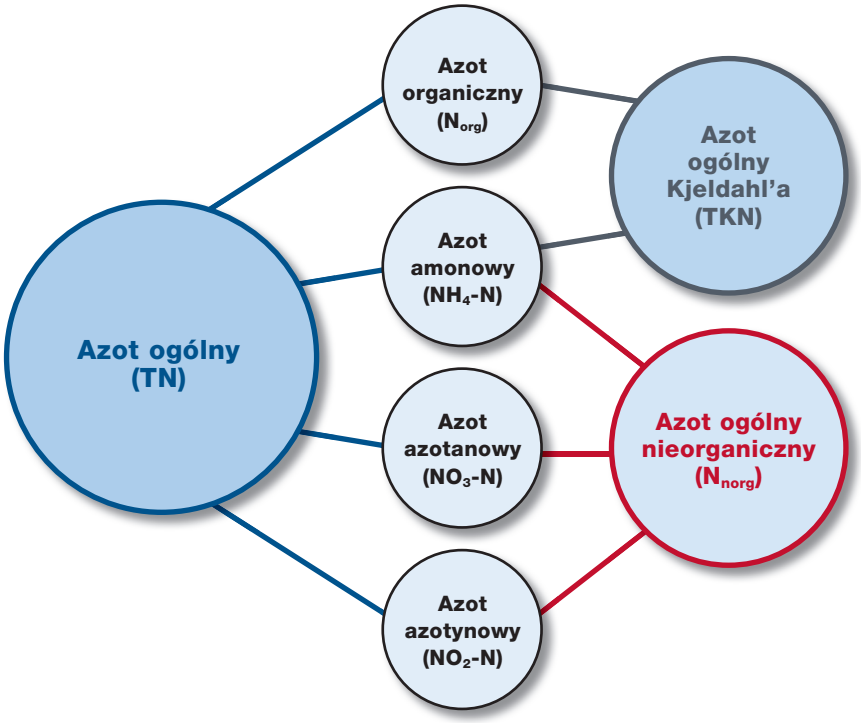


Parametry azotu: nitryfikacja, denitryfikacja itd.

Niezwykle istotną rolę w procesie oczyszczania ścieków odgrywa **eliminacja związków azotu**. Aby zachować ustawowo dopuszczalne stężenie na odpływie, należy optymalnie kierować **nitryfikacją** i **denitryfikacją**. Dlatego też, nieodzowne staje się prowadzenie analizy, ponieważ tylko celowe i kompleksowe pomiary poszczególnych parametrów azotu pozwolą zachować ciągłą i stabilną, a co za tym idzie ekonomiczną eksploatację oczyszczalni. Najbardziej efektywna jest **kombinacja analizy laboratoryjnej** (testy kuwetowe) i **techniki pomiarów ciągłych** (czujniki online) na sensownie wyznaczonych stanowiskach pomiarowych w procesie oczyszczania ścieków oraz w jego fazie końcowej.

Autorka:
Petra Pütz
- Inż. chemii
- Zastosowanie produktów laboratoryjnych HACH LANGE

Oczyszczanie ścieków: eliminacja azotu

Rys. 1: Optymalne dla kontroli bilansu oraz monitorowania odpływu – testy kuwetowe LATON do ustalania zawartości azotu ogólnego (TN)

Rys. 2: Spektrofotometr DR 2800 do precyzyjnej analizy testów kuwetowych LANGE, np. analizy azotu

Rys. 3: NITRATAX sc do ciągłej kontroli azotu azotanowego i sterowania nitryfikacją

Uwarunkowania prawne

Związki azotu mają zróżnicowany wpływ na zbiorniki wodne:

- → N_{org} – silnie pochłaniający tlen
- → NH_4^+ – pochłaniający tlen, przy pH > 8 trujący dla ryb
- → NO_3^- – działanie eutrofizujące
- → NO_2^- – silnie trujący dla ryb

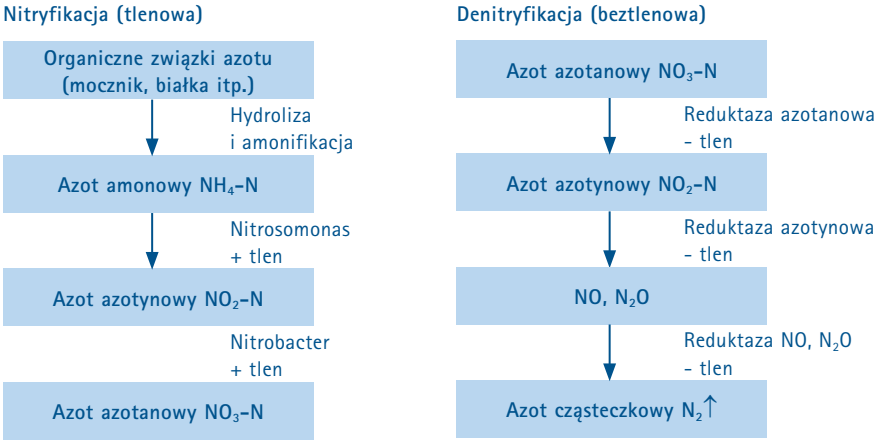
Dlatego też ścieki odprowadzane do zbiorników wodnych nie mogą zawierać związków azotowych o stężeniu przekraczającym normy ustawowe. Zgodnie z dyrektywą UE w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG) wartość dopuszczalna to 15 mg/l TN lub 10 mg/l TN (w zależności od wielkości oczyszczalni) albo procentowa redukcja rzędu 70–80 % względem dopływu oczyszczalni. W poszczególnych krajach członkowskich z reguły stawiane są dodatkowe wymagania: W Niemczech obowiązują na przykład wartości minimalne zgodnie z Ramowym Rozporządzeniem Wodnym dla parametrów NH_4-N oraz N_{norg}. Poza tym suma nieorganicznych związków azotu jest brana pod uwagę przy uiszczaniu opłaty za odprowadzanie ścieków.

Eliminacja azotu

Dopływ miejskiej oczyszczalni ścieków zawiera głównie azot organiczny (mocznik, białka itp.) oraz azot amonowy. Wzajemny stosunek obu parametrów jest uzależniony m.in. od długości sieci kanalizacyjnej, ponieważ tam rozpoczyna się przemiana N_{org} w NH_4-N. W oczyszczalni ścieków kontynuowana jest amonifikacja, powodując, że na dopływie osadnika azot występuje już głównie w postaci NH_4-N.

→ Nitryfikacja

W wyniku biologicznego procesu oczyszczania ścieków następuje przekształcenie NH_4-N przy współudziale tlenu do postaci NO_2-N, a następnie NO_3-N. Jednak mikroorganizmy odpowiedzialne za nitryfikację (bakterie Nitrosomonas i Nitrobacter) są nadzwyczaj wrażliwe. Wymagają one możliwe stałych temperatur (nie mniej niż 12 °C), właściwego stosunku C:N:P oraz dostarczenia odpowiedniej ilości tlenu. Czas reakcji osadu powinien być dostosowany do powolnego rozwoju bakterii nitryfikacyjnych. W przypadku przerwania nitryfikacji musi upłynąć znowu kilka dni, nim proces się ustabilizuje.



Rys. 4: Procesy rozkładu podczas eliminacji azotu

Tabela 1: Przegląd poszczególnych parametrów azotu z możliwościami oznaczenia

Związki azotu	Wzór	Przygotowanie próbek	Testy kuwetowe	Aparatura procesowa	Punkty pomiarowe, znaczenie
Azot organiczny	N_{org}	Homogenizacja, roztwarzanie			Dopływ oczyszczalni; w procesie oczyszczania ścieków zostaje przekształcony w NH_4-N
Azot amonowy	NH_4-N	Filtrowanie	LCK302 LCK303 LCK304 LCK305	NH4D sc AMTAX sc	Dopływ oczyszczalni, zbiornik z osadem czynnym, odpływ oczyszczalni; sterowanie nitryfikacją/denitryfikacją, kontrola zgodności z normami
Azot azotanowy	NO_3-N	Filtrowanie	LCK339 LCK340	Sondy NITRATAX sc	Napowietrzanie, odpływ oczyszczalni; sterowanie nitryfikacją/denitryfikacją, kontrola zgodności z normami
Azot azotynowy	NO_2-N	Filtrowanie	LCK341 LCK342 LCK541		Napowietrzanie, odpływ oczyszczalni; względnie niestabilny produkt przejściowy podczas nitryfikacji/denitryfikacji, kontrola zgodności z normami
Azot nieorganiczny (= NH_4-N + NO_3-N + NO_2-N)	N_{norg} (w ustawie bardzo często mylnie określany jako $N_{ogólny}$ lub $N_{całkowity}$)	Filtrowanie	LCK302/303/304/305 + LCK339/340 + LCK341/342/541		Odpływ oczyszczalni; kontrola zgodności z normami, parametr istotny dla naliczania opłat
Azot Kjeldahl'a = N_{org} + NH_4-N	TKN	Homogenizacja, roztwarzanie			Dopływ oczyszczalni; kontrola bilansu
Azot ogólny (= N_{org} + NH_4-N + NO_3-N + NO_2-N)	TN	Homogenizacja, roztwarzanie	LCK138, LCK238, LCK338		Dopływ oczyszczalni, odpływ oczyszczalni; kontrola bilansu, kontrola zgodności z normami UE
Ważne: Podczas analizy ścieków, stężenia zawsze są przeliczane na zawartość azotu! Wynik jest więc wyrażony jako xx-N (przeliczniki: NH_4-N × 1,3 = NH_4^+ / NO_3-N × 4,4 = NO_3^- / NO_2-N × 3,3 = NO_2^-).					

→ Denitryfikacja

W warunkach beztlenowych następuje przetworzenie NO_3-N w produkty przejściowe NO_2-N i NO/N_2O, a następnie w azot elementarny. Denitryfikacja jest przeprowadzana przed (poprzedzająca), lub podczas (równoczesna) albo po zakończeniu oczyszczania biologicznego (dodatkowa, rzadko).
W procesie tym niezwykle ważną rolę odgrywa odpowiednia ilość łatwo rozkładającego się węgla. Nie może występować rozpuszczony tlen.

Literatura

- Sprawozdanie HACH LANGE „Właściwa technika pomiarów ciągłych dla procesów redukcji azotu i fosforu", DOC043.60.30007.Feb08, luty 2008.
- Sprawozdanie HACH LANGE „Optymalne proporcje składników odżywczych w procesie oczyszczania ścieków", DOC040.60.10005.Mar08, marzec 2008
- Dyrektywa UE z dnia 21 maja 1991 dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (91/271/EWG).

Rys. 5: Jonoselektywna sonda NH4D sc z innowacyjną technologią CARTRICAL® umożliwiająca stabilną i ciągłą kontrolę zawartości azotu amonowego.

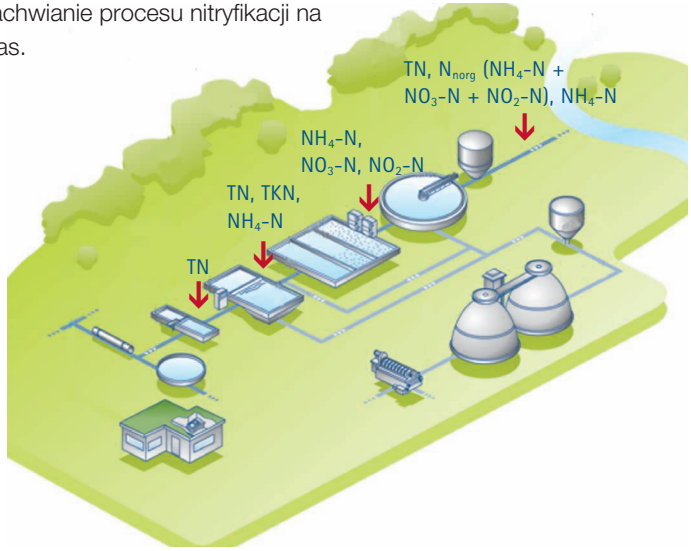
Eliminacja azotu: bezpieczeństwo eksploatacji dzięki optymalnej analizie

Jedynie regularne i celowe pomiary poszczególnych parametrów azotu mogą zapewnić ciągłość działania oraz korzystne warunki procesu eliminacji azotu: **Online z czujnikami procesowymi** (NH_4-N, NO_3-N) i **w laboratorium z systemem testów kuwetowych LANGE** (NH_4-N, NO_3-N, NO_2-N, TN). W przypadku zmian w instalacji lub przy zmiennym dopływie wymagana jest bardziej intensywna kontrola, gdyż mikroorganizmy przystosowują się bardzo powoli do nowych warunków. Dotyczy to głównie bardzo wrażliwych bakterii nitryfikacyjnych. Musi upłynąć kilka dni, aby złoże biologiczne ponownie się ustabilizowało i powróciło do optymalnego przebiegu procesu rozkładu. Podobna sytuacja może wystąpić w przypadku zakłóceń zmieniających złoże biologiczne (spowodowane nagłymi zmianami ilości dopływu, toksycznymi substancjami itp.): nagłe zmiany dopływu mogą być przyczyną wypływania mikroorganizmów ze zbiornika z osadem czynnym, powodując zachwianie procesu nitryfikacji na długi czas.

Stabilne i bezpieczne zachowanie norm odpływu najłatwiej więc uzyskać poprzez równomierne obciążanie systemu biologicznego. Dlatego też niezwykle ważna jest dokładna (analityczna) ocena poszczególnych procesów rozkładu azotu umożliwiająca szybkie rozpoznanie niepożądanych wpływów pochodzących z sieci kanalizacyjnej, albo będących wynikiem obciążenia instalacji lub procesu technologicznego. Wówczas można natychmiast podjąć środki zapobiegawcze nie dopuszczając do gwałtownego zachwiania równowagi złoża biologicznego.

Typowe punkty pomiarowe parametrów azotu

- → Dopływ oczyszczalni: TN
- → Dopływ zbiornika z osadem czynnym: TN, TKN, NH_4-N
- → Odpływ denitryfikacji: NH_4-N
- → Odpływ nitryfikacji: NO_3-N, NO_2-N
- → Odpływ oczyszczalni: TN, N_{norg} (NH_4-N + NO_3-N + NO_2-N), NH_4-N



„Z uwagi na zachowanie stabilności procesów nitryfikacji i denitryfikacji oraz spełnienie wymogów określonych w operacie wodno-prawnym, skuteczny monitoring związków azotu ma kluczowe znaczenie dla każdej oczyszczalni ścieków. Doskonałym narzędziem w kontroli stężeń tych związków bez wątpienia, co potwierdzają liczne opinie Naszych klientów, są urządzenia i rozwiązania dostarczane przez HACH LANGE. Skuteczność i stabilność pomiarów, zapewniają zarówno analizator z elektrodą gazoczułą AMTAX sc, jak i bezodczynnikowe sondy NITRATAX plus sc oraz NH4D z technologią CARTRICAL®. Dodatkowo, użytkownik ma możliwość zmniejszenia realnych kosztów eksploatacji w skali całego obiektu."

Wojciech Piechowski
Sales & Project Manager
HACH LANGE

Symbole niebezpieczeństwa	
C	Produkt żrący (LCK339/340/138/238/338)
Xn	Produkt szkodliwy (LCK302/303/304/305)
Xi	Produkt drażniący (LCK341/342)
N	Produkt niebezpieczny dla środowiska (LCK302/303/304/305)

DOC040.60.10015.Dec08

HACH LANGE SP. ZO.O.
ul. Krakowska 119
PL-50-428 Wrocław
Tel. +48 801 022 442
Fax +48 717 174 088
info@hach-lange.pl
www.hach-lange.pl

Zamówienia: +48 71 717 40 89
Informacje: +48 80 102 24 42
Doradztwo: +48 71 717 40 87