



# Amoniak i azotyny w stawie koi: truje $\text{NH}_3$ , a nie liczba z testu kroplowego

h2koi.com · 2026-08-04

## CHEMIA WODY W STAWIE KOI

Masz filtr bębnowy, złożę ruchome i pompy dobrane do objętości stawu. Mimo to amoniak i azotyny ( $\text{NO}_2^-$ ) potrafią pojawić się w tygodniu, w którym niczego nie zmieniłeś. A wynik z testu kroplowego pokazuje wtedy wartość, która sama w sobie nie mówi jeszcze nic o tym, czy rybom coś grozi. Ta strona tłumaczy mechanizm: co dokładnie robi biologia, dlaczego szkodzi wyłącznie amoniak wolny ( $\text{NH}_3$ ), dlaczego azotyny ( $\text{NO}_2^-$ ) duszą rybę w wodzie o pełnym nasyceniu tlenem i dlaczego w polskim stawie najniebezpieczniejsze tygodnie w roku to nie lipiec, tylko marzec i kwiecień.

### W skrócie

- Test kroplowy podaje **amoniak ogólny (TAN)**. Szkodzi tylko jego część: **amoniak wolny ( $\text{NH}_3$ )**. O tym, jaka to część, decydują pH i temperatura wody.
- Ten sam wynik 0,5 mg/l TAN jest praktycznie obojętny przy pH 7,0 i 10 °C, a wyraźnie toksyczny przy pH 8,5 i 25 °C. Różnica jest kilkudziesięciokrotna.
- **Azotyny ( $\text{NO}_2^-$ )** wiążą hemoglobinę. Ryba dusi się w wodzie, w której miernik tlenu pokazuje komplet. Cel dla obu: zero.
- Klasyczny skok azotynów ( $\text{NO}_2^-$ ) przychodzi **2-5 dni** po umyciu złoża, po dużym czyszczeniu filtra albo po kuracji preparatem odkażającym.
- Nitryfikacja zjada bufor. Utlenienie 1 mg/l azotu amonowego zużywa około 7 mg/l zasadowości w przeliczeniu na  $\text{CaCO}_3$ , czyli mniej więcej **0,4 °dKH** — i cała ta kwasowość powstaje w pierwszym kroku, amoniak → azotyny ( $\text{NO}_2^-$ ).
- W Polsce najgorsze połączenie to wiosna: ryby budzą się szybciej niż biologia, a KH jest po zimie i roztopach najniższe w całym roku.

## Cykl azotowy: co naprawdę robi komora biologiczna



Koi wydalają azot głównie przez skrzel, w postaci amoniaku, a nie z kałem. Do tego dochodzi rozkład niezjedzonej paszy, odchodów, obumarłych glonów i liści. Wszystko to trafia do puli, którą test kroplowy pokazuje jako **amoniak ogólny (TAN)**.

Dalej pracują dwie różne grupy bakterii osiadłych na powierzchniach złoża — nie w wodzie, tylko na K1, na macie, na ściankach komory:

- **Krok pierwszy:** bakterie utleniające amoniak zamieniają go w **azotyny ( $\text{NO}_2^-$ )**. To one produkują kwasowość i to one zjadają twardość węglanową.
- **Krok drugi:** bakterie utleniające azotyny zamieniają azotyny ( $\text{NO}_2^-$ ) w **azotany ( $\text{NO}_3^-$ )**. Ten krok nie zużywa zasadowości w ogóle.

Azotany ( $\text{NO}_3^-$ ) są końcem łańcucha. Biologia ich nie usuwa — w praktycznym stawie usuwa je podmiana wody. Dlatego dobrze pracująca biologia nie zwalnia z podmian, tylko zmienia to, co podmianami wynosisz.

Uwaga, którą warto powiedzieć wprost właścicielowi filtra bębnowego: stopień mechaniczny jest częścią gospodarki azotem, a nie osobnym tematem. Częstka odsiana przez bęben, zanim zdąży się rozłożyć, nigdy nie stanie się amoniakiem. Dlatego kilka dni z zapchanym bębniem albo z wyłączoną płuczką potrafi podnieść TAN w stawie, w którym obsada i karmienie się nie zmieniły.

Druga rzecz: obie grupy bakterii rosną w tempie zależnym od temperatury. W ciepłej wodzie kolonia potrafi się podwoić w kilkanaście-kilkadziesiąt godzin, przy 10 °C liczy się to w dniach, a poniżej 8 °C nitryfikacja jest praktycznie zatrzymana. Ten jeden fakt tłumaczy większość wiosennych strat w polskich stawach.

## Amoniak ogólny (TAN) a amoniak wolny (NH<sub>3</sub>)

W wodzie amoniak występuje w dwóch postaciach pozostających w równowadze:

$\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$  — czyli amoniak wolny plus jon wodorowy z jednej strony, jon amonowy z drugiej.

**Jon amonowy (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)** ma ładunek. Nie przechodzi swobodnie przez błony nabłonka skrzeli i w praktyce jest nieszkodliwy w stężeniach, jakie spotyka się w stawie. **Amoniak wolny (NH<sub>3</sub>)** jest cząsteczką obojętną i rozpuszczalną w tłuszczach — przenika przez skrzela jak przez bibułę. Dodatkowo ryba pozbywa się własnego amoniaku na zasadzie różnicy stężeń: jeśli NH<sub>3</sub> jest po stronie wody, wydalanie zwalnia i amoniak zaczyna się gromadzić w rybie. Dlatego przy NH<sub>3</sub> nie ma „bezpiecznego progu roboczego”. Celem jest zero.

O tym, jaka część TAN jest w postaci NH<sub>3</sub>, decydują **odczyn wody (pH)** i **temperatura**. Im wyższe pH i im cieplejsza woda, tym większy udział formy toksycznej:

| PH  | 10 °C     | 20 °C     | 25 °C     |
|-----|-----------|-----------|-----------|
| 7,0 | ok. 0,2 % | ok. 0,4 % | ok. 0,6 % |
| 7,5 | ok. 0,6 % | ok. 1,2 % | ok. 1,8 % |
| 8,0 | ok. 1,8 % | ok. 3,8 % | ok. 5,4 % |
| 8,5 | ok. 5,5 % | ok. 11 %  | ok. 15 %  |
| 9,0 | ok. 15 %  | ok. 28 %  | ok. 36 %  |

Udział amoniaku wolnego (NH<sub>3</sub>) w amoniaku ogólnym (TAN). Wartości zaokrąglone — chodzi o rząd wielkości, nie o trzecie miejsce po przecinku.

Policzmy to na konkretnym stawie. Test pokazuje **0,5 mg/l TAN**:

- Kwiecień, woda 10 °C, pH 7,2 → NH<sub>3</sub> mniej więcej 0,0015 mg/l. Praktycznie bez znaczenia.
- Lipcowe popołudnie po dniu intensywnej fotosyntezy w zielonej wodzie, 25 °C, pH 8,5 → NH<sub>3</sub> około 0,075 mg/l. To już poziom, przy którym widać podrażnione skrzela, a przy dłuższym utrzymaniu — trwałe uszkodzenia.

**Sam wynik amoniaku ogólnego nie jest informacją o zagrożeniu.** Bez równoczesnego pH i temperatury nie da się powiedzieć, czy 0,5 mg/l TAN to nic, czy poważny problem. Dlatego przy każdym dodatnim wyniku amoniaku pierwszym odruchem powinno być zmierzenie odczynu wody i temperatury, a nie sięgnięcie po preparat.

Drobiazg, który w Polsce myli wielu właścicieli stawów: testy kroplowe podają wynik albo jako **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**, albo jako **azot amonowy (N-NH<sub>4</sub>)**. Przelicznik to około 1,29 — 1,0 mg/l N-NH<sub>4</sub> to około 1,29 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Sprawdź, co jest napisane na skali twojego zestawu, bo tabele toksyczności krążące po forach mieszają obie konwencje.

Objawy przewlekłego narażenia na NH3 rzadko wyglądają dramatycznie: przekrwione, pogrubiałe skrzela, ryba trzyma się z boku strumienia, mniej je, ociera się o dno, rany goją się wolniej. Ostre zatrucie to już ryby stojące pod powierzchnią i łapiące powietrze, czasem z ciemniejszym ubarwieniem.

## Azotyny (NO2-): duszenie się w natlenionej wodzie

To jest ta część, której najczęściej brakuje w polskich poradnikach. Azotyny (NO2-) są pobierane przez skrzela tym samym kanałem, którym ryba pobiera chlorki. We krwi utleniają hemoglobinę do **methemoglobiny**, która nie przenosi tlenu. Krew robi się brązowa, skrzela tracą żywy kolor, a ryba zachowuje się dokładnie tak, jakby brakowało tlenu: stoi pod powierzchnią, łapie powietrze, wisi przy wylocie z pompy.

I tu zaczyna się błąd diagnostyczny. Właściciel mierzy tlen rozpuszczony, widzi 9 mg/l i 95 % nasycenia, uznaje, że tlen jest w porządku, i szuka choroby. Tymczasem woda faktycznie ma komplet tlenu — problem polega na tym, że ryba nie umie go przewieźć. Włączenie mocniejszego napowietrzania nic tu nie naprawi, choć nie zaszkodzi. O tym, jak odróżnić prawdziwe niedotlenienie od tego stanu, piszemy szerzej przy tlenie rozpuszczonym i przy nagłym śnięciu koi.

Ponieważ azotyny (NO2-) i chlorki konkurują o ten sam kanał, przyjętą w hodowli koi praktyką jest podniesienie stężenia chlorków w wodzie na czas skoku azotynów — to nie usuwa azotynów, tylko utrudnia im wejście do ryby. Dawkowanie, ograniczenia i pułapki (interakcje z lekami, wpływ na rośliny, fakt że sól nie odparowuje i zostaje w stawie aż do podmiany) opisujemy osobno na stronie o soli w stawie koi. To jest środek doraźny na kilka dni, a nie sposób prowadzenia stawu.

## Skok azotynów dwa do pięciu dni po czyszczeniu filtra

Scenariusz powtarza się w niemal identycznej formie: sobota, gruntowne czyszczenie, wypłukanie złoża ruchomego wodą z węża, opróżnienie komory biologicznej, ewentualnie kuracja preparatem odkażającym albo antybiotykiem. Przez dwa dni nic się nie dzieje. W środę ryby stoją pod powierzchnią.

Przyczyna jest w tym, że obie grupy bakterii giną i odbudowują się w różnym tempie. Bakterie utleniające azotyny są wolniejsze i wrażliwsze. Kiedy krok pierwszy wraca do pracy szybciej niż krok drugi, w stawie powstaje wąskie gardło: amoniak jest już zamieniany na azotyny (NO2-), ale azotyny nie są jeszcze zamieniane na azotany (NO3-). Efekt — pik azotynów, zwykle między drugim a piątym dniem.

| DZIEŃ PO ZABIEGU | CO DZIEJE SIĘ W ZŁOŻU                                                     | CO WIDZISZ W TESTACH                                                          |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 0-1              | Część kolonii wypłukana lub zabita, obie grupy osłabione                  | Zwykle jeszcze wszystko na zerze                                              |
| 1-2              | Krok pierwszy rusza, krok drugi jeszcze nie                               | TAN lekko rośnie, azotyny (NO2-) zaczynają się pojawiać                       |
| 2-5              | Amoniak przerabiany na azotyny szybciej, niż azotyny są przerabiane dalej | Szczyt azotynów (NO2-), TAN często już spada — stąd złudzenie, że jest lepiej |
| 5-14             | Kolonia utleniająca azotyny odbudowuje się                                | Azotyny (NO2-) opadają do zera, rosną azotany (NO3-)                          |

W ciepłej wodzie ten cykl zamyka się w tydzień do dwóch. Przy 8–10 °C potrafi ciągnąć się kilka tygodni, bo odbudowa kolonii jest wtedy bardzo powolna. To jest dokładnie ten powód, dla którego **generalne czyszczenie filtra w listopadzie**, tuż przed zamknięciem sezonu, jest jednym z gorszych pomysłów w polskim kalendarzu stawowym.

**Zasady bezpiecznego czyszczenia:** złożę biologiczne płucz w wodzie ze stawu, nigdy w wodzie z kranu — chlor i chloraminy zabijają biologię. Nie czyść jednocześnie bębna, komory biologicznej i dna. Nie łącz czyszczenia z kuracją. Po każdym poważnym zabiegu ogranicz karmienie na kilka dni i sprawdzaj azotyny (NO<sub>2</sub>-) codziennie, a nie „przy okazji”.

## Nitryfikacja zjada twardość węglanową

Pierwszy krok cyklu produkuje kwasowość, którą neutralizuje bufor stawu. Liczby są konkretne: utlenienie 1 mg/l azotu amonowego zużywa około 7 mg/l zasadowości w przeliczeniu na CaCO<sub>3</sub>, czyli około 0,4 °dKH. Krok drugi, azotyny (NO<sub>2</sub>-) → azotany (NO<sub>3</sub>-), nie zużywa zasadowości wcale.

Praktycznie: staw o obciążeniu odpowiadającym 0,3 mg/l azotu amonowego na dobę przerabia w ciągu miesiąca 9 mg/l azotu, co kosztuje około 63 mg/l CaCO<sub>3</sub>, czyli mniej więcej 3,5 °dKH. Miesiąc dobrego lata potrafi więc zjeść połowę zapasu buforowego dobrze prowadzonego stawu.

Wniosek jest wbrew intuicji, ale wynika wprost z chemii: **staw dobrze obsadzony, mocno karmiony i sprawnie filtrowany spala bufor szybciej niż staw zaniedbany**. Im lepiej pracuje twoja biologia, tym pilniej trzeba pilnować KH.

**Nazewnictwo, na którym w Polsce wyklada się najwięcej osób.** KH = twardość węglanowa = zasadowość ogólna — to jest bufor. GH = twardość ogólna = wapń i magnez — nie buforuje niczego. Nazwy różnią się jednym słowem, a sprawozdanie z badania wody z twojego wodociągu podaje zasadowość ogólną najczęściej w mval/l. Przelicznik: 1 mval/l ≈ 2,8 °dKH ≈ 50 mg/l CaCO<sub>3</sub>, a 1 °dKH ≈ 17,9 mg/l CaCO<sub>3</sub>.

Kiedy zapas buforowy się wyczerpie, pH zaczyna spadać, a wtedy dzieje się coś podstępного: udział amoniaku wolnego (NH<sub>3</sub>) w TAN spada razem z pH, więc pomiar amoniaku „wygląda lepiej”. Jednocześnie azotyny (NO<sub>2</sub>-) są równie toksyczne jak były, a poniżej pH mniej więcej 6,5 nitryfikacja zaczyna gasnąć, co jeszcze pogarsza sytuację. Pełny mechanizm opisujemy przy twardości węglanowej i przy załamaniu pH.

## Polskie okno wiosenne: ryby budzą się szybciej niż biologia

To jest najważniejszy fragment tej strony dla stawu prowadzonego w polskim klimacie. Większość poważnych instalacji zimuje: bęben, natryski i skimmer są zakręcone i opróżnione przed mrozem. Oznacza to, że biologia jest przez zimę częściowo albo całkowicie tracona. Wiosną nie następuje więc „wznowienie pracy filtra” — następuje dojrzewanie filtra od nowa, tyle że przy pełnej obsadzie ryb.

Nakładają się na to trzy rzeczy naraz:

- **Ryby grzeją się szybciej niż bakterie.** W marcowe słońce koi zaczynają pływać i żebrać przy 9–10 °C, kiedy nityfikacja pracuje na ułamku wydajności.
- **KH jest najniższe w całym roku.** Miesiące pod lodem, a potem roztopy — miękka, niebuforowana woda ze śniegu i wiosennych deszczów rozcieńcza to, co zostało.
- **Pierwsze karmienie.** Ładunek azotowy wraca do stawu, w którym nie ma go co przerobić.

| TEMPERATURA WODY | STAN BIOLOGII                                      | KARMIENIE                                     | CO SPRAWDZAĆ                                                |
|------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| poniżej 8 °C     | Nitryfikacja praktycznie zatrzymana                | Nie karmić                                    | KH przede wszystkim                                         |
| 8–12 °C          | Kolonia dopiero się odbudowuje, wydajność ułamkowa | Kiełki pszenicy, symbolicznie, co drugi dzień | TAN i azotyny (NO <sub>2</sub> -) co 1–2 dni, KH co tydzień |
| 12–16 °C         | Biologia rusza, ale nie nadąża za apetytem         | Ostrożnie zwiększać, obserwując wyniki        | TAN, azotyny (NO <sub>2</sub> -), KH, pH                    |
| powyżej 16 °C    | Wydajność zbliża się do docelowej                  | Normalne karmienie po potwierdzeniu zer       | Rutyna, plus kontrola po każdym czyszczeniu                 |

Progi temperaturowe to przyjęta konwencja hodowlana, a nie stała fizyczna — Twój staw, obsada i technika mogą przesuwac je o kilka stopni. Sprawdź to na własnych pomiarach.

**Po roztopach najpierw zmierz KH, dopiero potem cokolwiek rób.** Jeżeli twardość węglanowa spadła poniżej 5 °dKH (ok. 89 mg/l CaCO<sub>3</sub>), odruchowa „duża podmiana na dobry początek sezonu” jest ruchem w złą stronę: rozcieńczy resztkę bufora dokładnie wtedy, gdy nityfikacja zaczyna go zjadać. Kolejność jest odwrotna — najpierw odbudować bufor małymi krokami, potem podmieniać. Szczegóły przy [podmianie wody](#).

Do tego dochodzi maj. Zimni ogrodnicy i zimna Zośka około 12–15 maja to w polskich stawach realne zdarzenie: karmienie jest już rozkręcone, a woda w płytkim, odsłoniętym stawie potrafi spaść o kilka stopni w ciągu doby. Biologia zwalnia natychmiast, ładunek zostaje. Więcej o tempie zmian — na stronie o [temperaturze wody](#).

## Co zrobić przy dodatnim wyniku

1. **Zmierz pH i temperaturę**, zanim ocenisz wynik amoniaku. Bez nich nie wiesz, ile jest NH<sub>3</sub>.
2. **Wstrzymaj karmienie.** To jedyne działanie, które natychmiast obcina dopływ azotu do stawu i nic nie kosztuje. Koi bez problemu wytrzymają kilka dni.
3. **Podkręć napowietrzanie.** Nie usunie azotynów, ale poprawia warunki pracy bakterii i daje rybce margines.
4. **Sprawdź KH.** Jeżeli jest niskie, podmiana nie jest pierwszym ruchem — odbudowa bufora jest.
5. **Podmieniaj małymi porcjami**, jeśli bufor to znosi. Rozcieńczenie działa na oba parametry, ale duża jednorazowa podmiana przy słabym buforze może wywołać [załamanie pH](#).

6. **Nie czyść niczego więcej** i nie dokładaj kolejnych preparatów. Większość „poprawiaczy” w tej sytuacji tylko dorzuca zmiennych.
7. **Mierz codziennie**, aż azotyny ( $\text{NO}_2^-$ ) wrócą do zera i utrzymają się tam kilka dni. Dopiero wtedy wracaj do karmienia, stopniowo.

---

## Co H2Koi pokazuje przy azocie, a czego nie

Sonda H2Koi mierzy bezpośrednio i w sposób ciągły: temperaturę, pH, tlen rozpuszczony (w mg/l i w % nasycenia), przewodność elektrolityczną, mętność, azotany ( $\text{NO}_3^-$ ) oraz **jon amonowy ( $\text{NH}_4^+$ )**. Potencjał redoks (ORP) jest kanałem opcjonalnym. Na tej podstawie **wylicza** amoniak wolny ( $\text{NH}_3$ ), azotyny ( $\text{NO}_2^-$ ), twardość węglanową (KH), zasolenie, TDS. Ponieważ  $\text{NH}_4^+$ , pH i temperatura są mierzone jednocześnie, podział na  $\text{NH}_3$  i  $\text{NH}_4^+$  jest liczony na bieżąco, a nie odgadywany z tabeli po fakcie. **KH jest wyliczany z pomiarów, nie jest to miareczkowanie. GH nie jest raportowane w ogóle.** Samoczyszcząca wycieraczka utrzymuje czoła czujników optycznych w czystości.

Granice, powiedziane raz i wprost: nie wykrywa chorób ani pasożytów. To ciągle wczesne ostrzeżenie z czujników klasy przemysłowej.

---

## Dlaczego test raz w tygodniu potwierdza głównie to, że było dobrze

Zdarzenie azotowe ma kształt w czasie. Skok azotynów po czyszczeniu narasta przez dwa dni, kulminuje przez dobę lub dwie i opada. Wiosenny wzrost amoniaku pojawia się po pierwszym cieplejszym weekendzie z karmieniem. Letni pik  $\text{NH}_3$  przychodzi po południu, kiedy fotosynteza w zielonej wodzie wywindowała pH o cały stopień powyżej porannej wartości — i znika w nocy, zanim ktokolwiek zdąży wyjąć testy.

Zestaw kroplowy raz w tygodniu trafia zwykle w płaskie fragmenty tego wykresu. Nie dlatego, że jest zły — jest bardzo dobrym narzędziem — tylko dlatego, że mierzy wtedy, gdy ktoś stoi przy stawie. Dwa najbardziej ryzykowne okna polskiego roku, tygodnie pod lodem i wczesne poranki wiosną, to dokładnie te godziny, w których nikt przy stawie nie stoi.

Na tym polega sens ciągłego monitoringu. Jak to wygląda w praktyce pomiarowej, opisujemy przy [pomiarze parametrów wody](#), a wartości odniesienia zebraliśmy w [tabeli parametrów](#).

### Test pokazuje amoniak 0,25 mg/l. Czy to niebezpieczne dla moich koi?

Bez pH i temperatury nie da się na to odpowiedzieć. Test kroplowy podaje amoniak ogólny (TAN), a szkodzi tylko amoniak wolny (NH<sub>3</sub>), którego udział ustalają odczyn wody i temperatura. Przy pH 7,0 i 10 °C z 0,25 mg/l TAN powstaje około 0,0005 mg/l NH<sub>3</sub> — praktycznie nic. Przy pH 8,5 i 25 °C to już około 0,037 mg/l, czyli poziom, który przy dłuższym utrzymaniu uszkadza skrzela. Zmierz zawsze całą trójkę: TAN, pH i temperaturę.

### Ryby stoją pod powierzchnią i łapią powietrze, ale miernik pokazuje pełne nasycenie tlenem. O co chodzi?

To klasyczny obraz zatrucia azotynami (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). Azotyny utleniają hemoglobinę do methemoglobiny, która nie przenosi tlenu — woda ma komplet tlenu, tylko ryba nie umie go przewieźć. Zmierz azotyny natychmiast, zwłaszcza jeśli w ciągu ostatniego tygodnia czyściłeś filtr, płukałeś złożę albo stosowałeś preparat odkażający. Drugą możliwością jest prawdziwe niedotlenienie w minimum przedświtowym, dlatego warto zmierzyć tlen nad ranem, a nie po południu.

### Dlaczego azotyny skoczyły dopiero kilka dni po czyszczeniu filtra, a nie od razu?

Bo dwie grupy bakterii odbudowują się w różnym tempie. Bakterie utleniające amoniak wracają do pracy szybciej niż te utleniające azotyny (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). Przez kilka dni amoniak jest więc zamieniany na azotyny szybciej, niż azotyny są przerabiane na azotany (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), i azotyny się piętrzą. Szczyt wypada zwykle między drugim a piątym dniem. W zimnej wodzie, poniżej 10 °C, cały cykl może się ciągnąć kilka tygodni.

### Wiosną mam amoniak, mimo że dopiero zacząłem karmić. Skąd?

Bo w polskim stawie wiosna nie jest wznowieniem pracy filtra, tylko dojrzewaniem biologii od nowa. Większość poważnych instalacji zimuje bęben i komorę biologiczną, więc kolonia bakterii jest zimą częściowo lub całkowicie tracona. Ryby ogrzewają się szybciej niż bakterie i zaczynają żebrać przy 9–10 °C, kiedy nitryfikacja pracuje na ułamku wydajności. Karm wtedy symbolicznie, kielkami pszenicy, i sprawdzaj amoniak ogólny oraz azotyny (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) co jeden-dwa dni.

### Czy przy skoku azotynów powinienem zrobić dużą podmianę wody?

Najpierw zmierz twardość węglanową (KH). Jeżeli jest w porządku, kilka mniejszych podmian rozcieńczy azotyny (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) i pomoże. Jeżeli KH spadło poniżej około 5 °dKH (ok. 89 mg/l CaCO<sub>3</sub>) — a po roztopach jest to w Polsce normą — duża podmiana rozcieńczy resztkę bufora i może wywołać załamanie pH. Wtedy kolejność jest odwrotna: najpierw ostrożnie odbudować bufor, wstrzymać karmienie i podkręcić napowietrzanie, dopiero potem podmieniać.

## Ile buforu zjada mi filtr?

Utlenienie 1 mg/l azotu amonowego zużywa około 7 mg/l zasadowości w przeliczeniu na  $\text{CaCO}_3$ , czyli mniej więcej 0,4 °dKH. Cała ta kwasowość powstaje w pierwszym kroku, amoniak → azotyny ( $\text{NO}_2^-$ ); krok azotyny → azotany ( $\text{NO}_3^-$ ) nie zużywa zasadowości wcale. Konsekwencja jest wbrew intuicji: staw dobrze obsadzony, mocno karmiony i sprawnie filtrowany spala twardość węglanową szybciej niż staw zaniedbany.

---

## Czy H2Koi mierzy azotyny bezpośrednio?

Nie. Sonda mierzy bezpośrednio jon amonowy ( $\text{NH}_4^+$ ), pH, temperaturę, tlen rozpuszczony, przewodność, mętność i azotany ( $\text{NO}_3^-$ ), a azotyny ( $\text{NO}_2^-$ ), amoniak wolny ( $\text{NH}_3$ ) oraz twardość węglanową (KH) wylicza z tych pomiarów; ORP jest kanałem opcjonalnym. KH jest wyliczany, nie jest to miareczkowanie, a GH nie jest raportowane w ogóle. To ciągle wczesne ostrzeżenie z czujników klasy przemysłowej — nie diagnostyka chorób.

---

