

## Wstęp

Woda - to substancja o bardzo szczególnych właściwościach. Na Ziemi występuje w stanie ciekłym, stałym i gazowym. Jest nie tylko najbardziej rozpowszechnionym związkiem chemicznym na powierzchni Ziemi, ale także podstawowym składnikiem wszystkich ziemskich organizmów. Woda występująca w środowisku glebowym nie tylko sprzyja rozwojowi życia wszystkich przedstawicieli biosfery, ale decyduje także o potencjale osmotycznym i odczynie roztworu glebowego. Jest elementem wietrzenia geochemicznego skał i minerałów, w niej rozpuszczają się składniki pokarmowe. Podstawowym składnikiem struktury wszystkich organizmów żywych są związki węgla a przyrost biomasy roślin napędzany jest asymilacją ditlenku (dwutlenku) węgla. Zdolność atomów węgla do łączenia się z innymi pierwiastkami jest procesem warunkującym większość reakcji biogeochemicznych, tworzenia białek, hemiceluloz, celuloz czy ligniny. Zatem, wydaje się, że związki organiczne są podstawą funkcjonowania organizmów żywych. Tymczasem ponad 65% masy ludzkiego ciała stanowi woda, a tylko pozostałe 35-40% to inne substancje [2]. Ponieważ woda jest niezbędnym składnikiem wszystkich procesów życiowych i środowiskowych, można się pokusić się o stwierdzenie, iż jesteśmy „bańką wody podzieloną na drobniejsze segmenty związkami organicznymi z mineralnym szkieletem nośnym”.

W warunkach klimatu humidowego, bardzo często nie dostrzegamy jak ważną rolę pełni w naszym życiu i procesach zachodzących w środowisku. Wewnątrz naszego ciała woda podlega cyrkulacji: pijemy ją i wydalamy. Wciąż pijemy świeżą wodę, a wydalamy tę, którą spożyliśmy wcześniej, i która po przejściu przez nasz organizm zabrała ze sobą wytworzone w naszym organizmie, lub wprowadzone do niego toksyny. Nierzadko, toksyny wprowadzane są z pożywieniem lub wodą, którą dostarczamy do organizmu własnego czy zwierząt hodowlanych każdego dnia. W celu uniknięcia powyższego zagrożenia konieczne jest pobieranie ze środowiska wody o odpowiedniej jakości, zasobnej w substancje mineralne korzystne dla organizmów, pozbawione lub niezawierające substancji niekorzystnych, w tym toksycznych [10]. Niestety, rozwój cywilizacji i działalności przemysłowej oraz intensyfikacja rolnictwa spowodowały, iż bardzo często sami do środowiska wprowadzamy wodę z różnymi ksenobiotykami<sup>1</sup>, w tym z toksynami. Zresztą nie tylko my, zwierzęta żyjące w naszym bliższym i dalszym otoczeniu również.

---

<sup>1</sup> Ksenobiotyki – substancje nie występujące w naturze

Najbardziej dostępną dla człowieka była i jest woda powierzchniowa – stojąca lub płynąca. W globalnym obiegu, zanim dostanie się na powierzchnię ziemi podlega przemianom stanu skupienia: odparowuje (swoista destylacja) dzięki energii słońca, a następnie opada w postaci opadów atmosferycznych w ilości pozwalającej na migrację [8]. Ta swoista destylacja jest mechanizmem dostarczającym wodę na wszystkie obszary kontynentów i tworzy jednocześnie warunki transportu zanieczyszczeń. Płynące wody stale przemieszczają wymyte z otaczających je terenów substancje do środowiska morskiego (oceanicznego), skąd mogą być one odparowywane (zanieczyszczenia gazowe) do atmosfery i transportowane z powrotem nad lądy. Taki mechanizm przemieszczania sprawia, że jadąc na wypoczynek w sąsiedztwo mórz oprócz kontaktu z wodą morską przyswajamy z powietrza znaczne ilości aerozoli niosących np. jod czy łatwo lotne niektóre chlorki, a także nierzadko substancje toksyczne.

Woda, ze względu na swoją dużą pojemność cieplną, pozwala nam utrzymywać stałą temperaturę ciała. Napięcie powierzchniowe – właściwość wody wynikająca z odmiennego oddziaływania pojedynczych cząstek wody na granicy faz (pomiędzy ciekła wodą a ciałami stałymi czy gazami (jak powietrze) - pozwala funkcjonować naszym najdrobniejszym naczyniom krwionośnym czy wiązkom przewodzącym w roślinach. Daje również szansę roślinom na dostęp do wody - występującej znacznie poniżej zasięgu ich korzeni. To właśnie napięcie powierzchniowe i niska gęstość wody pozwala by w glebie woda podnosiła się na wysokość kilku metrów powyżej zwierciadła wody (wysokość ta zależna jest od składu granulometrycznego (grupy agronomicznej) gruntu na zwierciadle wody podziemnej) [9].

Woda jednak to nie tylko substancja niezbędna do życia. Jest w stanie również zagrażać temu życiu. Podstawowa cząsteczka wody (o masie molowej 18g) to jedna z wielu jakie występują w środowisku. Ta najlżejsza odmiana wody jest dla nas nieszkodliwa, ale pozostałych 17 (cięższych, o masach molowych od 19g do 24g) może podlegać rozpadowi nuklearnemu emitując energię (promieniowanie), która nie jest dla życia bezpieczna. Jest mechanizmem wywołującym stres abiotyczny i w rezultacie uszkodzenia struktur komórek tworzących wszystkie organizmy.

Szczególna struktura ułożenia w przestrzeni cząsteczek wody i ich wzajemnego oddziaływania sprawia, że pomimo bardzo niewielkich rozmiarów i masy cząsteczkowej woda występuje na powierzchni ziemi w postaci ciekłej. Cząstki nieorganiczne o podobnych masach molowych<sup>2</sup> są gazami, a woda ze

---

<sup>2</sup> Masa molowa – masa  $6,02 \times 10^{23}$  cząstek, pozwalająca na porównywanie w skali dla nas mierzalnej mas poszczególnych pierwiastków i związków chemicznych. Np. masa molowa wody wynosi 18g, cząsteczki tlenu 32g, azotu występującego w powietrzu 28.

względem na przyciąganie sąsiednich cząstek tzw. wiązaniem wodorowym jest znacznie gęściejsza i występuje w postaci ciekłej (w warunkach normalnych<sup>3</sup>). Konsekwencją oddziaływań cząstek wody jest zdolność wody do rozpuszczania w sobie bardzo różnych substancji – nawet takich, których nie powinno w niej być (np. gazów). Roztworzenie gazów w cieczach bez ich przereagowania (chemicznej przemiany) nie jest powszechne. Woda taką zdolność posiada i rozpuszcza w sobie powietrze atmosferyczne w takich ilościach, że w 1 dm<sup>3</sup> (litrze) wody zawartość tlenu może wynosić od 9 do 18 więcej miligramów, natomiast w 1 dm<sup>3</sup> powietrza atmosferycznego mamy go ok. 200mg – czyli tylko 10 razy więcej.

W wodzie rozpuszczają/roztwarzają się też inne substancje. W warunkach domowych, na co dzień, wykorzystujemy tę właściwość: rozpuszczanie soli kuchennej, roztwarzanie tłuszczów w postaci emulsji wodnej czy organicznych substancji lotnych nadających aromat (np. napojom czy zupom). Ilość tych rozpuszczonych/roztworzonych substancji w wodzie stanowi o atrakcyjności pożywienia/ napojów, lecz ich nadmiar w wodzie wprowadzanej do ścieków może stwarzać problemy dla środowiska i instalacji kanalizacyjnej, a w efekcie finalnym dla środowiska. Dlatego tak ważnym elementem pozwalającym na sprawne działanie mechanizmu obiegu wody w ekosystemach jest przeprowadzenie analizy jej właściwości fizykochemicznych, chemicznych i biologicznych.

## 1. Czy zawsze należy badać wodę przed jej wykorzystaniem?

Woda bardzo łatwo podlega zanieczyszczeniu, dlatego w stanie czystym nie występuje w środowisku przyrodniczym. Dla uzyskania wody pozbawionej zanieczyszczeń konieczne jest jej przygotowywanie w specjalnych, wyizolowanych warunkach. Kontakt z czystym powietrzem atmosferycznym powoduje przenikanie (dyfuzję) gazowych składników powietrza do wody, a tym samym jej „zanieczyszczenie” tlenem, azotem, ditlenkiem węgla, amoniakiem i innymi gazami występującymi w powietrzu atmosferycznym.

Opadając na ziemię w postaci opadu atmosferycznego, woda reaguje z substancjami występującymi na jej powierzchni, powodując ich rozpuszczenie/roztworzenie a następnie transport. Na powierzchni ziemi występują substancje pochodzenia naturalnego, ale także wiele ksenobiotyków, czyli substancji wprowadzonych do środowiska wraz z działalnością przemysłową i agronomiczną.

---

<sup>3</sup> Warunki normalne – to temperatura 20st.C i ciśnienie 1 atm.

Niestety, znaczny udział wśród tych substancji to toksyny i zanieczyszczenia biologiczne stanowiące zagrożenie dla biosfery.

O tym, czy jakaś substancja jest bezpieczna czy niebezpieczna dla organizmu żywego określa nie tylko mechanizm jej oddziaływania na poziomie komórkowym i tkankowym, ale także jej stężenie (masa substancji występująca w pewnej objętości wody). Istotnym elementem oddziaływania jest też forma występowania danej substancji w wodzie. Np. pewien poziom zawartości wapnia czy magnezu w wodzie – nazywany twardością wody – jest dla naszego zdrowia i zdrowia zwierząt inwentarskich czy ryb korzystny. Wysoka zawartość wapnia i magnezu w postaci rozpuszczonych soli wodorowęglanowych jest zjawiskiem jak najbardziej pożądanym. Większość wód mineralnych zawiera po kilka gramów mieszaniny takich soli. Jednocześnie, obecność tych pierwiastków w postaci kamienia kotłowego, tworzącego zawiesinę w wodzie, nie stanowi już tak korzystnego „dodatku”.

Dbając o nasze zdrowie wskazany jest analiza (badanie) wody przed jej wykorzystaniem jako wody pitnej. Podobnie jest w przypadku wykorzystywania wody do pojenia zwierząt. W obydwu przypadkach odstępianie od badania wody przed jej wykorzystaniem może przyczynić się do zatrucia, zachorowań, a w szczególnych przypadkach nawet śmierci.

W przypadku nawadniania upraw woda może mieć znacznie gorszą jakość bez ujemnego wpływu na wzrost i rozwój roślin. W szczególnych przypadkach, które występują obecnie bardzo często, woda która nie nadaje się do spożycia przez ludzi czy zwierzęta jest bardzo dobrą wodą do stosowania w ogrodnictwie. Jej jakości nie trzeba, w większości przypadków, oceniać przez szczegółowe badania analityczne, a jedynie przez ocenę organoleptyczną – przy użyciu posiadanych przez nas zmysłów. Jeśli woda nie jest mętna, nie wydziela nieprzyjemnych odorów (nie pachnie nieprzyjemnie), barwa jest ledwie zauważalnie żółtawa lub woda jest bezbarwna, a po podlaniu (opryskaniu roślin) nie pozostają na powierzchni liści kolorowe zacieki czy plamy, wówczas wodę można uznać za zdatną do podlewania. Konieczne jest przy tym obserwowanie czy nie pojawią się oznaki fitotoksyczności – bo nawet taka woda (zwłaszcza na obszarach sąsiadujących ze złożami surowców mineralnych czy kopalniami) może (co prawda bardzo rzadko, ale) zawierać domieszki toksyczne dla roślin.

Jeśli zamierzamy wodę wykorzystywać do utrzymania czystości w obejściu – zmywania placu, czyszczenia urządzeń polowych itp. działań, woda powinna spełniać wyżej opisane kryteria. Nie musimy zatem podejmować się szczególnej działań dla oceny jej właściwości poza oceną organoleptyczną.

Woda w gospodarstwach rolnych wykorzystywana jest w dużych ilościach do przygotowania cieczy opryskowych. Jakość wody do tego celu nie musi być szczególnie wysoka. Założenie, że woda zdatna do picia jest wysokiej jakości i dlatego też tylko taka będzie odpowiednia do oprysków nie jest prawdą. Zdecydowanie korzystniejszą niż woda wodociągowa dla opisanych potrzeb jest niezanieczyszczona woda opadowa. Zebrana z dachów posesji deszczówka, nie zawierająca w swoim składzie składników powodujących jej twardość, lepiej zwilża powierzchnie liści niż woda wodociągowa (w której zbyt niska twardość jest wadą składu wody dyskwalifikującą ją z wykorzystania do spożycia). Warto zatem rozważyć wykorzystanie „deszczówki” spływającej z dachów do tego celu chyba, że gospodarstwo jest w bezpośrednim sąsiedztwie silnie dymiącego komina przemysłowego, cementowni czy wapiennika. Należy jednak pamiętać o każdorazowej ocenie organoleptycznej.

Na terenach wielu posesji zlokalizowane są oczka wodne, do których zasilania często pozyskiwana jest woda ze studni przydomowych. Wykorzystanie takiej wody powinno być poprzedzone także oceną organoleptyczną, w tym podczas jej kilkudniowego przechowywania z dostępem do atmosfery (np. w otwartym pojemniku). Jeśli w ciągu kilku dni będą się z niej wytrącać czerwono-brunatne osady, powstanie mętność innego koloru, woda nie będzie bezbarwna to nie nadaje się do wypełnienia i zasilania oczka wodnego. Dla oceny możliwości jej wykorzystania należy poddać ją badaniom analitycznym i ustalić sposób uzdatniania.

## 2. Kiedy zatem należy i jak często badać wodę?

Odpowiedź na to pytanie jest dość złożona i wymaga uwzględnienia:

- a. celu wykorzystania wody,
- b. źródła jej pochodzenia,
- c. zmienności wykorzystania (nierównomierności poboru wody z danego źródła),
- d. występujących oddziaływań środowiskowych (przyrodniczych i antropogenicznych<sup>4</sup>),
- e. zakresu korzystania z wody (ilości wody pobieranej z poszczególnych źródeł).

---

<sup>4</sup> Antropogenicznych – wynikających z działalności bezpośredniej lub pośredniej, celowej lub niecelowej człowieka

Ad. A W gospodarstwie rolnym woda może być wykorzystywana dla:

- zaspokojenia potrzeb bytowych mieszkańców,
- pojenia zwierząt,
- utrzymania ryb i innych organizmów wodnych,
- nawadniania upraw,
- zabiegów agrotechnicznych,
- utrzymania czystości maszyn, urządzeń, obejścia,
- celów estetycznych,
- celów przeciwpożarowych,
- innych szczególnych.

Woda do picia jest najbardziej niewralgiczną jeśli chodzi o jej jakość, gdyż bezpośrednio oddziałuje na zdrowie i życie właścicieli/mieszkańców gospodarstwa. Pojenie zwierząt wodą nieodpowiedniej jakości może być przyczyną ich chorób, które przenoszone będą na właścicieli stada oraz konsumentów mięsa. Woda służąca do pojenia nie powinna odbiegać parametrami biologicznymi od wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Odmiennie i specyficzne właściwości powinna mieć woda przeznaczona do hodowli ryb i innych organizmów wodnych (raki, krewetki, ostrygi itp.). Każdy z tych organizmów wymaga wody o szczególnych, odpowiadających im właściwościach. Źródłem wody do takich hodowli nie może być woda wodociągowa (ponadto wykorzystywanie takiej wody jest całkowicie nieopłacalne). Od 2017r. w prawie wodnym poszerzono zakres możliwego wykorzystywania wód do nawodnień. Można, z pewnymi uwarunkowaniami<sup>5</sup>, korzystać z wody podziemnej do tego celu. Zakres badań analitycznych tej wody wynika z preferencji podlewanych roślin, a częstotliwość uzależniona jest od zmiany jakości wody w źródle. W większości przypadków studni ujmujących wody na cele nawodnień badania prowadzone są raz na rok do raz na 6 lat. Po ocenie organoleptycznej, w większości przypadków, można zrezygnować z oceny analitycznej. Dla oceny wody do zabiegów agrotechnicznych czy estetycznych (oczka wodne, kaskady, wodotryski itp.) woda nie musi być oceniane inaczej niż pod względem organoleptycznym. W przypadku stwierdzenia niewystarczającej skuteczności oprysków konieczne będzie zbadanie wody pod względem jej twardości (wody średnio- i poniżej twarde spełniają wymogi stosowania), zasolenia (nie wyższego niż 1500mg/dm<sup>3</sup>) i odczynu o wartościach pH 6-8. W przypadku wód podziemnych badania nie muszą być częstsze niż

---

<sup>5</sup> Pod pojęciem pewnych uwarunkowań rozumie się nie przekraczanie granic pobierania wody w ilości 5m<sup>3</sup>/dobę średniorocznie z wód powierzchniowych lub z wykorzystaniem studni o głębokości nie większej niż 30m (głębokość studni a nie do zwierciadła wody).

raz na rok i nie rzadsze niż raz na 6 lat. Woda do celów przeciwpożarowych nie powinna zawierać nadmiernych ilości zawiesin (biologicznych i mineralnych) – powinna w ocenie organoleptycznej nie wykazywać mętności oraz nie powinna zawierać substancji palnych (olejów, benzyn itp. na powierzchni). Inne szczególne cele wykorzystania wody w gospodarstwie (np. czynnik chłodniczy w urządzeniach) wymagają badań zgodnych z wymogami urządzeń i instalacji, w których funkcjonuje woda.

Ad. B. Źródłami zaopatrzenia w wodę mogą być:

- wodociąg,
- studnia kopana, wiercona lub wbijana,
- zbiornik na wody opadowe,
- ujęcie wód powierzchniowych.

Zaopatrzenie ludności w wodę do picia reguluje Ustawa o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym oczyszczaniu ścieków (Dz.U. 2020 poz. 2028), w której obowiązek zaopatrzenia aglomeracji o liczbie mieszkańców powyżej 2000 spoczywa na władzach podstawowej jednostki administracyjnej (najczęściej gminy). Organizując zbiorowe zaopatrzenie w wodę władze lokalne podlegają wymogom prawa wodnego w zakresie zasad korzystania z wody i jednocześnie Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017, poz. 2294).

§1.punkt 1. tego rozporządzenie określa:

- 1) wymagania dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, zwanej dalej „wodą”, w tym wymagania bakteriologiczne, fizykochemiczne oraz organoleptyczne;
- 2) sposób oceny przydatności wody;
- 3) minimalną częstotliwość i miejsca pobierania do badania próbek wody;
- 4) zakres badania jakości wody;
- 5) program monitoringu jakości wody;
- 6) sposób nadzoru nad materiałami i wyrobami stosowanymi w procesach uzdatniania i dystrybucji wody;
- 7) sposób nadzoru nad laboratoriami wykonującymi badania jakości wody;
- 8) sposób informowania konsumentów o jakości wody;
- 9) sposób postępowania przed organami Państwowej Inspekcji Sanitarnej w przypadku, gdy woda nie spełnia wymagań jakościowych.

Skutkiem zapisów Rozporządzenia jest usankcjonowanie działania tego rozporządzenia względem ujęć zaopatrujących 50 lub więcej osób, gdyż rozporządzenia nie stosuje się - z zgodnie §1.punkt 2. podpunkt 4 - do „wody

pochodzącej z indywidualnych ujęć wody zaopatrujących mniej niż 50 osób lub dostarczających mniej niż średnio 10 m<sup>3</sup> wody na dobę, chyba że woda jest dostarczana w ramach działalności gospodarczej lub do budynków użyteczności publicznej lub do budynków zamieszkania zbiorowego lub do podmiotów działających na rynku spożywczym, wykorzystujących wodę” [17].

Wymagania stawiane takiej wodzie to:

Tabela 1. Wymagania biologiczne

Lp.	Wskaźniki	Wartość parametryczna	
		liczba mikroorganizmów [jtk lub NPL]	objętość próbki [ml]
1.	Escherichia coli	0	100
2.	Enterokoki	0	100

Źródło: Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi

Tabela 2. Podstawowe wymagania chemiczne

Lp.	Wskaźniki	Wartość parametryczna	Jednostka
1.	Akrylamid	0,10	µg/dm <sup>3</sup>
2.	Antymon	5,0	µg/dm <sup>3</sup>
3.	Arsen	10	µg/dm <sup>3</sup>
4.	Azotany	50	mg/dm <sup>3</sup>
5.	Azotyny	0,50	mg/dm <sup>3</sup>
6.	Benzen	1,0	µg/dm <sup>3</sup>
7.	Benzo(a)piren	0,010	µg/dm <sup>3</sup>
8.	Bor	1,0	mg/dm <sup>3</sup>
9.	Bromiany	10	µg/dm <sup>3</sup>
10.	Chlorek winylu	0,50	µg/dm <sup>3</sup>
11.	Chrom	50	µg/dm <sup>3</sup>
12.	Cyjanki	50	µg/dm <sup>3</sup>
13.	1,2-dichloroetan	3,0	µg/dm <sup>3</sup>
14.	Epichlorohydryna	0,10	µg/dm <sup>3</sup>
15.	Fluorki	1,5	mg/dm <sup>3</sup>
16.	Kadm	5,0	µg/dm <sup>3</sup>
17.	Miedź	2,0	mg/dm <sup>3</sup>
18.	Nikiel	20	µg/dm <sup>3</sup>
19.	Ołów	10	µg/dm <sup>3</sup>
20.	Pestycydy	0,10	µg/dm <sup>3</sup>



Lp.	Wskaźniki	Wartość parametryczna	Jednostka
21.	Z pestycydów	0,50	µg/dm <sup>3</sup>
22.	Rtęć	1,0	µg/dm <sup>3</sup>
23.	Selen	10	µg/dm <sup>3</sup>
24.	Z trichloroetenu i tetrachloroetenu	10	µg/dm <sup>3</sup>
25.	Z Wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych	0,10	µg/dm <sup>3</sup>
26.	Trihalometany - ogółem (Z THM)	100	µg/dm <sup>3</sup>

Źródło: Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi

Tabela 3. Wymagania organoleptyczne i fizykochemiczne

Lp.	Wskaźniki	Wartość parametryczna <sup>4,-1</sup>	Jednostka
1.	Glin (Al)	200	µg/dm <sup>3</sup>
2.	Jon amonu	0,50	mg/l
3.	Barwa	Akceptowalna przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian	
4.	Chlorki	250	mg/l
5.	Mangan	50	µg/dm <sup>3</sup>
6.	Mętność	Zalecany zakres wartości do 1,0	NTU
7.	Ogólny węgiel organiczny (OWO)	Bez nieprawidłowych zmian	
8.	Stężenie jonów wodoru (pH)	6,5-9,5	
9.	Przewodność elektryczna	2.500	MS/cm
10.	Siarczany	250	mg/l
11.	Smak	Akceptowalny	
12.	Sód	200	mg/l
13.	Utlenialność z KMnO <sub>4</sub>	5,0	mg/l O <sub>2</sub>
14.	Zapach	Akceptowalny	
15.	Żelazo	200	µg/dm <sup>3</sup>

Źródło: Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi

Tabela 4. Wymagania względem substancji promieniotwórczych

Lp.	Wskaźnik	Wartość parametryczna <sup>1,-1</sup>	Jednostka
1.	Radon	100	Bq/l
2.	Tryt	100	Bq/l
3.	Dawka orientacyjna	0,10	mSv/rok

Źródło: Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi

Badania tych wskaźników jakości wody prowadzone są z wyodrębnieniem dwóch grup:

- A – wskaźniki biologiczne, chemiczne, organoleptyczne i fizykochemiczne,
- B – wskaźniki promieniotwórczości.

Częstotliwość tych badań przedstawiono w tabeli 5 – zgodnie z wymogami rozporządzenia.

Tabela 5. Minimalna częstotliwość realizowania badań wód do spożycia

Objętość dostarczanej lub produkowanej wody w strefie zaopatrzenia [m <sup>3</sup> /24 h]	Monitoring parametrów grupy A [liczba próbek/rok]	Monitoring parametrów grupy B [liczba próbek/rok]
< 100	Nie rzadziej niż 2 na rok	Nie rzadziej niż raz na 2 lata
> 100 < 1000	4	1
> 1000 < 10000	4+3 na każde 1000 m <sup>3</sup> /24 h i część tej wartości stanowiącej uzupełnienie do całości	1+1 na każde 4 500 m <sup>3</sup> /24 h i część tej wartości stanowiącą uzupełnienie do całości
> 10000 < 100000		3+1 na każde 10000 m <sup>3</sup> /24 h i część tej wartości stanowiącą uzupełnienie do całości
> 100000		12+1 na każde 25000 m <sup>3</sup> /24 h i część tej wartości stanowiącą uzupełnienie do całości

Źródło: Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi

Wody pobierane do zaopatrzenia mniejszej niż 50 osób grup nie są sankcjonowane prawnie – z tytułu korzystania z ujęcia wody udostępniającego wodę o niższej jakości nie wynikają żadne konsekwencje prawne na zasadach ogólnych. Zdarzają się jednak odbiorcy, którzy domagają się szczególnych wymogów prowadzenia działalności produkcyjnej i wówczas zarówno częstotliwość jak i zakres prowadzonych badań mogą regulować umowy cywilnoprawne zawierane pomiędzy producentem a odbiorcą.

Ad. C. Im więcej przerw w pobieraniu wody z ujęcia – zwłaszcza wód podziemnych – tym większe niebezpieczeństwo pogorszenia jej jakości. Wahania zwierciadła wody podziemnej mogą prowadzić do odsłaniania powierzchni aktywnej filtra. Skutkuje to wprowadzaniem powietrza do strefy warstwy wodonośnej – naturalnie pozostającej w strefie odtlenionej. Powoduje to utlenienie zredukowanych substancji mineralnych i organicznych oraz wytrącenia osadów.

Osady takie mogą prowadzić do kolmatacji filtra, ograniczenia jego wydajności i pogorszenia jakości ujmowanej wody.

Ad. D. Intensywność prowadzonych działań antropogenicznych w sąsiedztwie ujęcia podnosi zagrożenie wystąpienia zanieczyszczenia wody w ujęciu. Tereny przyległe do lotnisk, przeładunkowych stacji kolejowych, fabryk przemysłu chemicznego itp., oddziałują na jakość wód podziemnych. Przenikające z powierzchni ziemi wraz z infiltrującymi wodami zanieczyszczenia koncentrują się w warstwie wodonośnej. Pobieranie wody z tej warstwy powoduje przemieszczanie się zanieczyszczeń w kierunku ujęcia i po pewnym czasie eksploatacji – zależnym od wielkości presji środowiskowej – wzrost zanieczyszczenia ujmowanych wód. Konieczna zatem jest częstsza analiza takiej wody.

Ad. E. W warunkach braku negatywnego wpływu antropogenicznego na wody, również może pojawić się konieczność częstszego niż przeciętnie jej badania. Ma to miejsce w sytuacji przeeksploatowywania zasobów wód. Jeśli pobory wód będą większe niż wydajność studni, spowoduje to długotrwałe, znaczne obniżenie zwierciadła wody w studni. Woda przemieszczająca się w warstwie wodonośnej zwiększy swoją prędkość, a co za tym idzie zdolność „porywania” zdeponowanych pomiędzy wypełnieniem warstwy wodonośnej zaadsorbowanych zanieczyszczeń. Im głębsze będzie obniżenie poziomu wody w warstwie wodonośnej (pogłębienie leja depresji) tym potencjalne pogorszenie jakości wody będzie większe. Dla oceny: czy jakość wody jest jeszcze odpowiednia dla celu jej poboru -konieczne będzie zwiększenie częstotliwości prowadzonych analiz wody z poszczególnych źródeł.

### **3. Co to są wskaźniki jakości wody?**

Wskaźniki jakości wody to pojęcia opisujące wodę w wybranych aspektach. Z punktu widzenia analitycznego wyróżnia się wskaźniki:

- Organoleptyczne (smak, zapach, barwa) – oceniane przy użyciu zmysłów;
- Fizycznochemiczne (np. przewodność elektrolityczna właściwa, przezroczystość, mętność, radioaktywność i inne) – oceniające właściwości fizyczne wód;
- Chemiczne (np. zawartość azotanów, azotu amonowego, fosforanów, potasu i inne) – oceniające wodę pod względem jej właściwości chemicznych (zdolności do chemicznych reakcji, interakcji z organizmami żywymi, oddziaływaniem chemicznym na środowisko przyrodnicze;

- Biologiczne (np. występowanie bakterii różnego typu, od występującej w dużej ilości, naturalnie w przewodzie pokarmowym zwierząt *Escherichia Coli* do chorobotwórczych jak *Salmonella*, przez patogenne robaki, po organizmy złożone, pływające aktywnie w toni wodnej lub występujące w osadach) identyfikujące jakość wód oraz dynamikę życia występującego w wodach;
- Hydromorfologiczne (Lake Habitat Modification Score, hydromorfologiczny indeks rzeczny) – oceniające podatność analizowanego odcinka cieką, czy zbiornika wodnego na procesy degradacyjne.

Różnorodność tych wskaźników wskazuje jak dużym problemem – nadal podlegającym rozwojowi - jest skuteczna ocena jakości wody.

#### 4. Jakie wskaźniki jakości wykorzystujemy do oceny składu wody?

Wodę do spożycia ocenia się zgodnie z wartościami granicznymi wskaźników wymienionych w Tabelach 1-5. Zacznie bardziej złożonym systemem oceny jakości wody jest użycie wskaźników jakościowo ilościowych w odniesieniu do klasyfikacji wód powierzchniowych. Wyróżnia się w nich następujące kategorie wód: cieką naturalne, wody powierzchniowe, wody przejściowe, wody przybrzeżne.

Tabela 6. Kategoria wód powierzchniowych - cieką naturalne

Kod typu	Nazwa typu
PGT	Potok tratrański
PGS	Potok sudecki
RW_krz	Potok lub mała rzeka wyżynna na podłożu krzemianowym
RW_wap	Potok lub mała rzeka wyżynna na podłożu węglanowym
RWf_krz	Potok lub mała rzeka fliszowa o charakterze krzemianowym
RWf_wap	Potok lub mała rzeka fliszowa o charakterze węglanowym
RsW_krz	Średnia rzeka na podłożu krzemianowym
RsW_wap	Średnia rzeka na podłożu węglanowym
PN	Potok lub strumień nizinny
PNp	Potok lub strumień nizinny piaszczysty
RzN	Rzeka nizinna
RwN	Wielka rzeka nizinna
PN_uj	Potok lub strumień przyujściowy pod wpływem wód słonych
RzN_uj	Rzeka przyujściowa pod wpływem wód słonych
P_org	Potok lub struga w dolinie o dużym udziale torfowisk

Kod typu	Nazwa typu
Rz_org	Rzeka w dolinie o dużym udziale torfowisk
P_poj	Potok w systemie rzeczno-jeziorowym Pojezierzy
Pljoj	Potok w systemie rzeczno-jeziorowym Pojezierzy łososiowy
R_poj	Rzeka w systemie rzeczno-jeziorowym Pojezierzy
RL_poj	Rzeka w systemie rzeczno-jeziorowym Pojezierzy łososiowa

Źródło: Rozporządzenie w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych

Tabela 7. Kategoria wód powierzchniowych - jeziora lub inne zbiorniki wodne

Kod typu	Nazwa typu
K_a	Jezioro na podłożu krzemionkowym, niskozasadowe <sup>1</sup> (tak zwane lobeliowe), stratyfikowane
K_b	Jezioro na podłożu krzemionkowym, niskozasadowe <sup>1</sup> (tak zwane lobeliowe), polimiktyczne
WSm_a	Jezioro na podłożu wapiennym <sup>2</sup> , o małej wartości współczynnika Schindlera <sup>3</sup> , stratyfikowane
WSm_b	Jezioro na podłożu wapiennym <sup>2</sup> , o małej wartości współczynnika Schindlera <sup>3</sup> , polimiktyczne
WSd_a	Jezioro na podłożu wapiennym <sup>2</sup> , o dużej wartości współczynnika Schindlera <sup>3</sup> , stratyfikowane
WSd_b	Jezioro na podłożu wapiennym <sup>2</sup> , o dużej wartości współczynnika Schindlera <sup>3</sup> , polimiktyczne
Kond	Jezioro przymorskie, podlegające wpływom wód morskich, o naturalnie podwyższonej przewodności elektrolitycznej, polimiktyczne

Źródło: Rozporządzenie w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych

Tabela 8. Kategoria wód powierzchniowych - wody przejściowe

Kod typu	Nazwa typu
Zali	Zalewowy I z substratem mułowym i piaszczystym
Zalll	Zalewowy II z substratem piaszczystym i mulistym
ZatI	Zatokowy I z substratem ilasto-mulistym
ZatII	Zatokowy II z substratem piaszczystym okresowo stratyfikowany
PrzU	Ujściowy z substratem piaszczystym

Źródło: Rozporządzenie w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych

Tabela 9. Kategoria wód powierzchniowych - wody przybrzeżne

Kod typu	Nazwa typu
PbM	Mierzejowy
PbO	Otwarte wybrzeże

Źródło: Rozporządzenie w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych

Dla każdego typu wód opracowano zestaw i wartości graniczne wskaźników dla poszczególnych klas czystości.

Przykładowy zestaw wskaźników dla tylko jednego typu wód przedstawiono w tabeli 10.

Tabela 10. Wartości graniczne dla klas jakości wód powierzchniowych wskaźników jakości wód powierzchniowych dla jednolitych części wód powierzchniowych typu wód powierzchniowych PGT

Numer wskaźnika	Nazwa wskaźnika	Jednostka	Wartość graniczna dla klasy jakości wód powierzchniowych				
			I	II	III	IV	V
1.	Elementy biologiczne						
1.2.	FITOBENTOS						
1.2.	Indeks Okrzemkowy (IO)	-	> 0,75	> 0,55	> 0,35	> 0,15	< 0,15
1.3.	MAKROFITY						
1.3.	Makrofitowy Indeks Rzeczny (MIR)	-	Nie ustalono.	Nie ustalono.	Nie ustalono.	Nie ustalono.	Nie ustalono.
1.5.	MAKROBEZKRĘGOWCE BENTOSOWE						
1.5.	Indeks MMI_PL	-	> 0,674	> 0,614	> 0,409	> 0,205	< 0,205
1.6.	ICHTIOFAUNA						
1.6.	Indeks EFI+PL <sup>1)</sup>	-	> 0,911	> 0,755	> 0,503	> 0,252	< 0,252
2.	Elementy hydromorfologiczne						
2.1.-2.3.	Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny (HIR) <sup>2)</sup>		> 0,824 <sup>3)</sup>	> 0,715 <sup>3)</sup>	> 0,600 <sup>3)</sup>	> 0,485 <sup>3)</sup>	< 0,485 <sup>3)</sup>
			> 0,728 <sup>4)</sup>	> 0,613 <sup>4)</sup>	> 0,486 <sup>4)</sup>	> 0,359 <sup>4)</sup>	< 0,359 <sup>4)</sup>
3.	Elementy fizykochemiczne						
3.2.	WSKAŹNIKI CHARAKTERYZUJĄCE WARUNKI TLENOWE I ZANIECZYSZCZENIA ORGANICZNE						
3.2.1.	Tlen rozpuszczony	mg O <sub>2</sub> /l	> 9,7	> 9,1	Nie ustala się.		
3.2.2.	Pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /l	< 1,0	< 2,0			
3.2.4.	Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg C/l	< 1,0	< 2,0			
3.3.	WSKAŹNIKI CHARAKTERYZUJĄCE ZASOLENIE						
3.3.2.	Przewodność elektrolityczna właściwa w 20°C	u.S/cm	< 200	< 300	Nie ustala się.		

Numer wskaźnika	Nazwa wskaźnika	Jednostka	Wartość graniczna dla klasy jakości wód powierzchniowych				
			I	II	III	IV	V
3.5.	WSKAŹNIKI CHARAKTERYZUJĄCE WARUNKI BIOGENNE (SUBSTANCJE BIOGENNE)						
3.5.1.	Azot amonowy	mg N-N-H <sub>4</sub> /l	< 0,04	< 0,20	Nie ustala się.		
3.5.3.	Azot azotanowy	mg N-NO <sub>3</sub> /l	< 0,50	< 0,80			
3.5.5.	Azot ogólny	mg N/l	< 0,70	< 1,10			
3.5.6.	Fosfor fosforanowy (V) (ortofosforanowy)	mg P-PO <sub>4</sub> /l	< 0,01	< 0,04			
3.5.7.	Fosfor ogólny	mg P/l	< 0,05	< 0,10			

Źródło: Rozporządzenie w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych

W wodach powierzchniowych dominujące w ocenie ich jakości wskaźniki to wskaźniki biologiczne. O ile, w ocenie wód do picia, pod pojęciem wskaźników biologicznych występują głównie wskaźniki mikrobiologiczne, to w klasyfikacji wód powierzchniowych prym wiodą oceny formułowane w oparciu o wskaźniki opisujące obecność większych organizmów. Pojawiają się tu również wskaźniki hydromorfologiczne obrazujące potencjalną trwałość jakości wody w analizowanym systemie. Ocena stanu chemicznego wody formułowana jest dla małej grupy wskaźników i tylko dla wód, które pod względem hydromorfologicznym i biologicznym można zaliczyć do klasy I lub II. O ile w badaniach wód mamy w ocenie kilkadziesiąt wskaźników fizyko-chemicznych, chemicznych i organoleptycznych, to w przypadku wód powierzchniowych – też potencjalnie uznanych za wody możliwe do wykorzystania do picia – tych wskaźników mamy tylko 9. Powoduje to, że wody powierzchniowe I klasy czystości, które powinny spełniać warunki przydatności do spożycia lub przydatności do spożycia po niewielkim uzdatnieniu w żaden sposób nie korespondują z oceną jakości wód do spożycia.

Pięcioklasowa klasyfikacja jakości wód dotyczy również wód podziemnych. Wody powierzchniowe zasilane są przez większą część roku dopływem wód podziemnych, dlatego te dwa systemy klasyfikacji powinny być spójne. Niestety tak nie jest. Klasyfikacja wód podziemnych oparta jest o zestaw wskaźników – podobnie jak ocena przydatności wody do spożycia – chemicznych.

Wykorzystywane w ocenie jakości wód podziemnych parametry przedstawia tabela 11.

Tabela 11. Zestawienie wartości granicznych dla poszczególnych klas czystości wskaźników jakości wód podziemnych.

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Tło hydro-geochemiczne	Wartości graniczne w klasach jakości				
				I	II	III	IV	V
1	Odczyn pH		6,5-8,5	6,5-9,5			<6,5 lub >9,5	
2	Ogólny węgiel organiczny	mg C/l	1-10	5	10	10	20	>20
3	Przewodność elektrolityczna właściwa w 20°C	uS/cm	200-700	700	2500	2500	3000	>3000
4	Temperatura	°C	4-20	<10	12	16	25	>25
5	Tlen rozpuszczony	mg O <sub>2</sub> /l	0-5	>1	0,5-1	<0,5	<0,5	<0,5
6	Amonowe jony	mg NH <sub>4</sub> /l	0-1	0,5	1,0	1,5	3	>3
7	Antymon <sup>H</sup>	mg Sb/l	0-0,001	0,005 <sup>4)</sup>	0,005 <sup>4)</sup>	0,005 <sup>4)</sup>	0,1	>0,1
8	Arsen <sup>H</sup>	mg As/l	0,00005-0,020	0,01 <sup>4)</sup>	0,01 <sup>4)</sup>	0,02	0,2	>0,2
9	Azotany <sup>H</sup>	mg NO <sub>3</sub> /l	0-5	10	25	50	100	>100
10	Azotyny <sup>H</sup>	mg NO <sub>2</sub> /l	0-0,03	0,03	0,15	0,5	1	>1
11	Bar	mg Ba/l	0,01-0,3	0,3	0,5	0,7	3	>3
12	Beryl	mg Be/l	0-0,0005	0,0005	0,05	0,1	0,2	>0,2
13	Bor	mg B/l	0,01-0,50	0,5	1 <sup>4)</sup>	1 <sup>4)</sup>	2	>2
14	Chlorki	mg Cl/l	2-60	60	150	250	500	>500
15	Chrom	mg Cr/l	0,0001-0,010	0,01	0,05 <sup>4)</sup>	0,05 <sup>4)</sup>	0,1	>0,1
16	Cyjanki wolne	mg CN/l	0	0,01	0,05 <sup>4)</sup>	0,05 <sup>4)</sup>	0,1	>0,1
17	Cyna	mg Sn/l	0-0,02	0,02	0,1	0,2	2	>2
18	Cynk	mg Zn/l	0,005-0,050	0,05	0,5	1	2	>2
19	Fluorki	mg F/l	0,05-0,5	0,5	1	1,5	2	>2
20	Fosforany	mg PO <sub>4</sub> /l	0,01-1,0	0,5 <sup>4)</sup>	0,5 <sup>4)</sup>	1	5	>5
21	Glin	mg Al/l	0,05-0,1	0,1	0,2 <sup>4)</sup>	0,2 <sup>4)</sup>	1	>1
22	Kadm	mg Cd/l	0,0001-0,0005	0,001	0,003	0,005	0,01	>0,01
23	Kobalt	mg Co/l	0-0,001	0,02	0,05	0,2	1	>1
24	Magnez	mg Mg/l	0,5-30	30	50	100	150	>150
25	Mangan	mg Mn/l	0,01-0,4	0,05	0,4	1 <sup>4)</sup>	1 <sup>4)</sup>	>1
26	Miedź	mg Cu/l	0,001-0,020	0,01	0,05	0,2	0,5	>0,5
27	Molibden	mg Mo/l	0-0,003	0,003	0,02 <sup>4)</sup>	0,02 <sup>4)</sup>	0,03	>0,03
28	Nikiel	mg Ni/l	0,001-0,005	0,005	0,01	0,02	0,1	>0,1
29	Ołów	mg Pb/l	0,001-0,010	0,01	0,025	0,1 <sup>4)</sup>	0,1 <sup>4)</sup>	>0,1
30	Potas	mg K/l	0,5-10	10 <sup>4)</sup>	10 <sup>4)</sup>	15	20	>20
31	Rtęć	mg Hg/l	0,00005-0,001	0,001 <sup>4)</sup>	0,001 <sup>4)</sup>	0,001 <sup>4)</sup>	0,005	>0,005
32	Selen	mg Se/l	0,00001-0,005	0,005	0,01 <sup>4)</sup>	0,01 <sup>4)</sup>	0,05	>0,05
33	Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /l	5-60	60	250 <sup>4)</sup>	250 <sup>4)</sup>	500	>500
34	Sód	mg Na/l	1-60	60	200 <sup>4)</sup>	200 <sup>4)</sup>	300	>300
35	Srebro	mg Ag/l	0-0,001	0,001	0,05	0,1 <sup>4)</sup>	0,1 <sup>4)</sup>	>0,1
36	Tal	mg Tl/l	0-0,00001	0,001	0,01	0,02	0,1	>0,1



Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Tło hydro-geochemiczne	Wartości graniczne w klasach jakości				
				I	II	III	IV	V
37	Tytan	mg Ti/l	0-0,01	0,01	0,05	0,1	0,5	>0,5
38	Uran	mg U/l	0,000003-0,0003	0,009	0,009	0,03	0,1	>0,1
39	Wanad	mg V/l	0,000006-0,004	0,004	0,02	0,05	0,5	>0,5
40	Wapń	mg Ca/l	2-200	50	100	200	300	>300
41	Wodorowęglany	mg HCO <sub>3</sub> /l	60-360	200	350	500	800	>800
42	Żelazo	mg Fe/l	0,02-5	0,2	1	5	10	>10
43	AOX – adsorbowane związki chloroorganiczne	mg Cl/l	0-0,0001	0,01	0,02	0,06	0,3	>0,3
44	Benzo(a)piren	mg/l	0,000001-0,00001	0,00001	0,00002	0,00003	0,00005	>0,00005
45	Benzen <sup>H</sup>	mg/l	0	0,001	0,005	0,01	0,1	>0,1
46	BTX-lotne węglowodory aromatyczne	mg/l	0	0,005	0,03	0,1	0,1	>0,1
47	Fenole (indeks fenolowy)	mg/l	0-0,001	0,001	0,005	0,01	0,05	>0,05
48	Węglowodory ropopochodne -indeks oleju mineralnego	mg/l	0	0,01	0,1	0,3	5	>5
49	Pestycydy	mg/l	0	0,00014)	0,00014)	0,00014)	0,005	>0,005
50	Suma pestycydów	mg/l	0	0,00054)	0,00054)	0,00054)	0,0025	>0,0025
51	Substancje powierzchniowo czynne anionowe	mg/l	0	0,1	0,2	0,5	1	>1
52	Substancje powierzchniowo czynne anionowe i niejonowe	mg/l	0	0,1	0,2	0,5	1	>1
53	Tetrachloroeten	mg/l	0-0,0005	0,001	0,01	0,05	0,1	>0,1
54	Trichloroeten	mg/l	0-0,003	0,001	0,01	0,05	0,1	>0,1
55	Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)	mg/l	0,000001-0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	>0,0005

Źródło: Rozporządzenie w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód podziemnych

## 5. Jak pobrać próbkę wody do poprawnej oceny jej jakości?

Pobór prób do badań jest jednym z najważniejszych elementów wpływających na jakość uzyskanego wyniku. W laboratorium chemicznym, analizując wodę nie popełnia się błędów pomiarowych większych niż 10% wartości mierzonej a przy oznaczeniach niskich stężeń metodami spektrometrycznymi błędy najczęściej nie przekraczają 1% do 3% wartości mierzonej. Złe pobrana próba do analizy może wprowadzić do toku analitycznego błąd pomiarowy rzędu kilkuset %. Nieświadomość tego faktu sprawia, że tą bardzo ważną czynność zleca się osobom bez odpowiedniego przygotowania. Aby uniknąć poważnego błędu analitycznego konieczne jest dbanie o jakość pomiaru od samego początku czyli od momentu pobierania próby.

Aby uzyskać miarodajny wynik jakości wody nie zawsze wystarczy pobranie jednej próby. Z rozległych zbiorników wodnych np. takich jak opolskie zbiorniki zaporowe Turawski czy Nyski dla oceny jakości wody w nich występującej konieczne jest pobranie od kilkudziesięciu do (przy wysokich stanach) nawet 200 prób. Każda z tych prób reprezentować powinna wybrane aspekty jakości wody w zbiorniku. Odpowiednia, reprezentatywna dla danego obszaru ilość prób dopiero pozwoli na rzetelną ocenę jakości wody.

W gospodarstwach rolnych najczęściej mamy do czynienia z poborem prób z:

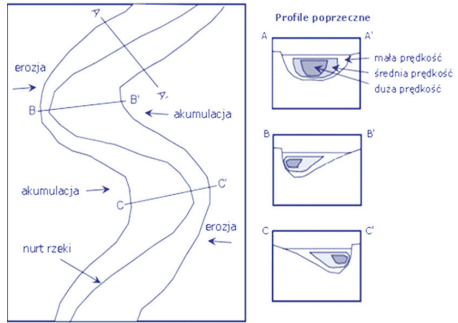
- wód z instalacji wodociągowej zagrodowej,
- wody ze studni na terenie gospodarstwa,
- wody z rowów melioracyjnych,
- wód ze zbiorników wodnych (oczek, sadzawek itp.),
- wody zbiorników na wodę (otwartych albo zamkniętych,
- ścieków,
- odcieków.

Naczelną zasadą pobierania prób do analizy jest jej reprezentatywność. Oznacza to, iż niewielka ilość wody pobrana do badań powinna reprezentować jak największą objętość wody. Skład prób pod względem biologicznym, fizycznym, i chemicznym powinien odpowiadać składowi największej ilości zebranej lub przepływającej wody.

W strumieniach wody – naturalnie lub sztucznie ukształtowanych – woda płynie najszybciej na prostych odcinkach przewodów tuż pod powierzchnią, w największym oddaleniu od brzegów. W przewodach zamkniętych (rurach) woda najszybciej płynie w środku rury. Jeśli pobieramy wodę do badań powinniśmy zatem pobierać ją ze środkowej części strumienia wody wydostającej się

z przewodu – rury – lub środka cieku (na odcinku prostym). Podkreślanie, iż należy pobierać wodę na prostym odcinku ciek nie jest bez znaczenia. W sąsiedztwie zmian kierunku, woda najszybciej płynąca zbliża się do zewnętrznej części łuku po którym płynie. Ustalenie zatem, w którym miejscu mamy do czynienia z najszybciej płynącą wodą jest trudne.

Pobieranie wody wykonuje się przy użyciu czerpaków. Rolę czerpaka może pełnić np. czyste wiadro zamocowane – w sposób uniemożliwiający odczepienie – na polietylenowym sznurku. Pierwsze wody zaczerpnięte w każdym punkcie poboru prób powinny zostać wylane do ciek poniżej punktu poboru, tak aby nie wpłynęły na jakość ponownie pobranej wody. Przepłukanie urządzenia do poboru prób usuwa z niego pozostałości (zanieczyszczenia), które mogą wpłynąć na jakość późniejszej analizy. Trudniejszymi do miarodajnego pobrania są próby z przeznaczeniem do badań biologicznych. Do tego celu konieczne są sita o specjalnych, dostosowanych do wymiaru badanych organizmów oczkach.



Rys. 1. Szkic rozkładu prędkości wody w cieku  
Źródło: Bajkiewicz-Grabowska, Mikulski, 2005.



Rys. 2. Narzędzia do poboru biologicznych prób wód – siatka planktonowa, sito bentosowe (fot. M.Głowacki)

Próby wód do badań mikrobiologicznych wymagają zastosowania wysterylizowanego czerpaka w celu uniknięcia zafałszowania wyniku przez mikroorganizmy przyцепione do ścian czerpaka. Próby mikrobiologiczne mogą ulec

także skażeniu przez mikroorganizmy przemieszczające się z powietrzem. Mikroorganizmy „z powietrza” – w trakcie przenoszenia pojemnika (butelki) na próbę – mogą osiąść na powierzchni korka i szyjki pojemnika (butelki). Wlewana woda może zmyć mikroorganizmy do wnętrza butelki skażając ją. Koniecznym jest zatem dbałość o sterylne zabezpieczenie w pojemniku próbki wody (bezpośrednio przez wlanie próby do butelki, odkażenie korka i górnej części szyjki butelki np. przez opalenie tych elementów w płomieniu). Opalenie powinno podnieść temperaturę na powierzchni do powyżej 100st.C.

Szczególnym wyzwaniem jest pobranie wód wody studziennej do badań mikrobiologicznych. Przy braku w studni zamontowanego systemu hydroforów umożliwiających pobranie wody na powierzchni konieczne jest wysterylizowanie batymetru. Wielość elementów tego urządzenia oraz użyte do jego konstrukcji materiały nie zawsze umożliwiają jego sterylizację chemiczną. Opalenie otwartym płomieniem – podobnie jak butelki do poboru prób jest – również ze względu na grube szkło lub elementy plastikowe niemożliwe. Dodatkowy problem sprawia zamontowany wewnątrz batymetru termometr, którego zakres pomiarowy nie obejmuje temperatur wywołanych otwartym płomieniem. Jeśli do studni wprowadzimy skażony batymetr, to skazimy tym samym pobieraną wodę. Pobierając próbę ze studni wyposażonej w hydrofor lub choćby pompę, przed pobraniem prób konieczne jest zdezynfekowanie (opalenie) końcówki wylotu rury oraz korka i szyjki butelki do poboru prób – co z reguły nie następuje istotnych problemów.

## **6. Jak przygotować próbkę wody do jej zbadania w laboratorium?**

Poprawne pobranie próby to istotny element w toku analizy, jednak przewiezienie próby do laboratorium również może doprowadzić do zmiany jej składu chemicznego lub biologicznego. Aby uzyskać faktyczne i miarodajne wyniki analizy wody pobrana próba wymaga jej przygotowania przed transportem do laboratorium.

Pierwszym elementem przygotowania jest identyfikacja próby. Konieczne jest jej czytelne opisanie pozwalające zidentyfikować:

- A. Rodzaj pobranej wody,
- B. Miejsce i godzinę pobrania,
- C. Metodę utrwalenia próby.

Ad. A. Badania laboratoryjne wody prowadzone są metodami, które pozwalają rzetelnie ocenić jej jakość. Jednak informacja o rodzaju próby – woda

podziemna surowa/uzdatniona, woda powierzchniowa rzeczna/ze zbiornika retencyjnego zanieczyszczonego, ściek, woda opadowa itp. – pozwalają skrócić proces analityczny i obniżyć jego koszty. Dzieje się tak dlatego, iż metody, które stosuje się do badań wymagają oszacowania wielkości stężenia spodziewanego pierwiastka/składnika w próbce. Im dokładniej ten proces szacowania będzie przeprowadzony, tym szybciej doprecyzowana zostanie wartość wskaźnika w procesie analizy (nie trzeba będzie wykonywać wielokrotnych rozcieńczeń próby dla znalezienia właściwego zakresu pomiarowego). Dla analityka wody najtrudniejsze do badań są wody nieznanego pochodzenia.

Ad. B. Oznaczenie na butelce daty i godziny pobrania próby jest istotną informacją. Większość metod analitycznych stosowanych w badaniu jakości wody **wymaga wykonania badania nie później niż 48 godzin od jej pobrania**. Niektóre badania muszą być wykonane w miejscu poboru próby – np. temperatura wody. Dla prób przewożonych do laboratorium czasem konieczne jest tzw. utrwalenie próby, które musi być wykonane natychmiast po jej pobraniu i dopiero wówczas można wydłużyć czas od pobrania próby do jej przeanalizowania do 48 godzin. Tylko jedna grupa oznaczeń po utrwaleniu próby pozwala na znacznie dłuższy odstęp czasu pomiędzy pobraniem a analizą – jest to zawartość metali ciężkich oznaczanych metodą spektrometrii absorpcji atomowej. W tym przypadku od poboru do analizy próby utrwalonej może minąć nawet 30 dni.

Ad. C. Utrwalanie jest procesem stosowanym w różnych dziedzinach życia i analityka laboratoryjna również ten proces wykorzystuje. Nie każdy może jednak podjąć próbę utrwalenia wody. Potrzebna jest do tego celu odpowiednia wiedza, umiejętności i odczynniki chemiczne niedostępne powszechnie.

Aby utwalić próbę wody dla oznaczenia w niej metali, konieczne jest jej zakwaszenie kwasem azotowym stężonym (nieдоступnym bez upoważnienia w obrocie handlowym) do odczynu poniżej pH 2. Najczęściej wystarczy dodać 1 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu azotowego na 1 dm<sup>3</sup> próby. Tak przygotowaną próbę po szczelnym zamknięciu należy intensywnie wymieszać.

Aby wykonać oznaczenie zawartości w wodzie azotanów, azotynów, ortofosforanów, azotu ogólnego, czy związków fosforu konieczne jest dodanie do pobranej próby 1 cm<sup>3</sup> chloroformu na każdy 1 dm<sup>3</sup> pobranej próby. Następnie, po szczelnym zamknięciu próbę należy intensywnie wymieszać. Mieszanie należy kontynuować do momentu aż chloroform zostanie roztworzony w całości w próbce (po zaprzestaniu mieszania na dnie nie będzie widoczny chloroform).

Szczególnym rodzajem utrwalenia jest przygotowanie próby do analizy zawartości w niej tlenu rozpuszczonego. Aby rozpuszczony gaz w trakcie transportu „nie

opuszczyć” środowiska wodnego konieczne jest jego chemiczne związanie. Dokonuje się tego poprzez dodanie specjalnie przygotowanych odczynników w postaci alkalicznego roztworu jodku potasu i roztworu siarczanu IV manganu II. Próba pobierana jest do butelki szklanej o pojemności ok. 250cm<sup>3</sup> z doszlifowanym korkiem zapewniającym zachowanie szczelności i nie przenikanie do butelki tlenu z atmosfery. Butelka, do której dodajemy odczynniki musi być wypełniona po brzegi, a dodanie odczynników ma spowodować wylanie się poza butelkę części wody. Wprowadzenie korka do butelki również ma spowodować wylanie się nadmiaru wody. W takich warunkach butelka zachowuje szczelność przez co najmniej 48 godzin uniemożliwiając dyfuzję istotnych dla analizy ilości tlenu.

Pobierając próby do badań biologicznych najczęściej stosowaną metodą utrwalenia jest schłodzenie próby do temperatury ok. 4st.C. Taka temperatura wstrzymuje czynności życiowe większości organizmów wodnych nie powodując ich śmierci, dlatego ocena żywotności poszczególnych grup organizmów jest możliwa nawet po kilkudziesięciu godzinach.

Dla oceny innych parametrów jakości wody potrzebne są inne szczególne metody utrwalenia pobranych prób. Są jednak i takie wskaźniki jakości wody, które mogą być analizowane bez utrwalenia próby. Należą do nich wszystkie wskaźniki organoleptyczne, jednak ich ocena powinna zostać wykonana nie później niż w szóstej godzinie od pobrania próby.

## **7. Czy można samemu wykonać analizę wody?**

Przeprowadzenie samodzielnie niektórych analiza jest możliwe. Jak wspomniano wcześniej, wszystkie badania organoleptyczne wykonuje się bez zastosowania szczególnych urządzeń, jednak do ich przeprowadzenia konieczna jest wiedza i podstawowe umiejętności analityczne. Barwa wody mierzona jest w skali odcieni koloru żółtego – koloru nadawanego wodzie przez substancje humusowe pochodzenia glebowego w niej rozpuszczone. Zapach wody ocenia się jako roślinny, gnilny lub specyficzny przypisując wrażeniom węchowym wymiar intensywności w skali: bardzo słabo wyczuwalny - 1, słaby wyczuwalny - 2, wyczuwalny - 3, silnie wyczuwalny – 4 i bardzo silnie wyczuwalny - 5. Brak zapachu opisuje się jako b.z. lub 0. Zapach może być jednak oznaczany również na gorąco. Przeprowadzenie tej procedury wymaga podgrzania próby wody w butelce do temperatury 60st.C i wykonanie pomiaru podobnie jak w próbie na zimno (intensywnie mieszając przed otwarciem butelki).

Wykonanie innych wybranych oznaczeń jest możliwe przy zastosowaniu szkolnych przenośnych zestawów walizkowych czy systemów testowych. Konieczne jest jednak posiadanie podstawowych umiejętności, takich jak pipetowanie, posługiwanie się komparatorem czy stałą skalą wzorców.

Inną możliwością „domowej analizy” jest skorzystanie z testów akwarystycznych pozwalających na badanie wody w zakresie poszczególnych wskaźników. Podejmując się jednak takich badań należy zawsze zachować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy sprecyzowane w instrukcjach obsługi poszczególnych zestawów analitycznych. Przykładowe testy dostępne są na stronie <https://reefhub.pl/domowe-testy-akwarystyczne/>.

**Przeprowadzenie badania wody to jedno zadanie, natomiast ocena jakości uzyskanych w procesie analitycznym wyników i ich interpretacja to znacznie bardziej skomplikowane zagadnienie, wymagające wiedzy, doświadczenia i zaangażowania.**

## Spis wykorzystanego piśmiennictwa

1. Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z.: Hydrologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005.
2. Blaschek H.P., Ezeji T.C., Scheffran J.: Biofuels from agricultural waste and by-products, A John Wiley&Sons, Incorporation Publication, 2010.
3. Caperada S.C.: Introduction to biomass energy conversions, CRC Press, 2014.
4. Dymaczewski Z. (red.) Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków, PZLiTS Oddz. Wielkopolski, 2011.
5. Głowacki M., Ciesielczuk T.: Assessment of PAHs and selected pesticides in shallow groundwater in the highest protected areas in the Opole region, Poland. *Journal of Ecological Engineering* 15(2):17-24 DOI: 10.12911/22998993.1094974, 2014.
6. Głowacki M., Pisarek I.: Zanieczyszczenia środowiska a planowanie przestrzenne. – Zarządzanie i edukacja Nr 70/71: 115-130, 2010.
7. Głowacki M., Pisarek I.: Właściwości chemiczne i fizykochemiczne wód podziemnych na terenie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) Nr 333, Wydział Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych PAN, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Zeszyt 535, s.121-130, 2009.
8. Głowacki M.: Zagrożenie działalnością rolniczą jakości wód podziemnych “Triasu Opolskiego”, Inżynieria środowiska, Zeszyt 24, Akademia Rolnicza w Krakowie, Kraków-Dobczyce, s.5-16, 2003.

9. Głowacki M.: Zagrożenia i współczesne metody ochrona jakości wód na obszarach użytkowanych rolniczo, OODR Łosiów, 2018.
10. Kotowski A.: Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów, Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o.o., 2011
11. Kowal A., Świdrska-Bróż M.: Oczyszczanie wody, PWN, 2013.
12. Łomotowski J., Szpindor A.: Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków, Arkady, 1999
13. Martinez-Santo P., Aldaya M.M., Llamas M.R.: Integrated water resources management in the 21<sup>st</sup> century, CRC Press, 2014.
14. Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. z 2016, poz. 71).
15. Paczyński B., Sadurski A.: Hydrogeologia regionalna Polski. Tom I, Wody słodkie, PIG, 2007.
16. Rozporządzenie Ministra Gospodarki morskiej i żeglugi śródlądowej w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód podziemnych z dnia 11.10.2019r.
17. Rozporządzenie Ministra Gospodarki morskiej i żeglugi śródlądowej w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych z dnia 07.11.2019r.
18. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 7 grudnia 2017 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, Dz.U. z 2017r. poz. 2294.
19. Trzeciak S.: Meteorologia morską z oceanografią, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2004.
20. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne.
21. Ustawa z dnia 10 lipca 2007r. o nawozach i nawożeniu – tekst jednolity ogłoszony Obwieszczeniem Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 czerwca 2018r.