



# **Mętność wody**

przeznaczonej do spożycia  
przez ludzi

---

Znaczenie i zagrożenia dla bezpieczeństwa zdrowotnego  
Postępowanie w przypadku podwyższonych wartości stężeń

© Główny Inspektorat Sanitarny 2018

Wszelkie prawa zastrzeżone

Niniejsze opracowanie jest chronione prawem autorskim. Prawa autorskie do niniejszego opracowania przysługują Głównemu Inspektoratowi Sanitarnemu.

Każde wykorzystanie niniejszego opracowania lub jego fragmentu wymaga wskazania przynajmniej źródła.

Warszawa, 2018

Opracowano na zlecenie Głównego Inspektoratu Sanitarnego: Dorota Maziarka, Bożena Krogulska – Zakład Bezpieczeństwa Zdrowotnego Środowiska Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny.

## SPIS TREŚCI

Wstęp .....	4
I. Definicja i informacje ogólne .....	5
II. Cząstki zawiesin i koloidy odpowiedzialne za zjawisko mętności wody – źródła, pochodzenie i wpływ na uzdatnianie wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi .....	9
III. Mętność wody a jej jakość mikrobiologiczna .....	16
IV. Mętność wody z ujęć powierzchniowych i mieszanych a ryzyko chorób wodozależnych ...	18
V. Mętność wody przeznaczonej do spożycia a zanieczyszczenie chemiczne wody i związane z nim ryzyko .....	25
VI. Mętność wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi – regulacje zawarte w dyrektywie Rady 98/83/we z dnia 3 listopada 1998 r. W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi .....	26
VII. Mętność wody – wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (DZ. U. 2017 R., POZ. 2294) .....	28
VIII. Mętność wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi w zaleceniach WHO dotyczących wody do picia .....	29
IX. Mętność wody przeznaczonej do spożycia a bezpieczeństwo wody dla zdrowia ludzi – interpretacja wartości wskaźnika i postępowanie .....	34
X. Częstość badania mętności wody i dopuszczalny/tolerowany czas utrzymywania się podwyższonych wartości wskaźnika .....	51
Piśmiennictwo .....	54
Przykładowa karta wytycznych dla mętności wody z sieci wodociągowej zasilanej z ujęć podziemnych, utrzymujących się długotrwale, przy wykluczenia skażenia mikrobiologicznego wody .....	56
Propozycje wzorów komunikatów państwowego powiatowego/ granicznego inspektora sanitarnego w przypadku podwyższonej mętności wody w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi: .....	60

## WSTĘP

Opracowanie „*Mętność wody przeznaczanej do spożycia przez ludzi. Znaczenie i zagrożenia dla bezpieczeństwa zdrowotnego. Postępowanie w przypadku podwyższonych wartości*” **nie jest źródłem powszechnie obowiązującego prawa**, lecz ma charakter pomocniczy w realizacji przez organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej zadań w zakresie nadzoru nad bezpieczeństwem zdrowotnym wody przeznaczanej do spożycia przez ludzi.

Niniejsze opracowanie ma charakter ogólny, kierunkowy. W związku z powyższym przy rozpatrywaniu określonego przypadku wzrostu mętność wody przeznaczanej do spożycia przez ludzi, należy każdorazowo brać pod uwagę indywidualne uwarunkowania, występujące w danej sytuacji (np. stwierdzone przekroczenia wartości parametrycznych innych parametrów).

## I. DEFINICJA I INFORMACJE OGÓLNE

Podwyższona mętność wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi bywa najczęściej traktowana jako problem dotyczący akceptowalności wody przez konsumentów, którzy zgłaszają zastrzeżenia co do wizualnie ocenianej jakości wody. Pogląd taki nie jest w pełni słuszny, ponieważ jakkolwiek sam wzrost mętności wody nie stanowi bezpośredniego zagrożenia dla zdrowia ludzi, w niektórych sytuacjach może on wskazywać na zakłócenia w procesie uzdatniania wody, związane z podwyższonym ryzykiem chorób wodozależnych, zależnie od przyczyny mętności wody i lokalnych uwarunkowań. Stając przed wyborem postępowania w takiej sytuacji, należy przede wszystkim dążyć do ustalenia:

- (1) czym spowodowany jest wzrost mętności wody;
- (2) czy zachodzą okoliczności wskazujące na możliwy jednoczesny wzrost ryzyka chorób wodozależnych.

Analiza taka wymaga uwzględnienia szeregu czynników, spośród których największe znaczenie mają rodzaj źródła wody, zawartość substancji mineralnych i organicznych, mogących być powodem mętności wody, zakres i procedury uzdatniania wody, możliwe ich zakłócenia oraz okoliczności, w których doszło do wzrostu mętności wody i w których podobne sytuacje występowały w przeszłości.

Mętność wody jest parametrem fizycznym, stanowiącym miarę ograniczenia względnej przezroczystości wody przez utrzymujące się w niej cząstki zawiesin. Powstaje ona w wyniku zaburzeń w przenikaniu światła przez warstwę wody jako następstwo jego rozpraszania i pochłaniania przez zawarte w niej cząstki zawieszane. Odpowiednio do tego, zgodnie z normą PN-EN ISO 7027 *Jakość wody – Oznaczanie mętności*, jest ona definiowana jako zmniejszenie przezroczystości cieczy, powodowane obecnością substancji nierozpuszczalnych lub też jako zdolność do absorbowania promieni świetlnych wskutek obecności w wodzie bardzo drobnych zawiesin pyłowych lub koloidalnych pochodzenia mineralnego lub organicznego (PN-G-01300). Mętność bywa też określana jako wynik optycznych właściwości drobnych zawiesin w próbce wody, powodujących rozpraszanie światła. Rodzaj, źródło pochodzenia, właściwości fizyczne i skład chemiczny cząstek zawiesin odpowiedzialnych za zjawisko mętności wody są zróżnicowane, podobnie jak możliwe następstwa podwyższonej mętności dla bezpieczeństwa zdrowotnego wody. Decydują

o tym rodzaj źródła wody (podziemne vs. powierzchniowe lub z ujęć mieszanych), lokalne warunki geomorfologiczne, hydrogeologiczne i hydrologiczne, czynniki atmosferyczne, czynniki związane z wykorzystaniem gruntów wokół ujęcia wody oraz przebieg procesów jej uzdatniania (głównie filtracji) i warunki dystrybucji. W zależności od tych czynników odmiennie kształtują się kryteria akceptowalnych poziomów mętności wody i zasady postępowania w przypadkach ich przekroczenia.

Zasada pomiaru mętności wody opiera się na założeniu, że strumień światła przenika przez warstwę wody o całkowitej przejrzystości w sposób niezakłócony, natomiast obecność cząstek zawieszonych w wodzie sprawia, że ulega on rozproszeniu lub absorpcji. Stopień tych zakłóceń jest zróżnicowany w zależności od wielkości, kształtu, liczebności, barwy, składu chemicznego i współczynnika refrakcji, charakteryzujących cząstki zawieszonych; upraszczając, można sprowadzić go do zależności, że intensywność światła ulegającego rozproszeniu zwiększa się w miarę wzrostu mętności wody.

W badaniach wody przeznaczonej do spożycia standardową metodę pomiaru mętności stanowi obecnie pomiar światła rozproszonego pod kątem 90°, charakteryzuje się on bowiem większą czułością w przypadku mętności spowodowanej cząstkami koloidalnymi i jest korzystniejszy zwłaszcza w niższych zakresach pomiarowych. Mierniki, w których wykorzystano tę metodę określane są mianem nefelometrów, a wynik pomiaru wyrażany jest w nefelometrycznych jednostkach mętności (*nephelometric turbidity unit*, NTU). Turbidymetry oparte na pomiarze światła przechodzącego są natomiast bardziej przydatne do pomiaru mętności wynikającej z obecności w wodzie cząstek o większej średnicy (>1 μm), a ich przydatność w badaniach wody przeznaczonej do spożycia jest ograniczona.

Nefelometry mogą się różnić źródłem zastosowanego w nich światła. W myśl zaleceń norm ISO 7027 (EN ISO 7027), należy stosować promieniowanie o długości fali 860 nm (podczerwień), podczas gdy zalecenia US EPA (Standardowe Metody Badania Wody i Ścieków) wymagają stosowania światła białego. Podczerwone źródło promieniowania znacznie ogranicza wpływ zabarwienia roztworu na zakłócanie pomiaru, ponieważ prawie nigdy nie obserwuje się absorpcji promieniowania przy długości fali 860 nm. Zarazem jednak metoda ta charakteryzuje się mniejszą czułością pomiaru w przypadku obecności w wodzie cząstek o małej średnicy, które w znikomym stopniu rozpraszają promieniowanie podczerwone.

Mętność stanowi wartościowy wskaźnik oceny jakości wody na różnych etapach jej uzdatniania i dystrybucji, przydatny zwłaszcza jako wskaźnik skuteczności procesów oczyszczania. W szcze-

gólności wysokie lub zmienne jej wartości mogą wskazywać na pogorszenie jakości wody ujmowanej lub sygnalizować nieprawidłowości w procesie uzdatniania wody albo w stanie technicznym systemu dystrybucji. Z punktu widzenia technologii uzdatniania wody, ważną zaletą tego parametru jest prostota pomiaru i możliwość wykonywania go w sposób ciągły lub wielokrotnie w ciągu doby.





## **II. CZĄSTKI ZAWIESIN I KOLOIDY ODPOWIEDZIALNE ZA ZJAWISKO MĘTNOŚCI WODY – ŹRÓDŁA, POCHODZENIE I WPŁYW NA UZDATNIANIE WODY PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA PRZEZ LUDZI**

Zawarte w wodzie cząstki i koloidy, powodujące zjawisko mętności, wykazują tendencję do długotrwałego utrzymywania się w wodzie w formie zawiesin, nie ulegając sedymentacji, do czego przyczyniają się obecne na ich powierzchni jednoimienne ładunki elektryczne (potencjał zeta), przeciwdziałające ich agregacji i koagulacji koloidów – źródło i charakter mętności wody przeznaczonej do spożycia są ściśle związane z rodzajem wody ujmowanej i jej charakterystyką fizyczną, chemiczną oraz mikrobiologiczną, sprawnością procesów uzdatniania wody i stanem technicznym systemu dystrybucji wody. Powodem mętności wody mogą być cząstki nieorganiczne – cząstki gleby, iły, muł, substancje mineralne działające jak naturalne precypitanty (węglan wapnia, nierozpuszczalne sole żelaza i manganu (tlenek żelaza, dwutlenek manganu)). Do powstawania mętności wody mogą przyczyniać się także zawiesiny organiczne, do których należą butwiejące resztki roślinne, przenikające do ujęcia wraz z wodami opadowymi, gnijące pozostałości organizmów zwierzęcych, odchody ludzi i zwierząt, rozdrobnione substancje organiczne, polimeryczne formy niektórych związków organicznych, w tym wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, koloidy, glony i mikroorganizmy: plankton, sinice, mikroorganizmy obecne w ściekach, w tym bakterie i pierwotniaki chorobotwórcze, ponadto fragmenty biofilmu, osadów i produktów korozji z systemów wodociągowych.

Zanieczyszczenia powyższe będące przyczyną podwyższonej mętności wody mogą do niej przenikać na różnych etapach ujmowania, uzdatniania i dystrybucji i zależnie od ich specyfiki, a także od rodzaju wód ujmowanych mogą obejmować:

### **Wody ujmowane**

- ujęcia powierzchniowe i pozostające pod wpływem wód powierzchniowych:
  - spływy powierzchniowe wód deszczowych/opadowych, wód z topniejącego lodu i śniegu,
  - spływ/odprowadzanie ścieków,
  - resuspensja zdeponowanych osadów lub cząstek osadzonych na powierzchniach urządzeń służących do ujmowania wody,

- erozja utworów geologicznych,
- zakwity glonów i sinic.
- ujęcia wód podziemnych:
  - procesy naturalnego wietrzenia formacji skalnych/geologicznych,
  - perkolacja wód podziemnych – przepływ przez podłoże stałe połączony z wymywaniem osadu i/lub substancji chemicznych.

**Odmienne uwarunkowania mętności wód z ujęć powierzchniowych/mieszanych a podziemnych decydująco wpływają na odrębny charakter wynikających stąd zagrożeń i ryzyka dla zdrowia. Zagrożenie to dotyczy przede wszystkim wód powierzchniowych i z ujęć mieszanych, z uwagi na fakt, że mętność wody może się w tym przypadku wiązać ze skażeniem mikrobiologicznym wody. Ponadto mętność wód surowych z tego rodzaju ujęć może wahać się w szerokich granicach, co stanowi trudność z punktu widzenia skuteczności procesów uzdatniania wody.**

**Uzdatnianie wody**, mimo iż usuwanie z wody zawiesin jest jednym z jego głównych celów, może niekiedy również przyczyniać się do wzrostu mętności wody, czego powodem mogą być:

- pozostałości substancji chemicznych, stosowanych w procesach uzdatniania wody – koagulantów i środków wspomagających sedymentację,
- pozostające w wodzie cząstki ziarnistych materiałów filtracyjnych,
- nieskuteczna filtracja wody, w tym wynikająca z nieodpowiedniego stanu technicznego urządzeń filtracyjnych; w efekcie niepełne usunięcie zawiesin w procesie filtracji wody,
- odrywanie i fragmentacja zawiesin zatrzymanych uprzednio na złożu filtracyjnym i ich przenikanie do wody kierowanej do sieci. Problem ten może wystąpić zarówno w uzdatnianiu wód podziemnych, w przypadku których dotyczy przede wszystkim związków żelaza, zatrzymanych po utlenieniu na filtrze, jak i wód powierzchniowych, kiedy do wody mogą przenikać zatrzymane na filtrach osady po uprzedniej koagulacji. Wzrost mętności wody w takich sytuacjach z reguły jest przemijający i krótkotrwały,
- proces/reakcja precypitacji – wytrącanie się nierozpuszczalnych związków mineralnych w wyniku reakcji składników mineralnych wody z substancjami chemicznymi, stosowanymi w celu uzdatniania wody.

Wymienione sytuacje dotyczą przede wszystkim wód z ujęć powierzchniowych i ujęć pozostających w zakresie oddziaływania wód powierzchniowych, natomiast trzy ostatnie mogą zachodzić także podczas uzdatniania wód podziemnych.

Wzrost mętności wody **w trakcie jej dystrybucji** obserwowany jest powszechnie w systemach wodociągowych, jednak jego skala jest z reguły niewielka. Wyraźny i znaczny wzrost mętności wody na tym etapie zaopatrzenia może być spowodowany następującymi przyczynami:

- przenikanie do wody produktów korozji,
- fragmentacja biofilmu i przenikanie jego oderwanych części do przesyłanej wody,
- tworzenie się osadów mineralnych w przewodach i przenikanie ich składników do wody, re-suspensja osadów, które uległy uprzednio osadzeniu na ścianach przewodów wodociągowych. Wszystkim wymienionym wyżej procesom sprzyja zastój wody oraz zmiany przepływu i ciśnienia w sieci i instalacji wodociągowej, reakcje precypitacji zachodzące w wodzie,
- nieszczelności w systemie dystrybucji, prowadzące do przenikania do wody zanieczyszczeń z powierzchni gruntu, w szczególności wód opadowych lub ścieków powstałe w wyniku różnego rodzaju awarii, prac związanych z ich usuwaniem, wymagających naruszenia ciągłości przewodów wodociągowych, podłączenia nowych przewodów, prac remontowych,
- nieprawidłowe podłączenia w obrębie sieci lub instalacji wodociągowej, umożliwiające przepływ zwrotny i/lub przeniknięcie do systemu wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, wody o innym przeznaczeniu,
- specyficzną przyczyną mętności wody, na którą zwracają niekiedy uwagę konsumenci są liczne i drobne pęcherzyki powietrza, obecne w wodzie poddawanej uprzednio napowietrzeniu i zawierającej w związku z tym pewne ilości rozpuszczonego powietrza. W tym przypadku zmętnienie wody pobranej z kranu jest przemijające i ustępuje samoistnie w ciągu kilku minut, nie towarzyszy mu wzrost barwy ani zapachu wody,
- częstym zjawiskiem jest obserwowany w systemach dystrybucji wody krótkotrwały, szybki przemijający wzrost mętności wody, będący wynikiem gwałtownego uwolnienia cząstek zawieszonych z osadów ze ścian przewodów wodociągowych w wyniku nagłej zmiany warunków przepływu, zwykle wywołanym różnymi czynnikami zewnętrznymi.

Podobnie jak zróżnicowane są powody wzrostu mętności wody, odmienne są również ich następstwa dla bezpieczeństwa wody dla zdrowia. Stąd też w razie wystąpienia podwyższonej mętności wody należy dążyć do ustalenia przyczyny takiej sytuacji.

Wpływ podwyższonej mętności wody na jakość wody i przebieg procesu uzdatniania zależy od przyczyny i rodzaju zawieszonych odpowiedzialnych za to zjawisko i obejmuje:

■ **cząstki nieorganiczne – glina, ły, osady mineralne, naturalne precypitanty (węglan wapnia, dwutlenek manganu, tlenek żelaza):**

- modyfikują wartość pH wody,
- stanowią źródło mikroelementów, wykorzystywanych przez mikroorganizmy,
- wpływają na wartość potencjału elektrokinetycznego (potencjału dzeta) cząstek zawiesiny w wodzie,
- powodują widoczne zmętnienie wody,
- wpływają niekorzystnie na posmak wody.

Powyższe właściwości wpływają na procesy koagulacji, flokulacji i filtracji wody, które wymagają w związku z tym odpowiedniego zaprojektowania, w tym niekiedy stosowania dodatkowych chemikaliów w celu właściwego oczyszczenia wody. Cząstki tej grupy mogą ulegać wytrącaniu w formie osadów w systemie dystrybucji wody. Mogą też one stanowić rodzaj nośników mikroorganizmów, które skupiają się wokół nich, i które są przez nie częściowo chronione przed działaniem środków dezynfekcyjnych.

■ **cząstki organiczne: ulegające rozkładowi tkanki roślinne i zwierzęce, odchody ludzi i zwierząt, osady ściekowe:**

- źródło mikroorganizmów, w tym drobnoustrojów chorobotwórczych,
- źródło energii i substancji odżywczych dla mikroorganizmów,
- możliwy wzrost barwy wody.

Obecność tego rodzaju zanieczyszczeń poza wzrostem mętności wody zwiększa ryzyko zanieczyszczenia mikrobiologicznego wody, a ponadto w następstwie interakcji utleniającego środka dezynfekcyjnego z cząstkami organicznymi zwiększa zapotrzebowanie na dezynfektant, jak również przyczynia się do wzrostu stężenia ubocznych produktów dezynfekcji.

■ **organiczne związki wielkocząsteczkowe, w tym substancje humusowe:**

- wpływają niekorzystnie na zapach, smak i barwę wody,
- niektóre z nich mają właściwości wymienniczy jonowych oraz zdolność wiązania/ kompleksowania substancji chemicznych, w tym związków o działaniu toksycznym, przyczyniając się do zwiększenia ich zawartości w wodzie,
- modyfikują wartość pH wody i potencjał elektrokinetyczny.

Substancje te wpływają na warunki koagulacji i flokulacji wody, mogą przyczyniać się do dysfunkcji filtrów, zmniejszając szybkość filtracji i przyspieszając kolmatację złoża. Mogą też sprzyjać powstawaniu zwiększonych ilości ubocznych produktów dezynfekcji, tworzących się w trakcie chemicznej dezynfekcji wody, jak również ulegać precypitacji w systemie dystrybucji.

**Mętność wody nie jest parametrem odnoszącym się bezpośrednio do zagrożenia dla zdrowia ludzi. Jej podwyższone wartości mogą jednak wskazywać na zakłócenie uzdatniania wody, którego następstwem może być nieprawidłowość stwarzająca takie ryzyko, na przykład nieodpowiednia jakość mikrobiologiczna wody.**

Szczególnego podkreślenia wymaga możliwy związek lub sygnalizowanie przez podwyższoną mętność nieodpowiedniej jakości mikrobiologicznej wody, przede wszystkim wody z ujęć powierzchniowych lub mieszanych, której przyczyny mogą być wielorakie:

- podwyższona mętność wody może być spowodowana przenikaniem do niej znacznej liczby mikroorganizmów, wśród których mogą znajdować się drobnoustroje chorobotwórcze – wirusy, bakterie, pierwotniaki chorobotwórcze. Zanieczyszczenia te powinny być skutecznie eliminowane w trakcie uzdatniania wody, jednak w wyniku zakłóceń tego procesu, w szczególności filtracji, mogą pozostawać w niej w znacznej liczbie,
- cząstki stałe w wodzie o podwyższonej mętności stanowią struktury, na których obecne w wodzie mikroorganizmy mogą ulegać osadzaniu, wykazując tendencję do adhezji i skupiania się wokół nich, a nie do rozpraszania w całej objętości wody. Umożliwia to ochronę mikroorganizmów przed działaniem środków dezynfekcyjnych, zarówno fizycznych (promieniowanie UV), jak i chemicznych środków o działaniu utleniającym. Promieniowanie UV ulega absorpcji przez cząstki zawiesin, na skutek czego nie jest możliwe napromienienie mikroorganizmów dawką o wystarczającej mocy i efekt biobójczy promieni UV jest niepełny. Chemiczne środki biobójcze o działaniu utleniającym wchodzi natomiast w reakcje ze składnikami chemicznymi cząstek zawiesin, powodując ich utlenienie, w wyniku czego zużywane są znaczne ilości czynnego dezynfektanta. W efekcie jego pozostałe stężenie jest zbyt niskie, a czas kontaktu z mikroorganizmami zbyt krótki, aby zapewnić skuteczność działania biobójczego. Następstwem takiej sytuacji jest z jednej strony pogorszenie jakości mikrobiologicznej wody, z drugiej podwyższone stężenie ubocznych produktów dezynfekcji w wodzie,
- niektóre składniki mineralne zawiesin odpowiedzialnych za wzrost mętności wody mogą modyfikować wartość pH wody, co może dodatkowo osłabiać działanie niektórych chemicznych środków dezynfekcyjnych, w tym najczęściej stosowanego chloru,

- składniki zawiesin – zarówno mineralne, jak i organiczne – mogą stanowić źródło energii i substancji odżywczych dla obecnych w wodzie mikroorganizmów, umożliwiając ich dłuższe przeżycie w takich warunkach.

Wśród przyczyn mętności wody, mogących stanowić szczególne zagrożenie z uwagi na ich związek z pogorszeniem jakości mikrobiologicznej wody, należy wymienić przenikanie do wód z ujęć powierzchniowych i mieszanych ścieków bytowych, w których duży udział mają odchody ludzi i zwierząt. Zawierają one znaczne ilości mikroorganizmów, wśród których mogą występować drobnoustroje patogenne, zwłaszcza bakterie i pierwotniaki chorobotwórcze. Zanieczyszczenie ściekami wód z ujęć powierzchniowych i infiltracyjnych stanowi istotny problem w naszym kraju z uwagi na znaczne niedostatki w zakresie infrastruktury kanalizacyjnej oraz technicznych możliwości oczyszczania ścieków i wynikające stąd jeszcze wykorzystywanie wód powierzchniowych jako odbiorników ścieków. Według danych GUS, w 2016 r. jedynie 70,2% mieszkańców Polski miało dostęp do instalacji kanalizacyjnych (na wsi – 40,3%), a łączna długość sieci kanalizacyjnej była o połowę mniejsza niż sieci wodociągowej [14]. Zanieczyszczenie wody ściekami przyczynia się także do wzrostu zawartości substancji organicznych, zmniejszających skuteczność dezynfekcji wody i utrudniających uzyskanie jej pożądanej jakości mikrobiologicznej. Do zanieczyszczenia wody w powyższym mechanizmie może dochodzić stale (systematycznie) w przypadku, gdy ujęcie wody pozostaje w zasięgu oddziaływania zanieczyszczenia ściekami, zanieczyszczenie takie może jednak występować również okazjonalnie, na przykład w wyniku awarii oczyszczalni ścieków lub instalacji kanalizacyjnej. Specyfiką miejscowości wypoczynkowych jest przeciążenie instalacji kanalizacyjnej w sezonie turystycznymi i związane z tym przenikanie do wód powierzchniowych nieoczyszczonych lub niewystarczająco oczyszczonych ścieków. Efektem może być wzrost mętności wody z jednoczesnym skażeniem kałowym.

Drugim częstym powodem wzrostu mętności wody, z którym wiąże się ryzyko pogorszenia jakości mikrobiologicznej wody są spływy wód opadowych i wód z topniejącego śniegu i lodu do wód z ujęć powierzchniowych i infiltracyjnych. Wody opadowe niosą ze sobą duże ilości wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń obecnych na powierzchni gruntu i w jego powierzchniowej warstwie, jak również cząstki gleby i ziemi. Wśród zanieczyszczeń tych znajdują się również odchody ludzi i zwierząt, osady ściekowe wykorzystywane w rolnictwie, różnego rodzaju odpady, zanieczyszczenia organiczne, w tym substancje ropopochodne i pestycydy. Szybkość spływu i ilość tego rodzaju zanieczyszczeń w wodzie ujmowanej może być tak znaczna, że przekracza możliwości skutecznego działania systemu uzdatniania wody, w wyniku czego woda dostarczana mieszkańcom nie jest oczyszczana z nich w wystarczającym stopniu. Zagrożenie to również

dotyczy wód z ujęć powierzchniowych i mieszanych i często miewa charakter sezonowy.

■ **mikroorganizmy (bakterie, pierwotniaki chorobotwórcze, plankton, sinice, glony):**

- negatywnie wpływają na zapach i posmak wody,
- stanowią potencjalne źródło substancji toksycznych (toksyny sinicowe, głównie mikrocystyny),
- wzrost barwy wody; mogą powodować przebarwienie armatury sanitarnej,
- biofilm i złuszczenie się jego fragmentów.

Efektem znacznej zawartości powyższych cząstek jest konieczność stosowania wielobarierowych systemów ochrony w celu zapewnienia skutecznej dezynfekcji wody. W przeciwnym razie problemem może być dysfunkcja/blokowanie filtrów i nieskuteczna filtracja wody, nieskuteczna dezynfekcja przy jednoczesnym wzroście zapotrzebowania na środek dezynfekcyjny, intensywne tworzenie się biofilmu w systemie dystrybucji wody.

### III. MĘTNOŚĆ WODY A JEJ JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA

W licznych pracach badawczych udokumentowano związek między mętnością wody powierzchniowej a wskaźnikami mikrobiologicznymi, co niekiedy bywa podstawą uznawania mętności wody za orientacyjny wskaźnik jej jakości mikrobiologicznej (lecz nie ścisły jej wyznacznik). W szczególności wspomniane wyżej sploty wód opadowych prowadziły zarówno do gwałtownego i znacznego wzrostu mętności wody, jak i do stwierdzanego równoległe wzrostu izolowanej z próbek wody liczby mikroorganizmów chorobotwórczych i wskaźników skażenia kałowego. Atherholt i wsp. stwierdzili zależność między mętnością wody rzecznej (Delaware) a liczebnością izolowanych z próbek wody pierwotniaków chorobotwórczych z rodzaju *Giardia* i *Cryptosporidium* [3]. W innej pracy, przeprowadzonej w okolicach Sydney (George River) w Australii Fergusson i wsp. [13] wykazali, że występowanie obfitych opadów deszczu ciągu 72 godzin poprzedzających badanie wody prowadziło do wzrostu liczby izolowanych z próbek wody mikroorganizmów – termotolerancyjnych bakterii gr coli, enterokoków, *Aeromonas* spp., spor *Clostridium perfringens*, oraz pierwotniaków *Giardia*, *Cryptosporidium* spp., F-RNA bakteriofagów, przy czym z wyjątkiem ostatniego z wymienionych parametrów, występowanie wszystkich pozostałych wykazywało silną dodatnią korelację ze stwierdzanymi wartościami mętności wody. Curriero i wsp. (2001) w analizie obejmującej dane z obszaru Stanów Zjednoczonych z lat 1948-1994, zaobserwowali zależność między nasilonymi opadami atmosferycznymi a występowaniem epidemii chorób wodozależnych. Spośród zarejestrowanych w tym czasie 548 epidemii o takim charakterze 51% było poprzedzonych opadami o intensywności mieszczącej się w górnym 10% przedziale (powyżej 90 percentyla), a 68% epidemii – opadami o nasileniu przekraczającym 80 percentyli [8]. Podobną zależność w odniesieniu do kryptosporidiozy wykazała Naumova i wsp. (2005) w pracy przeprowadzonej w północno-zachodniej Anglii, zwracając uwagę na wyraźny sezonowy charakter zachorowań, których liczba wiosną i jesienią 3-3,5 razy przekraczała poziom obserwowany w innych porach roku. Z analizy danych meteorologicznych wynikało, że wzrost ten poprzedzany był nasilonymi opadami atmosferycznymi, których intensywność w tych porach roku była szczególnie duża [19].

**Przytoczone wyżej prace wskazują na sygnalizowanie przez nasilone opady deszczu i masywne roztopy śniegu zwiększonego ryzyka skażenia mikrobiologicznego wód powierzchniowych, a zarazem wskazują na możliwy związek między stopniem mętności wód z takich ujęć a występowaniem w wodzie mikroorganizmów chorobotwórczych. Należy jednak pa-**



**miętać, że zależność ta często bywa uwarunkowana lokalnymi okolicznościami i nie ma stałego charakteru. W szczególności badania te nie dostarczyły dowodów na prostą ilościową zależność między mętnością wody a liczbą mikroorganizmów chorobotwórczych, izolowanych z próbek wody. Tym samym niska wartość mętności wody powierzchniowej w żadnym razie nie wyklucza obecności w niej mikroorganizmów chorobotwórczych.**

**Podwyższoną mętność wody z ujęć powierzchniowych należy traktować jako sygnał możliwego zagrożenia jakości mikrobiologicznej wody (=wzrost ryzyka). Nie można natomiast danego poziomu mętności wody bezwzględnie wiązać z określonym stopniem zagrożenia skażeniem mikrobiologicznym wody ani jego charakterem.**

Zależność między mętnością wody a stopniem jej skażenia mikrobiologicznego pozostaje pod wpływem lokalnych uwarunkowań i jest przez nie w dużym stopniu modyfikowana, a tym samym zmienna. Czynniki mogący wywierać wpływ na jej występowanie są właściwości, ilości i sposób uwalniania przenikających do wody zanieczyszczeń, jak również typ gleb/gruntu wokół ujęcia. W badaniu przeprowadzonym w Kanadzie, Dorner i wsp. (2007) wykazał słabą korelację między stwierdzaną w próbkach wody powierzchniowej liczbą mikroorganizmów chorobotwórczych a poziomem mętności wody, co przypisali lokalnej zmienności źródeł tych zanieczyszczeń [10]. Podobnie St. Pierre i wsp.(2009) w innym badaniu kanadyjskim nie wykazali wyraźnej zależności między mętnością wody a występowaniem i liczbą *Campylobacter* spp., termotolerancyjnych bakterii coli i *E. coli* w próbkach wody rzecznej [24].

W wodach podziemnych mętność zwykle nie wiąże się nieodpowiednią jakością mikrobiologiczną, jej podstawowym powodem jest bowiem zwykle zawartość tlenków metali (żelaza, manganu, glinu), cząstek gliny, ilów lub organicznych związków wielkocząsteczkowych naturalnego pochodzenia, wśród których przeważają substancje humusowe, zwłaszcza występujące w związkach z metalami [4, 26]. Powodem wzrostu mętności wody w systemach dystrybucji wody mogą być także nie patogenne bakterie żelazowe i siarkowe, które wykorzystując jako źródło energii procesy utleniania żelaza i siarki, przyczyniają się do wytrącania w systemie dystrybucji wody nierozpuszczalnych związków, w których skład wchodzi powyższe substancje (APHA et al., 2012) [1]. Czynniki te zwykle nie wykazują szkodliwego wpływu na zdrowie ludzi, lecz mimo to pożądane jest aby poziom mętności wody z ujęć podziemnych utrzymywany był w miarę możliwości także na jak najniższym poziomie, najlepiej poniżej wartości 1,0 NTU. Pozwala to upewnić się, że mętność wody nie będzie zakłócać dezynfekcji i dystrybucji wody i nie będzie budzić zastrzeżeń konsumentów.

## IV. MĘTNOŚĆ WODY Z UJĘĆ POWIERZCHNIOWYCH I MIESZANYCH A RYZYKO CHORÓB WODOZALEŻNYCH

Liczni badacze analizujący przyczyny epidemii chorób wodozależnych wskazują, że podwyższona mętność wody z ujęć powierzchniowych jest czynnikiem mogącym sygnalizować zwiększone ryzyko tego rodzaju zachorowań. Obserwacje takie, poczynione w krajach rozwiniętych – w USA, Kanadzie i w Europie – dotyczą przede wszystkim wód powierzchniowych, ale także wód podziemnych, jeśli mogą one pozostawać pod wpływem wód powierzchniowych i zawartych w nich zanieczyszczeń (ujęcia mieszane).

W latach 90-tych duże zainteresowanie wzbudziły przeprowadzone w USA i w Kanadzie prace analizujące zależność między poziomem mętności wody wodociągowej przeznaczonej do spożycia a liczbą zachorowań na ostre infekcje przewodu pokarmowego, których miarą była zwykle liczba hospitalizacji, zgłoszeń do oddziałów ratunkowych oraz porad lekarskich udzielanych z tego powodu. Badania te dotyczyły wody z ujęć powierzchniowych, której mętność po uzdatnieniu (filtracji) pozostawała w granicach wymaganych przez przepisy zgodne z wymaganiami WHO i zbliżone do obowiązujących w krajach europejskich. Jako jeden z pierwszych na kwestię tę zwrócił uwagę Schwartz i wsp., który w przeprowadzonym w Filadelfii badaniu wykazał zależność między poziomem mętności wody, pozostającym w wymaganych granicach, a częstością hospitalizacji dzieci z powodu ostrych chorób biegunkowych. Wzrost mętności wody o ok. 0,04 NTU, odpowiadający przedziałowi międzykwartylowemu, związany był ze wzrostem liczby zgłoszeń do oddziału ratunkowego odpowiednio o 9,9% u dzieci w wieku 3 lat i starszych oraz 5,9% u dzieci w wieku do 2 lat. Liczba hospitalizacji z powodu ostrego nieżytu żołądkowo-jelitowego zwiększyła się o 13,1% u dzieci do 2. roku życia i aż o 31,1% wśród dzieci powyżej 2. roku życia [21]. Podobną zależność autor ten stwierdził także w odniesieniu do osób w wieku podeszłym, w badaniu przeprowadzonym w tym samym mieście w latach 1992-1993, w którym analizowano wszystkie mające w tym czasie miejsce przypadki hospitalizacji z powodu ostrego nieżytu żołądkowo-jelitowego osób w wieku >65 lat [22]. Zestawiając je z wynikami codziennych pomiarów mętności wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z sieci miejskiej stwierdził, że wzrost mętności o przedział międzykwartylowy (ok. 0.04 NTU) wiązał się ze zwiększeniem liczby hospitalizacji z powodu ostrej infekcji przewodu pokarmowego w tej grupie wieku o 9% (95% CI 5,3%, 12,7%), z przesunięciem w czasie wynoszącym 9-11 dni. Zależność ta była jeszcze większa w populacji osób >75. roku życia. Należy dodać, że w przypadku obu powyższych badań, mętność wody uzdatnionej była znacznie **poniżej** górnego dopuszczalnego limitu dla wody z ujęć powierzchniowych i wynosiła średnio 0,20 NTU.

Do obserwacji tych części autorów odniosła się krytycznie, zarzucając obu pracom liczne uchybienia metodyczne, w szczególności opieranie się na nieściśle pomiarach mętności (poniżej zakresu kalibracji) oraz ekologiczny charakter badania, w którym nie uwzględniano indywidualnego narażenia [7,23]. Mimo to w kolejnych pracach potwierdzano powyższą zależność. Aramini i wsp. w badaniu prowadzonym w Vancouver w latach 1992-1998, obejmującym całą populację miasta podzieloną na 4 kategorie wiekowe wykazał, że wzrost mętności wody surowej z ujęcia powierzchniowego, związany był ze zwiększeniem liczby zachorowań na ostry nieżyt żołądkowo-jelitowy, wymagający porad lekarskich, wizyt w dziecięcym oddziale ratunkowym oraz hospitalizacji [2]. Przy wahaniami mętności wody przekraczających 1 NTU zarówno ryzyko względne, jak i iloraz szans wystąpienia ostrej infekcji przewodu pokarmowego przekraczały 2, wskazując na wyraźną zależność. Zmienna mętność wody, przyczyniając się do powyższych chorób, była według szacunku autorów odpowiedzialna za 1,6% porad ambulatoryjnych oraz odpowiednio 0,6% hospitalizacji i 1,6% przyjęć do pediatrycznych oddziałów ratunkowych, których powodem były ostre nieżyty żołądkowo-jelitowe.

Morris R i wsp., oceniając codzienną zapadalność na ostre infekcje przewodu pokarmowego (hospitalizacje, przyjęcia do oddziałów ratunkowych i porady ambulatoryjne) w Milwaukee w okresie od stycznia 1992 r. do kwietnia 1994 r. i analizując je w powiązaniu z danymi dotyczącymi mętności wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi stwierdził, że podwyższenie mętności wody o 0,5 NTU związane było ze wzrostem względnego ryzyka zachorowania, szczególnie wyraźnym w grupie wiekowej <18 roku życia, w której wynosiło ono 2,35 (95% [CI] – 1,34, 4,12). U osób dorosłych ryzyko względne również było podwyższone, lecz w mniejszym stopniu (1,17, 95% CI = 0,91, 1,52) [18].

Analiza powyższa odnosiła się do okresu poprzedzającego dużą epidemię kryptosporydiozy, do której doszło w tym mieście w roku 1993. Była to największa epidemia wodozależna w historii USA. Masowe zachorowania objęły wtedy ponad 400 000 osób (ok. 25% mieszkańców miasta – prawdopodobnie ilość ta jest niedoszacowana), spośród których 69 zmarło (93% z nich cierpiało na AIDS). W marcu 1993 r. do wodociągów miejskich napłynęło kilka skarg od konsumentów na pogorszenie jakości organoleptycznej wody z sieci miejskiej. Równolegle stwierdzono znaczny wzrost zużycia leków przeciwbiegunkowych (zabrakło ich w wielu aptekach w mieście), jak również wzrost zużycia testów laboratoryjnych, mających zastosowanie w diagnostyce infekcji przewodu pokarmowego. Znacznie zwiększyła się także ilość przyjęć do oddziałów ratunkowych z powodu ostrej, wodnistej biegunki, której towarzyszyły bóle brzucha, a w połowie przypadków także wymioty oraz wzrost ciepłoty ciała. Analiza wyników badań wody z obu stacji uzdatniania zaopatrujących miasto z okresu 30 dni poprzedzających wystąpienie zachorowań wykazała, że jedyną uchwytną nieprawidłowością

był wzrost mętności wody produkowanej w jednej ze stacji. Dane z lat 1983-1993 wskazywały, że mętność wody w niej uzdatnianej nie przekraczała 0,4 NTU. W roku 1993 od lutego do połowy marca mętność wody uzdatnionej nie przekraczała 0,25 NTU, do dnia 18 marca, kiedy odnotowano jej wzrost do 0,35 NTU. W okresie od 23 marca do 1 kwietnia najwyższa dzienna mętność wody utrzymywała się na poziomie przekraczającym 0,45 NTU, osiągając w dniach 28-30 marca wartość 1,7 NTU, mimo podjętych działań naprawczych i korekcji dozowania chlorku poliglinu. Na stacji tej nie funkcjonowały urządzenia do monitorowania mętności wody ujmowanej, które mogłyby ułatwiać określenie wymaganej dawki koagulanta, nie działały także urządzenia do ciągłego pomiaru mętności wody uzdatnionej (w efekcie była ona kontrolowana co 8 godzin). Przez cały czas trwania epidemii (luty-kwiecień 1993) mętność wody produkowanej w drugiej stacji uzdatniania była stabilna i nie przekraczała 0,45 NTU, a wyniki standardowych badań mikrobiologicznych wody, w tym liczba bakterii grupy coli, w wodzie uzdatnionej z obu stacji były zgodne z wymaganiami. Nie stwierdzono zależności między mętnością wody uzdatnionej a mętnością i temperaturą wody surowej [16].

Wpływ wzrostu mętności wody z ujęć powierzchniowych na występowanie infekcji przewodu pokarmowego zaobserwowano także w szeregu innych badań, w których punktem odniesienia nie były rejestrowane porady lekarskie ani hospitalizacje, lecz dolegliwości i objawy obserwowane przez samych konsumentów oraz zużycie leków przeciwbiegunkowych. Egorov i wsp. w prowadzonym w okresie czerwiec-listopad 1999 r. badaniu kohortowym obejmującym 100 losowo wybranych rodzin (367 osób) w mieście Cherepovets analizowali częstość objawów ze strony przewodu pokarmowego, odnotowanych przez badanych w prowadzonych przez nich dzienniczkach, zestawiając je z danymi o wielkości spożycia wody oraz z uzyskanymi od producenta informacjami o jakości wody, w tym o codziennych wahaniami mętności wody. Stwierdzona zapadalność na infekcje żołądkowo-jelitowe – 1,7 przypadków na osobo-rok – była przeszło 2x wyższa niż dane z rejestrów medycznych, uwzględniających jedynie osoby poszukujące pomocy medycznej. W badaniu stwierdzono, że wzrost mętności wody o przedział międzykwartylowy związany był ze względnym ryzykiem zachorowania wynoszącym 1,47 z opóźnieniem wynoszącym 2 dni. Zależności takiej nie wykazano w odniesieniu do osób spożywających wyłącznie wodę przegotowaną, była ona natomiast wyraźna w przypadku osób korzystających z wody niepoddawanej gotowaniu – ryzyko było w tej grupie wyższe z opóźnieniem 1, 2, i 7 dniowym. Mętność wody uzdatnionej przekraczała wartość 1 NTU przez 80% czasu trwania badania, ale woda spełniała urzędowe wymagania dotyczące jakości mikrobiologicznej (bakteriologicznej), choć jednocześnie miejscowe organy zdrowia publicznego uznawały wodę za nie w pełni bezpieczną pod tym względem, zalecając jej gotowanie przed spożyciem [12]. Zależność między mętnością wody a ostrymi infekcjami przewodu pokarmowego potwierdzono także w badaniu, w którym zachorowania te oceniano na

podstawie zużycia dostępnych bez recepty leków przeciwbiegunkowych, związek ten stwierdzono jednak tylko w odniesieniu do wody surowej [5].

Nie we wszystkich jednak badaniach zależność między stopniem mętności wody a zapadalnością na ostre infekcje przewodu pokarmowego przedstawiała się tak jednoznacznie. Dotyczy to między innymi badania przeprowadzonego w Atlancie, którego celem była ocena powyższej zależności, rozpatrywanej odrębnie w odniesieniu do mętności wody ujmowanej i uzdatnionej (po filtracji) na stacji uzdatniania wody (suw) (Tinker i wsp., 2010). Występowanie ostrych niezżytów żołądkowo-jelitowych oceniano na podstawie liczby wizyt w oddziale ratunkowym z powodu ostrych chorób biegunkowych. Analizą objęto dane dotyczące mętności wody z 8 suw w obszarze metropolitalnym Atlanty z lat 1993-2004 oraz 240 000 wizyt w oddziałach ratunkowych, których powodem były ostre infekcje żołądkowo-jelitowe w populacji zaopatrywanej w wodę przez powyższe wodociągi. W badaniu wykazano umiarkowaną zależność między poziomem mętności wody a wizytami w oddziałach ratunkowych z powodu ostrego niezżytu żołądkowo-jelitowego jedynie w odniesieniu do mętności wody surowej (1,06 przy wzroście minimalnej średniej dziennej mętności wody surowej o 10 NTU). Podkreślając w konkluzji, że poziom mętności wody po filtracji nie okazał się w omawianym przypadku miarodajnym wskaźnikiem ryzyka związanego z mikrobiologiczną jakością wody w odniesieniu do wszystkich objętych badaniem suw, zwrócono jednocześnie uwagę, że fakt ten może być związany z niskimi / bardzo niskimi poziomami mętności w wodzie uzdatnionej (średnia dobową mętność wody wahała się w granicach 0,03-0,17 NTU, dobową wartość maksymalną 0,04-0,29 NTU). Za możliwością taką przemawiały wyraźnie wyższe wskaźniki odnoszące się do jednej ze suw, której ujęcie wody znajdowało się 3,5 mili poniżej miejsca odprowadzania ścieków z oczyszczalni [25].

Podobny wynik przyniosło badanie przeprowadzone przez Hsieh i wsp., w którym analizowano dane dotyczące mętności wody ujmowanej i wody w publicznej sieci wodociągowej w Nowym Jorku w latach 2002-2009 oraz zarejestrowane w tym samym czasie zgłoszenia do oddziałów ratunkowych miejscowych szpitali z powodu ostrych infekcji przewodu pokarmowego. Autorzy stwierdzili, że wzrost mętności wody wiązał się ze zwiększeniem częstości występowania biegunek wymagających leczenia w oddziale ratunkowym, wzrost ten jednak obserwowany był jedynie w okresie wiosennym (mętność wody ujmowanej osiągała wtedy najwyższe wartości), dotyczył przede wszystkim grupy wiekowej 0-4 lata i był powiązany ze zmianami mętności wody ujmowanej (nie wody uzdatnionej). W przeciwieństwie do innych badań, autorzy nie stwierdzili zależności między podwyższoną mętnością wody a wzrostem częstości ostrych chorób biegunkowych u dorosłych, co jednak przynajmniej częściowo może wynikać z faktu, że za podstawę oceny występo-

wania biegunek przyjęto zgłoszenie do oddziału ratunkowego, tymczasem osoby w tej grupie wiekowej rzadziej mogą poszukiwać pomocy lekarskiej w chorobach biegunkowych. U małych dzieci natomiast choroby te mogą prowadzić do szybkiego pogorszenia stanu ogólnego, skłaniając opiekunów do zgłoszenia się do szpitala. Autorzy stwierdzili, że wzrost zapadalności na ostre choroby biegunkowe związany z podwyższoną mętnością wody jedynie w niewielkim stopniu wpływał na wyraźną sezonowość chorób tej grupy (0,4% zmienności), obserwując 5% wzrost ryzyka przypadający na wzrost mętności wody o przedział międzykwartyłowy. W badaniu wykazano ponadto, że najwyższe stwierdzone wartości mętności wody w nieproporcjonalnie dużym stopniu wiązały się ze zwiększoną częstością zachorowań na ostre biegunki [15].

Z uwagi na pewne różnice w konkluzjach poszczególnych prac podjęto kilka prób ich zbiorczej oceny. Mann i wsp., dokonując w 2007 r. analizy jakościowej i podsumowania 6 wcześniejszych prac poświęconych powyższemu problemowi (w tym kilku badań omówionych wyżej – [2, 18, 21, 22]) stwierdziła, że w dwóch z powyższych prac nie zaobserwowano omawianej zależności, natomiast pozostałe 4 potwierdzają ją. Autorka uznała na tej podstawie, że podwyższona mętność wody z ujęć powierzchniowych najprawdopodobniej wiąże się ze zwiększoną zapadalnością na infekcje przewodu pokarmowego, przynajmniej w niektórych okolicznościach i w pewnym zakresie mętności wody. Czynniki mogące być powodem rozbieżności są możliwy odmienny wpływ mętności stwierdzanej w wodzie ujmowanej i wodzie po uzdatnieniu, uwzględnienie sezonowości zmian mętności wody i sezonowości zachorowań na ostre infekcje przewodu pokarmowego [17]. Późniejsze analizy, obejmujące odpowiednio większą liczbę prac pochodzących z krajów rozwiniętych, prowadziły do takich samych wniosków, ponieważ większość badań niezmiennie wykazywała zależność między mętnością wód z ujęć powierzchniowych a przypadkami ostrych infekcji przewodu pokarmowego. De Roos i wsp. dokonał oceny 14 prac poświęconych omawianej tematyce, obejmujących populacje o różnej liczebności, z różnych regionów geograficznych (z krajów rozwiniętych), oceniając uzyskane przez badaczy wyniki z punktu widzenia prawidłowości modelowania przybliżeń, możliwych źródeł błędów i siły dowodu, zbieżności i różnic wyników. Analiza wykazała znaczącą dodatnią korelację między mętnością wody a występowaniem ostrych nieżytów żołądkowo-jelitowych, w odniesieniu do większości miast objętych badaniami, różnych okresów czasu i pór roku, zarówno w miastach zaopatrywanych w wodę filtrowaną, jak i niepoddawaną filtracji [9]. W najnowszym opracowaniu Baudeau, w 11 na 17 analizowanych przypadków miast zaopatrywanych w wodę z ujęć powierzchniowych o zmiennej mętności wykazano znaczącą statystycznie i wysoce prawdopodobną zależność między mętnością wody uzdatnionej a wskaźnikami występowania ostrych infekcji przewodu pokarmowego, przy wzroście ryzyka względnego wynoszącego 3-13% [6].

Procesy oczyszczania obniżające mętność wody często są skorelowane ze zmniejszaniem ładunku zanieczyszczeń mikrobiologicznych, jednak zależność między mętnością wody a liczbą drobnoustrojów zarówno w wodzie surowej jak i uzdatnionej bywa niejednolicie wyrażona. Tinker i wsp. w swej cytowanej uprzednio pracy zwraca uwagę na brak ścisłej zależności między mętnością uzdatnionej (filtrowanej) wody powierzchniowej a stopniem jej zanieczyszczenia mikrobiologicznego i możliwą obecnością mikroorganizmów chorobotwórczych, co potwierdzają prace innych autorów [25]. Wynika to z faktu, że niektóre mikroorganizmy mają zbyt małe rozmiary, aby nawet występując w znacznej liczbie wpłynąć znacząco na mętność wody, mierzoną przy użyciu konwencjonalnych turbidymetrów.

**Ogólnie przyjmuje się, że wraz ze wzrostem mętności spowodowanej obecnością cząstek gliny, mułu i iłów wzrasta również liczba mikroorganizmów obecnych w wodzie, co jednak nie w każdym przypadku ma miejsce. W rzeczywistości stopień korelacji liczby mikroorganizmów w wodzie ze zmianami nasilenia mętności i cząstek zawiesin w wodzie jest wysoce zróżnicowany, zależnie od warunków, z których wynikają zmiany w mętności wody.**

Mętność wód powierzchniowych wykazuje tendencję do wzrostu w wyniku nasilonych opadów deszczu, jednak związany z tym wzrost zanieczyszczenia mikrobiologicznego wody może wystąpić jedynie w pierwszej fazie dłuższych opadów lub w przypadku deszczu następującego po długim okresie suszy, kiedy spływające wody opadowe zawierają zawiesiny odchodów i osadów kałowych, mogące się znajdować w pobliżu brzegu cieków lub zbiornika wodnego. W warunkach regularnych opadów natomiast spływające wody opadowe mogą zawierać głównie zawiesinę gliny i mułu. Ponadto usuwanie z wody cząstek zawiesin poprzez filtrację zależy w dużej mierze od ich wielkości i ładunku, a cząstki gliny i mułu mogą, z uwagi na swe właściwości, łatwiej podlegać temu procesowi w porównaniu z mikroorganizmami. Niektóre procesy oczyszczania wody mogą znacznie zredukować mętność wody, nie wpływając w istotnym stopniu na liczbę zawartych w wodzie mikroorganizmów, zwłaszcza gdy nie ulegają one adsorpcji na cząstkach zawiesin. Czynnikiem ten sprawia, że mętność wody poddanej filtracji może być w mniejszym stopniu skorelowana ze stopniem zanieczyszczenia mikrobiologicznego w porównaniu z wodą surową.

**UWAGA:** Powyższe rozważania odnoszą się do mętności wody ujmowanej i poddawanej uzdatnianiu. Odrębnym problemem jest wzrost mętności wody w systemie dystrybucji, który nie zawsze wiąże się z zanieczyszczeniem mikrobiologicznym, a jeśli do niego dochodzi, najczęściej jest ono spowodowane przez drobnoustroje niechorobotwórcze. Wymaga to jednak sprawdzenia i wykluczenia skażenia kałowego wody.





## **V. MĘTNOŚĆ WODY PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA A ZANIECZYSZCZENIE CHEMICZNE WODY I ZWIĄZANE Z NIM RYZYKO**

Wysoka mętność wody z ujęć podziemnych może wynikać z zawartych w niej znacznych ilości substancji chemicznych, wśród których przeważają tlenki żelaza, manganu i glinu, związki wapnia oraz organiczne substancje wielkocząsteczkowe, zaliczane do związków humusowych. W stężeniach występujących w wodzie substancje te zwykle nie stwarzają zagrożenia dla zdrowia ludzi, nawet gdy osiągają poziomy powodujące wzrost zarówno mętności, jak również barwy, zapachu i smaku wody. Ich negatywny wpływ dotyczy akceptowalności wody oraz stanu technicznego systemów wodociągowych, w których sprzyjają one wytrącaniu się nierozpuszczanych osadów na ścianach przewodów i urządzeń wodociągowych. Substancje humusowe w razie obecności w wodzie poddawanej dezynfekcji chemicznej stanowią potencjalne źródło ubocznych produktów dezynfekcji, mogących oddziaływać toksycznie w wysokich stężeniach.

Cząstki gliny i ilów tworzące zawiesiny w wodzie z ujęć powierzchniowych i mieszanych mogą niekiedy wiązać występujące w glebie i ziemi zanieczyszczenia chemiczne, w tym pestycydy i ich metabolity, a następnie uwalniać je w wodzie w systemie dystrybucji. Zjawisko to nie osiąga jednak nasilenia mogącego zagrażać bezpieczeństwu wody dla zdrowia ludzi.

## VI. MĘTNOŚĆ WODY PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA PRZEZ LUDZI – REGULACJE ZAWARTE W DYREKTYWIE RADY 98/83/WE Z DNIA 3 LISTOPADA 1998 r. W SPRAWIE JAKOŚCI WODY PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA PRZEZ LUDZI

Regulacje zawarte w dyrektywie Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, wymagające implementacji do przepisów krajowych państw członkowskich UE i dotyczące wody dostarczanej konsumentom, odnoszą się do wody po uzdatnieniu i wody w punkcie czerpalnym u konsumenta. Określają one wymagania dotyczące mętności wody w sposób opisowy i ogólny, nie podając wartości parametrycznej, a jedynie stwierdzając, że:

- nasilenie mętności wody nie powinno budzić zastrzeżeń konsumentów („akceptowana przez konsumentów”),
- stwierdzane wartości powinny charakteryzować się stabilnością, nie ulegając nieprawidłowym zmianom („bez nieprawidłowych zmian”),
- w przypadku uzdatniania wody powierzchniowej państwa członkowskie powinny dążyć do osiągnięcia wartości parametrycznej nie przekraczającej 1 NTU w wodzie po uzdatnieniu.

O charakterze tego zapisu decyduje fakt, że mętność wody rozpatrywana ogólnie nie ma bezpośredniego odniesienia do bezpieczeństwa zdrowotnego wody, a jej znaczenie w tym aspekcie różni się w zależności od rodzaju ujęcia wody i jej specyficznej charakterystyki fizykochemicznej, jak również od stosowanych metod uzdatniania i dezynfekcji oraz warunków panujących w systemie dystrybucji. W związku z tym, **mimo iż korzystne jest, aby mętność wody utrzymywana była na jak najniższym poziomie, w praktyce w różnych systemach zaopatrzenia, wykorzystujących wodę o odmiennej jakości i dysponujących zróżnicowanymi możliwościami technologicznymi, mętność wody różni się w znacznym zakresie.**

Zapis ten kładzie nacisk na pozytywną ocenę jakości wody przez konsumentów, utrzymanie ich zaufania do jej bezpieczeństwa dla zdrowia i tym samym nie skłanianie ich do poszukiwania innych źródeł wody do picia, o niekontrolowanej jakości. Ważnym aspektem powyższego zapisu jest uwaga, zgodnie z którą stwierdzony poziom mętności wody należy oceniać w świetle wcześniejszych wyników oznaczeń tego parametru w wodzie z danego systemu zaopatrzenia („bez

nieprawidłowych zmian”). Należy w związku z tym zwrócić uwagę na:

- uwzględnienie specyficznej jakości wody w danym systemie zaopatrzenia. Jest to istotne przede wszystkim w przypadku małych wodociągów, których możliwości redukcji mętności wody są ograniczone, wykorzystujących wody podziemne, których nieznacznie lub umiarkowanie podwyższona mętność wynika wyłącznie z przenikania do nich składników warstw geologicznych, jest stabilna w długim okresie obserwacji i nie stanowi zagrożenia dla zdrowia konsumentów. W takim przypadku przejściowo akceptowalne mogą być wartości, które w innym systemie zaopatrzenia, wykorzystującym wodę z ujęcia powierzchniowego, poddawaną filtracji i dezynfekcji, mogą wskazywać wzrost zanieczyszczenia wody ujmowanej lub zakłócenie uzdatniania wody i tym samym sygnalizować zagrożenie dla bezpieczeństwa wody dla zdrowia,
- znaczenie nagłych, gwałtownych zmian (wzrostu) mętności wody, szczególnie z ujęć powierzchniowych – jako mogących sygnalizować nieprawidłowości zagrażające bezpieczeństwu wody dla zdrowia: doływ dużej ilości zanieczyszczeń do wody ujmowanej (w tym zanieczyszczenia docierające do wody z ujęć powierzchniowych i mieszanych w wyniku intensywnych opadów deszczu lub następujących w krótkim czasie roztopów śniegu i lodu), awarię systemu uzdatniania wody lub znaczne nieprawidłowości w stanie technicznym sieci dystrybucji wody.

Zapis powyższy pozwala więc na ocenę mętności wody, uwzględniającą specyficzną jakość wody i charakter danego systemu zaopatrzenia w wodę. Pozostawia możliwość elastycznego określania poziomu mętności wody, który w danym systemie można uznać za akceptowalny, po wykluczeniu zagrożeń dla bezpieczeństwa zdrowotnego, jakie podwyższona mętność wody może sygnalizować. Znaczenie ma wtedy subiektywna ocena konsumentów, która nie jest ograniczana formalnie określonymi wartościami parametrycznymi.

Jedynym wyjątkiem, w stosunku do którego w dyrektywie Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi określono wartość parametryczną mętności wody, jest mętność uzdatnionej wody z ujęć powierzchniowych, co do której zalecono dokładanie starań, aby nie przekraczała wartości 1,0 NTU w wodzie uzdatnionej. Wzrost mętności wody w takim przypadku może sygnalizować zagrożenie nieodpowiednią jakością mikrobiologiczną wody, w związku z czym wymaga jak najszybszego wyjaśnienia przyczyny i podjęcia działań naprawczych i ochrony konsumentów.

## **VII. MĘTNOŚĆ WODY – WYMAGANIA OKREŚLONE W ROZPORZĄDZENIU MINISTRA ZDROWIA Z DNIA 7 GRUDNIA 2017 r. W SPRAWIE JAKOŚCI WODY PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA PRZEZ LUDZI (DZ. U. 2017 R., POZ. 2294)**

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi określa wymagania, jakim powinna odpowiadać woda przeznaczona do spożycia przez ludzi, stanowiąc implementację omówionych wyżej regulacji zawartych w dyrektywie Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. W przypadku mętności wody zostały one włączone do przepisów krajowych w bardzo zbliżonej formie, jak w przywołanej dyrektywie – podstawowe kryterium stanowi akceptowalność przez konsumentów oraz niewystępowanie nieprawidłowych zmian w wartości wskaźnika, mogących sugerować doływ zanieczyszczonej wody do ujęcia lub awarię systemu uzdatniania/dystrybucji. Jednocześnie jako zalecany zakres mętności wody (lecz nie wymagający obligatoryjnego dotrzymania) wskazano wartość do 1,0 NTU (tabela nr 2, Część C załącznika nr 1 do rozporządzenia). Zalecenie to ma charakter ogólny i odnosi się do każdego rodzaju wód, uzupełnione jest jednak przypisem, zgodnie z którym w poddawanych uzdatnianiu wodach powierzchniowych należy dążyć do osiągnięcia wartości parametrycznej nie przekraczającej 1,0 NTU w wodzie po uzdatnieniu. W odniesieniu do wód powierzchniowych, które obligatoryjnie wymagają filtracji i dezynfekcji, zalecenie dotyczące utrzymania mętności na poziomie do 1,0 NTU sformułowane jest bardziej stanowczo („należy dążyć”), za pożądane (korzystne) uznaje się natomiast spełnienie tego kryterium przez wodę przeznaczoną do spożycia także we wszystkich pozostałych przypadkach, niezależnie od jej pochodzenia, choć nie ma ono wtedy charakteru obligatoryjnego. Ostateczna decyzja co do kontynuowania zaopatrzenia w wodę lub jego zaprzestania należy do właściwego terenowo państwowego powiatowego/granicznego inspektora sanitarnego.

## VIII. MĘTNOŚĆ WODY PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA PRZEZ LUDZI W ZALECENIACH WHO DOTYCZĄCYCH WODY DO PICIA

Eksperti Światowej Organizacji Zdrowia (World Health Organization, WHO) podkreślają, że wzrost mętności wody może wskazywać na zmiany jakości wody ujmowanej lub zakłócenia jej uzdatniania, mogące prowadzić do zagrożeń dla zdrowia konsumentów, dlatego sytuacja taka wymaga ustalenia przyczyny obserwowanej zmiany wskaźnika oraz podjęcia odpowiednich działań naprawczych. Zwracają oni także uwagę, że mętność wody powinna być przedmiotem troski także z uwagi na oczekiwania konsumentów, dla których jest ona jednym z wyznaczników bezpieczeństwa wody dla zdrowia. W Wielkiej Brytanii około 34% zgłaszanych przez konsumentów skarg na jakość wody do picia dotyczy mętności wody. Jakość wody budząca zastrzeżenia konsumentów z uwagi na przykry smak, zapach, lub podwyższoną mętność zniechęca ich do korzystania z wody o takich parametrach, nawet jeśli uzyskują oni kompetentne zapewnienie, że niekorzystne właściwości sensoryczne wody nie wiążą się z zagrożeniem dla zdrowia. Zwykle nie są skłonni dawać temu wiary, stąd też lekceważenie ich skarg może sprawiać, że będą oni korzystać z alternatywnych dostępnych dla nich źródeł wody, w których jakość wody pozostaje poza kontrolą i może stanowić rzeczywiste zagrożenie dla zdrowia. Zgłaszane przez konsumentów zastrzeżenia co do organoleptycznej oceny wody powinny być więc traktowane ze zrozumieniem i skłaniać do działań korygujących jakość wody [26].

Mętność wody dostrzegana jest przez konsumentów w bezpośredniej ocenie wizualnej z chwilą, gdy jej wartość przekracza 4 NTU, czemu często towarzyszy jednoczesny wzrost barwy wody. Możliwości techniczne uzdatniania wody zapewniającego niski poziom jej mętności są zróżnicowane – duże stacje uzdatniania są w stanie produkować wodę o mętności do 0,5 NTU, utrzymując w trakcie tej procedury wartość nie przekraczającą 0,2 NTU, jednak małe wodociągi najczęściej nie są w stanie sprostać takim wymaganiom.

W dokumencie WHO poświęconym znaczeniu mętności wody w ocenie bezpieczeństwa zdrowotnego określono optymalne wartości mętności wody zróżnicowane dla poszczególnych etapów zaopatrzenia w wodę [27].

### **Woda ujmowana:**

- Nie określono zalecanych wartości, podkreślono jedynie konieczność zwrócenia uwagi na zmienność mętności wody, w szczególności na jej szybkie, gwałtownie następujące zmiany, mogące wskazywać na zanieczyszczenie wody ujmowanej w wyniku oddziaływania czynników środowiskowych (opady deszczu, powodzie, pożary) lub działalności człowieka (ścieki bytowe i przemysłowe). Zmiany takie w tym przypadku dotyczą przede wszystkim ujęć wód powierzchniowych, ale czasami mogą także dotyczyć wód podziemnych.
- Częstość badania powinna być uzależniona od stopnia zmienności stwierdzonych wartości – ważne jest, aby nie przeoczyć ewentualnego wzrostu mętności wody. Dodatkowe pomiary mogą być potrzebne w razie wystąpienia okoliczności mogących prowadzić do zmian mętności (np. intensywne opady deszczu, roztopy).
- Należy opracować i włączyć do planów bezpieczeństwa wody odpowiednie zasady postępowania w przypadku nagłego wzrostu mętności wody ujmowanej i działania naprawcze (dostosowanie procedur uzdatniania i dezynfekcji, głębokość pobierania wody, zróżnicowanie źródeł wody ujmowanej i unikanie ujmowania wody zanieczyszczonej, o ile istnieją takie możliwości). W przypadku wzrostu mętności wody z nieustalonej przyczyny należy pilnie podjąć próby jej wyjaśnienia.

### **Uzdatnianie wody – filtracja:**

- **Filtracja bezpośrednia i konwencjonalna:** 0,3 NTU w 95% pomiarów w ciągu 1 miesiąca we wspólnym odpływie z filtrów; w żadnym z pomiarów mętność wody nie powinna przekraczać 1 NTU. Odpowiada to redukcji zanieczyszczeń mikrobiologicznych w oczyszczanej wodzie o rząd wielkości: wirusy 1-2 log, *Cryptosporidium* i *Giardia* – 2,5-3 log;
- **Filtracja z zastosowaniem ziemi okrzemkowej oraz piaskowe filtry powolne:**  $\leq 1$  NTU w 95% pomiarów wykonanych w ciągu 1 miesiąca w wodzie po filtracji. Odpowiada to redukcji zanieczyszczeń mikrobiologicznych w oczyszczanej wodzie o rząd wielkości: wirusy 1-2 log, *Cryptosporidium* i *Giardia* – 3 log;  $\log_{10}$  w odniesieniu do spełnienia określonych wymagań operacyjnych.
- Optymalnym rozwiązaniem jest ciągłe monitorowanie mętności wody na odpływie z poszczególnych filtrów, co pozwala szybko wykryć i zlokalizować ewentualną dysfunkcję w za-

kresie filtracji wody. Jeśli brak takiej możliwości, badanie mętności wody po filtracji należy wykonywać z częstością pozwalającą odpowiednio wcześniej wykryć nieprawidłowości, raz – kilka razy dziennie, zależnie od zmienności.

- **Filtracja membranowa – mikrofiltracja i ultrafiltracja:**  $<0,1$  NTU Odpowiada redukcji zanieczyszczeń mikrobiologicznych w oczyszczanej wodzie odpowiednio o rząd wielkości: wirusy 1-6 log, *Cryptosporidium* i *Giardia* – 4-7 log, zależnie od średnicy porów w membranie. Mętność wody zwykle monitorowana jest w sposób ciągły *online*. Pewnym problemem jest fakt, że wszelkie mechaniczne mikrouszkodzenia membrany mogą sprzyjać pogorszeniu jakości mikrobiologicznej wody, nie rzutując zarazem znacząco na mętność wody, której pomiary nie są odpowiednio czułe.

### **Dezynfekcja: optymalnie $<1$ NTU**

- W dużych wodociągach możliwe jest utrzymanie mętności wody poddawanej dezynfekcji na poziomie nieprzekraczającym 0,5 NTU, w wielu przypadkach także  $\leq 0,2$  NTU. Należy dążyć do uzyskania jak najniższych wartości.
- W małych wodociągach należy zabiegać o utrzymanie mętności wody poddawanej dezynfekcji na poziomie  $<5$  NTU. Poddawanie dezynfekcji wody o mętności nieprzekraczającej 5 NTU jest akceptowalne, przy zwróceniu uwagi na odpowiednio większe dozowanie i dłuższy czas kontaktu dezynfektanta.
- Optymalnie mętność wody, która ma być poddana dezynfekcji, powinna być monitorowana w sposób ciągły. Jeśli nie jest to możliwe, częstość pomiaru mętności wody należy określić tak, żeby pozwalała ona na wykrycie poziomów mętności mogących upośledzać skuteczność dezynfekcji.

### **System dystrybucji wody:**

- Nie sprecyzowano wymaganych wartości, odmiennych od zalecanych dla wody poddawanej dezynfekcji.
- Działania powinny być ukierunkowane na wykrywanie ewentualnych wzrostów mętności wody, będących wynikiem technicznych uszkodzeń sieci wodociągowej, resuspensji lub

odrywania się osadów i biofilmu. Stwierdzenie wzrostu mętności wody wymaga niezwłocznego ustalenia jego przyczyny i podjęcia działań naprawczych.

- Monitorowanie mętności wody powinno być uzupełnione badaniem stężenia wolnego dezynfektanta (jeśli woda jest poddawana dezynfekcji) i/lub badaniem *E. coli*. Kontrola taka w odniesieniu do dużych systemów zaopatrzenia proponowana jest codziennie do 1x tygodniowo.

Powyższe stanowisko WHO, oparte na wcześniejszych doświadczeniach i zaleceniach USEPA, dotyczy w dużej mierze poziomów mętności wody wykorzystywanych jako kryterium operacyjne, pomocne w ocenie prawidłowości przebiegu poszczególnych etapów uzdatniania i dezynfekcji wody oraz integralności systemu dystrybucji. Ponadto mają one jedynie charakter doradczy i nie są wymaganiami prawnymi. W zaleceniach tych nie określono maksymalnych wartości mętności wody z ujęć podziemnych, wolnej od skażenia mikrobiologicznego i niepoddawanej dezynfekcji.





## **IX. MĘTNOŚĆ WODY PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA A BEZPIECZEŃSTWO WODY DLA ZDROWIA LUDZI – INTERPRETACJA WARTOŚCI WSKAŹNIKA I POSTĘPOWANIE**

Mętność wody jest parametrem fizycznym, który nie przekłada się bezpośrednio na stężenie określonej substancji chemicznej w wodzie, lecz jest wynikiem ograniczenia w przenikaniu światła, spowodowanym zawartymi w wodzie cząstkami, których pochodzenie i charakter mogą być zróżnicowane:

- w wodach podziemnych mogą to być cząstki gliny, ilów i podobnych minerałów, które trudno ulegają sedymentacji lub też często występujące nierozpuszczalne związki mineralne, najczęściej żelaza i manganu. W takich przypadkach nieznacznie lub w umiarkowanym stopniu podwyższona mętność wody nie stanowi zagrożenia dla zdrowia ludzi i bywa najczęściej traktowana jako problem dotyczący przede wszystkim akceptowalności wody przez konsumentów, którzy mogą zgłaszać zastrzeżenia dotyczące wizualnej oceny wody,
- do wzrostu mętności wody z ujęć powierzchniowych i infiltracyjnych dochodzi zazwyczaj w innym mechanizmie – w wyniku przenikania do ujęcia zanieczyszczonych wód lub ścieków, w tym mogących zawierać odchody ludzkie lub zwierzęce. Sytuacja taka może wiązać się z zagrożeniem dla zdrowia ludzi, którego powodem nie jest mętność wody, lecz mikroorganizmy patogenne, których występowanie wskaźnik ten może pośrednio sygnalizować. W skażonych mikrobiologicznie wodach o podwyższonej mętności cząstki stałe stanowią struktury, na których mogą osadzać się mikroorganizmy, wykazujące tendencję do adhezji i skupiania się wokół nich. Przyczynia się to do zmniejszenia skuteczności dezynfekcji wody, cząstki zawiesin chronią bowiem skupiska mikroorganizmów przed kontaktem ze środkiem dezynfekcyjnym, a jednocześnie poprzez wchodzenie w reakcje z aktywnym dezynfektantem zmniejszają jego stężenie w wodzie i uniemożliwiają osiągnięcie poziomu wymaganego do skutecznego działania. Istnieją doniesienia wskazujące, że usuwanie podwyższonej mętności wody jest skorelowane z eliminacją z niej pierwotniaków chorobotwórczych. W ustaleniu przyczyny podwyższonej mętności wody w konkretnym ujęciu, pomocna może być jego charakterystyka hydrogeologiczna/hydrologiczna, jak również inne wyniki badań wody, w szczególności badań mikrobiologicznych (zwłaszcza w wodach z ujęć powierzchniowych: *E. coli*, enterokoki, *C. perfringens*, bakterie grupy coli, ogólna liczba mikroorganizmów w temp. 22°C,

w razie przekroczenia wartości parametrycznej *C. perfringens* badanie w kierunku *Cryptosporidium* sp.), wartości zapachu, żelaza, manganu, glinu, opcjonalnie także TOC, stężenia jonu amonowego, azotanów, azotynów – zależnie od rodzaju ujęcia wody i ryzyka zanieczyszczenia ściekami. Zagrożenia mikrobiologiczne, którym towarzyszy podwyższona mętność wody dotyczą głównie wód powierzchniowych, ale także wód z ujęć mieszanych, do których przenikają skażone mikrobiologicznie wody powierzchniowe. W takich sytuacjach usuwanie zawiesin i obniżenie mętności do niskiego poziomu ( $\leq 1,0$  NTU) jest istotne dla zapewnienia bezpieczeństwa mikrobiologicznego wody, w szczególności zawsze wymagających dezynfekcji wód z ujęć powierzchniowych.

W ocenie przydatności wody do spożycia nie jest bezpośrednio uwzględniana bieżąca mętność wody ujmowanej (surowej). Tym niemniej, znajomość tej wartości, ważna w technologii uzdatniania wody, jest również przydatna z sanitarnego punktu widzenia jako informacja o możliwym wzroście zanieczyszczeń wody na ujęciu. Ewentualne zmiany mętności wód z ujęć powierzchniowych i mieszanych, zwłaszcza następujące w krótkim czasie po intensywnych opadach deszczu lub roztopach śniegu wskazują na możliwy wzrost ryzyka skażenia mikrobiologicznego wody. Nakazuje to zwrócić uwagę na mętność wody po procesie filtracji i dezynfekcji – jako na wskaźnik skuteczności procesów uzdatniania wody. Zmiany mętności wody z ujęć powierzchniowych mogą następować szybko i osiągać znaczne nasilenie, lecz zwykle są krótkotrwałe. Z tego powodu ważne jest odpowiednio częste wykonywanie badań, aby nie przeoczyć istotnych wahań wskaźnika; w przypadku stwierdzanej w przeszłości sezonowości zmian, zwiększenie częstości badań można ograniczyć do pory roku lub pojawiania się warunków, które sprzyjały wzrostowi mętności. Zmiany mętności wody ujmowanej mogą także dotyczyć wód podziemnych, w których najczęściej rozwijają się one stopniowo w wyniku przekształceń warunków hydrogeochemicznych, choć zdarzają się także przypadki zanieczyszczeń antropogennych.

Podobnie przydatnych informacji dostarcza ocena jakości wody wprowadzanej do sieci dystrybucyjnej. Wzrost mętności wody może świadczyć o zanieczyszczeniu wody na ujęciu i/lub nieprawidłowości procesu uzdatniania wody. Jeśli dotyczy wody z ujęć powierzchniowych lub mieszanych, sygnalizuje możliwy wzrost ryzyka skażenia mikrobiologicznego wody. Podwyższenie mętności może być wtedy stwierdzane również w próbkach wody z sieci i instalacji wodociągowej, a konsekwencje nieodpowiedniej jakości wody dotyczyć mogą ogółu konsumentów. W takiej sytuacji porównanie mętności wody ujmowanej i po uzdatnieniu ma znaczenie dla ustalenia, jakie procedury uzdatniania stanowią bariery dla zanieczyszczeń mikrobiologicznych, czy działają prawidłowo i są skuteczne. Wspólnym czynnikiem w wielu epidemiach wodozależ-

nych był wzrost mętności wody uzdatnianej, podawanej do sieci. Przypadki, w których wzrostu takiego nie stwierdzano, często nasuwały wątpliwości, czy monitoring mętności wody był prowadzony prawidłowo.

W praktyce przedmiotem oceny i interpretacji w kontekście stwierdzenia przydatności wody do spożycia jest wynik badania mętności wody pobranej z sieci dystrybucyjnej lub z punktu czerpalnego u konsumenta.

■ **woda z sieci dystrybucyjnej:** wyraźny wzrost mętności w stosunku do wartości bezpośrednio po uzdatnieniu / opuszczającej stację uzdatniania i podawanej do sieci, może wskazywać na awarię lub nieodpowiedni stan techniczny i sanitarny przewodów wodociągowych (korozja, biofilm, resuspensja osadów w wyniku zmian przepływu i ciśnienia, przepływ zwrotny, naruszenie ciągłości przewodów, usuwanie awarii). Ryzyko skażenia mikrobiologicznego (kałowego) wody jest w tym przypadku znacznie mniejsze, możliwy jest natomiast wzrost ogólnej liczby mikroorganizmów w temp. 22°C i bakterii grupy coli. W dużych wodociągach wzrost mętności wody może dotyczyć jedynie części sieci, szczególnie tych, z których rozbiory wody są mniejsze, w których występuje długi czas zatrzymania i niskie lub zerowe stężenie środka dezynfekcyjnego w wodzie.

W systemach dystrybucji wody częstym zjawiskiem jest krótkotrwały, przejściowy wzrost mętności wody, spowodowany uwolnieniem cząstek zawieszin z drobnocząsteczkowych osadów ze ścian przewodów wodociągowych w wyniku gwałtownej zmiany warunków przepływu i turbulencji, wywołanych różnymi czynnikami zewnętrznymi. Osady te, poza produktami korozji i ulegającym fragmentacji biofilmem, mogą również zawierać inkrustacje z pozostałości substancji chemicznych stosowanych w uzdatnianiu wody, cząstki gleby z otoczenia przewodów wodociągowych, przenikające podczas napraw lub w wyniku zasysania, jak też cząstki obecne w wodzie uzdatnionej, nie wyeliminowane podczas filtracji z uwagi na ich niewielkie rozmiary (filtry otwarte i ciśnieniowe eliminują cząstki o średnicy  $1 \times 10^{-4}$ - $3 \times 10^{-5}$ m, i wnikać wraz z nią do sieci dystrybucyjnej, praktycznie niemożliwe do wyeliminowania przy konwencjonalnej technice filtracji wody. Za czynniki ryzyka występowania osadów uważa się:

- korozję przewodów wodociągowych, agresywność korozyjną wody,
- nieodpowiednie warunki przepływu w sieci, stagnację wody lub wolny przepływ,  $<0,1$  m/s,
- niepełne uzdatnienie wody, w szczególności wysokie stężenie żelaza i manganu,
- niewystarczającą konserwację, zanieczyszczenia przenikające do sieci dystrybucyjnej w wyniku awarii i podczas ich usuwania.

Czynnikami mogącymi wywołać zaburzenia przepływu w sieci dystrybucyjnej i jego turbulentny charakter najczęściej bywają:

- zwiększony rozbiór wody. Wykazano częstsze występowanie epizodów podwyższonej mętności wody przy upalnej pogodzie, szczególnie wyraźne, gdy temperatura powietrza przekracza 35°C, jak również podczas pierwszego w sezonie weekendu z ciepłą pogodą, kiedy znaczne ilości wody wodociągowej zużywane są do napełniania basenów ogrodowych,
  - awaria sieci,
  - zmiana kierunku przepływu wody w sieci – przy wyłączeniu (chwilowym) z eksploatacji części sieci albo w wyniku znacznego wzrostu rozbioru wody z jej części (do celów przeciwpożarowych, napełniania cystern itp.),
  - awaria systemu uzdatniania wody (Rucka J. et al., 2009).
- **woda w punkcie czerpalnym u konsumenta:** wyraźnie/znacznie wyższa mętność wody w tym punkcie, w porównaniu ze stwierdzaną w sieci wodociągowej, sugeruje jako przyczynę niewłaściwy stan higieniczny i techniczny instalacji wodociągowej wewnątrz budynku. Następstwa mogą dotyczyć mieszkańców lub użytkowników obiektu. Ryzyko skażenia kałowego wody jest niewielkie.

W trakcie przesyłu wody w systemie dystrybucji obserwuje się zwykle niewielki wzrost mętności wody, której wartości w punkcie czerpalnym u konsumenta są na ogół nieco wyższe w porównaniu z punktem wprowadzania do sieci. Wynika to z faktu, że nawet przy optymalnym funkcjonowaniu systemu uzdatniania wody, z reguły nie jest możliwe uniknięcie powstawania w sieci niewielkich ilości osadów. Niektóre kraje uważają z tego powodu za uzasadnione określenie łagodniejszej wartości parametrycznej **dla mętności wody w punkcie czerpalnym u konsumenta (np. Francja – 2 NTU).**

**W razie stwierdzenia podwyższonej mętności wody uzdatnionej należy dążyć do ustalenia jej (prawdopodobnej) przyczyny oraz ocenić ryzyko dla zdrowia konsumentów, jakie może ona sygnalizować, biorąc pod uwagę następujące czynniki:**

- 1) Upewnienie się co do wiarygodności wyniku.** Chodzi nie tylko o wykluczenie błędu związanego z pobraniem i transportem próbki oraz błędu analitycznego, ale także wykluczenie krótkotrwałego, przejściowego wzrostu mętności wody, wynikającego z technicznych warunków uzdatniania i dystrybucji wody, na przykład oderwania się zawieszin z filtra po załączeniu

studni głębinowej w wyniku wywołanej tym zmiany ciśnienia lub zerwania osadów z sieci wodociągowej, w następstwie zwiększonej szybkości przepływu, w chwili większego rozbioru wody czy też wywołanego przez czynniki zewnętrzne turbulentnego przepływu. Wskazane jest ponowne badanie mętności wody również, gdy badanie wykonano w próbce wody po długotrwałym przechowywaniu, w innym laboratorium niż poprzednie analizy. Wynik ponownego pomiaru mętności wody może być dostępny w krótkim czasie.

**2) Pochodzenie/źródło wody ujmowanej.** Ryzyko dla zdrowia ludzi, jakie sygnalizować może wzrost mętności wody przedstawia się odmiennie w przypadku wód powierzchniowych i podziemnych. Wzrost mętności jest szczególnie niepokojący w przypadku wód z ujęć powierzchniowych oraz z ujęć pozostających pod wpływem wód powierzchniowych, ponieważ może wiązać się ze znacznym zanieczyszczeniem mikrobiologicznym wody i zarazem utrudnieniem jego skutecznej eliminacji w wyniku zakłócenia koagulacji i filtracji wody. **W praktyce wzrost mętności wody takiego pochodzenia powinien zawsze nasuwać podejrzenie skażenia mikrobiologicznego wody, szczególnie gdy sytuacja taka ma miejsce bezpośrednio lub w krótkim czasie po obfitych opadach deszczu lub gwałtownej odwilży, połączonej z szybkim topnieniem dużych ilości śniegu i lodu.** Zagrożenie takie praktycznie raczej nie dotyczy wód podziemnych, izolowanych od wpływu wód powierzchniowych, gdzie podstawowym powodem wzrostu mętności wody są substancje mineralne lub organiczne związki wielkocząsteczkowe naturalnego pochodzenia, najczęściej niestanowiące zagrożenia dla zdrowia ludzi (wymaga to sprawdzenia).

**UWAGA: Nie wszystkie wody podziemne są wolne od ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego.** Należy wnikliwie ocenić ryzyko okresowego/przerywanego spływu wód z powierzchni gruntu, mogących zawierać różnorodne zanieczyszczenia, w tym mikrobiologiczne. Jakość wód podziemnych może ulegać zmianom w trakcie eksploatacji ujęcia, w tym zmianom prowadzącym do wzrostu mętności wody, jak zwiększona zawartość żelaza i manganu.

**UWAGA:** Argument, że zależność między mętnością wód powierzchniowych a stopniem ich skażenia mikrobiologicznego nie jest stała i nie jest możliwa do jednoznacznego określenia ilościowego nie uzasadnia lekceważenia wzrostu mętności wody z ujęć powierzchniowych. Priorytetem jest kierowanie się ochroną zdrowia konsumentów i zasadą ostrożności, a znaczny i szybki wzrost mętności wody z ujęcia powierzchniowego powinien nasuwać podejrzenie możliwego skażenia mikrobiologicznego wody.

**3) Okoliczności, w których doszło do wzrostu mętności wody:** warunki pogodowe, ze szczególnym uwzględnieniem obfitych opadów deszczu i odwilży połączonej z roztopami; zakwity sinic i glonów; sezon turystyczny (letni lub zimowy); opady deszczu po długim okresie suszy; awarie w obrębie systemu zaopatrzenia w wodę – ujęcia, stacji uzdatniania wody i systemu dystrybucji; awaria/wypadek w sąsiedztwie ujęcia wody; korzystanie z hydrantów przez straż pożarną, rolników, inne podmioty itp. Ustalenie tych kwestii może wymagać zasięgnięcia informacji w innych instytucjach lub u podmiotów, dysponujących odpowiednią wiedzą, przede wszystkim u producenta wody, organów ochrony środowiska, służb meteorologicznych, itd.

**4) Etap systemu zaopatrzenia w wodę,** na którym stwierdzono wzrost mętności wody – punkt podawania wody do sieci, punkt zlokalizowany w sieci dystrybucyjnej czy punkt czerpalny u konsumenta. Ma to znaczenie zarówno dla ustalenia przyczyny nieodpowiedniej jakości wody, jak i skali zagrożenia, co sygnalizowano wyżej. Ważne jest stwierdzenie wyraźnie podwyższonej mętności wody w punkcie podawania do sieci, wskazuje to bowiem na problem na etapie ujmowania wody i/lub jej uzdatniania.

Istotne może być ustalenie:

- Czy wzrost mętności dotyczy także wody ujmowanej? Kiedy został stwierdzony? Jak znaczne są to wartości w porównaniu ze stwierdzanymi w przeszłości?
- Jaka jest mętność wody na poszczególnych etapach uzdatniania i opuszczającej stację uzdatniania? Czy stwierdzone wartości wskazują na prawidłowy przebieg tych procesów, osiągają założone wartości i są stabilne w porównaniu ze stwierdzanymi uprzednio, w perspektywie ostatnich kilku miesięcy – kilku lat? (ustalenia z producentem wody).
- Czy w systemie dystrybucji dochodzi do wzrostu mętności wody? Jak znaczny jest to wzrost, jakiej części systemu zaopatrzenia dotyczy? Czy obserwowany jest w okresie szczytowych rozbiórów wody? Jakie wartości osiąga mętność wody w punkcie czerpalnym u konsumenta? Czy wyraźny wzrost mętności stwierdzany jest jedynie w próbce wody pobranej w punkcie czerpalnym u konsumenta, przy niskich wartościach stwierdzanych w wodzie z sieci?
- Specyficznego traktowania wymaga krótkotrwały, przemijający wzrost mętności wody, związany ze specyfiką warunków przepływu w sieci wodociągowej.

**UWAGA: nie należy zanadto polegać na dezynfekcji wody i zakładać, że miałyby ona zapewnić pożądaną jakość mikrobiologiczną wody, która uprzednio nie została wystarczająco oczyszczona z zawiesin. Pomijając przedstawioną wyżej ochronę mikroorgani-**

**zmów przez zawiesiny przed działaniem środków dezynfekcyjnych, zagrożenie mogą także stwarzać mikroorganizmy w niewielkim stopniu wrażliwe na działanie chloru, w tym pierwotniaki chorobotwórcze (*Cryptosporidium*, *Giardia*).**

**5) Wcześniejsze wyniki oznaczeń mętności wody w danym systemie zaopatrzenia**, z uwzględnieniem tego samego punktu lub odcinka, w którym obecnie wykryto podwyższoną mętność wody: stwierdzone wartości, przeciętne i skrajne, ich stabilność lub stopień i częstość zmienności, ewentualne wahania sezonowe. Zgodnie z przepisami prawnymi, podstawowym kryterium oceny mętności wody jest brak nieprawidłowych zmian.

Szczegółnej uwagi wymaga nagły i znaczny, gwałtowny wzrost stwierdzanych wartości z uwagi na fakt, że może on wskazywać na dopływ znacznych ilości zanieczyszczeń do wody ujmowanej (typowa sytuacja podczas spływu wód opadowych lub roztopów) lub awarię systemu uzdatniania. Problematyczna jest także tendencja do stopniowego narastania mętności wody, mogąca również sygnalizować zmiany w jakości ujmowanej lub nie wykryte nieprawidłowości w systemie uzdatniania lub wody.

Mniejsze obawy budzi stwierdzenie umiarkowanie podwyższonych poziomów mętności w wodzie z ujęć podziemnych/głębiniowych, które są stabilne w kilkuletniej lub dłuższej obserwacji i można jednoznacznie wiązać je z obecnością składników mineralnych i tlenków metali, nie stwarzających zagrożenia dla zdrowia w stężeniach występujących w wodzie, zwłaszcza jeśli towarzyszą im podwyższone wartości stężeń żelaza i manganu.

**6) Wyniki oznaczeń innych parametrów jakości wody**, w szczególności informujących o skażeniu mikrobiologicznym wody, najbardziej istotne w wodzie z ujęć powierzchniowych i mieszanych:

- *E. coli* i enterokoki – podstawowe wskaźniki skażenia kałowego wody. Z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego wody wskaźniki o największym znaczeniu, sygnalizujące zanieczyszczenie wody odchodami ludzi i/lub zwierząt, możliwą obecność w wodzie mikroorganizmów chorobotwórczych i nieskuteczność dezynfekcji wody. Może to zbiegać się z podwyższoną mętnością wody, jednak jak zaznaczono we wcześniejszej części pracy, w przypadku wzrostu mętności związanego ze skażeniem kałowym i nieskuteczności filtracji mikroorganizmy te często nie są wykrywane, a główne zagrożenie wiąże się z przenikaniem do wody uzdatnionej pierwotniaków chorobotwórczych, charakteryzujących się większą opornością na działanie środków dezynfekcyjnych. Ponadto skażenie kałowe wody może występować



- także w wodzie o niskiej mętności,
- bakterie grupy coli,
  - ogólna liczba mikroorganizmów w 22°C,
  - w przypadku wód powierzchniowych także badanie w kierunku wykrycia spor *C. perfringens* (jako wskaźnika skuteczności filtracji). Ich wykrycie świadczy o będącej powodem wzrostu mętności nieprawidłowej pracy filtrów, wskazując na możliwą obecność w wodzie mikroorganizmów patogennych, głównie pierwotniaków chorobotwórczych,
  - w razie przekroczenia wartości parametrycznej *C. perfringens* należy zbadać, czy nie występuje zagrożenie dla zdrowia ludzi wynikające z obecności innych mikroorganizmów, np. *Cryptosporidium*. Celowe jest także rozważenie tego badania, przy utrzymującym się wzroście mętności wody z ujęć powierzchniowych i mieszanych, stwierdzanym w wodzie wprowadzanej do sieci przy jednocześnie ujemnych wynikach innych badań mikrobiologicznych wody. W przeciwieństwie do bakterii będących wskaźnikami skażenia kałowego wody, mikroorganizmy te wykazują niewielką wrażliwość na działanie chloru, a podstawową drogą ich eliminacji z uzdatnianej wody jest filtracja, stąd wszelkie zakłócenia tego procesu, których sygnałem może być zwiększona mętność wody, sprzyjają ich występowaniu w wodzie uzdatnionej,
  - stężenie wolnego dezynfektanta (chloru wolnego) i pH wody (w systemach, w których woda poddawana jest dezynfekcji),
  - barwa,
  - zapach,
  - żelazo i mangan – w wodach podziemnych, jako główny powód wysokiej mętności wód tego pochodzenia,
  - glin,
  - opcjonalnie TOC, jon amonu, azotany, azotyny – zawartość całkowitego węgla organicznego może wzrastać w przypadku nieskutecznej eliminacji zanieczyszczeń organicznych z ujmowanej wody, wzrost stężenia jonu amonu, azotanów i azotynów może wynikać z zanieczyszczenia wody ujmowanej ściekami, zwłaszcza wód powierzchniowych.

**Należy podkreślić, że związane ze wzrostem mętności wody pogorszenie jakości mikrobiologicznej, w tym możliwe skażenie kałowe, dotyczy przede wszystkim wód z ujęć powierzchniowych i z ujęć pozostających w zasięgu ich oddziaływania. W wodach o takim pochodzeniu praktycznie każdy znaczący i potwierdzony wzrost mętności wody wprowadzanej do sieci może oznaczać podwyższone ryzyko skażenia mikrobiologicznego wody, w związku z czym powinien być traktowany jako sygnał takiego zagrożenia. Niedopuszczalne jest sprowadzanie możliwych następstw takiej sytuacji jedynie do zastrzeżeń co do oceny sensorycznej wody.**

## **Mętność uzdatnionej wody z ujęć powierzchniowych i mieszanych**

Podstawowym zagrożeniem, jakie może sygnalizować wzrost mętności wody z tego rodzaju ujęć jest ryzyko skażenia mikrobiologicznego (kałowego). Stwierdzone poziomy mętności wody należy odnieść do kryterium jednoznacznie zdefiniowanego w regulacjach prawnych – należy dążyć do utrzymania wartości wskaźnika nieprzekraczającej 1,0 NTU. Nie jest to jednak zalecenie wymagające obligatoryjnego dotrzymania. Trzeba w tym miejscu zwrócić uwagę, że wymagania operacyjne dotyczące skuteczności filtracji wody zakładają osiągnięcie znacznie niższych wartości (0,1-0,3 NTU), choć mogą one nie być możliwe do osiągnięcia przez stacje uzdatniania w małych wodociągach, o ograniczonych możliwościach technicznych. **Należy z naciskiem podkreślić, że równie duże znaczenie jak stwierdzona wartość mętności wody ma stopień, w jakim odbiega ona od zwykle stwierdzanych poziomów tego wskaźnika i jego wahań odnotowanych w przeszłości.** Jeśli woda produkowana w danej stacji uzdatniania charakteryzowała się mętnością mieszczącą się w przedziale 0,2-0,4 NTU, a kolejny wynik badania uzdatnionej wody wynosi 0,8-0,9 NTU, to mimo że pozostaje on w granicach wartości zalecanych może sygnalizować nieprawidłowości w uzdatnianiu wody (zakłócenia procesu filtracji wody i w efekcie nieskuteczna dezynfekcja) lub w systemie dystrybucji. Uchybienia w tym zakresie mogą prowadzić do skażenia mikrobiologicznego wody.

Podobnie jeśli mętność wody w badanej próbce wynosi 1,2 NTU, ale nie odbiega ona od wartości stwierdzanych w badaniach wody z danej stacji uzdatniania na przestrzeni wielu miesięcy lub lat, a wcześniejsze badania przy analogicznym poziomie mętności wody nie wykazały skażenia mikrobiologicznego, obecnie zaś nie występują żadne okoliczności wskazujące na takie ryzyko nieodpowiedniej jakości mikrobiologicznej wody pozostaje niewielkie.

Badania mikrobiologiczne wody, w tym obejmujące stężenie wolnego dezynfektanta, *E. coli* i *C. perfringens* ze sporami, powinny być wykonane w takiej sytuacji, jednak w doraźnej decyzji co do dalszego postępowania są one umiarkowanie przydatne z uwagi na uzyskiwanie wyniku z dużym opóźnieniem. Ponadto ujemny wynik badania w kierunku wskaźników zanieczyszczenia kałowego nie wyklucza skażenia wody przez pierwotniaki chorobotwórcze, bardziej odporne na działanie chloru.

Zgodnie z przytoczonym wyżej schematem, w razie stwierdzenia podwyższonej mętności wody w systemach zaopatrzenia wykorzystujących wody z ujęć powierzchniowych i mieszanych przed podjęciem dalszych działań należy zweryfikować wynik w celu oceny zasadności podejmowania decyzji ochraniających zdrowie konsumentów, pobierając do badań dodatkowe próbki wody:

- w punkcie wprowadzania wody do sieci wodociągowej w celu oceny skuteczności filtracji wody. Mimo iż słusznie nie jest on wymieniony jako punkt zgodności, w opisanej sytuacji informacja o mętności wody w próbce pobranej w tym punkcie ma bardzo istotne znaczenie dla oceny skuteczności uzdatniania (filtracji) wody i ustalenia, czy powodem wzrostu mętności wody nie są zakłócenia tego procesu,
- pożądane jest także badanie mętności wody surowej (lub uzyskanie takiej informacji od producenta wody) w celu ustalenia, czy w porównaniu z poprzednimi badaniami nastąpił jej wzrost; znaczny wzrost zanieczyszczenia wody ujmowanej może sprawiać, że filtracja wody nie jest w pełni skuteczna,
- w punktach rozmieszczonych w sieci wodociągowej; liczba punktów uzależniona jest od wielkości produkcji wody / liczby osób zaopatrywanych i długości/rozległości sieci wodociągowej,
- w punktach czerpalnych u konsumenta – w tych próbkach obok wskaźników mikrobiologicznych szczególnie istotna jest ocena parametrów decydujących o akceptowalności wody (w jaki sposób podwyższona mętność wody stwierdzana w próbkach z sieci wpływa na jej akceptowalność przez konsumentów).

Poza badaniem mętności wody w dodatkowych próbkach wody należy wykonać badanie w kierunku:

- *E. coli* i enterokoki (wykluczenie skażenia kałowego wody – wskaźniki o podstawowym znaczeniu). Jeśli wyniki badań były ujemne, a podwyższona mętność wody utrzymuje się lub narasta, badanie to może wymagać kolejnych powtórzeń, zwłaszcza gdy okoliczności zewnętrzne sugerują zwiększone ryzyko skażenia kałowego wody,
- bakterie grupy coli,
- ogólna liczba bakterii w 22°C,
- *C. perfringens* ze sporami (skuteczność filtracji wody),
- w razie przekroczenia wartości parametrycznej *C. perfringens* należy zbadać, czy nie występuje zagrożenia dla zdrowia ludzi wynikające z obecności innych mikroorganizmów, np. *Cryptosporidium*. Badanie to jest także przydatne w ocenie sprawności filtracji wody. Celowe jest także rozważenie tego badania przy wzroście mętności wody i jednocześnie ujemnych wynikach badania mikrobiologicznego w kierunku *E. coli* i enterokoków, które będąc bardziej wrażliwe na działanie chloru, mogą być niewykrywalne w wodzie i nie sygnalizować skażenia kałowego wody, w której obecnie są pierwotniaki chorobotwórcze i której spożycie niesie ze sobą ryzyko chorób wodozależnych,
- stężenie chloru (informacja pomocna w interpretacji wyników badań mikrobiologicznych wody),

- barwa i zapach (wpływ na akceptowalność wody przez konsumentów),
- żelazo, mangan, glin (zwłaszcza gdy związki glinu i żelaza stosowane są jako koagulanty, ale możliwe także zanieczyszczenie naturalnego pochodzenia, przede wszystkim w wodzie z ujęć mieszanych).

Opcjonalnie można rozważyć objęcie badaniem TOC, jonu amonu, ewentualnie także azotanów i azotynów – jako dodatkowej informacji, mogącej świadczyć o zwiększonym zanieczyszczeniu wody ujmowanej ściekami i/lub niedostatecznym jej oczyszczeniu.

Badanie mętności wody z uwagi na możliwość szybkiego uzyskania wyniku można powtórzyć częściej. Podstawowe znaczenie ma wykluczenie skażenia mikrobiologicznego wody, zwłaszcza skażenia kałowego, stanowiącego główne zagrożenie, jakie sygnalizować może wzrost mętności wody, pochodzącej z ujęć powierzchniowych i mieszanych. W razie stwierdzenia zanieczyszczenia mikrobiologicznego wody w dalsze postępowanie należy ukierunkować na jego zwalczanie i ochronę konsumentów przez wynikającym stąd zagrożeniem.

Czas dopuszczalny na ustalenie, jaki charakter ma obserwowany wzrost mętności wody oraz czy wymaga on wydania decyzji mających chronić zdrowie konsumentów jest trudny do arbitralnego ustalenia. Ma na to wpływ wartość mętności wody stwierdzana w kolejnych badaniach, stopień jej wzrostu w stosunku do uprzednio stwierdzanych stabilnych poziomów, ocena skuteczności uzdatniania i dezynfekcji wody w świetle dostępnych wyników badań oraz występowanie okoliczności zewnętrznych, mogących sprzyjać mikrobiologicznemu zanieczyszczeniu wody (spływ wód opadowych, roztopy, sytuacje awaryjne na ujęciu wody i w jego sąsiedztwie i w obrębie suw itd). Biorąc pod uwagę, że głównym zagrożeniem sygnalizowanym przez wzrost mętności wody w systemach wykorzystujących wodę z ujęć powierzchniowych i mieszanych jest skażenie mikrobiologiczne (kałowe) wody nie należy tego okresu zbytnio przedłużać.

**Jak postępować w przypadku potwierdzenia przekroczenia zalecanej mętności wody? Podstawową kwestią, którą należy się kierować jest nie tyle bezwzględna wartość mętności wody, co różnica w stosunku do poziomów stwierdzanych poprzednio. Przepisy prawne podają bardzo istotne, choć nie liczbowe kryterium – „bez nieprawidłowych zmian”. Zapis taki jednoznacznie nakazuje uwzględnić w ocenie wcześniejsze wyniki badań mętności wody z danego systemu zaopatrzenia i ustalenie na tej podstawie czy stwierdzona wartość jest akceptowalna czy wymaga wyjaśnienia i interwencji.**

W razie dalszych wątpliwości pomocne może być ustalenie, czy w ostatnim czasie odnotowano zmiany mętności wody ujmowanej lub w trakcie uzdatniania, jak również czy wystąpiły okoliczności, mogące sprzyjać zanieczyszczeniu wody ujmowanej (warunki pogodowe).

Bardzo istotna jest też ocena, czy wzrost mętności wody dotyczył wody ujmowanej, wody po procesie uzdatniania i wody wprowadzonej do sieci. Sytuacja taka wskazuje na nieskuteczność uzdatniania/filtracji wody, z czym może wiązać się większe ryzyko jej skażenia mikrobiologicznego w porównaniu ze wzrostem mętności wody, do którego dochodzi na etapie dystrybucji.

Mętność wody jest parametrem odnoszącym się jedynie pośrednio do bezpieczeństwa wody dla zdrowia ludzi, a jej znaczenie w tym zakresie różni się w zależności od rodzaju wody ujmowanej, stosowanych metod uzdatniania wody i ich skuteczności, stanu systemu dystrybucji wody i możliwości przedsiębiorstw wodociągowych w tym zakresie. **Jest to powodem, dla którego zarówno WHO, jak i dyrektywa Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczanej do spożycia przez ludzi, podzielając stanowisko, że należy dążyć do utrzymania mętności wody na możliwie jak najniższym poziomie, poprzestają na ogólnych zaleceniach w tym zakresie.**

Obok możliwego wskazywania na nieprawidłowości w uzdatnianiu wody podwyższona mętność może także wpływać negatywnie na akceptowalność wody przez konsumentów. Biorąc pod uwagę, że w bezpośredniej ocenie wizualnej mętność wody jest dostrzegana z chwilą, gdy jej wartość przekracza 4,0 NTU oraz częste przypadki kwestionowania jakości wody przy mętności  $\geq 5,0$  NTU, próbuje się niekiedy ustanawiać następujące kryteria oceny mętności wody (zalecenia odnoszące się do wzrostu mętności wody po uzdatnieniu / wprowadzanej do sieci):

- $\leq 1,0$  NTU – akceptowalna (z zastrzeżeniem – o ile nie występują nieprawidłowe zmiany),
- $> 1,0$  NTU- $5,0$  NTU: niewielki wzrost ryzyka zanieczyszczenia mikrobiologicznego wody. **Woda warunkowo przydatna do spożycia. Zalecenie gotowania wody przeznaczanej do celów spożywczych dla małych dzieci do 2 r. życia, chorych na AIDS, chorych ze znacznie obniżoną odpornością (transplantacje, chemioterapia) (z zastrzeżeniem jak wyżej. Jeśli zmiany takie wystąpią, mogą być sygnałem zagrożenia niezależnie od stwierdzonej wartości bezwzględnej),**
- $> 5,0$  NTU – znaczne prawdopodobieństwo zanieczyszczenia mikrobiologicznego wody. **Woda warunkowo przydatna do spożycia. Zalecenie gotowania wody dla ogółu mieszkańców,**

- **Górny poziom – nieokreślony; o ile wykluczono ryzyko dla zdrowia, decyduje akceptowalność przez konsumentów i wpływ na stan sieci wodociągowej. Należy też uwzględnić wpływ wskaźnika na stan techniczny sieci wodociągowej. W wodach z ujęć powierzchniowych i mieszanych zagrożenie zanieczyszczeniem mikrobiologicznym wody w razie zakłócenia filtracji jest znaczne, nie wyklucza go też ujemny wynik badania w kierunku bakterii E. coli i enterokoków, dlatego wartość >5,0 NTU jest wysoce niepożądana,**
- **Jakość wody może być nieodpowiednia i wskazywać na zagrożenie dla zdrowia ludzi przy wzroście mętności na każdym z powyższych poziomów, jeśli w stosunku do wcześniejszych wartości jest on wyraźny/znaczący, nieprzewidziany i następuje w krótkim czasie, a ponadto towarzyszą mu okoliczności wskazujące na ryzyko skażenia mikrobiologicznego wody (warunki pogodowe, obfite opady deszczu, roztopy, awarie).**

Z uwagi na zgłoszone wyżej zastrzeżenia powyższych sugestii nie należy traktować jako obowiązujących – w zależności od specyfiki danego systemu zaopatrzenia zalecenia gotowania wody może być potrzebne przy niższych poziomach mętności wody, jeśli wskazują one na nieprawidłowy jej wzrost. **Podstawą oceny pozostaje:**

- **porównanie stwierdzonej mętności wody z wcześniejszymi wartościami,**
- **ustalenie ewentualnych równoległych zmian mętności wody na ujęciu i na poszczególnych etapach uzdatniania (filtracji) wody,**
- **ocena okoliczności mogących przyczynić się do skażenia mikrobiologicznego wody (warunki pogodowe),**
- **wyniki badań innych parametrów jakości wody, w tym wskaźników mikrobiologicznych,**
- **zastrzeżenia konsumentów co do akceptowalności wody.**

Warto zwrócić też uwagę na celowość bieżącej oceny właściwych terenowo danych epidemiologicznych, dotyczących chorób wodozależnych lub mogących pośrednio o nich informować (dane dotyczące ostrych chorób biegunkowych, zatruc pokarmowych i hospitalizacji z tego powodu).

### **Mętność uzdatnionej wody z ujęć podziemnych**

Jak wielokrotnie zaznaczano, mętność wody z ujęć podziemnych, wolnych od zanieczyszczeń antropogennych, najczęściej nie wiąże się z podwyższonym ryzykiem skażenia mikrobiologicznego wody, lecz wynika z zawartości związków mineralnych, przenikających z utworów geologicznych, głównie tlenków żelaza, manganu i glinu. Powodem bywa też występowanie

wielkocząsteczkowych związków organicznych, zaliczanych do substancji humusowych. Zanieczyszczenia te w stężeniach występujących w wodach najczęściej nie stwarzają zagrożenia dla zdrowia ludzi, ponieważ nawet ich maksymalne spotykane w wodach poziomy, wielokrotnie niższe od mogących wywierać jakiegokolwiek działanie toksyczne powodują tak znaczny wzrost mętności, barwy, smaku i zapachu wody, że konsumenci odmawiają jej spożycia. Problemy, jakie stwarza tego rodzaju wzrost mętności wody wiążą się także z tworzeniem się osadów w sieci wodociągowej i wynikającymi stąd problemami w jej eksploatacji.

W porównaniu z wodami z ujęć powierzchniowych, w wodach podziemnych podwyższona mętność jest znacznie częstszym zjawiskiem, osiąga też zwykle wyższe wartości (w wodach ujmowanych mogą sięgać 40-50 NTU), które zarazem są bardziej stabilne i nie wykazują tendencji do zmian sezonowych. W wielu wodociągach podwyższona mętność wody jest stałym zjawiskiem, utrzymującym się od lat na zbliżonym poziomie, przy wykluczonym skażeniu mikrobiologicznym wody i jednoznacznie potwierdzonym związku z podwyższonym stężeniem składników mineralnych. Wystąpienie nieobserwowanego dotychczas wzrostu mętności wody wymaga natomiast:

- pobrania dodatkowych próbek wody do badań: w punkcie wprowadzania wody do sieci wodociągowej, w punktach rozmieszczonych na sieci wodociągowej i w punktach czerpalnych u konsumenta. Obok mętności wody obowiązuje również wykluczenie zanieczyszczenia mikrobiologicznego wody (*E. coli*, enterokoki, bakterie grupy coli, ogólna liczba mikroorganizmów w 22°C), stężenie wolnego dezynfektanta (chloru), jeśli woda jest dezynfekowana chemicznie, ponadto badanie barwy i zapachu wody oraz najczęstszej w omawianych warunkach przyczyny wzrostu mętności wody – stężenia żelaza, manganu i glinu,
- pożądane jest także badanie wody ujmowanej (surowej) i ocena skuteczności uzdatniania wody, jeśli jest stosowane,
- analizy okoliczności mogących być powodem wzrostu mętności wody – włącznie z analizą oceny hydrogeologicznej ujęcia i wskazanych w nim warunków jego eksploatacji.

**Mimo iż mętność wód z ujęć podziemnych zwykle nie wiąże się z zanieczyszczeniem mikrobiologicznym i nie stwarza zagrożenia dla zdrowia konsumentów, pożądane jest aby jej poziom był jak najniższy i utrzymywany także poniżej wartości 1,0 NTU. Pozwala to mieć pewność, że mętność wody nie będzie zakłócać dezynfekcji (tam, gdzie jest ona stosowana) i dystrybucji wody, a jakość organoleptyczna wody nie będzie budziła zastrzeżeń konsumentów.**

**Propozycje kryteriów oceny mętności wody z tego rodzaju ujęć przedstawiają się następująco:**

- **≤1,0 NTU – wartość optymalna/pożądana. Woda przydatna do spożycia,**
- **>1,0-2,0 – wartość suboptymalna – mętność wody powyżej poziomu optymalnego, ale przekracza go nieznacznie lub w niewielkim stopniu, stwierdzone wartości są stabilne i nie rzutują na wskaźniki organoleptyczne wody. Woda przydatna do spożycia,**
- **>2,0-5,0 NTU – wartość tolerowana. Woda warunkowo przydatna do spożycia,**
- **>5,0 NTU – wartości niepożądane (ale nie niedopuszczalne). Woda warunkowo przydatna do spożycia, przy częstszych badaniach i przez określony czas. W wodach z ujęć podziemnych o stabilnych poziomach mętności, w których wykluczono skażenie mikrobiologiczne wody, podstawowe kryterium stanowi opinia konsumentów co do akceptowalności wody.**

Z badań monitoringowych wynika, że w Polsce co najmniej od kilku do kilkunastu % wodociągów zaopatrujących do 5 000 osób realizuje dostawy wody o mętności przewyższającej 5,0 NTU. W zależności od fizykochemicznej charakterystyki wody w danym systemie zaopatrzenia, określone wartości stężeń związków mineralnych mogą w różnym stopniu przekładać się na mętność wody. W wodach podziemnych o niskiej zawartości tlenu przy wypływie ze studni stężenie żelaza może osiągać wartość kilku mg/l, nie wpływając w znacznym stopniu na barwę ani mętność wody. Jednocześnie należy zauważyć, że mętność wody  $\geq 5,0$  NTU jest zauważana przez konsumentów w bezpośredniej ocenie wizualnej i w miarę wzrostu jej wartości jakość wody jest przez nich oceniana coraz bardziej negatywnie, tym bardziej, że nierzadko towarzyszy jej wzrost barwy oraz nieprzyjemny zapach i smak wody. Ponadto wysoki poziom mętności wody sprzyja tworzeniu się osadów w systemie wodociągowym, co z kolei przyczynia się do wtórnego pogorszenia jakości wody.

W podjęciu decyzji o możliwości kontynuowania zaopatrzenia w wodę o znacznie podwyższonej mętności należy także wziąć pod uwagę następujące czynniki:

- specyficzną jakość wody ujmowanej,
- wielkość wodociągu i wynikające z niej możliwości techniczne poprawy jakości wody,
- stan techniczny wodociągu, w tym sieci dystrybucji,
- zróżnicowane oczekiwania konsumentów co do jakości organoleptycznej wody. W wielu przypadkach, szczególnie małych wodociągów, umiarkowany wzrost mętności wody nie budzi zastrzeżeń mieszkańców, którzy są przyzwyczajeni do specyficznej jakości wody,



- następstwa nieodpowiedniej jakości wody dla szczególnych obiektów, znajdujących się na zaopatrywanym terenie (obiekty służby zdrowia, placówki oświatowo-wychowawcze, zakłady produkcji i przetwórstwa żywności),
- lokalne warunki i możliwości alternatywnego zaopatrzenia w wodę.

### **Mętność wody w systemie dystrybucji**

Specyficznych działań wymaga także ocena mętności wody w systemie dystrybucji, niezależnie od rodzaju wody ujmowanej. Wyraźny i znaczny wzrost wartości wskaźnika w stosunku do poziomu stwierdzanego w wodzie uzdatnionej podawanej do sieci może wynikać przede wszystkim z nieodpowiedniego stanu technicznego sieci lub instalacji wodociągowej, na który składa się korozja elementów konstrukcyjnych systemu, obecność biofilmu, osadów mineralnych i organicznych, które są potencjalnym źródłem wtórnego zanieczyszczenia wody. Przyczyniać się do tego może także przewymiarowanie sieci i związany z tym długi czas zatrzymania, odcinki, w których dochodzi do zastoju wody, szczególnie przy niskich poziomach dezynfektanta w wodzie, a ponadto wszelkiego rodzaju naruszenie ciągłości przewodów wodociągowych, wynikające z awarii i prac naprawczych. Zmiany ciśnienia i przepływu w instalacjach, wywołane zwiększonym rozbiorem wody, otwarciem hydrantu lub awarią/rozszczelnieniem systemu mogą być przyczyną uwolnienia części osadów lub zawartych w nich zanieczyszczeń i w efekcie wzrostu mętności, któremu często towarzyszy także podwyższona barwa i zapach wody. Stwierdzany w takich przypadkach wzrost mętności wody może osiągać znaczne wartości, miewa jednak zwykle charakter przejściowy i krótkotrwały, zwłaszcza gdy wywołany jest zerwaniem osadów w świetle przewodów wodociągowych. Ponadto dotyczy wody jedynie w części systemu dystrybucji. Sytuacje takie sygnalizowane są zwykle przez wzrost mętności wody w pojedynczej próbce lub próbkach wody pobranych jedynie z części sieci wodociągowej, przy prawidłowych i niezmiennych, w stosunku do badań poprzednich, poziomach mętności wody w pozostałych próbkach wody, w tym pobranych w punkcie wprowadzania wody do sieci i w pozostałych punktach rozmieszczonych na sieci wodociągowej. Stwierdzenie tego rodzaju zmian w trakcie dystrybucji wody wymaga ustalenia ich przyczyny poprzez:

- ocenę mętności wody: w punkcie wprowadzania wody do sieci – wykluczenie wzrostu mętności wody w wyniku nieprawidłowości w uzdatnianiu wody; w punktach rozmieszczonych w obrębie sieci wodociągowej – ocena mętności wody w systemie dystrybucji i wskazanie jego części, której dotyczy problem; w punktach czerpalnych u konsumentów – ocena poziomu mętności wody w końcowym punkcie systemu dystrybucji i akceptowalności wody przez konsumentów,

- pobranie dodatkowych próbek wody do badań, zwłaszcza w części sieci wodociągowej, w obrębie której stwierdzono wzrost mętności wody i z punktów czerpalnych u konsumenta, zasilanych wodą z tej części sieci. Zakres parametrów jakości wody uwzględnianych w ocenie, powinien umożliwiać ocenę jakości mikrobiologicznej wody (*E. coli*, enterokoki, bakterie gr. coli, ogólna liczba mikroorganizmów w temp. 22°C), stężenie dezynfektanta (chloru), barwa i zapach wody, żelazo, mangan. W sytuacjach, gdy do nagłego i wyraźnego wzrostu mętności wody dochodzi w obrębie systemu dystrybucji wody, ryzyko skażenia mikrobiologicznego wody jest mniejsze, niż gdy wzrost ten dotyczy wody z ujęć powierzchniowych i mieszanych, odpływającej z filtrów i wprowadzanej do sieci, nie można go jednak z góry wykluczać,
- analizę aktualnych wyników badań w odniesieniu do uzyskiwanych wcześniej (stopień wzrostu mętności wody),
- dane dotyczące ewentualnych awarii sieci wodociągowej, zwłaszcza połączonych z naruszeniem ciągłości przewodów wodociągowych i usuwania awarii. Pomocne mogą być dane dotyczące stanu technicznego sieci, zwłaszcza odcinka, w obrębie którego stwierdzono wzrost mętności wody, jego wieku, awaryjności, występowania osadów, podobnych epizodów wzrostu mętności wody z przeszłości itd. Jeżeli wzrost mętności wody można jednoznacznie powiązać z określoną przyczyną zewnętrzną lub techniczną, ma ograniczony zasięg i przemijający charakter, możliwe jest ograniczenie zakresu badań wody; kluczowe znaczenie ma upewnienie się co do bezpieczeństwa mikrobiologicznego wody.

Na podstawie powyższych danych, w połączeniu ze staranną inspekcją systemu, należy podjąć odpowiednie działania naprawcze (usunięcie awarii, płukanie odcinka sieci itd.) z następowymi badaniami kontrolnymi.

## **X. CZĘSTOŚĆ BADANIA MĘTNOŚCI WODY I DOPUSZCZALNY/ TOLEROWANY CZAS UTRZYMYWANIA SIĘ PODWYŻSZONYCH WARTOŚCI WSKAŹNIKA**

Zgodnie z dyrektywą 98/83/WE o częstości badań określonych parametrów jakości wody decyduje wielkość dobowej produkcji wody i liczba zaopatrywanych w nią osób.

Dopuszczalny czas utrzymywania się podwyższonej mętności wody jest ściśle zależny od ryzyka dla zdrowia, jakie może sygnalizować. Zasady jego ustalania zostały szczegółowo omówione w poprzedniej części opracowania. Szybki i znaczny wzrost wartości wskaźnika w wodzie z ujęć powierzchniowych i mieszanych po jej uzdatnieniu, poprzedzony szczególnymi warunkami pogodowymi (opady deszczu), nasuwa podejrzenie nieskuteczności uzdatniania wody i jej nieodpowiedniej jakości mikrobiologicznej, w tym skażenia kałowego. Sytuacja taka po potwierdzeniu wzrostu mętności wody, zwłaszcza przy wystąpieniu okoliczności mogących wskazywać na podwyższone ryzyko zanieczyszczenia mikrobiologicznego, wymaga jak najszybszego przeciwdziałania i niezwłocznych działań naprawczych i zaradczych, w tym zalecenia gotowania wody przez cały czas utrzymywania się podwyższonej mętności wody, która traktowana jest w tym przypadku jako jeden z wyznaczników zagrożenia dla zdrowia ludzi.

Określanie akceptowalnego czasu utrzymywania się podwyższonej mętności wody z ujęć podziemnych, w których wykluczono związek tego wskaźnika ze skażeniem kałowym wody, a wynika on jedynie z zawartości obojętnych pod względem zdrowotnym związków mineralnych powinno uwzględniać również następujące kwestie:

- Akceptowalność wody przez konsumentów i zgłaszanie przez nich skarg na jakość wody. Na zjawisko to ma wpływ jednoczesny wzrost barwy, zapachu i smaku wody, który może być odbierany jako bardziej uciążliwy niż mętność,
- Wpływ na stan techniczny sieci wodociągowej, w szczególności tworzenie się osadów zaburzających przepływ wody, tendencji do zrywania się fragmentów biofilmu i osadów w warunkach zmian przepływu oraz awarii technicznych,
- Ewentualny wpływ na inne wskaźniki jakości wody, na przykład powstawanie ubocznych produktów dezynfekcji i ich stężenia w wodzie poddawanej dezynfekcji.

Im wyższa mętność wody, tym większą budzi ona niechęć konsumentów; podobnie wzrasta wtedy nasilenie zmian w sieci wodociągowej. Oba powyższe aspekty nie pozostają w bezpośredniej prostej zależności od stwierdzanego poziomu mętności wody. Poza zróżnicowanymi oczekiwaniami konsumentów zależy to także od innych właściwości fizykochemicznych wody, które sprawiają, że analogiczne poziomy mętności wody w różnym stopniu przekładają się na tendencję do wytrącania się nierozpuszczalnych osadów. Ponadto w omawianej sytuacji nie mają zastosowania kryteria odnoszące się do toksycznego oddziaływania substancji odpowiedzialnych za zjawisko mętności wody i tym samym nie jest możliwe obiektywne ustalenie dopuszczalnego czasu utrzymywania się podwyższonej mętności wody. Zależnie od powyższych okoliczności, jak i realnych możliwości poprawy jakości wody może to być okres kilku-kilkunastu miesięcy lub nawet kilku lat. W przypadku najmniejszych wodociągów produkujących woda o mętności  $>5,0$  NTU nie powinien on przekraczać 5 lat, a gdy mętność wody mieści się w przedziale  $>1,0-5,0$  NTU – 10 lat. **Należy jednak zabiegać o to, aby podwyższona mętność wody utrzymywała się jak najkrócej.** Jest to tym bardziej ważne, im bardziej wartość wskaźnika przekracza  $5,0$  NTU, są to bowiem wartości odczuwane przez konsumentów, przy których zarazem nasila się tendencja do tworzenia się osadów w systemie wodociągowym. Działania naprawcze mogą wiązać się ze zmianami lub modernizacją technologii uzdatniania wody i związanych z tym szeroko zakrojonych prac inżynierskich i nakładów inwestycyjnych, w związku z czym ich przeprowadzenie w małych obiektach może natrafiać na trudności i zajmować dłuższy czas.



## PIŚMIENNICTWO

- 1) APHA, AWWA and WEF (2012). Standard method 2130: Turbidity. In: Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd edition. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, DC.
- 2) Aramini J, McLean M, Wilson J, Holt J, Copes R, Allen B, Sears W: Drinking water quality and health care utilization for gastrointestinal illness in greater Vancouver Can. Commun Dis Rep, 2000, 26(24):211-4.
- 3) Atherholt TB, Lechevallier MW, Norton WD and Rosen JS: Effect of rainfall on *Giardia* and crypto. J. Am. Water Works Assoc., 1998, 90(9): 67–91.
- 4) Backhus DA, Ryan JN, Groher DM, MacFarlane JK, Gschwend PM: Sampling colloids and colloid-associated contaminants in ground water. Ground Water, 1993, 31(3):466-479.
- 5) Beaudeau P, Payment P, Bourderont D, Mansotte F, Boudhabay O, Laubies B, et al. A time series study of anti-diarrheal drug sales and tap-water quality. Int J Environ Health Res. 1999;9:293–311.
- 6) Beaudeau P: A Systematic review of the time series studies addressing the endemic risk of acute gastroenteritis according to drinking water operation conditions in urban areas of developed countries. Int. J. Environ. Res. Public Health, 2018, 15(5), pli E867.
- 7) Cooperative Research Centre for Water Quality and Treatment: EPA review finds Philadelphia turbidity study seriously flawed. Health Stream, 1998, 9, 4-6.
- 8) Curriero FC, Patz JA, Rose JB and Lele S: The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948–1994. Am. J. Public Health, 2001, 91(8): 1194–1199.
- 9) DeRoos AJ, Gurian PL, Robinson LF, Rai A, Zakeri I, Kondo MC: Review of epidemiological studies of drinking water turbidity in relations to acute gastrointestinal illness. Environ. Health. Perspect., 2017, 125 (8): 086003, doi: 10:1289/EHP-1090
- 10) Dorner SM, Anderson WB, Gaulin T, Candon HL, Slawson RM, Payment P and Huck PM: Pathogen and indicator variability in a heavily impacted watershed. J. Water Health, 2007, 5(2): 241–257.
- 11) Dyrektywa Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. OJL, 330, 5.12.1998, p. 32-54.
- 12) Egorov AI, Naumova EN, Tereschenko AA, Kislitsin VA, Ford TE: Daily variations in effluent water

- turbidity and diarrhoeal illness in a Russian city. *Int. J. Environ Health Res*, 2003, 13 (1), 81-94
- 13) Fergusson CM, Coote BG, Ashbolt NJ and Stevenson IM: Relationships between indicators, pathogens and water quality in an estuarine system. *Water Res*, 1996, 30(9): 2045–2054.
- 14) GUS, Infrastruktura komunalna, 2017.
- 15) Hsieh JL, Nqujen TO, Matte T, Ito K: Drinking water turbidity and emergency department visits for gastrointestinal illness in New York City, 2002-2009, *PLoS One*, 2015, 10(4), e012571, eCollection 2015
- 16) Mac Kenzie WR i wsp: *A massive outbreak in Milwaukee of cryptosporidium infection transmitted through the public water supply. The New England Journal of Medicine* (N Engl J Med, 1994, 331 (3), 161-7.
- 17) Mann AG, Tam CC, Higgins CD, Rodrigues RC: The association between drinking water turbidity and gastrointestinal illness: a systematic review. *BMC Public Health*, 2007, 7, 256, doi: 10.1186/1471-2458-7-256
- 18) Morris RD et al.: Did Milwaukee experience waterborne cryptosporidiosis before the large documented outbreak in 1993? *Epidemiology*. 1998, 9(3):264–70. Epub 1998/05/16.
- 19) Naumova EN, Christodouleas J, Hunter PR, Sved Q: Effect of precipitation on seasonal variability in cryptosporidiosis recorded by the North West England surveillance system in 1990-1999. *J Water Health*, 2005, 3(2):185-96.
- 20) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. *Dz. U.*, 2017 r., poz. 2294.
- 21) Schwartz J, Levin R, Hodge K: Drinking water turbidity and pediatric hospital use for gastrointestinal illness in Philadelphia. *Epidemiology*, 1997, 8: 615–620. doi: 10.1097/00001648-199710000-0000.
- 22) Schwartz J, Levin R, Goldstein R: Drinking water turbidity and gastrointestinal illness in the elderly in Philadelphia. *J. Epidemiol. Community Health*, 2000, 54(1): 45-51.
- 23) Sinclair MI, Fairley CK. Drinking water and endemic gastrointestinal illness. *J Epidemiol Community Health*. 2000, 54: 728. doi: 10.1136/jech.54.10.728.
- 24) St. Pierre K, Lévesque S, Frost E, Carrier N, Arbeit RD, Michaud S: Thermotolerant coliforms are not a good surrogate for *Campylobacter* spp. in environmental water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2009, 75(21): 6736–6744.
- 25) Tinker S.C., Moe CL, Klein M, Flanders WD, Uber J, Amirtharajan A, Singer P, Tolbert PE: Drinking water turbidity and emergency department visits for gastrointestinal illness in Atlanta 1993-2004 *J. Expo Sci Environ Epidemiol*, 2010, 20(1): 19-28, doi: 10.1038/jes.2008.68. Epub 2008 Oct 22.
- 26) WHO: Guidelines for drinking-water quality. Vol. 4. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
- 27) WHO: Water quality and health – review of turbidity: information for regulators and water suppliers. WHO, 2017, WHO/FWC/WSH/1701.





>2,0-5,0 NTU Poziom tolero- wany	Woda warunkowo przydatna do spożycia	4	6	9-36  (2) dodatko- we próbki na 1000 m <sup>3</sup> /24 h + 1 dodatko- wa próbka na każde 2000 m <sup>3</sup> /24 i część tej wartości stanowiącej uzupełnienie do całości)	36-351  (2) dodatko- we próbki na 1000 m <sup>3</sup> /24 h + 1 dodatkowa próbka na każde 2000 m <sup>3</sup> /24 i część tej wartości stanowiącej uzupełnienie do całości)	>351  (2) dodatko- we próbki na 1000 m <sup>3</sup> /24 h + 1 dodatkowa próbka na każde 2000 m <sup>3</sup> /24 i część tej wartości stanowiącej uzupełnienie do całości)	barwa, zapach, żelazo, mangan, glin; E. coli, enteroko- ki, bakterie grupy coli, ogólna liczba mikroorga- nizmów w temp. 22°C; wolny chlor, jeśli woda chlorowana: do 1000 m <sup>3</sup> - przy co drugiej próbie dodatkowej; >1000 m <sup>3</sup> - przy co czwartej próbie dodatkowej	>1000 m <sup>3</sup> /24 h - do 5 lat**** do 1000 m <sup>3</sup> /24 h - do 10 lat****	Wykluczenie ska- żenia mikrobio- logicznego wody Wahania para- metru na ujęciu wody i w punkcie wprowadzania wody do sieci	Po wykluczeniu skażenia mikro- biologicznego woda może być wykorzystywana do celów spożyw- czych i innych celów domowych - bez ograniczeń. Komunikat informujący o nie występowaniu zagrożeń dla zdrowia, zwłasz- cza jeśli niepokój konsumentów budzi wzrost barwy wody lub metaliczny smak wody
>5,0 NTU Po- ziom niepożą- dany	Woda warunkowo przydatna do spożycia	6	12	11-40  (4) dodatko- we próbki na 1000 m <sup>3</sup> /24 h + 1 dodatko- wa próbka na każde 1000 m <sup>3</sup> /24 i część tej wartości stanowiącej uzupełnienie do całości)	40-401  (4) dodatko- we próbki na 1000 m <sup>3</sup> /24 h + 1 dodatkowa próbka na każde 1000 m <sup>3</sup> /24 i część tej wartości stanowiącej uzupełnienie do całości)	>401  (4) dodatko- we próbki na 1000 m <sup>3</sup> /24 h + 1 dodatkowa próbka na każde 1000 m <sup>3</sup> /24 i część tej wartości stanowiącej uzupełnienie do całości)	barwa, zapach, żelazo, mangan, glin; E. coli, enteroko- ki, bakterie gr coli, og. liczba mikroorgani- zmów w temp. 22°C; wolny chlor - jeśli woda chlorowa- na: przy co drugiej próbie dodatko- wej	5 lat****	Wykluczenie skażenia mikrobio- logicznego wody Wahania para- metru na ujęciu wody i w punkcie wprowadzania wody do sieci skargi konsumentów na jakość wody Wywiązanie się producenta wody z działań napraw- czych	Po wykluczeniu skażenia mikro- biologicznego woda może być wykorzystywana do celów spożyw- czych i innych celów domowych - bez ograniczeń. Komunikat informujący o nie występowaniu zagrożeń dla zdrowia, zwłasz- cza jeśli niepokój konsumentów budzi wzrost barwy wody lub metalicz- ny smak wody

\*Z zastrzeżeniem minimalnej częstotliwości pobierania próbek wody do badań określonej w przepisach wydanych na podstawie art. 12 ust. 2 ustawy z dnia 16 grudnia 2005 r. o produktach pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. z 2017 r. poz. 242, z późn. zm.) - zgodnie z § 18 ust. 1 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30 września 2015 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych przy produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do sprzedaży bezpośredniej (Dz. U. poz. 1703) podmiot prowadzący działalność w zakresie produkcji tusz lub podrobów pozyskanych z drobiu i zajęczków przeznaczonych do sprzedaży bezpośredniej sprawdca co najmniej raz w roku, czy woda spełnia wymagania określone dla wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, jeżeli pobiera wodę z własnego ujęcia w procesie produkcji lub sprzedaży bezpośredniej.

\*\*Wskazaną częstotliwość oblicza się w następujący sposób: np. 4 300 m<sup>3</sup>/24 h = 16 próbek (4 dla pierwszych 1 000 m<sup>3</sup>/24 h + 12 dla dodatkowych 3 300 m<sup>3</sup>/24 h (4 · 3)).

\*\*\*termin określony z uwagi na znaczenie parametru dla akceptowalności wody i możliwy wpływ na stan sieci wodociągowej. W postępowaniu należy kierować się stopniem uciążliwości dla konsumentów, wartością innych parametrów (barwa, smak, żelazo, mangan).

## Parametr grupy A – mętność wody z sieci wodociągowej zasilanej z ujęć powierzchniowych i mieszanych wodą o podwyższonej mętności, ryzyko skażenia mikrobiologicznego wody

Wartość	Ocena przydatności	Postępowanie	Parametry dodatkowe
≤ 1,0 NTU – o ile nie stwierdzono nieprawidłowych zmian	Poziom pożądaný (zalecany)  <b>Woda przydatna do spożycia</b>	-----	-----
>1,0 NTU – 5,0 NTU	Poziom tolerowany  <b>Woda warunkowo przydatna do spożycia</b>  komunikat 3	<p><b>Cel:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>określenie przyczyny wzrostu mętności wody- nieskuteczne uzdatnianie/filtracja wody na suw</li> <li>czy zanieczyszczenie w trakcie dystrybucji,</li> <li>ustalenie bezpośrednich powodów wzrostu mętności wody w obu sytuacjach,</li> <li>ustalenie czy wraz ze wzrostem mętności wody nastąpiło skażenie mikrobiologiczne wody, w szczególności skażenie kałowe</li> </ul> <p><b>Dostawca wody</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Identyfikacja źródła zanieczyszczenia:           <ol style="list-style-type: none"> <li>Monitorowanie lub pobranie dodatkowych próbek wody w celu badania mętności (poza harmonogramem):               <ul style="list-style-type: none"> <li>ujęcie wody (woda surowa),</li> <li>po każdym etapie uzdatniania (liczba zależna od technologii i elementów składowych SUW)</li> <li>wprowadzania wody do sieci oraz w wybranych punktach na sieci dystrybucyjnej, wskazanych w oparciu o ocenę ryzyka</li> </ul> </li> <li>jeśli mętność wody wprowadzanej do sieci bez zastrzeżeń - pomiar mętności wody w punktach rozmieszczonych na sieci, w celu określenia miejsca wystąpienia zmian jakości wody i obszaru sieci, którego dotyczy powyższe zanieczyszczenie wody, z uwzględnieniem proksymalnego i dystalnego pkt. najbliższych punktowi na sieci, w którym stwierdzono wzrost mętności wody,</li> </ol> </li> <li>Powiadomienie właściwego terenowo inspektora sanitarnego (termin zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r.),</li> <li>Szczegółowa kontrola prawidłowości wszystkich etapów uzdatniania i dezynfekcji wody, z kontrolą mętności wody po każdym z nich;</li> <li>Sprawdzenie dziennika napraw i konserwacji urządzeń oraz sieci dystrybucyjnej,</li> <li>Działania naprawcze – korekta wszelkich czynników mogących zaburzać koagulację/ filtrację i dezynfekcję wody; płukanie sieci lub jej fragmentu, zależnie od stwierdzanego źródła mętności wody (suw czy sieć dystrybucyjna).</li> </ol> <p><b>6. W razie potwierdzenia skażenia mikrobiologicznego wody powiadomienie właściwego terenowo PPIS/PGIS i działania odpowiednie dla stwierdzanego zagrożenia, z dezynfekcją urządzeń i sieci dystrybucji łącznie.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Wykonanie sprawdzających badań jakości wody po zakończeniu działań naprawczych potwierdzające uzyskanie akceptowalnych wyników</li> <li>Po doprowadzeniu parametru do poziomu akceptowalnego badanie dodatkowych próbek wody (poza harmonogramem) w okresie 2 miesięcy w zakresie mętności, <i>E.coli</i>, enterokoków, <i>C. perfringens</i>, chloru, barwy, zapachu.</li> </ol>	<p>W próbkach wody z punktu wprowadzania wody do sieci i z punktów rozmieszczonych na sieci:</p> <p><i>E. coli</i> (0 jtk/100 ml)</p> <p>enterokoki (0 jtk/100 ml), bakterie gr. coli, ogólna liczba mikroorganizmów w temp. 22 °C</p> <p><i>C. perfringens</i>; wolny chlor - badania ukierunkowane na wykrycie skażenia mikrobiologicznego wody;</p> <p>W razie przekroczenia wartości parametrycznej <i>C. perfringens</i> należy zbadać, czy nie występuje zagrożenie dla zdrowia ludzi, wynikające z obecności innych mikroorganizmów chorobotwórczych, np. <i>Cryptosporidium</i>; celowe rozważenie tego badania także przy utrzymującym się wzroście mętności wody zwł. wprowadzanej do sieci i ujemnych wynikach innych badań mikrobiologicznych;</p> <p>wolny chlor</p> <p>barwa, zapach – ocena akceptowalności wody dla konsumentów</p> <p>żelazo, mangan, glin – ocena innych czynników, mogących mieć wpływ na wzrost mętności wody, szczególnie w wodzie z ujęć mieszanych oraz gdy związki glinu i żelaza stosowane są jako koagulanty</p> <p>Opcjonalnie TOC, jon amonu, azotany, azotyny – badania ukierunkowane na wykrycie zanieczyszczenia wody ściekami</p>

		<p><b>PIS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza wyników badania mętności wody z uwzględnieniem wyników badania dodatkowych próbek – wzrost w stosunku do wcześniejszych stabilnych wartości, dynamika zmian mętności wody, stopień przekroczenia wartości zalecanej, obszar /część sieci wodociągowej, której dotyczy wzrost mętności wody (cały system zaopatrzenia czy jego fragment) wyniki badania równoległe oznaczonych parametrów jakości wody, okoliczności zewnętrzne, mogące sprzyjać dodatkowemu zanieczyszczeniu wody ujmowanej i dystrybuowanej</li> <li>2. Wydanie decyzji o warunkowej przydatności wody do spożycia</li> <li>3. Opracowanie komunikatu dla konsumentów</li> <li>4. W razie stwierdzenia przez dostawcę skażenia mikrobiologicznego wody –działania przewidziane dla takiego zagrożenia, w tym wydanie komunikantu o nieprzydatności wody do spożycia,</li> <li>5. Śledzenie danych epidemiologicznych, dotyczących chorób wodorozależnych</li> <li>6. Wykonanie w ramach nadzoru, po zakończeniu działań naprawczych, kontrolnych badań jakości wody w zakresie mętności, <i>E. coli</i>, enterokoków, <i>C. perfringens</i>, bakterii grupy coli, ogólnej liczby bakterii, barwy, zapachu.</li> </ol>	
> 5,0 NTU	<p>Poziom niepożądany</p> <p><b>Woda warunkowo przydatna do spożycia</b></p> <p>komunikat 4</p>	<p>Dostawca wody</p> <p>Postępowanie jak wyżej pkt 1-8</p> <p><b>PIS</b></p> <p>Postępowanie jak wyżej pkt 1-5</p>	<p><i>E. coli</i> (0 jtk/100 ml)</p> <p>enterokoki (0 jtk/100 ml), bakterie gr. coli, ogólna liczba mikroorganizmów w temp. 22 °C</p> <p><i>C. perfringens</i>, chlor - badania ukierunkowane na wykrycie skażenia mikrobiologicznego wody;</p> <p>W razie przekroczenia wartości parametrycznej <i>C. perfringens</i> należy zbadać, czy nie występuje zagrożenie dla zdrowia ludzi, wynikające z obecności innych mikroorganizmów chorobotwórczych, np. <i>Cryptosporidium</i>; celowe rozważenie tego badania także przy utrzymującym się wzroście mętności wody zwł. wprowadzanej do sieci i ujemnych wynikach innych badań mikrobiologicznych</p> <p>mętności wody i ujemnych wynikach innych badań mikrobiologicznych;</p> <p>wolny chlor</p> <p>barwa, zapach – ocena akceptowalności wody dla konsumentów</p> <p>żelazo, mangan, glin – ocena innych czynników, mogących mieć wpływ na wzrost mętności wody, szczególnie w wodzie z ujęć mieszanych oraz gdy związki glinu i żelaza stosowane są jako koagulanty</p> <p>opcjonalnie TOC, jon amonu, azotany, azotyny – badania ukierunkowane na wykrycie zanieczyszczenia wody ściekami</p>

Ogólnie biorąc, w razie wzrostu mętności wody z ujęć powierzchniowych i infiltracyjnych priorytetem powinno być wykluczenie skażenia mikrobiologicznego wody, a w razie jego wystąpienia – jak najszybsze podjęcie działań naprawczych. Potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi stanowi skażenie kałowe wody, a nie sam wzrost jej mętności.

## **PROPOZYCJE WZORÓW KOMUNIKATÓW PAŃSTWOWEGO POWIATOWEGO/ GRANICZNEGO INSPEKTORA SANITARNEGO W PRZYPADKU PODWYŻSZONEJ MĘTNOŚCI WODY W WODZIE PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA PRZEZ LUDZI:**

**1) pochodzącej z ujęcia podziemnego, o mętności do 2 NTU, wywołanej podwyższoną zawartością substancji mineralnych, stabilną w dłuższej obserwacji, wolną od skażenia mikrobiologicznego**

### **KOMUNIKAT**

**z dnia .....**

Państwowy Powiatowy Inspektor Sanitarny w ..... informuje, że w badaniach wody przeznaczanej do spożycia przez ludzi z wodociągu ..... zaopatrującego mieszkańców miejscowości: ....., ....., ..... w gminie ..... powiat....., stwierdzono wzrost mętności i barwy wody oraz zwiększone stężenia żelaza i manganu, przekraczające wartości zalecane. Może to pogarszać wygląd i smak wody, nie stwarza jednak zagrożenia dla zdrowia konsumentów. W związku z tym Państwowy Powiatowy/Graniczny Inspektor Sanitarny w ..... stwierdza przydatność wody do spożycia. Woda może być wykorzystywana bez ograniczeń do celów spożywczych i gospodarczych.

Trwają prace mające przywrócić odpowiednią jakość wody.



**2) pochodzącej z ujęcia podziemnego, o mętności >2 NTU, wywołanej podwyższoną zawartością substancji mineralnych, stabilną w dłuższej obserwacji, wolną od skażenia mikrobiologicznego**

## KOMUNIKAT

**z dnia .....**

Państwowy Powiatowy Inspektor Sanitarny w ..... informuje, że w badaniach wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z wodociągu ..... zaopatrującego mieszkańców miejscowości ....., ..... w gminie ..... powiat....., stwierdzono wzrost mętności i barwy wody oraz zwiększone stężenia żelaza i manganu przekraczające wartości zalecane.

Może to pogarszać wygląd i smak wody, nie stwarza jednak zagrożenia dla zdrowia konsumentów. W związku z tym Państwowy Powiatowy/Graniczny Inspektor Sanitarny w ..... stwierdza warunkową przydatność wody do spożycia. Woda może być wykorzystywana bez ograniczeń do celów spożywczych i gospodarczych.

Trwają prace mające przywrócić odpowiednią jakość wody.



### 3) pochodzącej z ujęcia wód powierzchniowych lub mieszanych (po uzdatnieniu), mętność >1,0-5,0 NTU

#### KOMUNIKAT

z dnia .....

Państwowy Powiatowy/Graniczny Inspektor Sanitarny w .....informuje, że w badaniach wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z wodociągu .....zaopatrującego mieszkańców miejscowości....., ..... w gminie..... powiat ..... stwierdzono wzrost mętności wody.

W związku z tym Państwowy Powiatowy/Graniczny Inspektor Sanitarny w ..... stwierdza warunkową przydatność wody do spożycia. Z uwagi na możliwość zanieczyszczenia bakteryjnego wody zaleca się, aby woda przeznaczona dla małych dzieci do 2 r. życia, chorych na AIDS, chorych ze znacznie obniżoną odpornością (transplantacje, chemioterapia) była **przed spożyciem** gotowana nie krócej niż przez 2 minuty, a następnie pozostawiona do wystygnięcia (bez gwałtownego schładzania). Woda po przegotowaniu może być przeznaczona do:

- celów spożywczych,
- mycia zębów,
- mycia spożywanych na surowo warzyw i owoców,
- kąpieli noworodków,
- mycia naczyń.

Nie wymaga gotowania woda wykorzystywana do innych celów, w tym do kąpieli, prania odzieży, spłukiwania toalet, utrzymywania czystości pomieszczeń.

Prowadzone są dalsze badania wody i prace mające poprawić jakość wody.

Zalecenie obowiązuje do czasu wydania kolejnego komunikatu.

#### **4) pochodzącej z ujęcia wód powierzchniowych lub mieszanych (po uzdatnieniu), mętność wody >5,0 NTU**

### **KOMUNIKAT**

**z dnia .....**

Państwowy Powiatowy/Graniczny Inspektor Sanitarny w .....informuje, że w badaniach wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z wodociągu .....zaopatrującego mieszkańców miejscowości....., ..... w gminie..... powiat ..... stwierdzono wzrost mętności wody.

W związku z tym Państwowy Powiatowy/Graniczny Inspektor Sanitarny w ..... stwierdza warunkową przydatność wody do spożycia. Z uwagi na możliwość zanieczyszczenia bakteryjnego wody zaleca się jej gotowanie minimum przez 2 minuty, a następnie pozostawienie do wystygnięcia (bez gwałtownego schładzania). Woda po przegotowaniu może być przeznaczona do:

- celów spożywczych,
- mycia zębów,
- mycia spożywanych na surowo warzyw i owoców,
- kąpieli noworodków,
- mycia naczyń.

Nie wymaga gotowania woda wykorzystywana do innych celów, w tym do kąpieli, prania odzieży, sflukiwania toalet, utrzymywania czystości pomieszczeń.

Prowadzone są dalsze badania wody i prace mające poprawić jakość wody.

Zalecenie obowiązuje do czasu wydania kolejnego komunikatu.

Główny Inspektorat Sanitarny