

Podstawowe parametry mające wpływ na jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

O jakości wody i jej przydatności do konsumpcji decydują: cechy organoleptyczne (smak, zapach), wskaźniki fizyczne (barwa, mętność, pH, przewodność), parametry chemiczne (między innymi: amoniak, azotany, azotyny, mangan, żelazo, chlor wolny, metale ciężkie – chrom, arsen, kadm, ołów, uboczne produkty dezynfekcji), wskaźniki mikrobiologiczne.

- **Smak, zapach** – pochodzą z naturalnych i biologicznych źródeł lub procesów (np. mikroorganizmów wodnych), z zanieczyszczeń chemicznych i mogą być również ubocznym skutkiem uzdatniania wody (np. chlorowania), mogą także powstawać w trakcie magazynowania i dystrybucji wody.
- **Barwa** – jest spowodowana obecnością barwnych substancji organicznych związanych z frakcją humusową gleby. Na barwę wody silnie wpływa obecność żelaza i innych metali, w postaci zanieczyszczeń naturalnego pochodzenia lub produktów korozji. Zabarwienie może również wynikać z zanieczyszczenia ściekami przemysłowymi i być pierwszym sygnałem zagrożenia.
- **Mętność** – wywołana jest obecnością drobnych cząsteczek stałych, które mogą się znajdować w wodzie na skutek nieodpowiedniego uzdatniania lub z powodu unoszenia cząstek osadów pochodzących z sieci wodociągowej. Mętność wody z niektórych ujęć podziemnych wynika z przenikania do niej cząstek gliny lub kredy w niewielkim stopniu ulegających sedymentacji ze złóż gliny oraz wytrącania się nierozpuszczalnego wodorotlenku żelaza(III) i innych tlenków w przypadku, gdy pompowana woda nie jest natleniona. Woda o wysokiej mętności zapewnia ochronę mikroorganizmom przed działaniem dezynfekcyjnym i może pobudzać wzrost bakterii. Dlatego zaleca się, aby mętność wody była utrzymywana na możliwie najniższym poziomie ze względu na jej znaczenie dla jakości wody pod względem mikrobiologicznym.
- **pH** – wskaźnik ten nie ma bezpośredniego znaczenia dla konsumentów, natomiast jest jednym z najbardziej istotnych eksploatacyjnych parametrów jakości wody. Konieczne jest kontrolowanie pH wody na wszystkich etapach uzdatniania w celu zapewnienia zadowalającego jej oczyszczenia i dezynfekcji, a także przy wtłaczaniu wody do sieci wodociągowej w celu przeciwdziałania korozji sieci i instalacji wodociągowych.
- **Przewodność** - jest miarą podatności wody na przepływ prądu elektrycznego. Jest wywołana obecnością jonów (kationów i anionów) powstałych w wyniku dysocjacji rozpuszczonych soli oraz amoniaku i dwutlenku węgla. Przewodność elektryczna jest

wskaźnikiem informującym o stopniu mineralizacji wody (o stopniu zasolenia). Konduktancja wody wiąże się zatem z jej twardością. Im woda jest bardziej twarda tym jej przewodność elektryczna jest większa. Jednostką przewodności w układzie SI jest simens (S) $1\text{S} = 1\Omega^{-1}$. Do pomiaru przewodności elektrycznej służy konduktometr, a pomiary przeprowadza się dla wody o temperaturze 25°C.

- **Amoniak** – w wodach naturalnych amoniak może pochodzić ze spływów z pól nawożonych solami amonowymi, z procesów redukcji azotynów i azotanów, z rozkładu biochemicznego związków organicznych a także ze ścieków miejskich i przemysłowych. Amoniak w wodzie do picia nie ma bezpośredniego znaczenia dla zdrowia, natomiast jego obecność wpływa na zmniejszenie skuteczności dezynfekcji wody, przyczyniać się do powstawania azotanów w sieci wodociągowej, wpływać na nieskuteczną pracę filtrów służących do usuwania manganu, a także wywoływać zmiany smaku i zapachu wody.
- **Azotany, azotyny** – związki te są rozpatrywane łącznie, ponieważ w przyrodzie następują przemiany jednych w drugie. Azotany są produktem utleniania azotu organicznego przez bakterie obecne w wodzie i w glebie nawożonej nawozami azotowymi, ze ścieków przemysłowych lub bytowych. W czasie uzdatniania wody azotany mogą powstawać z amoniaku przy napowietrzaniu wody, podczas odżelaziania lub dostawać się do niej z opadami atmosferycznymi lub ściekami. Azotany są produktem nietrwałym, łatwo przekształcającym się w azotyny, np. w czasie chlorowania wody. W wodach podziemnych obserwuje się wzrost ilości azotanów wyniku działalności rolniczej człowieka (w szczególności nadmiernego stosowania nieorganicznych nawozów azotowych i obornika).
- **Mangan** – jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych metali występującym zwykle łącznie z żelazem. Pochodzi z resztek roślinnych z pokładów skorupy ziemskiej oraz zanieczyszczeń (głównie przemysłowych). Jego obecność w wodzie może wpływać pośrednio na powstawanie niekorzystnych zmian cech wody. Nawet w wodach o małej zawartości manganu mogą rozwijać się bakterie manganowe, które nadają jej nieprzyjemny, stęchły smak i zapach. W sieci wodociągowej tworzy się błona z tych bakterii, które zużywają chlor wolny, same przy tym nie ginąc. Mangan powoduje też ciemnienie jasnych tkanin podczas prania oraz powstawanie ciemnych osadów na urządzeniach sanitarnych. Pierwiastek ten jest też naturalnym elementem wielu produktów żywnościowych i to właśnie drogą pokarmową człowiek przyjmuje go najwięcej, większość dobowego spożycia tego pierwiastka waha się w granicach 2-10 mg (2000-10000 µg).

Z oceny Światowej Organizacji Zdrowia i wyników badań toksykologicznych wynika, że ilość 8-9 mg (8000-9000 µg) na dobę nie wpływa negatywnie na stan zdrowia ludzi.

Z uwagi na fakt, że woda nie jest głównym źródłem manganu w diecie (dostarcza przeciętnie ok. 20% dawki dobowej) oraz przyjmując duży margines bezpieczeństwa ustalono, że w pełni bezpieczne dla zdrowia ludzi stężenie manganu w wodzie przeznaczonej do spożycia wynosi 0,4 mg/l (400 µg/l). Jest to wartość 8 razy większa, niż przewiduje rozporządzenia Ministra Zdrowia (norma 0,05 mg/l = 50 µg/l), a jej przekroczenia zdarzają się sporadycznie.

- **Żelazo** - występuje w wodach powierzchniowych i głębinowych w sposób naturalny w ilościach zależnych od budowy i składu mineralnego podłoża. Szczególnie duże stężenie żelaza, a także manganu spotyka się w wodach głębinowych. Poza tym źródłem żelaza mogą być ścieki przemysłowe, korozja rur i wody kopalniane. W wodzie wodociągowej podwyższone stężenie żelaza występuje w przypadku nieprawidłowo prowadzonego uzdatniania, tzw. odżelaziania.

W wodach podziemnych żelazo występuje w postaci związków żelazawych, dobrze rozpuszczalnych w wodzie. Przy obecności w wodzie tlenu lub substancji utleniających żelazo dwuwartościowe ulega łatwo utlenieniu do trójwartościowego lub tlenków żelaza, powodując zmętnienie lub brunatnienie wody.

Woda zawierająca żelazo w ilościach powyżej 0,3 mg/l (norma 0,2 mg/l = 200 µg/l) powoduje powstawanie plam na urządzeniach sanitarnych, na pranej bieliźnie, w czasie gotowania może zmienić swe cechy fizyczne i wpływać na apetyczność potraw.

Jeżeli woda zawiera zwiększone ilości żelaza, w sieci wodociągowej mogą rozwijać się nitkowate bakterie żelaziste. Oprócz zwiększenia barwy i mętności nadają one wodzie przykry smak i zapach, a sieć wodociągowa traci stopniowo sprawność z powodu jej zatykania się masami żywych i obumierających bakterii.

Podwyższone stężenie żelaza i manganu w wodzie przeznaczonej do spożycia stanowi największy problem w przypadku małych wodociągów z uwagi na trudności technologiczne i finansowe w przeprowadzeniu działań naprawczych.

Przekroczenia wartości żelaza i manganu mogą prowadzić do niepożądanych zmian właściwości organoleptycznych wody, która z uwagi na wzrost barwy i mętności oraz metaliczny posmak może budzić uzasadnione zastrzeżenia konsumentów.

Żelazo oraz mangan są parametrami wskaźnikowymi czyli nie są parametrami o istotnym znaczeniu dla zdrowia.

Żelazo jest pierwiastkiem, którego codzienne spożycie w pewnych ilościach jest niezbędne dla zdrowia, przede wszystkim dla prawidłowego funkcjonowania układu krwiotwórczego, mięśni oraz wielu enzymów, biorących udział w licznych reakcjach biochemicznych. Dobowe zapotrzebowanie na żelazo wynosi 0,8 mg/kg masy ciała, różniąc się nieco w zależności od płci i wieku. Tak więc na przykład dla mężczyzny o masie ciała 70kg będzie wynosiło 50 mg na dobę. Odnosząc te wartości do stężenia żelaza w wodzie przeznaczonej do spożycia należy stwierdzić, że nawet znaczne przekroczenie poziomu uznanego za dopuszczalny (norma 0,2 mg/l = 200 µg/l) we wspomnianym uprzednio rozporządzeniu ministra Zdrowia np. stężenie wynoszące 2 mg (2000 µg/l) lub 3mg (3000 µg/l), a więc 10 lub 15-krotnie większe niż dopuszczalne nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi, choć może niekorzystnie wpływać na barwę czy mętność wody. Zgodnie ze stanowiskiem ekspertów Światowej Organizacji Zdrowia, brak jest podstaw do określenia wartości stężenia żelaza w wodzie przeznaczonej do spożycia, której przekroczenie stwarzałoby zagrożenie dla zdrowia ludzi.

- **Chlor wolny** – chlor wykorzystywany jest jako środek dezynfekcyjny i wybielający, zarówno w przemyśle, jak i w warunkach domowych.

Ostatnim etapem uzdatniania wody w procesie technologicznym dla potrzeb ludności i przemysłu jest dezynfekcja. Dezynfekcja wody ma na celu zniszczenie bakterii i wirusów oraz zapobieganie ich wtórnemu rozwojowi.

Chlorowanie jest najbardziej rozpowszechnioną i najtańszą metodą dezynfekcji wody. Przebieg reakcji chloru w wodzie zależy od jej składu. Część wprowadzonego chloru zużywana jest na utlenianie zawartych w wodzie substancji organicznych oraz soli żelaza, manganu i innych reduktorów. Ta ilość chloru nazywa się ogólnie zapotrzebowaniem chloru. Po zakończeniu reakcji utleniania, w wodzie pozostaje jeszcze tzw. pozostały użyteczny chlor, mogący występować jako pozostały wolny chlor oraz jako pozostały chlor związany. Zawartość w wodzie chloru wolnego nie może przekraczać 0,3 mg/l.

- **Metale ciężkie:**

- **Chrom** - występuje w wodach powierzchniowych i w wodzie do picia, szczególnie gdy jest ona chlorowana. W wodach podziemnych występuje rzadko z powodu słabej rozpuszczalności związków chromu zawartych w glebie i w skałach. W wodach wodociągowych chrom występuje rzadko. W wodzie do picia obecność chromu może być tłumaczona niedostatecznym oczyszczeniem wody

powierzchniowej zanieczyszczonej ściekami przemysłowymi (np. z garbarni, galwanizerni, hut metali kolorowych i przemysłu chemicznego), bądź zanieczyszczeniem sieci wodociągowej wodami chłodniczymi, do których sole chromu bywają dodawane w celu ochrony rur przed korozją, bądź też chrom może przenikać do wody z chromowanych drobnych elementów wodociągowych (np. krany).

Chrom może występować w połączeniach trój- i sześciowartościowych. W wodzie do picia zwłaszcza chlorowanej, chrom trójwartościowy rzadko występuje. Chrom trójwartościowy, który jest uważany za niezbędny dla człowieka, jest praktycznie nietoksyczny. Ze względu na toksyczne i rakotwórcze właściwości chromu sześciowartościowego w znowelizowanym Rozporządzeniu ustalono, że dopuszczalna jego zawartość w wodzie nie może przekraczać 0,050 mg/l (50 µg/l).

- **Arsen** – przedostaje się do środowiska wodnego ze ściekami przemysłowymi zakładów farmaceutycznych, garbarskich, produkujących barwniki, z hut, wód kopalnianych oraz z pokładów geologicznych. Arsen mogą również zawierać środki owadobójcze, grzybobójcze i chwastobójcze.

Toksyczność arsenu zależy od tego w jakim połączeniu chemicznym on występuje, od drogi dostania się do organizmu, obecności w diecie innych pierwiastków, które mogą potęgować lub osłabić działanie arsenu, a także od wieku i płci osób narażonych na jego działanie. Ostre zatrucia arsenem uszkadzają centralny system nerwowy, a także układ pokarmowy oddechowy i skórę. Dawka 70-180mg jest śmiertelna. Małe dawki arsenu przyjmowane przez długi czas powodują osłabienie mięśniowe, utratę apetytu, nudności, zapalenie błon śluzowych, choroby skóry i in. Dopuszczalna dawka arsenu w wodzie do picia nie może przekraczać 0,010 mg/l.

- **Kadm** - jest metalem szeroko rozpowszechnionym w przyrodzie. Najczęściej występuje w rudach cynkowych zawierających od 0,1 do 0,5% kadmu. W związku z jego szerokim zastosowaniem w przemyśle głównie metalurgicznym, coraz więcej kadmu dostaje się do powietrza atmosferycznego, gleby i wód. Ponadto kadm może przedostawać się do wody do picia z rur i innych elementów wodociągowych zawierających kadm i niektóre gatunki mosiądzu, metale lutowicze, z metali zanieczyszczonych kadmem (cynk), oraz z rur wykonanych z tworzyw sztucznych, zwłaszcza z PCV, do którego wyrobu używa się jako środków pomocniczych soli metali ciężkich m. in. kadmu.

Kadm jest metalem wysoce toksycznym dla organizmu człowieka, posiada on zdolność kumulowania się w organizmie i spożywanie z wodą nawet małych stężeń tego metalu przez dłuższy czas, może okazać się szkodliwe. Kadm gromadzi się w organizmie przede wszystkim w wątrobie, nerkach, trzustce, tarczycy i włosach. Rozporządzenie Ministra określa jako najwyższe dopuszczalne stężenie kadmu w wodzie do picia 0,005 mg/l (5µg/l).

- **Ołów** - należy do najczęściej spotykanych w wodzie metali ciężkich. Może się on dostawać do wód ze ściekami przemysłowymi, z niektórych powłok antykorozyjnych stosowanych do zabezpieczenia zbiorników na wodę, z rur wodociągowych wykonanych z ołowiu, a także z rur z polichloroku winylu jeśli do jego stabilizacji był używany ołów. Związki ołowiu źle wpływają na właściwości organoleptyczne wody.

Ołów jest pierwiastkiem toksycznym posiadającym właściwości kumulowania się w organizmie ludzkim głównie w kościach. Narażenie organizmu na większe dobowe dawki ołowiu doprowadza do ciężkich zatruć, zwanych ołowicą, kończących się czasem śmiercią. Zawartość ołowiu w wodzie do spożycia nie powinna przekraczać 0,025mg/l (25µg/l).

➤ **Uboczne produkty dezynfekcji wody:**

chlorem gazowym - podczas reakcji chloru ze związkami organicznymi mogą powstawać liczne produkty dezynfekcji, a wiele z nich w nadmiernej ilości nie jest obojętnych dla zdrowia człowieka. Najlepiej poznaną grupą ubocznych produktów chlorowania są trihalometany (THM). Przy ich tworzeniu powstaje również szereg innych związków chloroorganicznych (np. chlorofenole), co wpływa znacząco na pogorszenie właściwości organoleptycznych wody. Trihalometany powstają nie tylko w miejscu uzdatniania (tzn. w wodociągu), ale także w sieci rozprowadzającej wodę, przy czym im dalej płynie woda, tym ich stężenie jest wyższe i tym większa różnorodność. Proces tworzenia trwa do momentu wyczerpania jednego ze składników reakcji: chloru lub substancji organicznej. Praktycznie następuje to dopiero po przegotowaniu wody, co powoduje usunięcie chloru, jednego z czynników reakcji i pozwala na przerwanie narastania stężenia THM-ów. Im gorsza jest jakość wody poddawanej chlorowaniu, tym więcej może powstawać szkodliwych trihalometanów. Dopuszczalne stężenie trihalometanów (THM) w wodzie do spożycia wynosi 100 µg/l, 2,4,6-trichlorofenol 0,2 mg/l.

- **dwutlenkiem chloru** – stosowanie tego dezynfektanta daje niebezpieczeństwo powstawania chloranów i chlorynów. Ich znaczenie zdrowotne nie jest w pełni wyjaśnione, lecz podejrzewa się, że związki te jako silne utleniacze mogą powodować zmiany we krwi. Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi normuje sumę stężeń chlorynów i chloranów na maksymalnym poziomie 0,7 mg/l.
- **ozonowaniem** - proces ozonowania wód jest przyczyną utleniania jednego z naturalnych ich składników, tj. bromków, w wyniku czego powstają bromiany. Na podstawie badań toksykologicznych zostały one zakwalifikowane do potencjalnych kancerogenów, czyli do związków zwiększających ryzyko zachorowania na raka. W większości krajów, które normują ten parametr w wodzie do spożycia, w tym również i w Polsce, dopuszczalne stężenie bromianów wynosi 10 µg/l.

➤ **Zanieczyszczenia mikrobiologiczne w wodzie przeznaczonej do spożycia.**

W przypadku wód podziemnych z dużym uproszczeniem można przyjąć, że im głębsze wody tym zawierają mniej bakterii. Najwięcej jest ich w glebie, wodach glebowych i płytko występujących wodach gruntowych.

Ciekawostką jest to, iż w 1g aktywnej biologicznie gleby może występować nawet 100 mln żywych bakterii. Na ogół są to bakterie nie związane z niekorzystną działalnością człowieka. Co więcej bakterie te mogą w określonych sytuacjach wspomagać nawet usuwanie zanieczyszczeń z wody.

Wody podziemne są jednym z naturalnych środowisk życia bakterii. Bakterie te uczestniczą w obiegu takich pierwiastków jak węgiel, azot, siarka, żelazo, mangan, miedź czy nawet kadm i rtęć. Ostatnie z wymienionych pierwiastków są wyraźnie toksyczne dla człowieka, natomiast dla niektórych bakterii stanowią źródło energii.

W rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. Nr 61 z 2007r., poz. 417 z późn zm.) w poszczególnych załącznikach wyszczególniono takie pozycje jak: *Escherichia coli*, Enterokoki (Paciorkowce kałowe), Ogólna liczba mikroorganizmów w temp. 22°C po 72 h, Bakterie grupy coli, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella* sp.

Najczęściej w wodociągach wody podziemnej kontrolowane są:

- ***Escherichia coli*** - jest najbardziej znanym w środowisku eksploatatorów SUW mikroorganizmem, budzącym swego rodzaju przerażenie jeśli pojawi się w

wynikach badań Inspekcji Sanitarnej, bo zawsze wymusza podjęcie radykalnych i stanowczych działań związanych z :

- jego unieszkodliwieniem i likwidacją
- poinformowaniem odbiorców o zaistniałym przekroczeniu i podjęciu działań związanych z dostarczeniem ludności wody zdatnej do picia.

Przede wszystkim *E. coli* jest organizmem wskaźnikowym (bakterie wskaźnikowe spełniają rolę ostrzegawczą przed zakażeniami, ponieważ występuje istotna zależność pomiędzy ich liczebnością w wodzie a ilością mikroorganizmów chorobotwórczych) który informuje, że wystąpiło świeże zanieczyszczenie kałowe i możliwość wystąpienia towarzyszących im bakterii chorobotwórczych pochodzenia jelitowego.

Jest to gram-ujemna bakteria, która wchodzi w skład fizjologicznej flory bakteryjnej jelita grubego człowieka oraz zwierząt stałocieplnych. W jelicie ta symbiotyczna bakteria spełnia pożyteczną rolę, uczestnicząc w rozkładzie pokarmu, a także przyczyniając się do produkcji witamin z grupy B i K.

Bakteria *Escherichia coli* nie wytwarza przetrwalników tzn. że zawsze jeśli zostanie stwierdzona jest to „świeża” bakteria, która została stosunkowo niedawno wprowadzona do wody. Skażenie wody nastąpiło w krótkim okresie poprzedzającym jej wykrycie.

Bakteria *Escherichia coli* jako organizm wskaźnikowy zawsze informuje, iż nastąpiło skażenie ujęcia ściekami zawierającymi odchody ludzkie bądź zwierzęce (względnie przedostała się bezpośrednio do rurociągu podczas usuwania awarii, bądź przy okazji mikrospełkań i nieszczelności).

Bakterie z tej rodziny mogą w określonych warunkach wywoływać choroby takie jak biegunki, zakażenia układu moczowego czy zapalenie opon mózgowych u noworodków. Dotyczy to przede wszystkim osób osłabionych, noworodków oraz osób słabszych. Podatność bakterii *Escherichia coli* na dezynfekcję jest dość duża.

- **Enterokoki (Paciorkowce kałowe)** - są to bakterie, które przybierają formy kuliste łącząc się w pary (tzw. dwoinki) lub łańcuszki (paciorki). Nie tworzą przetrwalników i zazwyczaj nie są chorobotwórcze. Wykrycie tych bakterii w wodzie świadczy o kontakcie wody pitnej z zanieczyszczeniami pochodzenia kałowego.

Stwierdzenie tych bakterii informuje o świeżym stopniu skażenia kałowego próbki wody dlatego są tak ważne w ocenie stanu sanitarnego i jakości bakteriologicznej wody.

Termin „paciorkowce kałowe” odnosi się do tych paciorkowców, które występują w odchodach ludzi i zwierząt. Posiadają one dość dużą tolerancję w stosunku do niekorzystnych warunków środowiska, ale wśród znanych gatunków tylko dwa wywołują zakażenia u ludzi. Spośród chorób które wywołują te mikroorganizmy wymienia się m.in. zapalenie dróg moczowych, zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych czy zapalenie płuc. Bakterie te w przeciwieństwie do *Escherichia coli* i bakterii grupy coli mają podwyższoną odporność na działanie chloru.

- **Ogólna liczba mikroorganizmów w temp. 22°C po 72 h** - bakterie oznaczanie w temperaturze 22°C to z reguły naturalne organizmy występujące w wodach czy glebie. Przyjmuje się, że jeśli występują licznie wówczas są wskaźnikiem zanieczyszczenia organicznego. Są to organizmy bardzo rozpowszechnione i rozkładają martwą materię organiczną. Do najczęściej spotykanych zalicza się takie bakterie z rodzaju *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Bacillus* i wiele innych.

Część z tych bakterii wspomaga proces uzdatniania wody zarówno powierzchniowej jak i podziemnej. Do procesów technologicznych wspomaganych przez bakterie czy też odbywających się przy ich udziale zalicza się:

- usuwanie azotu amonowego z wody
- usuwanie (utlenianie) manganu, żelaza, siarczków z wody podziemnej
- utlenianie materii organicznej do dwutlenku węgla.

Bakterie realizujące te procesy rozwijają się głównie na filtrach tworząc tzw. błonę biologiczną. Ale jeśli określone wskaźniki przedostaną się przez filtry wówczas mogą się rozwijać tam gdzie mają pożywkę - czyli na sieci wodociągowej, w zbiornikach wody czystej. Stąd tak ważne jest maksymalne uzdatnienie wody wodociągowej - co wpływa bezpośrednio na tzw. stabilność biologiczną wody.

- **Bakterie grupy coli** - jest to kolejny wskaźnik badany w wodzie do picia i często podawany w raportach z badań bakteriologicznych. Do bakterii tych zalicza się m.in. bakterie z rodzaju *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus*. Tworzą one kolonie (podczas oznaczania bakteriologicznego). Jest to grupa tlenowych i beztlenowych bakterii, nie tworzących przetrwalników, zasiedlających zwykle jelito grube człowieka i zwierząt. Bakterie tej grupy mogą pochodzić z wód wzbogaconych w substancje organiczne, takich jak ścieki przemysłowe lub z rozkładających się resztek pochodzenia roślinnego, a także z gleby. Obecność którejś z tych bakterii w wodzie pitnej jest uważana zawsze za wskaźnik skażenia jej odchodami i dyskwalifikuje ją do picia. Jest to jednocześnie informacja, że w wodzie mogą

znajdować się dużo bardziej szkodliwe i chorobotwórcze bakterie takie jak *Salmonella* czy *Shigella*. Test na bakterie grupy coli może być wykorzystywany jako wskaźnik efektywności uzdatniania wody, a także czystości sieci wodociągowych. W przypadku stwierdzenia w badanej wodzie bakterii grupy coli należy wykonywać dodatkowe testy potwierdzające obecność *Escherichia coli*.

Dla wód powierzchniowych dochodzą dodatkowo bakterie *Clostridium perfringens* (których badanie wymagane jest również w przypadku wód mieszanych z podziemnymi).

- ***Clostridium perfringens*** - jest to bakteria beztlenowa (laseczka). Jest wszechobecna w środowisku i może być odnaleziona jako normalny składnik kompostu, osadu dennego czy układu pokarmowego człowieka i innych kręgowców, ale również owadów czy gleby. Niestety bakterie te w odróżnieniu od *Escherichia coli* i innych bakterii z grupy coli przeżywają w wodach przez długi okres i są bardziej odporne na działanie czynników fizycznych i chemicznych (w tym powszechnie stosowanych metod dezynfekcji). Mogą one świadczyć o odległych w czasie lub sporadycznych zanieczyszczeniach dlatego są przydatne do celów kontrolnych i diagnostycznych. Jest to przede wszystkim problem wód powierzchniowych, dlatego obowiązujące przepisy sanitarne nakładają obowiązek kontroli *Clostridium* w wodach powierzchniowych, bądź zmieszanych z wodami podziemnymi. Do głównych przedstawicieli *Clostridium* należy *Clostridium perfringens*, która może wywoływać zatrucia pokarmowe, ale również zakażenia ran czy zakażenia szpitalne. Do zatrucia dochodzi w wyniku spożywania żywności, bądź wody skażonej sporami, które są niestety bardzo odporne na temperaturę i dezynfekcję.

Clostridium jest bardzo odporne na chlorowanie. Najbardziej skuteczną metodą eliminacji tej bakterii jest promieniowanie UV. *Clostridium* uchodzi za wskaźnik informujący o obecności *Cryptosporidium* i *Giardia* bowiem wykazuje bardzo podobną oporność na dezynfekcję.

Pozostałe mikroorganizmy wymieniane w rozporządzeniu oznaczają się tylko w określonych sytuacjach i tak:

- ***Pseudomonas aeruginosa*** - w wodach butelkowanych i w wodach przewożonych (w tym również cysternami), jak również w określonych sytuacjach, gdy zachodzi takie podejrzenie również w odniesieniu do wody pitnej.

Typowym siedliskiem *Pseudomonas aeruginosa* jest faza graniczna pomiędzy wodą a powietrzem, czyli zgodnie z danymi literaturowymi są to takie miejsca jak kurki do wody, prysznice, umywalki czy syfony. Na Stacjach Uzdatniania Wody to np. złoża filtracyjne, zarówno wypełnione piaskiem filtracyjnym (kwarcowym) jak i węglem aktywnym. W wodach do picia ilość *Pseudomonas* nie jest duża, ale ze względu na fakt, iż bakteria ta nie ma dużych wymagań, w sprzyjających warunkach (np. temp. 15-30°C) może nastąpić jej intensywne namnożenie. Pałeczki *Pseudomonas aeruginosa* wywołują m.in. zakażenia ośrodkowego układu nerwowego, zapalenie ucha środkowego, zakażenie układu oddechowego a u małych dzieci biegunki. Jednocześnie bakterie te są znane ze swej wyjątkowej odporności na dezynfekcję, co sprawia wiele trudności.

- ***Legionella* sp.** w wodzie ciepłej. Jest to bakteria stanowiąca problem wody ciepłej. Bakterie te zostały rozpoznane w 1976r. zakażenie to nazwano chorobą legionistów, a bakterie, które zakażenie to wywołało nazwano *Legionella pneumophila*. Rozwinęły się one w hotelowej instalacji wody ciepłej.

Optymalna temperatura do rozwoju tych bakterii to ok. 35-46°C ale również przy temp. 55° C zachodzi jeszcze proces rozrodczy. Dopiero przy temperaturze powyżej 70°C bakterie giną.

Bardzo ważne w zapobieganiu rozwoju bakterii *Legionella* jest przestrzeganie następujących zaleceń:

- utrzymanie temperatury wody zimnej poniżej 20°C a w instalacji wody gorącej powyżej 55°C
- izolowanie rur wody ciepłej i zimnej od siebie, co nie zawsze jest respektowane przy projektowaniu instalacji, a jednocześnie może powodować podgrzewanie wody zimnej i prowadzić do rozwoju bakterii,
- unikanie tworzenia zastoin wody
- likwidacja ślepych odcinków instalacji zasilających, zapobieganie procesom korozji i tworzenia złożeń w instalacjach
- zapobieganie powstawaniu mikroaerozoli o średnicy kropeł 2-5 mm
- utrzymanie instalacji w czystości.

Bakterie oznaczane zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia nie są przypadkowymi organizmami, ale starannie dobranymi wskaźnikami informującymi o sposobie

zanieczyszczenia wody, źródle zanieczyszczenia, czy nawet przybliżonym czasie wprowadzenia tego zanieczyszczenia.

Opracowano w oparciu o:

1. Stanowisko Zakładu Higieny Komunalnej w sprawie znaczenia zdrowotnego podwyższonych wartości żelaza i manganu w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
2. Materiały szkoleniowe: „Problematyka występowania w instalacjach wody ciepłej bakterii z rodzaju Legionella sp.”.
3. Literatura: Jacek Nowicki, Uboczne produkty dezynfekcji wody – doświadczenia ostatnich 30 lat. Ochrona Środowiska 2005r.
4. Wytyczne dotyczące jakości wody do picia. Bydgoszcz 2014r. Wydane przez Izbę Gospodarczą „Wodociągi Polskie”.
5. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007r. (Dz. U. Nr 61 z 2007r., poz. 417, zm. Dz. U. Nr 72 z 2010r., poz. 466).

Opracowano:

Sekcja Higieny Środowiska – Higiena Komunalna Powiatowej Stacji Sanitarnej – Epidemiologicznej w Wieluniu - Dorota Borczyk.