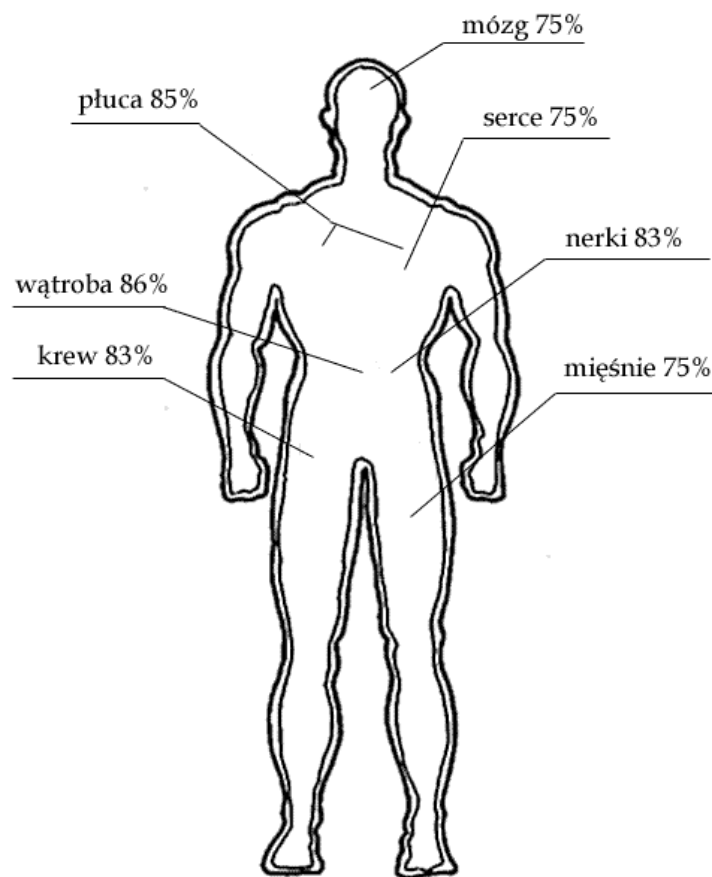


Woda a człowiek

Woda jest jednym z najważniejszych składników środowiska, w którym żyjemy. Jest ona obok powietrza podstawowym elementem potrzebnym do życia. Jak ogromne znaczenie ma woda w naszym życiu, niech świadczy fakt, że jej zawartość w organizmie wynosi od 60 do 90%. Zawartość ta zmienia się z wiekiem. W trzymiesięcznym płodzie znajduje się około 90% wody, u noworodka - około 80%, a u człowieka dorosłego 70%. Woda występuje we wszystkich tkankach naszego ustroju, chociaż jej rozmieszczenie w całym organizmie nie jest równomierne. Oto jak przedstawia się udział wody w budowie anatomicznej człowieka:



Woda jest niezbędna do podtrzymywania wszystkich procesów biologicznych. Bierze udział w procesie wchłaniania pożywienia z jelit i w odżywianiu komórek. Woda w organizmie jest przenośnikiem i regulatorem ciepła, pochłania jego nadwyżki i wydala je w czasie parowania przez skórę i drogami oddechowymi. Bierze udział we wszystkich reakcjach biochemicznych, zwilża błony śluzowe, gałkę oczną i zapewnia ruchliwość stawów. Dorosły człowiek bez jedzenia jest w stanie przeżyć ponad miesiąc, lecz bez wody zaledwie kilka dni. Przez układ krwionośny człowieka przepływa bowiem w ciągu doby 5-8 tys. litrów wody. Niedostateczna jej podaż doprowadza do szybkiego

odwodnienia organizmu. Niedobór wody wynoszący około 10% masy ciała powoduje niewydolność fizyczną i psychiczną, a utrata 20% może doprowadzić do śmierci.

W ciągu doby wymianie ulega od 3% do 6% wody ustrojowej. Całość wody znajdującej się w naszym organizmie wymieniana jest w ciągu 20 dni.

CZŁOWIEK JEST TAKI, JAKA JEST WODA, KTÓRĄ PIJE

Jest sprawą oczywistą, że przy tak olbrzymim znaczeniu wody dla życia ludzkiego niebagatelną sprawą jest jej odpowiednia jakość. Woda musi być odpowiednio czysta. Jeśli będzie zawierać jakiegokolwiek substancje szkodliwe, dostarczy je natychmiast do najdalszych zakątków organizmu. Nie tylko woda bezpośrednio wypijana musi być pozbawiona szkodliwych dodatków. Dobra jakość wody wymagana jest przez przemysł spożywczy, farmaceutyczny, medycynę.

Już przed wielu, wielu laty, Ludwik Pasteur powiedział, że:

CZŁOWIEK WYPIJA 90% SWOICH CHORÓB

Od ostatnich paru lat Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) propaguje podobne hasło:

80% WSZYSTKICH CHORÓB WSPÓŁCZESNYCH MA BEZPOŚREDNI ZWIĄZEK Z JAKOŚCIĄ WODY PITNEJ

Skąd pochodzi nasza woda pitna

Około 50% wody pitnej spożywanej w Polsce pochodzi z wód powierzchniowych, tj. z rzek i jezior; taka sama część z wód gruntowych, tj. studni. Tylko minimalny procent wód do picia pochodzi z ujęć głębinowych (np. wody oligoceńskie w Warszawie).

Dla nikogo nie jest tajemnicą, że wody powierzchniowe (rzeki, jeziora) są silnie zanieczyszczone. W Polsce dzieli się je pod względem zanieczyszczenia fizycznego, chemicznego i bakteriologicznego na 3 klasy czystości. Od kilku lat mamy również do czynienia z wodami nie mieszczącymi się w żadnej z tych klas, tzw. wodami pozaklasowymi (w żargonie wody IV klasy), w których z powodu dużej zawartości toksycznych związków chemicznych zanikło życie biologiczne - zabite bakterie, wirusy i inne organizmy wodne.

Rozwój przemysłu, powstawanie nowych technologii zużywających lub wytwarzających coraz większe ilości substancji chemicznych, wzrost miast i osiedli wymuszony przyrostem ludności powodują powstawanie coraz większej ilości

rozmaitych odpadów i ścieków, które z konieczności odprowadzane są do środowiska, wywołując jego zanieczyszczenie.

WODA JAKO JEDEN Z PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW ŚRODOWISKA I WYGODNY ODBIORNIK ŚCIEKÓW JEST NAJBARDZIEJ NARAŻONA NA ZANIECZYSZCZENIA



Według obliczeń Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) w ostatnim dziesięcioleciu do środowiska naturalnego przedostało się tyle odpadów (pyłów, ścieków, śmieci) ile w poprzednich 70 latach. Jednocześnie oblicza się, że tę samą porcję odpadów wyprodukuje się na ziemi w najbliższych 5 latach. Jest oczywiste, że przy takiej degradacji środowiska skażeniu ulegają niemal wszystkie wody powierzchniowe i gruntowe.

KONSUMENT PIJĄC WODĘ POLEGA CAŁKOWICIE NA SWOIM SUBIEKTYWNYM ODCZUCIU W OCENIE JEJ JAKOŚCI

Wiele składników wody może mieć wpływ na to odczucie zmieniając wygląd wody, jej smak lub zapach. Woda mętna zabarwiona lub posiadająca przykry zapach, smak, będzie stwarzała wrażenie, że zawiera składniki wysoce niebezpieczne dla zdrowia i będzie odstręczała od używania.

Nie można jednak polegać na subiektywnym odczuciu jako jedynym kryterium oceny jakości wody. Wiadomo bowiem, że brak ujemnych cech organoleptycznych nie daje gwarancji, że woda jest bezpieczna dla zdrowia.

Ryzyko dla zdrowia, jakie mogą stwarzać substancje chemiczne obecne w wodzie, różni się od ryzyka spowodowanego przez zanieczyszczenie bakteriologiczne. Istnieje niewielkie prawdopodobieństwo, aby jakaś pojedyncza substancja mogła wywołać ostre zatrucie, z wyjątkiem sytuacji awaryjnych, gdy następuje skażenie źródła wody dużym ładunkiem zanieczyszczeń. W takich sytuacjach w większości przypadków

następuje jednak gwałtowne pogorszenie właściwości organoleptycznych wody co czyni ją niezdatną do picia i chroni użytkowników przed ewentualnym zatruciem.

Szereg substancji chemicznych w stężeniach normalnie występujących w wodzie, może powodować ujemne skutki dla zdrowia dopiero po długotrwałym używaniu takiej wody. Szczególna uwaga musi być zwrócona na substancje toksyczne mające zdolności kumulowania się w organizmie, a także na substancje o właściwościach rakotwórczych.

Wszystkie substancje, dla których określa się wartości graniczne mogą powodować - gdy będą występowały w większych ilościach - ujemne skutki dla zdrowia. Wiele z nieorganicznych składników wody jest potrzebnych dla organizmu człowieka. Jednakże spożywane w nadmiernych ilościach stwarzają potencjalne zagrożenie dla zdrowia. Natomiast żadna z substancji organicznych, dla których określono dopuszczalne stężenia, nie posiada jakichkolwiek znanych korzystnych właściwości dla organizmu.

Do chwili obecnej w wodach zidentyfikowano ponad 2 tysiące różnego rodzaju zanieczyszczeń chemicznych z tego ok. 750 w wodzie do picia

Ponad 600 z nich są to substancje organiczne, z których wiele charakteryzuje się działaniem o charakterze farmakologicznym, liczne są uznane za rakotwórcze, a jeszcze inne mają działanie mutagenne.

**W POSZCZEGÓLNYCH PAŃSTWACH NA ŚWIECIE JAKOŚĆ WODY
PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA NORMOWANA JEST ODPOWIEDNIMI
AKTAMI PRAWNYMI**

Określa się w nich wymagania jakim powinna odpowiadać woda pod względem bakteriologicznym i fizyczno-chemicznym. Normatywy jakości wody ustalają także niektóre organizacje ochrony środowiska, niektóre grupy państw, a także Światowa Organizacja Zdrowia. W Polsce wymagania dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, określone są w ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2017.2294). Podstawą prawną do wydania ww. rozporządzenia jest art. 13 Ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków.

Zgodnie z rozporządzeniem woda nie powinna zawierać substancji szkodliwych dla zdrowia lub wskazujących na jej zanieczyszczenie.

Normatywy jakości wody ustala się w celu podania definicji:

**JAKIM WARUNKOM MUSI ODPOWIADAĆ WODA, ABY MOGŁA BYĆ BEZPIECZNIE
UŻYWANA DO SPOŻYCIA PRZEZ WSZYSTKIE GRUPY LUDNOŚCI
I PRZEZ CAŁY OKRES ICH ŻYCIA**

Cel ten w zasadzie nie może być w pełni osiągnięty, gdyż przy opracowaniu normatywów można się oprzeć tylko na wiadomościach dostępnych na danym etapie wiedzy, a ponadto w każdej populacji występuje pewna liczba osób specjalnie wrażliwych lub chorych, dla których mogą okazać się szkodliwe niektóre substancje występujące w wodzie w stężeniach uznanych za dopuszczalne.

Nie wszystkie cechy i składniki wody do picia, które się bierze pod uwagę przy ocenie sanitarnej, są normowane w Rozporządzeniu, nie wszystkie też mają bezpośrednie znaczenie dla zdrowia człowieka.

Cechy fizyczne wody naturalnej

Do cech fizycznych wody należą: temperatura, barwa, mętność, smak i zapach.

Cechy fizyczne wpływają przede wszystkim na apetyczność wody. Do niedawna były one uważane za mniej ważne, mające znaczenie głównie natury estetycznej czy psychologicznej. Ostatnio jednak zwrócono uwagę na pośrednie zdrowotne znaczenie tych parametrów.

Temperatura wody

Powinna być stała, najlepiej w granicach od 7 do 12 °C. Woda w tych warunkach posiada właściwości orzeźwiające ze względu na rozpuszczone w niej gazy, głównie CO₂. Warunkom tym odpowiada większość wód podziemnych, zwłaszcza wody z warstw głębokich.

Barwa

Może być wywołana obecnością barwnych związków chemicznych dostających się do wody ze ściekami przemysłowymi, bądź też przez substancje organiczne pochodzące z gleby.

Rozróżniamy **barwę pozorną** - spowodowaną zawiesiną i **barwę rzeczywistą** w wodzie zupełnie klarownej, spowodowaną przez substancje rozpuszczone.

Do niedawna uważano, że bezpośrednie znaczenie higieniczne ma tylko barwa pochodząca z zanieczyszczenia ściekami przemysłowymi. Przed kilkunastu laty jednak stwierdzono, że wywołujące barwę substancje humusowe, pod wpływem chlorowania mogą ulec przemianie w halogenki organiczne pochodne chlorowcowe. W wodach wodociągowych dezynfekowanych chlorem stwierdzono obecność **trójhalogenów metanu**. Do związków tych należą: **THM - trójchlorometan (chloroform), bromodwuchlorometan, dwubromochlorometan, trójbromometan (bromoform)**. Mogą również występować jodowe pochodne metanu. Pochodne bromowe i jodowe powstają w wyniku reakcji substancji organicznych z bromem i jodem, które tworzą się przez utlenienie chlorem bromków i jodków występujących w wodzie.

W 1976 r. Instytut Badania Raka w St. Zjednoczonych ogłosił wynik badania wykazujące, że **chloroform** ma właściwości rakotwórcze - powodował powstawanie guzów u myszy i szczurów doświadczalnych. Spowodowało to szeroki rozwój badań mechanizmów reakcji powstawania trójhalogenów metanu w wodzie. Tak więc mogą one mieć wyraźnie niekorzystne działanie na zdrowie człowieka.

Mętność

Wywołują ją różne substancje znajdujące się w wodzie w stanie nierozpuszczalnym jako zawiesiny drobne cząsteczki roślin, mikroorganizmy wodne, glina, il, drobny piasek, wytrącone związki żelaza, manganu itp. Mętność jest cechą wpływającą przede wszystkim na wygląd i apetyczność Wody. Ostatnio zwraca się jednak uwagę także na to, że zwiększona mętność może w znacznym stopniu zakłócać procesy dezynfekcji wody. Zawieszona makrocząsteczki mogą adsorbować na sobie organizmy patogenne, a także przeszkadzać w utrzymaniu na odpowiednim poziomie pozostałości środków dezynfekcyjnych wymaganym dla prawidłowego przebiegu procesu dezynfekcji, Z punktu widzenia higieny ważny też jest czynnik powodujący mętność (związki organiczne, czy też wytrącone związki żelaza lub manganu).

Woda do spożycia powinna być klarowna i w żadnym wypadku nie powinna posiadać mętności spowodowanej przez substancje organiczne.

Smak i zapach

Zależy od temperatury wody, jej ilości i rodzaju rozpuszczonych domieszek. Duże ilości związków żelaza i manganu nadają wodzie charakterystyczny posmak atramentowy. W ustawodawstwie polskim smak i zapach wody do picia ma być akceptowany przez konsumentów.

Skład chemiczny wód naturalnych

Substancje chemiczne obecne w wodach naturalnych można podzielić na dwie wielkie grupy:

1. Substancje nieorganiczne (mineralne),
2. Substancje organiczne.

Natomiast z punktu widzenia ich znaczenia dla zdrowia ludzkiego związki te można podzielić na:

- związki bezpośrednio dla zdrowia szkodliwe - trujące (metale ciężkie oraz wszelkie trucizny), które mogą dostawać się do wody z pokładów geologicznych z gleby lub z zanieczyszczenia.
- związki, które bezpośrednio dla zdrowia nie są szkodliwe, ale ich obecność w wodzie może być uciążliwa i może stanowić podstawę do dyskwalifikacji wody, jak np. żelazo, mangan, cynk, miedź. Do tej grupy można również zaliczyć tzw. chemiczne wskaźniki zanieczyszczenia wody, takie jak związki azotowe, chlorki, czy utlenialność. Chemiczne wskaźniki zanieczyszczenia wody mogą wskazywać na zanieczyszczenie substancjami organicznymi, a także pozwalają na określenie czy zanieczyszczenia te są pochodzenia roślinnego czy zwierzęcego. Niektóre składniki chemiczne wody mogą też mieć znaczenie techniczne i ekonomiczne np. twardość czy sucha pozostałość.
- związki pożądane lub niepożądane w pewnych granicach (np. związki jodu i fluoru).

Gazy w wodach naturalnych

Spośród gazów, które mogą występować w wodach naturalnych, największe znaczenie mają tlen i dwutlenek węgla.

Tlen

Może pochodzić z powietrza oraz z fotosyntezy roślin wodnych i może znajdować się we wszystkich wodach, które stykają się z powietrzem, a więc przede wszystkim w wodach powierzchniowych. Wody gruntowe, szczególnie głębokie, zawierają nieznaczne ilości tlenu lub nie zawierają go w ogóle.

W wodach powierzchniowych, które zawierają związki organiczne, część tlenu rozpuszczonego jest zużywana na procesy biochemiczne i wobec tego stopień nasycenia tlenem może być mniejszy niż 100%. Im większe jest zanieczyszczenie wody, tym deficyt tlenowy może być większy, w skrajnych wypadkach doprowadzając nawet do warunków anaerobowych. Giną wtedy organizmy potrzebujące do życia tlenu, wydzielają się substancje szkodliwe, przeważnie o bardzo przykrym zapachu jak np. siarkowodór, merkaptany, aminy aromatyczne itp. Taka woda nie może być brana pod uwagę jako źródło zaopatrzenia ludności.

Wody powierzchniowe nie zanieczyszczone zawierają tlen odpowiadający 100% nasycenia. Przy spadku tlenu poniżej 30% nasycenia następuje wyraźne zaburzenie w życiu ryb. Tak więc ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie powierzchniowej jest ważnym wskaźnikiem czystości danej wody. Wody powierzchniowe zaliczane do I klasy czystości, a więc takie, które mogą być brane pod uwagę jako źródło zaopatrzenia ludności w wodę do picia, nie mogą zawierać mniej niż 6 mgO₂/l.

W wodach podziemnych tlen posiada zupełnie odrębne znaczenie dla oceny sanitarno-higienicznej. W wodach głębokich wykrycie większej ilości tlenu, może nasuwać podejrzenie, że istnieje do studni dopływ obcych wód z powierzchni lub wód płytkich.

Dwutlenek węgla

CO₂ w wodzie naturalnej nie jest bezpośrednio szkodliwy dla człowieka. Natomiast może mieć duże znaczenie gospodarcze. W pewnych warunkach ma on zdolność rozpuszczania metali, betonu i innych materiałów. Ma on pośrednie znaczenie zdrowotne, gdyż korodując rury i inne urządzenia wodociągowe, może spowodować przedostawanie się do wody zwiększonych ilości metali szkodliwych dla zdrowia.

Substancje nieorganiczne

Twardość

Higieniczne znaczenie twardości wody jest na ogół traktowane jako drugorzędne. Jedynie w przypadkach gdy ilość soli magnezowych jest bardzo duża (np. chlorku lub siarczanu magnezowego) może to wpływać na smak wody lub wywoływać przejściowe biegunki. **Od pewnego czasu jednak coraz więcej jest głosów zwracających uwagę na związek występowania miażdżycy z twardością wody.**

W krajach gdzie woda jest twarda, a więc zawiera wiele soli mineralnych, śmiertelność na skutek schorzeń spowodowanych miażdżycą jest wyraźnie niższa. Zaś w krajach jak np. Finlandia, o wodzie szczególnie miękkiej, śmiertelność na skutek

miażdżycy jest najwyższa. Jest wiele dowodów na to, że jony wapnia i magnezu warunkujące twardość wody, działają antagonistycznie w stosunku do odkładania ciał tłuszczowatych w ścianach naczyń krwionośnych i kwasu moczowego w tkankach. Stwierdzono również, że wapń i magnez hamują przechodzenie z jelita cienkiego do układu naczyniowego, jonów metali ciężkich dostarczonych do organizmu z wodą i pożywieniem.

Żelazo

Związki żelaza w wodach powierzchniowych występują na ogół w niewielkich stężeniach, rzadko przekraczających kilka mg/l.

Znaczenie żelaza dla organizmu ludzkiego jest bardzo duże, gdyż żelazo wchodzi w skład hemoglobiny, mioglobiny oraz układów enzymatycznych. Bierze również udział w procesach oddychania tkankowego.

Wg niektórych autorów, długotrwałe używanie wody zawierającej ponad 0,6 mgFe/l wywołuje u ludzi zmiany kostno-stawowe i zaburzenia wzrostu. Nadmiar żelaza w wodzie do picia jest wydalany z organizmu z kałem w postaci fosforanów.

Posmak metaliczno-stęchło-mulisty zaczyna się pojawiać powyżej 0,3 mgFe/l. Już stężenie 0,05-0,1 mgFe/l powoduje powstanie mętności, co dyskwalifikuje ją jako niezdatną do dezynfekcji.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia określa, że zawartość żelaza w wodzie nie powinna być wyższa niż 0,2 mg/l.

Mangan

Mangan jest pierwiastkiem niezbędnym do życia. W organizmie ludzkim występuje w ilościach śladowych, ale jest aktywatorem wielu enzymów. Spełnia on ważną rolę w procesach utleniania, wpływa na czynność gruczołów płciowych. Obok żelaza i miedzi jest czynnikiem warunkującym prawidłowy proces tworzenia krwi.

Większe ilości manganu działają trująco, podrażniają ośrodkowy układ nerwowy oraz powodują marskość wątroby. Szybkość występowania objawów zatrucia zależy od indywidualnej wrażliwości organizmu na związki manganu. Nie stwierdzono jednak dotychczas by ilości manganu występujące w wodach wywierały ujemny wpływ na zdrowie ludzi. Natomiast obecność jego w wodzie może wpływać pośrednio na powstanie niekorzystnych zmian cech wody.

W wodach o nawet małej zawartości manganu mogą rozwinąć się bakterie manganowe, nadające wodzie nieprzyjemny, stęchły smak i zapach. W sieci tworzy się błona z tych bakterii, które zużywają chlor pozostały, a same przy tym poziomie chloru

nie giną, co bardzo utrudnia dostarczenie konsumentom wody bezpiecznej pod względem bakteriologicznym.

Z tych względów przyjęto, że woda do picia nie może zawierać manganu więcej niż 0,05 mgMn/l.

Amoniak

W wodach naturalnych amoniak może pochodzić ze spływów z pól nawożonych solami amonowymi, z procesów redukcji azotynów i azotanów, z rozkładu biochemicznego związków białkowych i innych związków organicznych, wreszcie ze ścieków miejskich i przemysłowych. Tak więc nie ilość amoniaku w wodzie świadczy o jej jakości, lecz jego pochodzenie.

W wodach użytkowych obecność amoniaku jest niepożądana, Podczas chlorowania amoniak sprawia znaczne trudności, gdyż powstają chloraminy, które posiadają słabsze właściwości bakteriobójcze, a jednocześnie nadają, wodzie bardzo nieprzyjemny smak i zapach. Ponadto amoniak zwiększa korozyjność wody .

Chloramina trzeciorzędowa ma właściwości mutagenne i zapach zgniłych ryb, czasami pojawiający się zimą w wodzie wodociągowej

Azotyny

Azotyny powinny być rozpatrywane łącznie z azotanami, ponieważ w przyrodzie występują przemiany jednych w drugie. Ujemne działanie na zdrowie azotanów jest wynikiem ich szybkiej redukcji w organizmie do azotynów. Azotyny powstają przez niekompletne utlenienie amoniaku lub azotu organicznego, albo też przez redukcję azotanów.

Są one produktem nietrwałym łatwo przekształcającym się w azotany np. w trakcie chlorowania wody. Azotyny tworzą z substancjami nitrozowymi N-nitro związki odpowiedzialne za procesy nowotworowe w organizmie.

Rozporządzenie MZ normuje zawartości azotynów w wodzie do 0,5 mg/l.

Azotany

Azotany są szeroko rozpowszechnione w przyrodzie. Są one produktem utleniania azotu organicznego przez bakterie obecne w glebie i wodzie w obecności tlenu. Mogą być pochodzenia mineralnego z gleby nawożonej nawozami azotowymi, z naturalnych pokładów soli ze ścieków przemysłowych.

Zwiększone ilości azotanów 10 mg/l N są szkodliwe dla niemowląt, gdyż mogą powodować methemoglobinemię (sinicę). W skrajnych przypadkach następuje silne rozszerzenie obwodowych naczyń tętniczych, co może prowadzić nawet do zapaści.

Zwiększenie ilości azotanów w wodzie do spożycia może również powodować niedobór witaminy A i zahamowanie wzrostu.

Bezpośrednią przyczyną wystąpienia objawów zatrucia jest redukcja azotanów do azotynów. Bierze w tym udział enzym nitrataza wytwarzany przez E. coli, bakterie z grupy coli i niektóre inne wchodzące w skład normalnej mikroflory redukującej azotany, to też ulegają one szybkiej przemianie i niemowlęta szybciej i łatwiej ulegają zatruciu.

Ponadto azotany mogą ulegać w pewnych warunkach przemianie w nitrozoaminy, które mają działanie rakotwórcze.

Zawartość azotanów w wodzie nie może przekraczać 50 mg/l.

Chlorki

Chlorki są szeroko rozpowszechnione w przyrodzie głównie w postaci soli sodowej (NaCl), potasowej (KCl) i wapniowej (CaCl₂). Najwięcej chlorków w całym środowisku występuje w oceanach. Chlorki występujące w wodach naturalnych pochodzą z pokładów geologicznych, spływają z dróg posypywanych solą dla rozpuszczenia lodu i śniegu, dostają się do wód ze ściekami przemysłowymi i bytowymi, ze zrzutu wód kopalnianych do rzek, a także wskutek infiltracji wód morskich.

Rozporządzenie MZ normuje zawartości 250 mg/l chlorków.

Siarczany

Siarczan magnezu w stężeniach powyżej 1000 mg/l działa przeczyszczająco dla większości zdrowych ludzi, lecz stężenia niższe, są prawdopodobnie fizjologicznie nieszkodliwe. Wrażliwi ludzie mogą reagować na 400 mg/l, lecz organizm szybko adaptuje się do wyższych stężeń siarczanów w wodzie do picia.

Próg smaku wynosi: dla siarczanu sodu 200 -500 mg/l, dla siarczanu wapnia 250 - 500 mg/l, dla siarczanu magnezu 400 - 600 mg/l.

Rozporządzenie MZ normuje zawartości siarczanów w wodzie do 250 mg/l.

Cyjanki

Ogólnie biorąc stężenia cyjanków w surowej wodzie są niskie, poniżej 0,1 mg/l z wyjątkiem awaryjnego zanieczyszczenia przez ścieki przemysłowe. Chlorowanie do pozostałego chloru wolnego przy pH obojętnym lub alkalicznym, redukuje w znacznym stopniu zawartość cyjanków.

W wodzie do picia cyjanki występują rzadko i w stężeniach znacznie poniżej dopuszczalnych.

Większość żywności zawiera ślady cyjanków, a niektóre produkty roślinne zawierają ich znaczne ilości (np. migdały). Cyjanki ulegają rozkładowi podczas ogrzewania tak, że w gotowanych potrawach jest ich mało.

Cyjanki są silną trucizną i dawka 50-60 mg jest dla człowieka śmiertelna. Dzielne spożycie ca 2,9 - 4,7 mg cyjanków jest uważane za nieszkodliwe dla człowieka, gdyż procesy detoksykacyjne w organizmie rozkładają te ilości w stosunkowo nietoksyczne tiocyjaniany. Zakładając, że człowiek wypija dziennie 2 litry wody, można przyjąć że stężenie 2,35 mg/l jest dopuszczalne. Uwzględniając jednak współczynnik "bezpieczeństwa" ustalono dopuszczalne stężenie cyjanków w wodzie na 0,05 mg/l.

WAŻNĄ ROLĘ PRZY OCENIE JAKOŚCI WODY ODGRYWAJĄ TAKŻE MIKROELEMENTY

Są to pierwiastki, które w badanym środowisku występują w nieznaczących śladowych ilościach, a przy tym wykazują olbrzymią aktywność, nieproporcjonalną do stężeń. Pierwiastkom śladowym przypisuje się rolę biokatalizatorów, lub też uważa się, że biorą one bezpośredni udział w procesach fizjologicznych. Wiele z nich zwłaszcza jony metali, stanowią zasadniczy składnik niektórych podstawowych enzymów lub białek o ważnym znaczeniu dla czynności organizmu.

Wiadomo, że poszczególne elementy nie mogą się w organizmie wzajemnie zastępować i że są pewne optymalne granice dla danego mikroelementu w ustroju. Poniżej lub powyżej tych granic zawartości, dany mikroelement lub jego brak są dla ustroju szkodliwe.

Do najlepiej poznanych mikroelementów w wodzie oprócz omówionych w grupie metali ciężkich należą jod i fluor.

Jod

Jod może się przedostawać do wody z gleby, z opadów atmosferyczny, z pokładów soli, a także z zanieczyszczeń ściekami. Jod jest mikroelementem koniecznym dla prawidłowego funkcjonowania gruczołu tarczycowego.

Dzienne zapotrzebowanie człowieka na jod wynosi 0,05 -0,1 mg.

Na terenach gdzie wody nie zawierają jodu, lub tylko jego niewielkie ilości, produkty spożywcze pochodzące z tych terenów również go nie zawierają. Organizm ludzki nieotrzymujący koniecznej, dziennej dawki jodu reaguje powstawaniem wola.

W wodach naturalnych ilości jodu są zazwyczaj niewielkie. Wodę o stężeniu jodu powyżej 10 µg/l uważa się za bogatą w jod. Jod w wodzie nie jest normowany.

Fluorki

Fluor jest pierwiastkiem bardzo rozpowszechnionym w przyrodzie. Występuje on w wielu minerałach i skałach. Fluorki są używane w wielu gałęziach przemysłu. Również niektóre produkty farmaceutyczne zawierają fluorki. Tak więc w środowisku człowieka występują prawie wszędzie ślady fluorków.

Śladowe lub nawet wysokie stężenia fluorków występują w wodach podziemnych. Na terenach gdzie występują minerały zawierające fluor, np. fluoroapatyty, woda może zawierać ok. 10 a nawet więcej mgF/l. Najwyższe stwierdzone naturalne stężenie fluorków w wodzie wynosi 2800 mg/l.

Większość wód zawiera mniej niż 1 mg F/l. Wody powierzchniowe mogą być zanieczyszczone fluorkami pochodzącymi ze ścieków przemysłowych.

Fluor jest niezbędnym pierwiastkiem dla wielu gatunków zwierząt. Istnieją liczne dowody na to, że fluorki obecne w wodzie do picia hamują próchnicę zębów u dzieci i dorosłych. Gdy stężenie fluorków wzrośnie do 1,5-2,0 mg/l może wystąpić ewentualnie cętkowanie szkliwa zębów. Fluorzyca kostna pojawia się przy stężeniu fluorków w wodzie rzędu 3-6 mg/l, a długotrwałe używanie wody o stężeniu ponad 10 mg fluoru prowadzi do kalectwa. Przyjęto, że przy fluorkowaniu wody stężenie 1 mg/l jest optymalne.

W dużych dawkach fluorki są bardzo toksyczne dla człowieka powodują barwiące niezłyty żołądkowo-jelitowe, ostre zapalenie nerek i w różnym stopniu uszkodzenie wątroby i mięśnia sercowego. Dawka śmiertelna wynosi ok. 5 g fluorku sodu tj. ok. 2g jonu fluorkowego. Chroniczne narażenie człowieka na wysokie stężenia fluorków prowadzi początkowo do cętkowanego szkliwa zębów i fluorzyca kończącej się czasem

ciężkimi zmianami kostnymi. Może również wystąpić uszkodzenie nerek, i rzadziej zmiany w tarczycy.

Zaleca się, aby stężenie fluorków w wodzie nie przekraczało 1,5 mg/l

Glin

Występowanie w wodzie glinu może dostawać się do wody ze ściekami przemysłowymi, wskutek erozji i wylugowania z minerałów i gleby, zanieczyszczenia pyłami atmosferycznymi.

W procesach uzdatniania wody, szeroko stosowane są sole glinu, jako koagulanty. Poziom glinu w wodzie do picia zależy więc od użycia tych soli w procesie uzdatniania. Większość glinu użytego jako koagulant jest usuwana w postaci nierozpuszczalnych soli w osadnikach lub podczas filtracji. Część jednak pozostaje w wodzie w stężeniach od poniżej 0,01 do 2 mg/l. Stężenia powyżej 0,3 mg/l wskazują na nieprawidłowy przebieg procesów koagulacji, sedymentacji lub filtracji. Stwierdzono, że w stężeniach powyżej 0,1 mg/l, glin może powodować zmiany barwy wody.

W ostatnich latach stwierdzono, że w mózgu osób chorych na epilepsję oraz demencję, w tym chorobę Alzheimera znajduje się znaczna ilość glinu, w porównaniu z osobami zdrowymi. Nie można jednak jednoznacznie stwierdzić czy stanowi on przyczynę choroby, czy też jest jej wynikiem. Prowadzone badania w Anglii wykazały prawdopodobieństwo wystąpienia choroby przy stężeniu powyżej 10 µg/l. Glin, który się dostał do organizmu przez przewód pokarmowy nie ulega kumulacji w tkankach, z wyjątkiem kości. Natomiast związki glinu wchłonięte przez układ oddechowy w postaci pyłu, kumulują się w płucach i węzłach chłonnych.

Rozporządzenie MZ normuje zawartości glinu w wodzie do 0,2 mg/l.

Miedź

Miedź w wodach naturalnych występuje rzadko. Może dostać się do wód powierzchniowych ze ściekami przemysłowymi. Miedź może również przechodzić do wody z rur i innych urządzeń miedzianych. Miedź jest mikroelementem niezbędnym dla rozwoju żywego organizmu. Spełnia ona ważną rolę w syntezie hemoglobiny, stanowi część składową niektórych enzymów. Jest nieodzowna dla właściwego wykorzystania żelaza, a tym samym dla prawidłowego wzrostu i rozwoju organizmu. Dzielne zapotrzebowanie człowieka dorosłego na miedź wynosi 2-3 mg. Pokrywane jest ono w głównej mierze przez żywność. Zwiększone ilości miedzi mogą jednak wpływać niekorzystnie na organizm. Wskutek katalitycznego wpływu na utlenianie tłuszczów, miedzi przypisuje się rolę czynnika wywołującego miażdżycę.

Woda do picia nie powinna zawierać miedzi lub tylko w niewielkich ilościach. Wg niektórych autorów granica wyczuwalnego smaku w wodzie wynosi ok. 3 mg Cu/l, podczas gdy inni badacze twierdzą, że już w stężeniach powyżej 0,5 mg/l miedź może nadawać wodzie cierpki posmak, powodować trwałe zabarwienie urządzeń sanitarnych, oraz ciemnienie po gotowaniu artykułów spożywczych (niektóre jarzyny i grzyby).

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia zawartość miedzi w wodzie do picia nie może przekraczać 2 mgCu/l.

Kadm

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 środowiska człowieka - 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 lutownicze, 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. Szczególnie dużą kumulację stwierdzono w wątrobie i nerkach, co powoduje uszkodzenie tych narządów.

Ponadto kadm powoduje zmiany w funkcjonowaniu szpiku kostnego, deformacje kości, zaburzenia neurologiczne, nadciśnienie i wiele innych objawów zatrucia.

Rozporządzenie Ministra określa jako najwyższe dopuszczalne stężenie kadmu w wodzie do picia 0,005 mg Cd/l.

Ołów

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 polichlorku winylu jeśli do jego stabilizacji był używany ołów.

Ołów jest pierwiastkiem toksycznym posiadającym własności kumulowania się w organizmie ludzkim głównie w kościach. wg niektórych badaczy maksymalne spożycie ołowiu, nie ulegające kumulacji w organizmie, wynosi 0,5 mg na dobę. Narażenie organizmu na większe dobowe dawki ołowiu doprowadza do ciężkich zatruc, zwanych ołowicą kończących się czasem śmiercią.

Woda do picia bywała również przyczyną bardzo licznych przypadków poważnych zatruc tym. metalem, wymagających nawet klinicznego leczenia.

Zawartość ołowiu w wodzie do spożycia nie powinna przekraczać 0,010 mg Pb/l.

Rtęć

Rtęć jest naturalnym składnikiem niektórych skał, a więc tym samym gleby, może także występować w wodzie i powietrzu. Nie należy jednak do pierwiastków niezbędnych do życia

Do wód naturalnych rtęć dostaje się jednak głównie ze ściekami przemysłowymi z zakładów farmaceutycznych, produkcji pestycydów, mas plastycznych, przemysłu petrochemicznego, celulozowego, a także może spływać z pól, na których używano środków ochrony roślin typu rtęciowego.

Rtęć jest wysoce toksyczna dla ludzi zwłaszcza w postaci związków metylortęciowych. Posiada zdolność kumulowania się w organizmie ludzkim. Najwyższe dopuszczalne stężenie rtęci w wodzie wynosi 0,001 mg .

Selen

Selen jest pierwiastkiem dość rozpowszechnionym na kuli ziemskiej Jego zawartość w glebie i roślinach waha się w szerokich granicach w zależności od pokładów geologicznych. Obecność selenu w wodzie zależy od tego w; jakiej postaci występuje, gdyż różna jest rozpuszczalność różnych związków selenu.

W większości wód powierzchniowych selen występuje w stężeniach poniżej 0,01 mg/l. Maksymalnie wykryto 0,4 mg/l. poziom selenu w wodzie wodociągowej

tylko wyjątkowo przekracza 0,01 mg/l.

Selen jest niezbędnym składnikiem odżywczym dla wielu gatunków zwierząt. Przy braku selenu w pożywieniu stwierdza się martwicę wątroby i nerek, dystrofię mięśni, niepłodność itp. Wyższe stężenia selenu są toksyczne.

Niektóre badania wykazują, że na obszarach o wyższym stężeniu selenu w środowisku obserwuje się mniej przypadków nowotworów. Najwyższe dopuszczalne stężenie rtęci w wodzie wynosi 0,01 mg .

Chrom

Z powodu słabej rozpuszczalności związków chromu zawartych w glebie lub w skałach, chrom w wodach podziemnych występuje rzadko. Natomiast wody powierzchniowe mogą być czasem w znacznym stopniu zanieczyszczone chromem pochodzącym ze ścieków przemysłowych (garbarnie, galwanizernie, przemysł chemiczny itp.). W wodach wodociągowych chrom występuje rzadko. Jego obecność może być tłumaczona niedostatecznym oczyszczeniem wody powierzchniowej zanieczyszczonej ściekami przemysłowymi, 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 własności chromu sześciowartościowego znowelizowanym Rozporządzeniu ustalono, że dopuszczalna jego zawartość w wodzie nie może przekraczać 0,050 mg Cr/l.

Arsen

Arsen występujący w wodach naturalnych pochodzi głównie z zanieczyszczeń przemysłowych, chociaż może pochodzić także z pokładów geologicznych.

Toksyczność arsenu zależy od tego w jakim połączeniu chemicznym on występuje, od drogi dostania się do organizmu, obecność w diecie innych pierwiastków, które mogą potęgować lub osłabić działanie arsenu, a także od wieku i płci osób narażonych na jego działanie. Arsen w związkach nieorganicznych jest bardziej toksyczny a niżeli organicznych, przy czym w postaci trójwartościowej jest bardziej niebezpieczny niż pięciowartościowy.

Ostre zatrucia arsenem uszkadzają centralny system nerwowy, a także układ pokarmowy oddechowy i skórę.

Dawka 70-180 mg wywołuje śmierć. Chroniczne zatrucie objawia się ogólnym osłabieniem mięśniowym, utratą apetytu, nudnościami, zapaleniem błon śluzowych oczu, nosa, gardła, zmianami chorobowymi skóry, a także mogą powstawać guzy złośliwe różnych narządów. Zatrucie może wystąpić przy dawce rzędu 3-6 mg dziennie przyjmowanej przez dłuższy okres czasu.

Nie obserwuje się widocznego ujemnego wpływu na zdrowie przy stężeniu arsenu w wodzie 0,05 mg/l, chociaż u ludzi pijących taką wodę wykrywa się arsen we włosach. Dopuszczalne stężenie 0,010 mg/l.

Substancje organiczne

W grupie tej umieszczone zostały wszystkie substancje organiczne o charakterze rakotwórczym przenikające z materiałów kontaktujących się z wodą lub stanowiące jej zanieczyszczenia

Do występujących w wodzie substancji organicznych należą m. innymi:

- akrylamid,
- epichlorohydryna,
- benzen,
- chlorek winylu,
- 1,2-Dichloroetan
- trichloroetan,
- ksylen,
- styren,

Dostają się do wody głównie ze ściekami przemysłowymi i zanieczyszczeniami atmosferycznymi.

Ekspozycja ludzi na wysokie stężenia wpływa głównie na centralny układ nerwowy. W niższych stężeniach są toksyczne dla układu krwiotwórczego, nerek, wątroby.

Liczne dane z badań na zwierzętach wykazują kancerogenność tych związków.

Uboczne produkty dezynfekcji

Większość z umieszczonej w tej grupie substancji stanowi produkty chlorowania wody i należą do związków potencjalnie rakotwórczych dla ludzi, oraz produktu uboczne ozonowania lub ClO_2 również o właściwościach mutagennych i rakotwórczych.

Ponieważ w kraju zmaganie się z problemem dezynfekcji jest dalekie od ideału, bardzo ważna jest konieczność kontroli efektów starych jak i nowych technologii jest niezmiernie ważna. Zwłaszcza, że nadmiar pozostałych dezynfekantów jak i produkty powstające w wyniku dezynfekcji mogą stanowić zagrożenie zdrowotne dla konsumentów.

Do występujących w wodzie produktów ubocznych dezynfekcji o ustalonych parametrach należą m.in.:

- bromiany,
- bromodichlorometany,
- chloraminy,
- chlorany,
- chloryny
- chlorofenole
- formaldehyd
- tetrachlorometan,
- trichlorometan,
- THM.

Rodzaj tych związków, stężenie i ich toksyczność zależą od składu wody, stosowanego utleniacza, jego dawki i czasu kontaktu.

W procesie powstające związki mają charakter toksyczny, mutagenny, a nawet rakotwórczy.

PICIE SKAŻONEJ WODY NIE BOLI

Skutki spożywania niezdrowej wody dzisiaj odczujemy dopiero po latach. A to z kolei, co nam dzisiaj dokucza, może być wynikiem wypijanych wód przez lata poprzednie. I właśnie dlatego, że skutki te dają o sobie znać dopiero po czasie, nikt nie wiąże ich z wodą. Pierwiastki chemiczne kumulują się przez lata w poszczególnych częściach naszego organizmu co przedstawia poniższa tabela.

Glin	Al	mózg, nerki, włosy, płuca, kości
Arsen	As	wątroba, nerki, skóra, włosy, paznokcie
Bor	B	mózg
Bar	Ba	skóra, płuca, kości, zęby
Beryl	Be	kości, zęby, wątroba
Bizmut	Bi	nerki, płuca
Kadm	Cd	kora nerkowa, wątroba, kości
Kobalt	Co	wątroba, nerki
Chrom	Cr	nerki, rdzeń pacierzowy, kości, mięśnie
Miedź	Cu	wątroba, nerki, serce, mózg, jądra
Fluor	F	kości, zęby
Żelazo	Fe	czerwone ciałka krwi, wątroba, śledziona, szpik kostny
Rtęć	Hg	nerki, gruczoł tarczowy, przysadka mózgowa
Iryd	Ir	gruczoł tarczowy, ślinianki, mięśnie gałki ocznej
Mangan	Mn	trzustka, wątroba, nerki
Molibden	Mo	wątroba, nerki, zęby, kości
Nikiel	Ni	gruczoły limfatyczne, nerki, kości
Ołów	Pb	kości, aorta, nerki, wątroba, mózg
Rubid	Rb	wątroba, mięśnie
Selen	Se	nerki, wątroba, mięśnie
Krzem	Si	płuca, skóra
Antymon	Sb	nerki, włosy
Cyna	Sn	jądra
Stront	Sr	kości, aorta, jądra, gruczoł krokowy
Tytan	Ti	płuca, skóra
Uran	U	gruczoł tarczowy, nadnercza, kości
Wanad	V	płuca, kości, tkanka tłuszczowa, serce
Wolfram	W	nerki, wątroba, gruczoły limfatyczne
Cynk	Zn	nerki, wątroba, gruczoł krokowy, włosy, paznokcie

Najczęściej spotykane uszkodzenia subkliniczne związane z zanieczyszczeniami wody spożywczej to:

- Zakłócenia (zazwyczaj hamowanie) aktywności enzymów.
- Zmiana intensywności przemian energetycznych w tkankach, obniżenie tempa przemian tlenowych w mięśniach szkieletowych.
- Zmiana potencjału odpornościowego.
- Interakcja z procesami wchłaniania w przewodzie pokarmowym, hamowanie wchłaniania niektórych produktów spożywczych.
- Zmiana jakości odżywczej substancji pokarmowej.
- Opóźnienie procesu rozwoju psychicznego.

W poniższej tabeli przedstawione są rodzaje uszkodzeń klinicznych, których związek z zanieczyszczeniem wody udowodniono:

Miejsce uszkodzenia	Uszkodzenia kliniczne
SKÓRA	- nadmierne rogowacenie, - kontaktowe zapalenie skóry, - nadwrażliwość chemiczna, - nowotwory skóry.
ŚLUZÓWKI (SPOJÓWKI OCZU)	- podrażnienie, - stan zapalny, - ropnie
PRZEWÓD POKARMOWY	- zaparcia, biegunki, - nieżyt błony śluzowej (żołądka, jelita cienkiego, jelita grubego), - owrzodzenia, - rak odbytnicy.
NARZĄDY WEWNĘTRZNE	- marskość wątroby, - guzy wątroby, - kamica woreczka żółciowego, - kamica nerkowa, - nerczyca, - nowotwory złośliwe umiejscowione w różnych okolicach.
SERCE	- uszkodzenia mięśnia sercowego, - nadciśnienie tętnicze
INNE	- niedoczynność tarczycy, - guzy tarczycy, - zakłócenia funkcji kory nadnerczy

Do toksykologicznych efektów chloru występującego w wodzie wodociągowej należy:

- Rak odbytnicy.
- Rak pęcherza moczowego.
- Inne nowotwory (piersi, dwunastnicy, żołądka).
- Marskość wątroby.
- Guzy wątroby.
- Obniżenie dostępności jodu.
- Zapalenie kontaktowe skóry.

Literatura

1. Dojlido Jan i in. – Fizyko-chemiczne badanie wody i ścieków.
2. Jethon Zbigniew – Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa.
3. Roman Marek – Standardy jakości i ochrony środowiskowych wód powierzchniowych w przepisach Unii Europejskiej i w przepisach polskich.
4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2017.2294)
5. Wichrowska Bogna – Wymagania zdrowotne dla wody do picia pod względem chemicznym. PZH Warszawa.
6. Wytyczne WHO dotyczące jakości wody do picia.