

Lesław Zięba

Uwarunkowania jakości wody do picia

Niniejszy artykuł stanowi nawiązanie do dyskusji na temat norm jakości wody do picia, prowadzonej od ubiegłego roku na łamach czasopisma „Ochrona Środowiska”. Zawiera on najnowsze informacje o standardach światowych i europejskich dotyczących omawianej kwestii. Omówiono w nim szczegółowo szereg zagadnień dotyczących problemów nie podnoszonych dotychczas w ramach toczącej się dyskusji, jak również ustosunkowano się do niektórych zagadnień eksploatacyjnych, wynikających z zamierzonej zmiany polskich wymagań dotyczących jakości wody do picia.

Wpływ wody na zdrowie człowieka na tle innych zagrożeń środowiskowych

Głównym składnikiem przemian metabolicznych w organizmie człowieka jest woda, która – jako najlepszy ze znanych rozpuszczalników – bierze udział w większości reakcji biochemicznych będących podstawą tych przemian. Substancje zawarte w wodzie występują z reguły w formie zdysocjowanej, która – z fizjologicznego punktu widzenia – sprzyja ich przyswajaniu. Dotyczy to niestety także substancji szkodliwych dla zdrowia. Podstawowym źródłem wymiany wody w organizmie jest woda do picia, którą zazwyczaj stanowi woda wodociągowa, pochodząca ze zorganizowanych systemów zaopatrzenia. Oznacza to, że głównie ta woda – ze względu na jej powszechność – nie może zawierać nadmiernej ilości substancji potencjalnie szkodliwych dla zdrowia, ale oznacza to również, że powinny w niej występować składniki niezbędne do prawidłowego przebiegu przemian metabolicznych. Można sądzić, że i ten problem stanie się ważny w przyszłości.

Wodę pitną, będącą środkiem spożywczym o największym wagowo udziale w ogólnym spożyciu, otrzymujemy przez wiele lat, a nieraz przez całe życie, z jednego źródła. Występujące w niej w nadmiernych ilościach zanieczyszczenia potencjalnie szkodliwe dla zdrowia, a w szczególności te, które kumulują się w organizmie, mogą z czasem prowadzić do zmian patologicznych. Nie można też wykluczyć występowania interakcji zanieczyszczeń zawartych w wodzie, żywności czy powietrzu i ich synergicznego oddziaływania na organizm człowieka.

Pomimo tak istotnej roli, jaką odgrywa woda do picia, jej jakość i wpływ na stan zdrowia człowieka traktowany jest często przesadnie na tle innych potencjalnych zagrożeń, pochodzących ze środowiska, głównie w odniesieniu do żywności. We Wrocławiu podnoszona jest np. często kwestia zawartości w wodzie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, a wśród nich benzo(a)pirenu, posądzanego o potencjalne zagrożenie nowotworowe i mutagenne. Tymczasem jego zawartość w wielu produktach żywnościowych, w porównaniu z wodą pitną, jest bardzo wysoka. Stwierdzone stężenia b(a)p w 100 gramach różnych produktów wynoszą np. dla przetworów mięsnych i rybnych (wędzonych, suszonych czy smażonych) – około 400 ng, dla kawy palonej metodą tradycyjną – 1.600 ng, dla jabłek z terenów uprzemysłow-

wionych – 1.000+3.000 ng, dla sałaty w analogicznych warunkach – 1.500 ng itp. [11]. Spożywając te produkty przyjmujemy jednorazowo bardzo wysoki ładunek WWA. Analogiczny ładunek WWA, pochodzący z wody do picia we Wrocławiu, odpowiada dopiero jej wielomiesięcznemu spożyciu.

Paracelsus, twórca podwalin toksykologii, zauważył, że nie ma substancji toksycznych, są tylko ich toksyczne stężenia. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) właśnie żywności przypisuje największy udział w tolerowanej dawce dziennej substancji szkodliwych dla zdrowia. Żywność, poza zanieczyszczeniami pochodzącymi bezpośrednio ze środowiska, zawiera bardzo często chemiczne dodatki uszlachetniające, zabezpieczające, konserwujące, zwiększające jej wartość odżywczą itp. [1]. Ich liczba wynosi dziś około 5,5 tys. [30]. Trudno sądzić, że nie mają one znaczącego wpływu na nasz stan zdrowotny. Podobna sytuacja występuje w odniesieniu do pestycydów. Zawartość tych substancji w żywności może być nieporównanie wyższa niż w wodzie do picia. Azotyny i azotany, które dodaje się do mięsa jako substancje konserwujące, często w znacznych ilościach, są prokancerogenami. Występują one również w warzywach, w stężeniach znacznie wyższych od stężeń stwierdzanych w wodzie do picia. Przy wyborze żywności preferuje się często inne wartości niż zdrowie. Rozstrzygają tu głównie przyzwyczajenia, odczucia smakowe, zapachowe czy estetyczne. Występuje więc sytuacja, w której nieodpowiedni stan zdrowotny żywności jest społecznie łatwiej akceptowany niż podobny stan odnoszący się do wody pitnej.

Godny podkreślenia jest fakt, że przypadki zachorowań na tle niewłaściwego stanu mikrobiologicznego żywności są stosunkowo częste, w przeciwieństwie do podobnych przypadków powodowanych przez wodę. Na uwagę zasługuje jednak i to, że te ostatnie, związane z wodą, mogą mieć charakter znacznie szerszy. Należy podkreślić, że żywność ma bardzo różnorodny charakter, pochodzi z różnych źródeł i jest często wielokrotnie przetwarzana w różnych warunkach, co utrudnia bardzo kontrolę jej jakości. Natomiast woda pochodząca z zorganizowanego systemu zaopatrzenia jest jedna. Znane jest źródło jej pochodzenia. Wszystko to znakomicie ułatwia społeczną krytykę jej jakości. Ta krytyczna ocena nie znajduje jednak często racjonalnego uzasadnienia. Pomimo pozytywnej oceny jakości zdrowotnej wody wodociągowej, dokonywanej przez służby nadzoru sanitarnego, jej jakość nie jest akceptowana społecznie i z problemem tym spotykają się często przedsiębiorstwa wodociągowe.

Przedstawione wyżej rozważania powinny być brane pod uwagę przy tworzeniu nowych wymagań dla jakości wody do picia

w Polsce. Wymagania te powinny też uwzględniać zasady systematycznego informowania konsumentów wody w omawianych kwestiach [2]. Takie informacje powinny pochodzić od uznanych autorytetów naukowych w dziedzinie toksykologii, fizjologii i chemii fizjologicznej, żywności i żywienia, ochrony powietrza atmosferycznego oraz technologii wody, gdyż podobne informacje, pochodzące od dostawcy wody lub służb sanitarnych, nie znajdują już dzisiaj dostatecznej akceptacji społecznej.

Kryteria oceny jakości wody do picia

Podstawowym dokumentem służącym do tworzenia przepisów prawnych, dotyczących jakości wody do picia, są w różnych krajach wytyczne Światowej Organizacji Zdrowia. Zostały one ostatnio znowelizowane w roku 1994 [3] przy udziale przedstawiciela Polski, a głównym ich zadaniem jest ochrona zdrowia publicznego w zakresie dotyczącym wody do picia. Zalecane w tych wytycznych wartości stężeń składników wody nie stanowią zakresów imperatywnych, gdyż dla ich określenia należy je zawsze rozpatrywać w kontekście uwarunkowań środowiskowych, społecznych, ekonomicznych, geograficznych, dietetycznych czy też kulturowych.

Zatem na normy, które przyjmuje dany kraj, mają wpływ głównie priorytety narodowe oraz czynniki ekonomiczne. Stąd też normy narodowe mogą różnić się od wartości podanych w wytycznych WHO. W zależności od potrzeb zaleca się wprowadzanie przez jednostki nadzoru sanitarnego dodatkowych wskaźników jakości wody, wynikających ze stwierdzanych lokalnie zagrożeń, jak również zmniejszanie dopuszczalnych wartości substancji szkodliwych dla zdrowia w wodzie, jeżeli zagrożenia pochodzące z innych elementów środowiska są wysokie.

Wytyczne WHO

Ustalone przez WHO stężenia wskaźników jakości wody nie powodują żadnego ryzyka zdrowotnego dla człowieka spożywającego taką wodę przez całe życie (ok. 70 lat). Jakkolwiek wartości zalecane w wytycznych określają bezpieczne stężenia substancji, jakie można przyjmować przez całe życie, nie oznacza to jednak, że można pozwolić, aby jakość wody, w stosunku do istniejącego stanu, ulegała pogorszeniu aż do zalecanego poziomu. Przeciwnie, konieczny jest wysiłek aby tę jakość utrzymywać stale na jak najwyższym poziomie. Jest to więc jednoznaczna zachęta do obniżania stężeń różnych substancji występujących w wodzie.

Przekroczenie zalecanych wartości przez pewien krótki czas nie oznacza, że woda jest nieodpowiednia do spożycia. Zakres i czas trwania tych przekroczeń, które mogą być uważane za mające wpływ na zdrowie, zależą od substancji lub wskaźnika, którego dotyczą. Przekroczenie wartości zalecanych w wytycznych powinno stanowić zawsze sygnał alarmowy. Należy poszukiwać przyczyn anomalii i je eliminować. WHO zwraca uwagę na to, że ochrona wody w źródle jej pochodzenia jest zawsze najlepszą metodą zagwarantowania właściwej jakości zdrowotnej wody do picia i powinna być przedkładana nad uzdatnianie wody, mające na celu uzyskanie ze złego surowca odpowiedniego produktu końcowego.

Zagrożenie zdrowia wynikające z obecności w wodzie toksycznych substancji chemicznych różni się istotnie od zagrożeń wynikających z jej skażenia mikrobiologicznego. Chemiczne składniki wody mogące wywierać ostre skutki dla zdrowia wy-

stępują rzadko, z wyjątkiem przypadków awaryjnego skażenia źródła zaopatrzenia. Problemy, jakie stwarza obecność w wodzie substancji chemicznych, polegają zasadniczo na niepożądanych skutkach ich przedłużonego działania. Dotyczy to w szczególności tych substancji toksycznych, które mogą się kumulować w organizmie, takich jak metale ciężkie i związki rakotwórcze.

Stosowanie chemicznych środków dezynfekcyjnych pociąga za sobą tworzenie się produktów ich rozpadu, wśród których znajdują się substancje potencjalnie niebezpieczne. Jednak ryzyko zdrowotne związane z tymi substancjami jest niezmiernie małe w stosunku do ryzyka wynikającego z niedostatecznej dezynfekcji wody i jest rzeczą niezmiernie ważną, aby wysiłki zmierzające do ograniczenia ich obecności nie osłabiły skuteczności procesu dezynfekcji. Potencjalne skutki skażenia bakteryjnego są takie, że środki walki z nimi odgrywają decydującą rolę i nie mogą być przedmiotem żadnego kompromisu. Problem ten jest wielokrotnie podnoszony w wytycznych WHO.

Oceniając jakość wody do picia konsument polega głównie na swoich zmysłach. Skład wody może wpływać na jej barwę, mętność, zapach oraz posmak i głównie według tych cech ocenia on jej jakość, i z nimi najczęściej łączy swoje dolegliwości zdrowotne. Woda mętna, zabarwiona, o nieprzyjemnym zapachu i smaku, jest uważana za zagrożenie dla zdrowia. Może to być powodem korzystania z mniej pewnej wody z innych źródeł, względnie korzystania z kosztownej wody butelkowanej, albo też systemów domowego oczyszczania, wśród których są takie, które wywierają szkodliwe skutki dla jakości zdrowotnej wody. Dostarczanie wody pitnej, nie tylko zdrowej, ale także o właściwych cechach organoleptycznych, powinno być celem priorytetowym. Ten czynnik także jest wielokrotnie akcentowany w wytycznych WHO.

Podstawę do ustalenia liczbowych wartości stężeń zalecanych w wytycznych WHO stanowiła tolerowana dawka dzienna, nie dająca niepożądanego skutku. Ustalono ją dla wszystkich elementów środowiska (żywność, woda i powietrze) i następnie przypisano odpowiednie wartości poszczególnym elementom. Na podkreślenie zasługuje fakt, że udział wody w zagrożeniu zdrowotnym nie przekracza 10 % tolerowanej dawki dziennej i waha się najczęściej od dziesiątych do kilku procent. Nie dotyczy to środków dezynfekcyjnych, produktów ich rozpadu i produktów utleniania związków organicznych zawartych w wodzie, dla których ten udział, w zależności od rodzaju substancji, waha się granicach 20+100 %. Uważa się, że woda do picia z punktu widzenia zagrożenia zdrowotnego, w porównaniu z innymi czynnikami (żywność, powietrze), stanowi wtórne źródło narażenia zdrowotnego.

W określaniu wielkości tolerowanej dawki dziennej i jej udziału uczestniczyły takie organizacje, jak: Międzynarodowy Program Bezpieczeństwa Chemicznego (ICPS), Agenda ONZ ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), Międzynarodowy Ośrodek Badań nad Rakiem (CIRC), Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (JECFA), Połączony Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Uszlachetniających Środków Żywnościowych, Połączony Komitet FAO/WHO ds. Pozostałości Pesticydów, Program ONZ dla Środowiska (PNUE) oraz wiele instytutów naukowych z różnych krajów i wielu wybitnych specjalistów z różnych dziedzin. Wartości stężeń poszczególnych substancji określono matematycznie wychodząc z części tolerowanej dawki dziennej dla wody, z uwzględnieniem jej dobowego spożycia (2 dm^3 dla osoby dorosłej, 1 dm^3 dla dziecka i $0,75 \text{ dm}^3$ dla niemowlęcia) oraz wagi ciała konsumenta (odpowiednio 60, 10 i 5 kg). W odniesieniu do szeregu wartości zastosowano odpo-

wiednie współczynniki bezpieczeństwa, w szczególności przy obliczaniu dopuszczalnej dawki dziennej dla dodatków uszlachetniających żywność i pestycydów. Współczynniki bezpieczeństwa zostały zastosowane dla dawki bez zaobserwowanego niepożądanego skutku albo dla minimalnej dawki z zaobserwowanym skutkiem [30]. Wartości te zawierają więc znaczny margines bezpieczeństwa.

Obliczanie wartości stężeń, w odniesieniu do substancji posiadających potencjalne działanie rakotwórcze, mutagenne czy teratogenne, oparto głównie na długotrwałych badaniach na zwierzętach. Tam, gdzie to było możliwe, wykorzystano również obserwacje dotyczące populacji ludzkich. CIRC klasyfikuje substancje chemiczne związane z potencjalnym ryzykiem rakotwórczym w pięciu grupach. W odniesieniu do czternastu substancji chemicznych ustalono dodatkowe zagrożenie rakotwórcze lub mutagenne i dopuszczalne ich stężenia opatrzone indeksem 10^{-5} , co oznacza jeden dodatkowy przypadek wystąpienia raka na 100 tys. osób w populacji spożywającej w ciągu 70 lat wodę zawierającą określoną substancję w stężeniu równym przyjętej wartości. Należy podkreślić, że wartości te dla substancji rakotwórczych obliczono za pomocą liniowej interpolacji modeli matematycznych i należy je uważać za przybliżoną ocenę ryzyka zachorowalności na raka. Modele te nie ujmują jednak niektórych ważnych względów biologicznych, takich jak farmakokinetika, odnowa DNA, czy też mechanizmów obrony immunologicznej. Stwierdza się wreszcie, że hipotetyczne modele matematyczne nie dają się zweryfikować doświadczalnie, oraz że wartości te należy interpretować inaczej niż dopuszczalną dawkę dzienną, co wynika z małej dokładności modeli.

Zaleca się uznawanie przyjętych wartości stężeń poszczególnych substancji za zgrubne przybliżenie ryzyka zachorowania na raka. Stosowane modele matematyczne są zachowawcze i obarczone błędem wynikającym ze zwiększonej ostrożności. Ponieważ przyjęto zależność liniową pomiędzy dawką a efektem, model przecenia ryzyko zachorowania na raka, które może być zerowe. Umiarkowane, krótkotrwałe narażenie na dawki przekraczające wyznaczone wartości dla substancji rakotwórczych nie zwiększają ryzyka w sposób znaczący. Na uwagę zasługuje fakt, że dla jednego z elementów zagrożenia, jakim jest benzo(a)piren, wyznaczona wartość jego dopuszczalnego stężenia wynosi 700 ng/dm^3 , podczas gdy obecne przepisy prawne obowiązujące w Polsce dopuszczają tylko 15 ng/dm^3 , a projekt nowelizacji tych przepisów przewiduje 25 ng/dm^3 [32].

Wytyczne WHO obejmują 150 wartości cech zdrowotnych wody pitnej i innych parametrów, które zostały zebrane w dziewięciu grupach obejmujących wskaźniki bakteriologiczne, substancje organiczne i nieorganiczne, których obecność w wodzie ma znaczenie zdrowotne, pestycydy, środki dezynfekcyjne, produkty rozpadu środków dezynfekcyjnych, radioaktywne składniki wody, substancje pozostające bez wpływu na zdrowie w stężeniach normalnie występujących w wodzie (azbest, srebro, cyna), a także substancje i parametry, które nie mają znaczenia zdrowotnego, ale mogą powodować skargi ze strony użytkowników. Do tej ostatniej grupy zaliczono m.in. w grupie substancji nieorganicznych i cech wody – barwę, mętność, zapach i posmak, glin, amoniak, chlorki, miedź, żelazo, mangan, sól, siarczany, cynk, a w grupie substancji organicznych – toluen, ksylen, etylobenzen, styren, chlorobenzen i jego pochodne. Dla szesnastu wymienionych wskaźników nie ustalono dopuszczalnych wartości stężeń ze względu na brak dostatecznych podstaw. Oznacza to jednak, że wymienione substancje powinny być eliminowane z wody bezpośrednio, lub też w wyniku ograniczania obecności

ich prekursorów przed procesami utleniania i końcowej dezynfekcji. Odnosi się to m.in. do związku oznaczonego symbolem MX. Dla dziewiętnastu substancji ustalono wartości tymczasowe (P).

W zakresie wskaźników bakteriologicznych zwraca uwagę brak wytycznych dla ogólnej liczby kolonii bakterii. Bakteriologiczną jakość wody odnosi się głównie do *Escherichia coli* i bakterii grupy *coli*. W dużych instalacjach, kiedy wykonywana jest wystarczająca liczba badań, nie powinno się znajdować w wodzie bakterii grupy *coli* w 95 % próbek pobranych w ciągu 12 miesięcy. Nie dotyczy to samej *E.coli*.

W wodzie pitnej zidentyfikowano tysiące substancji organicznych i nieorganicznych, częstokroć w niezmiernie małych ilościach. Substancje, dla których ustalono wartości dopuszczalnych stężeń są tymi, które uważa się za potencjalnie niebezpieczne dla zdrowia, tj. takie, które w wodzie pitnej występują względnie często, i takie, które występują we względnie wysokich stężeniach. Jest to istotna informacja wobec często głoszonych w Polsce poglądów o konieczności ciągłego rozszerzania zakresu oznaczania różnych substancji mogących występować w wodzie do picia. Zakres tych badań powinien być zawsze dostosowany do lokalnych potencjalnych zagrożeń, a szczególnie do zagrożeń występujących w źródle zaopatrzenia.

Powyższa, stosunkowo obszerna, charakterystyka wytycznych WHO wynika nie tylko z potrzeby przekazania najnowszych informacji w tym zakresie, lecz także z faktu, że krytyczna ocena jakości zdrowotnej wody do picia podnoszona jest często przez prasę codzienną oraz czasopisma zajmujące się ekologią. Bywa również, że krytyka ta pochodzi wprost ze środowisk naukowych. Rodzi to często bardzo poważne problemy w przedsiębiorstwach wodociągowych. W tej sytuacji niezbędne jest określenie autorytetu, którego ustalenia w odniesieniu do jakości zdrowotnej wody do picia powinny być powszechnie akceptowane. Bez wątpliwości tym autorytetem powinna być Światowa Organizacja Zdrowia. Skład wody do picia, o jakości odpowiadającej co najmniej jej wytycznym, nie powinien być już kwestionowany ze zdrowotnego punktu widzenia.

Wytyczne Unii Europejskiej

Zalecenia Unii Europejskiej dotyczące jakości wody pitnej [4], opublikowane w Polsce [8], oparte są o dotychczasowe wytyczne WHO i obejmują 68 wskaźników zebranych w pięciu grupach obejmujących parametry organoleptyczne, fizyczno-chemiczne (dotyczące substancji niepożądanych w nadmiernych ilościach), mikrobiologiczne oraz dotyczące substancji toksycznych. Klasyfikacja ta jest więc nieco inna niż zawarta w wytycznych WHO. Dla poszczególnych wskaźników określono ich poziom zalecany (*guide level* – GL) oraz maksymalne dopuszczalne stężenie (*maximum admissible concentration* – MAC). Zgodnie z zachętą zawartą w wytycznych WHO, stężenia szeregu substancji odnoszących się do cech zdrowotnych wody i wskaźników umożliwiających zaakceptowanie jej składu, zostały znacznie obniżone. Odnosi się to np. do chlorków, sodu, glinu, azotynów, amoniaku, żelaza, manganu, cynku, baru, ołowiu oraz barwy i mętności. Wynika to zapewne z uwarunkowań kulturowych, społecznych, a w szczególności ze stanu techniki i kondycji ekonomicznej krajów Unii Europejskiej. Wartości niektórych wskaźników są nieco wyższe niż w wytycznych WHO. Odnosi się to np. do boru, kadmu, niklu, ołowiu i antymonu, lecz można przypuszczać, że ulegnie to zmianie w ramach przygotowywanej aktualizacji zaleceń Unii Europejskiej [5-7].

Zalecenia te obejmują także szereg parametrów i cech wody, których brak w wytycznych WHO. Odnosi się to np. do zawartości wapnia, magnezu, przewodnictwa, potasu, wolnego dwutlenku węgla, utlenialności, węgla organicznego, substancji ekstrahowalnych w chloroformie i eterze naftowym, fosforu, kobaltu oraz substancji powierzchniowo czynnych. Niektóre parametry i wskaźniki jakości zdrowotnej wody zostały ujęte inaczej niż w wytycznych WHO. W grupie pestycydów nie wyodrębniono poszczególnych substancji czynnych, lecz podzielono je na pestycydy i produkty pokrewne, ustalając dla nich maksymalne dopuszczalne stężenie. W zakresie tym ujęto insektycydy, trwałe związki organiczne, związki fosforoorganiczne i karbaminiany. Ustalono również sumaryczną dopuszczalną zawartość pestycydów i produktów pokrewnych (MAC), obejmującą poza insektycydami również herbicydy, fungicydy, PCB i PCT. W grupie dotyczącej wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych nie eksponowano tylko jednego z nich – benzo(a)pirenu, jak ma to miejsce w wytycznych WHO, ale zakresem zaleceń objęto pięć WWA i ustalono dla nich maksymalne dopuszczalne stężenie na poziomie 200 ng/dm³.

W odniesieniu do parametrów mikrobiologicznych, poza wskaźnikami dotyczącymi bakterii *Escherichia coli*, określono wymagania odnoszące się do ogólnej liczby bakterii mezo- i psychrofilnych oraz fekalnych paciorkowców i laseczników beztlenowych redukujących związki azotowe i siarkowe. Zwrócono również uwagę na to, że jeżeli zachodzi taka potrzeba, to woda powinna być badana nie tylko w zakresie wymienionych wskaźników, ale również należy dołączyć badania czynników chorobotwórczych (*Salmonella*), paciorkowców, bakteriofagów fekalnych i enterowirusów. Zwrócono wreszcie uwagę na to, że woda nie może zawierać pasożytów i planktonu.

Integralną częścią zaleceń Unii Europejskiej są zawarte w Aneksie II wzory standardowych analiz i zalecane minimalne częstotliwości takich badań oraz zawarte w Aneksie III wzorcowe metody analiz w odniesieniu do poszczególnych grup substancji i parametrów jakości wody. Wśród technik analitycznych dominują metody instrumentalne, takie jak spektrofotometria, absorpcja atomowa i chromatografia. Wobec zamierzonej zmiany wymagań dotyczących jakości wody pitnej w Polsce powinno się zatem uznać, że integralną częścią tego dokumentu powinno być określenie metodyki badania jakości wody w odniesieniu do wszystkich wskaźników. Laboratoria badające jakość wody powinny stosować jednolite metody określone w Polskich Normach, a w razie ich braku powinno się zalecić normy Unii Europejskiej, WHO, ISO lub USEPA. Jest to podstawowy warunek porównywalności wyników badań.

W części wstępnej zalecenia Unii Europejskiej zawierają szereg istotnych stwierdzeń, które powinny być wzięte pod uwagę przy opracowywaniu nowych wymagań co do jakości wody pitnej w Polsce. W artykule 2 sprecyzowano jednoznacznie, co rozumie się przez wodę do picia. Jest to woda przeznaczona do spożycia oraz używana w produkcji żywności, do jej wytwarzania, obróbki, konserwacji i sprzedaży produktów lub substancji przewidzianych do spożycia przez ludzi i wpływająca na zdrowotność artykułów spożywczych w ich końcowej postaci. W artykule 6 (pkt 3 i 6) stwierdza się, że wymagania ustalane przez kraje Unii Europejskiej muszą być mniejsze lub równe wartościom podawanym w rubryce określającej maksymalne dopuszczalne stężenie danego składnika wody.

Przy ustalaniu zaleceń krajowych, państwa członkowskie powinny przyjmować poziom zalecany (GL). Powinny one także podjąć kroki zapewniające, że woda do picia będzie odpowiadać

co najmniej wymogom zawartym w Aneksie I, który obejmuje praktycznie wszystkie parametry zdrowotne i cechy użytkowe wody. W artykule 8 (pkt 3) stwierdza się, że odejście od zaleceń nie może nigdy nastąpić w odniesieniu do substancji toksycznych lub mikrobiologicznych, stanowiących zagrożenie dla zdrowia. W artykule 10 (pkt 1) uznano, że kompetentne władze państwowe mogą w szczególnych przypadkach na czas ograniczony i do maksymalnej wartości określonej przez nie, pozwolić na przekraczanie stężeń niektórych substancji i parametrów podanych w Aneksie I, pod warunkiem, że nie stanowi to zagrożenia dla zdrowia, oraz że nie można w żaden inny sposób zrealizować dostawy wody do picia. W tymże artykule (pkt 2) stwierdza się, że jeżeli państwo członkowskie korzysta z wód powierzchniowych nie odpowiadających zaleceniom EWG 75/440/EEC/5, określającym normy jakości dla wód powierzchniowych służących do zaopatrywania ludności w wodę pitną, a nie może znaleźć metody ich oczyszczania do uzyskania wody do picia o jakości określonej w zaleceniach, to może ono na określony czas, po udokumentowaniu braku takich możliwości, dopuścić przekraczanie wartości MAC. Nie może to jednak powodować zagrożenia dla zdrowia. W artykułach 18, 19 i 20 stwierdza się, że państwa członkowskie powinny wprowadzić w życie prawa, przepisy i decyzje administracyjne niezbędne do wykonania zaleceń i ich aneksów w ciągu dwóch lat od ich ogłoszenia oraz podjąć niezbędne kroki w celu zapewnienia jakości wody do picia zgodnej z zaleceniami w ciągu pięciu lat od ich ogłoszenia. W uzasadnionych przypadkach i w odniesieniu do geograficznie określonych grup ludności istnieje możliwość przedłużenia okresu realizacji wymogów Aneksu I.

Unia Europejska (EUREAU) przygotowała propozycje modyfikacji Dyrektywy Rady Wspólnot Europejskich dotyczącej jakości wody do picia [5-7]. Zostały one także opublikowane w Polsce [9]. W ogólnym zarysie zmiany te mają dotyczyć dostosowania zaleceń Unii Europejskiej do nowych wytycznych WHO, pominięcia wartości zalecanych (GL) i ustalenia jedynie naukowo uzasadnionych wartości maksymalnie dopuszczalnych stężeń (MAC). Ze względu na brak istotnego znaczenia dla jakości wody pitnej proponuje się usunięcie z zakresu wytycznych m.in. krzemionki, potasu, wolnego CO₂, fosforu, detergentów, twardości ogólnej, siarkowodoru, substancji ekstrahowalnych w chloroformie oraz zawiesin. Proponuje się zmianę podziału parametrów określających jakość wody. Mają one obejmować trzy grupy wskaźników: mikrobiologiczne, takie, które mają lub mogą mieć związek ze zdrowiem oraz tzw. parametry komfortu. Oprócz tych grup rozważa się możliwość utworzenia grupy czwartej, obejmującej parametry eksploatacyjne, które wprawdzie nie mają bezpośredniego znaczenia dla zdrowia czy też komfortu, ale są korzystne do kontroli procesów technologicznych i dystrybucji wody. Do nich zamierza się zaliczyć m.in. temperaturę, utlenialność, OWO, pH, agresywność wody i chlor pozostały. Zakresem rozważań objęte są również sprawy wymagań dotyczących metod analitycznych oraz zakresu i częstotliwości monitoringu jakości wody pitnej.

Komentując wymagania jakościowe stawiane wodzie do picia podkreśla się, że Polska jest członkiem stowarzyszonym Unii Europejskiej ubiegającym się o pełne członkostwo w tej organizacji. Członkostwo to zależy od szeregu warunków, z których zapewne jednym z trudniejszych do spełnienia będzie dostosowanie polskich standardów wytwarzania i jakości do wymagań Unii Europejskiej. Dotyczy to również jakości wody do picia [10]. Stąd też należy uznać, że nowe polskie przepisy dotyczące jakości wody pitnej nie powinny odbiegać od standardów przyjętych w krajach Unii Europejskiej, jeżeli zamierzamy ubiegać się o do-

łączenie w przyszłości do grupy tych krajów. Standardy te powinny stanowić podstawową bazę do tworzenia odpowiednich przepisów w Polsce.

Wytyczne MZiOS

Poniższe uwagi dotyczą trzeciej wersji projektu zmian rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze [12, 32]. W stosunku do wersji drugiej nie dokonano żadnych zmian w odniesieniu do ogólnych wymagań formalno-prawnych, pomimo szeregu uwag zgłaszanych w tej kwestii [10]. W części szczegółowej, dotyczącej wskaźników jakości wody oraz ich stężeń, dokonano szeregu zmian. W poszczególnych grupach wskaźników obniżono najwyższe dopuszczalne stężenia (nds) dla 9 substancji (w grupie związków nieorganicznych – 4, w grupie substancji organicznych – 2 i w grupie pestycydów – 3), natomiast zwiększono nds dla 13 substancji (w grupie związków nieorganicznych – 5, w grupie związków organicznych – 8). Jednocześnie dodano 5 wskaźników – bor, tytan, substancje humusowe oraz aktywność cząstek α i β . Na potrzebę normowania tych ostatnich wskaźników zwracali uwagę uczestnicy forum dyskusyjnego [10]. Ich dopuszczalny poziom został ustalony analogicznie jak w wytycznych WHO, które jednocześnie (podobnie jak zalecenia Unii Europejskiej) nie obejmują tytanu i substancji humusowych, których normowanie w wodzie pitnej jest niezrozumiałe.

Rażącym błędem w kolejnych wersjach projektu jest powołanie się na artykuł 79 obowiązującej Ustawy Prawo Wodne, jako podstawy prawnej jego opracowania. W obowiązującej ustawie stanowi o tym artykuł 106, a w najnowszym projekcie tej ustawy artykuły 84 (pkt 2 i 3) i 85 (pkt 5) [13]. Paragraf 1 (pkt 1) projektu powinien być sprecyzowany analogicznie jak artykuł 2 zaleceń Unii Europejskiej. Określa on precyzyjnie, co rozumie się pod pojęciem wody do picia. Może to mieć istotne znaczenie w przypadku sporów prawnych w tej kwestii. W paragrafie 2 (pkt 1, 2 i 3) określenie „woda nie powinna zawierać” należy zastąpić stwierdzeniem „woda nie może zawierać”, co było już wcześniej postulowane [10]. Stwierdzenia zawarte w paragrafie 10 (pkt 2 i 3) są nie do przyjęcia. Co oznacza udostępnianie wody gorszej niż II klasa czystości? To znaczy jakiej? W opaciu o obowiązujące prawo [14], woda nadająca się do zaopatrzenia ludności w wodę do picia powinna odpowiadać I klasie czystości. I tylko to może na razie stanowić podstawę do wszelkich dalszych rozważań. Jaki organ gospodarki wodnej miałby partycypować w zwiększonych kosztach uzdatniania wody? Co oznacza partycypacja? Czy chodzi o obniżenie opłat za pobór wody? Proponuje się aby wysokość udziału w kosztach uzdatniania wody z tytułu pogorszonej jakości surowca rozstrzygał samorząd terytorialny. Samorząd nie posiada takich uprawnień i tego rodzaju delegacja nie może pochodzić z poziomu rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej. Nie może również z tego poziomu pochodzić delegacja odnoszona do bliżej nieokreślonych organów gospodarki wodnej w sprawie partycypacji w kosztach uzdatniania wody.

W projekcie Ustawy Prawo Wodne [14] (art. 79, pkt 2) obowiązek określenia w drodze rozporządzenia sposobu ustalania minimalnych stawek opłat za szczególne korzystanie z wód i korzystanie z urządzeń wodnych, a także zakres podwyższania tych stawek oraz stosowania ulg i zwolnień powierza się Radzie Ministrów. Natomiast w artykule 84 (pkt 1) obowiązek określenia w drodze rozporządzenia wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe, a w szczególności wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę do picia oraz do produkcji wyma-

gającej wody o jakości wody do picia, powierza się Ministrowi Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. W ramach tych uregulowań powinno nastąpić bliższe niż obecnie powiązanie pomiędzy wymaganiami dla wody do picia a składem wód powierzchniowych wykorzystywanych do zaopatrzenia ludności, szczególnie w odniesieniu do mikrozanieczyszczeń pochodzących ze środowiska. Stosowanie ulg i zwolnień w zakresie stawek za pobór wody powinno być jednoznacznie i w całości odniesione do wymagań składu wody przeznaczonej do zaopatrzenia ludności. Dotychczasowe próby powiązania obniżki stawek opłat za pobór wody z jej jakością odnoszone są tylko do wskaźników nie mających większego znaczenia, lub co najwyżej do związków uciążliwych, a przecież zasadnicze obciążenia kosztowe związane są z eliminacją mikrozanieczyszczeń.

W projekcie rozporządzenia nie określono lokalizacji punktów monitorowania jakości wody, co jest bardzo istotne z uwagi na częste wtórne zanieczyszczenie wody w sieciach i instalacjach wodociągowych przez zalegające w nich osady. Stan instalacji został wprawdzie ukształtowany przez jakość dostarczanej wody, ale stanowią one odrębną własność i za ich stan odpowiada właściciel. Takie rozgraniczenie jest ważne w razie sporów prawnych dotyczących jakości wody wodociągowej. Obecnie można zaproponować, aby punkty monitorowania jakości wody znajdowały się na sieci wodociągowej w miejscach, gdzie wymiana wody jest ciągła i dostateczna.

W omawianej części projektu rozporządzenia powinna być także uwzględniona możliwość wprowadzania przez właściwe terenowe władze sanitarne dodatkowych, nie objętych rozporządzeniem wskaźników, w przypadkach występujących lokalnie zagrożeń zdrowotnych. Władze te powinny być również uprawnione do zmniejszania, ze względów zdrowotnych, dopuszczalnych wartości nds dla wody pitnej, w przypadkach zwiększonych zagrożeń pochodzących z innych elementów środowiska.

Konieczne jest, podobnie jak uczyniła to Unia Europejska, sprecyzowanie etapów wprowadzania w życie wymagań rozporządzenia z uwzględnieniem niezbędnego czasu na dostosowanie się do nich przedsiębiorstw wodociągowych. Przyjmując zakres i dopuszczalne stężenia poszczególnych wskaźników wg znowelizowanych zaleceń Unii Europejskiej, powinno się również rozważyć możliwość kroczącego, okresowego etapowania zmian stężeń niektórych wskaźników. Jest to istotne ze względu na sytuację ekonomiczną kraju i możliwość pokrywania zwiększonych opłat za wodę przez społeczeństwo. Takie etapowanie powinno zmierzać do wymuszania działań, które pozwolą w przyszłości na zmniejszenie nakładów na skomplikowane i kosztowne procesy związane z usuwaniem mikrozanieczyszczeń. Nowe polskie prawo powinno być mobilizujące, ale powinno również uwzględniać możliwości przedsiębiorstw eksploatacyjnych. W przeciwnym razie będzie to powodować problemy i konflikty, i wreszcie, jak to miało miejsce w przeszłości, prawo nie będzie przestrzegane.

Reasumując, projekt rozporządzenia MZiOS w części ogólnej nie powinien być przyjęty. Wymaga on licznych zmian i uzupełnień. Jego ostateczna wersja powinna bazować między innymi na nowej Ustawie Prawo Wodne i, jak to sugerowano wcześniej, na znowelizowanych zaleceniach Unii Europejskiej.

Na temat zakresu wskaźników jakości wody i ich dopuszczalnych stężeń wypowiedziało się już wielu przedstawicieli nauki [10]. Powinny być one wzięte pod uwagę przy opracowywaniu nowych przepisów o jakości wody pitnej w Polsce. Prezentowane niżej uwagi odnoszą się głównie, choć nie tylko, do problematyki eksploatacyjnej i ekonomicznej związanej z oczyszczaniem wo-

dy. W przypadku zaakceptowania propozycji etapowo krocących zmian wymagań dla jakości wody, należałoby w pierwszej kolejności obniżyć znacznie dopuszczalne wartości mętności i barwy, gdyż przestały już one pełnić wyłącznie rolę wskaźników organoleptycznych związanych z komfortem.

Uważa się, że koagulacja z następującą potem filtracją są efektywniejsze w usuwaniu mikroorganizmów niż dezynfekcja środkami chemicznymi. Znajduje to potwierdzenie w wielu doniesieniach literaturowych. Źródła amerykańskie zwracają uwagę na konieczność maksymalnego obniżania mętności, która często powodowana jest obecnością materii organicznej (w tym planktonu), obniżającej skuteczność dezynfekcji. Bakterie wbudowując się w galaretowatą otoczkę glonów stają się trudno dostępne dla środków dezynfekcyjnych. Rodzi to określone problemy związane z procesem dezynfekcji. Zwraca się uwagę na to, że tylko efektywna koagulacja z następującą potem równie staranną filtracją są skuteczne w usuwaniu mętności wody i pozwalają równolegle prowadzić eliminację bakterii, w szczególności w odniesieniu do ich form przetrwalnikowych. Towarzyszy temu zwykle znaczące zmniejszenie zużycia środków dezynfekcyjnych.

Podobną interpretację zawierają wytyczne WHO [3]. Zwraca się w nich uwagę na to, że mętność chroni mikroorganizmy przed środkami dezynfekcyjnymi i może stymulować wzrost bakterii. We wszystkich przypadkach, gdzie woda jest dezynfekowana, mętność powinna być znacząco niska, aby stosowany proces końcowej dezynfekcji był skuteczny. Zaleca się, aby mętność była zmniejszana do minimum z uwagi na jej wpływ na efekty dezynfekcji. Równie ważnym efektem obniżenia mętności wody jest obniżenie stężeń WWA do minimalnych wartości [3]. Związki te mają niską rozpuszczalność i ich obecność w wodzie związana jest z zawiesinami. Choć główne narażenie zdrowotne ze strony WWA stanowi żywność, to świadomość, że ograniczenie ich zawartości w wodzie jest możliwe przez zmniejszenie mętności, stanowi ważną informację.

Podobna sytuacja ma miejsce w odniesieniu do barwy wody, którą powodują związki humusowe. Niektóre z nich są prekursorami substancji potencjalnie szkodliwych dla zdrowia, powstających w procesach utleniania i dezynfekcji przy użyciu chloru, dwutlenku chloru czy ozonu. Jest więc ważne, aby zostały one usunięte z wody w maksymalnym stopniu przed stosowaniem tych procesów. Dostatecznie duży efekt, np. w odniesieniu do prekursorów THM-ów wynoszący 60+80 %, można uzyskać przez znaczne obniżenie barwy wody w procesach koagulacji i filtracji. Towarzyszy temu również istotna eliminacja innych organicznych produktów utleniania potencjalnie szkodliwych dla zdrowia, których stężenia mogą być wyższe od THM-ów nawet około 3,4-krotnie [15]. W grupie tej należy lokować również związki MX, oceniany przez WHO jako szczególnie szkodliwy dla zdrowia.

Przedstawione wyżej rozważania nie mają charakteru jedynie teoretycznego, gdyż w MPWiK we Wrocławiu, dzięki istotnym usprawnieniom procesu koagulacji, głównie w odniesieniu do procesu szybkiego mieszania, udało się uzyskać zmniejszenie mętności wody do $\leq 1 \text{ g/m}^3$ oraz barwy do $1+2 \text{ gPt/m}^3$, czemu towarzyszyło znaczne obniżenie stężenia OWO. Wyeliminowało to całkowicie trwające od lat problemy z utrzymaniem wymaganego składu bakteriologicznego wody w odniesieniu do ogólnej liczby kolonii bakterii, a także pozwoliło na znaczne zmniejszenie stężenia wolnego chloru w sieci, przez co zostały ograniczone zjawiska wtórnego zanieczyszczenia wody. Roczne zużycie chloru zmniejszyło się o około 56 ton. Stąd też proponuje się, aby w nowych wymaganiach dla jakości wody w Polsce ustalić

w pierwszym etapie dopuszczalną mętność na poziomie $1+2 \text{ g/m}^3$, a barwę na poziomie $2+3 \text{ gPt/m}^3$. Można sądzić, że w znolizowanych zaleceniach Unii Europejskiej wartości te będą niższe.

Problemy związane z obniżaniem w wodzie zawartości zawieszin oraz mętności i barwy (a w efekcie również szeregu mikrozanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych pochodzących ze środowiska) w konwencjonalnych procesach oczyszczania mają dodatkowy istotny aspekt [16]. Usprawnienie pracy wodociągu należy zaczynać od intensyfikacji procesów poprzedzających stosowanie technologii mających za zadanie głębokie usuwanie mikrozanieczyszczeń. Do procesów tych należą m.in. efektywna, prowadzona w optymalnych warunkach głęboka koagulacja, sprawna sedimentacja i filtracja [22]. Procesy te są już w wystarczającym stopniu opanowane, a także jest dostępna dostatecznie szeroka gama środków do ich realizacji. Na rynku krajowym dostępne są koagulanty glinowe oraz żelazowe i żelazawe, a także różnego rodzaju polimery organiczne, dopuszczone ostatnio przez PZH do stosowania w procesach oczyszczania wody. Należy podkreślić, że to, co zostało utracone w wyniku niskiej efektywności powyższych procesów, jest potem często nie do odrobienia, względnie wymaga znacznych nakładów finansowych.

Technologie związane z usuwaniem mikrozanieczyszczeń odnoszą się głównie do wielostopniowego ozonowania wspomaganego czasem H_2O_2 czy też promieniami UV [19], sorpcji lub biosorpcji na węglu aktywnym [20], a w odniesieniu do końcowej dezynfekcji – dwutlenku chloru. Są to technologie bardzo kosztowne, zarówno w realizacji jak i eksploatacji, i w sposób istotny wpływają na cenę wody. Technologie oraz urządzenia do ich realizacji, a często materiały i środki chemiczne, pochodzą w całości z importu. Ich efektywne wykorzystanie zależy w znacznym stopniu od poprzedzającego je dobrego przygotowania wody do tych procesów. Brak tego prowadzi do znacznych strat ekonomicznych i może powodować niesłusznie wątpliwości co do sensu ich stosowania. Wskazuje to jednoznacznie, że ze względu na interes ekonomiczny, powinno się praktycznie wymusić powszechne przygotowanie wodociągów do stosowania procesów eliminujących mikrozanieczyszczenia. Pierwszym etapem tych działań powinno być istotne obniżenie dopuszczalnej mętności i barwy wody. Doskonałą technologię oczyszczania wody we Wrocławiu przyjęto zasadę, że na obecnym etapie oczyszczanie wody powinno polegać przede wszystkim na usuwaniu zanieczyszczeń, a nie na ich destrukcji i przemianach przy użyciu chemicznych środków utleniających.

Problemem wielu wodociągów w kraju są zjawiska wtórnego zanieczyszczenia wody w sieci i w instalacjach. Niweczą one często znaczny wysiłek techniczny i ekonomiczny włożony wcześniej w oczyszczanie wody. Manifestują się one głównie wzrostem zawartości zawieszin oraz mętności i barwy w punktach czerpania wody przez odbiorców. To one są główną przyczyną negatywnej społecznej oceny jakości wody, związanej często bezzasadnie z jej nieodpowiednim stanem zdrowotnym.

Czynnikiem o wielkim znaczeniu dla tych zjawisk, na który trzeba zwrócić szczególną uwagę, jest ogromna powierzchnia rurociągów. Dla przykładu, powierzchnia rurociągów we Wrocławiu, wynikająca z ich wymiarów geometrycznych, wynosi około 8 mln m^2 . Całkowita powierzchnia rurociągów jest znacznie większa od określonej geometrycznie. Wynika to z chropowatości, wgłębień i fałd osadów. Zgromadzone na tej powierzchni szczątki organiczne i nieorganiczne stwarzają dogodne warunki do przebiegu wielu zjawisk fizycznych, chemicznych i biologicznych. W tych warunkach stężenia substancji organicznych i niektórych

pierwiastków mogą się okazać setki razy większe niż w płynącej wodzie. Należy podkreślić, że jakkolwiek w przepływającej wodzie panują warunki tlenowe, to na powierzchni osadów przeważają warunki beztlenowe, co wskazuje na możliwość zachodzenia nie dających się przewidzieć wzajemnych reakcji.

Badania składu chemicznego osadów sieciowych we Wrocławiu wykazały, że nie zawierają one w suchej masie niczego, co może powodować zagrożenie jakości zdrowotnej wody [17]. W ich składzie dominują węglany, żelazo, wapń, krzemiany i mangan. Zawartość metali ciężkich pozostaje bez istotnego znaczenia. Wysoka jest zawartość substancji organicznych w suchej masie osadów i waha się w granicach 9,9÷17,2%. Badania bakteriologiczne i hydrobiologiczne wykazały, że osady sieciowe należy traktować jako magazyn zdeponowanych zanieczyszczeń, stanowiących podłoże do rozwoju mikroorganizmów. Z osadów tych mogą być wymywane zanieczyszczenia bakteriologiczne. We wszystkich osadach obecne były bakterie grupy *coli*, w tym bakterie *coli* typu fekalnego. Stwierdzona bardzo duża liczba bakterii psychro- i mezofilnych i ich przetrwalników oraz obecność grzybów, potwierdza poważne skażenie bakteriologiczne osadów. W osadach stwierdzono obecność sinic, okrzemek i ich szkieletów, wiciowców i pełzaków. Występowanie niektórych organizmów żywych, a zwłaszcza sinic, może mieć wpływ na właściwości organoleptyczne i zdrowotne wody.

Osady sieciowe stanowią więc poważny problem z punktu widzenia składu biologicznego wody. Wskazuje to na potrzebę utrzymywania na razie stężeń wolnego chloru w sieci na dostatecznie wysokim, ale i rozumnym poziomie. Można sądzić, że podobna sytuacja ma miejsce w wielu wodociągach ujmujących wody powierzchniowe. Stan ten możliwy jest do opanowania wyłącznie na drodze usuwania osadów. Biorąc pod uwagę rozległość sieci i znaczne koszty usuwania osadów, na zadowalające i widoczne efekty tych działań potrzeba co najmniej kilku lat. We Wrocławiu w ciągu ostatnich trzech lat oczyszczono lub wymieniono ponad 100 km sieci wodociągowej i prace te są ciągle intensyfikowane.

Destabilizacja osadów sieciowych i ich wynoszenie do odbiorców następuje głównie na skutek zmian warunków hydrodynamicznych panujących w sieci wodociągowej oraz destabilizacji chemicznej osadów pod wpływem jakości wody. Pierwszego czynnika nie da się uniknąć, gdyż sieć wodociągowa musi tak pracować w interesie odbiorców. Destabilizacja chemiczna osadów, sprzyjająca ich wymywaniu przy zmianie warunków hydrodynamicznych, powodowana jest głównie przez nadmiar zawartości wolnego chloru i agresywnego dwutlenku węgla. Wynika to z wieloletnich obserwacji poczynionych we Wrocławiu.

W tej sytuacji, rozpatrując wymagania projektu nowych przepisów o jakości wody w Polsce, należałoby dopuścić okresowo wyższą, niż proponuje to projekt, zawartość wolnego chloru w sieci, w szczególności dla wodociągów uzdatniających wody powierzchniowe, tj. taką, aby uchronić jakość zdrowotną wody przed wpływem negatywnego stanu biologicznego osadów. Nie powinien to być jednak nadmiar wpływający na nasilenie zjawisk wtórnego zanieczyszczenia wody. Jeszcze do niedawna stężenia wolnego chloru w sieci wrocławskiej w punktach znacznie oddalonych od zakładów uzdatniania osiągały poziom 3 gCl₂/m³, bywały jednak i znacznie wyższe. Sprawy te powinny być regulowane lokalnie przez służby nadzoru sanitarnego. Wytyczne WHO lokują wolny chlor w grupie substancji, które mogą powodować skargi ze strony użytkowników i z tego względu zalecają utrzymanie jego stężenia w wodzie do picia na poziomie

0,6+1,0 gCl₂/m³. Dopuszczalne stężenie chloru w wodzie ze względów zdrowotnych wynosi 5 gCl₂/m³. Zalecenia Unii Europejskiej w ogóle nie określają liczbowo dopuszczalnego stężenia chloru. W projekcie rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej proponuje się wartość nds dla chloru w sieci na poziomie 0,3 gCl₂/m³. Brak jednak wyjaśnienia, o które punkty sieci chodzi. Należy wątpić, czy w ogóle istnieje możliwość ustalenia jednolitej obowiązującej wszystkie wodociągi dopuszczalnej zawartości chloru w wodzie. Jak wspomniano wyżej, należałoby tę kwestię regulować raczej lokalnie.

Eliminacja agresywnego dwutlenku węgla z wody powinna być połączona z jej stabilizacją do stanu równego lub bliskiego równowadze węglanowo-wapniowej. Od wartości pH zależy rozpuszczalność, szybkość reakcji i reaktywność powierzchniowa osadów oraz większości metali uczestniczących w reakcjach korozji. Zalecenie takie powinny zawierać nowe wymagania dla jakości wody w Polsce. Proces stabilizacji wody jest obecnie dość często zaniedbywany w eksploatacji.

Integralnym elementem omawianych wyżej zjawisk wtórnego zanieczyszczenia wody w sieciach są możliwości pogorszenia jej składu bakteriologicznego. Jeżeli woda zawiera podwyższoną ilość asymilowalnego węgla organicznego i amoniak, to może dochodzić do rozwoju bakterii i innych niepożądanych organizmów. Organizmy występujące na ściankach rurociągów i w osadach mogą się rozwijać także w obecności niskich stężeń chloru. Stąd też utrzymanie dostatecznej ilości środka dezynfekcyjnego w sieci jest niezbędne dla zachowania stabilnego i odpowiedniego składu bakteriologicznego wody pitnej. Generalnym zaleceniem wytycznych WHO [3] jest produkcja wody stabilnej biologicznie, z bardzo niskimi stężeniami związków organicznych i amoniaku. Jest to podstawowym warunkiem zabezpieczenia wody przed rozwojem bakterii w sieci wodociągowej.

Wielu uczestników forum dyskusyjnego [10] zwracało uwagę na potrzebę obniżenia dopuszczalnego stężenia amoniaku w wodzie do picia oraz na celowość wprowadzenia oznaczania OWO jako wskaźnika do oceny efektywności prowadzonych procesów, a nawet ustalenia dla niego wartości nds. WHO nie uznaje amoniaku za substancję szkodliwą dla zdrowia. Może on jednak osłabiać skuteczność dezynfekcji chlorem, powodować tworzenie się azotanów, utrudniać usuwanie manganu, obniżać zawartość tlenu, stwarzać problemy z zapachem i posmakiem wody (merkaptany, aminy, tryptofan i inne) oraz, co najistotniejsze, może wpływać na pogorszenie składu bakteriologicznego wody w sieci.

W stosunku do pierwszej wersji projektu zmian wymagań jakości wody w Polsce zwiększono znacznie dopuszczalne stężenie amoniaku (z 0,5 do 1,5 g/m³). Należy to uznać za błąd. Wytyczne Unii Europejskiej jako zalecany poziom (GL) podają 0,05 gNH₄/m³, a maksymalne dopuszczalne stężenie (MAC) określają na 0,5 gNH₄/m³. Znaczącą eliminację amoniaku, przy dostatecznej zawartości tlenu, można uzyskać nawet w niskich temperaturach w procesie właściwie prowadzonej filtracji. Stąd dopuszczalna zawartość amoniaku powinna być obniżona. Byłby to etap poprzedzający wdrażanie procesu biosorpcji, w którym osiąga się zazwyczaj usuwanie amoniaku w stopniu eliminującym możliwość wtórnego zanieczyszczenia bakteriologicznego wody w sieci.

Zawartość ogólnego węgla organicznego nie jest rozważana w wytycznych WHO. Również zalecenia Unii Europejskiej nie precyzują liczbowo jego zawartości w wodzie do picia. Zwraca się natomiast uwagę, że każdy jego przyrost, w stosunku do normalnie obserwowanego stanu, powinien być analizowany. W przygotowywanej obecnie aktualizacji zaleceń Unii Europej-

skiej zamierza się ułożyć badania OWO w grupie wskaźników kontroli przebiegu procesów technologicznych i zjawisk występujących w systemach dystrybucji wody. Na niezbędność znaczącego ograniczenia OWO, w tym jego rozpuszczonej części podlegającej biodegradacji, a w tej części podlegającej asymilacji, zwrócono uwagę wcześniej przy omawianiu zjawisk wtórnego biologicznego zanieczyszczenia wody w sieci.

Tradycyjne metody pomiaru ogólnej zawartości związków organicznych w wodzie, takie jak ChZT, BZT, czy utlenialność, mają wiele ujemnych stron. Niektóre z tych problemów można ominąć mierząc wartość OWO i RWO. Pozwala to w wyższym stopniu ocenić stan zanieczyszczenia ujmowanych wód powierzchniowych związkami organicznymi, jak również określić efektywność oczyszczania wody [18]. Rozpuszczony węgiel organiczny jest głównie, choć nie tylko, reprezentowany przez polimeryczne kwasy organiczne, wchodzące w skład substancji humusowych powodujących barwę wody. Zawierają one 50+75% rozpuszczonego węgla organicznego i są główną grupą związków organicznych zawartych w wodach naturalnych. W większości wód naturalnych związki koloidalne stanowią średnio 10% RWO [18]. OWO jest sumą RWO i ZWO (węgiel organiczny nierozpuszczony wchodzący w skład zawiesin, w tym zawiesin koloidalnych). Na ZWO składają się oderwane części roślin i zwierząt, plankton, bakterie oraz organiczna warstwa zaadsorbowana na mule i ilach powodujących mętność. Wynika stąd, że istotne obniżenie wartości ZWO i RWO można osiągnąć w konwencjonalnych procesach technologicznych prowadzonych w optymalnych warunkach. Jak to przedstawiono wcześniej, istotne usuwanie zawiesin i mętności będzie prowadzić do znaczącego obniżenia wartości ZWO.

Głęboka koagulacja, prowadzona w optymalnym (kwasowym) zakresie pH, przy którym związki humusowe powodujące barwę wody występują w formie koloidalnej [23,24], prowadzi do znaczącej eliminacji RWO. Ważną rolę w usuwaniu RWO odgrywają również zjawiska sorpcji, towarzyszące prawidłowo prowadzonej koagulacji. Wskazuje to, jak sugerowano wcześniej, na niezbędność znaczącego ograniczenia dopuszczalnej mętności i barwy w nowych wymaganiach jakości wody do picia w Polsce. Badania zawartości węgla organicznego w różnych jego formach, w zależności od potrzeb, powinny zostać zalecone jako podstawowy wskaźnik do oceny efektywności prowadzonych procesów technologicznych. Powinno się tu przyjąć takie zalecenia jakie ustali Unia Europejska.

Przedmiotem zainteresowania wielu przedsiębiorstw wodociągowych jest zastosowanie dwutlenku chloru do końcowej dezynfekcji wody. Można uznać, że racjonalnie stosowany ClO_2 przynosi istotne korzyści dla jakości zdrowotnej wody, a także pewne korzyści technologiczne. W procesie tym nie powstają halometany, chlorofenole, długo i trwale utrzymuje się ochrona bakteriobójcza i bakteriostatyczna w systemach dystrybucji wody, obserwuje się korzystny wpływ ClO_2 na stan bakteriologiczny osadów sieciowych, korzystniej niż chlor oddziałuje on na formy zarodnikujące bakterii, wirusy i plankton, następuje również poprawa cech organoleptycznych wody. Nie reaguje on ze związkami amonowymi i ma korzystniejszy niż chlor efektywny zakres stosowania w odniesieniu do pH [27]. Istotną sprawą, ze względów ekonomicznych i zdrowotnych, dla jakości wody jest dawka dwutlenku chloru, która nie powinna w zasadzie przekraczać $0,5 \text{ g ClO}_2/\text{m}^3$.

W znowelizowanych w 1991 r. niemieckich przepisach o jakości wody, jako maksymalną dawkę ClO_2 do końcowej dezynfekcji wody przyjęto $0,4 \text{ g ClO}_2/\text{m}^3$ z zaleceniem, aby zawsze

minimalizować ją w jak największym stopniu [28]. W oparciu o doświadczenia eksploatacyjne stwierdzono, że dawka taka, dla dobrze przygotowanej wody do końcowej dezynfekcji przy użyciu dwutlenku chloru, jest konieczna tylko w bardzo rzadkich przypadkach. Zazwyczaj wynosi ona $0,25 \text{ g ClO}_2/\text{m}^3$. Przy tym stężeniu uzyskuje się w pełni zadowalające efekty bakteriologiczne [25]. W tych warunkach koszty stosowania dwutlenku chloru przekraczają koszty stosowania chloru około 2+2,3-krotnie [26].

Nieależnie od rachunku kosztów, o celowości stosowania dwutlenku chloru powinny rozstrzygać ewidentne korzyści technologiczne i korzyści odnoszone do jakości zdrowotnej wody. Pozostałe dopuszczalne stężenia dwutlenku chloru po procesie dezynfekcji są normowane na różnym poziomie przez poszczególne kraje, np. w Szwajcarii na poziomie $0,15 \text{ g ClO}_2/\text{m}^3$, w Belgii – $0,25 \text{ g ClO}_2/\text{m}^3$, a w Niemczech – $0,2 \text{ g ClO}_2/\text{m}^3$ [25].

Produktami hydrolizy i reakcji dwutlenku chloru z substancjami zawartymi w wodzie są związki tlenochlorowe – chloryny i chlorany. Jony chlorynowe i chloranowe uważa się za mogące powodować potencjalne zagrożenie zdrowotne. CIRC [3] sklasyfikował chloryny w trzeciej grupie ryzyka zachorowalności na raka. Grupa ta obejmuje substancje, które nie mogą być klasyfikowane co do ich rakotwórczości dla człowieka. Wytyczne WHO z innych względów zdrowotnych określają dopuszczalną zawartość chlorynów w wodzie na poziomie $0,2 \text{ g/m}^3$ i stężenie to uznają za wartość tymczasową (P). Dla chloranów nie podano stosownej wartości uznając, że dane dla określenia ich dopuszczalnego stężenia ze względów zdrowotnych są niewystarczające. Uważa się, że śmiertelna dawka dla człowieka wynosi około 230 mg/d na kilogram wagi ciała. Zaleca się jednak, aby ich zawartość w wodzie pitnej zmniejszać do minimum, ale w żadnym przypadku nie kosztem skutecznej dezynfekcji wody. Również nie podano żadnej konkretnej wartości dla dwutlenku chloru zważywszy, że rozkłada się on z łatwością i że wartość dopuszczalna dla chlorynów zapewnia wystarczającą ochronę przed ryzykiem toksyczności tego związku. Obecne zalecenia Unii Europejskiej nie odnoszą się w ogóle do omawianych kwestii. Można sądzić, że w ramach przygotowywanej aktualizacji zostaną one uwzględnione. Ustalono w tej zmianie wymagania powinny być przyjęte jako obowiązujące w Polsce w ramach przygotowywanej zmiany wymagań dla jakości wody pitnej.

Uwzględniając istotne efekty dla jakości zdrowotnej wody oraz korzyści technologiczne wynikające ze stosowania dwutlenku chloru należy stwierdzić, że proponowane uregulowania zawarte w trzeciej wersji projektu rozporządzenia są nie do przyjęcia. Oznaczają one, że proces ten nie mógłby być na razie stosowany w Polsce. Możliwość taka mogłaby się pojawić dopiero po istotnej poprawie jakości wód poddawanych dezynfekcji, tj. wtedy, kiedy dawki dwutlenku chloru będzie można znacząco obniżyć.

Agencja Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (USEPA) normuje sumaryczną zawartość poszczególnych form redukcji i utleniania dwutlenku chloru i ogranicza sumaryczną zawartość tlenopochodnych chloru (ClO_2 , ClO_2^- i ClO_3^-) do wartości 1 g/m^3 [25]. W Polsce powinno się dopuścić, przynajmniej do czasu uregulowania tego problemu przez nowe zalecenia Unii Europejskiej, wartości zalecane przez USEPA.

Badania jakości wody do picia

Problemy związane z punktami monitorowania jakości wody poruszono już wcześniej proponując, aby znajdowały się one w odpowiednich punktach sieci wodociągowej. W odniesieniu do zakresu badań, ich częstotliwości, a w określonych przypadkach

również dopuszczalnych stężeń substancji związanych ze stanem zdrowotnym wody, proponuje się, aby były one ustalane lokalnie przez właściwe terenowo jednostki nadzoru sanitarnego. Powinno to następować stosownie do zagrożeń związanych ze źródłem wody, sprawności stosowanych procesów technologicznych oczyszczania wody oraz zagrożeń zdrowotnych pochodzących z innych elementów środowiska. Ustalenia takie powinny się znaleźć w części ogólnej projektu rozporządzenia w sprawie jakości wody. Uczestnicy forum dyskusyjnego [10] zwracali uwagę na bardzo istotny problem, jakim jest metodyka badań jakości wody.

Wszystkie laboratoria kontrolujące jakość wody powinny stosować ujednolicone metody, co jest podstawowym warunkiem porównywalności ich wyników. Należałoby przyjąć zasadę, aby – podobnie jak to uczyniła Unia Europejska – wzorcowe metody analizy stały się integralnym załącznikiem do rozporządzenia w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda do picia. W przypadku przyjęcia propozycji, aby bazą do tworzenia wymagań dla jakości wody w Polsce były znowelizowane zalecenia Unii Europejskiej, należałoby przyjąć proponowane w tym dokumencie metody analityczne.

Bardzo istotnym problemem jest także sprawa organizacji badań, a w szczególności w odniesieniu do analizy mikroczyszczeń. Są to prawie wyłącznie badania instrumentalne, do których wykonania niezbędna jest bardzo kosztowna aparatura. Same badania są również kosztowne. Duże przedsiębiorstwa wodociągowe mogą sobie obecnie pozwolić na zakup potrzebnego wyposażenia, takiego jak chromatografy, spektrofotometry, czy analizatory węgla organicznego i inne. Co jednak mają zrobić w tej sytuacji jednostki średnie i małe? Nie stać ich często ani na zakup aparatury ani na kosztowne badania. Warto również zwrócić uwagę, że będąca na wyposażeniu dużych przedsiębiorstw wodociągowych aparatura nie jest dostatecznie efektywnie wykorzystywana. Nie amortyzuje się ona dostatecznie szybko i ulega technicznemu starzeniu, a postęp w tej dziedzinie jest szybki. Problem ten powinien być rozwiązany przez odpowiednie działania organizacyjne. Można zaproponować np. udział przedsiębiorstw wodociągowych w zakupie aparatury dla odpowiednich jednostek naukowo-badawczych, organów nadzoru sanitarnego, czy też dużych przedsiębiorstw wodociągowych. Jednostki te mogłyby prowadzić odpowiednie badania, a ich koszt mógłby być istotnie niższy. Problemem tym powinna się zainteresować Izba Gospodarcza Wodociągi Polskie.

Oznaczanie niektórych substancji w stężeniach podanych w załącznikach do projektu zmian rozporządzenia może okazać się niemożliwe, bowiem ich dopuszczalne stężenia leżą poniżej progu dostępnych metod analitycznych. Należą do nich np. niektóre substancje czynne pestycydów, bromiany czy akrylamid, którego dolny próg oznaczalności wynosi 5.000 ng/dm^3 . Jednakże nds akrylamidu w projekcie rozporządzenia, jak również w wytycznych WHO, przyjęto na poziomie 500 ng/dm^3 . Oznacza to, że dopuszczalna zawartość tego związku w wodzie pitnej może być obecnie regulowana tylko dopuszczalną dawką polimeru, przy znajomości zawartości wolnego monomeru w produkcie handlowym. Dla dopuszczonych przez PZH dawek poliektrolitów na bazie akrylamidu osiągnięcie jego stężenia w wodzie pitnej wyższego niż 100 ng/dm^3 jest praktycznie niemożliwe.

W cytowanym już wielokrotnie forum dyskusyjnym [10] zwrócono także uwagę na celowość, a nawet konieczność wdrożenia metod biologicznych do praktyki kontroli jakości zdrowotnej wody. Obejmują one sumowanie się negatywnego wpływu różnych substancji pochodzenia naturalnego i substancji powstają-

cych w procesach oczyszczania. Metody te pozwalają na stwierdzenie szkodliwego działania biologicznego wszystkich zawartych w wodzie substancji. W zależności od przyjętej metody można więc wykrywać działanie toksyczne, rakotwórcze lub mutagenne, a nawet teratogenne, przy użyciu organizmów testowych, które są poddawane bezpośredniemu działaniu zanieczyszczeń. Do badań wody powinny być brane pod uwagę dwie grupy testów: letalne, polegające na wykorzystaniu czasu kontaktu z badaną wodą oraz testy mutagenyzy bakteryjnej. W pierwszych jako organizmy testowe stosuje się zazwyczaj odpowiednie gatunki ryb lub niższe organizmy, np. *Daphnia magna*.

Testy mutagenyzy bakteryjnej mają wiele odmian, ale najczęściej stosowany jest test Ames, który opiera się na użyciu genetycznie skonstruowanych szczepów bakteryjnych *Salmonella typhimurium* [30]. Spodziewana niezawodność oznaczenia Ames została przetestowana eksperymentalnie i 85% znanych substancji rakotwórczych dało odpowiedź pozytywną. Wśród związków uznanych za kokancerogeny odpowiedź pozytywną dało mniej niż 10% związków. Najnowsze badania wykazały, że wartość diagnostyczna testu ze szczepem *Salmonella* w dużej mierze zależy od chemicznego charakteru testowanych związków. Dotychczas tylko 40% chlorowanych kancerogenów zidentyfikowano jako mutageny, podczas gdy odpowiednio 75 i 100% rakotwórczych amin i nitro- związków według testu okazało się mutagenami. Również 29% związków nie będących mutagenami dało w teście wynik pozytywny [30]. Inne oznaczenie bakteryjne związane jest ze szczepem *Escherichia coli*, w którym brak jest mechanizmu naprawczego DNA. Związki mutagenne powodujące uszkodzenie DNA w tym teście są bardziej toksyczne w stosunku do genetycznie zmienionej kultury bakteryjnej niż do kultury macierzystej [30]. Pozytywny wynik testu biologicznego wskazuje, lecz nie koniecznie stanowi dowód, że określony czynnik będzie oddziaływał rakotwórczo na człowieka.

Powyższe informacje w odniesieniu do testów mutagenyzy bakteryjnej wykazują, że bezpośrednie przeniesienie stwierdzanych pojedynczo stężeń substancji toksycznych w wodzie i próby ich obniżania nie zawsze muszą prowadzić do ujemnego wyniku testu. Generalnie należy więc znacząco obniżyć stężenia wszystkich substancji posądzanych o niekorzystny wpływ na zdrowie. Test Ames był sporadycznie wykonywany dla wody pitnej we Wrocławiu. Dał on pozytywne wyniki, a w szczególności po końcowej dezynfekcji chlorem [31] i dwutlenkiem chloru. W roku 1993 MPWiK we Wrocławiu wystąpiło do PZH z wnioskiem o wdrożenie do praktyki kontroli jakości zdrowotnej wody testu Ames. Odpowiedzią była zachęta do stosowania tego typu badań oraz informacja, że PZH prowadzi prace zmierzające do wprowadzenia w przyszłości tego ważnego wskaźnika do kontroli jakości wody. Ze względu na skomplikowany, długotrwały i kosztowny charakter badań biologicznych jakości zdrowotnej wody trudno sądzić, że staną się one praktyką dnia codziennego. Należy jednak uznać, że powinny być one okresowo wykonywane.

Coraz bardziej skomplikowany i kosztowny charakter badań jakości wody wskazuje na potrzebę wypracowania prostych metod, w szczególności do kontroli operacyjnej stosowanych procesów technologicznych. W krajach zachodnich powrócono np. do określania krótko- i długoterminowego zapotrzebowania wody na chlor. Do oceny przemian węgla organicznego do formy biodegradowalnej w ozonowaniu poprzedzającym biosorpcję wprowadzono oznaczanie BZT. Wypracowano również stosunkowo prostą metodykę oznaczania węgla asymilowalnego. Niezbędne jest dalsze poszerzenie i upowszechnianie podobnych prostych metod.

Podsumowanie

Podstawowym dokumentem służącym do tworzenia narodowych przepisów o jakości wody pitnej powinny być wytyczne WHO, które zostały znówelizowane w roku 1994. Zalecane wartości poszczególnych wskaźników jakości wody nie stanowią zakresów imperatywnych. Na normy, które przyjmuje dany kraj, mają wpływ głównie priorytety narodowe, a w szczególności ekonomiczne. Wytyczne WHO zawierają jednak zachętę do obniżania stężeń różnych substancji zawartych w wodzie. Ustalono przez WHO stężenia wskaźników jakości wody nie powodują żadnego ryzyka zdrowotnego dla człowieka spożywającego taką wodę przez całe życie. Przekroczenie określonych wartości przez krótki czas nie oznacza, że woda jest nieodpowiednia do spożycia. Zwrócono także uwagę na szczególne znaczenie składu mikrobiologicznego wody oraz na rolę wskaźników komfortu. Po raz pierwszy wszystkie wartości dopuszczalnych stężeń oparto na tolerowanej dawce dziennej nie dającej niepożądanego skutku. Ustalono ją dla wszystkich elementów środowiska i następnie przypisano do nich odpowiednie wartości.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że poza środkami dezynfekcyjnymi, produktami ich rozpadu oraz produktami utleniania związków organicznych, udział jakości wody w tolerowanej dawce dziennej nie przekracza 10%. Uważa się, że woda pitna z punktu widzenia zdrowotnego, w porównaniu z innymi, takimi jak żywność i powietrze, stanowi wtórne źródło narażenia zdrowotnego. Wobec trwającej ciągle krytyki jakości zdrowotnej wody konieczne jest wskazanie autorytetu, którego ustalenia w tej kwestii powinny być powszechnie akceptowane. Autorytetem tym jest bez wątpienia WHO. Skład wody do picia o jakości zdrowotnej odpowiadającej co najmniej wytycznym WHO, nie powinien być kwestionowany.

Zalecenia Unii Europejskiej, zgodnie z zachętą WHO, obniżają często znacznie stężenia szeregu substancji odnoszących się do cech zdrowotnych wody i wskaźników komfortu. Wynika to zapewne z uwarunkowań kulturowych, społecznych, a w szczególności ze stanu techniki i kondycji ekonomicznej poszczególnych krajów. Unia Europejska przygotowuje modyfikację zaleceń w celu dostosowania się do nowych wytycznych WHO. Zamierza zrezygnować z wartości zalecanych (GL) i ustalić jedynie naukowo uzasadnione wartości maksymalnie dopuszczalne (MAC). Zamierza również wprowadzić grupę wskaźników eksploatacyjnych, które nie mają bezpośredniego znaczenia dla zdrowia, ale mogą być wykorzystane do kontroli procesów technologicznych i systemów dystrybucji wody. W ich zakresie mają się znaleźć m.in. utlenialność, OWO, pH, agresywność i chlor pozostały.

Projekt rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, w swej ostatniej – trzeciej – wersji zawiera szereg uchybień i braków, w szczególności w części ogólnej – formalnoprawnej. W ramach tych uregulowań powinno nastąpić m.in. precyzyjniejsze określenie tego, co rozumie się pod pojęciem wody do picia, określenie punktów monitorowania jakości wody oraz sprecyzowanie etapów wprowadzania w życie wymagań rozporządzenia z uwzględnieniem niezbędnego czasu na dostosowanie się do nich przedsięwzięciom wodociągowym.

W tej części projektu rozporządzenia powinna być uwzględniona możliwość wprowadzania przez właściwe terenowo jednostki nadzoru sanitarnego dodatkowych wskaźników, nie objętych rozporządzeniem, w przypadkach występujących lokalnie zagrożeń zdrowotnych. Jednostki te powinny być również upoważnione do zmniejszania ze względów zdrowotnych dopu-

szczalnych wartości nds dla wody do picia, w przypadkach zwiększonych zagrożeń pochodzących z innych elementów środowiska.

Należy znacząco obniżyć dopuszczalną mętność i barwę wody, gdyż wskaźniki te przestały pełnić rolę wyłącznie parametrów organoleptycznych, związanych z komfortem. Ich znaczenie jest znacznie szersze. Istotne obniżenie ich wartości w konwencjonalnych procesach oczyszczania wody powinno poprzedzać i stanowić bazę dla wdrażania drogiej i skomplikowanych procesów eliminacji mikrozanieczyszczeń. Stan ten, ze względów ekonomicznych powinien zostać wymuszony prawnie.

Istotnym problemem eksploatacyjnym są zjawiska wtórnego zanieczyszczenia wody w sieci. To one rozstrzygają głównie o negatywnej ocenie jakości wody, w tym również jej cech zdrowotnych. Wywoływane są one nie tylko przez zmiany przepływu powodujące wymywanie osadów, ale również przez skład chemiczny wody oraz skład chemiczny i biologiczny osadów. Dla eliminacji tych zjawisk niezbędne jest ograniczenie zawartości wolnego chloru, agresywnego dwutlenku węgla, zawartości amoniaku i węgla organicznego. Ograniczenie stężenia wolnego chloru nie może jednak powodować zagrożenia mikrobiologicznego. Eliminacja agresywnego dwutlenku węgla powinna nastąpić w procesie stabilizacji wody. Zalecenia takie powinny zawierać nowe wymagania dotyczące jakości wody.

Dopuszczalne stężenie amoniaku należy ograniczyć do możliwie niskiego poziomu. Proponuje się, aby obecnie, przed szerszym wdrożeniem procesu biosorpcji, ustalić jego dopuszczalne stężenie na poziomie nie wyższym niż $0,4 \text{ gN/m}^3$. Istotne ograniczenie różnych form węgla organicznego, podobnie jak w przypadku amoniaku, będzie możliwe również dopiero po wdrożeniu na szerszą skalę procesu biosorpcji. Zalecenie badania zawartości węgla organicznego, jako wskaźnika operacyjnego do oceny efektywności prowadzonych procesów technologicznych, powinno być zawarte w nowych wymaganiach dla jakości wody w Polsce. Można tu postąpić podobnie, jak w znówelizowanych zaleceniach Unii Europejskiej.

Wdrożenie dwutlenku chloru dokońcowej dezynfekcji wody przynosi istotne korzyści dla jej jakości zdrowotnej oraz pewne korzyści technologiczne. Przy niskich dawkach jest to proces około 2-2,3-krotnie droższy w porównaniu z chlorem. Ponieważ dawka ClO_2 zależy od stopnia przygotowania wody do tego procesu, więc odpowiedni stan będzie mógł być osiągnięty w Polsce dopiero w przyszłości. Produktami hydrolizy i reakcji ClO_2 z substancjami zawartymi w wodzie są związki tlenochlorowe – chloryny i chlorany, posądzane o szkodliwy wpływ na zdrowie. Proponowane dopuszczalne stężenia chlorynów i chloranów w trzeciej wersji projektu oznaczają, że proces ten nie mógłby być na razie stosowany w Polsce. Możliwość taka mogłaby się pojawić dopiero po istotnej poprawie jakości wód poddawanych dezynfekcji przy użyciu ClO_2 , tj. wtedy, kiedy jego dawki będzie można znacząco obniżyć. USEPA normuje sumaryczną zawartość tlenopochodnych chloru (ClO_2 , ClO_2^- i ClO_3^-) na poziomie 1 g/m^3 . Stan taki przynajmniej czasowo powinno się dopuścić w Polsce w ramach przygotowywanej nowelizacji przepisów.

W odniesieniu do badań jakości wody do picia proponuje się, aby integralną częścią rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w postaci załącznika były, podobnie jak w zaleceniach Unii Europejskiej, wzorcowe metody analizy. Zakres badań, ich częstotliwość, a w określonych przypadkach również dopuszczalne stężenia substancji związanych ze stanem zdrowotnym wody, powinny być ustalane lokalnie przez właściwe terenowo jednostki nadzoru sanitarnego, stosownie do występujących zagrożeń. Za-

lecenia takie powinny się znaleźć w części ogólnej – formalno-prawnej rozporządzenia.

Istotnym problemem jest także sprawa organizacji badań, a w szczególności analizy mikrozanieczyszczeń, ze względu na ich koszt. Wskazane jest wdrożenie metod biologicznych do praktyki kontroli jakości zdrowotnej wody. W ich zakresie powinny być brane pod uwagę testy letalne oraz testy mutagenezy bakteryjnej, np. test Ames. Ze względu na skomplikowany, długotrwały i kosztowny charakter tych badań trudno sądzić, że staną się one praktyką dnia codziennego. Należy jednak uznać, że powinny być one okresowo wykonywane.

Ważnym problemem jest informowanie konsumentów wody o jej jakości zdrowotnej oraz na tym tle o zagrożeniach pochodzących z innych elementów środowiska, głównie ze strony żywności. Informacja taka powinna pochodzić od uznanych autorytetów naukowych z różnych dziedzin. Może to zmniejszyć często bezzasadną krytykę jakości zdrowotnej wody.

Omawiany projekt wymaga dalszych zmian i uzupełnień. W jego zakresie powinno się rozważyć możliwość okresowo kroczącej zmiany dopuszczalnych stężeń, aż do stanu jak ustala znawcy zalecenia Unii Europejskiej. Można sądzić, że jest dostatecznie dużo czasu dla takiego toku postępowania.

LITERATURA

1. S.K. WIĄCKOWSKI: Próba ekologicznej oceny żywienia, żywności i składników pokarmowych. PWN, Warszawa 1995.
2. J. DOJLIDO: Polskie i światowe normy jakości wody do picia. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1993, nr 4, ss. 83-90.
3. Directives de qualite pour l'eau de bisson. Volume 1, Recommandations. Deuxieme edition. Organisation Mondiale de la Sante. Genève 1994.
4. Council Directive of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption (80/778/EEC). Official Journal European Communities, 1980, No. L 229, pp. 11-29.
5. Drinking Water Directive 80/778/EEC. Proposals for Modification. EUREAU, 1991.
6. Updated comments EUREAU on the revision of the drinking water directive 80/778/EEC. EUREAU, 1993.
7. The Revision of the Drinking Water Directive 80/778/EEC. EUREAU, Madrid 1993. Aqua, 1993, Vol. 42, No.3, p. 191. Short report.
8. M. ROMAN: Dyrektywa Wspólnot Rady Europejskiej z dnia 15 lipca 1980 r. dotycząca jakości wody przeznaczonej do konsumpcji przez ludzi (80/778/EEC). Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1993, nr 4, ss. 94-101.
9. M. ROMAN: Propozycje modyfikacji Dyrektywy Rady Wspólnot Europejskich dotyczące jakości wody do picia, opracowane przez EUREAU. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1993, nr 4, ss. 102-103.
10. Jakość wody do picia: forum dyskusyjne. Ochrona Środowiska, 1994, nr 3-4(54-55), ss. 3-12.
11. A. BIBROWICZ: Rakotwórcze węglowodory aromatyczne. WSSE we Wrocławiu (praca nie publikowana).
12. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze oraz warunków zaopatrzenia ludności w wodę. Projekt – wersja 3, maszynopis. PZH, Warszawa, styczeń 1995.
13. Projekt ustawy Prawo Wodne z dnia 17 lipca 1994 r. aprobowany przez Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa.
14. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5-11-1991 w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód oraz ziemi. Dz.U. nr 116, poz. 503.
15. A.L. KOWAL: Oczyszczanie wody: chemiczne czy biologiczne. Ochrona Środowiska, 1991, nr 1(42), ss. 3-6.
16. Z. ŁEPKOWSKI: Trudności w uzdatnianiu nadmiernie zanieczyszczonych wód powierzchniowych. Ochrona Środowiska, 1993, nr 4(51), ss. 7-8.
17. M. ŚWIDERSKA-BRÓŹ: Badania i ocena składu osadów z sieci wodociągowej m. Wrocławia. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środow. PWr., nr SPR-31, Wrocław 1994.
18. D. BARAŃKIEWICZ, J. SIEPAK: Ogólny węgiel organiczny (OWO) jako wskaźnik ogólnej zawartości związków organicznych w wodach naturalnych. Oznaczanie węgla organicznego w wodzie i ściekach. Mat. Komisji Analizy Wody Komitetu Chemii Analitycznej PAN. Warszawa 1994.
19. J. WĄSOWSKI: Nowe osiągnięcia w technologii ozonowania wody. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1992, nr 10, ss. 242-245.
20. Biological purification of drinking water. The PICABIOL PROCESS. Mat. inf. firmy PICA, Francja.
21. A.L. KOWAL: O adsorpcji. Ochrona Środowiska, 1987, nr 2-3(32-33), ss. 5-7.
22. M. ŚWIDERSKA-BRÓŹ: Zjawiska sorpcji w wodach naturalnych oraz w procesach oczyszczania wód. Ochrona Środowiska, 1987, nr 2-3(32-33), ss. 9-14.
23. M. ŚWIDERSKA-BRÓŹ: Wpływ pH na usuwanie kwasów humusowych z wody. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1984, nr 10, ss. 152-157.
24. M. ŚWIDERSKA-BRÓŹ: Interakcja kwasów humusowych z kationami koagulantów oraz wybranymi metalami ciężkimi. Prace Naukowe Inst. Inż. Ochr. Środow. PWr., nr 54, Seria Monografie nr 23, Wrocław 1985.
25. W.J. MASSCHELEIN: Unit Processes in Drinking Water Treatment. Environmental Science and Pollution Control Series, Marcel Dekker, Inc., New York-Basel-Hongkong, 1992.
26. L. ZIĘBA: Dwutlenek chloru. Własności, wytwarzanie, warunki i możliwości zastosowania we Wrocławiu do końcowej dezynfekcji wody. MPWiK we Wrocławiu, 1994 (praca nie publikowana).
27. W. REINEKE: Dwutlenek chloru jako alternatywa dla chloru. Mat. inf. firmy ProMinent Dosierttechnik GmbH, Heidelberg, RFN.
28. Zastosowanie ClO₂ w procesach uzdatniania wody. Wytwarzanie, dozowanie i analiza. Mat. inf. firmy Wallace & Tiernan, Anglia.
29. T. KOWALSKI: Proces utleniania w technologii wody. Ochrona Środowiska, 1993, nr 3(50), ss. 33-36.
30. S.F. ZAKRZEWSKI: Podstawy toksykologii środowiska. PWN, Warszawa 1994.
31. B. KOŁWZAN, T. TRACZEWSKA, M. PAWLACZYK-SZIPIŁOWA: Występowanie zanieczyszczeń o potencjalnych właściwościach mutagennych i rakotwórczych w wodzie rzeki Oławy oraz w wodzie przeznaczonej do picia. Mat. sesji nauk. „Ochrona zlewni Oławy i Nysy Kłodzkiej”, Wrocław 1992.
32. Jakość wody do picia: forum dyskusyjne – ciąg dalszy. Ochrona Środowiska, 1995, nr 1(56), ss. 3-4.

On the Quality of Drinking Water in Poland

Polish sanitary regulations and drinking water quality standards are compared to those of the EC countries, WHO and USEPA. Special consideration is focused on potential health implications due to low-quality drinking water, low-quality food or polluted air. Taking into account any hazards resulting from low-quality water consumption, a number of criteria for the

assessment of drinking water quality are discussed. A detailed comparative analysis of relevant instructions issued by WHO, European Community and Polish Ministry of Health and Social Welfare shows that Polish sanitary regulations pertaining to drinking water quality need to be amended. In this context, detailed recommendations and criteria have been formulated.