

Bogna Wichrowska
Izabela Fengler
Dorota Maziarka
Janusz Świątczak

DEZYNFEKCJA WODY PRZEZNACZONEJ DO SPOŻYCIA W WARUNKACH KLĘSKI ŻYWIOŁOWEJ

DRINKING WATER DISINFECTION IN EMERGENCIES AND DISASTERS

Streszczenie

Brak dostępu do bezpiecznej dla zdrowia wody pitnej, będący następstwem klęski żywiołowej, może w konsekwencji zwiększyć liczbę ofiar, przede wszystkim na skutek wodozależnych chorób zakaźnych. Właściwie prowadzona dezynfekcja wody przeznaczonej do spożycia, umożliwiająca zaopatrzenie ludności w wodę o odpowiedniej jakości mikrobiologicznej, w znacznym stopniu przyczynia się do zmniejszenia ryzyka epidemii. W pracy przedstawiono podstawowe zasady dezynfekcji wody przeznaczonej do spożycia w wymienionych wyżej sytuacjach.

Summary

Safe drinking-water supply in emergencies can prevent waterborne diseases and substantially reduce the health impact of disasters. Methods used for water disinfection are presented, with consideration of household-level water treatment.

Słowa kluczowe/Key words

woda przeznaczona do spożycia ▶ dezynfekcja wody
drinking-water ▶ water disinfection

Zapewnienie mieszkańcom obszaru dotkniętego klęską żywiołową bezpiecznej dla zdrowia wody ma podstawowe znaczenie dla ograniczenia następstw zdrowotnych katastrofy. Głównym zagrożeniem, wynikającym z braku lub niedostatecznego zaopatrzenia w wodę odpowiedniej jakości, jest ryzyko epidemii chorób zakaźnych, w wyniku których śmierć może ponieść więcej osób niż na skutek innych następstw klęski [1]. Wodozależne choroby zakaźne mogą się szerzyć z powodu spożywania oraz stosowania do mycia wody zanieczyszczonej mikroorganizmami chorobotwórczymi. Mogą być one również następstwem braku wystarczającej ilości wody do przygotowywania posiłków oraz do celów sanitarno-higienicznych, jak mycie rąk, toaleta, odprowadzanie ścieków. Skażenie ujęć wody jest zwykle spowodowane przez patogenne drobnoustroje, które dostały się ze ścieków komunalno-bytowych w następstwie uszkodzenia i wycieku z instalacji kanalizacyjnych i osadników ściekowych oraz z powodu braku możliwości odprowadzania ścieków. Do skażenia wody może dochodzić również podczas jej transportu i przechowywania w naczyniach i zbiornikach nie przystosowanych do tego celu i nie mających niezbędnych zabezpieczeń [1, 2]. Najczęściej występującymi w tych warunkach infekcjami są biegunki o etiologii bakteryjnej, dur brzuszny, cholera, czerwonka, wirusowe zapalenie wątroby typu A. Wszystkie charakteryzują się wysoką śmiertelnością, zwłaszcza wśród dzieci, osób starszych oraz z upośledzoną odpornością i niedożywieniem. Podstawowe znaczenie w uzdatnianiu wody przeznaczonej do spożycia w warunkach klęski żywiołowej ma

dezynfekcja wody, zapobiegająca szerzeniu się epidemii chorób zakaźnych.

Zawartość w wodzie szkodliwych dla zdrowia substancji chemicznych w stężeniach większych niż dopuszczalne nie jest tak istotna, ponieważ powodują one niekorzystne skutki zdrowotne dopiero po dłuższej – wielomiesięcznej lub wieloletniej – ekspozycji [1, 2]. Nie dotyczy to niemowląt, zwłaszcza noworodków, u których spożywanie wody zawierającej azotany może prowadzić do rozwoju zagrażającej śmiercią methemoglobinemii. Wyjątek stanowią ponadto katastrofy chemiczne lub nuklearne, podczas których do wód mogą się dostawać znaczne ilości toksycznych lub radioaktywnych substancji, powodujących ostre zatrucia i zagrażających życiu osób spożywających skażoną wodę (awarie techniczne, trzęsienia ziemi).

Warunki, którym powinna odpowiadać woda przeznaczona do spożycia w sytuacji klęsk żywiołowych, nie muszą być nadmiernie restrykcyjne. Powoduje to bowiem ograniczanie dostępności wody (mniejsze ilości mogą być uzdatnione) i zmniejszenie jej ilości przeznaczonej na cele higieniczno-sanitarne, co w efekcie zwiększa zagrożenie chorobami zakaźnymi. Zgodnie z oceną ekspertów Światowej Organizacji Zdrowia, przeciętne dobowe zapotrzebowanie na wodę przeznaczoną do picia i przygotowywania posiłków wynosi 3–5 l na osobę [2]. Uwzględniając wodę przeznaczoną zarówno do spożycia, jak i do celów sanitarno-higienicznych, należy przyjąć, że wynosi ono:

▶ 15–20 l dziennie na osobę w populacji ogólnej – ilość ta wzrasta do 20–40 l, jeśli woda jest po-

mgr

Bogna Wichrowska

Departament Higieny Środowiska, Główny Inspektorat Sanitarny

dyrektor: dr med.

Izabela Fengler

lek. med.

Dorota Maziarka

Zakład Higieny Komunalnej, Państwowy Zakład Higieny
kierownik zakładu:

dr Janusz Świątczak

nadto przeznaczona do zapewnienia funkcjonowania kanalizacji;

- ▶ 20–30 l na osobę w ośrodkach zbiorowego żywienia;
- ▶ 40–60 l na osobę w szpitalach polowych i ośrodkach udzielania pierwszej pomocy.

Podczas klęski żywiołowej należy dążyć do jak najszybszego zapewnienia dostaw wody na poziomie 15 l na osobę dziennie. Może to być jednak trudne do zrealizowania w okresie następującym bezpośrednio po katastrofie i dopuszczalne jest wtedy przyjęcie normy 7 l na osobę dziennie. Jeśli taki stan się przedłuża, wzrasta wówczas zagrożenie epidemią [2]. Dezynfekcji wymaga nie tylko woda przeznaczona do spożycia, ale także do mycia owoców i warzyw, przygotowywania posiłków i napojów oraz do higieny osobistej, w szczególności mycia zębów.

Dezynfekcja wody nie może być traktowana jako jedyny środek zabezpieczający ludność przed epidemią. W okresie normalnej, pokojowej egzystencji należy przygotować system awaryjnego zaopatrzenia ludności w wodę na wypadek klęsk żywiołowych, a także stanów wyjątkowych i aktów terrorystycznych. System ten powinien obejmować wytypowanie i zabezpieczenie ujęć wody, które będą służyły jako źródła zaopatrzenia, a także wyłonienie sztabu zarządzania, mającego zapewnić przynajmniej minimalne ilości wody, niezbędnej do przeżycia dla ludzi i zwierząt na obszarze objętym klęską żywiołową. Jakość wody podczas transportu i przechowywania nie może ulegać pogorszeniu. W każdym wypadku dostarczana woda musi być dezynfekowana. Szkodliwe działanie środków dezynfekcyjnych lub produktów powstających w czasie dezynfekcji jest w tego typu zaopatrzeniu w wodę pomijane, gdyż priorytet stanowi efektywność biobójcza preparatu. Odnosi się to również do wartości dopuszczalnych stężeń dezynfektantów, które mogą być znacznie przekroczone.

Dokonując wyboru źródła zaopatrzenia w wodę, należy preferować te ujęcia, z których woda nie musi być uzdatniana lub wymaga uzdatnienia w bardzo ograniczonym zakresie. Najbardziej korzystne są pod tym względem wody głębinowe i podziemne, pod warunkiem że są chronione przed np. zalaniem podczas powodzi. Wody powierzchniowe zarówno stojące, jak i płynące powinny być traktowane zawsze jak wody o znacznym stopniu skażenia [2]. Należy unikać zwłaszcza takich wód, na których powierzchni są widoczne zanieczyszczenia, oraz wód mających ciemną barwę i nieprzyjemny zapach. W miarę możliwości do zaopatrzenia w wodę należy wykorzystywać ujęcia istniejące w zakładach przemysłu spożywczego, głównie mleczarniach, zakładach opieki zdrowotnej, a nawet przy dużych kompleksach basenowych, pod warunkiem że nie uległy one skażeniu. Trzeba zwracać uwagę, aby wybrane ujęcie wody było wystarczająco

z zasobne, gdyż to pozwoli uniknąć niepożądanych ograniczeń w dostawach wody [2].

Sposób przeprowadzania dezynfekcji wody przeznaczonej do spożycia zależy od:

- ▶ rodzaju ujmowanej wody (wody powierzchniowe, podziemne) i stopnia jej skażenia;
- ▶ ilości wody wymagającej uzdatnienia, potrzebnej do zaopatrzenia ludności (na potrzeby indywidualne, małej grupy lub dużych skupisk ludności, np. miasta lub dzielnicy).

Dezynfekcja na potrzeby indywidualne

Dezynfekcja wody na potrzeby indywidualne może być konieczna w razie braku dostępu do wody uzdatnianej na potrzeby zbiorowego zaopatrzenia ludności lub wody butelkowanej. Dotyczy ona przygotowania niewielkich objętości wody szybko i najprostszymi sposobami.

1. Gotowanie wody i ochłodzenie jej przed spożyciem.

Gotowanie wody przez minutę powoduje zniszczenie większości obecnych w wodzie drobnoustrojów. Jest to najprostsza metoda dezynfekcji, która jednak może mieć ograniczone zastosowanie z uwagi na awarie instalacji gazowej i elektrycznej lub brak dostępu do opału, sytuacji często występujące podczas klęski żywiołowej [1, 2].

Można wykorzystywać także wodę deszczową, stanowiącą cenne sezonowe uzupełnienie zaopatrzenia w wodę z innych źródeł [1, 2].

2. Środki uwalniające wolny chlor, produkowane w postaci tabletek.

Umożliwiają one dezynfekcję niewielkich objętości wody, co eliminuje problem nietrwałości chloru w roztworze, ponieważ woda jest poddawana dezynfekcji krótko przed wykorzystaniem i nie musi być przechowywana. Tabletki te zawierają dichloroizocyanuran sodu w ilości odpowiedniej do dezynfekcji określonej objętości wody, podanej przez producenta. Zwykle stosowana dawka wynosi 3,5 mg (2 mg wolnego chloru) na 1 l wody, jednak w sytuacji ekstremalnej i konieczności korzystania z wody o znacznym stopniu zanieczyszczenia fekalnego konieczne jest stosowanie większych dawek preparatu, zapewniających stężenie wolnego chloru 4–6 mg/l wody.

Takie preparaty są dostępne w hurtowniach środków chemicznych oraz specjalistycznych sklepach podróźniczych. Są łatwe do transportowania, przechowywania i dozowania, szybko rozpuszczają się w wodzie, tracą natomiast właściwości biobójcze w napojach. Jeśli woda poddawana dezynfekcji jest mętna, przed dodaniem tabletki należy ją przecedzić przez

**W celu uzyskania
pożądanego
stężenia wolnego
chloru
w uzdatnianej
wodzie (1–2
mg/l) stosuje się
1–2 ml 1%
roztworu na 10 l
uzdatnianej
wody.**

warstwę ligniny, waty lub czystej tkaniny. Woda nadaje się do spożycia po 30 minutach. Tabletkami do indywidualnej dezynfekcji wody można również oczyścić wodę przeznaczoną do mycia owoców i warzyw.

Są one wykorzystywane nie tylko podczas kłesk żywiołowych, ale także wszędzie tam, gdzie nie można mieć pewności co do odpowiedniej jakości mikrobiologicznej wody, na przykład przez turystów na obozach lub podczas wyjazdów do krajów tropikalnych, a także przez ekspedycje naukowe lub wojskowe. Jeśli środki te są stosowane w dawkach zalecanych przez producentów, nie wpływają na smak i zapach wody. Należy jednak podkreślić, że nie usuwają zanieczyszczeń chemicznych wody [2].

3. Preparaty zawierające sole miedzi lub srebra.

Najczęściej stosowany jest chlorek srebra, który może być jedynym składnikiem lub stanowić dodatek do innych środków utleniających, np. wody utlenionej. Sole srebra odznaczają się słabszym, a przede wszystkim powolnym działaniem biobójczym w porównaniu z wolnym chlorem. Są natomiast bardziej stabilne w roztworze wodnym i z powodu silnych właściwości adsorpcyjnych osadzają się na powierzchniach, przez co zabezpieczają zbiorniki przed wytworzeniem się biofilmu i namnażaniem glonów [2, 3].

Jeśli brak innych możliwości zaopatrzenia w wodę, można wykorzystać wodę deszczową, którą należałoby jednak dezynfekować.

Dezynfekcja wody przeznaczonej do zbiorowego zaopatrzenia

Dezynfekcja wody przeznaczonej do zbiorowego zaopatrzenia ludności jest prowadzona w warunkach standardowych różnymi metodami, uwzględniającymi – poza skutecznością – także wpływ na wskaźniki organoleptyczne wody, rodzaj i właściwości ubocznych produktów dezynfekcji, oddziaływanie na środowisko oraz koszt. W wypadku kłeski żywiołowej preferowaną metodą dezynfekcji wody, szczególnie przy zaopatrzeniu zbiorowym, jest chlorowanie [2]. Decyduje o tym:

- ▶ powszechna dostępność;
- ▶ wysoka skuteczność biobójcza;
- ▶ łatwość stosowania i dozowania (poza chlorem gazowym);
- ▶ zapewnienie długotrwałej ochrony wody przed wtórnym skażeniem podczas transportu i przechowywania przez tzw. resztkowe stężenie wolnego chloru w wodzie (stężenie wolnego chloru w wodzie po półgodzinnym kontakcie z preparatem, kiedy część wolnego chloru zostaje zużyta do dezynfekcji wody i utleniania zawartych w niej substancji). W warunkach standardowych nie po-

winno ono przekraczać 0,3 mg/l, jednak w sytuacjach awaryjnych może dochodzić nawet do 2 mg/l.

Środki do dezynfekcji wody

1. Chlor gazowy.

Jest on używany wyłącznie do dezynfekcji dużych objętości wody, przeznaczonych dla dużych grup ludności. Znaczenie tej metody w warunkach kłeski żywiołowej jest ograniczone z uwagi na konieczność stosowania złożonej aparatury, personelu przeszkolonego w jej obsłudze oraz zapewnienia bezpiecznych warunków przechowywania pojemników z chlorem.

2. Preparaty chloropochodne.

Uwalniają one wolny chlor w kontakcie z wodą, dostępne w formie płynu, proszku, granulatu lub tabletek. Mogą być stosowane zarówno do uzdatniania wody na potrzeby zbiorowego zaopatrzenia ludności, jak również do dezynfekcji wody na potrzeby indywidualne lub niewielkiej grupy ludzi. Do dezynfekcji wody przeznaczonej do spożycia są stosowane przeważnie w postaci umożliwiających precyzyjne dozowanie roztworów, które zawierają 1% wolnego chloru, co odpowiada 10 g wolnego chloru w litrze (10 000 mg/l). W celu uzyskania pożądanego stężenia wolnego chloru w uzdatnianej wodzie (1–2 mg/l) stosuje się 1–2 ml 1% roztworu na 10 l uzdatnianej wody. Umożliwia to uzyskanie po 30 minutach resztkowego stężenia chloru w wodzie 0,2–0,5 mg/l.

Roztwory chloru odznaczają się alkalicznym odczynem i korozyjnością w stosunku do metali, a ponadto silnymi właściwościami drażniącymi błony śluzowe dróg oddechowych i spojówki [2]. Zarówno same preparaty, jak i ich roztwory powinny być przechowywane w pojemnikach z ciemnego szkła lub tworzywa sztucznego, w chłodnych i dobrze wentylowanych pomieszczeniach, bez dostępu światła. Niewłaściwe warunki przechowywania mogą znacznie osłabić działanie dezynfekcyjne preparatów z powodu zmniejszenia się zawartości wolnego chloru.

Wodę poddawaną dezynfekcji po dodaniu 1% roztworu wolnego chloru należy starannie zamieszać, a następnie odstawić na 30 minut. Po tym okresie nadaje się do spożycia.

Substancje uwalniające wolny chlor w kontakcie z wodą, wykorzystywane do uzdatniania wody przeznaczonej do spożycia obejmują:

- ▶ podchloryn sodu (NaOCl) – stosowany w gospodarstwie domowym jako wybielacz, produkowany w postaci wodnego roztworu o ok. 5% stężeniu wolnego chloru. Po dopełnieniu 200 ml powyższego roztworu wodą do objętości 1000 ml uzyskuje się roztwór o 1% zawartości wolnego chloru. Do dezynfekcji większych objętości wody wygodny w stosowaniu jest koncentrat podchlo-

rynu sodu, zawierający 12,5% wolnego chloru. Produkowany jest on w opakowaniach o pojemności 2 l, 5 l i 20 l. Ze względu na nietrwałość koncentratu należy przy sporządzaniu roztworu użytkowego brać pod uwagę dotychczasowy okres jego przechowywania i stosować odpowiednio mniejsze ilości wody do jego rozcieńczenia. Chcąc uzyskać 1% roztwór wolnego chloru, z jednego litra koncentratu o stężeniu aktywnego chloru 12,5% otrzymujemy odpowiednio: w I miesiącu przechowywania – 13,2 l roztworu użytkowego; w II miesiącu przechowywania – 12,4 l roztworu użytkowego; w III miesiącu przechowywania – 11,5 l roztworu użytkowego;

- ▶ dichloroizocyanuran sodu (NaDCC) – ma postać proszku, zawierającego 60% wolnego chloru. W roztworze wodnym szybko ulega hydrolizie, uwalniając wolny chlor (kwas podchlorawy) i izocyanurany, które mają właściwości stabilizujące chlor w roztworze. Dawka 1,7 mg preparatu na 1 litr wody jest równoważna stężeniu wolnego chloru 1 mg/l, czyli przeciętnemu stężeniu wolnego chloru stosowanemu do dezynfekcji wody. Roztwór zawierający 1% wolnego chloru uzyskuje się przez rozpuszczenie 17 g preparatu w litrze wody.

Dezynfekcja studni

Częstym problemem jest konieczność dezynfekcji studni różnego typu, do których skażenia dochodzi zwłaszcza podczas powodzi. Dezynfekcję wody w studni kopanej należy rozpocząć od całkowitego wybrania wody, oczyszczenia ze szlamu i usunięcia kilkudziesięciocentymetrowej warstwy piasku z dna, które następnie należy zasypać przemytym żwirem. Trzeba także oczyścić cembrowinę, zabetonować ubytki i szpary. Po napełnieniu studni wodą do stałego poziomu należy przystąpić do dezynfekcji wody, stosując 12,5–15% roztwór podchlorynu sodu w ilości zależnej od głębokości studni i objętości wody. Dozowanie w przypadku studni o średnicy 100 cm wynosi 0,75 l koncentratu na każdy metr głębokości wody.

Odmierzoną ilość środka dezynfekcyjnego należy wymieszać w wiadrze z niewielką ilością wody, następnie dolać jej do pełna, zamieszać, po czym całą zawartość wlać do studni. Wodę w studni również należy zamieszać, posługując się tyczką lub nabierając wiadrem czerpalnym i wlewając ją z powrotem do studni. Po upływie 24 godzin trzeba wybrać lub wypompować wodę; należy to robić dopóty, dopóki wyczuwa się zapach chloru.

Można wykorzystać również dichloroizocyanuran sodu w tabletkach zawierających 1,5 g wolnego chloru (dawka 1 tabletki/m³ wody). Preparat w odmierzo-

nej dawce także trzeba rozpuścić w wodzie, wlać do studni i pozostawić na 24 godziny, po czym wodę należy wypompowywać, aż zniknie z niej zapach chloru.

Odkazanie studni wierconych i abisyńskich następuje duże trudności. Najczęściej zanieczyszczone studnie starannie się przepłukuje przez długotrwałe pompowanie wody. W wyjątkowych wypadkach studnie te odkaza się, wprowadzając roztwór dezynfekcyjny za pomocą specjalnej pompy. Przy odkazaniu wewnętrznej powierzchni pompy abisyńskiej 7 ml stężonego podchlorynu sodu należy rozpuścić w dwóch wiadrach wody i po zdjęciu kolumnki studni otrzymany roztwór wlać do rury. Następnie należy nałożyć kolumnkę i pompować aż do ukazania się wody w wylocie pompy. Roztwór dezynfekujący pozostawić w studni na 24 godziny, po czym pompować, dopóki będzie czuć zapach chloru.

Po oczyszczeniu i odkazaniu studni woda z niej powinna być zbadana przez stację sanitarno-epidemiologiczną, która stwierdzi, czy woda może być używana do spożycia i potrzeb gospodarczych. Również jeśli jest kłopot z ustaleniem zawartości czynnego chloru w posiadanym preparacie dezynfekcyjnym lub z odpowiednim jego dozowaniem podczas dezynfekcji, można się zwrócić o pomoc do miejscowej stacji sanitarno-epidemiologicznej.

Niezależnie od rodzaju stosowanego preparatu mętność wody znacznie zmniejsza skuteczność dezynfekcyjną chlorowania. Mętność wody poddawanej chlorowaniu nie powinna przekraczać 1 NTU (nephelometric turbidity unit). Większe wartości mogą być tolerowane przez krótki czas, należy jednak wówczas korygować dawkę preparatu dezynfekującego i czas jego kontaktu z wodą. Skuteczną dezynfekcję osiąga się tylko w sklarowanej wodzie. Jeśli mętność wody przekracza 20 NTU, wymaga ona wstępnego uzdatnienia przed dezynfekcją za pomocą flokulacji/koagulacji i filtracji. Jeśli problem ten dotyczy wody przeznaczonej do indywidualnego uzdatniania, przed dezynfekcją należy ją odstawić na co najmniej kilka godzin (umożliwi to osadzenie się cząstek gleby, gliny, większych zanieczyszczeń stałych), a następnie przefiltrować przez warstwę czystej tkaniny.

Skuteczność biobójcza wolnego chloru ulega również zmniejszeniu w wodach o silnie alkalicznym pH, które wymagają dłuższego kontaktu z chlorem oraz zapewnienia większego pozostałego stężenia wolnego chloru [2, 3]. Dla zapewnienia właściwej aktywności dezynfekcyjnej powinno ono wynosić odpowiednio:

- ▶ dla pH 6–8 – stężenie wolnego chloru 0,4–0,5 mg/l;
- ▶ dla pH 8–9 – stężenie wolnego chloru 0,6 mg/l.

W roztworach o pH > 9 skuteczność dezynfekcyjna chloru jest tak dalece zmniejszona, że wyklucza to celowość jego użycia [2, 3]. Pomiar pH wody podda-

wanej dezynfekcji pośrednio umożliwia więc ocenę skuteczności działania chloru.

Ocena skuteczności dezynfekcji

Do podstawowych wskaźników pozwalających na ocenę skuteczności dezynfekcji wody należy określenie liczby *Escherichia coli* w próbce wody o objętości 100 ml. Bakterie te są stałym składnikiem mikroflory kału, toteż ich obecność w wodzie wskazuje na jej zanieczyszczenie pochodzenia fekalnego. Zgodnie z zaleceniem WHO dezynfekcja wody z zastosowaniem środków chemicznych powinna zapewnić eliminację *E. coli* z wody przeznaczonej do spożycia (0/100 ml) [1, 2]. We wczesnym okresie kłęski żywiłowej cel ten może być jednak trudny do osiągnięcia, zaproponowano więc następującą interpretację powyższego wskaźnika:

- ▶ *E. coli* 0/100 ml – woda zgodna z wymaganiami;
- ▶ *E. coli* 1–10/100 ml – liczba bakterii dopuszczalna w sytuacji kłęski żywiłowej;
- ▶ *E. coli* 10–100/100 ml – woda wymaga dezynfekcji;
- ▶ *E. coli* > 100/100 ml – woda nie nadaje się do spożycia bez uzdatnienia i dezynfekcji [1, 2].

Ocena bezpieczeństwa mikrobiologicznego wody na podstawie wskaźnikowych bakterii pochodzenia kałowego ma jednak pewne ograniczenia. Niektóre wirusy i pierwotniaki (*Cryptosporidium*) mogą być

bardziej odporne na działanie dezynfektantów niż bakterie wskaźnikowe. Ponadto nawet niski poziom kontaminacji wody bakteriami *E. coli*, wykazany w analizie mikrobiologicznej, może wskazywać na znaczne zagrożenie epidemiologiczne. Ważnymi wskaźnikami laboratoryjnymi, dostarczającymi informacji o skuteczności dezynfekcji wody jest ponadto oznaczenie mętności i odczynu wody, a w wodzie po dezynfekcji – stężenia pozostałego wolnego chloru. Należy również śledzić wskaźniki zapadalności na wodozależne choroby zakaźne.

Niezależnie od przyczyny katastrofy, należy dążyć do jak najszybszego zaopatrzenia ludności w odpowiednią ilość wody spełniającej normy przewidziane dla wody przeznaczonej do spożycia. Nawet kiedy ustąpi podstawowy powód niedoboru wody, do czasu ustabilizowania się stanu sanitarno-higienicznego na całym zagrożonym obszarze dostarczana woda przeznaczona do spożycia powinna być dezynfekowana. ■

Piśmiennictwo:

1. Application of the Guidelines for drinking-water quality in specific circumstances, [w:] Guidelines for drinking-water quality, third edition, WHO, Genewa 2004, t. 1, 104–8.
2. Wisner B., Adams J.: Environmental health in emergencies and disasters. A practical guide, WHO, Geneva, 2002, 92–126.
3. White G. C.: The handbook of chlorination and alternative disinfectants, Van Nostrand Reinhold, New York 1992, 325–97.